الموسوعة النووية

تأليف

المهندس / بدوى محمود الشيخ

بكالوريوس الهندسة النووية

ماجستير الهندسة الميكانيكية

المركز القومى للأمان النووى والرقابة الإشعاعية

هيئة الطاقة الذرية

تقديم ومراجعة

أ.د محمود بركات

المدير العام السابق للهيئة العربية للطاقة الذرية

والرئيس الأسبق للمركز القومى للأمان النووى والرقابة الإشعاعية

هيئة الطاقة الذرية

دار المعارف

obeikandl.com

تصميم الغلاف والإخراج الفنى :

عزيزة مختار

رقم الإيداع	٢٠٠٤/١٥٠٦٣
الترقيم الدولى	ISBN 977-02-6704-X

١/٢٠٠٢/١٨

طبع بمطابع دار المعارف (ج . م . ع .)

الناشر : دار المعارف - ١١١٩ كورنيش النيل - القاهرة ج . م . ع .

هاتف: ٥٧٧٧٠٧٧ - فاكس: ٥٧٤٤٩٩٩ Email: maaref@idsc.net.eg

obeikandl.com

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ وَمَا يَعْزُبُ عَن رَّبِّكَ مِن مِّثْقَالِ ذَرَّةٍ فِى ٱلْأَرْضِ وَلَا فِى ٱلسَّمَآءِ وَلَآ أَصْغَرَ مِن ذَٰلِكَ وَلَآ أَكْبَرَ إِلَّا فِى كِتَٰبٍ مُّبِينٍ ﴾ (يونس٦١)

obeikandl.com

obeikandl.com

إهـــداء

إلى جيل الرواد من علماء الذرة المصريين والعرب

وعلى رأسهم :

الدكتـــور على مصطفى مشرفة

والكيميائى صـــلاح هـــــدايت

والدكـتـور محمـــد النـــــادى..

وإلى من دفعوا حياتهم ثمنا لنهضة أمتهم فى المجال النووى وعلى رأسهم:

الدكتورة سـميرة موسـى

والدكـتـور يـحى المشـد..

وإلى جيـل قادم معقود عليه كثير من الآمـال..

أهدى هذه الموسوعة

obeikandl.com

obeikandl.com

تقديم

تتطور العلوم النووية وتقاناتها بحثا وتطبيقا بصورة متسارعة ، وتجرى البحوث والدراسات المتقدمة والمعمقة فى كل بلاد العالم تقريبا فى هذا المجال ، ويحمل كل يوم جديد كشفا جديدا فى العديد من مناحى التطبيق العملى للعلوم والتقانة النووية والإشعاعية. وفى ذات الوقت فإن تطوير الحياة الإنسانية يحتاج إلى المزيد من النجاحات والإنجازات فى هذا الحقل الهام من العلوم التطبيقية.

ولعله من التزيد فى الحديث فى هذه المقدمة الموجزة أن نطرح الأوجه الكثيرة لتطبيقات العلوم النووية وتقاناتها. ولكن يكفى أن نذكر أن العلوم النووية وتقاناتها أصبحت فى الوقت الحاضر من العلوم التى ينبغى الانتباه إلى تحصيلها وتملك ناصيتها والاستفادة منها بأية صورة وبكل وسيلة ممكنة، وذلك بالضرورة يستتبعه نشر تلك المعارف والعلوم بشكل واسع وعلى كل المستويات.

وفى هذا الإطار فإن المطلب المتصاعد لتعريب العلوم الحديثة لتقريبها إلى أذهان أبناء لغة الضاد له مايبرره على الصعيد العربى، وفى نفس الوقت فإن العلوم النووية - على وجه الخصوص - تحتاج إلى بعث حركة نشيطة للتأليف والترجمة فى مجالاتها المختلفة. وقد بدأت تباشير هذه الحركة بصدور العديد من المراجع المؤلفة أو المترجمة باللغة العربية فى المنطقة العربية. ومع ذلك فما زال هناك حاجة ماسة إلى إصدار موسوعة عربية فى مجال العلوم والتقانة النووية، لتقريب وتوضيح المصطلحات النووية بلغة بسيطة وسهلة الفهم، قادرة على إيصال المعلومة النووية بسهولة ويسر للمتخصص وكذلك غير المتخصص.

وقد تصدى لهذا العمل واحد من جيل الشباب الصاعد، وهو المهندس بدوى الشيط الذى بذل جهدا كبيرا فى تجميع وتبويب وعرض مجموعة ضخمة من المصطلحات العلمية والفنية فى مجال الطاقة الذرية باللغة العربية بصورة تدعو إلى التقدير والإعجاب وتدل على مدى الجهد الدءوب الذى بذله المؤلف فى إعداد هذه الموسوعة، التى نسأل الله أن ينتفع بها أبناء اللسان العربى.

إن هذا الجهد بهذه الصورة هو جهد جدير بالثناء عليه وهو فى نفس الوقت جهد يستدعى الدعم والمساعدة حتى يخرج إلى القارئ العربى فى أحسن صورة ممكنة.

والله ولى التوفيق.

أ.د محمود بركات

obeikandl.com

مقدمة

الحمد لله والصلاة والسلام على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه ومن والاه...

أما بعد ، فقد دعت الحاجة اليوم أكثر من أى وقت مضى لمدارسة ومعالجة الأفرع المختلفة للعلوم والتكنولوجيا بلغتنا القومية الأم - اللغة العربية - وذلك نظرا للتهديد الخطير الذى تتعرض له كل من الثقافة والهوية العربية، حيث تتعرضان لمخاطر التذويب والتقويض أمام زحف دعاوى العولمة والكوكبة، تلك التى لا ترمى إلا إلى إفناء ثقافات وهويات الشعوب لصالح فرض النمط الثقافى الغربى والأمريكى على وجه الخصوص.

وغنى عن القول مدى الخطورة التى تنطوى على دراسة الناشئة للعلوم المختلفة باللغات الأخرى والى أى مدى يحول ذلك دون سهولة الفهم والاستيعاب ومن سرعة الهضم والتحصيل، فضلا عن تحقيق النبوغ والتفوق وتعطيل روح المبادرة والابتكار. هذا بالإضافة إلى الآثار النفسية التى يعانيها طلاب العلم، من ترسيط الدونية والولاء والشعور بالاغتراب فى أوطانهم وبين أهليهم، ومن الهزيمة النفسية أمام لغة الآخر. وغنى عن القول أيضا أن تعليم اللغات الأجنبية فى المدارس - منفصلة عن العلوم - شىء آخر لا يمكن الاستغناء عنه كوسيلة للاطلاع على ثقافة وعلوم الآخرين والانفتاح على العالم، وعلى أن تكون هناك - وعلى نفس التوازى من حركة التعليم - حركة ترجمة وتعريب جادة تواكب الجديد والجديد فى مجال العلوم والتكنولوجيا.

ولما كان للعلوم النووية والذرية مكانة خاصة بين العلوم، وللاحتياج الشديد لاستيعاب هذه التكنولوجيا فى مختلف تطبيقاتها عند الناطقين باللغة العربية ، وللصعوبة التى يعانيها الدارسين فى كليات العلوم والهندسة لهذه العلوم باللغة الأجنبية ، وللاحتياج الخاص لكل العاملين فى المنشئات البحثية والتطبيقية النووية - من غير المتخصصين- فى العالم العربى لفهم المصطلحات الأساسية والإلمام المبسط بالمفاهيم المختلفة المتعلقة بمختلف موضوعات واستخدامات الطاقة النووية ، وكما للشغف العام عند عامة المثقفين للتعرف على أسرار هذه الطاقة الرهيبة والتى لاغنى عنها فى هذا العصر. لكل ذلك تولدت عندى رغبة جارفة للقيام بمحاولة غير مسبوقة لإعداد موسوعة ميسرة فى العلوم النووية باللغة العربية، كى تكون إضافة إلى المكتبة العربية الزاخرة. فجاءت هذه المحاولة المتواضعة - بتوفيق الله تعالى - على هذا الوجه الذى أرجو أن يلقى القبول ويحقق الإفادة المرجوة، آخذا فى اعتبارى فى نفس الوقت وجوب الاستفادة من كل المحاولات السابقة فى التعريب، والترجمة ، ووضع المعاجم للعلوم النووية ، وخاصة المحاولات الرائدة فى كل من مصر وسوريا الشقيقة.

ولما كانت ثمرة الطاقة النووية جهود تراكمية وتكاملية لمختلف العلوم ، تواصلت فيها جهود وحضارات ، كانت الحاجة هنا للتعريف بالعلوم الطبيعية والرياضية، أسسها، قوانينها، ورجالاتها. وفى نفس السياق آثرت أن أبرز جوانب المشاركة الفعالة لجهود الحضارة العربية والإسلامية ، والتى بلا شك كانت رافدا أساسيا تأسست عليه الحضارة الغربية المعاصرة، وملفتا النظر فى نفس الوقت - من ناحية - إلى أى مدى تتواصل الحضارات ، لا تتصادم كما أشاع ذلك نفر من مفكرى الغرب داعين لدق طبول حروب دموية بين الشرق الإسلامى والغرب. ومن ناحية أخرى فإن إبراز ذلك فى عمل موسوعى يتناوله علماء وطلبة وناشئو ومثقفو نفر من

الأمة ربما يسهم فى تعزيز الثقة لديهم، كما يكون حافزا لأجيال اليوم والغد لتجاوز عقدة الانكسار والتخلف، وكى يستعيدوا - إن صدقت العزائم وتهيأت الأسباب - زمام المبادرة فى صياغة مشروع حضارة الغد حاملين معهم مقومات رسالتهم من أجل صياغة حضارة العلم والرفاهية والعدل والسلام.

وأخيرًا لا يسعنى إلا أن أقدم جزيل الشكر لكل من ساعدنى وشجعنى فى إتمام هذا العمل، وأمدنى بأية إضافات أواستدراكات من السادة الزملاء والعلماء بالمركز القومى للأمان النووى والرقابة الإشعاعية بهيئة الطاقة الذرية، وعلى رأسهم سيادة الأستاذ الدكتور كريم الأدهم رئيس المركز، كما أخص بالذكر سيادة العالم الجليل الأستاذ الدكتور محمود بركات المدير العام للهيئة العربية للطاقة الذرية سابقا ورئيس المركز القومى للأمان النووى والرقابة الإشعاعية سابقا، على تفضله بمراجعة هذه الموسوعة وعلى ملاحظاته الدقيقة وتوجيهاته المفيدة التى أضفت على هذا العمل الكثير والكثير، كما تشرفت كذلك بتقديمه الكريم، فجزاه الله عنى وعن جهده فى المراجعة خير الجزاء.

والله أسأل أن يجعل فى هذا العمل الخير الكثير لكل أبناء لغة الضاد، الباحثين فى العلم النافع، والراغبين فى دفع عجلة التنمية والتقدم لأمتهم وللإنسانية جمعاء. والله الموفق وإليه المرجع والمآل.

مهندس بدوى محمود الشيخ

openkandl.com

إثارة Excitation

هو ذلك الأثر الذى يحدثه الإشعاع بالمادة عندما لا يكون قادرا على تأيينها. أى يحدث بشكل خاص عندما تكون الطاقة المكتسبة من الإشعاع أقل من طاقة التأين، عندئذ تثار الذرة (تمنح طاقة) فينتقل الكترون أو أكثر من مستوى طاقى إلى آخر أعلى، يعود بعدها إلى مستواه الأساسى مصدرا فوتونا ضوئيا. (انظر: ذرة، إشعاع، أيون، وتأين، انبعاث الأشعة)

أثر دوبلر Doppler effect

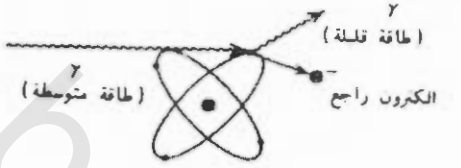
الإزاحة التى تنتج عن الحرارة فى معدل التفاعل بين النيوترونات ومواد المفاعل، مثل قضبان الوقود ومواد الإنشاء، والمواد الخصبة. ويمكن أن تؤثر الإزاحة بصورة ملموسة فى الكثافة النيوترونية، ومن ثم فى تفاعلية المفاعلات. (انظر: نيوترونات، وقود نووى، التفاعلية، كثافة نيوترونية)

أثر زيمان Zeeman effect

من المعروف أن الضوء الذى يشعه أى عنصر يحتوى على خطوط حادة ذات أطوال موجات محددة وترددات معينة هى من خصائص هذا العنصر. ومن الواضح أن مصدر الضوء هو ذرات العنصر ومرده حسب النظرية الكلاسيكية الحركات الدورية للشحنات داخل الذرة. ولما كانت الشحنات المتحركة تتأثر بالمجالين الكهربى والمغنطيسى فإنه فى مقدورنا تغيير الضوء المنبعث بتعريض مصدر الإشعاع للمجالات الكهربية والمغنطيسية، غير أن " فراداى" قد حاول عبثا إيجاد مثل هذا التأثير تجريبيا إذ وضع لهب صوديوم فى مجال مغنطيسى قوى ولكنه لم يحصل على أى تغيير يذكر فى خصائص الضوء. وفى عام ١٨٩٦ نجح " زيمان " فى الحصول على هذا التأثير وفى تعيين طبيعة الشحنة المشعة للضوء حين استخدم جهازا يمتاز بقدرة أكبر فى التحليل.

أثر (مفعول) كومبتون Compton effect

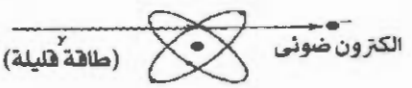
يحدث هذا الأثر عندما يصدم شعاع جاما متوسط الطاقة (١ ميجا الكترون فولت) إلكترونا مداريا خارجيا مما يؤدى إلى انطلاقه من مداره. كما ينتقل جزء من طاقة شعاع جاما إلى الالكترون المنطلق ويخرج من الذرة شعاع جاما ذو طاقة أقل باتجاه مغاير لجهة الورود. يصنف هذا التفاعل كعملية تبعثر غير مرن حيث يتغير فيه اتجاه الفوتون الوارد وطاقته (انظر مادة: أشعة جاما).



أثر كومبتون

الأثر الكهروضوئى The photoelectric effect

عندما يصدم شعاع جاما ذو الطاقة المناسبة (٠,٧ ميجا الكترون فولت أو أقل) إلكترونا مداريا داخليا فإن هذا الإلكترون ينطلق من الذرة حاملا طاقة أشعة جاما الذي صدمه ويختفي بذلك شعاع جاما تماما. لذلك فهذا التفاعل ممكن فقط عندما تكون طاقة الفوتون كبيرة لدرجة يمكنها أن تتغلب على طاقة إرتباط هذا الإلكترون وتخرجه من الذرة . يترك الإلكترون المدارى المنطلق فراغا فى المدار الداخلي مما يؤدى إلى انتقال الكترون من مدار أعلى إلى هذا الفراغ. يؤدى ذلك مثلا إلى إطلاق أشعة أكس المميزة لهذه الذرة . ويعد هذا التفاعل مفيدا فى عمليات التدريع (عمل حواجز للحماية من الاشعاع) حيث يتم التخلص من شعاع جاما بشكل نهائى وفى عمليات المعالجة حيث يضع شعاع جاما كامل طاقته فى المنطقة المراد علاجها.



الأثر الكهروضوئى

أثر الحصر Pinch effect

فى تجارب الاندماج المحكوم هو الأثر الناتج عندما يحدث المجال الكهربائى المار خلال عمود بلازما مجالا مغنطيسيا يحصر البلازما ويضغطها. (انظر: اندماج نووى، بلازما، قارورة مغنطيسية)

إثراء (تخصيب) اليورانيوم Enrichment

تتطلب معظم مفاعلات الطاقة النووية فى العالم (باستثناء المفاعلات المبردة بالغاز ومفاعلات الكندو التى تستخدم اليورانيوم الطبيعى) تزويدها بوقود من اليورانيوم تبلغ فيه نسبة النظير يو-٢٣٥ تركيز أعلى من ٠,٧٣٪ الموجود فى الطبيعة . ويتم زيادة هذه النسبة باستخدام عمليات التخصيب لترتفع من ٠,٧٪ الى ٣٪ وهى النسبة المستخدمة فى وقود مفاعلات الماء الخفيف. وأما فى الاستخدامات العسكرية فيتم تخصيب اليورانيوم الى درجات أعلى بكثير من النسبة

السابقة. وهناك عدة تقنيات تستخدم فى عمليات تخصيب اليورانيوم، أشهرها طريقة الانتشار الغازى ، وطريقة الطرد المركزى، وطريقة الفوهة ، وطريقة الليزر بالإضافة لطرق أخرى كيميائية. (انظر مواد: طريقة الانتشار الغازى ، وطريقة الطرد المركزى، وطريقة الفوهة، وطريقة الليزر).

احتراق Combustion

هو عملية اتحاد كيميائى للأكسجين بالعناصر والمكونات الأخرى للمادة بمعدل سريع، ويكون من السرعة عادة بحيث ينبعث نتيجة له حرارة ولهب.

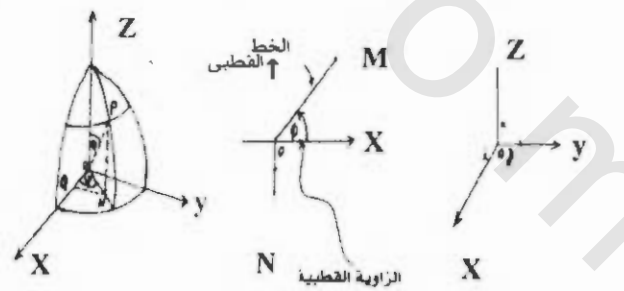
احتمال التسرب الرنينى
Resonance escape probability (p)

يعبر عن مدى احتمالية تهدئة النيوترونات السريعة الى مدى الطاقة الحرارى دون الدخول فى تفاعلات فى مدى الامتصاص الرنينى.(انظر مادة: الامتصاص الرنينى)

الإحداثيات Coordinates

مجموعة من الأبعاد تحدد موقع نقطة ما فى المستوى أو فى الفراغ بالنسبة لنقطة الأساس وهى الصفر. وهى تتكون من بعدين عادة لتحديد مكان أى نقطة على سطح ممتد، ومن ثلاثة أبعاد لتحديدها فى الفراغ. وهناك نظم عديدة للإحداثيات منها الكارتيزية (المتعامدة)، والقطبية، والكروية.

فبينما فى الإحداثيات المتعامدة Cartesian coordinates يمكن تحديد موضع نقطة فى الفراغ بالنسبة لهذه الإحداثيات بثلاثة محاور(X, Y, Z) ، فإنه فى الإحداثيات الكروية Spherical coordinates يمكن تحديد موضع النقطة بواسطة محور واحد (r) وزاويتين (θ,Φ). أما الإحداثيات القطبية polar coordinates فإنه نظام لتعيين نقطة ما فى مستوى

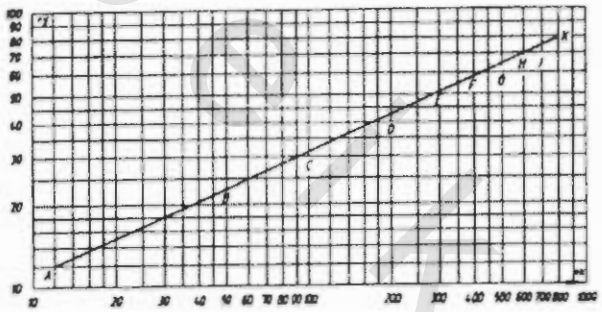


الاحداثيات المتعامدة الاحداثيات القطبية الاحداثيات الكروية

بدلالة نقطة ثابتة فيه تسمى "القطب" ومستقيم ثابت يمر بهذا القطب يسمى "الخط القطبى". وتتعين النقطة بإحداثيين: بعدها عن القطب، ويعرف باسم "البعد القطبى"، والزاوية التى يصنعها هذا البعد القطبى وتعرف باسم " الزاوية القطبية".

الإحداثيات اللوغاريتمية
Logarithmic coordinates

نظام إحداثيات تقسم فيه الإحداثيات الأفقية والرأسية الى مسافات تناظر لوغاريتمات الأعداد والكميات المقيسة ولا تناظر الأعداد أو الكميات نفسها.



رسم منحنى بالاحداثيات اللوغاريتمية

الإحصاء الكمى Quantum statistics

يطلق اسم الاحصاء الكمى (الكوانطى) على نظرية المجموعات المكونة من عدد كبير جدا من الجسيمات التى تخضع للقوانين الكمية. والمهمة الأولى للإحصاء الكمى هى تعيين دوال التوزيع لمجموعات الجسيمات فى الفضاء الطورى. والفارق الرئيسى بين الإحصاء الكمى والإحصاء الكلاسيكى يتلخص فى تسلسل استخدام مبدأ عدم التمييز بين الجزيئات المتماثلة. ففى الاحصاء الكمى، عند حل مسألة توزيع الجسيمات فى الفضاء الطورى، تصبح غير ذات معنى محاولة تحديد أى الجسيمات توجد فى الخلية محل الدراسة من الفضاء الطورى. ويصبح الموضوع الوحيد المطلوب تحديده هو تعيين عدد الجسيمات الموجودة فى خلية معينة. ولا تتغير الحالة (الميكروسكوبية) للمجموعة بتغير أماكن الجسيمات سواء الموجود منها داخل خلية معينة من الفضاء الطورى أم بتبادل الجسيمات من الخلايا المختلفة لأماكنها.

إحصاء بوز - أينشتين Bose – Einstein statistics

ميكانيكا الكم الإحصائية التى يمكن أن تشغل الحالة الكمية الواحدة فيها بأكثر من جسيم واحد من مجموعة جسيمات متطابقة. والمصطلح منسوب الى عالمى الفيزياء "بوز" و" اينشتين".

إحصاء فرمى - ديراك Dirac-statistics- Fermi

ميكانيكا الكم الإحصائية التى لايمكن أن تشغل الحالة الكمية الواحدة فيها بأكثر من جسيم واحد من مجموعة جسيمات متطابقة. وهو منسوب الى العالمين فرمى وديراك.

أحماض هاضمة Digestion, acid

تستخدم فى معالجة النفايات النووية، أحماض مؤكسدة لتفكيك المادة إلى مكوناتها البسيطة (عادة، مكونات ذوابة أو قابلة للحل أو غازية) ولهذا السبب تهيىء النفايات للمعالجة التالية. وعلى سبيل المثال، فإن المواد العضوية الملوثة بنويدات باعثة لجسيمات الفا (راتنجات، ورق، قفازات...الخ) يمكن معالجتها بالأحماض الهاضمة الى تركيزات لنويدات مشعة لاحقة.

اختبار المواد Materials testing

تجرى على المواد اختبارات مختلفة ومتعددة بهدف الحصول على معلومات عن نوعية الإنتاج أوالوصول الى معلومات جديدة أو معلومات أفضل عن مواد معروفة، أو الحصول على مقاييس دقيقة للخواص الأساسية للمواد الجارى اختبارها. ويمكن تقسيم اختبار المواد من حيث إمكانية استخدام المادة بعد إجراء الاختبار الى اختبارات متلفة واختبارات غير متلفة. وفى الاختبارات الأولى تصبح العينة المختبرة غير صالحة لأداء عملها إذ إنها تتلف بإجراء الاختبار كما تجرى عادة على قطع اختبار يتم اختيارها لتمثل دفعة أو مجموعة من القطع، ومنها اختبارات الشد tensile ، والصدم impact ، والكلال fatigue ، واللى torsion ، الخ.

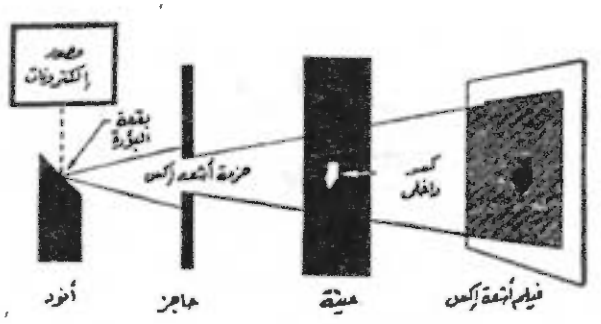
أما الاختبارات الثانية فتجرى على المواد دون الإضرار بها أو باستخداماتها المستقبلة، والغرض منها بيان مناسبة المواد لأداء وظيفتها المطلوبة.(انظر: اختبار غير اتلافى)

اختبار غير إتلافى Non destructive test

هو الأسلوب القياسى لضمان جودة المنتج الصناعى وهو عبارة عن فحص لجسم ما بأية طريقة لا تؤثر فى استخدامه فيما بعد استخداما سليما. والغرض من الفحص هو الكشف عن كسور داخلية أوخارجية، أو قياس السمك، أو تعيين تركيب المادة وتكوينها، أوقياس خاصية من خواص الجسم أو الكشف عنها. ويمكن أن تكون طريقة الاختبار بصرية بسيطة، وقد تتضمن استخدام نوع من الطاقة الكهرومغنطيسية، غير الضوء المرئى، كالأشعة السينية، أو الأشعة تحت الحمراء، أو الموجات الميكرونية. وقد يتضمن الاختبار طاقة تذبذبية (كالصوت) ذات مدى واسع من الترددات. وهناك خمس طرق للاختبارات غير الإتلافية واسعة الانتشاروهى: طريقة السوائل النافذة liquid penetrant method، طريقة الدقائق المغناطيسية magnetic particles method ، طريقة الأمواج فوق الصوتية ultrasonic method ، طريقة التيارات الدوامية eddy current method ، وطريقة التصوير الإشعاعى radiography method. وتؤدى الاختبارات غير المتلفة دورا بالغ الأهمية فى تكنولوجيا المفاعلات النووية وفى صناعة الطائرات وملاحة الفضاء على وجه الخصوص لحاجتها لأعلى درجات الأمان ودرءا للأخطار الجسيمة والتكاليف. ولعل أهمية الاختبار غير المتلف، تظهر من خلال تقرير للمجلس المركزى لتوليد الكهرباء بمنطقة " ميدلاندز " ببريطانيا، يتضمن نتائج الاختبارات غير المتلفة التى أجريت على مرجل بخارى تحت الإنشاء، فقد تبين وجود ٥٠ عيبا فى اللحامات، من خلال ١١ ألف كشف اختبارى. وذكر التقرير، أن هذه العيوب يمكن أن ينشأ عنها ٥٠ تشققا أو كسرا فى جسم المرجل، يحتاج إصلاح كل منها الى سبعة أيام، ويكلف بريطانيا ما يعادل قيمة الكهرباء المولدة فى عام.

اختبار بالأشعة السينية X-ray testing

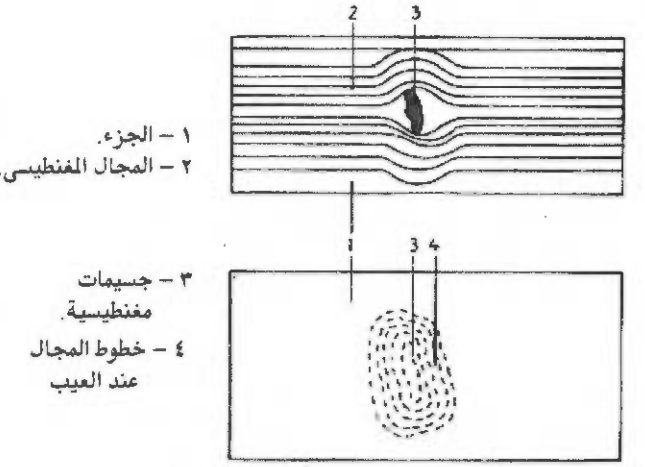
اختبار يجرى بوضع أنبوبة الأشعة السينية على أحد جانبى القطعة المراد اختبارها ووضع فيلم حساس على جانبها الآخر. ثم يظهر(يحمض) الفيلم ويفحص للتعرف على العيوب الموجودة فى القطعة. وتتوافر ماكينات الأشعة السينية فى حجوم وأشكال متباينة. فهناك الماكينة الصغيرة التى تستخدم لاختبار الأسلاك الرقيقة للمعادن الخفيفة كالألومنيوم، أما فى حالة اختبار المواد الثقيلة كالصلب مثلا فيلزم استخدام ماكينات أكبر تعمل على فولتية أعلى وتنتج أشعة اكس بطول موجى أقصر. ولعل من الاستخدامات الهامة للأشعة السينية ، فحص أجزاء الماكينات والمسبوكات، للتأكد من خلوها من العيوب الداخلية، وكذلك فحص ألواح الصلب المكونة لهيكل وجسم غلاف الضغط فى المفاعل النووى، أو الداخل فى أجزاء المحتوى الخارجى له (انظر: اشعة اكس).



الخطوات الأساسية للتعريض للإشعاع السينى: بقعة البؤرة هى المساحة الصغيرة على الأنود أو الهدف لأنبوبة الأشعة السينية. ويترجم الأنود بالحزمة الإلكترونية فى الأنبوبة فتصبح هذه البقعة مصدر للإشعاع السينى، وتنقص شدة الأشعة السينية كلما مرت الأشعة خلال سمك العينة.

اختبار الدقائق (الجسيمات) المغنطيسية
Magnetic- particle testing

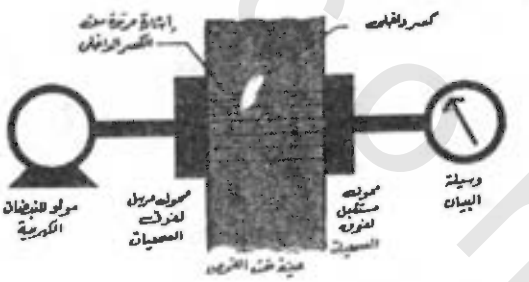
اختبار يجرى لتحديد العيوب السطحية والقريبة من السطح. وفيه يحث مجال مغنطيسى فى الجزء المراد اختباره بواسطة تيارات كهربائية عالية الأمبيرية بحيث يقطع هذا المجال العيوب المتوقعة. وعند اعتراض عيب (انقطع) ما للمجال المغنطيسى فى القطعة ينتج مجال تسربى على السطح. فإذا نثرت جسيمات مغنطيسية (برادة حديدية مثلا) فوق السطح يحتجزها المجال التسربى عند العيب فتكون دليلا مرئيا عليه.



اختبار بالجسيمات المغنطيسية

اختبار الموجات فوق الصوتية Ultrasonic testing

اختبار للكشف عن وجود تصدعات داخلية، يتضمن إرسال موجات صوتية عالية التردد تعكسها هذه الصدوع. وتعرض الموجات المرتدة على صمام أشعة كاثودية حيث تتضح مواضع التصدع. وتحوى الترددات المستخدمة عادة ما يقع منها أعلى نطاق السمع (٢٠٠٠٠ سيكل فى الثانية) ويمتد الى ما يقع منها فى المدى ١٠ الى ٢٠ ميجا سيكل. وهذه الذبذبات هى المسماة فوق الصوتية (أو فوق السمعية).



نبضات من الطاقة فوق السمعية تبعث بذبذبات تمر خلال الجسم وتستخدم للاختبار. وينشأ عن طاقة النبضة الكهربية أن يتذبذب المحول المرسل ذبذبة لحظية ويرسل بدفعة تذبذبية نبضية خلال العينة وتستقبل هذه النبضة بمحول عند الطرف المقابل. فإذا كان هناك كسر داخل فى طريق الأمواج فوق السمعية انعكس جزء من الطاقة واستقبل المحول المرسل هذه الاشارة المعكسة وصحب ذلك هبوط فى الاشارة التى يستقبلها المحول المستقبل.

اختبار المزج Mixing test

يمكن قياس نسبة تواجد عنصر أو مركب فى مادة ما أو فى مزيج بسهولة وبدقة عالية عن طريق إدخال كمية صغيرة جدا ومحددة من نظير مشع للعنصر أو للمركب إلى المزيج وتأخذ عينة صغيرة من هذا المزيج ويحسب نشاطها الإشعاعى منسوبا إلى وزنها وبذلك يتم تحديد نسبة وكمية تواجد العنصر أو المركب فى المزيج.

الاختبار النووى الافتراضى
Virtual Nuclear Testing

مع نهاية الحرب الباردة اجتمع العديد من الدول لبحث معاهدة تحظر على الجميع وبشكل دائم التفجيرات النووية، إذ من دون اختبارات التفجير، فإن معاهدة الحظر الشامل للتجارب* تقيد بشدة الأسلوب الذى كانت الدول تستخدمه عادة لتقويم التغيرات فى تصاميم القنابل وكذلك التأكد من أداء الأسلحة المراد تخزينها للاستخدام العسكرى. إن حظر اختبارات التفجير وحده لا يمنع انتشار الأسلحة النووية، ولكنه يشكل حاجزا فى وجه تطوير الأسلحة التى تعتمد على تفاعلات الاندماج، بما فى ذلك تصميم الرءوس النووية الأخف والأصغر والأكثر قدرة المحمولة على صواريخ، كتلك التى يزعم أن الصين تمكنت من الحصول عليها من الولايات المتحدة عن طريق التجسس وجمع المعلومات الاستخبارية.

ومع أن إدارة الأمن القومى الأمريكى فى عهد الرئيس بيل كلينتون كانت مستعدة للتفكير فى مستقبل من دون تفجيرات نووية اختبارية، إلا أنها غير مستعدة لذلك من دون أسلحة نووية مطورة. وللتأكد من أن المخزون النووى يمكن تقويمه وتعديله بطرق أخرى، فإن كلا من الحكومة والأغلبية الجمهورية فى الكونجرس تدعم برنامجا قياديا* يهدف إلى دمج آخر ما توصلت إليه الحواسيب العملاقة من قدرات مع تجارب مختبرية على نطاق واسع فى عمل لم يسبق له مثيل وذلك للوصول إلى محاكاة مفصلة ثلاثية الأبعاد للتفجيرات النووية.

لقد بدأ هذا البرنامج القيادى فى عام ١٩٩٣ توجيها مغمورا من قبل الكونجرس ضمن لائحة نفقات الدفاع، وتطور هذا البرنامج الذى يديره مكتب برامج الدفاع ليصبح فى عام ١٩٩٥ مشروعا ضخما مدته ١٥ عاما وبكلفة ٦٧ بليون دولار، تعادل ثلاث مرات تقريبا كلفة مشروع منهاتن أو رحلة أبولو. وتدعى الحكومة أن ثمة حاجة إلى توفير مقدرة الاختبار الافتراضى

---

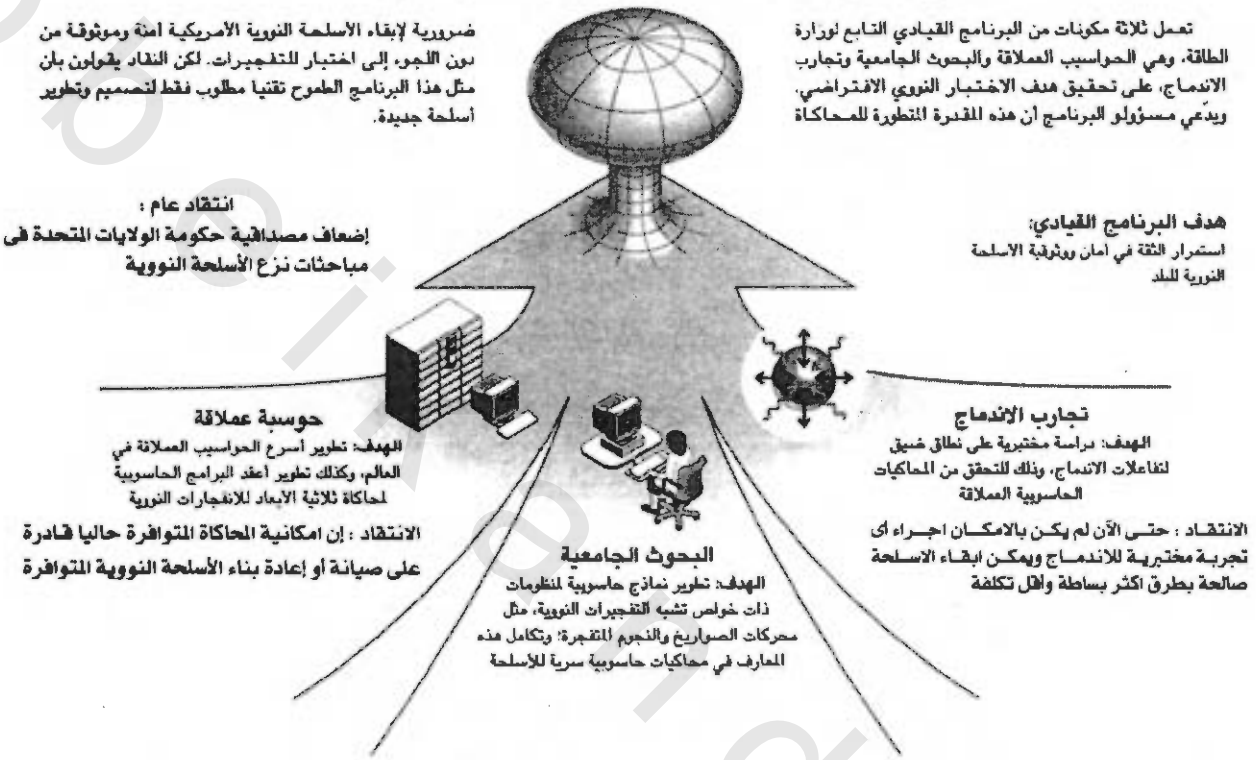
* The Comprehensive Test Ban Treaty

* The science –based stockpile stewardship and management program.

للتحقق من أن مخزونات الأسلحة النووية يمكن نقلها وخزنها بشكل آمن فى زمن السلم، وأنها ستؤدى أيضا مهمتها العسكرية فى حال نشوب حرب نووية.

ستحل الاختبارات الافتراضية virtual testing جزئيا على الأقل محل التفجيرات تحت الأرض للتأكد من أن التعديلات التى أدخلت على الأسلحة النووية والتى فرضتها تغيرات المتطلبات العسكرية، تنجز عمل التفجير النووى الفعلى المطلوب. ويمكن أيضا الاستفادة من مثل هذه الإمكانية فى تطوير أسلحة جديدة كليا مهيأة لاختبار التحقق من الانفجارات إذا ما اقتضت المهام المستقبلية للأمن القومى انسحابا سريعا من معاهدة حظر التجارب النووية.

مكونات وانتقادات اختبار نووى افتراضى



الانتقاد: إن نشر الأفكار العلمية المتطورة لظاهرة الانفجار النووى بين الجماعة العلمية المفتوحة، ليس فى مصلحة أمن الولايات المتحدة أو الأمن العالمى

اختيار موقع المفاعل النووى

Reactor site selection

لخطورة موقع المفاعل النووى، وللعواقب التى قد تنجم على البيئة والرأى العام فى حالة وقوع أى حادث نووى مع اختلاف التأثير من موقع ذى كثافة سكانية عنه فى موقع ناء عن الكثافة السكانية، فإن اختيار الموقع المناسب للمفاعل له أعظم الاعتبار عند تصميم وعند إعطاء الترخيص لبناء المحطة النووية. ومن هنا وضعت عدة اعتبارات للأمان عند اختيار مواقع المفاعلات النووية وذلك طبقا لتنظيمات الأمان التى وضعتها لجنة التنظيمات النووية الأمريكية:

أولا: طبيعة المفاعل نفسه، خصائص التصميم، وطريقة التشغيل الخاصة به، وحدود التسرب الإشعاعى المتوقع، وحدود التصميم المراعاة للتحكم فى أو منع عواقب هذا التسرب الاشعاعى.

ثانيا: الكثافة السكانية حيث تميز اللوائح الفيدرالية الأمريكية الخاصة بالطاقة ثلاث مناطق هى:

١ - المنطقة المقيدة، وهى المنطقة المحيطة بالمنشأة النووية حيث يحدد تواجد ونشاط أو يطرد الأفراد داخل هذه المنطقة (ذات نصف قطر لايقل عن ٠,٨ كيلومترأو نصف ميل).

٢- منطقة الكثافة السكانية المنخفضة، حيث تخفض وتحدد الكثافة السكانية الى القدر المستطاع تهجيره عند وقوع الحوادث الكبيرة

٣- المسافة من مركز ذى كثافة سكانية، حيث تزيد المسافة من المركز السكانى مرة وثلثا عن المسافة من المفاعل إلى الحدود الخارجية للمنطقة ذات الكثافة السكانية المنخفضة.

ثالثا: الخصائص الطبيعية للموقع، والتى تشمل حالات الزلازل أو الهزات الطبيعية للمنطقة أو فيضان البحر والخصائص المناخية واتجاهات الرياح.

رابعا: الضمانات الكافية فى حالة وجود بعض الخصائص والاعتبارات السابقة غير المرغوب فيها.

إدارة النفايات المشعة
Waste management, radioactive

تشمل الإشراف على كل الأنشطة الفنية والإدارية والتشغيلية المتعلقة بالنفايات المشعة، والمتمثلة فى التناول، المعالجة، التهيئة، النقل، التخزين والدفن .

إدارة الوقود (تنظيم استخدام الوقود)
Fuel management

هى المسائل المتعلقة بـ: كيف يحمل أو يتم تنظيم وضع الوقود فى المفاعل، وكيف يعاد تحميله ، كيف يمكن تحريك قضبان التحكم، وفى العموم كيف يمكن تغييرعناصر التحكم فى المفاعل لكى يحقق مهارة التشغيل الأمثل، والتأكد من نظام أمان التشغيل. ففى حالة مفاعلات الماء المضغوط ، يتم تنظيم وضع الوقود داخل المفاعل، حيث تقل درجة التخصيب من الخارج وكلما اتجهنا نحو وسط قلب المفاعل، أى إن الوقود الأكبر فى نسبة التخصيب يوضع على أطراف قلب المفاعل. وفى حالة إعادة التحميل الدورية فإن مجموعات الوقود التى كانت فى المركز والأقل تخصيبا تستبعد وتستبدل بتلك التى كانت فى الأطراف ذات التخصيب المرتفع، حيث يحل الوقود الجديد والمضاف محل المنقول الى القلب. وبوضع الوقود وإعادة التحميل بهذه الطريقة يكون توزيع قدرة المفاعل أكثر تفلطحا واستواء عمًا إذا كان توزيع الوقود منتظما فى قلب المفاعل.

أقصى حادث معقول Maximum credible accident

أخطر حادث يمكن تصور وقوعه فى المفاعلات من تجميع غير مستحب لأعطاب فى المعدات، أو أخطاء فى التشغيل، أو أية أسباب أخرى متوقعة. ويستخدم هذا الاصطلاح لتحليل خصائص الأمان فى المفاعل، فتصمم المفاعلات بحيث تكون آمنة، حتى ولو وقع أقصى الحوادث معقولية.

(انظر: سيناريو أسوأ حالة)

ارتشاح Leaching

يقصد به استخراج المادة القابلة للذوبان من الصلبة بواسطة المذيب الذى يتلامس مع المواد الصلبة. كما أنه مصطلح يستخدم غالبا فى إدارة عمليات النفايات لوصف: التفكك/والتعرية التدريجية لحزم النفايات الصلبة أو إزالة المادة الملتصقة من سطح الصلبة أو الطبقة المسامية .

إزالة النترات Denitration

تحويل (إنقاص) أيون النترات –(NO3) إلى مكون آخر، عادة يكون أكسيد النيتروجين المتطاير. حيث يتم ذلك بطرق حرارية، كيميائية، الكتروليتكية electrolytic . ولأن إعادة معالجة الوقود النووى processing عادة تتم فى وسط من حمض النيتريك، فإن إزالة النترات تعد خطوة هامة فى معالجة النفايات.

ازمة الصواريخ الكوبية Kobe rockets crisis

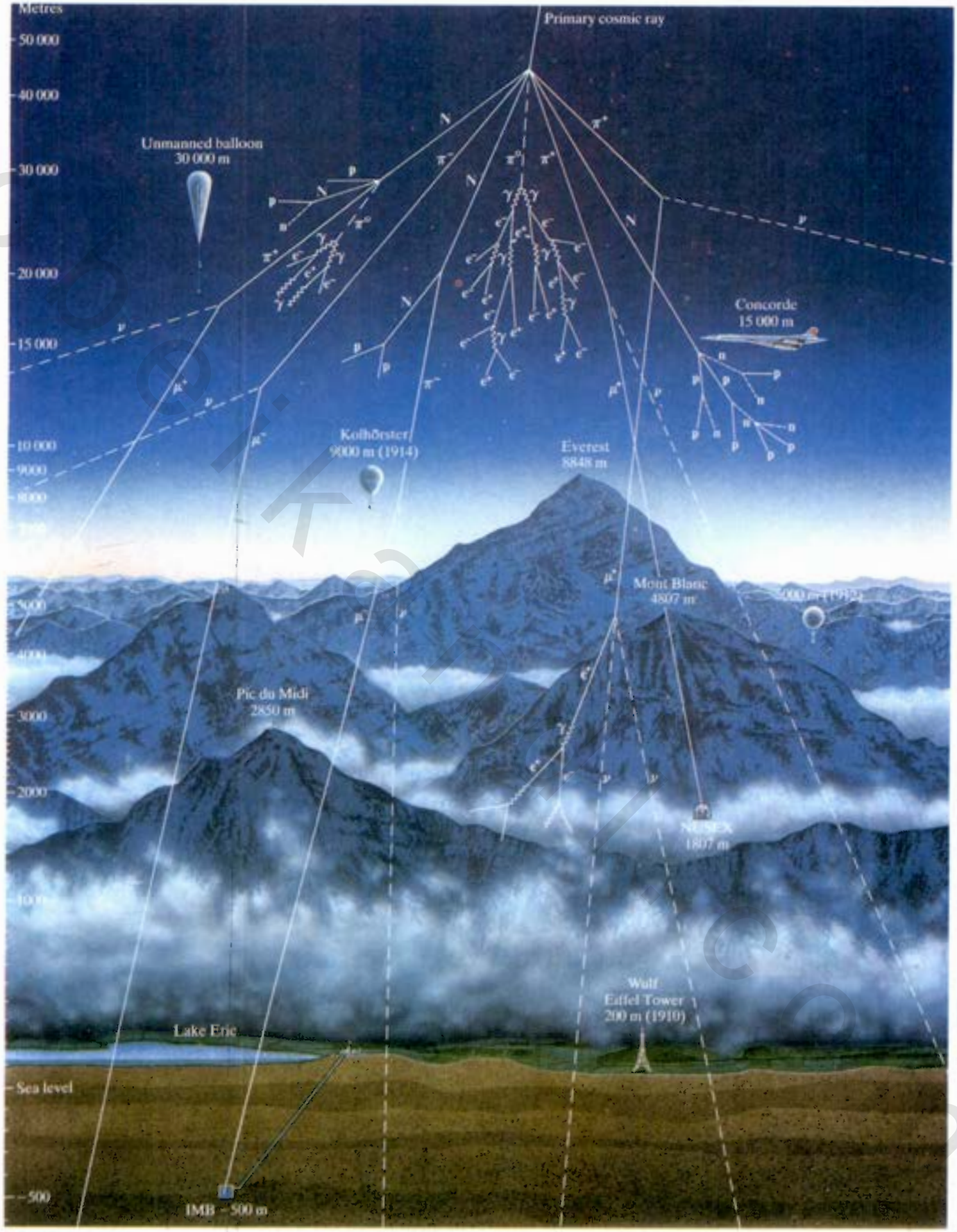
فى عام ١٩٦٢ اقتربت القوتان العظميان، الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتى السابق، من حافة حرب نووية حقيقية إثر إدخال الصواريخ الباليستية إلى كوبا. فقد زود الاتحاد السوفيتى الجزيرة بما يقرب من ستين صاروخا استراتيجيا (مع قطع الغيار) يحمل كل رأس منها ما يعادل ميجا طن من المواد المتفجرة، يتراوح مداها بين ١,٥٠٠ و ٣٠٠٠ ميل، أى لديه قدرة ضرب واشنطن ومنشآت الصواريخ عابرة القارات فى غرب الوسط الأمريكى، إضافة لحوالى سبعين قذيفة تكتيكية تتضمن قنابل وصواريخ نووية ورءوسا نووية للطوربيدات المستعملة فى الغواصات. فى صباح الاثنين، الثلاثين من شهر تشرين الأول كان من الواضح أنه إذا رست الغواصات الأمريكية على الشاطئ الكوبى كما هو مفترض فإن الجانب السوفيتى سيستعمل الأسلحة التكتيكية كلية، مما يستدعى الولايات المتحدة كما فى خطة مكنمارا إلى ضرب الاتحاد السوفيتى بالرءوس النووية وبذلك تبدأ الحرب النووية على نطاق واسع. أثناء الليلة السابقة لهذا التاريخ تم الاتفاق بين روبرت كنيدى وأناتولى دوبرنين عبر قناة الاتصال بأن تسحب الصواريخ السوفيتية من كوبا. بينما تتعهد الولايات المتحدة بعدم غزو كوبا، مع تعهد جانبى أيضا من الولايات المتحدة بسحب القذائف النووية من تركيا. قادت هذه التجربة إلى نتيجتين: إحداهما نظام خط التلكس الساخن، بين البيت الأبيض والكرملن. وأما النتيجة الثانية الأكثر أهمية فهى معاهدة الحظر الجزئى للتجارب النووية (PTBT) باستثناء التجارب النووية التى تجرى تحت الأرض التى تم الاتفاق عليها عام ١٩٦٣. (انظر: معاهدة الحظر الجزئى للتجارب النووية (PTBT)).

إزالة التلوث (الإشعاعى) Decontamination

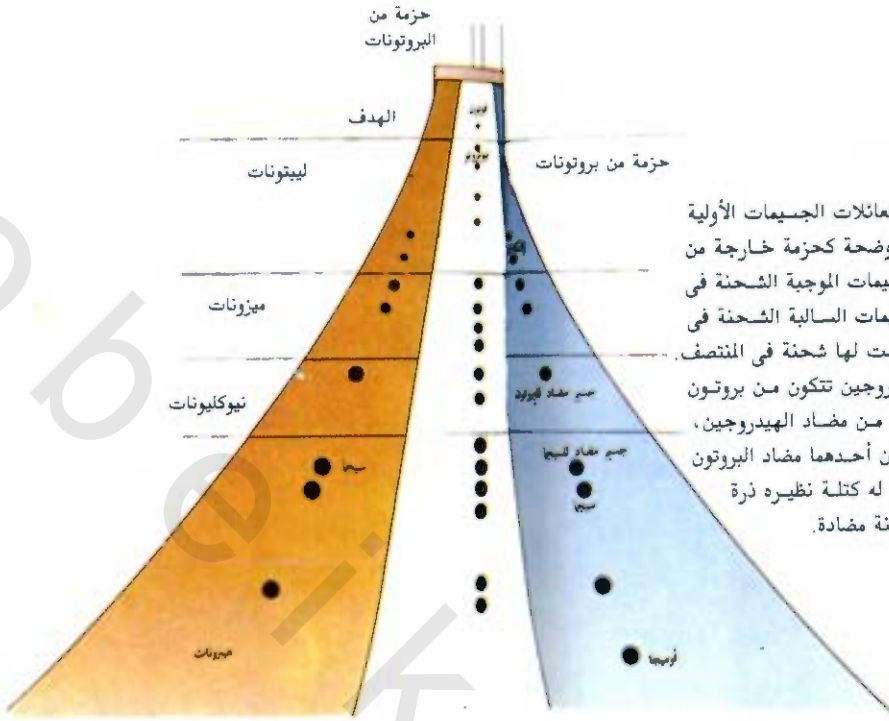
تعرف بأنها العملية التى يخفض فيها نسبة الأشعة المؤينة الموجودة على الأسطح الملوثة حتى يصل إلى حد المستوى الإشعاعى المسموح به دوليا. ومن المعروف أن المواد المنشطة باستخدام النيوترونات لا يمكن أن يزول تلوثها حيث تصبح المادة المشعة جزءا لايتجزأ من المادة. وتهدف عملية إزالة التلوث الى إقلال الجرعة الإشعاعية أثناء التشغيل، وإعادة استخدام وتشغيل الأجهزة والمعدات الملوثة. ويستخدم لإزالة التلوث عدة طرق قد تكون كيميائية، كالغسيل الكيميائى للأجهزة أو بالانصهار. أو تكون طرقا ميكانيكية كاستخدام تيار من الماء والبخار أو القذف والتدمير بكرات صغيرة من

الإشعاع وتطبيقاته

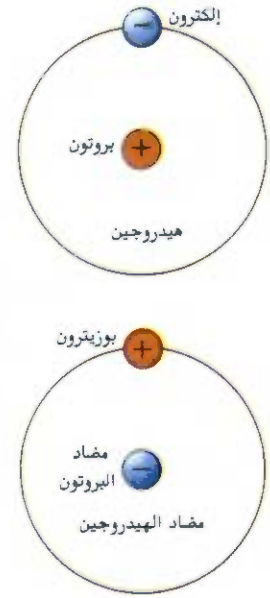
الأشعة المختلفة ومصدرها من الذرة



الأشعة الكونية ومصدرها الفضاء الخارجى

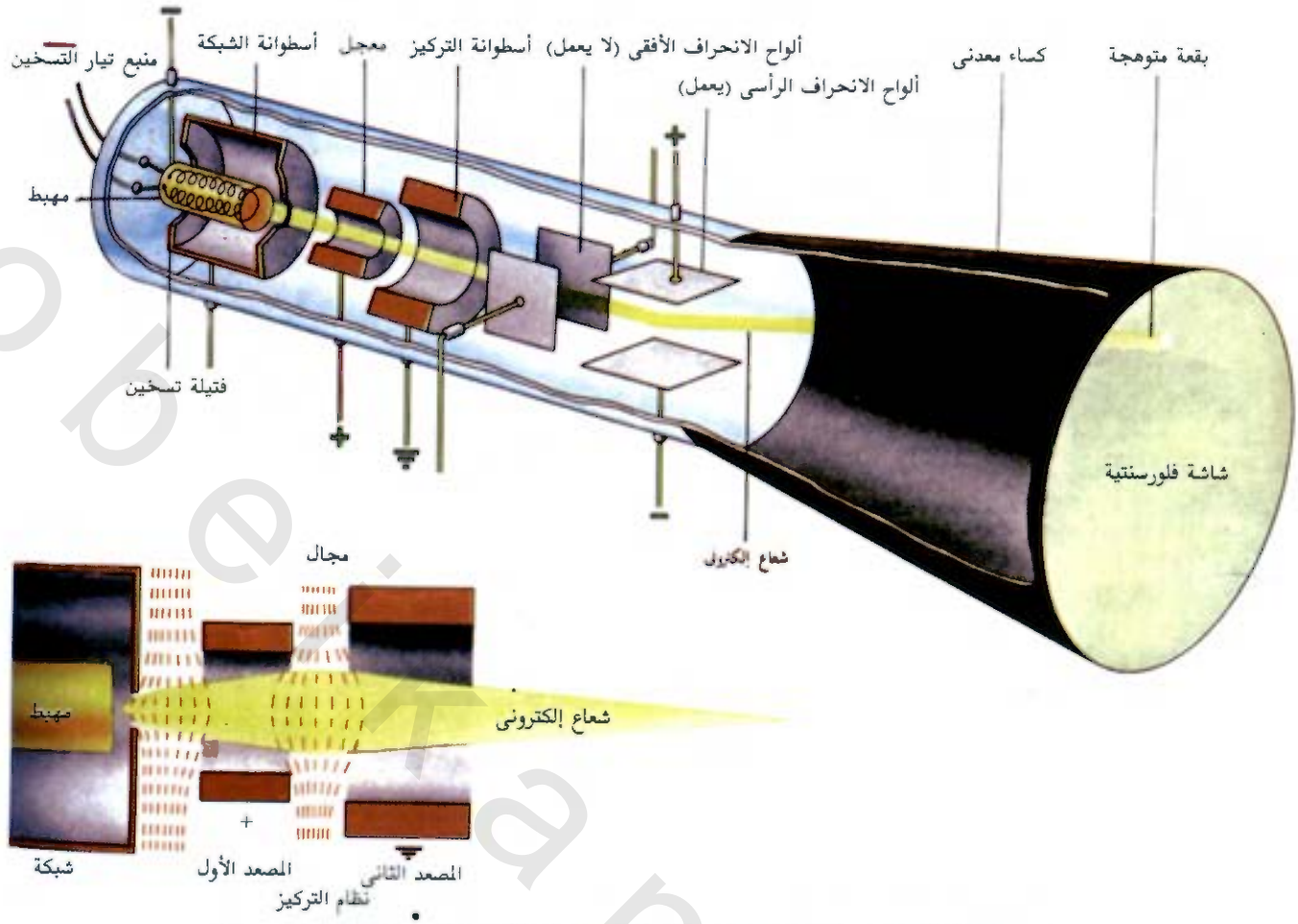


أسفل : رسم توضحي لعائلات الجسيمات الأولية وكتلها النسبية. وهي موضحة كحزمة خارجة من معجل تخيلي مع الجسيمات الموجبة الشحنة في الجزء الأحمر، والجسيمات السالبة الشحنة في الجزء الأزرق، والتي ليست لها شحنة في المنتصف. وإلى اليمين . ذرة هيدروجين تتكون من بروتون والكترون مقارنة بواحد من مضاد الهيدروجين، والذي يتكون من جسمين أحدهما مضاد البروتون والبوزيترون. وكل منهما له كتلة نظيره ذرة الهيدروجين، ولكن الشحنة مضادة.

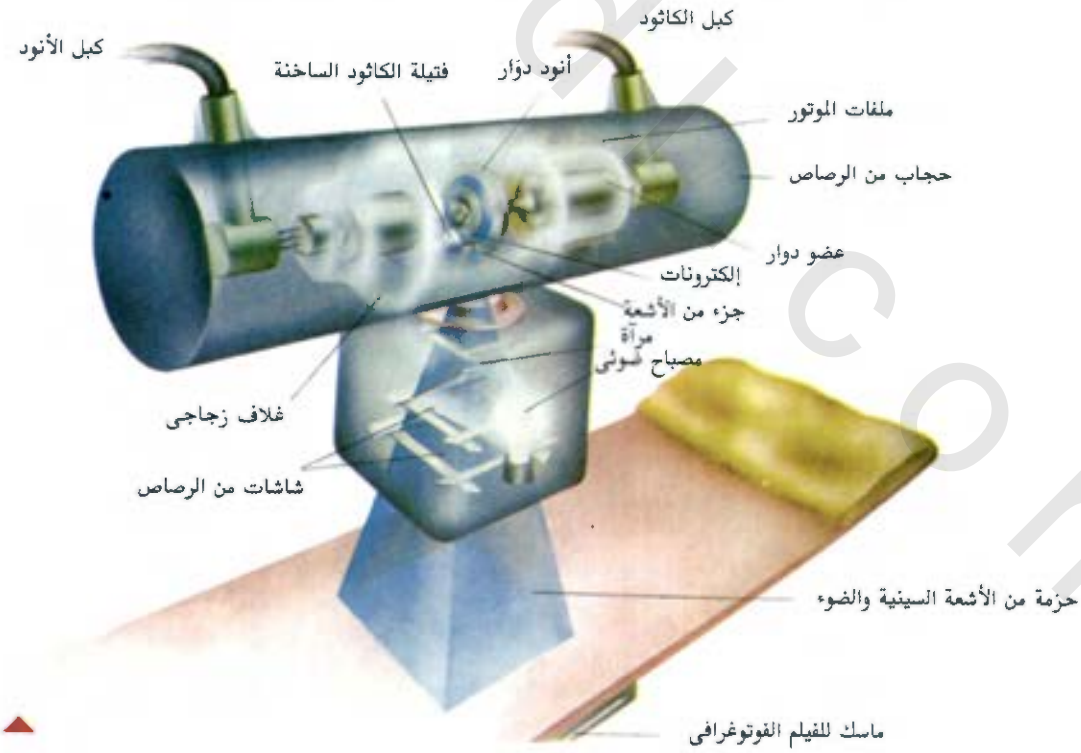


الجسيمات الأولية أبسط جسيمات المادة والإشعاع

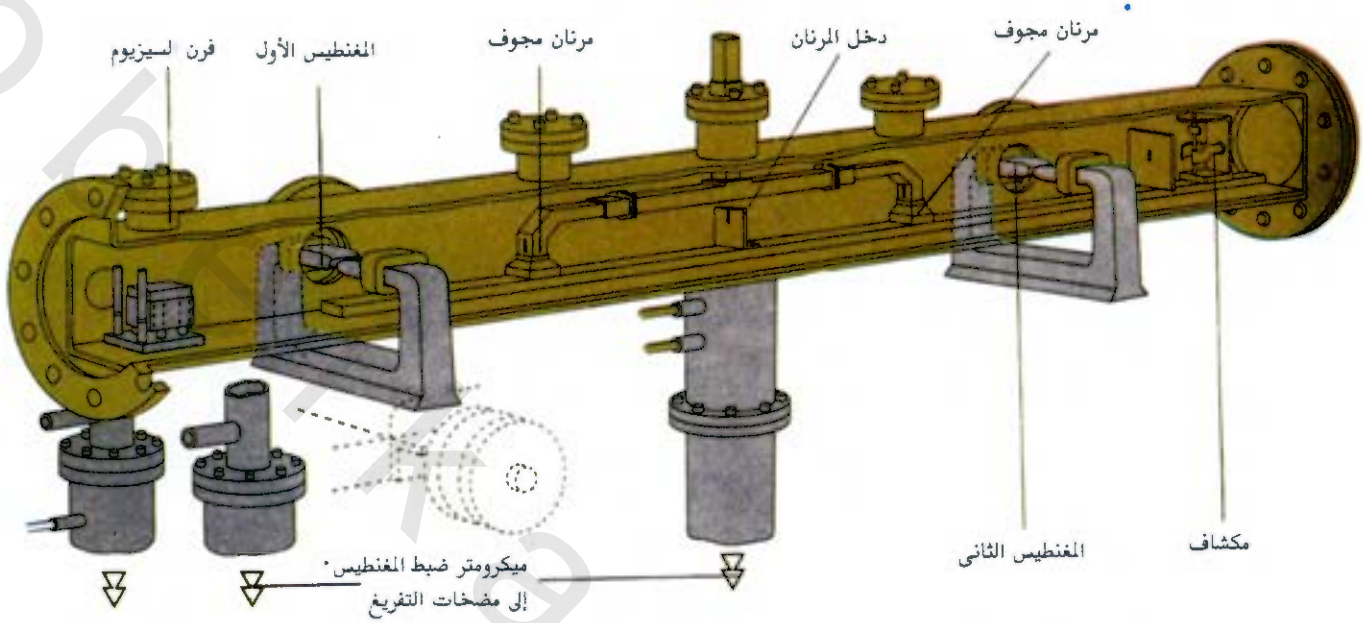
جسيم (الكوارك) المركب الأساسي للجسيمات المكونة لنواة الذرة



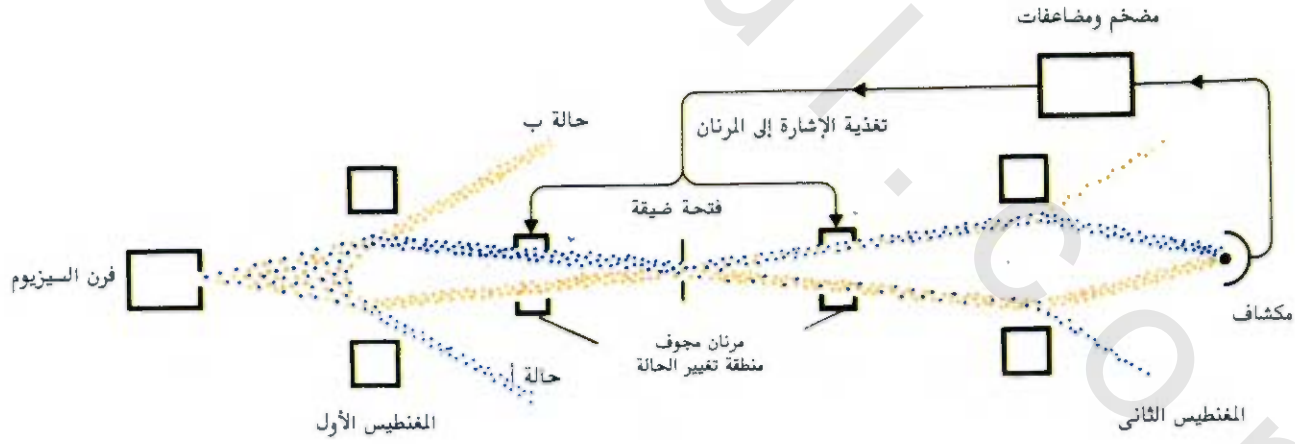
أنبوبة أشعة الكاثود (تستخدم فى البيان المرئى للدوائر الإلكترونية)



نموذج لماكينة أشعة اكس (السينية) التى يشيع استخدامها فى المستشفيات

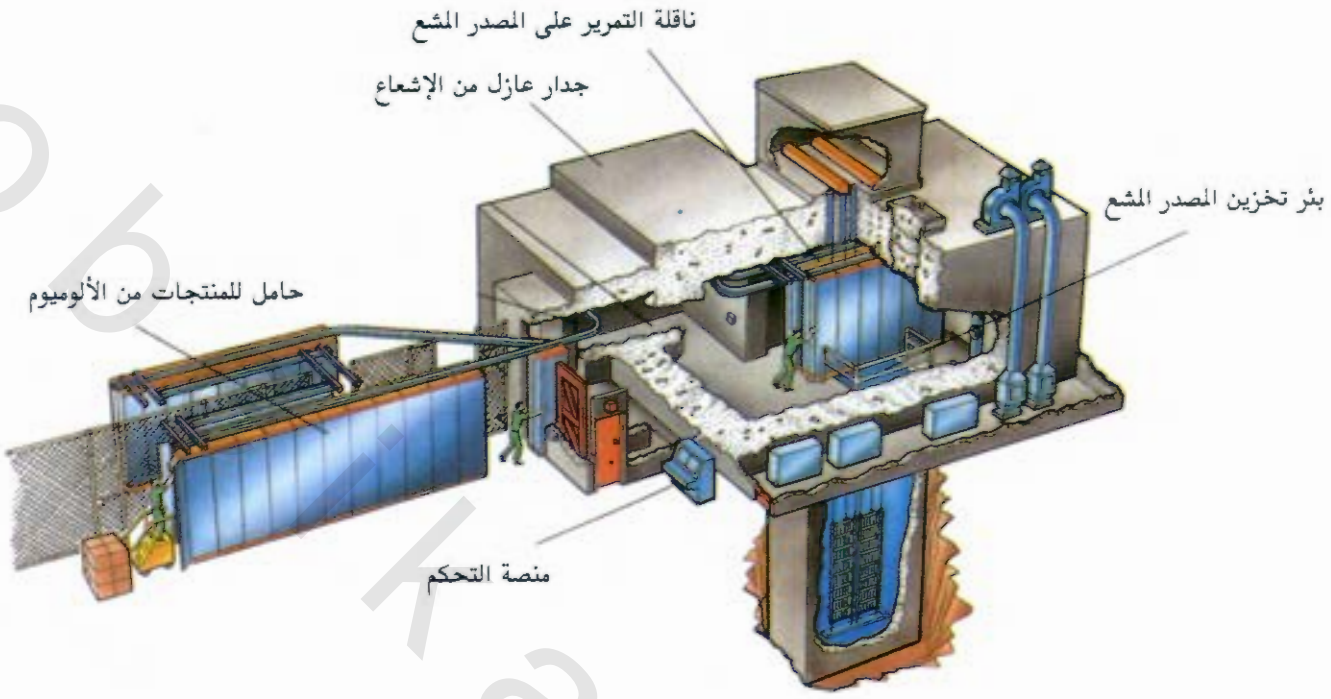


القواعد الأساسية لعمل الساعة الذرية. فإذا تمت موالفة المرنان مع تردد السيزيوم، أمكن بلوغ الحد الأقصى لعدد تغيرات الحالة. وفى هذه الحالة ، يكون خرج التيار الكهربائى من المكشاف عندأقصى قيمة له. فإذا تغير التردد الرنان، انعدم خرج المكشاف ، فيتم ضبط التردد أوتوماتيا.



الساعة الذرية

وحدة جاما للتعقيم الإشعاعى

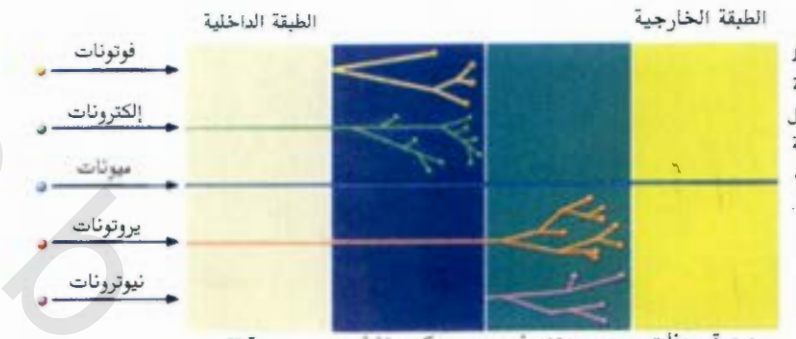


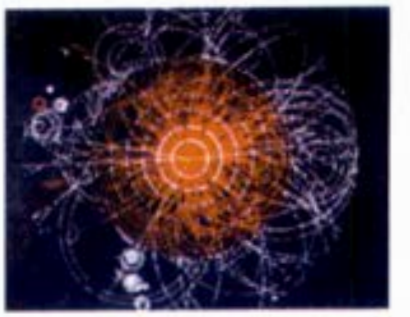
المواد التى تعقم بالإشعاع

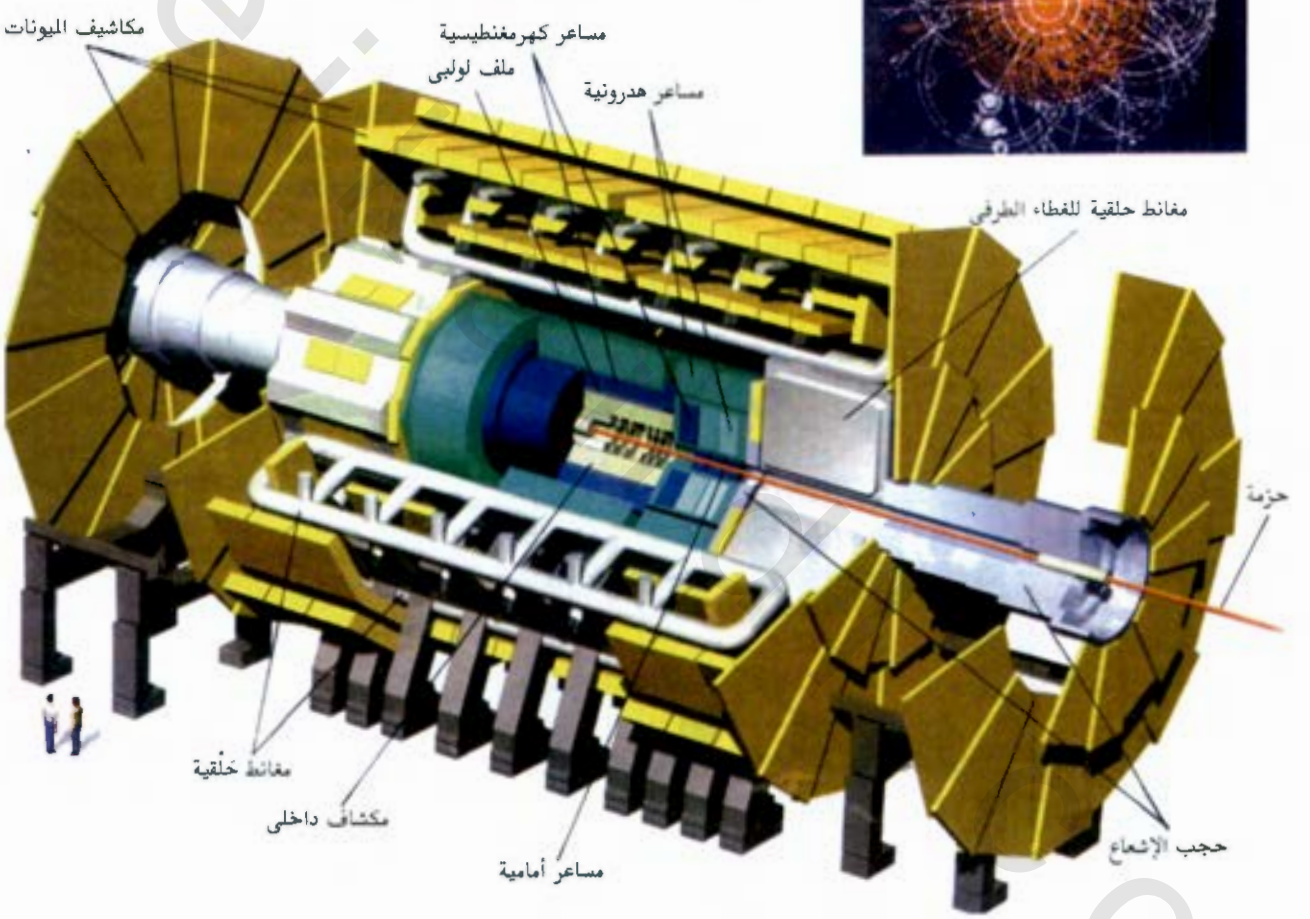
obeikan.com

إستخدام الإشعاع فى الاختبارات غير الإتلافية للمواد

يستخدم المكشاف ATLAS (في اليسار) نظاما جديدا لمغانط حلْقية. تتصادم البروتونات في مركز المكشاف فتنتج رذاذا من الجسيمات. وتكشف طبقات المكشاف ATLAS المتمركزة أنواعا مختلفة من الجسيمات فتقتفي بعض هذه الطبقات مسارات الجسيمات بالضبط في حين تقيس بعضها الآخر (مساعر) (مقاييس كمية الحرارة) الطاقة التي تحملها. ويوضح الخطط المبسط (في الأسفل إلى اليسار) كيف تعمل مثل هذه الطبقات تحني المغانط الحلْقية مسارات الجسيمات المشحونة مما يتيح قياس كمية حركتها. وتبين الصورة (في الأسفل) بيانات محاكاة لتصاعد ينحل فيه جسيم هيكز إلى أربعة ميونات (المسارات الصفراء).







مصادم الهدرونات الكبير بالقرب من جنيف

The Large Hadrom Collider (LHC)

انطلاقة جديدة فى عالم المعجلات الضخمة لتسريع الجسيمات من أجل تحطيم وتغيير بنية الذرات والنوى الذرية وتوليد واكتشاف أنواع جديدة من الجسيمات

الزجاج والحديد أو بالطحن والتقطيع لإزالة طبقة أوعدة طبقات وذلك فى حالة الأسطح ذات الامتصاص العالى للمواد المشعة.

الاستخلاص بالمذيبات Solvent extraction

طريقة للفصل، والتى يتم فيها عادة خلط محلول مائى مع مذيب غير قابل للامتزاج، لينتقل واحد أو أكثر من مركب الى المذيب. وكمثال لذلك، يتم فصل اليورانيوم والبلوتونيوم من العناصر الترانسيورانية الأخرى ومن نواتج الانشطار ضمن عملية إعادة معالجة الوقود النووى. انظر: عملية التصفية

استضاءة Luminescence

ظاهرة تمتص فيها المادة طاقة حيث ينتج عن ذلك انبعاث ضوء مميز لهذه المادة.

استطارة (بعثرة عكسية) Back Scattering

تغير الاتجاه الحادث فى حركة جسيم أو فوتون عند تصادم أحدهما بجسيم آخر أو هدف ما. ويقصد بالاستطارة فى المفاعلات تغير الاتجاه حين يكون التصادم بين نيوترون ونواة . ويظل كل منهما قائما بذاته بعد الاستطارة.

استطارة مرتدة Back scattering

عندما يصيب المادة (غاز أو سائل أو صلبة) أى نوع من أنواع الإشعاع يمكن أن ينعكس بعض منه أو يستطار مردودا فى الاتجاه العام نحو المصدر. وادراك مقدار المرتد بالاستطارة أو قياسه بالضبط أمر هام عندما تحصى جسيمات بيتا بواسطة غرفة تأين. وذلك فى أحوال العلاج بالإشعاع أو استخدام قدود السمك الصناعية المتضمنة نظائر مشعة. (انظر بعثرة عكسية)

استنفاد Depletion

النسبة المئوية للنقص فى عدد الذرات القابلة للانشطار فى مجموعات الوقود بالمفاعل النووى نتيجة لاستهلاكها فى المفاعل (انظر مادة : اليورانيوم المستنفد) .

أستون، وليم (١٨٧٧ - ١٩٤٥) Aston , William

ولد العالم الانجليزى استون فى ١ سبتمبر عام ١٨٧٧ فى مدينة هاربورن بانجلترا. وقد تعلم فى كلية مالفيرون وفى جامعتى برمنجهام وكامبردج. فى عام ١٩١٠ شارك جوزيف طومسون بمعمل كافنديش فى بحوثه التى تعمل على تطوير جهاز مطياف الكتلة. وفى عام ١٩٢٠ عمل استون مع ارنست رذر فورد ، قام خلالها بدراسة العناصر الكيميائية وبالاستعانة بجهاز مطياف الكتلة برهن استون أن غالبية العناصر توجد ذراتها فى صورة خليط من

الذرات المتماثلة فى أعدادها الذرية وهى مختلفة فى أوزانها الذرية . ولقد اطلق استون على هذه الذرات اسم " النظائر" . ولقد بين استون لماذا تظهر الكسور فى الاوزان الذرية لبعض العناصر، وقد بين أنه يمثل متوسط الوزن الذرى لهذه النظائر. حصل استون على جائزة نوبل فى الكيمياء عام ١٩٢٢ لاكتشافه النظائر الخاصة بالعناصر باستخدام جهاز مطياف الكتلة الذى أضاف إليه بعض التطوير، كما منح ميدالية الجمعية الملكية عام ١٩٣٨ . توفى وليم استون فى مدينة لندن فى ٢٠ نوفمبر ١٩٤٥ عن عمر يناهز ٦٨ عاما.

أسر Capture

عملية تكتسب فيها مجموعة ذرية أو نووية جسيما إضافيا مثل أسر الأيونات الموجبة للإلكترونات أو اسر النوى للإلكترونات أو البروتونات.

أسر الكترونى K-capture

أسر النواة الذرية لالكترون مدارى من القشرة (المدار) الأولى (الداخلية) أى القشرة K المحيطة بالنواة.

أسر النيوترون Neutron Capture

هو ذلك الأثر الذى يحدث عند اصطدام النيوترون مع المادة. وخاصة عندما يهدأ النيوترون ويصبح ذا طاقة منخفضة حيث تقوم النواة المصدومة بأسر هذا النيترون. مما يؤدى إلى زيادة عددها الكتلى بمقدار ١ وتكون فى حالة تهيج أو نواتها غير مستقرة ، ولكى تصل الى الحالة المستقرة ، فإنها تتخلص من الطاقة الزائدة أيضا بإصدار شعاع جاما ، أو فى بعض الأحيان بانشطار النواة أو تكوين نوية مستقرة جديدة (تفاعل نووى). هذا ويمكن استخدام هذا التفاعل فى تحديد العناصر المتواجدة فى مادة ما.

(انظر مواد : نيوترون، التصادم المرن، والتصادم غير المرن)

أسر طفيلى Parasitic Capture

أى امتصاص للنيوترونات (كما يحدث فى المفاعل) فى تفاعلات لا ينتج عنها انشطار أو إنتاج مادة قابلة للانشطار. وهذه العملية غير مرغوبة فى المفاعلات. (انظر: اقتصاد نيوترونى، امتصاص، أسر)

الأسلحة النووية Nuclear weapons

أتمت الولايات المتحدة أثناء الحرب العالمية الثانية تكوين برنامجها العلمى التقنى الذى أطلق عليه اسم منطقة مانهاتن Manhatten District . وقد أنفقت واشنطن حتى انتهاء البرنامج بليونين من الدولارات التى تعادل فى عام ١٩٩٥ خمسة وعشرين بليون دولار. انتهى البرنامج عام ١٩٤٥ بإيجاد ثلاث نبائط انفجار ذرية، الأولى من نوع البندقية مؤلفة من قسمين متساويين بزنة ٢٥ كج من اليورانيوم المغنى إلى درجة عالية (حيث تكون نسبة U–٢٣٥ أكبر من ٩٠٪ بالمقارنة مع حوالى ٠.٧٪ فى اليورانيوم الطبيعى) يوضعان فى نهاية ماسورة البندقية، إذا صح التعبير. ويندمج النصفان بزمن من رتبة المكروثانية بحدث انفجارى هائل وإعطاء طاقة انفجارية تعادل من ١٣ كيلوطن من المتفجر TNT . وقد نفذ هذا الانفجار فوق هيروشيما فى شهر أغسطس من ذلك العام " اينولا غاى E.Gay " من سلاح الجو الأمريكى بطائرة .B.29 (بدون إجراء تجربة منفصلة).

استعمل فى النوع الثانى من النبائط عنصر جديد من صنع الانسان و البلوتونيوم الذى يتم إنتاجه فى المفاعلات النووية بامتصاص كل ذرة من U-238 – الذى يشكل الجزء الأعظم من اليورانيوم الطبيعى– نيترونا. كان إنتاج Pu-239 أسهل إذ أمكن فصل العنصرين المختلفين اليورانيوم والبلوتونيوم كيميائيا. أما فصل النظيرين U-235, U238فهو أكثر صعوبة (يعتمد على الطرائق الفيزيائية مثل : انتشار الغاز، النبذ، المغنطة). حيث تحيط بكرة من معدن البلوتونيوم وزنها من ٥ إلى ١٠ كج متفجرات عالية تنضغط بإثارة الكترونية نحو مركز الكرة خلال لحظة. أطلق على العملية اسم انبجار implosion التى تتطلب معدن بلوتونيوم مستقرا بشكل كاف. استعملت واحدة من القنبلتين الأوليين من هذا النوع فى اختبار تفجير فى نيومكسيكو. كان كود التجربة ترينيتى. وأجريت قبل استخدام لقنبلة الثانية فى مهاجمة ناجازاكى، وقيل إن القنبلة أنتجت ما يعادل ١٨ كيلوطن من الـTNT.

أنشأت الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتى (السابق) عدة مفاعلات كبيرة من اليورانيوم الطبيعى مهدأة بالجرافيت، لإنتاج عدة أطنان من البلوتونيوم الصالح للأسلحة. وكذلك أنشأتا عدة محطات كبيرة لإغناء اليورانيوم بطريقة الانتشار الغازى فى التحضير لإنتاج ضخم من القنابل الذرية. أصبح الأمر أسهل كما ظهر من أية طريقة أخرى، بعد التوصل إلى تقانة القنبلة الهيدروجينية التى تستعمل القنبلة الذرية كقادح لضغط هائل بواسطة ليزر الأشعة السينية على مزيج الدوتريوم والترتيوم (كلاهما نظير الهيدروجين).

استعملت مبادئ تصميم البندقية القائمة على اليورانيوم ونوع الانبجار القائم على البلوتونيوم نفسها، لبناء دور صناعة أسلحة نووية حديثة على رغم أن التصميم أصبح أكثر تعقيدا بكثير. وقد قيل إن اليورانيوم المغنى استعمل أيضا فى آلية الانبجار. وبتقدم تقانة الالكترونات فإن التصاميم الحالية لعلوم المواد ونتيجة للاختبارات النووية العديدة، التى يتم إجراء معظمها تحت الأرض بعد معاهدة حظر التجارب الجزئية عام ١٩٦٣، أصبحت أصغر حجما بكثير وأخف إذا ما قورنت بالتصاميم البدائية. إن أصغر القنابل الذرية المعروفة جماهيريا هى، قذيفة المدفع القذاف W-48 التى قطرها أقل من ١٥٥ ملم وطولها أصغر من المتر تقريبا ووزنها يبلغ حوالى ٥٥ كج بمردود انفجارى يبلغ حوالى الكيلوطن. هناك أسباب للاعتقاد بأن بعض الرءوس الحربية النووية الحديثة أصغر وأخف حتى من القذيفة W-48. إن القدرة على وضع ا ميجا طن (أومليون طن) مما يعادلها من ال ت.ن.ت، فى رأس حربى. أوأحد مضاعفاته، على رأس قذيفة عابرة للقارات ICBM لتقدم مدهش فى التقانة إذا ما قورن مع ما يسمى بالولد الصغير «Little Boy» الأول 13 kt الذى قطره ٧٠سم وطوله ٣أمتار ووزنه ٤ أطنان.

قيل فى مؤتمر بوتسدام إن الرئيس ترومان ألمح عن نجاح تجربة القنبلة الذرية إلى المارشال ستالين وأن هذا الأخير لم يظهر كبير اهتمام، وقد علق الأمريكان على ذلك بأن ستالين لم يتفهم عواقب الموضوع. ولكن اتضح بعد ذلك بأن شبكة الجاسوسية السوفيتية كانت قد اخترقت بعمق مشروع مانهاتن إلى حد أن العالم المسئول عن تصميم الانبجار " كلاوس فوخس K. Fuchs " كان أحد العملاء المهمين فى تلك الشبكة. لم يكن ستالين على غير علم بمشروع القنبلة فحسب، بل كان واعيا ببعض تفاصيل تجربة ترينيتى. وقيل بأن ستالين أجرى اتصالا هاتفيا من بوتسدام مع " لافرنتى بيريا L. Beria " فى موسكو، المسئول عن برنامج القنبلة السوفيتية طالبا منه أن يبلغ " إيجور كورشاتوف " I. Khurchatov " الفيزيائى المسئول عن القنبلة، وجوب الإسراع فى عمله، حيث تم أول اختبارنووى للسوفيت فى عام ١٩٤٩.

كانت الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتى فى سباق محموم لتقوية ترسانتهما النووية بينما كان التعاضد بينهما وثيقا لتأكيد ألا يصبح سواهما بلدا نوويا، وتحقيق هذا الهدف وضعت فى جنيف تفاصيل معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية (NPT) من قبل هيئة نزع التسلح التى كان قوامها ثمانى عشرة دولة.

وصل التقدم فى تقانة القذائف الاستراتيجية إلى حالة التحطيم المتبادل المؤكد (MAD) . وبتطوير تقانة الرءوس النووية متعددة المراحل (MIRV) وحظر الصواريخ المضادة للقذائف (ABM) فى معاهدة عام ١٩٧٢ فقد أصبح من الممكن لأى جانب أن يبدأ الضربة الأولى لمنشآت القذائف عابرة القارات وسيتلقى بالتأكيد من قوى الردع المعادية فى الجانب الآخر. ضربة مضادة معاكسة من حيث القوة والدقة وبالتالى سيتم التدمير الكامل لكلا الطرفين. وتشير تقارير التسليح بين الجانبين ابتداء من تسعينات القرن العشرين، بما فيها الغواصة الأمريكية قاذفة النريدنت D-5 الحامل رأسا حربيا قدرته

٤٧٥ كيلو طن لمسافة أكثر من ٧٠٠٠ كيلو متر بدقة إصابة الهدف في النهاية أقل من ١٠٠ متر CEP (خطأ دائرى محتمل)، فإذا ملكت الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتى السابق (FSU) ما يقارب من ١٠٠٠٠ رأس نووى من النوع الاستراتيجى بعيد المدى فإن أيا من الجانبين لا يستطيع البدء بالحرب النووية. إن كليهما يعمل جاهدا على حفظ توازن الردع وكسب السبق، بينما يبدى ظاهريا الرغبة التامة بالتقيد بمثل هذا التبادل الاستراتيجى.

(انظر: القنبلة الذرية، الهيدروجية..)

أسلحة نووية دفاعية Defensive nuclear weapons

نتيجة لاجتهاد العلماء فى تطوير الأسلحة النووية بدأ ظهور نوع جديد منها هو أسلحة الجيل الثالث، ويركز على انتاج نوع معين من التأثيرات يلائم الاستخدام الدفاعى لها.

وقد جرى فى " مختبرلورانس ليفرمور القومى الأمريكى" بالاشتراك مع مختبرات الأسلحة الأخرى تطوير هذا السلاح حيث خرجت عدة أفكار تتعلق بأسلحة الجيل الثالث منها:

استخدام الأشعة السينية الناتجة من انفجار نووى لإنتاج شعاع ليزر يستخدم كوسيلة دفاعية ضد مقذوفات العدو وهى لاتزال فى الجو أو كسلاح ضد الأقمار الصناعية.

التوجيه الرادارى للأسلحة النووية عالية الإشعاع ذات الأعيرة الصغيرة من ٥٠ – ١٠٠ طن وتفجيرها داخل المسار الخاص بالمقذوفات المعادية القادمة من الجو. ومن هذه الأسلحة: الرأس النووى للمقذوف " سنترى sentri " المضاد للمقذوفات والذى يتم تطويره بصورة مكثفة فى مختبر ليفرمور الأمريكية ويصفه الخبراء بأنه أول سلاح نووى يستخدم للأغراض الدفاعية.

أسلحة نووية تم تصميمها خصيصا لخلق موجة كهرومغناطيسية ضخمة لتدمير اتصالات العدو، وتنتج هذه الموجة من انفجار فوق الغلاف الجوى للأرض. كما تشمل هذه التكنولوجيا إنتاج نوع معين من الأمواج الكهرومغناطيسية يوجه بأشعة الأمواج الدقيقة microwave ذات القدرة العالية. ويعد العمل فى مجال الأشعة الكهرومغناطيسية – الناتجة من الانفجار النووى – من أهم المشروعات الأمريكية الرئيسية لانتاج أسلحة نووية دفاعية.

(انظر: القنبلة النووية ، عيار القنبلة النووية)

معاهدة إخلاء أفريقيا من الأسلحة النووية
Nuclear Weapons Free Zone Convention of Africa

حظرت هذه المعاهدة على الدول الأعضاء : كل مايتعلق بأجهزة التفجيرات النووية ابتداء من إجراء أية أبحاث. ومرورا باستحداثها. أوتصنيعها. أوتكديسها أو على أى نحو يؤدى إلى اقتنائها أوحيازتها أو إخضاعها لسيطرتها بأية وسيلة فى أى مكان. كما تتعهد الدول الأعضاء بتفكيك وتدمير أى جهاز تفجير نووى أو منشأة تقوم بتصنيعه سابقا على المعاهدة. كما تتعهد بالسماح للمنظمة الدولية للطاقة الذرية بالتحقق من عمليات تفكيك وتدمير الأجهزة ومرافق إنتاجها، أو تحويلها لأغراض سلمية. كما تتعهد الأطراف بتطبيق أعلى معايير الأمن والحماية المادية الفعالة للمواد والمرافق والمعدات النووية للحيلولة دون سرقتها أو استعمالها أو تداولها دون تفويض وذلك طبقا لنظام الحماية المادية الموصى عليه من قبل الوكالة الدولية.

معاهدة إخلاء أمريكا اللاتينية من الأسلحة النووية
(معاهدة تلاتيلولكو) Telatelolco Convention

أعلنت البرازيل فكرة إعلان أمريكا اللاتينية منطقة منزوعة السلاح النووى أثناء الدورة الثامنة عشرة للجمعية العامة للأمم المتحدة فى أكتوبر ١٩٦٢. وفى ابريل ١٩٦٣ أصدر ممثلو الدول الخمس بوليفيا، والبرازيل، والمكسيك وشيلى واكوادور تصريحا أظهرو فيه استعدادهم لتوقيع اتفاقية متعددة الأطراف، يقررون فيها التعهد ببقاء أمريكا اللاتينية منطقة خالية من الاسلحة النووية، للتقليل من خطر قيام حرب الصواريخ النووية. ونوقش هذا التصريح فى الدورة الثامنة عشرة للجمعية العامة للأمم المتحدة فأصدرت قرارها رقم ١٩١١ (١٨) فى ٢٧ نوفمبر ١٩٦٣ بإعلان أمريكا اللاتينية منطقة خالية من الأسلحة النووية.

وتنفيذا لقرار الأمم المتحدة اجتمعت ١٧ دولة من دول أمريكا اللاتينية فى المكسيك فى نوفمبر ١٩٦٤ لإعداد مشروع معاهدة متعددة الأطراف لبقاء أمريكا اللاتينية منطقة خالية من الأسلحة النووية ، حيث انتهت إلى مشروع معاهدة جاء التوقيع عليه فى ١٤ فبراير ١٩٦٧. وقد حددت ديباجة المعاهدة مقاصدها وأهدافها فى نطاقين . الأول إقليمى والثانى عالمى. ففى النطاق الإقليمى تهدف المعاهدة إلى بقاء دول القارة خالية من الاسلحة النووية. ومنع اشتراك دولها فى سباق التسلح النووى. حتى لاتصبح هدفا لأى حرب نووية مستقبلية، وحتى يمكن توفير نفقات التسلح النووى من أجل التنمية الاقتصادية والاجتماعية لدول المنطقة. كما تهدف إلى تنمية استخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية فى هذا النطاق. وعلى النطاق العالمى. تهدف المعاهدة الى التأثير على أقاليم أخرى فى العالم تتشابه ظروفها وظروف دول امريكا اللاتينية، لتشجعها على عقد مثل هذه المعاهدة. كما تهدف للمساهمة فى وضع حد لسباق التسلح النووى كخطوة فى سبيل نزع سلاح عام شامل تحت رقابة دولية فعالة. وتدعيم السلام فى العالم. عن طريق توازن فى المسئوليات والواجبات بين الدول النووية وغير النووية.

إشارة تنبيه Alarm Signa

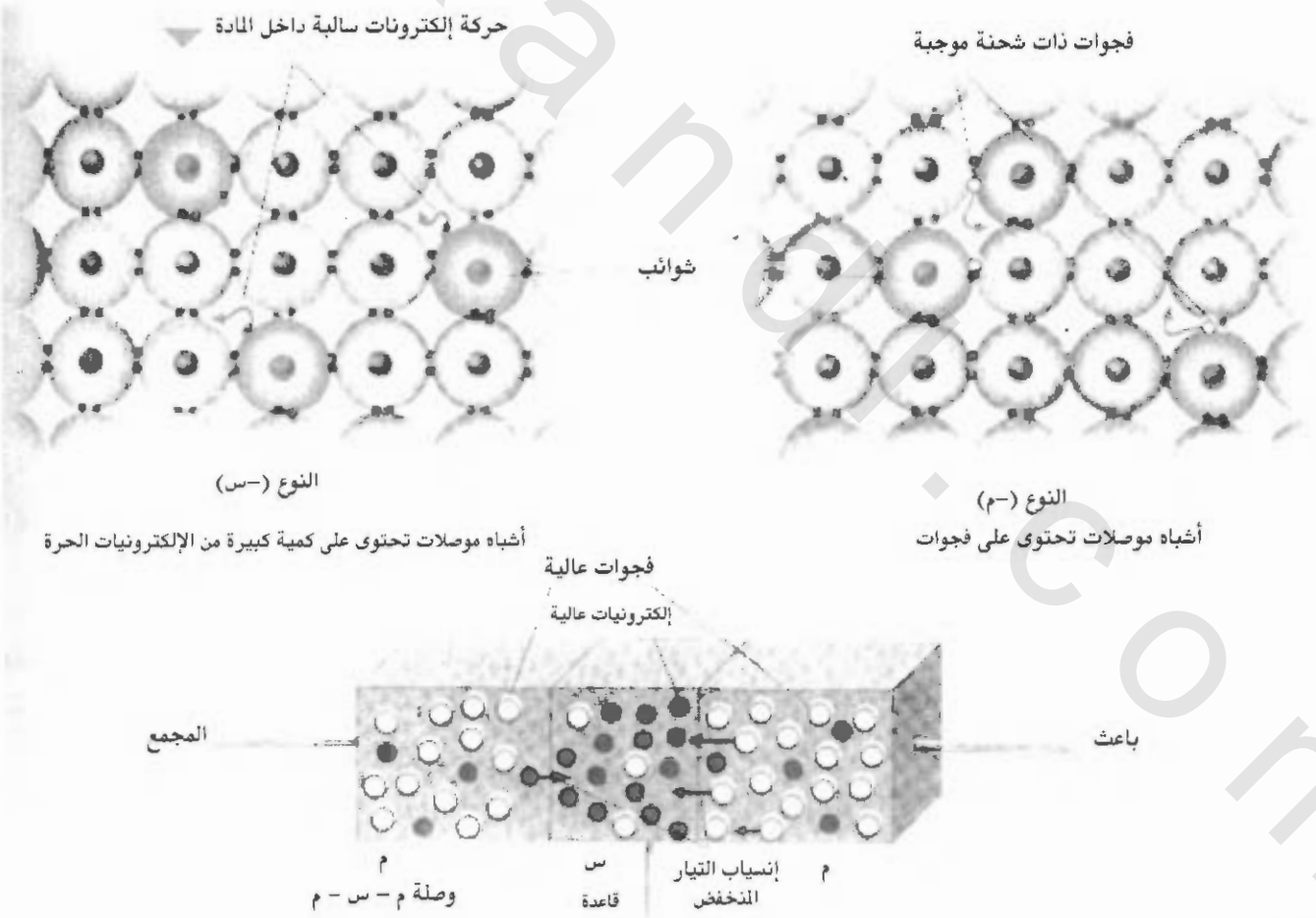
إشارة صادرة عن دائرة تنبيه للفت النظر إلى وقوع خلل فى أجهزة أو نظام ما فى أثناء التشغيل.

أشباه الموصلات Semiconductor

يطلق مصطلح أشباه الموصلات على عدد كبير من العناصر والمركبات الكيميائية ، من أهمها عناصر الجيرمانيوم ، والسيليكون، وبعض المركبات ، مثل خارصينات الجاليوم، وفوسفيد الإنديوم؛ ويعتبر التوصيل الكهربائى ، خاصية مشتركة لكل هذه المجموعة. ويتحدد التوصيل ، بعدد الشحنات الموجبة (الفجوات) ، أوالشحنات السالبة (الإلكترونات)، التى تكون حرة الحركة، وبالتالى، تقوم بدورها فىالتوصيل الكهربائى، وتعتمد كثافة حاملات الشحنة الحرة كلية ، على تركيب المادة ، وعلى كمية الشوائب، ودرجة الحرارة.

ويمكن اعتبار الفجوة ، عبارة عن ذرة ينقصها الكترون واحد ، فإذا سخنت بللورة تامة النقاوة ، من مادة شبه موصلة ، فإنه تتولد حاملات حرة، كثقوب الكترونية مزدوجة ، وهذه المادة تسمى " مادة ذاتية" . وهناك شوائب كيميائية معينة ، تضاف إلى هذه المواد ، فتسبب حالة عدم الاتزان، لتصبح المادة موجبة ، أو سالبة ، وذلك بتوصيلة متزايدة كبيرة ، حيث يتفاعل الإلكترون مع الفجوة ، ويفقد كل منهما حرية المشاركة فى التوصيل . وتزداد عملية الاتحاد فى مناطق التشويه فى البللورة ، وعلى الأسطح ، وفى بعض مواقع ذرات الشوائب.

وقد حدث التقدم المفاجئ الكبير فى تكنولوجيا أشباه الموصلات، باختراع الترانزيستور ، وتطورت أجهزة نقطة التوصيل ، حتى أمكن صناعة المكبرات والمضخمات. وقد أمكن الاستفادة من الخواص التى تتمتع بها أشباه الموصلات فى مجال الطاقة الذرية بمدى واسع، وخاصة فى صناعة الكواشف الإشعاعية.

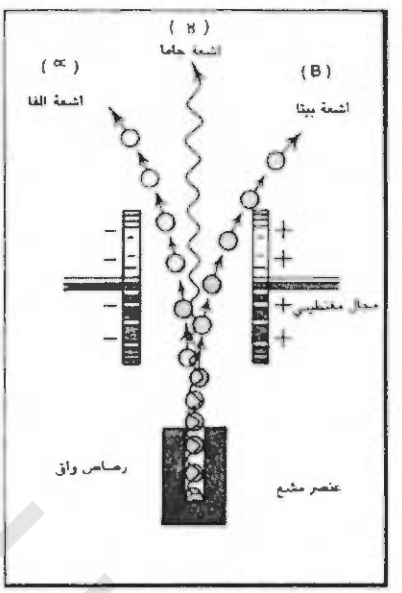


مواد شبه موصلة من النوع (س) والنوع(م). وتخلق الشوائب نقصا أو زيادة فى الإلكترونيات داخل التركيب الشبكى. وتستطيع الإلكترونيات الحرة أن تنجرف خلال المادة،وتكون الفجوات نطاقا ناقصا، فتجذب إلكترونات من الذرات المجاورة. فينساب تيار موجب ظاهرى. وتستخدم هذه الخواص، فى صناعة ترانزيستور الوصلة من النوع (م – س – م) الموضح هنا، بأقل انحياز أمامى ممكن.

إشعاع Radiation

الإشعاع هو انبعاث من النوى أو الذرات. والإشعاع على نوعين أشعة مؤينة وأشعة غير مؤينة. والإشعاع المؤين هو الذى يسبب تأين لذرات الوسط الذى يعبره. والإشعاع غير المؤين هو الذى لا يسبب تأين لذرات الوسط الذى يعبره ولكن يسبب إثارة ذراته. ويضم الإشعاع المؤين أشعة ألفا وأشعة بيتا وأشعة جاما وأشعة إكس كما يضم الإشعاع غير المؤين الأشعة فوق البنفسجية والضوء المرئى والأشعة دون الحمراء والميكروويف والموجات الكهربية ويعبر عن طاقة الإشعاع بوحدة صغيرة تدعى الإلكترون فولت.

(انظر مواد: تأين، وإثارة، إلكترون فولت).



الاشعة المنبعثة من عنصر مشع وانواعها

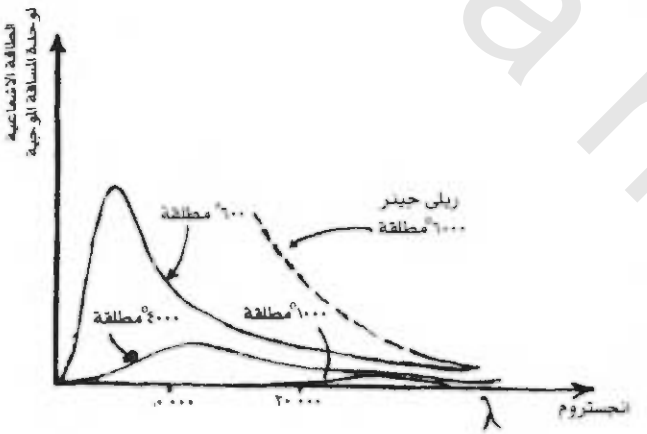
إشعاع أحادى الطاقة Monoenergetic radiation

الإشعاع الجسيمى الذى تكون جسيماته من نوع واحد وذات طاقة واحدة.

إشعاع الجسم الساخن Hot solid radiation

إن أوضح مظهرين من مظاهر الإشعاع من جسم صلب ساخن يمكننا أن نتبينهما على أفضل وجه فى الشكل المرافق. أما هذان المظهران فهما وجود طيف مستمر وإزاحة النهاية العظمى للطاقة نحو الأطوال الموجبة القصيرة برفع درجة الحرارة. فعند درجة حرارة ١٠٠٠ درجة مطلقة (كلفن $^{\circ}K$) تقع النهاية العظمى للطاقة عند الطول الموجة ٢٩٠٠٠ أ$^{\circ}$ ($^{\circ}A$) (فى المنطقة الحمراء. ولا يوجد إلا قدر يسير من الطلاقة المرئية. ويبدو لون الجسم أحمر داكنا. وفى درجة ٤٠٠٠° كلفن (ك) تقع النهاية العظمى عند ٨٠٠٠° أ وتزداد كثير عما قبل كمية الطاقة فى المنطقة المنظورة من الطيف. ويمكننا أن نقول إن الجسم «ساخن لدرجة البياض»، بمعنى أنه يشع كل أطوال الأمواج المنظورة. وفى درجة ٦٠٠٠° ك، وهى درجة حرارة سطع الشمس، تنتقل النهاية العظمى إلى المنطقة المنظورة من الطيف عند طول موجى ٥٠٠٠° أ، ويصبح الجسم مصدرا مألقا للضوء الأبيض. وقد ثبت من قياسات النهاية العظمى لطاقة، أن الطول الموجى عند نقطة النهاية العظمى يتناسب تناسبا عكسيا مع درجة الحرارة المطلقة للجسم المشع، وهى علاقة كان فين «V ien» أول من لاحظها عام ١٨٩٣.

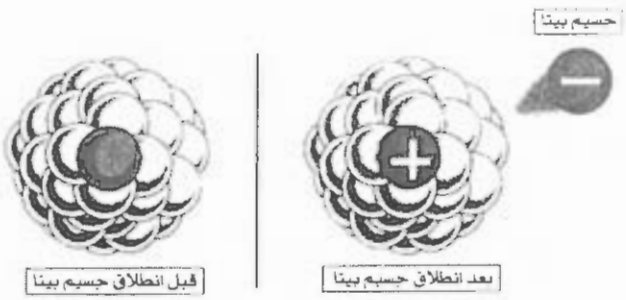
ولقد دب النشاط النظرى فى موضوع الإشعاع على أثر الحصول على لعلاقة البيانية – أى على المنحنيات المبينة فى الشكل المرافق. وكان السؤال الذى يتردد على الأذهان هو: أى ميكانيكية يمكن أن نعزوها إلى الجسم الساخن بحيث تسمح له بإشعاع طاقة تتوزع بين الأطوال الموجية على النمط الذى تشير إليه المنحنيات؟. ولقد ترتب على حل مشاكل الإشعاع من الجوامد الساخنة ظهور فكرة لها من الأهمية الأولية فى الفيزياء الذرية – ألا وهى فكرة «كمة الطاقة».



منحنيات الجسم الساخن

إشعاع بيتا Beta (β) - radiation

عبارة عن إلكترونات سالبة ذات منشأ نووى (أى من نواة الذرة) أصغر من جسيمات ألفا بكثير. ولأنها جسيمات صغيرة الكتلة وعالية السرعة مما يجعل من تفاعلها مع المادة مسألة معقدة. ونظرا لأن كتلة جسيمات بيتا متساوية مع كتلة الإلكترون فى الذرات فإن ذلك يمكن أن يفقد جسيم بيتا نصف طاقته عند تصادمه مع الإلكترون، وهذا يؤدى إلى أن يكون انتقال جسيمات بيتا فى المادة عبر مسارات منكسرة. ونظرا لصغر كتلتها وسرعتها الفائقة يكون مدى جسيمات بيتا فى الهواء أكثر بحوالى مائة مرة من جسيمات ألفا. وعلى سبيل المثال فإن مدى جسيم بيتا بطاقة ١ ميجا إلكترون فولت فى الماء أو فى طبقة الجلد البشرى حوالى ٠.٧سم.



إشعاع بيتا

أشعة جاما Gamma (γ) radiation

تعتبر أشعة جاما ، صورة من صور الإشعاع الكهرومغناطيسى، مثل الأشعة السينية (أشعة إكس) وتصحبها طاقة تتراوح بين ٠,١٥ ، ٢,٥ مليون إلكترون فولت . وتنخفض شدة تركيزها عند اختراقها المواد ، بدرجة تتوقف على كمية الطاقة المصاحبة ، والكثافة الفيزيائية لمادة الامتصاص . ويتعذر إيقاف أشعة جاما ، بالطريقة التى تتبع مع جسيمات الفا وبيتا ، ولا توجد مادة معتمة لهذه الأشعة . كما يحدث مع الضوء العادى ويستلزم لحجب إشعاع جاما المنبعث من مصادر عالية الطاقة ، الإستعانة بصفائح من الرصاص التى تتراوح سمكها بين ٥ . ٢٥ سم أو بحاجز خرسانى لا يقل سمكه عن ثلاثة أمتار . ويؤدى التعرض إلى إشعاع جاما الشديد إلى حدوث دمار شديد لجسم الإنسان. وينتج إشعاع جاما ، عن طريق ترتيب البروتونات والنيوترونات فى نواة الذرة . وفى نوى العناصر ذات الفاعلية الإشعاعية، فإن النيوترون يتضاءل أحيانا الى بروتون والكترون ونيوترينو. ويغادر الجسيمان الأخيران النواة (وعندئذ يسمى الالكترون حسيم بيتا) مختلفى النواة. بطاقة فائضة تنبعث كفوتون لأشعة جاما.

حافة مكشاف آلة تصوير بشعاع «جاما»، كل فتحة بها شباك من بللورات يوديد الصوديوم، التى تحول أشعة «جاما» إلى ضوء مرئى يتم كشفه. بوساطة أجهزة مضاعفة الصورة، وتحول إلى إشارات كهربائية. تعرض كتحليل منخفض لصورة شعاع «جاما» الذى يطلق نظائر مشعة داخل جسم المريض.

إشعاع حرارى Thermal radiation

إشعاع كهرومغنطيسى ينبعث من كرة النار الناتجة من الانفجار النووى. وينبعث ٣٥٪ من الطاقة الكلية للانفجار النووى فى صورة إشعاع حرارى كالضوء والإشعاع فوق البنفسجى وتحت الأحمر.

إشعاع شيرنكوف Cerenkov Radiation

ضوء ينبعث عندما تمر جسيمات مشحونة خلال وسط شفاف بسرعة تفوق سرعة الضوء فى هذا الوسط. ويرى هذا الضوء على هيئة وهج أزرق خافت حول عناصر الوقود فى المفاعلات النووية المائية. ويزداد إشعاع شيرمكوف أهمية فى عمليات الكشف عن لجسيمات المشحونة ذات الطاقات العالية، والشرط الوحيد الذى يجب أن يتحقق فى هذه الجسيمات هو أن تزيد سرعاتها على سرعة الضوء فى نفس الوسط.

إشعاع فورى Prompt radiation

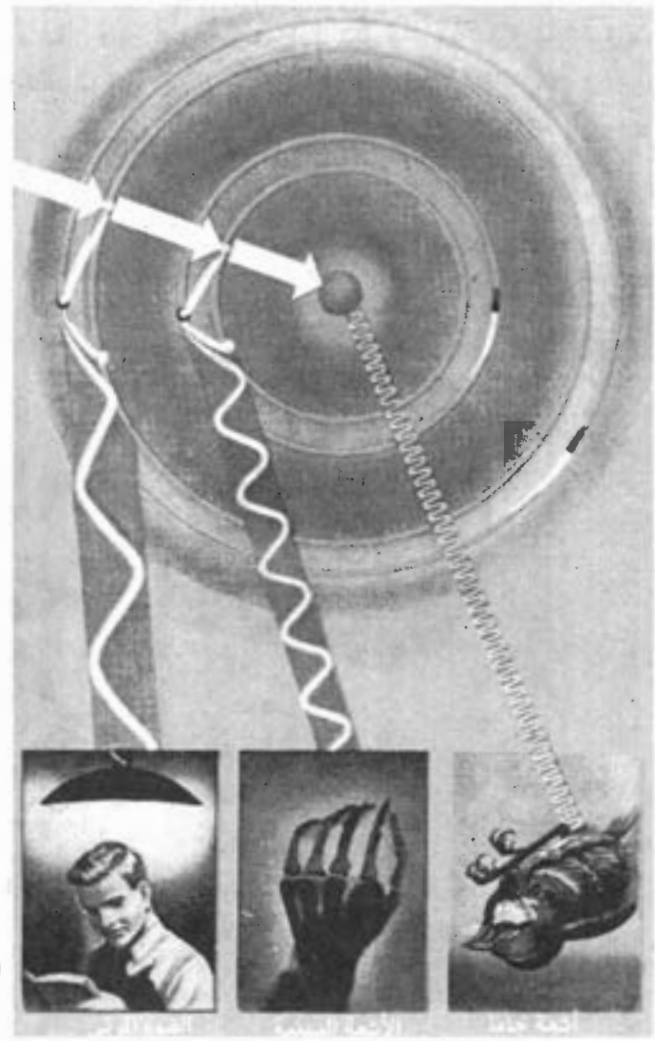
إشعاع ينتج من كل من عمليتى الانشطار أو الاندماج الأوليين، وسمى بهذا الاسم تمييزا له من منتجات الانشطار وسلاسل انحلالها والتفاعلات الأخرى المتأخرة.

إشعاع كهرومغناطيسى

Electromagnetic Radiation

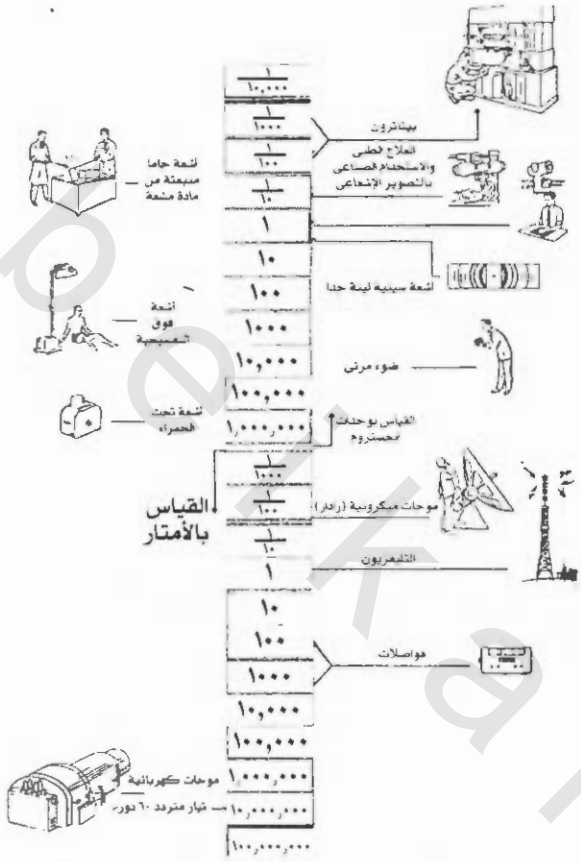
هناك عدد من الظواهر ، تبدو وكأنه ليس هناك ارتباط بينها وبين بعضها. مثل الضوء وموجات الراديو والأشعة السينية (أشعة اكس). ولكن هذه الظواهر- فى حقيقتها - ما هى إلا صور مختلفة لنوع واحد من الإشعاع. هو الإشعاع الكهرومغنطيسى. وتعد هذه الظواهر. فى واقع الأمر، موجات من الطاقة، تنتج عند تعجيل شحنة كهربائية. فعندما تستقبل الذرة قدرا من الطاقة (على شكل حرارة أو تيار كهربى)، فإن الكتروناتها تسرع فى حركتها، وتتخذ لها مسارات أكثر بعدا عن النواة (تسير بطاقة أكبر). وعندئذ تطرأ على الذرة حالة من النشاط الزائد، وينتج عن ذلك أن يقفز الإلكترون مرة أخرى الى مساره الطبيعى. وهذه " القفزة " تولد إعادة التوازن. وبالتالى تولد طاقة على شكل موجات كهرومغناطيسية. وكلما قفزت الإلكترونات عددا أكبر من المسارات وكانت أكثر بعدا عن النواة، فإن الطاقات المستهلكة ثم المعادة تتزايد، فى حين أن طول الموجات المولدة يتناقص. وهكذا ننتقل من الأشعة الحمراء (أو الأشعة تحت الحمراء الناتجة عن قفزات الإلكترونات الأبعد عن النواة) الى الأشعة الضوئية. فالأشعة السينية. وأخيرا إلى أشعة جاما. وهذه الأشعة الأخيرة لا تبعثها الإلكترونات. ولكن تبعثها نواة الذرة نفسها، إذ عندما تتفت. تبعث حولها بالجزيئات التى تتكون منها. والطاقة متولدة نتيجة لهذا الانفجار. تنتشر على شكل إشعاعات

Obeikandl



شكل (أ) الأشعة الكهرومغنطيسية ومصدر انبعاثها

ذات قوة هائلة، وتعرف باسم أشعة جاما (انظر شكل (أ)). وأطلق على الوحدة من هذه الموجات الفوتون، كما أطلق مصطلح الكهرومغناطيسية على هذه الأشعة بسبب طريقة توليدها من داخل الذرة المثارة. وكما هو معروف فإن نتيجة حركة الشحنات السالبة (إلكترونات) يتولد تيار كهربى. كما يولد هذا التيار مجالا مغناطيسيا متعامدا عليه ، حيث تنتشر الموجات الكهرومغناطيسية فى اتجاه متعامد على كل منهما. ويعد جوليمو ماركونى الإيطالى الجنسية (١٨٧٤- ١٩٣٧م) أول من اكتشف الموجات الكهرومغناطيسية ، ووضعها فى مجال الاستخدام العملى. وقد اكتشف طريقة إرسال الأمواج الهرتزية والتقاطها من مسافات. وذلك بفضل طريقة الهوائى الأرضى ، التى لا تزال مستخدمة. ويمكن تعريف الموجة إما بمقدار ترددها وإما بطولها. والإشعاعات ذات التردد المنخفض (عدد الموجات التى تمر فى الثانية قليل)، تتكون من موجات طويلة، فى حين أن الإشعاعات ذات التردد العالى تتكون من موجات قصيرة. وتنتشر الموجات الكهرومغناطيسية فى مجال. أو بعبارة أصح فى طيف كبير الاتساع. وعدد ذبذباتها يختلف من ١٠٠٠٠ ذبذبة فى الثانية (طول الموجة ٣٠ كم) ، فى الموجات الهرتزية، إلى أن تصل الى رقم هائل قدره ٣٠٠ مليار مليار ذبذبة (طول الموجة حوالى جزء من مليار جزء من المليمتر، فى أشعة جاما. (انظر شكل ب الطيف الكهرو مغنطيسى)

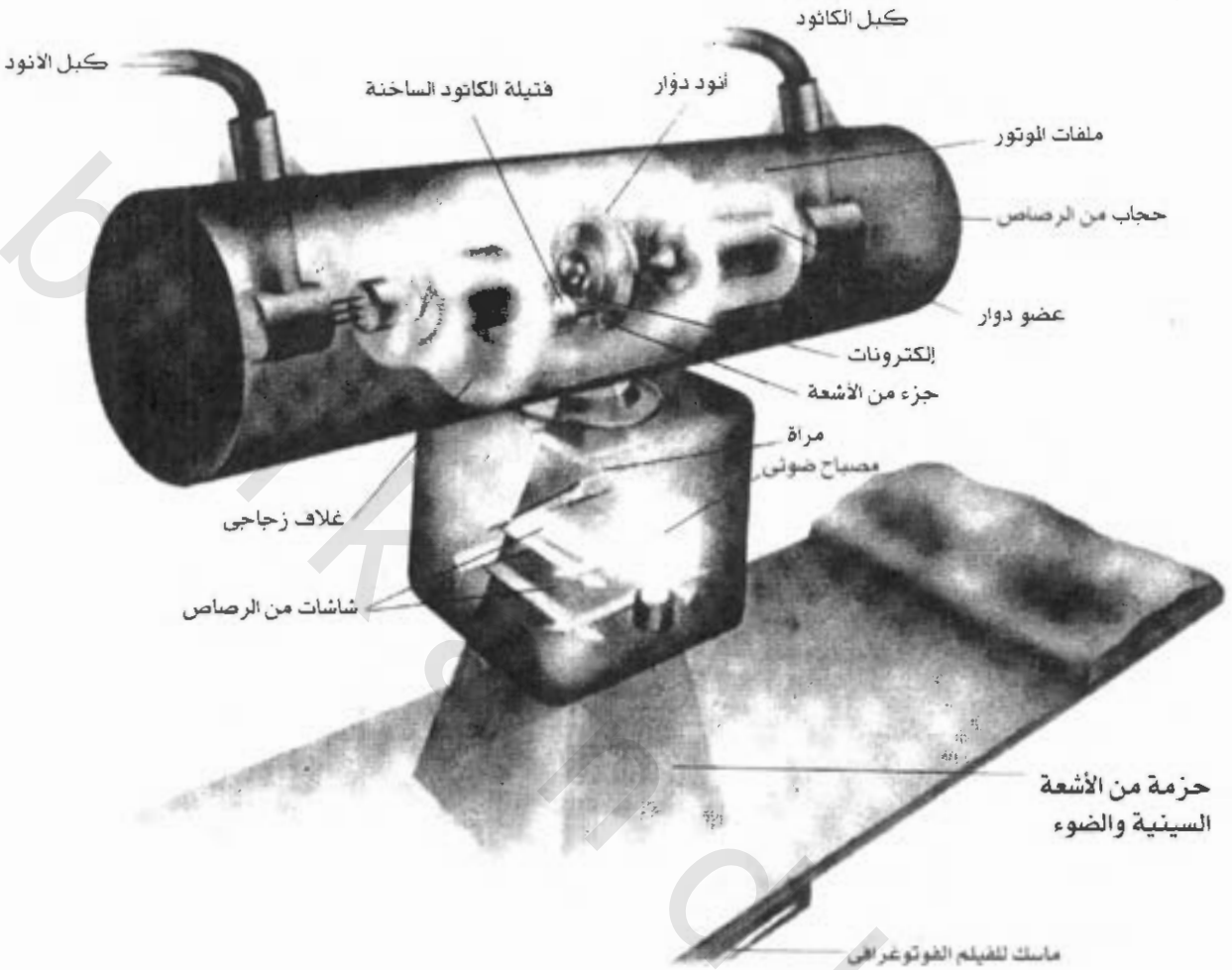


شكل (ب) الطيف الكهرومغنطيسى مبين عليه بالرسم بعض الاستخدامات لأجزائه المختلفة. وتظهر فيه مناطق الأطوال الموجية مقيسة بوحدات الانجستروم فى الجزء الأعلى من الشكل (ويحوى المتر ١٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ وحدة أنجستروم)، ومقيسة بالأمتار فى الجزء الأسفل منه.

أشعة إكس (الأشعة السينية) X- Ray

وهى أشعة كهرومغناطيسية ، لها طول موجى يتراوح بين ٠,٠٠١ ، ١٠ نانومتر (النانومتر = جزء من الف مليون من المتر)، ويقل هذا الطول الموجى كثيرا عن الطول الموجى للضوء العادى (حوالى ٥٠٠ نانومتر). يتم الحصول عليها بواسطة أنبوب الأشعة السينية الحاوية على منبع للإلكترونات ومستقبل. حيث يتم إيقاف الإلكترونات المتحركة بشكل فجائى. وذلك بقسرها على الاصطدام بأنود فلزى. ويمكن التحكم بكثافة حزمة الأشعة السينية وبطاقة فوتوناتها عن طريق التحكم بالتيارالإلكترونى . كما يمكن الاستدلال على وجود الأشعة السينية بسهولة، بواسطة لوح فوتوغرافى حساس. وإذا كانت الاستخدامات الطبية للأشعة السينية هى الأكثر شيوعا. فإن القدرة الكبيرة لهذه الأشعة على اختراق الاجسام تعد خاصية هامة فى التطبيقات الصناعية. حيث يستفاد بها فى عمليات فحص واختبار

المواد، ومواضع اللحام للمعدن، والكشف عن أية عيوب داخلية بها، كما يستفاد بها في التطبيقات الميتالورجية (العلوم المتصلة بالمعادن والفلزات وتركيبها) والكيمياء الأرضية، إذ تستخدم الأشعة السينية لتحليل كل من التركيب الكيميائى، والتركيب البللورى لعينات المواد. (انظر مادة : رونتجن مكتشف أشعة اكس)



طراز لمكنات الأشعة السينية التى يشيع وجودها فى المستشفيات، ويمكن ضبط وضعها فى اتجاهات مختلفة، وتتضمن أدوات للتحكم، ومبينات للتشغيل. ويتم إنتاج الأشعة السينية، بواسطة حزمة من الألكترونات تصطدم بأنود، ويدار الأنود بسرعات تصل إلى ١٠,٠٠٠ دورة فى الدقيقة لتجنب التسخين الزايد، وإطالة عمر تشغيله. وتستخدم حواجز من الرصاص للحد من المساحة المعرضة لحزمة الأشعة السينية، التى تختلط مع الضوء العادى، لكشف المساحة المعرضة لحزمة الأشعة أمام عامل التشغيل.

أشعة كونية Cosmic rays

إشعاع مصادره الفضاء الخارجى ، ويحدث عند نفاذه فى الطبقة الهوائية أو فى مادة ما تأثيرات تأيينية. ومن خواص بعض مكوناته أنه شديد النفاذية. ويرجع تاريخ اكتشافها الى عام ١٩١٢ ، حينما وجد و.كولهورستروف . ميس أن كمية الإشعاع المؤين الساقط على الالكتروسكوب (الكشاف الكهربى) مقيسة بمعدل التفريغ . تتناقص بازدياد الارتفاع الى حوالى ٧٠٠ متر. ثم بعد هذا الارتفاع تزداد كمية الإشعاع المؤين بازدياد الارتفاع. ووضح من توقف كمية الإشعاع على الارتفاع أن هذه الإشعاعات كانت نفاذة للغاية وربما كان مصدرها خارج الأرض، ومن ثم أطلق عليها اسم " الأشعة الكونية " ووضحت قدرة النفاذ العظيمة لتلك الأشعة أيضا. من تجارب أخرى حيث كان على الأشعة الكونية أن تنفذ فى مواد ماصة مختلفة السمك قبل وصولها الى جهاز الكشف عنها. ولقد جاء اكتشاف " البوزيترون عام ١٩٣٢ بواسطة ك.اندرسون . أثناء قيامه بإجراء التجارب المتولدة بتأثير الأشعة الكونية. ومنذ ذلك الحين اكتشفت جسيمات أخرى فى الأشعة الكونية وخاصة " الميزونات " مختلفة الأنواع . أضف إلى ذلك أن الطاقات المتوافرة بجسيمات الأشعة الكونية تزيد زيادة عظيمة على تلك الطاقات الناتجة من أكبر معجلات الجسيمات.

وتقع تقديرات طاقات الأشعة الكونية فى حدود ١٢١٠ الى ١٨١٠ إلكترون فولت. ويرجع الفضل فى معرفتنا بالأشعة الكونية الى تطور ثلاثة أنواع من أجهزة الكشف بخلاف الالكتروسكوب (الكشاف الكهربى). تلك هى ١ – عداد جيجر، ٢ – غرفة ولسن السحابية. ٣ – اللوح الفوتوغرافى ذو المستحلبات الفوتوغرافية المجهزة تجهيزا خاصا(المستحلبات النووية).

أشعة كونية ابتدائية Primary cosmic rays

هى عبارة عن جسيمات ثقيلة ونوى ذرات – معظمها هيدروجين – تأتى من الفضاء الخارجى (الكون) بسرعات عالية تكاد تقترب من سرعة الضوء وترتطم بالغلاف الجوى للأرض فتتفاعل مع ذرات العناصر المكونة لهواء الأرض وينتج عن ذلك أشعة ثانوية تتكون من إلكترونات وأشعة جاما ونيوترونات وميزونات وهو ما يسمى بشلال الأشعة الكونية لتكون العديد من الأشعة فى آن واحد. ولمشاهدة كميات ملموسة من جسيمات الأشعة الكونية الابتدائية يجب اجراء التجارب على ارتفاعات تزيد على ٦٠٠٠٠ قدم (١٨ كيلومتر).

أشعة الكبح (الإشعاع الفرملى) Bremsstrahlung

أشعة كهرومغناطيسية – أشعة اكس أو أشعة جاما– تنشأ عن بطء مفاجئ للإلكترونات السريعة فى المجال الكهربى للنواة. فالجسيمات المشحونة التى بلغت سرعتها حدا يسمح لها باختراق غلاف الذرة والاقتراب من نواتها تنخفض سرعتها نتيجة لذلك، وتتحول الطاقة المفقودة لهذه الجسيمات المشحونة إلى إشعاعات جاما. ولأشعة الكبح أو الإشعاع الفرملى طيف مستمر له حد أعلى فى حين أن للأشعة السينية طيفا خطيا. والإشعاعات الفرملية (أشعة الكبح) التى تقل طاقتها عن ٤٠٠ كيلو إلكترون فولت أهمية خاصة نظرا لأنه لا يتاح استخدام أجهزة أشعة جاما فى هذا النطاق. وتمتاز أجهزة أشعة الكبح بأنها صغيرة الحجم يمكن نقلها بسهولة كما يمكن فيها الحماية من الإشعاع بطرق بسيطة. وهى لا تحتاج إلى طاقة كهربائية للتشغيل وتستخدم فى البحث الماكروسكوبى. أما عيوب هذه الإشعاعات فتنحصر فى انخفاض شدة الإشعاع. ولذلك تحتاج أفلام أشعة اكس الى تعريضها للأشعة فترة طويلة.

أشعة ألفا Alpha (α) radiation

هى عبارة عن نواة ذرة الهيليوم المكونة من بروتونين ونيترونين وهى بذلك جسيمات موجبة الشحنة ، وتتميز مثل الجسيمات الموجبة الأخرى (البروتونات والأيونات الموجبة) بأن لها مدى قصيرا جدا خلال المادة . ويتناسب متوسط المدى (وهو المسافة التى يسيرها الجسيم من نقطة انطلاقه فى المادة إلى نقطة توقفه فيها) عكسيا مع كثافة الوسط الذى تنتقل فيه الجسيمات. ويبلغ متوسط مدى جسيمات ألفا بطاقة ٥ ميجا إلكترون فولت حوالى ٣.٥ سم فى الهواء ولذلك لا تستطيع جسيمات ألفا أن تخترق شريحة رفيعة من الورق أو طبقة الجلد السطحية. لذا فإن تأثيرها ليس خطيرا، إلا فى حالة وجود العنصر الذى يصدرها داخل الجسم بدخوله عبر جرح مفتوح، أو عن طريق الفم مع الطعام أو عن طريق التنفس وعندئذ يصبح تخريبها ذا أثر كبير.

إشعاع نووى أولى Initial nuclear radiation

إشعاع ينبعث من كرة النار للانفجار النووى فى خلال الدقيقة الأولى من التفجير (وهذه الفترة تحكمية اختيارية)

إشعاع نووى متخلف Residual nuclear radiation

إشعاع متوان. أو إشعاع ينبعث من المادة المشعة المتبقية بعد الانفجار النووى. وقد رئى أن يخصص الاسم " إشعاع متخلف " لذلك الإشعاع الذى ينبعث بعد الانفجار بما يزيد على الدقيقة.

أعداد سحرية Magic numbers

لوحظ أن العناصر المستقرة (غير المشعة) تحتوى أنويتها على أعداد زوجية من كل من البروتونات والنيوترونات. كما وجد أن أعدادا زوجية معينة إذا احتوت النواة على إحدى هذه الأعداد من البروتونات والنيوترونات فإنها تمتاز بثبات واستقرار قويين. ولذا أطلق عليها الأعداد السحرية ومن أمثلتها: ٢، ٨، ٢٠، ٢٨، ٥٠..... وعلى سبيل المثال فإن نواة الهليوم وهى من أكثر النويدات استقرارا تحتوى على بروتونين ونيوترونين. وكذلك الأكسجين الذى يحتوى على ٨ بروتونات، و٨ نيوترونات. وكذلك الكالسيوم الذى تحتوى نواته على ٢٠ بروتونًا يوجد له ستة نظائر ثابتة وهذا دليل استقراره الشديد.

إعداد للتشغيل(المنشأة النووية) Commissioning

هى العملية التى تعقب إنشاء وحدات ونظم المنشأة النووية. حيث يجب التأكد عمليا من موافقة عمليات الإنشاء لمواصفات التصميم التى تضمن مهارة الأداء، كما من المحتمل أن تشمل أيضا هذه المرحلة الاختبارات الإشعاعية وغير الإشعاعية.

أغلفة Shells

تنقسم السحابة الإلكترونية حول نواة الذرة إلى عدة أغلفة يرمز لها بالحروف: K, L, M, N, O, P, Q

بالترتيب من الداخل إلى الخارج والغلاف K هو أقربها للنواة، ولا يمكن أن يحتوى على أكثر من الكترونين. أما الغلاف L فيحتوى على ٨ إلكترونات، والغلاف N على ٣٢ إلكترونا، والغلافO على ٥٠ إلكترونا، والغلاف P على ٧٢ إلكترونا، والغلاف Q على ٩٨ إلكترونا. وقد أثبتت التجارب أن الخواص الكيميائية تعتمد على الإلكترونات الموجودة فى أكثر الأغلفة بعدا عن النواة، وهى التى تسمى بالإلكترونات التكافؤ. وهذا يساعد على تفهم

الخواص الكيميائية للعناصر الأرضية النادرة، فلكل عنصر من هذه العناصر إلكترونان فى الغلاف الخارجى P . ولذلك لا يمكن التمييز بينها إلا بعدد الإلكترونات فى الغلاف N والغلاف O .

أفرا. الاتفاقية التعاونية الإقليمية الأفريقية AFRA

الاتفاقية التعاونية الإقليمية الأفريقية للبحث والتطوير والتدريب المتعلقة بالعلوم والتقنية النووية " الأفرا " هى اتفاقية بين حكومات تشجع تطوير وتطبيق العلوم والتقنية النووية فى أفريقيا. وقد دخلت هذه الاتفاقية التى أسستها كل من تونس ومصر والجزائر الى حيز التنفيذ فى الرابع من ابريل عام ١٩٩٠، وهو تاريخ استلام الإشعار الثالث بالمصادقة عليها. وقد نبعت الاتفاقية عبر مبادرة من عدة دول أفريقية أعضاء بالوكالة الدولية للطاقة الذرية، والذين طلبوا منها مساعدتهم فى تأسيس نظام اقليمى للتعاون فى مجال العلوم والتقنية النووية فى افريقيا أسوة بالأنظمة القائمة بالفعل فى الإقليمين الآسيوى والأمريكى الجنوبى. وتهدف الأفرا خاصة إلى تحقيق مايلى: تسهيل التعاون التقنى بين الدول النامية، ومشاركة أكبر فى الموارد، بما فى ذلك المرافق والأجهزة والقدرة البشرية، ومشاركة أكبر أيضا فى المعرفة والمزيد من التعاون الوثيق بين علماء الاقليم الأفريقى. ويعد باب المشاركة مفتوحا فى اتفاقية الأفرا أمام أية دولة افريقية عضو فى الوكالة الدولية للطاقة الذرية، حيث يتم تفعيل مشاركة أية دولة فى برنامج الأفرا من خلال حكومتها وذلك عبر إشعار مدير عام الوكالة الدولية للطاقة الذرية بقبولها لبنود اتفاقية الأفرا. وقد انضم إلى برنامج الأفرا ١٧ دولة من ضمن ٢٧ دولة أفريقية عضوا فى الوكالة الدولية للطاقة الذرية وهى : تونس ومصر والجزائر ونيجيريا ومدغشقر وليبيا والمغرب وكينيا والسودان (عام ١٩٩٠)، غانا وتنزانيا وجزر الموريس والكاميرون (عام ١٩٩١)، جنوب افريقيا وزائير (١٩٩٢) وأخيرا أثيوبيا وزامبيا (١٩٩٣).

وتوفر الوكالة الدولية لطاقة الذرية الدعم المالى لتنفيذ برنامج الأفرا، إما من ميزانيتها المقرة أو من المساهمات الإضافية التى تقدمها الدول والمنظمات المانحة. ويتم تنفيذ المشاريع الممولة بناء على الخطط التى يوافق عليها المنسقون المحليون للأفرا أثناء اجتماعاتهم السنوية. وقد تم تبنى استراتيجية جديدة يوجه من خلالها الدعم التقنى للوكالة نحو حل المشاكل الحقيقية والتى لها أثر كبير ودائم على التنمية الاجتماعية والاقتصادية لهذه الدول. ويعتبر تصميم وصياغة وتنفيذ المشاريع ذات الأهمية التقنية والاقتصادية الكبيرة أحد المكونات الهامة لهذه الاستراتيجية.

اقتلاع (استخلاص، انتزاع، تعرية) Stripping

انتزاع نوكليون (بروتون أو نيوترون) من ديوتريوم أو نواة ثقيلة عند تصادم ديوتريوم أو نواة ثقيلة بنواة أخرى . حيث يحتفظ الهدف بالنوكليون المنتزع من المقذوف ويكاد يبقى الجزء الآخر منه محتفظا بسرعته الأصلية فى اتجاهه الأصلى وقد يقتلع النوكليون من الهدف أيضا فى بعض الأحيان.

إكسا جول Exa Joule (EJ)

وحدة طاقة عالية جدا تساوى١ بليون^{٩}١٠ جيجا جول . أى أنها تكافئ ١٠^{١٨} جول وهو ما يكافئ طاقة ٢٣.٥ مليون طن من البترول.

ألارا ALARA (as law as reasonably achievable)

وهى مبدأ أساسى فى الحماية من الإشعاع ينص على أن يكون تصميم المصدر المشع واستخدامه بالأسلوب الذى يضمن خفض التعرض الإشعاعى إلى أقل قدر ممكن.

البتانى (٨٥٠ - ٩٢٩م) Al-battani

هو محمد بن عبد الله بن سنان بن جابر الحرانى، المعروف باسم (البتانى). ولد فى بتان بحران، والغالب أنه ولد عام ٨٥٠ م ، وتوفى بالعراق عام ٩٢٩م . ويعتبرالبتانى من أعظم فلكى العالم، إذ وضع فى هذا الميدان (ميدان الفلك) نظريات عديدة هامة كما وضع أرصاده لحركات النجوم فى جداول فلكية، تعد من أرقى أنواع الجداول الفلكية فى العصور الوسطى. وكذلك فى علمى الجبر وحساب المثلثات، ومن أعماله خاصة فى ميدان الرياضيات: يعد البتانى أول من أدخل علم الجبر على حساب المثلثات بدلا من الهندسة، وأول من استخدم المعادلات المثلثية، والكثير من المتطابقات المثلثية القائمة عليها، وأول من قال بالسمت والنظير. وحدد نقطتيهما فى السماء، وأول من عمل الجداول الرياضية لنظير المماس، وأول من قال بفكرة الظل كنسبة مثلثية، وباصطلاح جيب التمام، وأول من استخدم المثلث المستوى لمعرفة ارتفاع الشمس، ومن أوائل من حاولوا إيجاد طول السنة الشمسية، وقدره بـ ٣٦٥ يوما، و٥ساعات، ٤٦ دقيقة، و٣٢ ثانية، بفارق ١٤ ثانية عن طول السنة لدى العلماء المحدثين.

ترك البتانى مؤلفات عديدة فى علوم الفلك والجغرافيا والرياضيات، وأشهر كتبه " زيج البتانى " وهو عبارة عن جدول فلكى حول مواقع النجوم، والذى استخدم فى أوربا بعد ترجمته واستمر ذلك حتى عصر النهضة. كما رصد البتانى الخسوف والكسوف وحدد تسارع القمر فى حركته خلال قرن من الزمان، وما يطرأ على الفلك من تغييرات. أسس مرصدا فلكيا فى إنطاكية عرف باسمه، وقدم وصفا دقيقا لكل الأجهزة المستعملة فى هذا المرصد. ترجمت أعمال البتانى إلى لغات أوربية عدة، وظلت نظرياته معمولا بها فى أوربا، حتى القرن الخامس عشر الميلادى. بالإضافة إلى إنجازات البتانى الفلكية والرياضية التى مهدت السبيل لكثير من التطورات فى علوم الفلك والرياضيات.

إلكترون Electron

جسيم كهربى أولى يحمل شحنة سالبة قدرها الوحدة ويوجد فى طبقات الذرات الموجودة خارج النواة وفى الكهرباء السكونية (الاستاتيكية أو السريانية (الديناميكية). وتسبح الإلكترونات فى الذرة فى مدارات لها حول النواة. ويحتفظ بهذه الإلكترونات فى مداراتها حول النواة، بقوة الجذب الكهرومغنطيسية الموجودة بين الشحنة السالبة التى يحملها الالكترون، وبين الشحنة الموجبة فى النواة، مثلما يبقى القمر معلقا فى مداره بقوى الجاذبية بينه وبين الأرض. أما فى الذرات الأثقل وزنا والتى يصل عدد الإلكترونات بها الى تسعين إلكترونا، فإنها يمكن أن تسبح فى سحابة حول النواة، مثلها مثل الدوامة، وفى حركة انتقالية من مدار الى آخر، أقل فى المستوى، فتفقد جزءا من طاقتها على هيئة الضوء المعتاد، وأيضا على هيئة الأشعة السينية. وكذلك فإن سحابة الإلكترونات للذرات المختلفة وطريقة اتصال بعضها ببعض هى التى تكسب المادة الخواص الكيميائية الخاصة بها والتى تميزها عن غيرها من المواد. والإلكترون جسيم حامل للكهرباء، ينساب الملايين منه فى الثانية عند سريان تيار كهربى خلال مصباح كهربائى قدرته ١٠٠ واط. وكتلة الإلكترون لا تزيد على ١ ٠ ١٠$^{-٢٨}$ جرام وهى تساوى ١/١٨٣٧ من كتلة البروتون، كما يبلغ نصف قطر الإلكترون من الصغر ١ ٠ ١٠$^{-١٣}$سم.

ولقد تحقق أن الإلكترون يمكن أن يحاكى فى سلوكه الجسيم فى بعض الأحيان، أو قد يكون مثل الموجة فى أحيان أخرى حسب الظروف التى يتعرض لها. والإلكترونات فى سلوكها كجسيمات يمكنها أداء بعض الأعمال، مثل الاصطدام بجزيئات هاليد الفضة مثلا(حيث تترك أثرا فى مستحلبات التصوير الفوتوغرافى)، كما تتشارع عند التأثير عليها بمجالات كهربائية. وللموجات المقدرة على تكوين أنماط للحيود، عند مرورها خلال رقائق، مثل الأنماط التى تتكون على سطح الماء، عندما تنشأ موجات من جراء سقوط حجرين فى مكانين مختلفين.وقد يكون ممكنا أن يمر الإلكترون خلال حواجز لايمكن اختراقها إذا ما اتخذ سلوك الموجات.(انظر مادة: ج.ج. طومسون).

الإلكترونات الداخلية وإلكترونات التكافؤ

Atomic Kernels and Valence electrons

عند تفاعل ذرات العناصر بعضها مع بعض فإن الإلكترونات الموجودة فى مستويات الطاقة الخارجية هى التى سوف تشترك فى هذه التفاعلات حيث إنها توجد فى المنطقة الخارجية من الذرة كما أن طاقتها المنخفضة تكون مناسبة لعملية التغيير فى المدارات. أما الإلكترونات الموجودة فى المدارات الداخلية (القريبة من النواة) فإنها لا تدخل بدرجة كبيرة فى هذه التفاعلات. وتمييزا للمدارات التى تدخل فى التفاعلات الكيميائية عن تلك التى لا تدخل فى التفاعلات الكيميائية، فإنه يطلق على الخارجية بمدارات التكافؤ valence orbitalsوعلى الإلكترونات الموجودة فى هذه المدارات بإلكترونات التكافؤ valence electrons أما بقية المدارات والإلكترونات الداخلية فيطلق عليها الجزء الداخلى أو قلب الذرة atomic kernel.

كما يعبر التكافؤ فى العناصر التى لها القدرة على تكوين روابط أيونية أو تساهمية، وهى العناصر التى تحتوى على إلكترون فردى فى حالة عدم ازدواج فى أحد مداراتها الخارجية، وبذلك يكون لها القدرة على تكوين رابطة نتيجة للتداخل مع مدار من ذرة أخرى.

إلكترون أوجير Auger electron

إلكترون ينبعث من الذرة عند سقوط إلكترون آخر من منسوب مرتفع فى نفس الذرة إلى منسوب منخفض من مناسيب الطاقة فيها دون أن ينبعث فوتون. وحيث إنه لا يخرج أى إشعاع خارج الذرة فهذا الانتقال هو فى الواقع انتقال لا إشعاعى. ويسمى هذا التأثير "بتأثير أوجير"، كما يسمى الإلكترون المنبعث فى هذا الانتقال بـ"إلكترون أوجير" نسبة إلى العالم الفيزيقى أوجير (١٩٢٥م).

إلكترون فولت Electron volt

هى وحدة قياس طاقة الإشعاع، وهى عبارة عن كمية الطاقة التى يكتسبها أويفقدها الكترون عند اجتيازه فرق جهد مقداره فولت واحد، وهى وحدة صغيرة للغاية تعادل ١,٦ ٠ ١٠$^{-١٩}$ جول (الجول هو وحدة الطاقة فى النظام العالمى للوحدات).

الكتروليت Electrolyte

وسط أو محلول يوصل الكهرباء نتيجة حدوث تحلل أو تغير كيميائى يترتب عليه تحرك الأيونات ورسوبها وتصاعدها عند الالكترودين وفق قانونى فردای فى التحلل الكهربائى.

ابن الهيثم، الحسن (٣٥٤- ٤٣٠ هـ)(٩٦٥ -١٠٣٨م)

Ebn El-hytham, Al-Hasan

يعد أبو على الحسن بن الحسن بن الهيثم من أكبر علماء الشرق والغرب وراثد علم الضوء فى مستهل القرن الحادى عشر الميلادى حيث فاق جميع معاصريه وخاصة فى ميدان البصريات. كما يعتبر ابن الهيثم المؤسس الأول لعلم الضوء الحديث وعنه أخذ باكون ونيوتن وكبلر. فمن أهم إنجازاته، المسألة التى يعرفها علماء الطبيعة باسم مسألة ابن الهيثم، وكان لهذه المسألة أثرها فى تطور علم الضوء وعلم الهندسة، وعلاقتهما ببعضهما. وقد جمع ابن الهيثم فى مسألته هذه بين الرياضيات والفيزياء، وكان لهذا الجمع أثره على التقدم العلمى الحديث. وتدور هذه المسألة حول كيفية تعيين نقطتين أمام سطح عاكس، بحيث يكون الشعاع الواصل من إحدى النقطتين إلى السطح العاكس، بمثابة شعاع ساقط، والواصل إلى الأخرى بمثابة شعاع منعكس. كما أنه من الثابت أن كتاب " المناظر" لابن الهيثم

من أكثر الكتب استيفاء لبحوث الضوء وأرفعها قدرا، وهو لايقل مادة وتبويبا عن الكتب العالمية إن لم يفق بعضها. قال ابن الهيثم بانتشار الضوء على خطوط مستقيمة فى كل الاتجاهات، ودرس ظاهرة الانعكاس على السطوح المصقولة، ووجد أن زاويتى السقوط والانعكاس تقعان فى ذات المستوى وهما متساويان. وفطن ابن الهيثم إلى أن الضوء ينفذ فى الأجسام الشفافة، ولا ينفذ فى الأجسام المعتمة وأن الجسم الشفاف وسط ينتشر خلاله الضوء دون أن يبدل صفاته، وان الضوء يقع على الأجسام المعتمة فينعكس منها متجها إلى العين التى وصفها وأبان تشريحها وكيفية تكوين الصورة على شبكة العين. وعرف ابن الهيثم أن الضوء ينعطف على سموت خطوط مستقيمة عندما يصادف جسما ذا شفافية مخالفة لشفافية الجسم الذى هو به، وبذلك يكون ابن الهيثم قد أحاط علما بالخطوط الشعاعية وبانعكاسها وانكسارها وانعطافها ومواقعها وزواياها. درس ابن الهيثم الانعكاس على المرآه الكروية كما تعرض لكيفية عمل المرايا المحرقة حيثما تعكس أشعة لشمس وتوجهها إلى بقعة محددة، كذلك فطن ابن الهيثم إلى اختلاف انعكاس الضوء بتباين كثافة طبقات الهواء، وتمكن من حساب ارتفاع طبقة الهواء الخارجى المحيطة بالكرة الأرضية، وتوصل الى أنها تبلغ ١٥ كيلومترا وهو رقم غاية فى الدقة، وقد بنى حسباته على أساس اختلاف مدى انكسار الضوء فى الطبقات مختلفة الكثافة. ويعد كتاب المناظر من أروع الكتب فى القرون الوسطى والذى أحدث انقلابا فى علم البصريات حيث أبطل علم المناظر الذى وضعه اليونان كما اعتمد عليه علماء أوربا لعدة قرون فى استقصاء معلوماتهم عن الضوء. كما يدل هذا الكتاب على أن ابن الهيثم عرف الطريقة العلمية كما سبق باكون فى إنشائها، بل زاد على طريقة باكون. فلقد قال بالأخذ بالاستقراء وبالقياس وبالتمثيل وضرورة الاعتماد على الواقع الموجود على المنوال المتبع فى البحوث العلمية الحديثة.

أمان نووى Nuclear safety

يهدف الأمان النووى إلى توفير الظروف والسبل والوسائل اللازمة التى تضمن أنه فى حالة التشغيل العادى للمنشأة النووية، أو فى حالات الحوادث، يكون الخارج من المواد المشعة فى المنطقة المحيطة بالمنشأة أقل قدر مستطاع وفى كل الأحوال أقل بكثير من الكمية التى يمكن أن تسبب ضررا سواء بالنسبة للعاملين فى المنشأة أم بالنسبة للسكان الذين يقيمون حول المنشأة النووية أم بالنسبة للمنشأة نفسها. ومن ذلك يتضح أن الأمان النووى لا يقوم على تجاهل الأخطار التى تمثلها الطاقة النووية ولكنه عملية تعريف بالأخطار امحتملة وضمان تدبير الاحتياطات الكافية لمواجهة كل خطر من هذه الأخطار وذلك على الوجه التالى: أولا، التحكم فى التفاعل المتسلسل باستخدام التأثيرات العكسية والصفات الطبيعية للتفاعل. ثانيا، وضع عدد من الحواجز بين المواد ذات النشاط الإشعاعى والمنطقة المحيطة بالمنشأة النووية. ثالثا، وضع نظم الأمان التى يمكن بواسطتها التأكد من أنه فى كل الأحوال وفى ظروف العمل الطبيعية وعند حدوث أى حوادث غير عادية فإن الحرارة الناتجة عن النشاط الإشعاعى يتم التخلص منها بأفضل صوره وبأسرع وقت ممكن.

اتفاقية الأمان النووى Convention on Nuclear safety

تهدف الاتفاقية إلى بلوغ مستوى عال من الأمان النووى على نطاق العالم، والحفاظ على ذلك المستوى، من خلال تعزيز التدابير الوطنية والتعاون الدولى على نحو يشمل عند الاقتضاء التعاون التقنى فيما يتعلق بالأمان. وتنطوى هذه الاتفاقية على التزام بتطبيق مبادئ أساسية لأمان المنشآت النووية لا معايير مفصلة للأمان، وبأن هناك مبادئ توجيهية للأمان صيغت على نطاق دولى ويتم استيفاؤها من حين لآخر، وتؤكد على البدء فورا بوضع اتفاقية دولية بشأن تصريف النفايات المشعة، وتسلم بجدوى القيام بمزيد من الأعمال التقنية المتعلقة بأمان الأجزاء الأخرى لدورة الوقود النووى. كما نادت الاتفاقية بوضع نظام للترخيص فيما يتعلق بالمنشآت النووية وحظر تشغيل أى منشأة نووية بدون رخصة، ومن ضرورة وضع نظام تفتيشى رقابى وتقييمى للمنشآت النووية للتأكد من الامتثال للوائح السارية وشروط الترخيص. وقد فتح باب التوقيع على الاتفاقية فى مقر الوكالة الرئيسى بفيينا يوم ٢٠ سبتمبر ١٩٩٤.

امتزاز (انتشاف)، ادمصاص Sorption

عامل مهم ناتج عن التفاعلات التى تحدث فى المسام أو على سطوح الجوامد، كما أن استخدامه يمنع مشكلة التمييز الفنى بين الامتصاص والادمصاص. فالامتصاص يشير عادة الى التفاعلات التى تحدث غالبا داخل مسام الجوامد، وفى هذه الحالة تتناسب قدرة المادة فى الحالة الجامدة للامتصاص مع حجمها. أما الادمصاص فيشير إلى التفاعلات التى تحدث على سطوح الجوامد، لأن قدرة المادة الجامدة للادمصاص مع مساحة سطحها الفعال. ومثال للعملية الأخيرة، التبادل الأيونى فحيث تشغل الأيونات المواقع المشحونة على السطح فإنها تزاح بأيونات من المحلول. ويشمل المصطلح العام «انتشاف» كلتا الظاهرتين: الامتصاص والإدمصاص، إذ يمكن حدوثهما معا فى وقت واحد، أو حينما يصعب التمييز بينهما.

وتشمل التطبيقات التى تتضمن انتشاف الغازات والأبخرة، التحكم فى تلوث الهواء، وعمليات التجفيف، واستعادة المذيبات. ويعتبر الإدمصاص من السوائل إلى سطح المادة الصلبة، الظاهرة الأساسية التى تجعل من الممكن استخدام مواد صلبة مسامية لتنقية وإزالة الألوان من الطعام والشراب ومصادر مياه المنازل. ويرتبط عمل العوامل المساعدة، ارتباطا وثيقا بظاهرتى الانتشاف.

الامتصاص Absorption

العملية التى ينخفض فيها الجسيمات أو الفوتونات التى تدخل كتلة من المادة عن طريق تفاعل الجسيمات أو الفوتونات مع المادة. وبالمثل هو انخفاض طاقة الجسيم فى أثناء مروره فى خلال كتلة من المادة. ويطلق هذا التعبير، خطأ فى بعض الأحيان على الأسر. (انظر: أسر، قدرة الإيقاف)

امتصاص الأشعة Absorption of radiation

عند مرور حزمة من الأشعة التى تحتوى على عدة أطوال موجية على طبقة شفافة من مادة صلبة، سائلة أو غازية يلاحظ أن بعض هذه الموجات ذات طول موجى معين قد ازيلت من الحزمة نتيجة لامتصاصها. وفى هذه الحالة فإن طاقة الأشعة قد انتقلت الى الذرات أوالجزئيات فى العينة، ويكون نتيجة لذلك انتقال هذه الجسيمات من مستوى الطاقة العادى الذى توجد فيه (الحالة العادية ground state) إلى مستويات طاقة أعلى (الحالة المثارة exited state) ويلاحظ أن فترة حياة هذه الجسيمات المثارة تكون صغيرة جدا حيث تبلغ حوالى $١٠^{-٨}$ من الثانية ولذلك تفقد الجسيمات هذه الطاقة وتعود الى حالتها الطبيعية، وهناك عدة وسائل تفقد بها طاقة الإثارة ويتوقف ذلك على تركيب هذه الوحدات الكيميائية. والطريقة الشائعة هى انطلاق الطاقة فى صورة حرارة، وفى بعض الحالات قد تحدث تغيرات كيميائية للوحدات المثارة كما هو فى التفاعلات الكيميائية الضوئية photochemical reaction وفى حالات أخرى فإن طاقة الإثارة قد يعاد إشعاعها فى صورة أشعة كهرومغناطيسية غالبا ما يكون ترددها أقل من تردد الأشعة المتصة كما هو فى الانبعاث الفلوروسنس والفوسفورسنس.

لكل من الذرات، الجزيئات والأيونات عدد محدود من مستويات الطاقة، وهذه الجسيمات فى حالتها العادية توجد فى المستوى الأقل من الطاقة. ولكى تتم عملية الامتصاص يجب أن تكون طاقة الفوتون $h=h\nu$ مساوية للفرق فى الطاقة بين مستوى الحالة العادية والحالة المثارة($E2-E1=\Delta E$) أى إنه لكى تتم عملية الامتصاص يجب أن يكون $E=\Delta E$ ونظرا لأن الفروق فى الطاقة ΔE تعتبر خاصية مميزة لكل نوع من الذرات والجزيئات، فإن تردد الأشعة المتصة يكون وسيلة لتمييز وتقدير محتويات العينة من المركبات. وعمليا ترسم العلاقة بين الامتصاص كدالة فى الطول الموجى أو التردد، ويطلق على المنحنى الناتج طيف الامتصاص absorption spectra. ومنه يمكن تحديد تردد الأشعة التى يحدث عندها الامتصاص ثم ربط طاقة هذه الأشعة بمستويات الطاقة فى الذرات والجزيئات(تركيب الذرات والجزيئات). ويستفاد من هذه الظاهرة فى التطبيقات العملية للإشعاع. ومن الاستخدامات العملية لامتصاص الإشعاع : قياس التخانة (السمك). قياس الكثافة. قياس تحديد مستوى السائل. وقياس الرطوبة وقد تم التعرض لهذه التطبيقات فى الموسوعة. (انظر مادة : منحنى الامتصاص).

امتصاص رنينى Resonance absorption

ظاهرة تكون فى مستويات طاقية معينة للنيوترونات الساقطة. وتفسير ذلك، أن نويات معينة لها مستويات غير مترابطة أو منفصلة ملائمة الإثارة. فعندما تكون طاقة النيوترون الساقط هى نفس طاقة النواة المتكونة الناتجة، ومساوية لأحد تلك المستويات غير المترابطة، عندئذ يكون هناك احتمال كبير لامتصاص النيوترون. أى إن هذه المستويات المنفصلة لها طاقات معينة، وهى تلك التى تحدد متى يكون هناك زيادة مفاجئة فى مقطع الأسر لهذه النظائر. وهذه القمم التى تظهر فى منحنيات المقاطع المستعرضة يشار إليها بقمم الرنين. وكل المواد تكون لها هذه القمم، ولكن فى المواد الخفيفة يكون الرنين غير ملحوظ، أو متسع القمم، أو ذا منحنيات ناعمة.

انبعاث الأشعة Emission of radiation

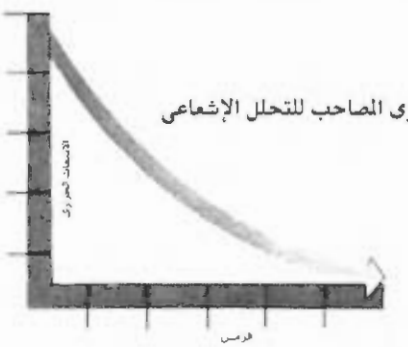
إن وجود الذرات أو الجزيئات فى مستوى الطاقة المرتفعة نتيجة للإثارة الإلكترونية لا يستمر الا فترة زمنية صغيرة جدا $١٠^{-٨}$ من الثانية تعود بعدها الذرات والجزيئات إلى حالتها لعادية حيث تفقد طاقة الإثارة فى صور مختلفة. ويتم إثارة الذرات إلى مستويات الطاقة المرتفعة بطرق كثيرة، منها قذف الذرات بحزمة من الإلكترونات سريعة الحركة، أو بأية جسيمات أولية أخرى، بالمعاملة الحرارية بواسطة اللهب أو القوس الكهربى. التعريض لفرق جهد عال أو امتصاص الأشعة الكهرومغنطيسية. وإذا كانت الوحدات الكيميائية منفصلة عن بعضها كما فى الحالة الغازية للمادة فتتصرف هذه الوحدات كأنها أجسام مستقلة ويكون الانبعاث فى هذه الحالة فى صورة عدد محدود من الموجات الكهرومغنطيسية ويكون الطيف الناتج طيفا غير مستمر ويطلق عليه الطيف الخطى line spectrum . والطيف المستمرcontineous spectrum من ناحية أخرى هو الطيف الذى يظهر فى صورة حزم كل حزمة تحتوى على عدة أطوال موجية قريبة جدا فى أطوال موجاتها، حيث ينتج هذا الطيف فى حالة المواد الصلبة والسائلة والتى تكون فيها الذرات قريبة جدا بحيث يصعب أن تتصرف كأنها وحدات مستقلة. كما ينتج أيضا فى حالة الجزيئات التى تحتوى على عدد كبير من مستويات الطاقة والتى تكون طاقتها متقاربة.

والطيف المستمر والطيف الخطى لهما أهمية فى التحاليل الكيميائية ويعتبر الطيف المستمر أساسا للتحليل بواسطة الانبعاث الفلورى والفوسفرى للجزيئات. ومن ناحية أخرى يستخدم الطيف الخطى فى التعرف على الوحدات الكيميائية لناتج عنها هذا الانبعاث.

انظر مواد: (إثارة، طيف، طيف الكتلة).

الانبعاث الحرارى Thermal emission

يصاحب انطلاق الإشعاعات من المواد عالية الإشعاعات (ذات فترات نصف العمر الإشعاعى القصيرة نسبيا مثل نواتج الانشطار النووى) انبعاث حرارى ناتج عن امتصاص الإشعاعات فى الوسط المحيط بالمادة المشعة. وتتناقص شدة الانبعاث الحرارى مع الوقت نتيجة التحلل الإشعاعى للمادة المشعة ونتيجة لذلك، فإنه عند حفظ مواد مشعة ذات إشعاعية عالية مثل الوقود النووى المستنفد والخارج من المفاعل (والذى يحتوى على نواتج الانتشطار النووى) فى مكان محدود، فإنه يلزم توفير وسيلة تبريد لامتصاص الحرارة المنبعثة منه والمنطلقة إلى الوسط المحيط بالمواد المشعة.



الاضمحلال الحرارى المصاحب للتحلل الإشعاعى

أنبوبة أشعة الكاثود Cathode ray tube

أنبوب يستخدم فى البيان المرئى للدوائر الإلكترونية، ويستخدم على سبيل لمثال فى شاشات أجهزة التليفزيون، والرادار، والأجهزة العلمية الأخرى، مثل راسم الذبذبات (الأوسيليسكوب). ويتكون انبوب أشعة المهبط، من أنبوب زجاجى مفرغ من الهواء، له شاشة مسطحة فى إحدى نهايتيه، وهذه الشاشة مغطاة بمادة فلورسنتية من الداخل. ويوجد فى لجهة المقابلة قذف إلكترونى يقذف حزمة من الإلكترونات على شكل شعاع فى اتجاه الشاشة. وترتطم هذه الإلكترونات بالشاشة المتفلورة، فتنشط ذرات مادة الشاشة، وتتوهج وهذا ينتج بيانا مرئيا. وتتناسب شدة هذا التوهج مع شدة الشعاع الالكترونى، ويمكن التحكم فى شدة هذا الشعاع، بوساطة وحدات مثبتة داخل القاذف الإلكترونى. ولاتقدم المكونات السابقة بمفردها بيانا مرئيا مفيدا لأن الشعاع الإلكترونى يتشتت بعد خروجه من القاذف الإلكترونى فتنتشر هذه الإلكترونات لتصنع بقعة باهتة كبيرة على الشاشة لهذا لابد أن تركز هذه الإلكترونات بأسلوب تركيز يجعل الشعاع الإلكترونى يتقارب إلى أن يصنع نقطة حادة على سطح الشاشة كما يتطلب الأمر استخدام أسلوب انحراف يمكن من تحريك الشعاع (وبالتالى تحريك النقطة المتوهجة على الشاشة).(أنظر الصور الملونة)

أنبوب تفريغ Discharge tube

منذ أكثر من قرن مضى، قام ثلاثة من جهابذة علماء الكهرباء: فاراداى وكروكس وطومسون، ببحث سلوك أنابيب زجاجية محكمة الإغلاق، تحتوى على إلكترودين موصلين بمنبع للتيار الكهربائى، فلاحظوا أنه فى وجود الهواء والضغط الجوى لا يمر أى تيار كهربائى، حتى يصل إلى جهد الانهيار، وهو مرتفع للغاية، ويكون كافيا لتأيين الغاز الموجود بين الالكترودين، وذلك عندما تتمكن شرارة أو قوس من عبور الثغرة الهوائية. ولكن إذا ما خفض ضغط الغاز داخل الأنبوب، لوحظت ظاهرة تدعو للاهتمام. وهناك متغيرات كثيرة نخص بالذكر منها شكل الأنبوب والمسافة بين الالكترودين، والفلطية، ونوع الغاز المستخدم، وضغطه. وقد نتج عن هذه الأبحاث المبكرة مجال واسع من النبائط الحديثة، التى تعتمد جميعها فى الاتجاه الأوسع لأنابيب التفريغ مثل: مصابيح الفلورسنت ومصابيح الشوارع وأنابيب أشعة المهبط (وتشمل لوحات عرض التليفزيون، ومرسمة التذبذبات والرادار)، وصمامات الراديو الثرموأيونية (الأنابيب المفرغة)، والأضواء الوماضة ذات الشدة العالية. ولما كانت أغلب الغازت عازلة جيدة للتيار الكهربائى، لذلك فإنه لكى يمر أى تيار لابد من وجود إلكترونات حرة، وعادة توجد أعداد قليلة جدا من هذه لإلكترونات الحرة فى الجو، نتيجة الأشعة الكونية، والإشعاعات الذرية، ولكن التيار الناتج عن هذه الأنواع من الإشعاع، يكون صغيرًا جدا، يمكن قياسه بصعوبة. وكلما زاد الجهد المسلط، زادت احتمالات تعجيل الالكترونات الحرة، بدرجة كافية لتأيين ذرات أخرى من الغاز بالاصطدام، مما تنتج عنه، حاملات شحنات إضافية. وعندما يحدث ذلك، يزيد التيار بسرعة، بينما يهبط الجهد المسلط. فإذا كانت هناك مقاومة خارجية صغيرة جدا، فإنه يتكون قوس بين الالكترودين، حاملا تيارا كبيرا جدا، خلال ممر مؤين تماما، بجهد قليل جدا. وهذا غير مسموح به فى أنابيب التفريغ العادية.

(انظر: كروكس، وليام)

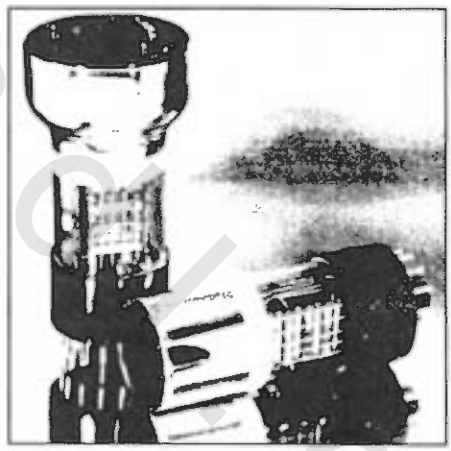
أنبوب تضخيم ضوئى Photomutiplier tube

عندما يرتطم شعاع ضوئى (فوتونات) بمادة معينة، ترفع الطاقة المصاحبة لهذا الارتطام طاقة إلكترونات المادة المقذوفة، مما يمكن هذه الإلكترونات، من التخلص من تأثير الذرة التى تنتمى إليها. وبعد أن تتحرر هذه الإلكترونات من الذرة، فإنها تمرفى دائرة كهربائية، بحيث ينتج فيها تيار كهربائى، يتناسب مع شدة الشعاع الضوئى الساقط. وهذه هى نظرية عمل خلية الانبعاث الضوئى. ولو فرض أن كل إلكترون يرتطم بالدينود. يحرر أربعة إلكترونات بالانبعاث الثانوى، وهذه الإلكترونات الأربعة تحرر عند الدينود الأول، وعند الدينود الثانى، يتحرر٤ × ٤ (٤^{٢}) إلكترون. أى أن ١٦ إلكترونا، وفى الدينود الثالث، يعتق٤ ×٤ ×٤ (٤^{٣}) إلكترونا، أى ٦٤ إلكترونا. فإذا كانت الخلية تحتوى على ١١ دينودا، فإن عدد الإلكترونات التى تسبب مرور تيار كهربائى فى دائرة خارجية، يكون (٤^{١١}) الكترونا، أى أكثر قليلا من ٤ ملايين ضعف عدد

الفوتونات التى ترتطم بالمهبط. وكلما زاد عدد الإلكترونات الثانوية، زادت قدرة المضاعفة، أو التكبير. وفى النهاية تنجذب كل الإلكترونات المتضاعفة إلى آخر لوح فى الأنبوب، وهو المصعد، حيث تمر من خلاله إلى دائرة كشف خارجية. ولهذا الأنبوب حساسية للضوء عالية جدا. وهناك مضخمات ضوئية يمكنها أن تكشف وتستجيب لشدة ضوء ضئيلة للغاية، لا يمكن للعين البشرية كشفها.

ومن أهم تطبيقات التضخيم الضوئى، الكشف، والتخمين الكمى للإشعاع المنبعث من المواد المشعة. وفيه يوضع الجهاز بحيث يرتطم الإشعاع المراد قياسه، بزجاج شاشة مغطاة بالفوسفور، وهو مادة تشع ضوءا عند معالجتها بالإشعاع. وتوضع الشاشة قريبا من أنبوب التضخيم الضوئى، وعلى اتصال به. ويسمح للضوء المنبعث من الفوسفور، بالارتطام بالمهبط الضوئى، فيرفع هذا الارتطام إلكترونا ضوئيا أو أكثر. ثم تزيد عملية التضاعف الضوئى، انسياب الإلكترونات، بمعامل يساوى مليونا أو أكثر.

ويقاس التيار الناتج، حيث يمكن حساب كمية الإشعاع التى ارتطمت أصلا بالفوسفور، بخفض هذا المعامل بكمية تناسب تكبير المضخم الضوئى. وتسمى كل ومضة ضوء ناتجة عن ارتطام الإشعاع بالفوسفور"الوميض " وتسمى الآلة فى هذه الحالة " عداد الومضات".



أنبوب تضخيم ضوئى ذو عشر مراحل، وهذه المراحل معدة لكشف وقياس الإشعاع النووى، بمطلق الوميض، والعدادات. وللدنيوات (التى تعتق أكثر من إلكترون فى كل مرة، يصطدم به الكترون واحد) ◄

أنبوب تضخيم ضوئى له دينود ذو سطح انبعاث ثانوى، مصنوع من السيزيوم والأنتيمون، وجهد التشغيل اللازم لهذا الأنبوب ١٢٥٠ فولت، وحساسيته ٨٠أمبير/لومن ◄

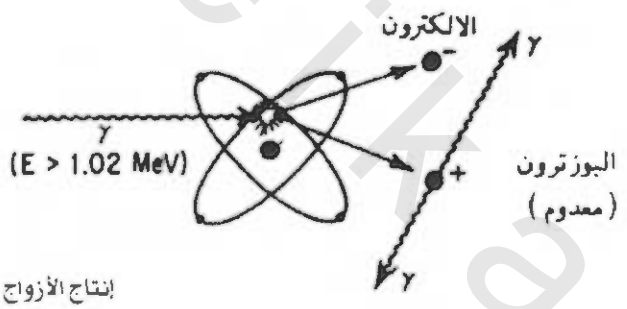
أنبوبة حلقية Doughnut = donut = toroid

١ – أنبوبة مفرغة حلقية الشكل تستخدم فى جهاز البيتاترون والسنكرترون تعجل فيها الإلكترونات.

٢ – مجموعة من المواد القابلة للانشطار حلقية الشكل غالبا ذات تزويد عال توضع فى المفاعل الحرارى لإحداث زيادة محلية فى فيض التيترونات السريعة لاستخدامها فى إجراء التجارب.

إنتاج الأزواج Pair Production

يحدث هذا التفاعل فقط بسبب أشعة جاما ذات طاقة أعلى من ١،٠٢٢ مليون إلكترون فولت. فعند مرور شعاع جاما ذى طاقة عالية مناسبة قرب نواة ذرة ما فإنه ينتج زوجا من الجسيمات المشحونة مكونا من إلكترون وبوزترون (إلكترون ذو شحنة موجبة).ويمكن أن يصطدم البوزترون المنطلق مباشرة مع أحد الإلكترونات مما يؤدى إلى اختفاء كل الجسيمين وانطلاق شعاعى جاما بطاقة لكل منهما تساوى ٠،٥١١ مليون إلكترون فولت.



إنتاج الأزواج

إنتاج النظائر Production of isotopes

يتم بتحويلات نووية صناعية عن طريق تشعيع النويات بالنيوترونات أو البروتونات السريعة أو الديوترونات وغير ذلك من الجسيمات. وتحتجز هذه الجسيمات فى النويات المعرضة للتشعيع مما يؤدى إلى عدم استقرارها فتضطر إلى قذف جسيمات أو كوانتا. وتكون النويات الناتجة إما مستقرة وإما مشعة تبعا لطبيعة النواة الأصلية ونوع وطاقة الجسيمات المحتجزة. وتجهز النظائر المشعة (النويدات) فى مفاعل نووى أو بمساعدة معجلات الجسيمات.

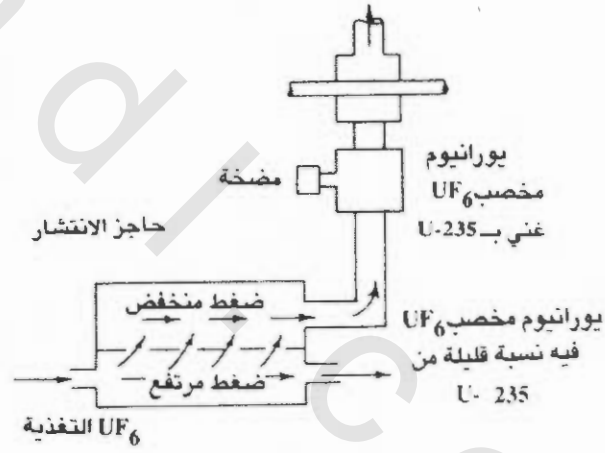
إنتاج اليورانيوم Uranium production

تتم عمليات الكشف عن خامات اليورانيوم بطرق مختلفة، منها الفيزيائية والكيميائية. وتبدأ هذه العمليات بالمسح العام(exploration) للمناطق التى يتوقع وجود الخام فيها، سواء على سطح الأرض، أم فى أعماق مختلفة البعد داخل القشرة الأرضية، وقد يستعان بتقنيات متقدمة كصور الأقمار الصناعية والاستشعار عن بعد. وعند التأكد من وجود الخامات تبدأ الأعمال المخبرية وعمليات الفصل لاستخلاص اليورانيوم من خاماته وتقدير تركيزه وكمياته (mining). وبعد الدراسات الاقتصادية تبدأ عمليات الإنتاج الحقيقى بطحن الخامات(milling) فى سلسلة من المطاحن لتكون على شكل حبيبات دقيقة لتجرى عليها عمليات الإذابة لاستخلاص

اليورانيوم على هيئة أكاسيد لها الصيغة الكيميائية (U_3O_8) التى تحول الى ما يسمى بالكعكة الصفراء Yellow cake التى قد تصل نسبة اليورانيوم الطبيعى فيها إلى ٠,٨٥٪.

الانتشار الغازى (طريقة)
Gaseous diffusion, method

من أقدم الطرق المستخدمة فى تخصيب اليورنيوم، وتعتمد على الحركة التفصيلية للجزيئات الأقل كتلة عند مرورها خلال حاجز مسامى يقع بين وسطين يختلف الضغط بينهما، وتتم عملية الفصل فى جهاز يزود باليورانيوم فى شكل غازى هو سادس فلوريد اليورانيوم UF_6 . ويحدث الفصل بتوظيف فارق الضغط لينتشر الغاز من خلال المسامات الموجودة على سطح أنبوب التزويد. فالغاز المتكون من جزيئات مختلفة تتوزع طاقته بالتساوى بين جزيئاته، وعند تساوى الطاقات يكون للنظير الأخف سرعة أكبر. وكما هو معلوم من العلاقة بين الطاقة والسرعة والكتلة ($E=mv^2/2$)، وV تمثل السرعة، فإن الجزيئات الخفيفة تتمكن من النفاذ خلال الحاجز المسامى بدرجة أسرع من الجزيئات الثقيلة، أى إن معدل انتشار سادس فلوريد اليورانيوم٢٣٥ سوف يكون أسرع من سادس فلوريد اليورانيوم٢٣٨، ويتم فصل نظيرى اليورانيوم وتتحقق زيادة تركيز اليورانيوم. ويتطلب الوصول إلى نسبة التخصيب ٣٪ المطلوبة فى مفاعلات الماء الخفيف، توفر عدد من وحدات لفصل المرحلية تصل الى المئات أو الآلاف فى حالة التخصيب لنسب مرتفعة.



طريقة التخصيب بالانتشار الغازى

انتفاخ (تورم) الوقود
Swelling of fuel

هو الزيادة فى حجم قضبان الوقود النووى نتيجة للتشعيع، وتعتمد أساسا على كمية النواتج الانشطارية المنتجة .

انتقال الطاقة الخطى
Linear energy transfer

مقياس لقدرة المادة البيولوجية على امتصاص الإشعاع المؤين. وهو طاقة الإشعاع المفقودة فى كل وحدة طولية من المسار خلال المادة البيولوجية، وبصفة عامة كلما زادت قيمة انتقال الطاقة الخطى زادت الفعالية البيولوجية النسبية للإشعاع فى تلك المادة.

انتقال الحرارة
Heat transfer

إحدى ثلاث طرق تنتقل بها طاقة الحرارة من مكان لآخر، وهى: التوصيل (من خلال الجوامد أو السوائل الساكنة)، والحمل (بواسطة الغازات أو السوائل المتحركة)، والإشعاع (بواسطة طاقة الإشعاع الحرارى).

أنجشتروم (رمزه A^0 أو أ)
Angstrom

وحدة للطول تستخدم فى قياس الإشعاع الكهرمغنطيسى، ويساوى 10^{-8} من السنتيمتر. ولقد أطلق عليها هذا الاسم تكريما لعالم القياسات الطيفية السويدى أ.ى. انجشتروم.

انحدار (تدرج) مجال قياسى
Gradient of a scaler field

متجه مركباته تساوى معدلات التغير فى الدالة القياسية f على طول اتجاه المركبة. وبالتالى فمركباته فى اتجاه المحاور الكرتيزية المتعامدة هى على الترتيب :

$$\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}, \frac{\partial f}{\partial z}$$

حيث f هى دالة المجال القياسى ويرمز له بالرمز :

$$\text{grad } f = \overline{\nabla}.f$$

الانحراف المعيارى
Standard deviation

فى القياسات الإشعاعية، يعبر عن دقة أجهزة القياس الإشعاعى، من خلال الانحراف المعيارى لمجموعة من قيم الاستجابة حول القيمة المتوسطة. أى يستخدم الانحراف المعيارى كمعيار للتراوحات الإحصائية حول القيمة المتوسطة، ويعرف الانحراف المعيارى على أنه الجذر التربيعى للانحرافات عن القيمة الحقيقية المأخوذة لأكبر عدد من القياسات.

$$\sigma = (n_t - n)^2 = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(n_i - n_i)^2$$

وذلك للقيم الكبيرة NJ .

وفى الحالة عندما يكون عدد المشاهدات محدودا حيث n_t غير معروفة. يعرف الانحراف المعيارى بالتعبير:

$$\sigma_n^2 = \frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}(\overline{n} - n_i)^2$$

حيث يمكن أن يكون N عددا صغيرا نسبيا من القياسات. باستخدام n لدينا N-1 كميات مستقلة بدلا من N. ومن الواضح أن ملاحظة وحيدة لا تعطى فكرة عن دقة القياس إلا بفروض خاصة.

(انظر مادة : القيمة المتوسطة)

أندرسون، كارل ديفيد Anderson, C.D

كارل ديفيد اندرسون (١٩٠٥-١٩٩١)

ولد العالم الأمريكى اندرسون فى مدينة نيويورك بالولايات المتحدة الأمريكية فى٣سبتمبر ١٩٠٥، أتم دراسته الجامعية فى معهد كالفورنيا التكنولوجى عام ١٩٢٥، ثم حصل على درجة الدكتوراه فى العلوم عام ١٩٣٠، كما حصل على الأستاذية عام ١٩٣٩. قام مع روبرت مليكان بدراسة الأشعة الكونية القادمة من أبعد آفاق الكون من بين النجوم وهى أشعة لها قدرة نفاذة خارقة واستخدم فى هذه الدراسة مغناطيس قوى شدته ٢٤ ألف جاوس واستخدم غرفة سحابية لرؤية مسار الأشعة وتصويرها. ومن بين آلاف الصور التى التقطها جذبت اهتمامه صورة لذرة انفجرت بفعل الأشعة الكونية وخروج جسيم من هذه الذرة. ولقد ظن فى بادئ الأمر أن هذا الجسيم هو الإلكترون قد عكس اتجاهه أو هو بروتون لأنه فى مسار معاكس للإلكترونات مما يدل على أنه موجب الشحنة ولكن نظرا لأن أثره فى غرفة السحاب أطول عشرات المرات من أثر البروتونات فهذا يؤكد أنه ليس بروتونًا. ولقد تأكد اندرسون أن هذا الجسيم هو البوزيترون. وقد نشر هذه النتيجة عام ١٩٣٢، وفى نفس الوقت أكد كل من العالم الإنجليزى باتريك بلاكت وجود البوزيترون وكذلك العالم الروسى سكوبلزين. ومن فرنسا فردريك جوليو وايرين كورى، حيث توصل ايرين وزوجها إلى البوزيترون باستخدام أشعة جاما المنبعثة من الراديوم بدلا من استخدام الأشعة الكونية. وقد تبين لهما أن البوزيترون ينطلق من ذرات العناصر إذا كان الإشعاع الساقط عليها تزيد قوته عن مليون ونصف مليون إلكترون فولت. كذلك استطاع اندرسون فى الفترة من ١٩٣٦-١٩٣٨ من اكتشاف وجود جسيم يسمى الميزون ضمن الأشعة الكونية وهذا الجسيم تتراوح كتلته بين كتلة الإلكترون والبروتون. حصل اندرسون على جائزة نوبل فى الفيزياء عام ١٩٣٦ لاكتشافاته الهامة فى الأشعة الكونية وتعرفه على البوزيترون والميزون وتنبئه بالمادة المضادة. توفى اندرسون فى ١١ يناير ١٩٩١ فى مدينة سان مارينو بولاية كاليفورنيا.

اندلاع Excursion

ارتفاع فجائى سريع جدا فى منسوب قدرة المفاعل تسببه الحرجية الفائقة. ويخمد الاندلاع بسرعة عادة بفعل معامل درجة الحرارة السالب. (أو) بقضبان التحكم الاتوماتيكية.

اندماج نووى Fusion

الاندماج النووى هو ربط نواتى ذرتين خفيفتين، ليكونا نواة ذرة أثقل، ويمكن لهذه العملية أن تحرر كمية الطاقة، بسبب اختلاف طاقة الترابط التى تربط الجسيمات بعضها ببعض داخل النويات فى العناصر المختلفة. ولعل أهم تفاعل اندماجى، هو التحام أخف النوى (وهى نوى ذرات الهيدروجين) مع بعضها لتكون نوى هيليوم. وتحتوى نواة ذرة الهيدروجين فى هيأته العادية (هيدروجين)على جزىء واحد، هو البروتون. ولكن هناك أشكالا أخرى، أو نطائر، يرتبط فيها البروتون بنيترون أو اثنين. وتسمى هذه النظائر بالترتيب : الديترون، والتريتون.

ومن ناحية الطاقة المحررة، يكون اندماج الديترون والتريتون الأكثر إعتاقا للطاقة، إذ ينتج عن اندماجهما نواة هيليوم، ونيترون، وطاقة تساوى ١٧.٦ مليون إلكترون فولت (أو ١٧.٦ ميجا إلكترون فولت) من الطاقة. فإذا أمكن إدماج نوى الهيدروجين الموجودة فى جالون ماء فى عملية تفاعل اندماجى، فإن ذلك يحرر طاقة أكبر من الطاقة المحررة من احتراق مليون جالون من البترول. ويجب توفر ثلاثة شروط للحصول على الطاقة بهذه التفاعلات هى:

١ – تعجيل النوى موجبة الشحنة إلى سرعات عالية بحيث يتم تصادم تلك النوى بالرغم من قوى التنافر بينهما. وهذا يتطلب وجود طاقة عالية لترفع درجة حرارة التفاعل، وفى هذه الحالة فإن الوقود الغازى الذى يتحول إلى بلازما عبارة عن إلكترونات سالبة وأيونات موجبة منفصلة عن بعضها.

٢ – يجب أن تكون كثافة البلازما الناتجة فى حدود 10^{15} أيون/سم٣ .

٣ – يجب أن يكون زمن الاحتواء Confinement للأيونات عند هذه الدرجات من الحرارة والكثافة فى حدود عُشْر الثانية حتى يصبح هناك احتمال كبير للتفاعل، وعموماً يجب أن يكون حاصل ضرب كثافة الأيونات المندمجة فى زمن الاحتواء فى حدود 10^{14} أيون ثانية / سم٣.

إنذار الحريق Smoke detectors

يمكن استخدام النظائر المشعة فى مجال الكشف والإنذار المبكر عن الحرائق باستخدام حجرتى تأين (انظر مادة: حجرة التأين) إحداهما مغلقة والأخرى مفتوحة على الهواء الجوى. ويوضع فى كل منهما منبع مشع من الأميلسيوم – ٢٤١ متساويان فى النشاط ويعملان فى حالة اتزان كهربى. وتتغير قيمة تيار التأين المار فى حجرة التأين المفتوحة نتيجة لدخول الدخان إليها مؤديا إلى خلخلة تيار التوازن بين حجرتى التأين فى الدائرة الكهربائية ويصدر نتيجة ذلك تحذير صوتى أو ضوئى.

انشطار نووى Fission

الانشطار النووى، هو انقسام نواة ذرة ثقيلة إلى ذرات أخف. ونتيجة لطاقة الربط اللازمة لربط الجسيمات بعضها ببعض فى النواة الثقيلة، فإن انشطار مثل هذه النواة، يؤدى إلى انطلاق مقدار من الطاقة.

ويحدث الانشطار النووى عند أسر نوى ذرات اليورانيوم لنيعترون مكونة نظائر جديدة أقل توازنا، وكمثال لذلك فإنه عندما تأسر نواة اليورانيوم ٢٣٥ أحد النيترونات يتكون اليورانيوم ٢٣٦ الذى سرعان ما ينشطر إلى نواتين من الوزن المتوسط أو يتفكك مصدرا جسيمات ليكون نظائر لعناصر أخرى. ومن نواتج عملية الانشطار انطلاق طاقة إجمالية تقدر بحوالى ٢٠٠ ميجا إلكترون فولت (٢٠٠ م إ ف) تتوزع على نواتج الانشطار وشظاياه. وما تلبث هذه الطاقة أن تتحول إلى طاقة حرارية فى وسط المفاعل.

والطاقة المنطلقة يجرى تقديرها بالحساب، فإذا حدث لكل النوى الموجودة فى رطل من اليورانيوم ٢٣٥ انشطارا، فإنه يمكن حساب الطاقة الكلية المنطلقة كما يأتى:

الطاقة المنطلقة فى الانشطار الواحد (للذرة)

= ٢٠٠ م. ا. ف

= ٢٠٠ × ١٧ × ١٠$^{-٧}$ إرجا

= ٣,٢ × ١٠$^{-٤}$ إرجا

والرطل الواحد = ٤٥٤ جم = ٤٥٤ / ٢٣٥ جرام جزيئى (مول)

وعدد الذرات فى الرطل = (٤٥٤/ ٢٣٥)× ٦.٠٢ × ١٠^{٢٣}

= ١,١٦ × ١٠^{٢٤} ذرة

الطاقة الكلية المنطلقة = ١,١٦ × ١٠^{٢٤} × ٣,٢ × ١٠$^{-٤}$

= ٣,٧ × ١٠^{٢٠} إرجا

وهذه الطاقة تكافئ الحرارة الناشئة عن احتراق مليونى رطل من الفحم. (أنظر ملحق الصور اللونة)

انشطار تلقائى Spontaneous fission

انشطار يحدث بدون عامل خارجى، وثمة نظائر ثقيلة عديدة تنحل أساسا بهذه الكيفية مثل الكاليفورنيوم – ٢٥٢ والكاليفورنيوم – ٢٥٤. وتحدث هذه العملية بين الحين والحين فى جميع المواد القابلة للانشطار بما فيها اليورانيوم – ٢٣٥.

انشطار نووى ثنائى Binary fission

أغلب صور الانشطار النووى فى المفاعلات والذى ينتج عنه اثنين من نواتج الانشطار.

انشطار نووى ثلاثى Ternary fission

واحدة من صور الانشطار النووى والذى ينتج عنه ثلاثة من نواتج الانشطار، إحدى هذه النواتج أحيانا هو الهيدروجين فى شكل التريتيوم. والانشطار الثلاثى يحدث تقريبا مرة من كل ١٢٠٠٠ حادثة انشطار فى المفاعل.

انشطار نووى مدعوم بمعجل
Nuclear fission supported by accelerator

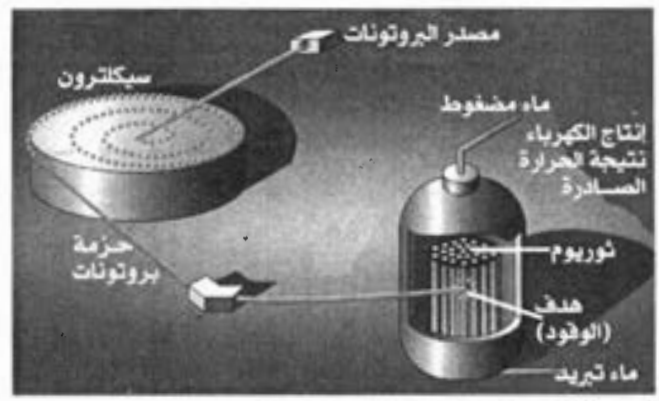
قدم الإيطالى كارلو روبيا Carlo Rubbia الحائز على جائزة نوبل لعام ١٩٨٤ لاكتشافه جسيمات Z, W اقتراحا فى نهاية عام١٩٩٣ يفتح آفاقا جديدة أمام إنتاج الطاقة النووية. ثم أجرى فى العام التالى فريق من الباحثين تجارب للتحقق من أن كسب الطاقة هو ذاك الذى توقعته الحسابات.

فى المفاعلات التقليدية تكون كتلة الوقود كبيرة جدا كى تقوم النترونات المتحررة من اندماج النوى الذرية، بإمداد أو توسيع التفاعلات المتسلسلة. يمكن فى بعض الأحيان أن يطرأ حفز ذاتى. وللحد من أخطار التهييجات المفاجئة، اقترح ك. روبيا ربط المفاعل النووى بمسرع جسيمات ليزوده بالنترونات اللازمة لاستمرار تفاعلات الانشطار داخل الوقود.

بما أن سلسلة التفاعل النووى يتطلب سيلا مستمرا من النترونات الجديدة فإنه، عند وقف المسرع، تضعف التفاعلات وبالتالى تخمد. وإن استحضار النترونات من الخارج يقدم مزايا أخرى، فهو يسمح على وجه الخصوص، بتحقيق حلم قديم وهو استخدام الثوريوم كوقود نووى. عند حبس النترونات القادمة من الخارج، يتحول الثوريوم ٢٣٢ إلى ثوريوم ٢٣٣ ومن ثم إلى بروتكتينيوم ٢٣٣، وهو عنصر ينشطر عفويا إلى عنصر اليورانيوم ٢٣٣. يحرر هذا النظير عالى الانشطار من اليورانيوم نترونات تنتج، بإبقائها على التفاعلات المتسلسلة، ذرات يورانيوم ٢٣٣ أخرى انطلاقا من الثوريوم. من الصعب الحصول على تجديد فائق فى مفاعل عادى يعمل بمزيج من اليورانيوم والثوريوم. وذلك لأن عدد النترونات المتحررة عن تفاعلات الانشطار أصغر من أن يعوض. بالحصر. فقد النترونات المحتوم. وبالمقابل، تظهر الحسابات أنه فى «مضخم الطاقة» ينشأ بسرعة نسبية توازن بين اليورانيوم ٢٣٣ والثوريوم ٢٣٢. ويتم ذلك كما لو أن هذا الأخير وقود نووى حقيقى.

إن إحدى أكبر مزايا حلقة الثوريوم هى التوليد الضعيف جدا للبلوتونيوم، أقل بألف إلى عشرة آلاف مرة مما يولده مفاعل تقليدى، وكذلك تخفيض إنتاج النفايات الأخرى (الاكتينيدات) تخفيضا كبيرا. ومن الأوراق الرابحة الأخرى التى تمتلكها تقانة «الثوريوم» وجود هذا العنصر بوفرة على الأرض فهو لا يتواجد سوى بشكل واحد وهو الجيد أى الثوريوم ٢٣٢. لا تحتاج هذه التقانة إلى إغناء لأن اليورانيوم ٢٣٢، العنصر الانشطارى، يكون فى نظام توازن وبذلك يتجدد كلما ازداد احتراقه، بالمقابل، وبعد فصل منتجات الانشطار (السموم)، يمكن إعادة معالجة جميع الاكتينيدات. الأمر الذى يقودنا إلى تقانة بدون نفايات عمليا وبالتالى نظيفة. وقد عزمت عدة فرق فى بلدان مختلفة استخدام «الانشطار المدعوم بمعجل» إما لإتلاف النفايات النووية والبلوتونيوم ذى المنشأ العسكرى أو المدنى.

وإما لإنتاج الطاقة. تتوقع المشاريع الطموحة مسرعات تؤمن حزمة من البروتونات طاقتها قرابة ١.٥ جيجا إلكترون فولت GeV وشدتها مرتفعة جدا قرابة ٢٥٠ ملى أمبير، كما تتوقع استخدام وقود سائل (الأملاح المنصهرة). للوصول إلى هذا الهدف، تتطلب هذه المشاريع وفق تقديرات واضعيها، عشرين عاما من التطوير التقنى ابتداء من منتصف تسعينات القرن العشرين.



يعتمد مبدأ إنتاج الطاقة النووية الذى أوصى به كارلوروبيا على استخدام معجل بروتونات لقذف الهدف، الأمر الذى ينتج عنه نترونات. تفيد هذه الأخيرة بإجراء تفاعلات الانشطار فى قلب مفاعل تقليدى لكن باستخدام الثوريوم كوقود له. كانت الفكرة مؤخرا موضع اختبار تجريبى استخدم فيه اليورانيوم الطبيعى عوضا عن الثوريوم. تؤكد التجارب صلاحية المحاكيات العددية التى أجريت.

انفجار Burst

وابل من جسيمات كثيرة من الأشعة الكونية ينتشر فيغطى مساحة كبيرة. ويتولد هذا الوابل فى طبقات الجو العليا من جسيم من الأشعة الكونية ذى طاقة عالية تتراوح قيمتها بين 10^{15} . 10^{17} إلكترون فولت.

انفجار نووى Nuclear explosion

التفجيرات النووية إما أن تكون: جوية (عالية أو منخفضة) أوانفجارات سطحية، فوق سطح الأرض أو على سطح الماء، أوانفجارات تحت السطح، سواء تحت سطح الأرض أو تحت سطح الماء، ويتوقف اختيار نوع الانفجار على عوامل منها: الغرض من استخدام السلاح النووى، وموقع الأهداف النووية. وفى حالة انفجار قنبلة ذرية فى الهواء مثلا كالتى ألقيت على هيروشيما، يمكن أن يحدث ما يلى : فعند بداية الانفجار يظهر ضوء شديد أقوى بكثير من ضوء الشمس يمكنه أن يسبب فقد البصر لمسافة تصل الى ١٥ كيلو مترا يلى هذا الضوء بعد لحظات سكون، سماع صوت مخيف يشبه الرعد الشديد. ويبدأ التفجير بظهور كرة النار فى موقع التفجير وهذه الكرة تأخذ فى الاتساع حتى يبلغ قطرها بعد دقيقة واحدة نصف كيلو متر. وهذه الكرة شديدة الحرارة وأشبه بقطعة من الشمس سقطت على الأرض فتأتى على كل ما تسقط عليه من احياء ومنشآت فيصير حطاما ويذوب ذوبانا وتنصهر التربة والرمال وتتحول إلى مادة أشبه بالزجاج. كذلك تسبب كرة النار وما تبعثه من حرارة شديدة فى اشتعال كل ما هو قابل للاشتعال ثم تأخذ هذه الكرة فى التمدد وتفقد بالتدريج حرارتها وتتكون سحابة ذرية على شكل عامود أبيض ذى قمة ثليجية قطرها الذى يصل إلى ٢ كيلو متر وهى على شكل نبات عش الغراب وارتفاعها يصل إلى حوالى ١٢ كيلو مترا. هذا ويصاحب التفجير رياح شديدة تسبب انتشار السحابة الذرية فى الجو وتعمل على تلوث البيئة بالإشعاع الذرى فترة تصل لعدة سنوات. كذلك يصاحب التفجير الذرى ضغط شديد يصل إلى حوالى ٥٠٠ ألف ضغط جوى يعمل على هدم المنشآت . كذلك تنطلق إشعاعات نووية من نواتج الانشطار أو نيوترونات وجسيمات ألفا وأشعة جاما وأشعة اكس وكلها تسبب الهلاك الفورى والحرائق فى مساحة كبيرة حول منطقة الانفجار. أما فى حالة تفجير القنابل الهيدروجينية، فتصل موجة الضغط إلى حوالى ٥٠ كيلومترا ودائرة الحروق الشديدة تصل إلى ٤١كيلو مترا، أما الحروق المتوسطة فتصل الى مدى ٥٧ كيلو مترا، ومدى التعرض لأشعة حاما يصل إلى ١٠ كيلو مترات . (انظر مادتى : قنبلة ذرية، قنبلة هيدروجينية)

إنفجار نووى سلمى Safe nuclear explosion

فى عام ١٩٥٧ وضعت الولايات المتحدة " برنامج بلاوشير" الخاص باستخدام التفجيرات النووية للأغراض السلمية، ويسمى "سن المحراث" وفى نفس الفترة وضع الاتحاد السوفيتى (سابقا) برنامجا مماثلا يسمى " التفجيرات النووية للاقتصاد القومى" واستهدف هذان البرنامجان إجراء سلسلة من التفجيرات النووية بالقرب من سطح الأرض وأخرى على أعماق بعيدة عن سطح الأرض للاستفادة من تطبيقاتها العملية المهمة. ولقد اهتمت الوكالة الدولية بهذا المشروع ووفرت له كل الإمكانيات العملية والمادية وأتاحت الجو الملائم لعقد اتفاقيات التعاون بين الدول. ولقد تبين للعلماء إمكانية استخدام التفجيرات النووية فى تكنولوجيا الحفر النووى وتحطيم أحجام ضخمة من الصخور فى باطن الأرض لتفرج عن الغاز الطبيعى وزيت البترول المحبوسين تحت الأرض فى مصيدة الصخور المسامية تحت صخور صلبة منذ عصور جيولوجية قديمة. كما تستخدم فى حفر القنوات وإنشاء الموانى والبحيرات الصناعية وتشييد خزانات لتخزين السيول وتغيير مجارى الأنهار وعمل إجراءات حفر عميقة لتصل إلى آبار البترول العميقة والمياه الجوفية واستخراج المعادن. ولقد وجد حسابيا أن إجراءات الحفر النووى توفر كثيرا من المال والوقت والأيدى العاملة حيث إنها تنجز المشروعات التى تحتاج لآلاف العمال وتستغرق عدة سنوات فى خلال أشهر قليلة.

انفعال Strain

التشوه الناتج عن إجهاد ما، ويعبر عنه بالتغير لكل وحدة من وحدات المقاس الأصلى، أو وحدات لإزاحة الزاوية فى حالة القص وأنواعه :

١ – الانفعال الطولى: وهو التغير فى الطول نتيجة تأثير قوة معينة على الطول الأصلى.

٢ – الانفعال الحجمى: وهو التغير فى الحجم للجسم نتيجة تأثير قوة معينة على الحجم الأصلى.

٣ – انفعال القص وهو لتشوه الحادث فى الجسم نتيجة تأثير قوة فى نفس مستوى القوة، ويقاس بالتغير الزاوى لمستوى الجسم عن الوضع الأصلى.

انكماش الأطوال المتحركة
Contraction of moving lengths

فى نظرية النسبية الخاصة لأينشتين، ليس للطول صفة مطلقة كما هى الحال فى الميكانيكا الكلاسيكية. وتبعا لذلك تنكمش الأطوال المتحركة فى نظر المشاهد الساكن كما تنكمش الأطوال الساكنة فى نظر المشاهد المتحرك.

$$l = l_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

حيث l_0 طول الجسم ساكنا،

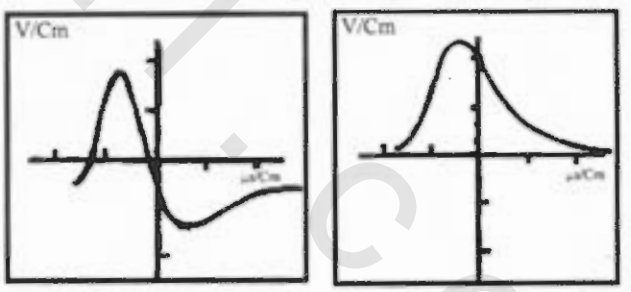
l طول الجسم نفسه إذا تحرك بسرعة v،

c سرعة الضوء .

أنواع النبضات
Pulses types

هناك نوعان رئيسيان من النبضات :

١ - النبضات الخطية Linear signals



(ب) نبضة ثنائيةالقطب (أ) نبضة وحيدة القطب

تحمل هذه النبضات معلومات عن الطاقة التى تحملها الأحداث events التى نتجت عنها النبضات، وبالتالى فإن سعة amplitude هذه النبضات تتغير بتغير الطاقة الخاصة بالحدث المعنى، ومن ثم فإن هذه النبضات ستغطى طيف الطاقة لمصدر الإشعاع لذى نحن بصدد الكشف عنه. وتتراوح سعة هذه النبضات بين الصفر–١٠ فولت وننتج غالبا عن المضخمات الأولية والرئيسية. وتكون موجبة أو سالبة وحيدة القطب unipolar أو ثنائية bipolar.

٢ - نبضات منطقية Logic signals

حيث تنقسم هذه النبضات إلى نبضات موجبة بطيئة، وسالبة سريعة. وتتميز هذه النبضات بأن لها شكلا وسعة محددة وثابتة. وتستخدم هذه النبضات لإعطاء معلومات زمنية timing information وللتحكم فى أداء بعض أجهزة القياس الأخرى. (انظر مادة : تشكيل النبضات)

ارتفاع النبضة
Pulse height

مقياس شدة أو سعة إشارة النبضة الخارجة من كاشف ما، ويقاس بالفولت، والنبضة إشارة كهربائية تنشأ عن حدث مفرد للإشعاع المؤين. (انظر: أنواع النبضات، تشكيل النبضات، المميز).

محلل ارتفاع النبضات
Pulse height analyzer

دائرة إلكترونية تفرز النبضات طبقا لارتفاعها أوفولتها، وتسجلها. (انظر: أنواع النبضات، ارتفاع النبضات، تشكيل النبضات، المميز)

أنود
Anode

فى الصمامات الإلكترونية: القطب الكهربائى الموجب الذى تتجه اليه الإلكترونات المنبعثة من الكاثود.

فى التحليل الكهربائى : الموصل الذى عنده يدخل التيار الكهربائى عند مروره فى سائل أو غاز.

أوبنهايمر، روبرت (١٩٠٤-١٩٦٧)
Oppenheimer, Robert

روبرت أوبنايمر
(١٩٠٤ – ١٩٦٧)

ولد عالم الفيزياء روبرت اوبنهايمر فى مدينة نيويورك فى ٢٢ ابريل ١٩٠٤ وأنهى دراسته الجامعية فى جامعة هارفارد عام ١٩٢٥ . وسافر إلى بريطانيا للعمل فى معمل رذر فورد بجامعة كامبردج فى انجلترا حيث قام مع العالم الكبير ديراك بدراسة صياغة جديدة لميكانيكا الكم وأخذ يطبقها على خطوط الطيف. حصل على درجة الدكتوراه عام ١٩٢٧ من جامعة جوتنجن وفى عام ١٩٢٨ اكتشف أوبنهايمر ظاهرة المروق فى ميكانيكا الكم.

عمل فى جامعة هارفارد بعد عودته إلى الولايات المتحدة الأمريكية، ثم عمل مستشارا لمعمل الفلزات بجامعة شيكاغو وبقسم خاص بتصميم الأسلحة النووية. وفى عام ١٩٤٣ –١٩٤٥ اختير للعمل فى المجهود الحربى أثناء الحرب العالمية الثانية حيث أشرف على إنشاء معمل لوس الاموس وكان أوبنهايمر المدير

obeikandl.com

التنفيذى لبرنامج تصنيع القنبلة النووية، حيث توج هذا العمل بنجاح تجربة تفجير أول قنبلة ذرية فى صحراء نيومكسيكو فى يوليو ١٩٤٥.

حصل اوبنهايمر على وسام الاستحقاق من الرئيس الأمريكى هارى ترومان عام ١٩٤٦، ثم عمل رئيسا للجنة الطاقة الذرية الأمريكية فى الفترة ١٩٤٦-١٩٥٢ حيث عمل على تطوير القدرات النووية الحربية للولايات المتحدة وخاصة الأسلحة النووية التكتيكية. فى عام ١٩٦٣ كرمه الرئيس كنيدى ومنحه أكبر تقدير علمى فى الولايات المتحدة وهى جائزة " انريكو فيرمى". توفى روبرت أوبنهايمر فى فبراير ١٩٦٧ بعد نجاحه فى تصنيع أول قنبلة ذرية.

أوزيراك، المفاعل العراقى Ozirak

هو مفاعل أبحاث عراقى من إنتاج فرنسى كان تحت التشغيل حينما قامت إسرائيل، لمحاولة منها لتدمير البرنامج النووى العراقى واجهاضه فى مراحله الأولى. وفى عملية أطلقت عليها " العملية الجراحية" أو عملية بابل . قامت فى السابع من يونيو ١٩٨١ ثمانى طائرات إف-١٦ وست طائرات من طراز إف-١٥ بمهاجمة المفاعل العراقى. حيث أصابته إصابة مباشرة بفعل قنابلها شديدة الانفجار إلا أن قائد العملية الكولونيل رئيف راز كان يعلم أن هذه العملية لن تقضى على البرنامج النووى العراقى تماما. وفى تصريح لرئيس وزراء إسرائيل حينئذ مناحم بيجن قال فيه: (سنضرب أى مفاعل تحاول العراق بناءه مرة أخرى، ولو قامت السعودية ببناء مفاعل سوف ندمره). وتدخل حالة ضرب المفاعل العراقى ضمن السيناريوهات المحتملة لتهديد اسرائيل أى دولة عربية تبنى هذا البرنامج، وذلك حتى تحافظ على احتكارها النووى. ولايغيب عن الأذهان أنه استمرارا للحفاظ على هذا الوضع قامت القوات الجوية الأمريكية أثناء حرب العراق والكويت عام ١٩٩٠. ويساعدها حلفاؤها الغربيون بالقضاء المبرم على القدرات النووية العراقية السلمية، ثم أوعزت الى فرق الأمم المتحدة بعد الانتهاء من الحرب بالإجهاز على باقى تلك القدرات.

وطبقا لكتابات إسرائيلية: كان العراق قبل غزوه للكويت على مسافة عام ونصف من بدء التشغيل الكامل لمشروع تخصيب اليورانيوم. ولو أن القيادة السياسية العراقية قد التزمت بضبط النفس، لكانت إسرائيل قد واجهت لأول مرة فى تاريخها، تهديدا نوويا فعليا".

أيسوبار Isobar

نويدة من بين مجموعة من النويدات المتساوية فى العدد الكتلى والمختلفة فى الشحنة.

أيسوتون Isotone

نويدة من عدة نويدات تتساوى فى عدد النيوترونات ولكنها تختلف فى عدد البروتونات التى تحتويها انويتها. فالبوتاسيوم-٣٩ والكالسيوم-٤٠ متساويان فى عدد النيوترونات (٢٠) ومختلفان فى عدد البروتونات ١٩، ٢٠ على التوالى.

ايسومرات نووية Nuclear isomers

نويدات عديدة متساوية فى عدد النيترونات ولكنها مختلفة فيما بينها من حيث إمكان بقائها فترات محسوسة فى حالات كمية مختلفة الطاقة والخواص الإشعاعية.

أينشتين، ألبرت (١٨٧٩ - ١٩٥٥) Einstein , Albert

البرت أينشتين
(١٨٧٩ - ١٩٥٥)

ولد ألبرت أينشتين " عام ١٨٧٩ بمدينة أولم " بألمانيا لوالدين ألمانيين، ينحدران من أصل يهودى. وقد تلقى تعليمه الأولى فى مدينة " ميونخ" ثم فى سويسرا بعد ذلك. ولم تبد خلال هذه الفترة من دراسته، أية دلائل تشير إلى نبوغ أو عبقرية. وعندما بلغ السابعة عشرة من عمره، التحق بمعهد البولى تكنيك الفيدرالى فى زيورخ بسويسرا، وبعد تخرجه فى عام ١٩٠١، حصل على الجنسية السويسرية وبعد وصول " هتلر إلى السلطة فى اوروبا كان فى الولايات المتحدة الأمريكية فقرر البقاء فيها واكتسب الجنسية الأمريكية عام ١٩٤٠.

وقد نال شهادة الدكتوراه فى العلوم الفيزيقية من جامعة زيورخ عام ١٩٠٥ وهو العام الذى نشر أبحاثه الفريدة التى لم تلق تفهما إلا من عدد قليل من العلماء الفيزيقيين. وقد تناول أحد هذه الأبحاث، جوانب النظرية الخاصة للنسبية، التى ظهرت بعد ذلك فى ثوبها النهائى عام ١٩١٥ باسم النظرية النسبية. وأدى ظهور هذه النظرية إلى إحداث انقلاب واقعى فى الأسس الثابتة لعلم الفيزيقا آنذاك. وأوضحت التجارب الخاصة بقياس سرعة الضوء، أنه ينتقل بسرعة ثابتة، سواء كان مصدر الضوء يتحرك بعيدا عن المشاهد، أو فى اتجاهه. وكان ذلك أمرا مناقضا لميكانيكا "بيوتن" .

وقد ساعدت النظرية الخاصة " لأينشتين "، على حل هذا التناقض، إذ حوت النظرية مفهوما جديدا للميكانيكا، ترتب عليه البرهنة على وجود تكافؤ أساسى بين الكتلة والطاقة. وكان " أينشتين " أول من قال بأن المادة صورة من صور الطاقة، كما أن الطاقة صورة من صور المادة. وأن العلاقة المتبادلة بينهما. يمكن صياغتها من الوجهة الرياضية. على هيئة المعادلة الشهيرة: الطاقة= الكتلة × مربع سرعة الضوء.

وعندما ينقص مقدار ضئيل جدا من الكتلة. فإنه يتحول إلى مقدار هائل من الطاقة . ولقد نال " أينشتين " جائزة نوبل" عام ١٩٢٢ عن تفسيراته بشأن الظاهرة الكهروضوئية، إلى جانب

تفسيراته عن " الحركة البرونية" . وكان تفسير " أينشتين " للظاهرة الكهروضوئية، نقطة تحول فى الفيزياء الحديثة. إذ لم تعط هذه التفسيرات. أول عرض واضح جلى لظاهرة تأين الفلزات، بفعل حزمة من الأشعة الضوئية فحسب، بل أثبتت كذلك، أن الضوء ينتقل على هيئة حزم منفصلة، أطلق عليها " أينشتين " اسم الفوتونان (وحدات الكم الضوئى). ومن ثم أمكن تقدير الضوء "كميا"، كما هى الحال مع المواد. وقد عرض " نيلز بور " – قبل ذلك بخمس سنين – طريقة مشابهة لتقدير طاقة الإلكترونات الموجودة داخل النواة كميا، ومن هنا أصبح الجو مهيأ لنشوء النظرية الكمية. وتعد كل من نظرية النسبية والنظرية الكمية، من الإسهامات الهامة للغاية، فى إرساء قواعد علم الفيزياء فى القرن العشرين.

وكان " اينشتين " معروفا بما يعتريه من حالات الشرود الذهنى. حتى إن سيرته الذاتية الخاصة، مترعة بالعديد من النوادر التى تروى عن ذلك. ومن هذه النوادر، مايروى أن أحد تلاميذه، لفت نظره فى أحد الأيام، إلى عدم ارتدائه جوارب. وقد لاحظ "أينشتين" – للمرة الأولى فى حياته، أن الجوارب تعد أحد أنواع الملبوسات التى تستهلك بسرعة. ولذلك قرر– منذ تلك الحادثة – ألا يرتدى جوارب طول حياته.

ويذكر أنه حينما أصبح معروفا على وجه التحقيق، عام ١٩٣٩، أن العلماء الألمان يبذلون جهدهم للتوصل إلى تحقيق عمليات الانشطار الذرى، التى يمكن أن تؤدى إلى صنع القنبلة الذرية، قام بارسال خطابه الشهير إلى الرئيس الأمريكى " روزفلت "، ونتيجة لهذا الخطاب، أنشىء " مشروع مانهاتن "، الذى أسفر عن تمكن الأمريكيين من إحراز قصب السبق فى مجال صناعة القنبلة الذرية، قبل أن يتمكن العلماء الألمان من ذلك. هذا وقد توفى " أينشتين " عام ١٩٥٥ بمدينة "برنستون " فى ولاية "نيوجرسى".

أيون Ion

إذا اكتسبت أو فقدت الذرة إلكترونا أو أكثر، سيظهر عليها شحنة كهربائية سالبة أو موجبة، وعندئذ تسمى "أيونا" . كما يمكن أن يحدث ذلك فى حالة الجزيئات وفى هذه الحالة يتكون ما يسمى "أيون جزىء". ويسمى الأيون المشحون بشحنة سالبة "أنيون". أما المشحون بشحنة موجبة فيسمى "كاتيون". وفى الرموز الكيميائية، تكون الأيونات مصحوبة بعلامات – أو + إشارة إلى الشحنة الكهربائية. وبعبارة أخرى، فإن علامة واحدة زائدة (+) تشير إلى أن الذرة، أو مجموعة الجزىء، كون ناقصة إلكترونا واحدا، ولذلك تكون شحنتها النهائية أحادية موجبة. وتدل علامتا ناقص (– –) على وجود الكترونين إضافيين على الأيون السالب.

وتعتبر حركة الأيون، هنا وهناك بوساطة مجالات كهربائية ومغنطيسية، سمة بارزة هامة من سماته. ففى المجال الكهربائى، يتحرك الأيون بطول خطوط المجال الكهربائى (فى اتجاه يعتمد على ماإذا كان موجبا أو سالبا)، بينما يتحرك فى المجال المغنطيسى، دائريا أو حلزونيا حول خطوط المجال. ولهذا الأمر أهمية لدى العلماء، ويثبت مثلا، أن اتحاد نوعين من المجالات، سوف يصنف مخلوطا من الأيونات المختلفة، وفقا لنسبة شحنتها إلى كتلتها. كذلك فإن اتحاد مجال كهربائى بآخر مغنطيسى، يمكن أن يستفاد به أيضا لحث الأيونات (خاصة أيونات وبروتونات الهيدروجين) فى معجل للجسيمات، لزيادة سرعتها، حتى تدانى سرعة الضوء. وتصطدم هذه الأيونات التى تنطلق بسرعة عالية، بهدف يكون معدنا فى العادة . ويساعد التفاعل الناتج، على دراسة مجموعة من غرف الاشتعال مثلا. وتعتمد غرف الاشتعال نفسها، على تأين الغاز. ليزود بداية الاشتعال، الذى يزيد فجأة بين لوحين معدنيين متوازيين، عندما تستخدم نبضات ذات جهد عال، وهكذا يشير إلى مسار الجسيم المشحون.

وفى الحقيقة، تعتمد معظم الأنواع الأخرى من كاشفى الجزيئات المشحونة أساسا على التأين بطريقة أو بأخرى. (انظر مواد : الكواشف النووية، والغازية).

(ب)

باحث (رائد) عن العظام Bone seeker

نظير مشع يميل إلى التراكم فى العظام عندما يدخل فى الجسم، مثال ذلك الاسترونشيوم-٩٠ الذى يشبه الكالسيوم فى سلوكه الكيميائى.

بارن Barn

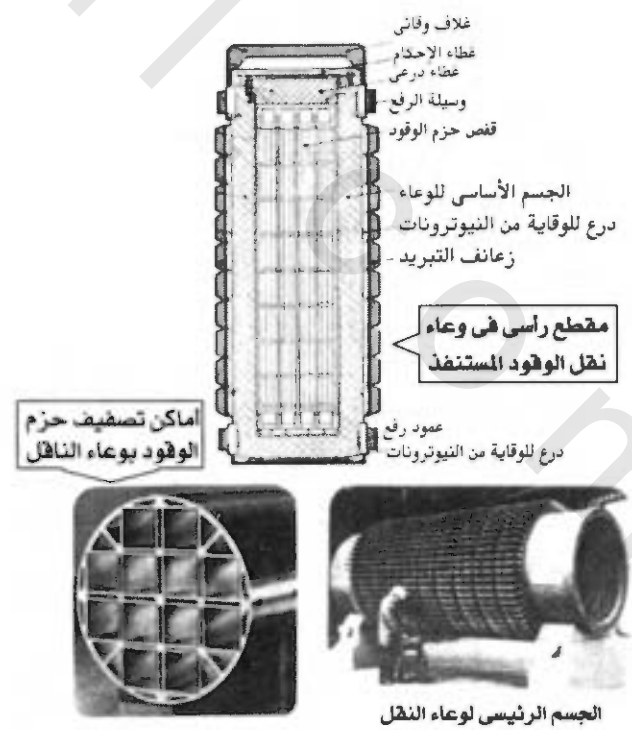
وحدة مساحة تساوى ١٠ $^{-٢٤}$ سم٢ وهى مساحة مقطع ذرة الأيدروجين، واتخذت كوحدة لتقدير قيمة المقاطع المستعرضة لمختلف الأنوية.

الباريونات Barions

فئة من الجسيمات الأولية للمادة، كتلة الواحد منها تساوى كتلة البروتون أو تزيد عليه.

برميل (النفايات) Cask, waste

وعاء ضخم مصمت يستخدم فى شحن أو تخزين الوقود المستهلك والمواد المشعة الأخرى. وللبرميل وظائف عديدة. حيث يوفر الوقاية الكيميائية، والميكانيكية، والحرارية، والنووية، والإشعاعية، وتبدد حرارة الاضمحلال أثناء النقل والشحن. كما تخضع هذه الأوعية لعديد من الاختبارات القاسية تحسبا لما يمكن أن تتعرض لها الأوعية خلال عمليات النقل.



بالومارز، حادثة Balomarz, accident

حادثة تصادم طائرتين حربيتين تحملان قنبلتين اندماجيتين (هيدروجينيتين) فى منطقة بالومارز فى أسبانيا فى يناير ١٩٦٦م. وأدى الحادث إلى احتراق القنبلتين وانتشار اليورانيوم والبلوتونيوم الموجود فى القنبلتين فى منطقة واسعة من الأرض وتلوثها بشدة.

بروتون Proton

جسيم دون ذرى يحمل شحنة موجبة تساوى فى القيمة شحنة الإلكترون إلا أن كتلته أكبر بحوإلى ١٨٤٠ مرة من كتلة الإلكترون. وهو عبارة عن نواة ذرة الهيدروجين المعتاد ويوجد منه واحد على الأقل فى نواة كل ذرة. إذا أدخل بروتون إلى نواة ذرة زاد عددها الذرى واحدا.

ويتأثر البروتون بكل من المجالين المغنطيسى والكهربائى، نتيجة وجود شحنة كهربائية به. ولا ينقسم البروتون إلى جسيمات أصغر، كما هو الحال مع النيترونات. على سبيل المثال. ولكن يمكن تحويل البروتون إلى جسم أثقل، يسمى حينئذ "بروتون فى حالة مستثارة"، ويحدث ذلك أثناء التصادمات ذات الطاقة المرتفعة. وسرعان ما تنتهى حالات الاستثارة هذه بعد أزمنة تصل إلى أجزاء من ترليون من الثانية، بانبعاث بعض الجسيمات — البايميزونات (كتلتها أكبر من كتلة الإلكترون ٢٧٠ مرة) وعودة الجسيم المستثار إلى حالته الأصلية وهى البروتون.

ويستفاد بالبروتونات المعجلة، فى صدم أهداف من عناصر كيميائية مختلفة، حيث تتكون نظائر ذات نشاط إشعاعى صنعى تصلح للاستخدام فى الأغراض الطبية والصناعية والزراعية. ويمكن استخدام هذه البروتونات كذلك لإعتاق البايميزونات من الأهداف، للانتفاع بها فى علاج الأنسجة السرطانية، نظرا لتميز البايميزونات عن الأشعة السينية. كما تشير التوقعات، إلى إمكانية الاستفادة بالبروتونات ذاتها، فى تشخيص مرض السرطان.

اتفاقية بروكسل .(الخاصة بتشغيل السفن النووية) Brokcel Convention

كانت هذه الاتفاقية ثمرة جهود مشتركة بين الجمعية البحرية الدولية والوكالة الدولية للطاقة الذرية. وقد وقعت هذه الاتفاقية كل من بلجيكا والصين والهند واندونيسيا وايرلندا وكوبا وليبريا واتحاد الملايو وموناكو وبنما والفلبين والبرتغال ومصر ويوجوسلافيا(قبل التفكك)، وأيدتها خمسون دولة منها بريطانيا وفرنسا واليابان ومعظم

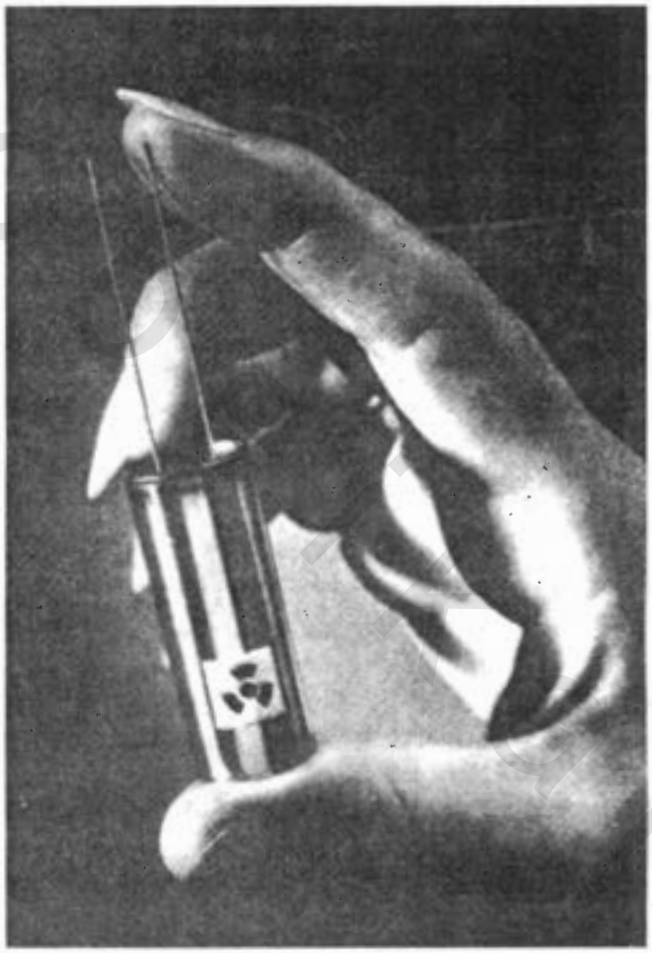
دول غرب أوروبا وعارضها كل من الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفيتى(سابقا). ودول أوروبا الشرقية وكانت الولايات والاتحاد السوفيتى أول دول امتلكت سفنا نووية. وتهدف الاتفاقية إلى توفير حماية مالية كافية ضد الأخطار النووية لمن يطالب بها، دون تعريض أصحاب السفن النووية أو من يشغلونها إلى مسئولية لا يحتملونها. وقد تضمنت ثمان وعشرون مادة حددت فيها من هو المسئول عن الأضرار، وما هى المبالغ اللازمة لضمان التعويض، ومدة المطالبة به، وإجراءات التقاضى والمطالبة، والأعمال الإجرائية الأخرى الخاصة بقوة إلزام المعاهدة ووضعها موضع التنفيذ، وإجراءات الانسحاب منها. ووضعت الاتفاقية نظاما معينا لتحديد المسئولية التى تنشأ عن تشغيل السفن النووية، إذ ركزتها فى شخص واحد هو مشغل السفن النووية كما جاء فى الفقرة ١ والمادة ٢ التى تنص على أنه " يعتبر مشغل السفينة النووية مسئولا مسئولية مطلقة عن جميع الأضرار النووية، عندما يثبت أن هذه الأضرار وقعت نتيجة لحادث نووى مسبب عن وقود أو بقايا مشعة تتعلق بسفينة نووية" وقد أخلت الاتفاقية اى شخص غير مشغل للسفينة من المسئولية حتى لو ثبت خطؤه أو إهماله، وكما نصت المادة ٢ فقرة ٢. وفى الحدود الضيقة أعفت مشغل السفينة إذا وقعت الحادثة النووية قبل استلامه الوقود النووى، أو بعد تسليمه البقايا المشعة إلى شخص آخر مسئول عن الأضرار النووية التى تحدث منها....الخ. وقد وقعت الاتفاقية فى بروكسل فى ٢٥ مايو ١٩٦٢.

بصريات نيوترونية Neutron optics

فرع من علم البصريات يختص بدراسة مسارات الحزم النيوترونية.

بطارية نووية Nuclear battery

بطاريات تستخدم النيوكليدات المشعة كمصدر للطاقة الكهربية حيث يستفاد من الطاقة الحرارية المتولدة من تحول النيوكليدات المشعة لتوليد الطاقة الكهربية من خلال تكوين المزوج الحرارى. ويعد عالم الطبيعة الإنجليزى "هنرى موزلى" صاحب أول ابتكار للبطارية النووية عام ١٩١٣ .وفكرة البطارية النووية بسيطة فى تركيبها وهى تعتمد أساسا على نوع النظير المشع واختياره، كما يراعى عدة اعتبارات أهمها: نقاء الأشعة الصادرة وشمولها جسيمات الفا ذات الشحنة الموجبة أو جسيمات بيتا ذات الشحنة السالبة، كما يجب أن تكون فترة نصف العمر طويلة لتحقق الفائدة المرجوة من استخدام البطارية النووية. وتستخدم هذه البطاريات فى أغراض هامة وحساسة كاستخدامها فى سفن الفضاء وأجهزة التجسس بسبب عمرها الطويل الذى يصل إلى عشرات السنوات. وهى لا تتأثر بالحرارة أو الضغط أوالمجال المغنطيسى. ومن أهم هذه النيوكليدات المشعة المستخدمة: السترونشيوم ٩٠ والبلوتونيوم ٢٣٨.



بطارية نووية

بطانة (النفايات) Liner, waste

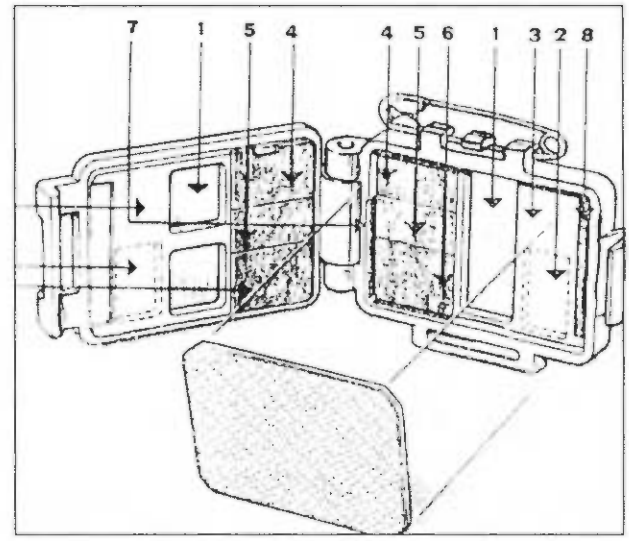
(أ) هى طبقة من مادة توضع بين قالب لعبوة النفايات وحاوية النفايات من أجل مقاومة التآكل وأى تدهور آخر لعبوة النفايات.

(ب) طبقة من الطين، البلاستر، الأسفلت أو أى مادة أخرى غير منفذة توضع حول أو تحت البناء الذى توضع فيه مخلفات لمنع التسرب والتحات أو التعرية.

بطاقة فيلمية لقياس الجرعات Film badge

نوع من وسائل مراقبة التعرض الإشعاعى الشخصية، أو مقياس للإشعاع الذى يسجل قيمة التعرض الإشعاعى للأفراد بواسطة فيلم فوتوجرافى حساس. وهو عبارة عن حامل بلاستيك (بادج)، بداخله فيلم فوتوغرافى حساس للأشعة يعلقه الشخص الذى يتطلب عمله التعرض للإشعاع. وبعد فترة من الزمن كل ثلاثة شهور أو شهرين. يحمض الفيلم. ويتم

قياس شدة العتامة فيه بواسطة جهاز قياس عتامة الفيلمDensitometer، ويتم تحويل شدة العتامة إلى الجرعات الإشعاعية الممتصة باستخدام منحنى معايرة، الذى يمثل العلاقة بين درجة الفيلم والجرعة الإشعاعية. وفى البطاقة الفيلمية يوجد جزء مفتوح لامتصاص كل أنواع الأشعة، وجزء خفيف من البلاستيك، ليسمح بمرور أشعة بيتا، وبجانبه جزء سميك لا يسمح بمرور أشعة بيتا، وأيضا يوضع بعض أنواع المرشحات الخاصة للتمييز بين الأنواع المختلفة للإشعاعات.

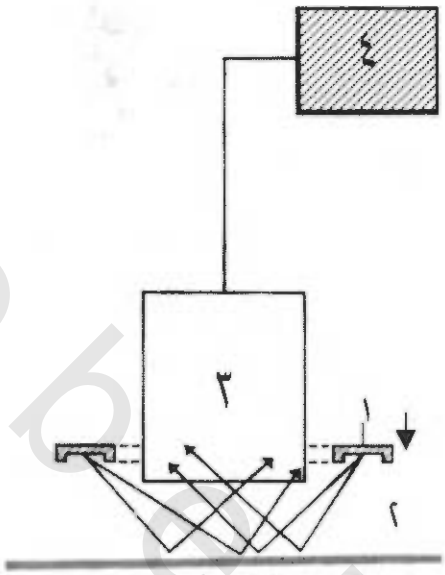


البطاقة الفيلمية (فلم بادج)
وتظهر فيها أجزاء الفلم بادج

١ – الفتحة الأمامية.
٢ – طبقة البلاستيك الخفيفة.
٣ – طبقة البلاستيك السميكة.
٤ – سبيكة الألمنيوم والنحاس.
٥ – مرشح الكادميوم والرصاص.
٦ – مرشح القصدير والرصاص.
٧ – حافة واقية من الرصاص.
٨ – مرشح الأنديوم.

البعثرة (التشتت) العكسية Back scattering

تتشتت الإشعاعات الناتجة عن النويدات المشعة خلال مرورها فى المادة التى تمر فيها الأشعة. وتنعكس نسبة معينة من الأشعة المبعثرة فى اتجاه السقوط ويمكن قياس هذه النسبة. وفى حالة أشعة بيتا تزداد الأشعة المشتتة بزيادة العدد الذرى للمادة. وتمتاز طريقة البعثرة العكسية بأن مصدر الإشعاع يوضع مع جهاز القياس فى نفس الجهة من الشىء المراد قياسه. وتستخدم هذه الطريقة صناعيا فى قياس تخانة الطبقات. وفى تعيين العدد الذرى الفعال وفى قياس نسبة مكونات السبائك. (انظر: استطارة مرتدة)



التشتت العكسى
١ – مصدر للإشعاع
٢ – الشىء المراد قياسه
٣ – مستقبل الإشعاع
٤ – مجموعة قياس الكترونية

بللورات Crystals

يمكن تقسيم المواد الجامدة (الصلبة) جميعا إلى نوعين: نوع متبلور وآخر غير متبلور. وتستقر الذرات أو الجزيئات فى حالة التركيب البللورى، مرتبة فى صورة نمطية، فى نسق منظم يعرف بالهيكل البللورى. بينما فى حالة المواد الجامدة غير المتبلورة لا يمكن تمييز أى ترتيب لها على الإطلاق. وفى الحقيقة فإن جميع المواد مرتبة بشكل ما بالرغم من أن هذا الترتيب قد لا يتعدى بعض الذرات. وتعتبر معظم المواد الصلبة غير المتبلورة فى الواقع مجموعة من البللورات بالغة الصغر مختلطة مع بعضها بغير نظام.

ومن حيث التركيب الذرى للبللورات، فبوجه عام، فإن المواد الصلبة تكون كثافتها أكبر من كثافة السوائل أوالغازات، ويرجع السبب فى ذلك، إلى أن الذرات **أو الجزيئات فى المواد الصلبة تتراص بجوار بعضها**، وتتدانى بحيث تصبح المسافة عادة بين الذرات مساوية لأنصاف أقطار هذه الذرات وهى تساوى عدة أعشار من النانومتر (والنانومتر = ١/مليون =$(١٠)^{-٩}$ من المتر).

وهناك عدة أنواع من القوى والروابط الكيميائية التى تربط الذرات وتشدها إلى بعضها وتشمل هذه الروابط، الرابطة الأيونية أو التكافؤ الكهربائى، والرابطة التساهمية، والرابطة المعدنية. وهناك أيضا قوة " فان دير فال" وهى رابطة ضعيفة توجد بين الجزيئات وبين بعضها. وتحدد هذه الروابط بدرجة كبيرة شكل البللورة وخواصها

الفيزيقية، مثل اللون ومعامل الانكسار والموصلية الكهربائية والموصلية الحرارية.

ولا ترتبط الذرات والجزيئات في حالة المواد الصلبة المتبلورة مع بعضها بقوة ما، ولكن تتذبذب في توازن مع الذرات أو الجزيئات المجاورة، وكلما ارتفعت درجة حرارة البللورة زادت الذرات اهتزازا، وكلما كبرت سعة الذبذبة حتى تتغلب على قوى التماسك بينها وبين بعضها، فينفرط عقدها، ويتحطم النسق البللورى حتى تنصهر البللورة تماما. وعلى وجه العموم، فإن المواد التى تكون بين ذراتها وجزيئاتها أقوى الروابط تكون لها أعلى نقاط انصهار. ويعتبر الماس من أكثر المواد البللورية الطبيعية المعروفة للإنسان صلادة، وينصهر عند ٣٧٠٠ ^{0} م (٦٦٩٢ ف).

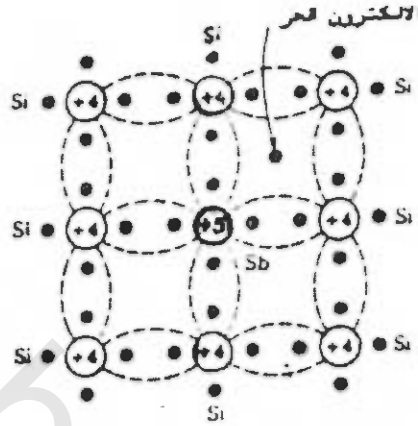
ويكون من الصعب عادة التمييز بين البللورات المختلفة، إذ يكون مطروحا عدم انتظام شكلها الخارجى، مما يتناقض مع التماثل الداخلى للبللورة. وللتعمق أكثر داخل البللورة فإن عالم البللورات يستخدم عادة تقنيات الأشعة السينية.

ويمكن تنفيذ عملية التبلور صناعيا. حيث تحدث عملية التبلور عادة عندما يتم تبريد محلول مركز أو مصهور. وفى بعض الحالات يكون ضروريا وضع جسيم دقيق من المادة الجامدة فى المحلول. ويكون هذا الجسيم الدقيق هو النواة التى تنمو حولها البللورة. ومن الممكن تكوين البللورة على نواة مادة أخرى؛ فمثلا يستخدم يوديد الفضة لتكوين الثلج اصطناعيا، على شكل سحب، تنهمر منها الأمطار مدرارا.

البللورة السالبة

Negative or Doner crystal (n-type)

إذا تكونت بللورات أشباه الموصلات مثل السليكون أو الجرمانيوم من محلول يحتوى على نسبة ضئيلة من ذرات عنصر خماسى التكافؤ مثل الزرنيخ Arsenic (As) أو الأنتمونى Antimony (sb)، فإن البللورات الناتجة تحتوى على بعض ذرات العنصر خماسى التكافؤ. وفى هذه الحالة فإن أربعة من الإلكترونات الخمسة فى العنصر خماسى التكافؤ تشترك فى تكوين الروابط، بينما لا يدخل الإلكترون الخماسى فى تكوينها، ويصبح بذلك بمثابة إلكترون حر يعمل على نقل التيار الكهربى، ونتيجة لذلك تصبح البللورة موصلة بدرجة أكبر للكهربية. والطاقة اللازمة لتحرير الإلكترون الخامس فى حدود ٠,٠٥ إلكترون فولت للسيليكون، و٠,٠١ الكترون فولت للجرمانيوم. ويطلق على هذا النوع من البللورات بالبللورات السالبة أو (n-type).

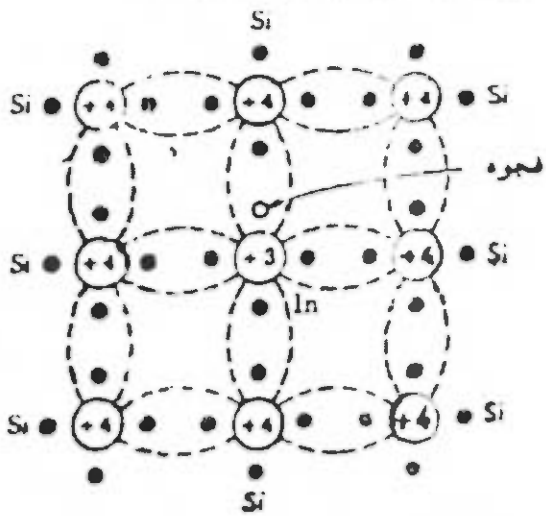


البللورة السالبة (N-type) تتكون من ذرات السليكون وفيها إحدى ذرات السليكون أزيلت، وأحلت بذرة خماسية التكافؤ وهى الأنتمونى.

البللورة الموجبة

Positive or Acceptor crystal (P-type)

فى حالة إضافة نسبة صغيرة من عنصر ثلاثى التكافؤ مثل البورون Boron (B) أو الجاليم Gallium (G) إلى بللورة السيليكون أوالجرمانيوم، فإن ثلاثة روابط تكون كاملة، حيث تحتوى كل منها على إلكترون بينما الرابطة الرابعة تحتوى على إلكترون واحد. وبذلك يتضح أن البللورة وكأن بها فجوة خالية هى مكان لإلكترون غير موجود، وهكذا التركيب البللورى يسمح بانتقال أحد الإلكترونات من رابطة مجاورة ليملأ هذه الفجوة تاركا فى مكانه الأصلى فجوة جديدة تسمح بانتقال إلكترون آخر من رابطة مجاورة ليملأ هذه الفجوة تاركا مكانه فجوة ثالثة. وهكذا يبدو كأن الفجوات تتحرك داخل البللورة بسهولة ويصبح السيلكون أو الجرمانيوم فى هذه الحالة موصلا بدرجة أكبر للكهربية. ويطلق على هذا النوع من البللورات بالبللورة الموجبة أو (P-type).



البللورة الموجبة (P-type) فيها إحدى ذرات السليكون أزيلت وأحل مكانها ذرة ثلاثية التكافؤ وهى ذرة الأنديوم.

بلمرة مستحثة بالإشعاع
Radiation - induced polymerization

هناك العديد من المركبات العضوية والتى يؤدى تعرضها للإشعاع إلى إكسابها صفات أفضل. ومن تلك المركبات البوليمرات (تستخدم كلمة بوليمر. لوصف الجزيئات الكبيرة التى تتكون من سلسلة أو شبكة من وحدات متكررة. وتكون البوليمرات إما طبيعية وإما صناعية، وأيضا عضوية أو غير عضوية) مثل البولى اثيلين والبولى فاينيل كلوريد والتى تكتسب مقاومة أكبر للحرارة وللتآكل الكيميائى وتكون أكثر صلابة. وتتكون المادة الأصلية من هذه المركبات من سلاسل طويلة ومتوازية من الجزيئات، ويساعد الإشعاع على ربطها عرضيا فى عملية تسمى بالربط العرضى أو المقطعى. وقد أثبتت الدراسات الاقتصادية أن استخدام الإشعاع فى صناعة الكوابل العازلة والمصنوعة من مادة البولى اثيلين فى اليابان بالإضافة إلى جودته فإنه أقل تكلفة، حيث تكلف إنتاج المتر الواحد من المادة العازلة ٢,٦ دولار مقارنة بـ٣,١٤ دولارات باستخدام الطرق الكيميائية.

بلوتونيوم
Plutonium

عنصر يتم إنتاجه بقذف عنصر اليورانيوم بالنيوترونات. ويقصد به عادة النظير الإنشطارى (بلوتونيوم- ٢٣٩) حيث يتم إنتاجه فى المفاعلات كما يمكن استخدامه كوقود فى مفاعلات القوى العملاقة لتوليد الكهرباء وفى إنتاج الأسلحة النووية.

ويوجد للبلوتونيوم ١٧ نظيرا مشعا يتراوح عمر النصف لكل منها من بضع ساعات إلى ٨٣ مليون سنة وأهم هذه النظائر هو البلوتونيوم ٢٣٩ الذى يصل نصف عمره إلى حوالى ٢٥ ألف سنة وترجع أهميته إلى شدة قابليته للانشطار تحت تأثير النيوترونات البطيئة بنسبة أكبر من اليورانيوم ٢٣٥ ولهذا السبب فإن البلوتونيوم ٢٣٩ يستخدم فى صناعة الأسلحة النووية ويتم الحصول عليه فى المفاعلات النووية بكميات كبيرة جدا، وذلك بقذف اليورانيوم ٢٣٨ بالنيوترونات.

بقاء الطاقة
Conservation of energy

إذا تحرك جسم أو مجموعة أجسام فى مجال قوى كان مجموع طاقتى الحركة والوضع ثابتا فى جميع الأوضاع.

بقاء المادة
Conservation of matter

قانون طبيعى يفيد أن المادة تتحول من صورة لأخرى بحيث لا تفقد شيئا من وزنها فى هذا التحول. وقد اكتشف أينشتين تكافؤا بين المادة والطاقة بحيث لو فقد جزء من الكتلة فى تفاعل نووى ظهر على صورة طاقة عالية جدا.

(انظر مادة : طاقة الترابط).

بقاء كمية الحركة
Conservation of momentum

فى حالة تصادم الأجسام يبقى المجموع الاتجاهى لكميات الحركة ثابتا قبل التصادم وبعده. وتسرى هذه القاعدة كذلك على حالة الانفجار.

بور، نيلز (١٨٨٥ - ١٩٦٢)
Bohr , Niels

نيلز بور (١٨٨٥ - ١٩٦٢)

ولد " بور " بكوبنهاجن لأسرة متقدة الذكاء، عرفت بشغفها الشديد بالعلم، وكان متفوقا ومتميزا فى علم الفيزياء، وهو لا يزال طالبا. وقد سافر "بور" بعد حصوله على الدكتوراه عام ١٩١١ ليعمل بانجلترا، فعمل أولا مع العالم " جى. جى طومسون" فى معمل "كافنديش" بكامبريدج، وفى عام ١٩١٢ عمل مع " ارنست راذرفورد" بعض التجارب التى أدت إلى التوصل إلى مفهوم جديد عن كنه الذرة. ووفقا لمفهوم العالم "راذرفورد"، فإن الذرة تتكون من نواة لها شحنة موجبة، والكترونات تحمل شحنات سالبة، وتدور حول النواة. ومن ناحية أخرى، ووفقا للنظريات التقليدية، فإن هذه الإلكترونات، تبتعث أثناء حركتها بإشعاعات تتسبب فى فقدها بعض الطاقة، وتتحرك حركة مغزلية بطيئة، فى اتجاه النواة. ولكن لا يظهر ذلك للعيان.

ولتوضيح هذه النظرية، قام " بور" بخطوة نظرية واضحة، قادت كل الأفكار الأخرى عن الذرة .فقد ربط ما يحدث فى الذرة، باكتشاف العالم "ماكس بلانك" عام١٩٠٠ وهو أن الطاقة ليست مستمرة، ولكن تأتى على شكل حزم صغيرة، أو كميات. وقد أكد "بور" أن الإلكترونات يمكنها أن تدور حول النواة، دون أن تشع أية طاقة، ولكن يكون ذلك ممكنا فى مدارات بعينها، كل منها يقابل مستوى مختلفا للطاقة. ويشع الإلكترون أو يمتص كمية معينة من الإشعاع — كمية من الطاقة – فقط. عندما يقفز بين مدارين، أومستويين مختلفين للطاقة. وقد أثبت العالم " نيلز بور" أن تردد الإشعاع الممتص أو المشع، يقابل مقدار الاختلاف فى الطاقة بين مدارات الإلكترون. وعرفت هذه الفكرة لأول مرة، طبيعة الكم "أصغر مقدار من الطاقة يمكن أن يوجد مستقلا للمواد". وبالرغم من أن العلماء قد أدخلوا تعديلات على النظرية الذرية لبور إلا أنه قد منح جائزة "نوبل" فى علم الفيزيقا لعام١٩٢٢ عن اكتشافاته فى مجال الذرة.

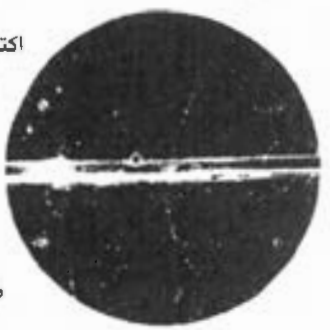
وفى عام١٩٢٠ أقيم معهد لعلم الفيزيقا بكوبنهاجن خاصا به، وفيه بدأ ينظر إلى نواة الذرة، كقطرة من سائل، حيث تمتص الجسيمات عندما تقذف بالإلكترون، ثم تشع ثانية جسيمات أخرى، وفى حالة النوى الثقيلة، فإنه من المحتمل أن تنقسم النواة إلى جزأين. وفى عام ١٩٣٨ لاحظ الفيزيقيان الألمانيان "اوتوهان" و"فريتزستراسمان" أن

اليورانيوم ينقسم فعلا بهذه الطريقة. وقد أطلقت زميلة له وهى "ليز ميتز" وابن أخيها "أوتوفريش" على تلك العملية اسم انشطار. واستنتجت أيضا أن كمية من الطاقة سوف تنطلق. وقد تلقى بور هذا النطور عام ١٩٣٩، وأثناء وجوده بمدينة "برينستون" بالولايات المتحدة مع "جون ا. هويلر" قام بعمل حساباته التى تؤكد أن النظير: يورانيوم ٢٣٥ هو الذى ينشطر، ومبشرا بذلك باقتراب عصر الطاقة الذرية وكان ذلك قبل بداية الحرب العالمية الثانية مباشرة.وقد فر بعد ذلك من بلاده لتعرضه للسجن، وذهب إلى الولايات المتحدة الأمريكية ليكتب له المشاركة فى التمهيد لصنع القنبلة الذرية، فى الوقت الذى سعى فيه للتحكم فى مثل هذه القوة الهائلة المدمرة.

وقد أيد سياسة الانفتاح، التى تقضى بألا تحتفظ دولة واحدة بالتقدم سرا دون غيرها من الدول .وبعد الحرب عاد بور إلى كوبنهاجن عام ١٩٥٠ وساهم فى تكوين المركز الأوربى للأبحاث النووية، وفى عام ١٩٥٧ منح "بور" الجائزة الأولى عن : الذرة من أجل السلام.

بوزيترون Positron

هى إلكترونات موجبة، عندما تصطدم تحت ظروف خاصة مع الإلكترونات يختفى إلكترونين وينبعث فوتونان. وهذه العملية يطلق عليها "إندثار(فناء) الإلكترون" والفوتونات التى تنبعث تسمى الإشعاع الفانى.



اكتشاف البوزترون عام ١٩٣٢. أول ملاحظة للبوزترون تم الحصول عليها بواسطة الغرفة السحابية، وقد مكن من استنتاج كتلة الجسيم- معرفة نصف قطر تقوسه وشدة الشق الرقيق – ووجدت مساوية لكتلة الإلكترون.

بوزترونيوم Positronium

جسيم يتكون من بوزترون والكترون يدور أحدهما حول الآخر لفترة وجيزة جدا تسبق تلاشيهما معا وظهور كمية طاقة تساوى ١٫٠٢ ميجا الكترون فولت.

بوزون Boson

جسيم كمية حركته الزاوية نh حيث ن عدد صحيح أو صفر. h ثابت بلانك. ويخضع البوزون لقانون بوز – أينشتين الإحصائى .

البوزن زد Boson Z

تصف فيزياء الجسيمات الأولية عالم ما تحت النوى الميكروسكوبى. الذى يخضع لقوانين نظرية النسبية الخاصة وميكانيكا الكم، وهكذا يمكن فى تصادم جسيمات جديدة عالية الاستطاعة جدا «خلق» جسيمات جديدة بدءا من الطاقة الأولية، وهذا يوضح علاقة أينشتاين الشهيرة $E = mc^2$ التى تربط الكتلة والطاقة بسرعة الضوء c ففى هذا النوع من التفاعلات، ليس ما يحفظ هو الكتلة، بل الطاقة.

البوزون Z ثقيل جدا فهو أثقل بـ١٠٠ مرة من البروتون وينبغى «لصنعه» فى خلال تصادم إلكترون – بوزترون («حادثة» تحدث فى الياقوت العادى) تزويد الحزم بطاقة تساوى على الأقل ما يكافئ كتلة Z، فإن أحكمت طاقة المعجل على هذه الكتلة تولدت البوزونات Z التى يمكن دراسة خواصها بنواتج تفككها.

وفى الواقع، البوزن Z غير مستقر ويعيش هنيهة صغيرة جدا، والمادة العادية التى تركب منها مكونة من نوى وإلكترونات مستقرة وبالمقابل فإن معظم الجسيمات التى تنتج فى المختبرات أو التى تولدها الأشعة الكونية تتفكك وديمومتها متباينة كثيرا، ففى حالة البوزون Z إنه مرتبة 10^{-24} ثانية ومن الواضح أن هذا الزمن غير مقيس: ففى سلم مقاييسنا سرعان ما يتفكك البوزون Z منتجا زوجا من اللبتونات أو زوجا من كوارك – مضاد كوارك. إن اللبتونات (الإلكترونات، الميونات والتاوات) سهلة الكشف، أما الكواركات فلا تلاحظ فى الحالة الحرة، فهى تتخفى فى دفق الجسيمات. إن الديمومة القصيرة جدا للجسيمات، Z و W تجعل كتلتها غير معينة تماما فالجسيم غير المستقر يتصف بكتلة «وسطى» و «عرض فى الكتلة» مرتبط عمره بعلاقة هايزنبرج الشهيرة. فالبوزون Z، الذى كتلته $91.19\ GeV/c^2$، يتصف بعرض فى الكتلة قدره 2.49 GeV/c2 وهذا العرض يؤثر بخاصة فى عمليات إنتاج Z.

فإذا تغيرت طاقة حزم الإلكترونات والبوزيتونات حول كتلة Z، تغير احتمال الإنتاج بتغير الطاقة الأولية بحسب منحنى التجاوب، حيث النهاية العظمى والعرض يوافقان الكتلة الوسطى والعرض فى كتلته. أضف إلى ذلك أن هذا التجاوب حاد جدا لأن وجود البوزون Z يضاعف احتمال تفاعل الإلكترونات والبوزيتونات ٤٠٠٠ مرة، إذًا فإنتاج البوزونات Z أسهل نسبيا.. وفعلا فإن إنتاج الجسيمات الأولية وتفككها يخضعان إلى ميكانيكا الكم الذى لا يفصح إلا عن احتمالات التفاعلات. (انظر: القوى النووية الضعيفة).

بوزون هيكز Higgs boson

يعتقد أن هذا البوزون هو الذى يعطى الجسيمات تكتلها، ويكسر التناظر بين التفاعل الكهرطيسى والتفاعل الضعيف. ولا تعرف كتلة بوزون هيكز هذا، ولكن يعتقد أنها قريبة من مائة جيجا إلكترون فولت، وأنها حتما أكبر من ٦٠ ج أ ف. وإذا كان بوزون هيكز أثقل من ضعف كتلة البوزون المتوسط الشعاعى. الذى كتلته قريبة من ٨٠ج. أ. ف، والذى يكون موجب الشحنة، أو سالبها، أو عديمها.

فإن بوزون هيكز يستطيع أن يتفكك إلى بوزونين متوسطين شعاعيين، أى يحدث عندئذ التفكك التالى:

$$W^- + W^+$$

بوزون هيكز← أو

$$Z^0 + Z^0$$

والبوزون المتوسط الشعاعى الحيادى Z^0 يتفكك إلى ميونين:

$$\mu^- + \mu^+ \leftarrow Z^0$$

والميون قليل التفاعل. ولذلك يمكن، إذا كان ذا طاقة عالية، أن ينفذ ثخانة كبيرة من الحديد، وأن يبرز منها إلى حيز لا يوجد معه فيه جسيم آخر، فيمكن عندئذ كشفه بسهولة.

هذا إذا كان النموذج الشائع الآن فى فيزياء الجسيم (نموذج سلاّم وصاحبيه) صحيحا، أما إذا لم يكن فقد يكشف مصادم الجسيمات الأوروبى الكبير الذى يبنى فى " سيرن " ظواهر فيزيائية جديدة غير متوقعة (يتوقع أن ينتهى من بناؤه فى عام ٢٠٠٥)، حيث تعد الغاية الأساسية لبناء هذا المصادم البحث عن بوزون هيكز.

بقعة حارة Hot spot

مساحة سطحية ذات نشاط إشعاعى أعلى من المتوسط. وهى أيضا جزء من سطح عنصر الوقود صار فائق السخونة.

البولونيوم Polonium

عنصر مشع عدده الذرى ٨٤ .اكتشفه الزوجان مارى وبيير كورى عام ١٨٩٨ وأطلقت عليه مارى هذا الاسم نسبة إلى بلدها بولندا، وله خواص البزموت، ويستخدم كمصدر لإنتاج أشعة الفا حيث يتحلل إلى عنصر الرصاص Lead مصدرا أشعة الفا. وللنظير (PO^{210}) عمر نصف 138يوم.

بلازما Plasma

البلازما هى حالة المادة التى تتميز بدرجة عالية من التأين فى ذراتها، تصل إلى التأين التام. وحسب درجة التأين α (أى النسبة بين تركيز الجسيمات المشحونة إلى التركيز الكلى للجسيمات) يجرى التمييز بين: البلازما ضعيفة التأين، والبلازما معتدلة التأين، والبلازما كاملة التأين. وفى الظروف الطبيعية تتواجد البلازما ضعيفة التأين فى الأيونوسفير. أما الشمس والنجوم الساخنة وكذلك بعض السحب الموجودة بين النجوم، فتمثل نماذج للبلازما كاملة التأين تتكون عند درجات الحرارة العالية للغاية.

والبلازما موصل جيد للكهرباء، وهى فى بعض الأحيان أفضل من الموصلات المعدنية. ونحصل على البلازما بتأيين الغاز العادى، أى بتحويله إلى جزيئات مشحونة عن طريق التفريغ لشديد للغاز الموجود فى مجال كهربى قوى فيصبح الغاز بأجمعه متأينا أى بلازما. وهناك طريقة أخرى لإنتاج البلازما من خلال تسخين الغاز فى أوعية خاصة تتحمل درجات الحرارة العالية التى قد تصل إلى ٥٠ ألف درجة مئوية على الأقل، حيث تتزايد طاقة الحركة لكل جزيئات الغاز بالتسخين الشديد، وحيث يؤدى التصادم القوى الناتج فيما بينها إلى انطلاق جميع الإلكترونات من داخل الذرة، فيحدث التأين الكامل. وتستخدم البلازما حاليا فى مجالات كثيرة، فى تطوير بحوث تفاعلات الاندماج النووى، وفى المعجلات النووية، وفى مكبرات الموجات الصغيرة جدا " الميكروويف "، وفى أشعة الليزر. كما أن التحكم فى حركة البلازما هو أساس استخدامها كجسم عامل فى مختلف المحركات لتحويل الطاقة الداخلية إلى طاقة كهربائية بصورة مباشرة(المولدات الايدروديناميةالمغنطيسية، والمنابع البلازمية للطاقة الكهربائية) (انظر مواد: الإندماج النووى، الدورة الكربونية)

بلاكيت، باتريك(١٨٩٧-١٩٧٤) Blackett, Patrick

باتريك بلاكيت
(١٨٩٧ - ١٩٧٤)

ولد باتريك بلاكيت فى مدينة لندن فى ١٨ نوفمبر ١٨٩٧ وتعلم فى الكلية الحربية البحرية وعين ضابطا بعد تخرجه عام ١٩١٤، ثم التحق بجامعة كامبردج عام ١٩١٩ وتخرج بامتياز فىالفيزياء عام ١٩٢١ ثم عمل مع ارنست رذر فورد بمعمل كافندش. اجرى بحوثا مع زميله العالم الإنجليزى اكهالينى وهى خاصة بتطوير غرفة ويلسون السحابية، حيث قام بتصميم غرفة سحابية تعمل بطريقة أوتوماتيكية لفترات طويلة وباستخدامها استطاع دراسة التصادم المرن لجسيمات الفا مع أنوية ذرات الهليوم وكذلك درس انحلال انوية ذرات النيتروجين وتحولها إلى انوية ذرات الأكسجين. وقام بإجراء بحوث فى مجال الفيزياء النووية والأشعة الكونية، حيث اكتشف مع زميله عملية الإنتاج الزوجى التى تحدث فى الأشعة الكونية حيث تتحول أشعة جاما إلى إلكترون سالب وإلكترون موجب وهو مايؤكد صحة نظرية اينشتين فى إثبات تحول الطاقة إلى مادة. لقد كان للعالم الإنجليزى بحوث هامة أهّلته للحصول علىٰ جائزة نوبل فى الفيزياء عام ١٩٤٨، ومنها دراسة التأثيرات المصاحبة لمرور الأشعة الكونية فى الغلاف الجوى والتحقق من نظرية الكوانتم النسبية للإلكترون. كما منح باتريك ميدالية الاستحقاق عام ١٩٤٦ تقديرا لبحوثه فى أعمال الحرب البحرية المضادة للغواصات أثناء الحرب العالمية الثانية. كما منح لقب بارون فى عام ١٩٦٩ .ثم توفى ١٣ يوليو ١٩٧٤ عن عمر يناهز ٧٧ عاما.

بلانك، ماكس (١٨٥٨ - ١٩٤٧) Plank , Max

ماكس بلانك
(١٨٥٨ - ١٩٤٧)

يعرف " ماكس بلانك " بأنه صاحب " النظرية الكمية للإشعاع الكهرومغنطيسى " وقد عرضها أول مرة، فى اجتماع للجمعية الفيزيقية الألمانية عقد فى ديسمبر عام ١٩٠٠.

ولد "ماكس بلانك" فى مدينة "كيل" الألمانية عام ١٨٥٨، ثم انتقل مع عائلته إلى "ميونخ"، حيث التحق بمدارسها، ثم درس بجامعتها، وبعد فترة رحل إلى جامعة "برلين"، كى يتتلمذ على يد كبار علماء الفيزياء فى عصره، أمثال "هيرمان فون هيلمهولتز"، "جوستاف كيرشوف". وقد اهتم "بلانك"، طوال حياته الحافلة، اهتماما خاصا بالحرارة، التى تعرف حاليا باسم الديناميكا الحرارية، حتى أنه تقدم لنيل درجة الدكتوراه. برسالة وأبحاث تدور جميعا حول هذا الموضوع. وكان من نتيجة ذلك، أن أصبح استاذا فى جامعة "برلين". وعلى النقيض من معظم العلماء، لم يبرز التفكير العلمى، الذى ينسب بالفخر إلى صاحبه "بلانك"، فى رأس هذا العالم، إلا بعد أن تقدم به العمر، وبلغ ٤٢ عاما. ويتمثل هذا التفكير العلمى، فى توصله إلى اكتشاف النظرية الكمية للطاقة، التى نال عنها جائزة "نوبل" عام ١٩١٨ .وكان بلانك أول من تحقق من حتمية وجود الطاقة التى تحملها جميع الموجات الكهرومغنطيسية (مثل الضوء، أو الحرارة، أو موجات الراديو) على هيئة حزم منفصلة، أو كميات صغيرة جدا، وأنها لا توجد موزعة على هيئة موجية مستمرة. وقد استعان على إثبات نظريته تلك، بنظرية الجسيمات عن الضوء التى سبق أن لفظها " نيوتن ".

وبالرغم من الانقلاب الذى حققه " بلانك " بنظريته الكمية على فيزيقا " نيوتن " التقليدية، إلا أنه ظل يعانى طيلة حياته بالشعور بالأسف العميق على الصدع الذى كان يعتقد أن نظريته قد أحدثته فى علم الفيزياء. وحتى وفاته - قد اقترب عمره من التسعين - داوم على الجهاد للتوفيق بين الفيزيقا التقليدية التى آمن بها وقام على تدريسها، وبين الفيزيقا الحديثة التى أرسى قواعدها.

بلاوشير Plowshare

برنامج وضعته لجنة الطاقة الذرية الأمريكية للبحث والتطوير فى الاستخدامات السلمية للمتفجرات النووية. وتتضمن الاستخدامات: الحفر على نطاق واسع كحفر القنوات والموانئ. وسحق كتل الخامات، وإنتاج النظائر الترانسيورانية الثقيلة. والمصطلح مستمد من الإنجيل سفر اشعيا ٢ : ٤ .

البوزجانى، محمد (٣٢٨-٣٨٨هـ)(٩٣٩-٩٩٨م)
Bosgani, Mohamed

هو محمد بن محمد بن يحى بن إسماعيل بن عباس البوزجانى، وكنيته أبو الوفا. ولد بمدينة بوزجان وتوفى ببغداد عن عمر بلغ ستين عاما.

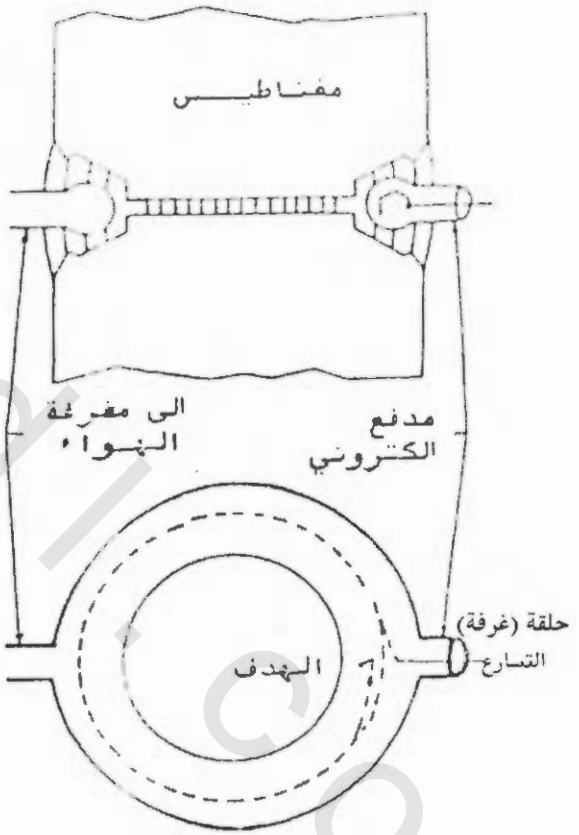
درس الرياضيات على عمه المغازلى، وخاله ابن عتبة، وأخذ الهندسة عن الماوردى، وابن كرنيب، ثم رحل إلى بغداد وتابع دراسته لعلوم الرياضات والفلك. وفى عام ٣٧٧ هـ صار من أعضاء مرصد شرف الدولة البويهى.

ويعد البوزجانى أول من وضع النسبة المثلثية، أو الظل، فى الهندسة المستوية واستخدمها فى حل المسائل الرياضية. وحل البوزجانى معادلتين جبريتين حلا هندسيا، واستطاع أن يجد حلولا جديدة تتعلق بالقطع المكافئ. وكان البوزجان من الذين مهدوا لعلماء أوروبا ليتقدموا بالهندسة التحليلية خطوات قادتهم إلى حساب التفاضل والتكامل. نجح فى كشف بعض العلاقات بين الجيب والمماس والقاطع، ونظائرهما الهندسية، وهو الذى اكتشف فى الهندسة المستوية: القاطع، وهو معكوس جيب التمام، وقاطع التمام، وهو معكوس جيب الزاوية، وابتكر جداول لظل الزاوية لكل عشر دقائق. كما ابتكر طريقة سهلة لحساب جداول الجيب، حسب فيها جيب الزاوية المساوية ٣٠دقيقة بدقة تامة، وحتى الرقم الثامن من الكسر العشرى. كذلك ابتكر البوزجانى طرقا فى كيفية الرسم باستخدام بعض آلات الرسم، مما يحتاج إليه الصانع فى أعمال الهندسة. مثل رسم المثلثات داخل المربعات، والمربعات داخل المخمسات... وبعظمها طرق مازالت تدرس فى العالم إلى الآن. واكتشف البوزجانى قبل العالم " تيخوبراهى " الدانمركى معادلة ثلاثية تتضح بموجبها مواقع القمر. وهى معادلة ادعاها هذا العالم الدانمركى لنفسه. ترك البوزجانى مؤلفات عديدة ففى علم الرياضات مثل: " الأرثماطيقى" أى الحساب، " فى تركيب أداة الوفق فى المربعات"، " والمدخل الحفظى فى الارثماطيقى فى الحساب"، و "رسالة فى النسب والتعريفات" و " حساب المثلثات ".

وفى الهندسة التحليلية ترك كتبا مثل : " استخراج ضلع بمال مال"، " فى الهندسة"، " فى الأشكال الهندسية عموما". وفى الرسم الهندسى : " عمل المسطرة والبركار والكونيا (المثلث قائم الزاوية)" وهو يتضمن طرقا مبتكرة متنوعة جديدة فى كيفية الرسم وكيفية استعمال الآلات.

بيتاترون Betatron

معجل حثى للإلكترونات تتخذ الإلكترونات فيه مدارا دائريا ثابتا بفعل مجال مغنطيسى، ويعمل الفيض المغنطيسى المتغير على إمداد الإلكترونات بالقوة الدافعة الكهربائية المعجلة. وهذا الجهاز لا يضم مجالا كهربائيا عالى التردد إنما يستغل فيه كون المجال المغنطيسى H المتغير يخلق مجالا كهربائيا E يحث هو نفسه مجالا مغنطيسيا H يميل إلى مقاومة تغير H. ومنطقة التعجيل على هيئة حلقة موضوعة بين قطبى مغنطيسى كهربائى والتشكيل الجانبى للقطبين يضمن استقرار مسار الجسيم المكهرب ويناسب هذه الجهاز بشكل خاص تعجيل إلكترونات وهى تقذف داخل البيتاترون بطاقة مقدارها ٦٠ كيلو إلكترون فولت على المدار الذى ينبغى أن تقطعه والذى تعجل عليه بواسطة المجال الكهربائى المحث واصطدامها بهدف يصحبه ظهور أشعة جاما عالية الطاقة يمكن استخدامها فى نفس الوقت مع الجسيمات المادية لتحطيم النوى (التفاعلات الضوئية النووية).



رسم تخطيطى لمعجل البيتاترون

بيته، هانز Bethe , Hans

ولد العالم هانز بيته فى مدينة ستراسبورج بألمانيا فى ٢ يوليو ١٩٠٦. درس فى جامعات فرانكفورت وميونيخ. ثم درس الطبيعة النظرية فى ميونيخ وتوبنجين فى الفترة ١٩٣٠-١٩٣٣. عمل مع إرنست رذر فورد. فى عام ١٩٣٨ نشر هانز بيته جزءاً من النظرية التى سببت له شهرة كبيرة. وهى التى تتعلق بدراسة مصدر طاقة الشمس والنجوم. حيث بينت أبحاثه أن الطاقة الشمسية تتم فى ست خطوات متسلسلة من التفاعلات النووية الحرارية. وهى تعرف بدورة الكربون نظرا لأن الكربون والنيتروجين يدخلان ضمن هذه التفاعلات النووية. ولقد بين هانز أن النتيجة النهائية لهذه التفاعلات هو حدوث اندماج لأنوية ذرات غاز الهيدروجين وتحولها إلى أنوية ذرات الهليوم. وفى أثناء الحرب العالمية الثانية عمل "بيث" رئيسا لقسم الطبيعة النظرية بمعمل لوس الاموس التابع لمشروع مانهاتن الذى توصل إلى تصنيع القنبلة الذرية. وفى عام ١٩٥٨ عمل مستشارا علميا فى المجالات النووية بمدينة جنيف، وفى عام ١٩٦١ حصل على جائزة انريكو فيرمى من لجنة الطاقة الذرية. وفى عام ١٩٦٧ نال جائزة نوبل فى الفيزياء لبحوثه فى مجال طاقة الشمس والنجوم.

بيفاترون Bevatron

معجل جسيمات مشحونة يعمل على زيادة طاقتها إلى بليون إلكترون فولت.

بيكرل، هنرى (١٨٥٢- ١٩٠٨) Becquerel , Henri

ولد " بيكرل " فى باريس فى عائلة عرفت بالبحث العلمى والإبتكار. ودرس فى " مدرسة العلوم التطبيقية" الهندسة. والتحق عام ١٨٧٤ بمدرسة الجسور والكبارى، ليصبح فى عام ١٨٧٨ مساعدا فى "متحف التاريخ الطبيعى "، منح درجة الدكتوراه عام ١٨٨٨ عن رسالة قدمها حول امتصاص البللورات للضوء.

هنرى بيكريل
(١٨٥٢ - ١٩٠٨)

أول من اكتشف النشاط الإشعاعى عام ١٨٩٧ عندما وجد أن أحد خامات اليورانيوم (٩٢) يعطى إشعاعا غير مرئى يؤثر على الألواح الفوتوغرافية بصورة مشابهة لتأثيرات الأشعة

أول دليل لبيكريل على ظاهرة النشاط الإشعاعى. صورة ضبابية تكونت على لوح فوتوغرافى ترك لأيام قليلة تحت بعض أملاح اليورانيوم فى الدرج. فى فبراير ١٨٩٦.

الضوئية. أثناء الدراسات لتى كان يجريها حول الإشعاع الفلورى، وقد اكتشف هذا العالم تأثر فيلم حساس غير معرض للضوء، مع أن الفيلم كان محفوظا داخل ورق أسود، وكان تأثر الفيلم كما لو كان قد تعرض للضوء العادى، أو للأشعة فوق البنفسجية (أو للأشعة السينية) التى كانت حديثة العهد فى ذلك الحين، بعد اكتشافها على يد العالم الألمانى "رونتجن"، ولم تكن هناك أية ظروف غير عادية، فيما خلا وجود اللفافة التى كانت تضم ذلك الفيلم الحساس، على مقربة من بعض المركبات الكيميائية لأملاح عنصر اليورانيوم الثقيل.

وقد استنتج بيكرل – وكان محقا فى استنتاجه حينئذ (كما ثبت فيما بعد) أن هناك نوعا من الإشعاع، قد صدر عن أملاح اليورانيوم. لابد أن يكون قد اخترق الغلاف الورقى ذا اللون الأسود، ووصل إلى الفيلم الحساس، فأثر عليه. ثم تبع ذلك إجراء دراسات مركزة – اشترك فى اجرائها كثير من العلماء من أمثال بيكرل، وبيير كورى وزوجته، وسودى، ورذرفورد ،وجوليوت وشادويك وجيجر – أسفرت عن وجود عدد من العناصر الكيميائية الثقيلة غير الثابتة من ناحية تركيبها الداخلى، تصدر عنها إشعاعات لها قدرة على الاختراق، وأثناء صدور الإشعاعات، تتغير هذه العناصر وتتحول إلى عناصر أخرى، عن طريق مسارات بعينها، حتى تتحول فى النهاية إلى عناصر ثابتة. وسميت هذه الظاهرة الجديدة " النشاط الإشعاعى" كما سميت عملية التحول " بالتحلل عن طريق النشاط الإشعاعى ".

ولقد منح بيكرل جائزة نوبل مع صديقيه "بيير وماري كورى" فى الفيزياء تقديرا لجهودهم وأبحاثهم الجليلة فى مجال الفاعلية الإشعاعية. كما صبح بيكرل بفضل اكتشافاته الهامة عضوا أجنبيا فى الجمعيات العلمية فى عديد من الدول المختلفة وزميلا فى الجمعية الملكية بلندن وقد توفى بعد ذلك بفترة قصيرة.

بيكرل Becquerel (Bq)

وحدة قياس النشاط الإشعاعى. والبيكرل الواحد عبارة عن تفكك واحد فى الثانية. ومضاعفاته : كيلو بيكرل، وميجا بيكرل، وجيجا بيكرل..

البيتومين (القار، للنفايات) Bitumen

يتألف القار، من الناحية الكيميائية، من خليط مركب من الهيدروكربونات (مركبات من الكربون والهيدروجين)، حيث يستمد معظم الإنتاج العالمى حاليا من عمليات تكرير البترول، بعد فصل الجازولين والكيروسين وزيت الديزل من البترول الخام. وقد يكون القار على هيئة مادة جامدة (صلبة) أو سائل شديد اللزوجة، يلين بتأثير الحرارة. وقد استخدم القار، بهيئته التى يوجد بها فى الطبيعة طوال آلاف السنين كمادة لاصقة تمنع نفاذ الماء، تتميز بانخفاض ثمنها، وهى ميزة تتيح استخدام القار فى العديد من الاستخدامات المتنوعة. ويستخدم البيوتمين كمادة لاصقة قى تثبيت وشل فاعلية (immobilization) النفايات النووية منخفضة ومتوسطة المستوى الإشعاعى.

بيولوجيا إشعاعية Radiobiology

فرع من البيولوجيا يبحث فيه عن تأثيرات الإشعاع فى الكائنات الحية والظواهر الحيوية. وعلم يختص بدراسة تأثير الإشعاعات ذات الطاقة العالية على الكائنات الحية، والأضرار الناجمة عن الإشعاع، والحماية منه والاستخدامات الطبية للأشعة. وتتركز الأبحاث بصفة خاصة على تأثير الإشعاع بالنسبة للتغيرات فى المادة والطاقة فى الكائنات والتغييرات فى الجينات.

بيونس ايرس، حادثة Beyonis Eyris, accident

حادث عام ١٩٨٣ فى التشكيل الحرج critical assembly RA-2 فى بيونس ايرس بالأرجنتين – حدث انفجار نتيجة لعدم اتباع قواعد الأمان خلال خطوات تعديل قلب التشكيل الحرج نتج عنها وفاة مسئول التشغيل والذى كان يبعد حوالى ٣ إلى ٤ أمتار. حيث أوضح تقييم الجرعات الممتصة بواسطة الضحية أنها ٢١ جراى لجرعات جاما مع ٢٢ جراى لجرعات النيوترونات. كما تم تصنيف الواقعة كمستوى ٤ طبقا للتأثير داخل الموقع. (انظر مادة: المقياس الدولى للوقائع النووية)

(ت)

تآكل Corrosion

التدهور البطيء لمادة ما بتأثير تفاعل كيميائى أو كهروكيميائى مع الوسط المحيط به. حيث يوجد أنواع مختلفة من التآكل تشمل: تآكل الشقوق ، وهو تحلل حاتّ وأكال لأجزاء المادة . والتآكل الجلفانى وهو المتعلق بالتيار الكهربائى فى الخلية الجلفانية (الأولية).

تآكل إجهادى Stress corrosion

تآكل كيميائى مثل تآكل أوعية الضغط فى المفاعل، يزيد من سرعته تركيزات الإجهاد التى تكون موجودة أصلا، أو ناشئة عن حمل.

تابوت Coffin

وعاء نقل قوى التدريع لحفظ عناصر الوقود المستعملة (المستهلكة) ويصل وزن التوابيت إلى ٧٥ طنا.

تأثيرات الإشعاع Radiation effects

يمكن إجمال التأثيرات التى تحدثها الإشعاعات النووية فى المواد المعرضة لها (المشعة) كما يلى:

أولا: تأثيرات بيولوجية فى الأنسجة الحية. ثانيا: تأثيرات كيميائية، تحدث عندما يتم إزاحة أحد الإلكترونات الخارجية للذرة مما يؤدى إلى تحطيم الرابطة الجزئية وكسر الأواصر الكيميائية، وهناك التأثير البيوكيميائى وما يسببه من تأثير حرارى وحروق. ثالثا : التأثيرات الفيزيائية وتشمل: التأثير الحرارى حيث ترتفع درجة حرارة المادة المتصة للإشعاع، والتأثير الفوسفورى، حيث تطلق المادة ضوءًا مرئيًا عند تعرضها للإشعاع، والتأثير على الأفلام الفوتوغرافية حيث يظهر اللوح الفوتوغرافى أسود بعد تعريضه للإشعاع وتحميضه وتثبيته، وتأثيرات فيزيائية أخرى كتغير اللون أو ازياد معامل التوصيل الكهربائى. رابعا: تأثيرات ميكانيكية وميتالورجية مثل زيادة الصلابة والإجهاد والتغير فى التركيب البللورى للمادة. خامسا: التحولات النووية: عندما تتحول نوى ذرات المادة المعرضة للإشعاع المناسب إلى عناصر أخرى بواسطة التفاعلات النووية.

التأثيرات الحتمية العتبية Deterministic Effects

وهى التأثيرات التى تتولد فى الشخص المتعرض للإشعاع عندما تصل الجرعة الإشعاعية حدا معينا يطلق عليه اسم العتبة . ومن هذه التأثيرات احمرار الجلد والحروق الإشعاعية والمرض الإشعاعى وفقد المناعة الناتج عن استنزاف كرات الدم البيضاء....

تأثيرات ذاتية للإشعاع Somatic effect of radiation

هى الآثار التى تصيب كافة أنواع الخلايا الجسمية عدا الخلايا التناسلية ، أى إن أعراضها تظهر فى الكائن الحى نفسه الذى تعرض للإشعاع. وهذا التلف يمكن أن يؤدى إلى الإصابة بالسرطان فى حالة التعرض لجرعات إشعاعية عالية.

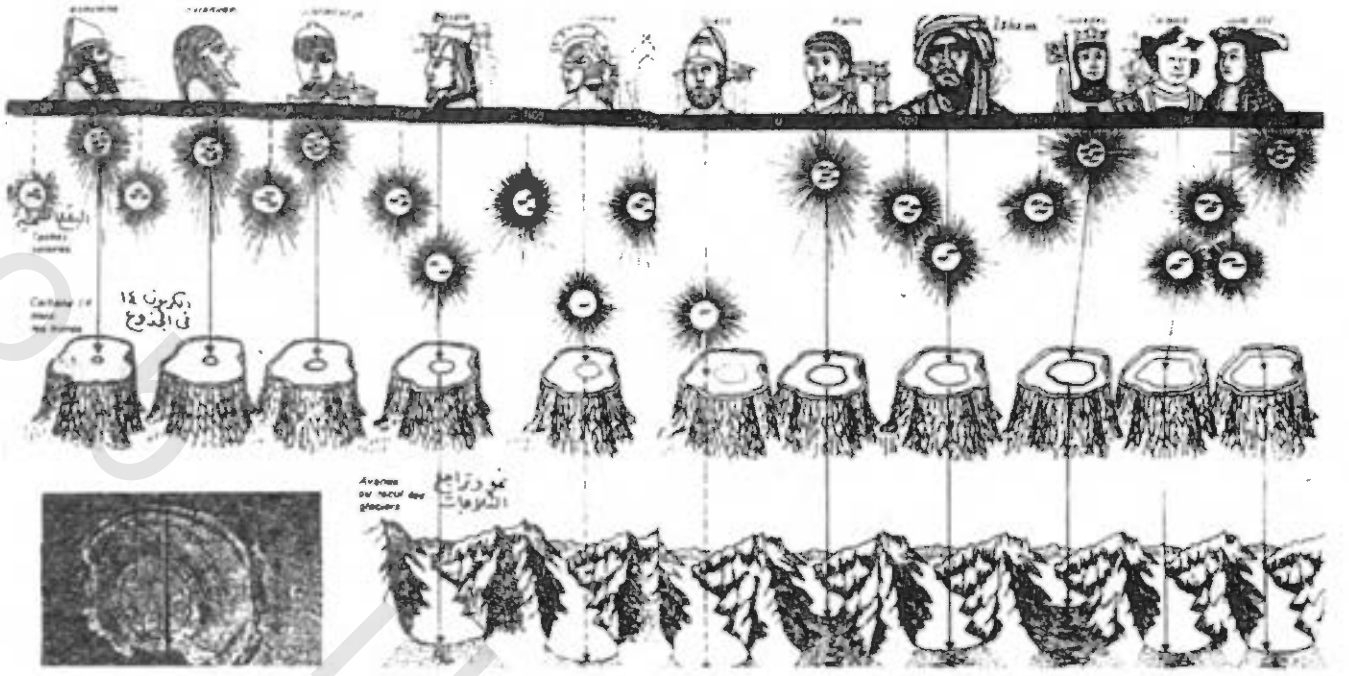
التأثيرات غير العتبية Stochastic Effects

وهى التأثيرات التى لا يوجد لها حدا من التعرض الإشعاعى، بمعنى أنه يمكن لأصغر جرعة إشعاعية من الناحية النظرية أن تحدث هذه التأثيرات التى قد تكون جسدية مثل مرض السرطان أو وراثية مثل التشوهات التى تظهر فى الذرية نتيجة لتلف حاملات الوراثة (المورثات) داخل الخلايا التناسلية ، لهذا لا يمكن اعتبار أى تعرض للإشعاع مهما قل بأنه آمن إلا أن خطورته تتفاوت من شخص إلى آخر ، ويزداد احتمال ظهور تلك التأثيرات مع ازدياد جرعة الإشعاع.

تأريخ كربونى Carbon dating

فى عام ١٩٤٧ توصل عالم الكيمياء الأمريكى "ولارد ليبى" إلى طريقة لاستخدام نظير الكربون-١٤ المشع المتواجد فى الجو نتيجة تفاعل الأشعة الكونية مع غاز النيتروجين- فى تحديد أعمار الموميات والعظام وبعض الحفريات والنباتات التى ماتت منذ عشرات الآلاف من السنين. ولقد بين " ليبى" أن نظير الكربون-١٤ المشع يدخل فى تركيب ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الهواء الجوى بنسبة ضئيلة ويستخدمه النبات فى عملية التمثيل الضوئى ثم يستمده الإنسان والحيوان من النباتات التى يتغذى عليها كما بين أن كل الكائنات الحية تحتوى نفس النسبة من الكربون ١٤ وبعد موتها ينقطع ما يرد إليها من كربون-١٤ ويبدأ الكربون المشع الموجود فى الاضمحلال والتحلل فيتناقص بالتدريج ، ونظرا لأن نصف عمره حوالى ٥٧٣٠ سنة، فمن خلال معرفة مقدار الكربون المشع المتبقى فى الأشياء العتيقة، استطاع "ليبى" أن يعرف كم مضى من الزمن على موتها.

كما توجد نظائر مشعة تستخدم فى تأريخ زمنى أكبر. مثل البوتاسيوم المشع الذى يصل عمر النصف له إلى ١.٣ ألف مليون سنة



التأريخ الكربونى

تاريخ الطاقة الشمسية من خلال جذع شجرة صنوبر: تابعت الحضارة البشرية مسيرتها (كما أعلى فى الرسم) مع مسيرة الشمس أن عدد البقع الشمسية يبين فترات النشاط والهدوء ومحتوى الكربون المشع فى حلقات جذوع الأشجار السنوية يحدد بدقة تغيرات النشاط مكثفا والعكس بالعكس. واكتشف العلماء أيضا أن تزايد وتناقص الجليد على جبال الألب (أسفل الرسم) يرتبط ارتباط وثيقا بتغيرات النشاط وتغيرات طقس الأرض وذلك فى الفترة بين عامى ١٥٠٠ قبل الميلاد وبعد الميلاد. وظهر من دراسة طبقات الجليد وحلقات جذوع الأشجار أن أكثر فترات الهدوء النسبى للشمس كان فى عصر قدماء اليونان. والدراسة التحليلية لجذع شجرة معمرة تؤرخ على نحو مدهش لعصور برودة الطقس.

وهو موجود بالصخور ، وعند تحلله يتحول إلى غاز الأرجون-٤٠ الذى ينحصر بداخل الصخور. (انظر مادة : كربون-١٤)

تأثيرات وراثية للإشعاع

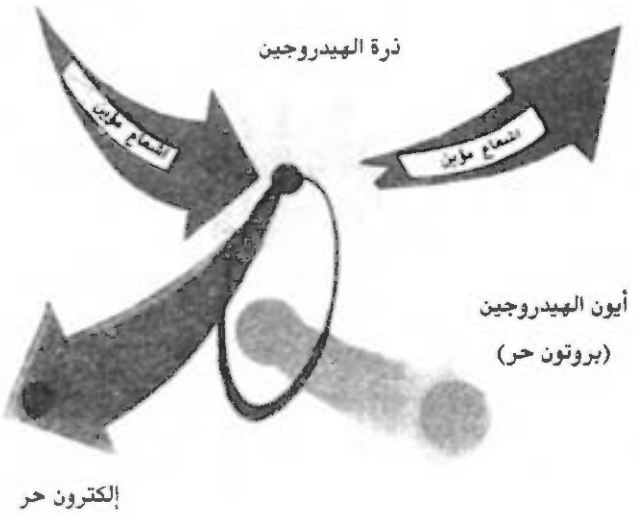
Herditary effects of radiation

هى التأثيرات العشوائية التى تحدث فى ذُرية الشخص المتعرض للإشعاع. وتنقسم الآثار الوراثية إلى مجموعتين رئيسيتين، تحدث الأولى نتيجة وقوع خلل فى الكروموسومات يتمثل فى حدوث تغيير فى عددها أو تغيير فى تركيبها. أما المجموعة الثانية فتنتج عن حدوث طفرات فى الموروثات ذاتها. وهناك صعوبة فى دراسة الآثار الوراثية للإشعاع وذلك بسبب ضآلة المعلومات المتوفرة عن التلف الوراثى. فضلا عن أن سجل الآثار الوراثية يستغرق أجيالا حتى يظهر. كما أن العيوب الوراثية الناتجة عن الإشعاع يصعب تمييزها عن نفس العيوب الناتجة عن الأسباب الأخرى.

تأين

Ionization

التأين هو العملية التى تجعل ذرة متعادلة كهربائيا تتخلى عن إلكترون أو أكثر من الإلكترونات المحيطة بالنواة ، ومن ثم يكون ناتج كل عملية زوجًا من حوامل الشحنة (إلكترون – أيون). ويمكن للأيونات أن تتكون من الذرات بعدة طرق ؛ فمثلا بالتفاعل الكيميائى، أو بالتسخين، أو بالإشعاع(أشعة اكس، أشعة جاما، وهكذا) أو بالتصادم. وهذا التفاعل (التأين) هو الأساس فى عمل الكواشف كلها وخاصة الكواشف من أنصاف النواقل والكواشف الغازية.



كيفية حدوث عملية التأين

تأين نوعى Specific Ionization

يطلق على عدد الأزواج الأيونية التى تتولد فى وحدة الأطوال من مسار جسيمات مؤينة فى المادة.

وقد وجد أن هذا المقدار يزداد بزيادة شحنة الجسيمات وكتلتها؛ إذا نجد أن جسيم ألفا ذا طاقة تبلغ ميجا إلكترون فلت يُكوِّن من ٥٠٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠٠ زوجا أيونيا/ سم. بينما ينتج جسيم بيتا بنفس الطاقة من ٣٠ إلى ٣٠٠ زوج أيونى/سم . ويعطى التأين النوعى بالعلاقة التالية:

$$I = dN/ dx$$

وهو يرتبط بقدرة الإيقاف S بالعلاقة التالية:

$$S= dE/dx = dE. \ /dN * dN/dx = Wi$$

أى إن قدرة التوقيف تساوى حاصل ضرب التأين النوعى فى المقدار: $W=dE/dN$ وهو متوسط فقد الطاقة لتكوين زوج أيونى. (انظر مادة : قدرة الإيقاف)

تبرير الممارسة Justification

على طالب الترخيص المكانى أن يقدم إلى الجهة المسئولة مايفيد تبرير الممارسة وأن هناك فائدة نهائية من الممارسة. ويمكن استخدام العلاقة التالية: الفائدة النهائية= الفائدة الكلية- ثمن الإنتاج - ثمن الوقاية - ثمن الضرر. ويطلق على هذه العلاقة بعلاقة مقارنة الثمن - الفائدة.

ويعرف ثمن الوقاية بالمبالغ المطلوبة للحصول على أجهزة الوقاية والحواجز الواقية والأقنعة والملابس الواقية، ويعرف ثمن الضرر بأنه المبالغ التى تخسرها نتيجة تدريب وإعداد الأفراد ثم وفاتهم وعدم الاستفادة منهم.

تجميعة Assembly

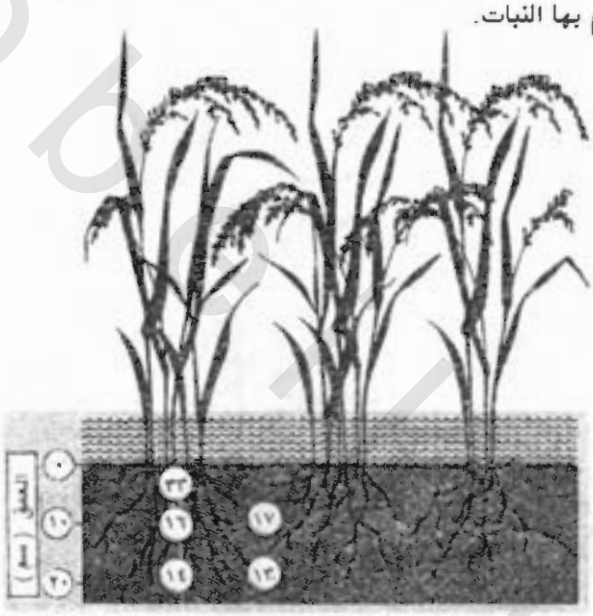
عدة أجزاء ومكونات يربطها بعضها ببعض فى معظم الأحيان وسائل ربط مثل المسامير والصواميل، أو مسامير البرشام، أو اللحام، كما فى حالة تجميعات الوقود النووى فى المفاعل. انظر مادة: قناة الوقود.

تحديد Gauging

قياس سمك، أو كثافة، أوكمية مادة ما، بقياس مقدار الإشعاع الذى تمتصه. وهذا هو الاستخدام الأكثر شيوعا للنظائر المشعة فى الصناعة.

تحديد عناصر تغذية النبات
Determination of nutriet elements for plant

تستخدم النظائر المشعة فى الدراسات المتعلقة بتسميد النبات، مثل تقدير الكميات التى يمتصها النبات من عنصر سمادى معين وذلك بخلط نظير مشع مثل الفوسفور (فو-٣٢) مع الأسمدة وإضافته للتربة، ثم تحديد كمية الفوسفور الممتص فى النبات (وقد يتم ذلك عن طريق الرش على الأوراق). وبذلك أمكن للعلماء تحديد كميات الأسمدة الضرورية للنبات وكذلك دراسة عمليات البناء والتمثيل الضوئى ونمو الجذور وغيرها من العمليات ، كما أفاد كثيرا فى ترشيد استخدام الأسمدة وتعميق فهم العمليات الفسيولوجية التى يقوم بها النبات.



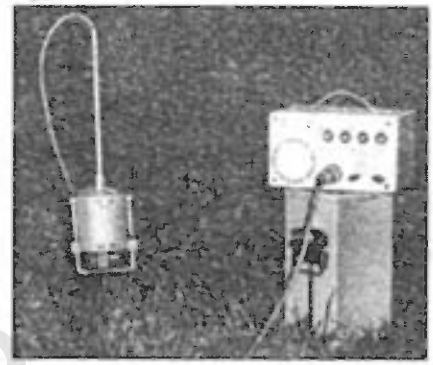
تحديد كمية الفوسفور - ٣٢ الممتص فى النبات

تحديد الكثافة Density gauging

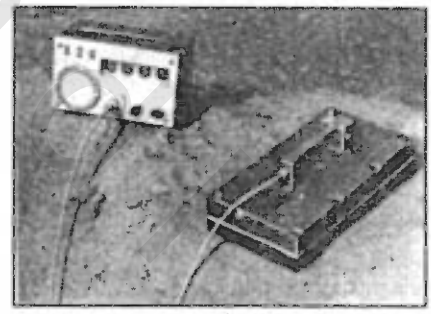
تستخدم مقاييس تحديد الكثافة فى القياس والتحكم المستمر بكثافة المادة المتدفقة أو بالنسبة المئوية للتغذية بالمواد على خطوط الإنتاج أو بكمية المواد التى يتم نقلها عبر الأنابيب دون الحاجة إلى التماس المباشر مع هذه المواد وتعتبر هذه الخاصة ميزة كبيرة عند قياس كثافات المواد السامة، والمواد المتواجدة تحت الضغط العالى والتحكم بتدفقها. ويتواجد أنواع عديدة من مقاييس تحديد الكثافة منها من يستخدم منبع أشعة جاما ومنها من يستخدم منبع نيوترونات ومنها ما يستخدمهما معا. وفى المقاييس التى تعتمد على امتصاص أشعة جاما توضع المادة المراد قياس وتحديد كثافتها بين كاشف إشعاع ومنبع مشع يصدر فوتونات ذات طاقة مناسبة يمكن امتصاصها بفعالية من قبل عنصر أو مركب ذى رقم ذرى مرتفع متواجد ضمن المادة المختبرة وفقا لكثافة تواجده. ومن المقاييس ما يعتمد على الاستفادة من البعثرة العكسية لأشعة جاما الصادرة عن منبع مشع ذى طاقة عالية (كوبلت ٦٠ ، ١,٣ مليون الكترون فلت)، حيث تعد كثافة هذه الأشعة المنعكسة أو المتبعثرة هى قياس لكثافة ولسامية هذا الوسط ومن ذلك نموذج يستخدم فى قياس كثافة سطح التربة ونموذج آخر يستخدم فى قياس وتحديد الكثافة

تحت سطح التربة بإدخال المنبع المشع والكاشف فى عمق التربة. وفى حالة القاييس التى تستخدم منبع نيوترونات توضع المادة المراد اختبارها بين منبع نيوترونات مصدر للنيوترونات السريعة وذات طاقة عالية، وبين كاشف نيوترونات، وباصطدام النيوترونات مع ذرات العناصر الخفيفة للمادة ، تمتص طاقاتها وتتحول إلى نيوترونات حرارية (بطيئة) وبقياس كثافة النيوترونات البطيئة المخترقة للمادة يمكن تحديد كثافة المواد الخفيفة المتواجدة فيها.

جهاز قياس كثافة التربة طراز VA-G-65



اختبار التربة البعيدة عن سطح الأرض بواسطة أشعة جاما. يمكن بواسطة هذا الاختبار فحص حجم كروى يبلغ نحو ٢٠,٠٠٠سم٣. ويبلغ الحد الأقصى لنشاط مصدر الإشعاع حوالى ١٠ مليون كورى (كوبلت٦٠).



اختبار سطح التربة بواسطة أشعة جاما. يستخدم هذا الاختبار للتأكد من كثافة المواد المالئة التى تستخدم فى إنشاء السدود والطرق - كما يمكن أيضا تعيين كثافة الخرسانة المستخدمة فى الرصف

مقاييس تحديد الكثافة

تحكم (آلى) أوتوماتيكى Automatic control

يمكن تعريف التحكم الأوتوماتى - أو الأتمتة - بأنه تكنيك استبدال الإشراف البشرى بالإشراف بالروبوت (الإنسان الإلى) . وهناك أربعة مجالات رئيسية متميزة يتطور التحكم الأوتوماتى خلالها بمعدل سريع : إنتاج وتصنيع المواد الخام، وهندسة وتشكيل الأجزاء الصناعية، وعمليات التوزيع والاتصالات، والمجلات الإنسانية التى تتضمن التعليم والطب. وتعتمد كل من المعدات والأساليب التكتيكية المستخدمة فى كل من هذه المجالات. على مبادئ تشغيل أساسية متشابهة. وهى الحاجة إلى إحلال عملية اوتوماتية تتسم بالكفاءة. وإمكانية التعويل عليها، محل التحكم والإشراف من جانب العنصر البشرى. وبوجه عام. يعتمد أى نظام للتحكم الأوتوماتى، على ٦ سمات أساسية : المادة، والعملية، وأداة الاستشعار، وأداة الخرج، والبرنامج العام، وعقل الإنسان الإلى. وترتبط هذه السمات الأساسية بحالة الثرموستات على النحو التالى: تمثل الكهرباء أو الإمداد بالغاز: المادة ، ويمثل الخرج الحرارى: العملية؛ ويمكن أن تتخذ أداة الاستشعار، أحد صور النبائط الحساسة لدرجة الحرارة، مثل شريط يتألف من فلزين مختلفين، وتتألف أداة الخرج من مفتاح فصل وتوصيل، يعمل وفقا لأداة الاستشعار؛ ويمثل البرنامج العام المقبض المدرج للتحكم؛ ويكون عقل الإنسان الإلى، هو الوصلة بين مقبض التحكم ، وأداة الخرج ، وبين أداة الاستشعار.

وهناك ثلاثة أنواع متميزة من الأتمتة (التحكم الأوتوماتى): أتمتة آمرة ، وأتمتة بالتغذية الأمامية، وأتمتة بالتغذية المرتدة. ففى الأتمتة الآمرة، لا يكون لأدوات الاستشعار أى تأثير على قدرة إصدار أوامر لعقل الإنسان الإلى. وتستخدم هذه الأدوات على وجه العموم لترحيل معلومات معينة إلى أجهزة يقوم على قراءتها عمال بشريون، يقومون بناء على قراءة هذه المعلومات، بتغيير التعليمات الصادرة إلى عقل الإنسان الإلى، وتقع معظم مكنات التشغيل الاتوماتى بالعدد، فى نطاق هذا القطاع. أما الأتمتة بالتغذية الأمامية، وهى الشكل الثانى لعمليات الأتمتة، يتم استشعار المعلومات المطلوبة من المواد الداخلة، مع ضبط العملية التالية، بحيث تأخذ التغيرات الحادثة فى هذه المعلومات فى حسبانها. وتعتمد كثير من العمليات الصناعية

حجرة التحكم الآلى لأحد المفاعلات النووية

الكيميائية. على استخدام الأساليب التكتيكية للتغذية الأمامية، عندما يتطلب الأمر تحليل المواد الكيميائية اللازمة للعملية الصناعية، قبل أن يقرر عقل الإنسان الآلى كيفية التحكم فى العملية، بدلالة درجات الحرارة والضغط ومعدل الانسياب، وغير ذلك من العوامل المحددة. ثالثا، الأتمتة بالتغذية المرتدة، أسلوب تكتيكى يستخدم لتحديد التغيرات الحادثة فى خرج إحدى العمليات، وتهيئة العملية لمعادلة هذه التغيرات وبشرط أن توفر السرعة المطلوبة حتى تظل التغيرات غير المطلوبة فى الحدود المسموح بها.

تحلل بيتا Beta-decay

هو عبارة عن تحول نيوترون إلى بروتون فى النواة عندما تكون نسبة النيوترونات كبيرة ، أو تحول بروتون إلى نيوترون عندما تكون نسبة البروتونات هى الكبيرة. وبالتالى ينتج عن تفكك بيتا إصدار النواة لجسيم بيتا سالب وهو عبارة عن (إلكترون) فى الحالة الأولى أو جسيم بيتا موجب (بوزترون) فى الحالة الثانية، وينتج عن هذا التحول زيادة فى العدد الذرى بمقدار واحد وثبات العدد الكتلى فى الحالة الأولى ونقص العدد الذرى بمقدار واحد وثبات العدد الكتلى فى الحالة الثانية ، وتكون النواة الناتجة مختلفة عن النواة الأم.

تحلل جاما Gamma γ - Decay

إشعاعات جاما هى عبارة عن موجات كهرومغناطيسية ذات طاقة عالية وتصدر إشعاعات جاما عندما تكون النواة الوليدة الناتجة عن تفكك الفا أو تفكك بيتا فى حالة مثارة فتفقد النواة إثارتها عن طريق التخلص من الطاقة فى شكل إشعاعات جاما وبذلك فإنه بالنسبة لاضمحلال جاما تكون النواة الوليدة هى نفسها النواة الأم ولكنها أكثر استقرارا.

تحليل إشعاعى Radiolysis

تفكك الجزيئات بفعل الإشعاع. ومثال ذلك تفكك جزء صغير من الماء الموجود فى قلب المفاعل إلى هيدروجين وأكسجين فى أثناء تشغيل المفاعل.

تحلل التنفس الرادونى Radon breath analysis

اختبار هواء الزفير للكشف عن وجود الرادون من أجل التحقق من وجود الراديوم فى جسم الإنسان وتعيين مقداره.

تحميص (النفايات) Calcination, waste

عملية تستلزم تبخير محلول النفايات لدرجة جفاف مناسبة وعندئذ يسخن المتبقى بشدة فى الهواء لإنتاج أكاسيد من المكونات المعدنية.

تنشيط Activation

عملية جعل مادة ما مشعة برجمها بالنيوترونات أوالبرتونات أو الجسيمات النووية الأخرى، وتسمى أيضا عملية تنشيط إشعاعى. (انظر: التحليل بالتنشيط الإشعاعى)

تحليل بالتنشيط Activation analysis

طريقة للتعرف على عناصر كيميائية وقياسها فى عينة من مادة ما، حيث تنشط العينة أولا إشعاعيا برجمها بالنيوترونات أوالجسيمات المشحونة أو أشعة جاما. فتنبعث الذرات حديثة التكوين فى العينة بإشعاعات نووية مميزة لها (مثل أشعة جاما) تنبىء عن أنواع الذرات الموجودة وكمياتها. والتحليل بالتنشيط أعلى حساسية من التحليل الكيميائى عادة. ويستخدم فى البحث العلمى والصناعة وعلم الآثار وعلم الجريمة.

التحليل بالتنشيط النيوترونى Neutron activation analysis

تعتبر تقنية التحليل بالتنشيط النيوترونى من الطرق التحليلية الحساسة واللاتخريبية، حيث يستخدم التنشيط النيوترونى لأغراض التحليل الكيفى والكمى لتحديد التركيب العنصرى لمختلف أنواع العينات وبتركيزات صغيرة جدا(أثر). تعتمد تقنية التحليل بالتنشيط النيوترونى على إحداث تفاعلات نووية فى نيوكليدات العينة التى تتحول إلى نيوكليدات مشعة والتى تعرف من أشعة جاما المنبعثة عنها وهكذا يتم التحليل الكيفى من معرفة هذه النيوكليدات المشعة وبالتالى معرفة العناصر المؤدية إلى تشكلها، كما يتم التحليل الكمى لهذه العناصر من معرفة شدة نشاطها الإشعاعى ومعدل تشكلها.

التحليل الطيفى Spectroscopic analysis

ترتبط طرق التحليل الطيفى للذرات بالانتقالات الإلكترونية بين مستويات الطاقة فى أغلفة التكافؤ ومستويات الطاقة الأعلى فى الذرات، نتيجة لامتصاص أو انبعاث الطاقة. ويشمل التحليل الطيفى للذرات ثلاث طرق هى : الامتصاص الذرى، الانبعاث الذرى ، والانبعاث الفلوروسنسى.

تحليل بالكهرباء Electrolysis

حدوث تحلل أو تغير كيميائى بمرور التيار الكهربائى فى المحلول، وذلك وفق قانونى فراداى. حيث ينص القانون الأول، على أن كمية المادة التى تنفصل من أى محلول تتوقف فقط على مجموع الشحنات المارة خلال الدائرة. كما ينص القانون الثانى، على أن الكتلة المنفصلة نتيجة لمرور شحنة كهربية تتناسب مع المكافىء الكيميائى (الوزن الذرى/ تكافؤ العنصر).

تحليل المنسوب المنخفض
Low-level analysis (Low –level counting)

طريقة لقياس المحتوى الإشعاعى للمواد ذات النشاط منخفض المنسوب جدا، تستخدم فيها أجهزة كشف حساسة وتدريع جيد للتخلص من تأثير إشعاع الخلفية والأشعة الكونية.

تحليل مخاطر الحوادث Accident risk analysis

"الخطر" كلمة عادية تختلف مدلولاتها لعديد من الناس، ولكن عند عمل مقارنة بين عدة أنواع من المخاطر، فإن المخاطر المتعلقة بحادث معين فإنها تعرف تكنولوجيا بأنها "عواقب الحادث فى وحدة الزمن". فعلى سبيل المثال فإذا قيل إن عدد الوفيات من الحوادث ٥٠٠٠٠ فرد فى العام فى أمريكا، فإن المخاطر الاجتماعية الكلية نتيجة هذه الحوادث يحدد بـه ٥٠٠٠٠/السنة. فإذا قيل إن عدد السكان ٢٠٠ مليون شخص فإن متوسط المخاطر الفردية تحدد كالتالى:

$$\frac{5*10^{4}\,deaths/year}{200*10^{6}\,persons}=2.5*10^{-4}\,deaths/person\text{-}year$$

ويمكن حساب خطورة حادثة معينة من تكرار وقوع الحادثة. ومقدار عواقب الحادثة :

الخطر [العواقب / وحدة الزمن] = التردد [الحوادث / وحدة الزمن] * مقدار [العواقب/ الحادثة] .

فإذا قيل إن معدل وقوع حوادث السيارات فى الولات المتحدة الأمريكية هو ١٥ مليون حادثة فى السنة، وإن هناك حادثة قاتلة من كل ٣٠٠ حادثة. فعندئذ تكون المخاطر الاجتماعية :

الخطر= ١٥ * ١٠٦ (حادثة / السنة)* (حالة وفاة/٣٠٠ حادثة) = ٥٠٠٠٠ وفاة /السنة.

وعملية حساب المخاطر المتعلقة بحوادث المحطات النووية تتم على ثلاث مراحل: الأولى ، من الضرورى تعيين الاحتمالات المختلفة للحوادث الإشعاعية فى المحطة. وثانيا، تقييم عواقب التسرب الإشعاعى على الناس. وأخيرا، ربط احتمالات التسرب الإشعاعى بالعواقب للحصول على حجم المخاطرة عامة.

وتحديد عواقب الحادثة الذى يؤدى إلى تسربات متعددة يتم اختصاره فى مخطط يطلق عليه " شجرة الحدث " وهو المخطط الذى يتكون من لتفريعات المختلفة للعواقب المتوقعة للحوادث.

تحويل اليورانيوم Conversion

أحد مراحل دورة الوقود النووى ، حيث يتم فيها تحويل اليورانيوم المخصب إلى الصورة الكيميائية التى سيدخل بها إلى المفاعل لكى يتحمل تأثير الإشعاع ، وفى نفس الوقت يسهل تشكيله. وقد وجد أن أفضل صورة كيميائية هى ثانى أكسيد اليورانيوم UO2، وهو مسحوق أسود يحتوى على ٨٨٪ يورانيوم وكثافته حوالى ١١ جم/ سم٣ ، ودرجة انصهاره ٢٨٠٠ درجة مئوية.

تحويلات لورنتس Lorentz transformation

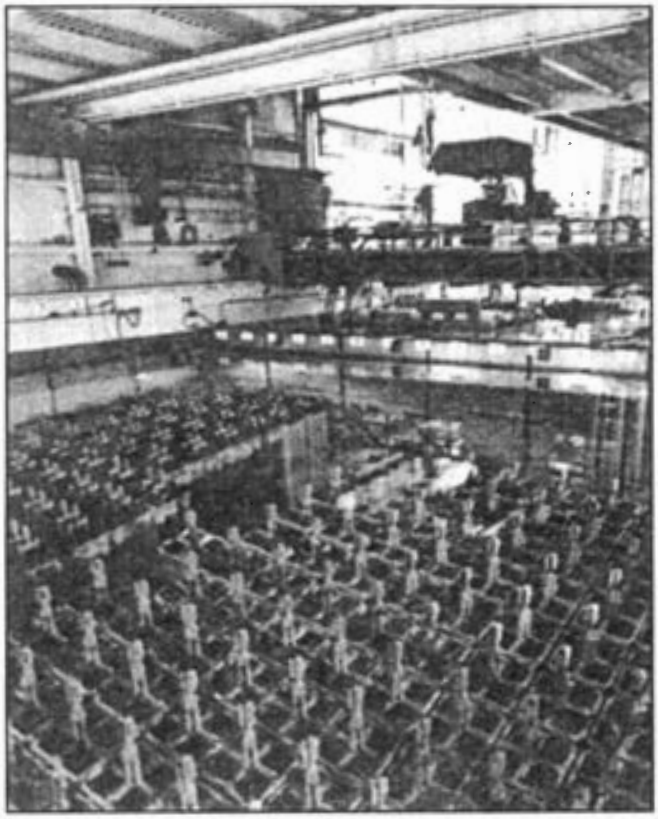
علاقات بين الإحداثيات المكانية والزمانية لحادث ما بالنسبة لشاهد 0 وآخر متحرك '0 بسرعة v:

$$x'=(x-vt)/\sqrt{1-\frac{v^{2}}{c^{2}}}$$

$$t'=\left[t-\frac{vx}{c^{2}}\right]/\sqrt{1-\frac{v^{2}}{c^{2}}}$$

التخزين المرحلى للوقود المستنفد Spent fuel storage

الهدف من التخزين المرحلى للوقود المستنفد بعد سحبه من المفاعل هو إتاحة الوقت الكافى له حتى تنخفض نسب إشعاعيته وحرارته، حيث تنخفض مستوى إشعاعيته إلى حوالى ١٢٪ عند إخراجه من المفاعل، ثم تنخفض إلى ٣٪ من المستوى الأصلى بعد خمسة أعوام ويستمر الانخفاض مع طول فترة التخزين. وفي فترة التخزين هذه يتم حفظ الوقود مرحليا بموقع المحطة النووية فى أحواض عميقة ويغمر فى الماء بحيث يرتفع الماء فوقه من حوالى ٤-٦ أمتار. ويستخدم الماء لغرضين أساسيين: أولهما قدرته على امتصاص



حوض تخزين مرحلى للوقود المستنفد

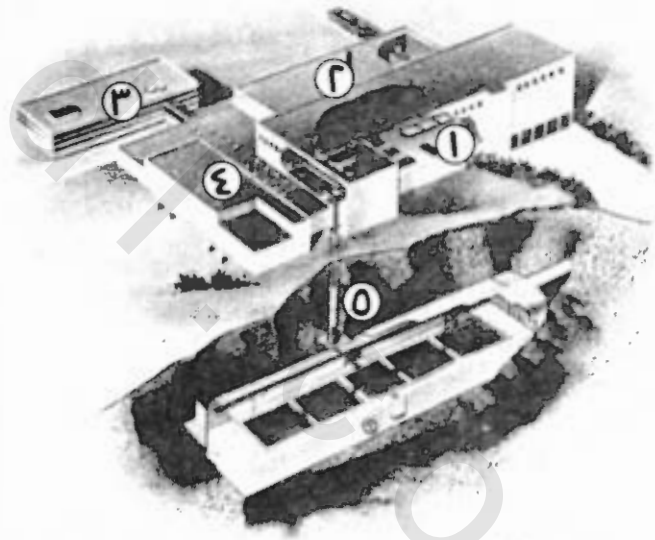
obeikandi.com

الإشعاعات الصادرة من الوقود المستنفد وبذلك يوفر عنصر الوقاية الإشعاعية للعاملين بالمحطة النووية، وثانيهما توفير وسيلة التبريد المستمرة واللازمة للوقود المستنفد وذلك بسحب الحرارة المنبعثة منه بصفة مستمرة نتيجة التحلل الإشعاعى للمواد المشعة الموجودة به. هذا بالإضافة إلى أن الماء يوفر وسيلة عملية للمشاهدة البصرية المستمرة للوقود ومتابعة أمان حفظه. وتجهز أحواض التخزين بوسائل التقنية المستمرة وأجهزة الرقابة الإشعاعية.

التخزين المؤقت (للوقود المستنفد) Interim storage

تهدف هذه المرحلة إلى تخزين الوقود المستنفد لفترة طويلة نسبيا (تصل إلى عشرات السنين) مقارنة بفترة التخزين المرحلى. وذلك تمهيدا للتعامل معه بإحدى الاستراتيجيتين: إما بمعالجته والاستفادة من المواد النافعة به، أو نقله إلى أماكن التخزين النهائية. ويدخل فى تحديد هذه الاستراتيجية الاعتبارات الاقتصادية والتكنولوجية والبيئية والسياسية. ويتم التخزين للوقود المستنفد فى تجهيزات هندسية تعد وفقا لمعايير أمان صارمة بغرض حماية الإنسان والبيئة، ويتوافر فى هذه التجهيزات وسيلة تبريد للوقود أثناء تخزينه. ويوجد فى العالم حاليا طريقتان رئيسيتان للتخزين المؤقت للوقود المستنفد:

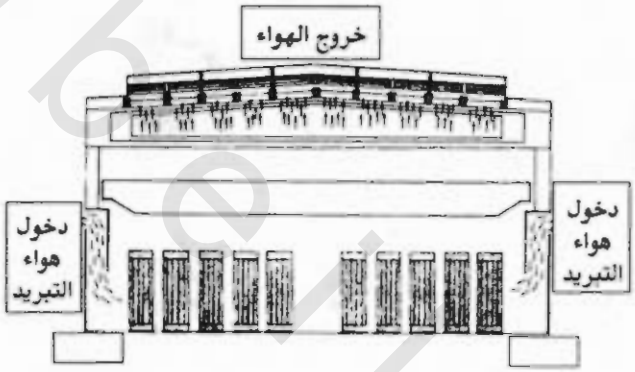
أولاهما: طريقة التخزين المائى وفيه يحفظ الوقود مغمورا فى الماء داخل أحواض مجهزة بدوائر تبريد وتنقية للماء.



منشأة بالسويد للتخزين المؤقت تحت الماء

١ - مبنى استقبال الوقود المستنفد.
٢ - مبنى النظم المساعدة للتخزين.
٣ - مبنى الإدارة.
٤ - مبنى الإمداد الكهربى.
٥ - مصعد نقل الوقود.
٦ - مبنى أحواض التخزين المؤقت للوقود.

ثانيهما: طريقة التخزين الجاف، وفيها يحفظ الوقود فى تجهيزات هندسية خاصة (داخل أوعية خاصة للتخزين الجاف أو داخل نفس أوعية نقل الوقود) ويبرد بالهواء الذى يمر من خلال مرشحات عالية الكفاءة لتنقيته من أى مواد مشعة قبل إطلاقه إلى البيئة الخارجية. ويتم اختيار مواقع التخزين المؤقت إما بجوار موقع المحطة النووية، أو بمنطقة مركزية بعيدا عن موقع المحطة النووية. ويخضع هذا الاختيار لاعتبارات اقتصادية وتكنولوجية وجيولوجية.

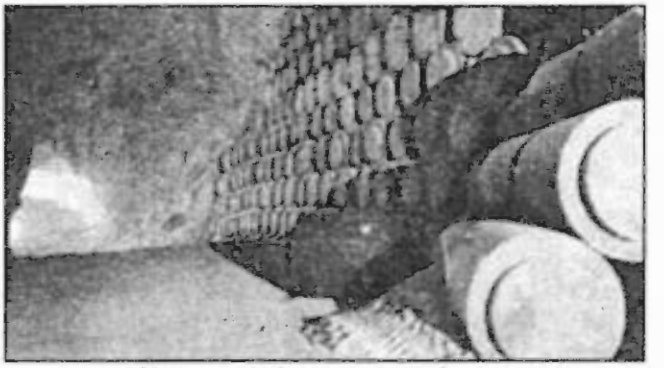


تجهيزات هندسية للتخزين الجاف للوقود المستنفد

التخزين النهائى (للنفايات عالية الاشعاع)
Ultimate disposal

تهدف عملية التخزين النهائى للنفايات عالية الإشعاع إلى منع تسربها أو تسرب الإشعاعات الصادرة منها إلى الإنسان أو إلى طعامه وشرابه، وذلك لفترات زمنية طويلة. وقد وجد أن أكثر الطرق فاعلية من النواحى الاقتصادية والتكنولوجية والبيئية لتحقيق ذلك هو حفظ النفايات فى صورة مركبات عديمة الذوبان فى الماء داخل أوعية شديدة المقاومة للتآكل ثم دفنها فى الأعماق الجيولوجية المستقرة التى تضمن عدم تسرب أية إشعاعات أو مواد مشعة منها ووصولها إلى الإنسان سواء بطرق مباشرة أو غير مباشرة. ونظرا لأن هذه التكوينات الجيولوجية تكون عادة على أعماق سحيقة تحت الأرض فإن جميع الإشعاعات الصادرة من النفايات المخزنة بها لا يمكنها الوصول إلى السطح، وخاصة إذا علمنا أن إشعاعات جاما- التى تعتبر أقوى أنواع الإشعاعات النووية قدرة على النفاذية- تمتص كاملة فى سمك فى حدود بضعة أمتار فى مثل هذه التكوينات الجيولوجية. وعلى ذلك يبقى عاملا مهما فى اختيار هذه التكوينات الجيولوجية وهو انعزالها التام عن مصادر المياه الجوفية وذلك لضمان عدم وصول هذه المياه الجوفية إلى مواقع تخزين النفايات. ثم إحداثها تآكلات بأوعية التخزين، ثم إذابة وامتصاص جزء من المواد المشعة بهذه النفايات، ثم تجد هذه المواد الملوثة بالنفايات طريقها إلى الإنسان. ويعتمد أمان تخزين النفايات عالية الإشعاع على مبدأ تعدد الحواجز الإشعاعية والتى تمنع وصول الإشعاعات

أوالمواد المشعة إلى الإنسان. وأهم هذه الحواجز: الحاجز الإشعاعى الأول، احتواء النفايات فى صورة مركبات صلبة عديمة الذوبان فى الماء. والحاجز الإشعاعى الثانى، أوعية حفظ النفايات، الحاجز الإشعاعى الثالث، مواد الحشو حول أوعية حفظ النفايات، الحاجز الإشعاعى الرابع، التكوينات الجيولوجية.



حفظ النفايات على أعماق تبلغ مئات الأمتار من سطح الأرض ليضمن استقرار التركيبات الجيولوجية ومواد حفظ النفايات لملايين السنين.

مخزن نفايات نووى طبيعى يرجع تاريخه ١٧٠٠ مليون عام بالجابون ولم يتسرب منه أى مواد مشعة ضارة بالإنسان أو البيئة.

تخلف زمنى Time lag

الفترة الزمنية التى تمضى بين وقوع الحدث وبين ظهور أثره.

تدنية (النفايات) Minimization, waste

هو المفهوم الذى يتضمن اختزال النفايات من حيث الكمية والفاعلية إلى أقل مستوى معقول يمكن إنجازه. ومراعاة تدنية النفايات يبدأ من تصميم المنشأة النووية، وانتهاء بالوقف النهائى للتشغيل. والتدنية كممارسة يشمل إنقاص المصدر، إعادة التدوير، إعادة الاستخدام، والمعالجة المأخوذة فى الاعتبار لمواد النفايات الثانوية وأيضا الأولية.

انظر: اختزال الحجم (النفايات)، تسكين (النفايات).

تداخل Interference

ظاهرة تتلخص فى أنه إذا التقت موجتان ذواتا طولين موجيين متساويين، كانت هناك مواضع تلتقى فيها قمة إحدى الموجتين بقمة الأخرى وقرارها (القاع) بقرار الأخرى فتشتد الحركة الموجية (تداخل بناء)، وفيما بينها مواضع تلتقى قمة إحدى الموجتين بقرار الأخرى فتضعف الحركة الموجية (تداخلا إتلافيا) .

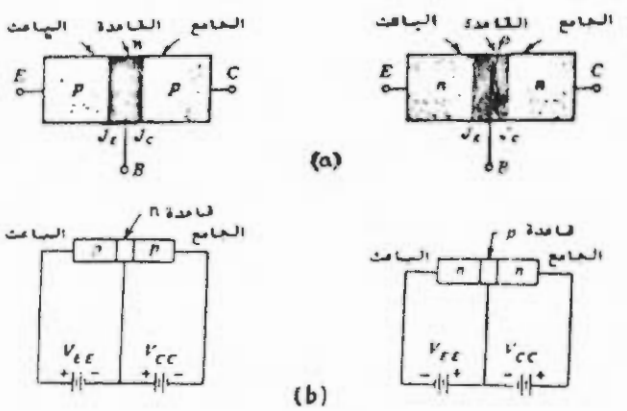
تدفق (فيض) نيوترونى Neutron flux

عدد النيترونات التى تنفذ من وحدة المساحات فى وحدة الزمن.

الترانزستور Transistors

يتكون الترانزستور أو وصلة الترانزستور ثنائية القطب Bipolar junction transistor(BJT) من بللورة من السيليكون (أوالجرمانيوم) عبارة عن ثلاث طبقات. النوع الأول عبارة عن طبقة موجبة P موجودة بين طبقتين سالبتين n، وفى هذه الحالة يطلق على الترانزستور (n-p-n). أما النوع الثانى فتكون فيه الطبقة السالبة n موجودة بين طبقتين موجبتين (p-n-p). وفى كلتا الحالتين يكون سمك الطبقة الوسطى صغيرا جدا. وتعرف ثلاث الطبقات فى الترنزستور بالباعث Emitter،والقاعدة Base، والجامع Collector .

فإذا وصّل الترانزستور (n-p-n) بدائرة خارجية بحيث يكون التوصيل أماميا، أى يكون الباعث سالبا بالنسبة للقاعدة، فإن الإلكترونات تنتقل من الباعث إلى القاعدة، ونظرا لأن سمك القاعدة صغير جدا، فإن معظم الإلكترونات (٩٥– ٩٩٪) سوف تنتقل إلى الجامع، أما بقية الإلكترونات (١–٥٪) فسوف ترتبط بالفجوات فى



الترانزستور

منطقة القاعدة مكونة تيار القاعدة Base current ، ومن ناحية أخرى فإن الجامع يتصل فى الاتجاه العكسى بحيث يكون موجبا بالنسبة للقاعدة.

وبالرغم من أن التيار فى كل من الباعث والجامع متساو تقريبا، فإن تيار الباعث يمر فى الدائرة بمقاومة صغيرة بينما تيار الجامع يمر فى دائرة ذات مقاومة مرتفعة، وعلى ذلك فلوجود إشارة كهربية فى دائرة الباعث مع وجود مقاومة كبيرة فى دائرة الجامع، فإنه يتكون فرق جهد على طرفى المقاومة. ونظرا لأن التيار فى الدائرتين متساو ولكن فرق الجهد الناتج كبير جدا، فإنه يمكن تكبير كل من القدرة والجهد الكهربى باستخدام الترانزستور. ويمكن تطبيق نفس الاعتبارات على الترانزستور من النوع (p-n-p).

تريتيوم Tritium (H^3)

هو ثالث نظائر الهيدروجين وأثقلها، وهو نظير مشع له عمر نصف ٢٦و١٢ عام ، يتولد فى مفاعلات الماء المضغوط نتيجة تفاعل النيوترونات السريعة مع البورون –١٠ . ويحضر بواسطة التفاعل: $Li^6 (n,\alpha) H^3$ والناتج التجارى يكون على هيئة غاز التريتيوم أوماء التريتيوم $3H_2O$. ويجب الحرص عند تحضيره أو تخزينه وذلك بعزله عن الرطوبة حتى لا يخف تركيزه الإشعاعى. والتريتيوم مصدر نقى لأشعة بيتا ولذلك يستخدم فى تجارب اقتفاء الأثر فى المركبات العضوية وفى بحوث الصيدلة والكيمياء الفيزيائية وفى صناعات الكيماويات العضوية.

ترحيل (فى أجزاء أقراص الوقود)

Relocation (of fuel-pellet segment)

تحت تأثير درجات الحرارة ، قد يحدث تمدد فى أقراص الوقود وبذلك يمكن حدوث شروخ فى أقراص الحبوب التى تتشكل منها قضبان الوقود. وبحدوث الشروخ يتوقع تحرك أجزاء الأقراص فى اتجاه نصف قطرها إلى الخارج، مما ينتج عنه نقصان فى الفجوة الحيوية الموجودة والضرورية بين غلاف القضيب والوقود نفسه، ومما قد ينتج عنه بعض اتصال بين الوقود والغلاف المحيط به، مما يجلب تفاعلات سلبية ميكانيكية وكيميائية (pellet/clad interaction).

الترخيص الشخصى Personal license (licence)

لا يجوز استعمال الإشعاعات المؤينة بأية صفة إلا للشخص المرخص له بذلك، ويتم تحديد الشروط الواجب توافرها فى المرخص طبقا لنوع النشاط الذى يقوم به. وفى حالة الاستخدامات الصناعية للإشعاع يتطلب أن يكون المستخدم (طبقا للتشريعات المصرية) حاصلا على مؤهل جامعى، كما يجب أن يكون قد أتم بنجاح دورة فى مجال استخدام الإشعاع المؤين والوقاية من أخطاره من هيئة الطاقة الذرية أو من معهد معتمد. ويتغير الشرط طبقا لنوع العمل الذى يقوم به الشخص، فإذا كان الاستخدام طبيا يجب توفير التأهيل المطلوب للاختصاص فى هذا التخصص، وفى حالة الأبحاث العلمية يطبق عليه نفس الشروط الواجب توافرها عند الاستخدام الصناعى.

الترخيص المكانى Siting Licence

تمنح الجهة المسئولة ترخيصا مكانيا بعد أن يتقدم الطالب بطلب بذلك ويجهز المكان الملائم قبل دخول المصدر المشع به، وبعد إجراء القياسات الإشعاعية المطلوبة (المسح الإشعاعى) حول المكان بعد دخول المصدر المشع به.

تركيب هندسى Geometry

التشكيل الفراغى للمركبات المكونة لتجربة أو جهاز ما، أوالنموذج الذى ترتب طبقا له تلك المركبات، أوالعلاقة الفرعية التى تربط بينها. ويشير هذا المصطلح فى مجال تكنولوجيا المفاعلات إلى شكل عناصر الوقود وحجمها والمهدئ والعاكس وموقع بعضها بالنسبة لبعض، وفى مجال الفيزياء النووية يشير إلى ترتيب المصدر ومعدات الكشف ويعنى فى مجال العد والمسح النسبة المئوية للإشعاع الذى يصل إلى الحجم الحساس من العداد بعد خروجه من العينة. (انظر: شبيكة)

تركيز النشاط الإشعاعى فى الهواء

Air-borne radioactivity

عندما تنطلق مواد مشعة من مصدر ما فى الهواء فإن تركيز النشاط الإشعاعى بالهواء له وحدة الكورى فى المتر المكعب (أو البيكرل فى المتر المكعب). ويزداد التركيز الإشعاعى فى الهواء بزيادة النشاط الإشعاعى فى حيز الهواء أو بتقليل حجم الهواء. ومن العناصر غير المستقرة فى الهواء غاز الرادون–٢٢٢ المشع والذى تنطلق منه جسيمات الفا وكذلك غاز الأرجون –٤٠ المشع.

تركيز المواد المشعة فى التربة

Soil radioactivity content

تصل المواد المشعة إلى التربة عن طريق وجود مواد مشعة بالتربة نفسها ومنها اليورانيوم والثوريوم ونواتج تحويله. كما تصل المواد المشعة إلى التربة نتيجة التساقط الإشعاعى من التجارب على التفجيرات النووية أو من التساقط الإشعاعى من السحابة الإشعاعية المنطلقة من المحطات كما فى حالة حادثة تشيرنوبل السوفيتية. ويزداد تركيز المواد المشعة فى التربة بزيادة المواد الساقطة المشعة أو بتقليل الكتلة التى يتم بها التساقط. ولإزالة تلوث التربة تقلب التربة أى تصبح الطبقة العليا هى الطبقة السفلى وتترك لسنوات عديدة.

والوحدة المستخدمة لقياس تركيز المواد المشعة فى التربة هى الكورى لكل جرام (أو البكرل لكل كيلو جرام).

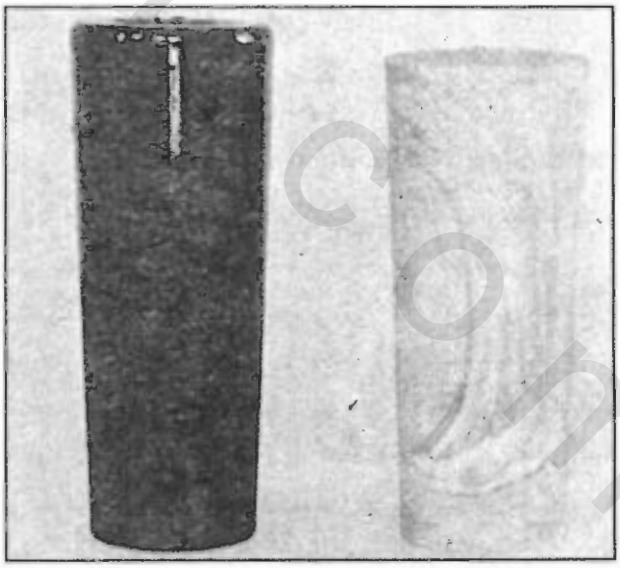
تركيز المواد المشعة فى الماء
Water radioactivity content

يتكون الماء من غاز الأكسجين وغاز الهيدروجين حيث يتحول الغازين إلى سائل عند اتحادهما. ويحتوى الماء أيضا على عناصر أخرى ولكن بكميات صغيرة وإذا زادت هذه العناصر الذائبة فى الماء عن حد معين يصبح الماء غير قابل للاستعمال أى الشرب.

وللهيدروجين نظائر ثلاث : الأول وهو العادى وبنواته بروتون واحد، والثانى وبنواته بروتون واحد ونيترون ويطلق عليه الديترون أوالهيدروجين الثقيل ، كما يطلق على الماء الناتج من اتحاده مع الأوكسجين بالماء الثقيل وهو الذى يستخدم فى المفاعلات النووية خاصة الكندية. أما النظير الثالث .الهيدروجين-٣ فبنواته بروتون واحد و٢ نيترون ويطلق عليه الترتيوم، ويتميز عن النظيرين الآخرين بأن نواته غير مستقرة . أى أنه مشع والماء المتكون من اتحاد الهيدروجين٣ مع الأكسجين ماء مشع. ويتولد الماء المشع (غير المستقر) فى المفاعلات النووية ويصل إلى التربة والماء عن طريق الإنطلاقات الإشعاعية من المفاعلات النووية. والوحدة المستخدمة لقياس تركيز المادة المشعة فى الماء هى البكريل لكل ملى لتر أو كورى لكل جرام.

تزجيج (النفايات)
Vetrification, waste

يتم احتواء النفايات فى صورة مركبات عديمة الذوبان فى الماء بتركيز النفايات عالية الإشعاع وتحويلها – بخلطها بالسليكا – إلى مركبات زجاجية صلبة لها خصائص تتحمل عوامل الضغط والحرارة والظروف الكيماوية المتواجدة فى مواقع التخزين النهائى. وجدير بالذكر أن قدماء المصريين استطاعوا عمل مشغولات زجاجية ملونة احتفظت بجميع خواصها وألوانها الطبيعية منذ أكثر من ٣٥٠٠ سنة وقاومت كافة عوامل التآكل. وفى حالة تخزين الوقود المستنفد فإن



تشكيل النفايات فى صورة مركبات زجاجية
(النفايات الصلبة عالية الإشعاع بعد المعالجة تتراوح بين ٢ – ٣ متر مكعب سنويا من محطة نووية بقدرة ١٠٠٠ ميجاوات كهربى).

مادة الوقود النووى ذاتها – نظرا لطبيعتها السيراميكية المقاومة للذوبان فى الماء– تشكل حاجزا يمنع تسرب المواد المشعة المحتجزة بها، بالإضافة إلى أن مادة الغلاف المعدنى لأعمدة الوقود النووى – والتى عادة تكون من معدن الزركونيوم – تتميز بمقاومتها العالية للتآكل وتشكل حاجزا إضافيا يمنع تسرب المواد المشعة خارجه.

تزليج (تزييت أو تشحيم)
Lubrication

استخدام مادة تزييت أو تشحيم بين الأسطح الاحتكاكية لعناصر مكينة محددة لمنع أو تقليل التلامس السطحى الفعلى، فيساعد ذلك على تقليل التآكل والبرى وتقليل معامل الاحتكاك بينها، فضلا عن حماية الأجزاء من الصدأ وتبديد الحرارة المتولدة نتيجة الاحتكاك. ومواد التزليج تكون فى الغالب سوائل لها خصائص اللزوجة المطلوبة، وأكثرها استخداما الزيوت والشحومات. وقد تكون هذه المواد صلبة مثل الجرافيت أو الصابون، أو حتى تكون غازية فى بعض الأحيان.

تساقط مشع
Radioactive fall-out

جسيمات محمولة بالهواء تحتوى على مادة مشعة تتساقط على الأرض عقب الانفجار النووى. فالتساقط الذرى المحلى الناتج من التفجير النووى يسقط على سطح الأرض فى خلال أربع وعشرين ساعة بعد التفجير. ويتكون التساقط الذرى التروبوسفيرى من مادة تحقن فى التروبوسفير، ولكن لاتصل إلى الارتفاعات العالية فى الستراتوسفير. وهى لا تسقط محليا ولكنها تترسب عادة فى شرائط خفيفة نسبيا حول الأرض على خطوط عرض الحقن تقريبا. أما التساقط الذرى الستراتوسفيرى، أو التساقط عالمى الانتشار، فهو الذى يحقن فى الستراتوسفير ثم يسقط ببطء نسبيا على معظم سطح الأرض.

التسجيل
Registration

شكل من أشكال الإذن لممارسات تنطوى على مخاطر ضئيلة أو متوسطة. حيث يكون الشخص القانونى المسئول عن الممارسة قد أعد وقدم إلى الهيئة الرقابية، حسب الاقتضاء تقويما لأمان المرافق والمعدات. ويعطى الإذن بالممارسة أو بالاستخدام بشروط أو قيود حسب الاقتضاء. وينبغى أن تكون متطلبات تقويم الأمان والشروط أو القيود السارية على الممارسة أقل حدة مما يلزم للترخيص.

متسلسلة
Series

للتغلب على الصعوبات المرتبطة بعملية إجراء التكامل كان نيوتن وليبنتز يعبران عن الدالة المكاملة فى صورة كثيرة حدود ذات عدد لانهائى من الحدود. وبتطبيق قواعد الجبر العادية على مثل هذه العبارات توصل علماء الرياضيات فى القرن الثامن عشر إلى مجموعة من الاكتشافات الرائعة. غير أنه اكتشف كذلك أنه إذا ما طبقنا

قواعد الجبر، بدون فرض أى شرط، على المجاميع اللانهائية فمن الممكن أن نقع فى أخطاء. وأصبحت صياغة المفاهيم الأساسية للمتسلسلات اللانهائية بدقة،وكذلك إثبات خواصها، ضرورة حتمية. وقد حل هذه المسألة علماء الرياضيات فى القرن التاسع عشر.

ولتعريف المتسلسلة، نفرض أن متتابعة الأعداد الآتية معطاه:

$$u1,u2, u3, \ldots,un,\ldots \qquad (1)$$

سنجمع هذه الأعداد حسب هذا الترتيب المعطى، فنحصل على متتابعة جديدة ... ...s1, s2, s3,..,sn,.. حيث:

$$s1=u1,$$
$$s2=u1+u2,$$
$$s3=u1+u2+u3,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$Sn=u1+u2+u3+\ldots\ldots+un, \qquad (2)$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

وتختصر عملية تشكيل هذه المجاميع وتكتب على صورة العبارة:

$$u1+ u2 +u3 +\ldots\ldots+\ldots, \qquad (3)$$

التى تسمى بالمتسلسلة اللانهائية أو باختصار "المتسلسلة". وتسمى الأعداد... u1, u2, u3,.. بحدود المتسلسلة، ويسمى المجموع

$$Sn = u1+ u2 + u3+\ldots+un$$

بالمجموع الجزئى للمتسلسة (ويسمى العدد S1=u1 بالمجموع الجزئى الأول،

S2=u1 +u2 بالمجموع الجزئى الثانى، S3=u1+ u2+u3 بالمجموع الجزئى الثالث وهكذا).

تسخين فائق Superheating

تسخين البخار، وبصفة خاصة بخار الماء المشبع (الرطب) إلى درجة حرارة تفوق كثيرا درجة الغليان عند الضغط الواقع عليه، ويستفاد من ذلك فى محطات القوى لتحسين الكفاية وتقليل التكثيف فى التربينات.

تسخين فائق نووى Nuclear superheating

تسخين البخار الناتج فى المفاعل تسخينا فائقا بالاستعانة بحرارة إضافية من مفاعل. وتستخدم لذلك طريقتان بصفة عامة: إعادة دورة البخار خلال القلب نفسه الذى نتج فيه أصلا. أو إمرار البخار خلال مفاعل ثان منفصل.

تسكين (شل فاعلية، تثبيت، توقيف)، النفايات Immobilization

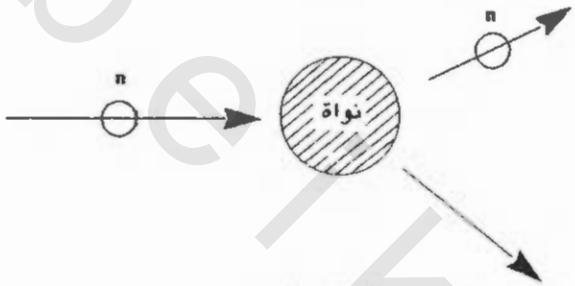
تحويل النفاية المشعة إلى صورة جامدة، بتطويقها وكبسلتها. والغرض من التجميد الإقلال من خطورة التسرب وشل الفاعلية، أو انتشار النويدات المشعة وذلك أثناء التناول،والنقل، والتخزين والدفن.

تشتت Dispersion

تفرق الحزمة الإشعاعية إلى مركباتها وفقا لإحدى الخواص المميزة للموجات مثل التردد أو طول الموجة أو الطاقة.

التشتت المرن Elastic Scattering

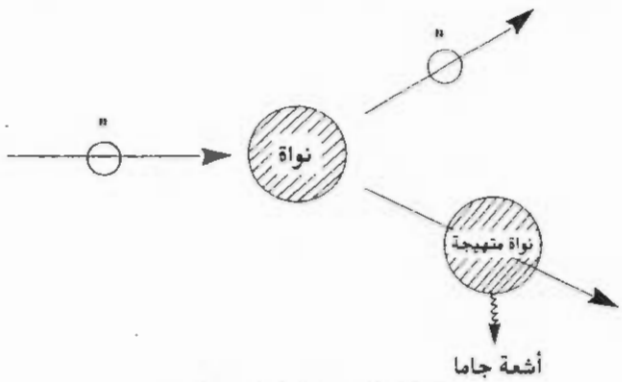
أحد تفاعلات النيترونات مع المادة ، وفيه ينحرف النيترون عن مساره فقط ولا يخسر من طاقته شيئا كما أن هذا النوع من التصادم لا يؤدى إلى أى تأثير فى الذرة التى دخلت فيه.



التشتت المرن

التشتت غير المرن Inelastic Scattering

أحد تفاعلات النيترونات مع المادة ، حيث تمتص النواة المصدومة جزءا من طاقة النيترون وتتهيج. تطلق النواة المتهيجة الطاقة الزائدة بإصدار شعاع جاما لتعود إلى حالتها المستقرة بينما يتابع النيترون مسيرته فى التصادمات ليصبح ذا طاقة منخفضة أى حرارى وهذا هو المبدأ الذى يعتمد فى تهدئة النيترونات حيث تستخدم ذرات خفيفة مثل الهيدروجين لكى تكون معظم التصادمات غير مرنة، وهذا أحد أسباب استخدام الماء كمهدئ للنيترونات فى بعض المفاعلات النووية.



تفاعلات التشتت غير المرن

تشظى Spallation

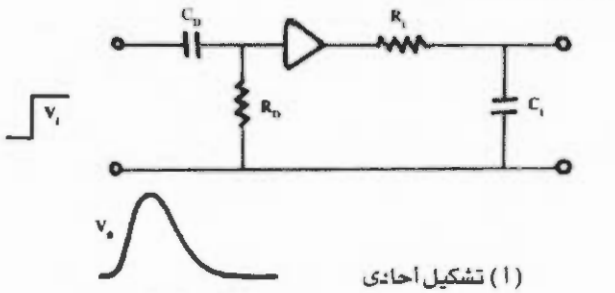
تفاعل نووى يحدث نتيجة تصادم تتفتت من جرائه النواة وتتطاير منها جسيمات.

تشعيع Irradiation

تعريض مادة أوجسم لإشعاعات المؤينة وحصولها على جرعة من الإشعاعات بهدف تغيير موصفاتها أوخصائصها أو إنتاج مادة مشعة منها.

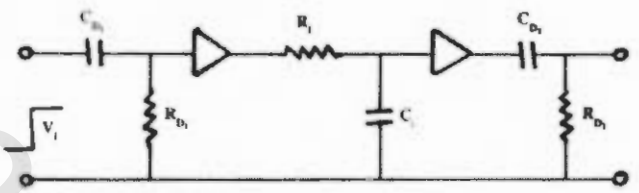
تشكيل النبضات Pulse shaping

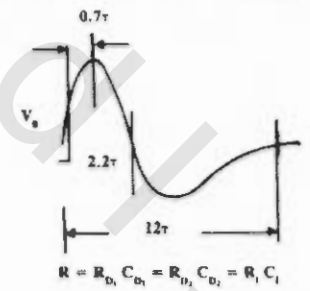
نحتاج أحيانا إلى تشكيل نبضة الدخل بحيث تأخذ شكلا مناسبا لتشغيل جهاز الكترونى معين. ومن الأشكال المألوفة للنبضات: الشكل الجاوسى (Gaussian shape) أو القريب منه. وتتركب دائرة تشكيل النبضات من مقاومات ومكثفات متصلة مع مكبر عملياتى. ومن الدوائر ما نحصل منها على تشكيل أحادى، ومنها ما نحصل منها إلى تشكيل ثنائى.



(أ) تشكيل أحادى

$\tau = R_D C_D = R_i C_i$





(ب) تشكيل ثنائى

$R = R_{D_1} C_{D_1} = R_{D_2} C_{D_2} = R_i C_i$

تشكيل النبضات

تشوه Deformation

تغير شكل جسم مرن تحت تأثير الإجهادات المسلطة.وهناك التشوه اللدن plastic الذى يبقى بعدد تسليط الإجهاد ثم إزالته. كما هناك التشوه المرن elasticوهو التغير فى الأبعاد الناتج عن إجهاد ما، والذى يزول بعد زوال الإجهاد.

تصادم Collision

اقتراب اثنين أو أكثر من الجسيمات أو الفوتونات أو الذرات أوالنوى من بعضها البعض اقترابا وثيقا، يمكن أن تتبادل فى أثنائه كميات مثل الطاقة وكمية التحرك والشحنة.

التصلب (التقسية) بأشعة النيوترون Neutron radiation hardening

فى صناعة المفاعلات الذرية نجد أن أشعة النيوترونات لها القدرة على تغيير خواص المواد الصلبة حيث تستطيع النيوترونات السريعة أن تطرد الذرات من مكانها فى التركيب الهيكلى، والذرة التى طردت من مكانها يمكنها أن تثبت نفسها بين ذرتين من ذرات الهيكل.وللنيوترون الذى غير اتجاهه القدرة على أن يقذف بالذرات الأخرى من أماكنها وهذه الذرات المقذوفة لا تستمر فى أماكن بين غيرها من الذرات فى الهيكل الفراغى بل نتيجة اكتسابها طاقة حركة من النيوترون، تقذف بغيرها من الذرات من أماكنها فى هيكل البللورة، وهكذا ينشأ عدد من الأماكن الخالية فى الهيكل الفراغى وعدد من الذرات فى أماكن بين الذرات الأخرى فى الهيكل البللورى (عيوب فرنكل) قبل أن تستنفذ طاقة حركة النيوترون المكتسبة. وهذه العيوب يمكن أن تشد الهيكل البللورى وبذلك تجعل الفلز (أو السبيكة) صلبا قابلا للكسر بسهولة كما لو كان قد تعرض لتشكيل على البارد. وكلما نشأت المواضع الخالية فى الهيكل البللورى بهذه الطريقة كان من الممكن أن تملأها الذرات المقذوفة، وعند ثبات التعرض للإشعاع وثبات درجة الحرارة، تتزايد " عيوب فرنكل " حتى تصل إلى درجة التشبع. وعند درجات الحرارة العالية التى توجد داخل المفاعل (مفاعل القوى) يمكن للذرات أن تتجول ويمكنها أن تعالج " عيوب فرنكل " فى البللورة، ولهذا السبب يجب جعل العينات التى توضع لأغراض التجارب وسط المفاعل عند درجات حرارة مناسبة ، هذا إذا أريد فحص التغيرات الناتجة عن التعرض للإشعاع. وقد أمكن عن طريق تعريض عينة من النحاس إلى الفيض النيوترونى زيادة قوتها (قوة تحملها للإجهادات) إلى مائة من القيمة العادية، كذلك أمكن تغيير خواص أشباه الموصلات مثل الجرمانيوم والسيليكون ومركباتها بواسطة تعريضها للإشعاعات الغنية بالطاقة.

تصلد (تقسية) نيوترونى Neutron hardening

الأثر الذى يحدث من جراء انتشار النيوترونات فى وسط يقل امتصاصه للنيوترونات السريعة ذات الطاقة الكبيرة، فتمتص فيه النيوترونات البطيئة ويزداد بذلك متوسط طاقة النيوترونات المتبقية.

تصليد (تقسية) Hardening

زيادة صلابة الفولاذ (الصلب) بسقايته من درجة حرارة تقع داخل نطاق التحول أو أعلى منه، أو بالتشغيل الميكانيكى تحت نطاق التحول.

تصلب ، تجمد (النفايات) Solidification

تسكين وتثبيت المواتع (الغازات، السوائل)، بتحويلها إلى صورة النفايات عادة بغرض إنتاج مادة ثابتة بنيانيا، حتى تكون الأسهل فى

التناول وأقل قابلية للتشتت والتبعثر من السائلة. وهناك بعض وسائل تسكين النفايات السائلة النموذجية مثل، التحميص والتجفيف والسمنتة cementation ، والطلاء بالبيتومين، (البتمنة) والتزجيج.

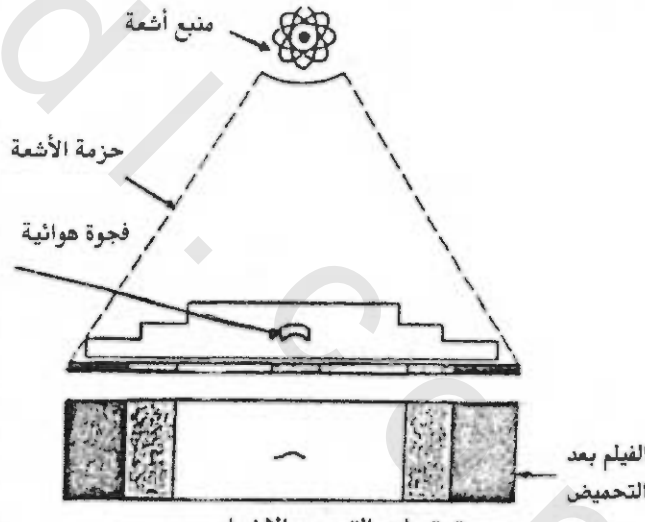
انظر: تسكين النفايات، والتهيئة.

تصنيف ثلاثى Triage

عملية تحديد حالات الإصابة (من عدد كبير من الأشخاص الذين يكونون قد تعرضوا لإشعاع شديد) التى تحتاج إلى علاج سريع، وتلك الحالات السليمة التى لا يلزم لها علاج، وتلك التى يفقد الأمل من انتفاعها من العلاج. ويستخدم هذا المصطلح فى النواحى الطبية من الدفاع المدنى.

تصوير إشعاعى Radiography

التصوير بأشعة إكس أو أشعة جاما. وهو من أقدم وأوسع المجالات المستخدمة فى الصناعة وله استخدامات واسعة فى مشاريع المصافى والبتروكيمائيات لتحديد كفاءة عمليات وصل ولحم الأنابيب والمصبوبات ومدى ترابط الأجزاء بعضها ببعض فى المحركات النفاثة وفى أعمال السيراميك. حيث تنطلق إشعاعات جاما أو الإشعاعات السينية أو سيل من النيوترونات على القطعة المعدنية أوالمادة المراد فحصها ليتم استقبال الإشعاع النافذ من الجهة الأخرى على فيلم ذى حساسية للإشعاع بحيث يتحول لونه إلى السواد الداكن بعد معالجته. إن الإشعاع المنبعث من المصدر تكون نفاذيته متفاوتة حسب سماكة الأجزاء المختلفة فى القطعة.



ترتيبات التصوير الإشعاعى

تصوير نيوترونى Neutron Radiography

الكشف عن العيوب الصناعية باستخدام نيوترونات لها قدرة كبيرة على اختراق المواد. فعندما يكون المراد فحصها حساسة للنيوترونات أكثر من إشعاعات جاما خاصة المواد الهيدروجينية والكربونية كمواد البلاستيك والمطاط أو تلك المواد التى تأسر النيوترونات كالكادميوم والبورون فإن التصوير الإشعاعى النيوترونى يصبح مفضلا. وتتكون مصادر النيوترونات من عنصرى الأنتيمون والبريليوم، حيث تقوم أشعة جاما المنبعثة من الانتيمون ١٢٤ بإحداث تفاعل مع البريليوم ٩ ليصدر نيوترون. يستخدم التصوير النيوترونى فى فحص قضبان الوقود النووى ، وفى اكتشاف الصدوع والشقوق فى توربينات الغاز، وفى تحديد التآكل فى أجزاء الطائرات إلى غير ذلك من الاستخدامات.

تضاعف (تعاقبية) Cascade

ترتيب لوحدات معدات فصل النظائر تتصل فيه الوحدات بعضها ببعض. ففى العادة يمكن للجهاز الواحد أو العملية الواحدة أن ينتج كمية صغيرة فقط من الفصل النظيرى، ولكن إذا وصلت مجموعة من تلك الأجهزة أو العمليات بعضها ببعض، فيمكن أن يتضاعف التأثير ويتم الحصول على مقدار فصل محسوس. من أمثلة ذلك الحواجز المتعاقبة لعملية الانتشار الغازى.(انظر:فصل النظائر)

تطهير (تنقية) Scavenging

فى الكيمياء، استخدام راسب غير معين لإزالة نويدة مشعة غير مرغوبة، أوأكثر، من محلول عن طريق الامتصاص أوالمشاركة فى الترسيب. وفى الفيزيقا الجوية، التطهير هو إزالة النويدات المشعة من الجو بفعل المطر أو الثلج أو الندى.

التعرض Exposure

يعتبر التعرض من وجهة النظر التاريخية هو من أكثر الكميات أهمية ، ويمكن قياسه فقط بالنسبة لأشعة جاما والأشعة السينية ويتم غالبا فى الهواء. وفى عام١٨٩٦ وبعد اكتشاف أشعة رونتجن (الأشعة السينية) لاحظ رونتجن أن هذه الأشعة قادرة على إحداث تأين فى الغازات وقد كانت هذه الملاحظة هى بداية تصميم جهاز قياس يعتمد على القابلية لتوليد شحنات كهربائية فى قياس شدة الإشعاع.

تعرض طارئ Emergency exposure

هو تعرض كبير يحدث أثناء الظروف غير العادية عند الطوارئ وذلك بهدف منع الإضرار أو إنقاذ الأرواح أو الممتلكات.

تعرض داخلى Internal exposure

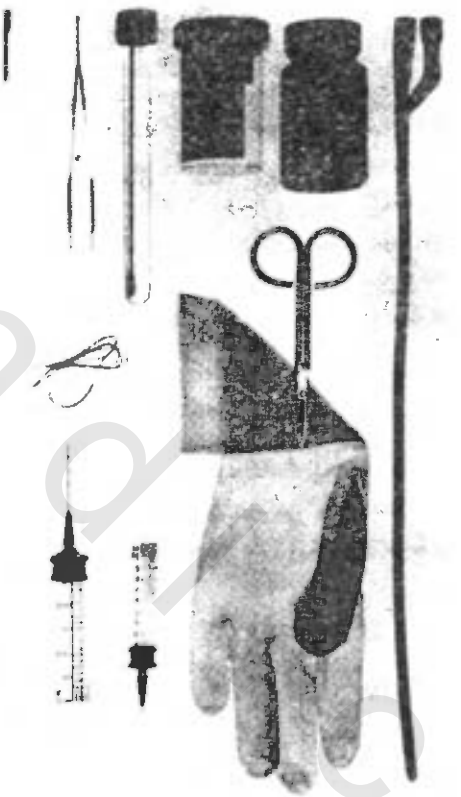
هو التعرض الإشعاعى الذى ينتج عن دخول النويدات المشعة للجسم سواء عن طريق البلع أم التنفس أم الجروح.

تعقيم بالإشعاع Radiation sterilization (Radappertisation)

إن للإشعاع القدرة على تدمير الخلايا الحية بسبب ما يحدثه من تغييرات فى تركيبها، ومن الممكن الاستفادة من هذه الخاصية

فى قتل الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض كالبكتريا والفيروسات والطفيليات فى المواد الطبية والتى يستلزم تعقيمها قبل استخدامها كالحقن وخيوط الجراحة، ونظرا لكفاءة ورخص تقنية الإشعاع فى التعقيم خاصة فى المصانع ذات الطاقة الإنتاجية العالية فقد أخذت تحل محل الطرق الاعتيادية فى التعقيم كالتعقيم بالتسخين والتبخر واستخدام الغازات، وتتلخص الطريقة فى وجود مصدر مشع ذى نشاط كبير كالسيزيوم ١٣٧ أو الكوبلت ٦٠، فى قاع حوض عميق من المياه وتدخل المواد المراد تعقيمها بواسطة حزام دوار إلى الغرفة التى بداخلها الحوض ويتم إخراج المصدر من حوض المياه ليتم تعريض المواد التى تمر أمام المصدر للإشعاع بطريقة تضمن وصوله إلى جميع أجزائها، وفى وجود إجراءات سلامة غاية فى الصرامة.

(انظر : وحدة جاما)



بعض الأدوات الجراحية التى تستخدم الاشعاعات فى تعقيمها

تغليف Cladding

عملية وقاية عنصر الوقود النووى فى المفاعل من التآكل، ولمنع تسرب متخلفات الانشطار إلى الخارج (إلى المبرد). وذلك بتغطيته بطبقة رقيقة من معدن معين . ومن بين مواد التغليف الشائعة الألومنيوم وسبائكه والصلب الذى لا يصدأ وسبائك الزركونيوم.

تغير الكتلة Variation of mass

فى نظرية النسبية الخاصة لأينشتين، تتغير كتلة جسم ما نتيجة لحركته تبعا للمعادلة:

$$m = m_0 / \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

حيث m_0 كتلة الجسم ساكنا ، m كتلته متحركا بسرعة v ، c سرعة الضوء.

تفارق متجه Divergence of a vectors

الفرق بين فيض المتجه الخارج من حجم معين فى مجال المتجه وبين الفيض الداخل إلى هذا الحجم نفسه، ويرمز له بالرمز:

$$div.\overline{R} = \overline{\nabla}.\overline{R} = \frac{\partial R_x}{\partial x} + \frac{\partial R_y}{\partial y} + \frac{\partial R_z}{\partial z}$$

(انظر مادة : مؤثر نابلا).

التفاضل Differentiation

كانت المسألتان الآتيتان مصدرا لظهور حساب التفاضل: (١) مسألة إيجاد المماس لمنحنى اختيارى. (٢) مسألة إيجاد السرعة مهما كانت الصورة التى يأخذها قانون الحركة. وقد قادت كلتا المسألتين، إلى مسألة حسابية واحدة كانت أساسا لحساب التفاضل. وجوهر هذه المسألة فى الآتى: المفروض أن الدالة f (t) معطاة والمطلوب إيجاد دالة أخرى $f'(t)$ أخذت فيما بعد تسمية " المشتقة" والتى تمثل سرعة تغير الدالة f(t) بالنسبة لتغير المتغير المستقل.

فإذا كان

$$y = f(x)$$

$$y + \Delta y = f(x + \Delta x)$$

$$\Delta y = f(x + \Delta x) - f(x)$$

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}$$

ويسمى $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ متوسط تغير الدالة ويدل هندسيا على $\tan \Theta$ أى ميل وتر المنحنى الواصل بين النقطتين Q, P وبالنسبة للمنحنى الواحد يختلف $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ باختلاف النقطة $P(x, y)$ وأيضا باختلاف Δx .

وإذا صغرت Δx صفرا لانهائيا فإن قيمة $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ عندما تصبح $\Delta x = 0$ تسمى معدل تغير الدالة $y = f(x)$ بالنسبة للمتغير (x).

$$\therefore \lim_{\Delta x \to 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{dy}{dx}$$

ويمثل هندسيا ميل المماس للمنحنى الممثل بالدالة عند (x , y) ويلاحظ أن $\frac{dy}{dx}$ تختلف بالنسبة للمنحنى الواحد حسب موضع النقطة (x,y) ويسمى $\frac{dy}{dx}$:

١ – معدل تغير الدالة y بالنسبة إلى x .

٢ – ميل المماس للمنحنى عند النقطة (x , y)،

٣ – المشتقة الأولى للدالة y بالنسبة إلى (x)

ويلاحظ أن $\frac{dy}{dx}$ ليست كسرا ولكنه اصطلاح رياضى لذلك تستعمل فى بعض الأحيان رموز أخرى للدلالة على $\frac{dy}{dx}$ مثل :

$$\frac{d}{dx}(y) \& \frac{d}{d,c}[f(x)] \& f'(x) \& y' + y_1 \& D(y)$$

التفاعلية Reactivity (ρ)

مقدار بعد – انحراف – المفاعل النووى عن الحالة الحرجة. وتكون التفاعلية موجبة إذا كان المفاعل فوق الحرج وسالبة إذا كان تحت الحرج. وتعرف قياسيا بالمعادلة : $(\rho = 1/\ 1 - K_{eff})$ ، حيث، K_{eff} هى عامل التكاثر الفعال . حيث تحدث الحالة الثابتة للمفاعل النووى عندما يكون عامل التكاثر الفعال K_{eff} يساوى الوحدة. وهذا يعنى ثبات القدرة للمفاعل.

تفاعلية زائدة Excess reactivity

تفاعلية أكبر من تلك التفاعلية اللازمة للوصول إلى الحرجية. وتنمى التفاعلية فى المفاعل (استخدام وقود إضافى) للتعويض عن الوقود المحترق وتراكم سموم منتجات الانشطار فى أثناء التشغيل. (انظر: تفاعلية ، حرجية)

تفاعل الإشعاع مع الخلايا
Radiation interactions with human cells

نظرا لأن ٩٠ ٪ من جسم الإنسان ماء، لذا فإن تفاعل الإشعاع مع الخلايا هو تفاعل مع الماء. وقد قسم علماء فيزياء الإشعاع وعلماء علم الإحياء الإشعاعى تفاعل الإشعاع مع الخلايا إلى ثلاث فترات :

الأولى وهى فترة العمليات الفيزيائية والتى يتم خلالها مرور الإشعاع فى الوسط (الخلايا) ويحدث عمليات التأين لذرات الوسط فى فترة زمنية صغيرة للغاية واحد من مليون المليون من الثانية. والفترة الثانية وهى فترة العمليات الكيميائية والتى يتم خلالها عمليات تكوين الشق الحر والذى بدوره يعمل على تكسير الروابط بين الجزيئات. ويتم ذلك خلال فترة زمنية صغيرة واحد من المليون من الثانية. أما الفترة الثالثة والأخيرة فهى فترة العمليات الحيوية والتى يتم من خلالها وفاة الخلايا وهذه تأخذ فترة زمنية من عدة ثوان إلى عشرات السنوات. وكما هو معلوم فإن خلايا الإنسان كثيرة ولكل خلية زمن وعمر وبعض الخلايا يمكن إصلاحها وبعض الخلايا تموت ولا يمكن تعويضها.

ومن هنا يثبت أنه كلما زادت كمية التعرض للإشعاع زاد الضرر. كما يزداد الضرر عند التعرض الخارجى لأشعة اكس وأشعة جاما ذات الطاقة العالية، كما يزيد الضرر عند حدوث تعرض داخلى من أشعة ألفا أو أشعة بيتا. ولا يظهر التأثير الإشعاعى المباشر إلا عند التعرض لجرعة عالية جدا وقد يظهر متأخرا عندما تكون جرعة التعرض منخفضة جدا. كما إن التأثير الإشعاعى إحصائى ، بمعنى أن هذا التأثير يظهر على نسبة من الأفراد المتعرضين لنفس الكمية ونفس النوع. وتزيد هذه النسبة بزيادة كمية التعرض وتقل هذه النسبة بتقليل كمية الإشعاع المتعرض له.

تفاعل ماصا للطاقة Endoergic reaction

تفاعل نووى يأخذ قدرا من طاقة الحركة أكبر مما ينتج من طاقة .

تفاعل منتج للطاقة Exoergic reaction

تفاعل نووى يأخذ قدرا من طاقة الحركة أقل مما ينتج من طاقة.

التفاعل النووى Nuclear Reaction

التفاعلات التى تحدث بين النواة والجسيمات أو الأشعة، حيث تتشكل نوى جديدة وجسيمات وأشعة أخرى. ويتم التفاعل النووى خلال زمن من مرتبة $١٠^{-١٢}$ ثانية أو أقل. وتحتاج الجسيمات المشحونة (α , p,...) إلى طاقات عالية لكى تتمكن من دخول التفاعل نووى نتيجة التنافر الكولومبى بين النوى والجسيمات موجبة الشحنة. أما النيترون، فهو جسيم مادى غير مشحون ، يستطيع أن يصل إلى النواة دون أن يتأثر بالإلكترونات المحيطة، وينتج من التفاعل فى الحالة العامة جسيمات مشحونة وفوتونات:

[(n, α) , (n , P)] ، وأحيانا نيترونات إضافية

[nutron- producing generation (n,2n), (n,3n)] يستفاد من التفاعل النووى فى كشف النيترونات وفى المفاعلات النووية.

تفاعل نووى متسلسل Chain Reaction, nuclear

يعتبر التفاعل النووى المتسلسل، عملية تفتيت أو انشطار لنوى الذرات، التى تنتشر خلال المادة، ويكون كل انشطار بداية لمجموعة أخرى تالية من الانشطارات، وينتج عن ذلك، إعتاق مقدار هائل من الطاقة.

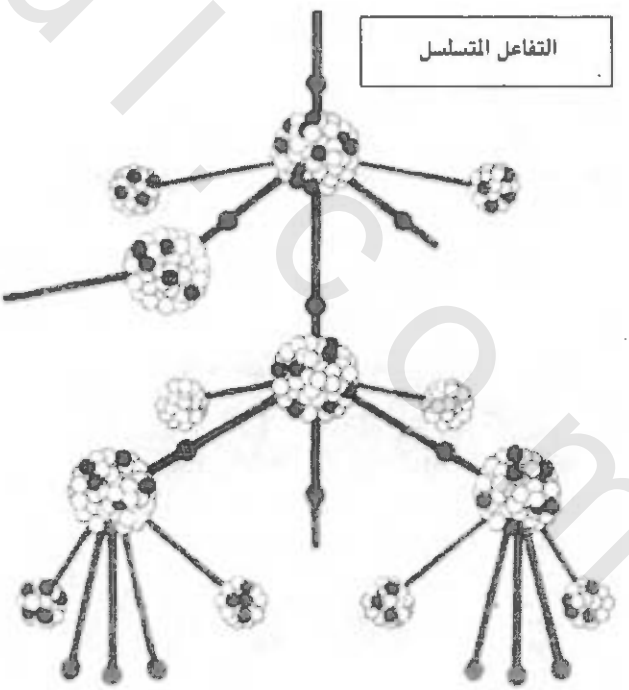
ويمكن توضيح عملية تفتيت النوى الثقيلة، مثل نوى اليورانيوم أوالبلوتونيوم، بواسطة ما يسمى " نموذج قطرة السائل". ويحدث التفتيت ، عندما يلتحق نيوترون إضافى بالبروتونات والنيترونات التى تشغل النواة فعلا، ويسبب اضطرابها ، تماما مثل عملية إضافة كمية زائدة من السائل ، إلى قطرة منه ، لتشوه شكلها عن الشكل الكروى، إلى شكل الدمبلز (كرتان حديديتان يربط بينهما قضيب تمرن بهما العضلات). وفى النهاية، تنقسم إلى قطرتين صغيرتين، وهكذا فإن النيترون الإضافى، يشوه النواة فيسبب انقسامها إلى نوى أصغر حجما. ونتيجة لذلك ، يتم اعتاق الطاقة.

ويعتبر التفاعل المتسلسل، متيسرا إذ تنزع أعداد كبيرة من النيترونات إلى الانطلاق أثناء تحطم النواة الكبيرة. وتأتى تلك النيترونات من عملية التفتيت نفسها، وتتناثر من النوى الصغيرة أثناء رسوبها، لتستقر فى مستوى ثابت. ويمكن لتلك النيترونات ، أن تنجذب بواسطة نوى أخرى ثقيلة ، مسببة انشطارات إضافية، وإنتاج نيترونات أخرى، تقوم بمواصلة التفاعل المتسلسل.

وتتضاعف العملية بسرعة كبيرة ،إذا وجدت كمية كافية من النوى الثقيلة. فمثلا ، ينتج عن تفتيت اليورانيوم ٢٣٥ نيترونان أو ثلاثة متطايرة، وبوجود كمية كافية من اليورانيوم، يستطيع النيترون، أن يقطع عدة سنتيمترات، ثم يدخل بعد ذلك إلى نواة أخرى، ويبدأ انشطار جديد . ويمكن بناء تفاعل متسلسل ، مكون من مليون نواة للانشطار الواحد. وفى الأسلحة النووية الأخرى، وأيضا فى المفاعلات النووية.

ولكى يوطد التفاعل المتسلسل، لابد من وجود قدر كاف من الكتلة، ويعرف " بالكتلة الحرجة" لأكثر من واحد من النيترونات، التى تنتج من الانشطار، ليتم جذبها بواسطة النوى الثقيلة لتلك الكتلة، بدلا من الهروب منها ، دون أن يحدث الانشطار. وتعمل القنبلة الذرية، عن طريق تحضير كتلتين ، تكون كل منهما أقل من الكتلة الحرجة ، وتكونان مع بعضهما، " كتلة حرجة " ، حيث تنفجر بعد ذلك فى صورة "تفاعل متسلسل غير متحكم فيه".

ويمكن إحداث تفاعل متسلسل يتم التحكم فيه ، داخل المفاعلات النووية، بواسطة التوزيع الدقيق لكتلة المادة المنشطرة، وبواسطة تنظيم سرعة النيترونات.(انظر مادة: المفاعل النووى، القنبلة النووية).



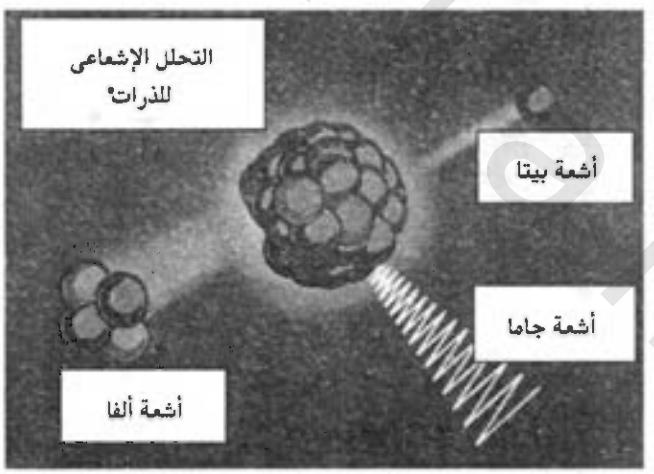
تفاعل نووى متسلسل

التفكك (تحلل) الإشعاعى Radioactiv decay

بعض النظائر الموجودة فى الطبيعة غير مستقرة وتتفكك نواها لتكوين نوى أكثر استقرارا ويقال عنها إنها مشعة. والنشاط الإشعاعى هو تفكك نواة النظير تلقائيا إلى نواة ذات قيمة أقل للطاقة وتصدر إشعاعات فى شكل جسيمات الفا أو بيتا.

وقد وجد بعد ذلك أن جميع النظائر التى يتجاوز عددها الذرى ٨٢ تكون نشطة إشعاعيا وذلك لأنه عندما يكون العدد الذرى كبيرا تصبح قوى التنافر بين البروتونات كبيرة مما يجعل هذه النظائر أقل استقرارًا. إن عملية التحلل الإشعاعى للنواة هى عملية لا يمكن فيها تحديد اللحظة التى تتفكك فيها نواة معينة، لذا تستخدم الطرق الإحصائية لحساب النشاط الإشعاعى ويبرز هنا مصطلح يعرف بعمر النصف وهو الزمن اللازم لتفكك نصف عدد النوى فى مادة مشعة.

انظر: قانون الاضمحلال الإشعاعى



التحلل الإشعاعى وانطلاق أشعة ألفا وبيتا وجاما

تقارير تحليل الأمان Safety analysis reports

يعتبر تقرير تحليل الأمان وثيقة بين مشغل المفاعل والهيئة التنظيمية، حيث إنه بمثابة الوثيقة الرئيسية للحصول على الترخيص لإقامة المفاعل أو المنشأة النووية عموما، كما يمثل الأساس للتشغيل الآمن للمفاعل. ويخدم هذا التقرير الأغراض التالية :

١- مساعدة المصمم فى اختيار المكونات (كل على حدة) بشكل متكامل وبطريقة صحيحة.

٢- معالجة جميع عناصر الأمان والتأكد من أن تحاليل الأمان متوافقة مع التصميم المقترح.

٣- تقديم مساعدة لفنيى التشغيل وفى مجال التدريب والتعرف على إنشاءات الموقع وضمان تنفيذ شروط التشغيل ومدى تنفيذ المتطلبات أثناء العمر الإفتراضى للمفاعل (أو للمنشأة).

ويوفر تقرير تحليل الأمان وصفا تفصيليا للموقع والمفاعل نفسه والمنشآت التجريبية والخدمات الأخرى الهامة من ناحية السلامة. ويحتوى كذلك على وصف تفصيلى للأسس العامة للتصميم والتى توفر الحماية للمفاعل وأعضاء هيئة التشغيل والجمهور والبيئة وتوقع احتمالية الحوادث وسبل التعامل معها والتقليل من آثارها.

تقليص الحجم Volume reduction

إحدى طرق المعالجة التى تقلل من الحجم المادى للنفايات، حيث نحتاج لاختزال الحجم لأسباب:

١ – اقتصادية، ٢ – تسهيل العمليات التالية لمعالجة النفايات، كالتهيئة، والتخزين، والنقل، والدفن. كما أن الطرق النمطية لاختزال الحجم هى الدمج الميكانيكى (بالانضغاط)compaction، (الإحالة للرماد incineration)، أو التبخير. واختزال حجم النفايات ينتج عنه زيادة مقابلة فى تركيز للنويدات المشعة . واختزال الحجم يمكن إنجازه أيضا من خلال إزالة التلوث أو خلال تجنب تولد النفايات.

التكامل Integration

" التكامل " هو معالجة رياضية تمثل فى حقيقتها عملية جمع "لشرائح " مشتقة من علاقة رياضية بين حدود معينة. والتكامل له تطبيقات كثيرة مثل تقدير حجم معين، أو مساحة معينة، أو كمية سريان سائل ما...الخ. وعلى سبيل المثال، فلتفهم العلاقة بين النشاط الإشعاعى لنظير مشع واضمحلال هذا النشاط مع الزمن يلزم استخدام مبادئ التفاضل والتكامل للوصول إلى العلاقة الرياضية الصحيحة لهذه الظاهرة وتوضيح ذلك فى الخطوات التالية:

١- معدل الاضمحلال الإشعاعى لأية ذرات مشعة يتناسب مع عدد الذرات المشعة المتواجدة:

$$-\frac{dN}{dt} = \lambda N \quad (1)$$

حيث N عدد الذرات المشعة ، t الزمن ، λ ثابت التناسب ويسمى ثابت الاضمحلال. والعلاقة السالبة للدلالة على تناقص الذرات المشعة مع الزمن.

٢- إذا ضربنا المعادلة ١) فى dt/N نحصل على:

$$-dN/N = \lambda\, dt \quad (2)$$

٣- بإجراء التكامل للمعادلة ٢) بين الحدود $t_1,\ t_2,\ N_1,\ N_2$ نحصل على :

$$-\int_{N1}^{N2} \frac{dN}{N} = \int_{t2}^{t1} \lambda\, dt \quad (3)$$

$$\ln\left(\frac{N1}{N2}\right) = \lambda(t2 - t1) \quad (4)$$

٤- بإجراء التكامل للمعادلة ٢) على الحدود

t_1, t_0, N, N_0 حيث $t_0 = 0$.

$$-\int_{N0}^{N} \frac{dN}{N} = \int_{t0}^{t} \lambda\, dt \quad (5)$$

$$\ln\left(\frac{N0}{N}\right) = \lambda(t - t0) \quad (6)$$

حيث: N0 العدد الأصلى، N عدد الذرات الباقية عند الزمن t .

٥- إذا وضعنا المعادلة ٣) فى شكلها الأسى نحصل على :

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

ويعرف المعامل $e^{-\lambda t}$ بأنه معامل الاضمحلال .

التكوينات الجيولوجية Geologic formations

تشكل التكوينات الجيولوجية المستخدمة فى التخزين النهائى للنفايات عالية الإشعاع حاجزا إشعاعيا هاما يمنع وصول الإشعاعات والمواد المشعة إلى الإنسان سواء بالطرق المباشرة أو غير المباشرة، ولذلك يتم اختيار هذه التكوينات الجيولوجية طبقا لمعايير أمان دقيقة بعد دراسات جيولوجية وسيزمية للتأكد من نوعية وخواص واستقرار هذه التكوينات الجيولوجية ومواءمتها لحفظ النفايات. وتشمل هذه الدراسات إحداث جسات عميقة وتحليل عينات الحفر لتحديد الخواص الطبيعية والكيماوية للصخور بالإضافة إلى عمل اختبارات هيدروليكية لحساب معدلات سريان المياه الجوفية وخواص هذه المياه لتحديد مدى وكيفية تفاعلها مع النفايات ومواد الأوعية الحاوية لها، رغم أن وصول هذه المياه للنفايات بعد آلاف السنين يعتبر بعيد الاحتمال لوجود الحواجز الإشعاعية المتعددة بين هذه المياه ومادة النفايات المشعة. كما تشمل الدراسات إدخال مسخنات حرارية كهربية من خلال الجسات لدراسة تأثير الحرارة على الصخور والمياه الجوفية، وتخيل ما يمكن حدوثه عند دفن النفايات المصحوبة بانبعاث حرارة نتيجة التحلل الإشعاعى لها. وتختار التكوينات الجيولوجية المناسبة لحفظ أوعية النفايات عالية الإشعاع عادة على عمق مئات الأمتار، لتكون بعيدة تماما عن القشرة الأرضية وبذلك نضمن ثبات واستقرار هذه التكوينات الجيولوجية ملايين السنين.

وجدير بالذكر أنه منذ ١٧٠٠ مليون سنة نشأ مفاعل نووى طبيعى فى ترسيبات من اليورانيوم قرب موقع "أوكلو " بدولة الجابون بغرب افريقيا، واستمر نشاط هذا المفاعل حوالى مائة ألف عام ونتج عنه – كأى مفاعل نووى – تولد كميات من البلوتونيوم وأظهرت الدراسات والبحوث أن هذا البلوتونيوم لم يتسرب على الإطلاق من موقع تكونه، بل استمر فى تحلله الإشعاعى البطىء جدا، وتحوله إلى مواد غير مشعة فى نفس موقع تكونه. وهذه الحقيقة تؤكد كفاءة وفعالية تخزين النفايات عالية الإشعاع فى التكوينات الجيولوجية المناسبة.

تلف الإشعاع Radiation damage

مصطلح عام يطلق على آثار الإشعاع المختلفة فى المادة. عندما يمر الإشعاع خلال المادة فإنه بإمكانه أن يسبب التلف الجسيم. حيث يعتمد نوع ودرجة التلف على عوامل عديدة: وعلى سبيل المثال، فإن المواد التى تستخدم فى أبنية المفاعل النووى فإنه يمكن إضعافها إلى مدى بعيد بتأثير الفيض النيوترونى ذى الطاقات العالية، التى غالبا ما تؤدى إلى كلل المادة fatigue. ومن المعروف أن العيوب التى تنجم من التشعيع هى نتيجة تتابع لإزاحة الذرات فى الشكل البلورى ومن المعروف أيضا أن هناك طاقة معينة لإزاحة الذرة تسمى مبتدى الطاقة مكافئة إلى مبتدى جرعة النيوترونات، وفى حالة ما تكون الطاقة أقل من مبتدى تدفق النيوترونات أو جرعة النيوترونات الكلية، يكون التشعيع قليلا ومن الناحية الأخرى عندما تكون الطاقة أعلى من هذا المبتدى فإن تأثير التشعيع يكون واضحا ويمكن رؤيته أو قياسه. ويمكن أن تظهر تأثيرات الإشعاع على المواد فى كل من الخواص النووية، والحرارية والكيماوية، والميكانيكية، والطبيعية. ومن المعروف أن نسبة العيوب استحدثة بالإشعاع تعتمد على عدة عوامل منها : تدفق النيوترونات، طاقة الشعاع، درجة التشعيع وخواص المادة (التركيب البللورى- ذرات الشوائب- عناصر السبائك- المعالجة الحرارية... الخ). وقد أظهرت التجارب المعلية التى أجريت على معظم المواد المعدنية أن تأثير التشعيع يزداد مع جرعة النيوترونات حتى الوصول إلى حالة التشبع لحد التلف.

كما أن المواد يمكن أن تتأثر أيضا بالإشعاع المؤين، مثل إشعاع جاما وأشعة إكس. مثل العيوب التى تنتج فى البللورات غير العضوية مثل NaCl ،ويطلق عليها المراكز الملونة color centers عند تشعيع البللورات بأشعة اكس.

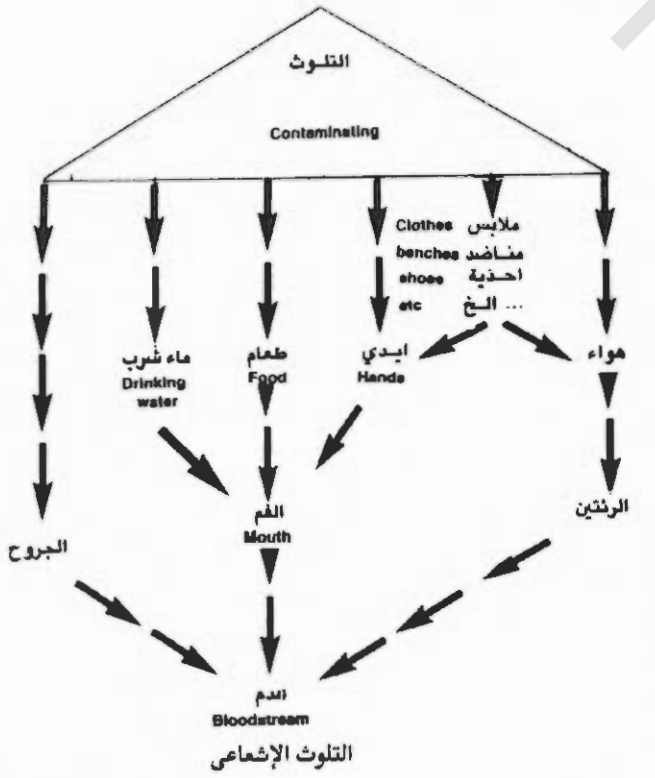
كما ينتج التلف الإشعاعى فى الأنظمة الحيويةOrganisms نتيجة لتأثيرات التأين فى الخلايا. ويزداد خطر الإشعاع بزيادة الجرعات الإشعاعية، حيث إن تلف عدد كبير من الجزيئات فى الخلية يمكن أن يؤدى إلى موت الخلية. كما أن موت العديد من الخلايا يمكن أن يؤدى إلى التلف الذى لا يمكن استعادته irreversible للنظام الحيوى. كما يمكن أن يؤدى التلف الإشعاعى إلى الإصابة بالسرطان. وينقسم التلف الإشعاعى فى الأنظمة الحيوية إلى نوعين: تلف وراثىgenetic damage ، وتلف جسدى(ذاتية) somatic damage.

(انظر: تأثيرات الإشعاع ، التصليد بأشعة النيوترون ، تأثيرات ذاتية للإشعاع، تأثيرات وراثية) وانظر الجداول الملحقة (١٤): وتأثير التشعيع على المواد المختلفة.

التلوث الإشعاعى Radioactive Contamination

يقال تلوثت المادة إشعاعيا إذا تسربت إليها مادة مشعة ولم يكن ذلك مقصودا أو مرغوبا فيه، ويطلق التلوث الإشعاعى أيضا على انتشار المواد المشعة فى الأماكن التى يخشى من أضرارها فيها على الإنسان أو المواد المخزونة، أو يترتب على انتشارها فيها الإخلال بالتجارب أو الأجهزة أو ما أشبه ذلك.

ويصدر التلوث الإشعاعى عن مصادر طبيعية أو مصادر صناعية. والمصادر الطبيعية، منها ما يصدر عن الأشعة الكونية التى تصل إلى الأرض من الفضاء الخارجى وتلك الإشعاعات الصادرة من التربة ، حيث تحتوى القشرة الخارجية للكرة الأرضية على كميات ضئيلة من اليورانيوم والثوريوم المشعين، أو تلك الموجودة فى جسم الإنسان لاحتوائه على كميات ضئيلة من النظائر المشعة مثل الكربون -١٤ والبوتاسيوم-٤٠ التى تدخل الجسم عن طريق الغذاء او الغازات المشعة. أما المصادر الصناعية ، مثل الغبار الذرى الناتج عن التفجيرات الذرية، والمفاعلات الذرية، والأشعة التشخيصية مثل الأشعة السينية، الأشعة العلاجية، استخدام النظائر المشعة فى الصناعة والزراعة والطب، النفايات المشعة(أو دورة الوقود النووى) أوالتعرض الناتج من الحوادث الإشعاعية. وتحدث الإشعاعات تلفا للأنسجة البشرية، اعتمادا على عوامل كثيرة ، كنوع الإشعاع، والعضو المتعرض من الجسم ، وكمية الجرعة .كما يتأثر الإنسان لخطر الإشعاع إما بطريقة مباشرة بالتعرض المباشر للإشعاعات الصادرة عن هذه المواد ، وإما بطريقة غير مباشرة عن طريق انتقال هذه المواد المشعة إلى داخل جسم الإنسان مع السلسلة الغذائية والماء والهواء.



التلوث الإشعاعى

تهجين النبات Plant Hyper breed

إن الهدف الأساسى الرئيسى للبحوث فى مجال تكاثر النباتات هو استنباط سلالات تتميز بمواصفات اقتصادية عالية كزيادة

المحصول ومقاومتها للأمراض وقابليتها للنمو فى ظروف صعبة كالملوحة والجفاف.

وفى عام ١٩٢٧ م أوضح العالم السويدى " مولر " لأول مرة أن الأشعة السينية يمكن أن تحدث زيادة فى معدل حدوث الطفرات الوراثية فى النبات. ومن ضمن صفات هذه الطفرات المستحثة أنه لا يمكن تمييزها عن الطفرات الطبيعية التى تظهر على النباتات من حين لآخر، ومما يجدر ذكره أن الطفرة الوراثية هى تغير فى تركيب المادة الوراثية فى أحد صفات النبات مثل طوله أو لونه أو حجم بذوره والتى قد ينجم عنها تغير شكله أو قدرته على إنتاج مادة كيميائية معينة..الخ، وقد تكون بعض هذه الطفرات مفيدة للنبات مثل صفة مقاومة بعض الأمراض أو صفة التبكير فى النضج، إلا أن الغالبية العظمى تكون ضارة مثل الطفرات عديمة اليخضور Albino أو الطفرات القزمية Dwarf .

وقد وجد أن تعريض البذور لجرعات معينة من إشعاعات جاما أو الأشعة السينية يؤدى إلى التأثير على الكروموسومات والجينات ويسبب حدوث طفرات وراثية، وبعد ذلك يتم انتخاب وعزل النباتات ذات الصفات الجيدة ثم تعاد زراعة بذورها وهكذا.

وقد تم باستخدام هذه الطريقة إنتاج سلالات جديدة من البقول والشعير والفول السودانى وأنواع كثيرة من الزهور ونباتات الزينة كما تم إنتاج نوع من الأرز تبلغ نسبة البروتين فيه ضعف النسبة الموجودة فى الأرز العادى. وتحسين سلالات النباتات بهذه الطريقة له أهمية خاصة بالنسبة لأزمة الغذاء الحالية.

تجهيز (النفايات) Conditioning, waste

عملية الغرض منها إنتاج حزم النفايات الملائمة للتعبئة والشحن، النقل، التخزين أو التخلص النهائى. والتجهيز يمكن أن تشمل تحويل النفايات إلى الصورة الصلبة، ووضع النفايات فى حاويات، وعند الضرورة ، تطفيفها.

توازن الفاعلية الإشعاعية Radioactive equilibrium

حالة تعرض خلال الانحلال الإشعاعى حين يكون معدل النشاط الإشعاعى للمادة الأصلية مساويا لمعدل النشاط الإشعاعى للمواد الوليدة.

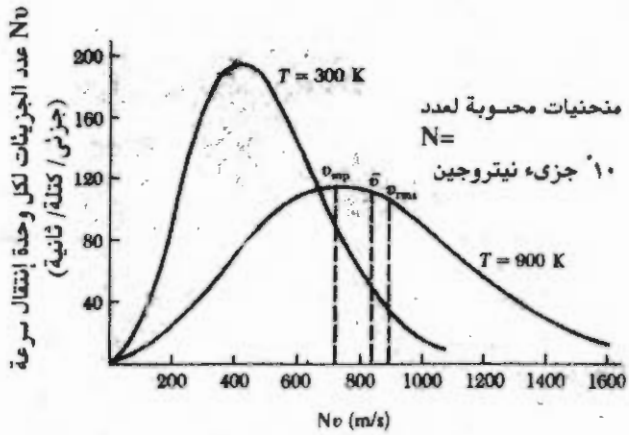
التوزيع الإلكترونى Electron configuration

يقصد بالتوزيع الإلكترونى توزيع الإلكترونات فى المدارات المختلفة فى ذرات العناصر. ففى أية ذرة توجد مجموعة كبيرة من مستويات الطاقة أو المدارات حول النواة والتى يمكن أن تشغل بواسطة الإلكترونات. وهناك أرقام الكوانتم الأربعة التى يمكن أن تشغلها الإلكترونات فى كل عنصر من العناصر. والتى تستخدم لوصف كل الحالات الإلكترونية لذرة ما بغض النظر عن عدد الإلكترونات فى تركيبها. هذه أربعة القوانين الكميه التى تحدد تصرف وخصائص الجسيمات داخل الذرة، أولها العدد الكمى الرئيسى ويعرف بالحرف N والذى يحدد عدد المدارات المسموح بها للإلكترونات للدوران حول نواة الذرة. والقانون الثانى العدد الكمى السمتى واختصاره "I" والذى يحدد شكل المدارات للإلكترونات حول النواة إن كان مستديرا أو بيضاويا. والثالث العدد الكمى المغناطيسى ورمزه "M" والذى يحدد اتجاه المدار أو اتجاه دوران الإلكترونات حول النواة فى فضاء الذرة. والقانون الرابع هو العدد الكمى النهائى ورمزه الحرف "S" وهو يحدد نوع اللف Spin أو نوع دوران الجسيم حول محوره، وهناك أربعة أنواع للف أوالدوران «صفر ونصف وواحد واثنين».

والملاحظ أن شغل المدارات لا يتم بطريقة عشوائية بل يتم تبعا لقواعد معينة والتى تعطى للذرات أقصى درجة من الثبات، وعلى ذلك يكون لكل عنصر صورته الإلكترونية الخاصة به والتى تعبر عن توزيع الإلكترونات فى المدارات المختلفة، والذى يتم طبقا لقواعد معينة، مثل قاعدة بولى وقاعدة هوند.

توزيع ماكسويل- بولتزمان Maxwell- Boltzman distribution

توزيع قيم السرعة لجزيئات غاز فى توازن حرارى. وهى دالة مشتقة من قوانين الاحتمالات، عبارة عن حاصل ضرب احتمال حدثين مستقلين هما احتمال أن تكون للجزىء القيمة المعطاة لكمية الحركة واحتمال وجود الجزىء فى هذا الحيز من الفراغ. وبمراعاة الشكل المرافق يمكن أن ننظر إلى ارتفاع أية نقطة على هذا المنحنى على أنها احتمال وليست عددا..أى احتمال أن يأخذ جزىء معين سرعة معينة فى مدى صغير معين. ومن الرسم نرى أن هذا الاحتمال يقل سواء إلى يمين أو يسار القمة. وهذا معناه أن الاحتمال يقل فى أن يأخذ سرعة أكبر أو أصغر من السرعة الأكثر احتمالا..



دالة توزيع ماكسويل لعدد من جزيئات غاز النيتروجين يبلغ ١٠^٢٤ جزىء وعند درجات حرارة ٩٠٠ ، ٣٠٠ كلفن. حيث تساوى المساحة الكلية تحت كل منحنى العدد الكلى للجزئيات حيث يبلغ فى هذه الحالة ١٠^٢٤. لاحظ أن $v_{rms} > v > v_{mp}$

حيث: جذر متوسط مربع السرعة = v_{rms}

السرعة المتوسطة = v

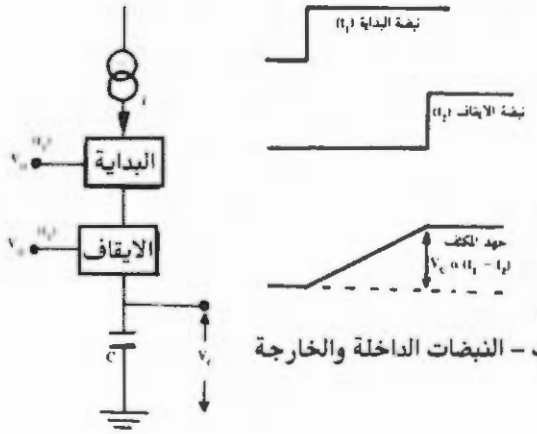
السرعة الأكثر احتمالا = v_{mp}

توصيف النفايات Waste characterization

عملية الغرض منها تحديد المواصفات الخاصة بالنفايات، من حيث الحالة الفيزيائية (صلبة، سائلة، غازية)، والكيميائية (عضوية، غير عضوية)، والبيولوجية، وفترة عمر النصف للنظائر المشعة المتبقية بها، وقابليتها للاحتراق أو الانفجار، وذلك من أجل تحديد طرق المعالجة المتبعة لكل منها.

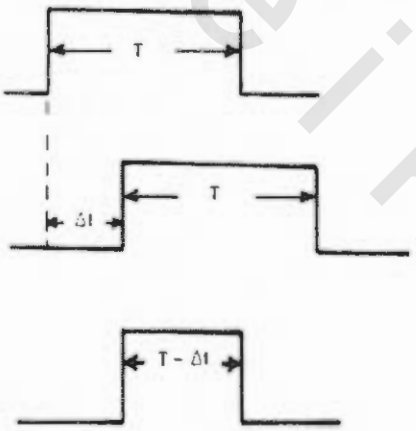
التوقيت Timing

يلعب التوقيت دورا رئيسيا فى الأبحاث النووية وبناء بعض كاشفات الإشعاع التى تعمل على مبدأ التطابق الزمنى. كما يمكن قياس أعمار النصف لمستويات الإثارة النووية باستخدام هذا المبدأ. وكذلك يستخدم لقياس الفترة الزمنية بين نبضتين تنتجان عن حادثين مختلفين ولكنهما مرتبطان زمنيا. ويسمى الجهاز المستخدم كثيرا فى قياسات التوقيت، محول الزمن إلى ارتفاع النبضة(م.ز.ع.ن) Time to Pulse Hight Converter (TPHC) وتسمى أحيانا محول الزمن إلى الارتفاع Time to Amplitude Converter (TAC). حيث يعمل هذا الجهاز وفق تقنيتين: الأولى، البداية والإيقاف(Start-stop) وفيها تتحول الفترة الزمنية بين نبضة البداية ونبضة الإيقاف إلى جهد ينشأ على المكثف، حيث يتناسب هذا الجهد مع الفترة الزمنية. أما التقنية الثانية، هى التشابك overlap التى تعتمد على خلط نبضات الدخل المحولة إلى زمن عيارى موحد وسعات موحدة باستخدام خلاط زمنى Coincidence mixer وذلك للحصول على زمن التداخل بينهما، التى تتناسب مع الشحنة المتكونة على المكثف فى تلك الفترة.



ب – النبضات الداخلة والخارجة

(أ) تقنية بداية وإيقاف لقياس الزمن بين نبضتين



(ب) تقنية التشابك لقياس الزمن بين نبضتين

تول (حادثة) Towl, accident

وقعت حادثة تول (جرين لاند) فى عام ١٩٦٨ حيث وقع تصادم لطائرة كانت تحمى أربع قنابل نووية فبدأت مكونات جهاز التفجير الخاص بكل قنبلة فى العمل تلقائيا وحدثت الانفجارات فى الجليد وأمكن إجراء لدراسات الإشعاعية لنتائج الحادث فى الصيف وبعد انصهار الجليد.

توهين Attenuation

١- فى الحركة الموجية: نقص الطاقة الذى يحدث من جراء الامتصاص عند انتقال الموجات فى الأسلاك والأوساط المختلفة.

٢- فى الإشعاع : النقص الحادث فى شدة الإشعاع عند نفوذه فى مادة ما من جراء ما تمتصه المادة أو تبدده منه.

التيار (الكهربائى) Current (electric)

عندما تتجمع ذرات أو جزيئات عنصر أو مركب معا. فإنها تنتظم فى شكل هندسى محدد ، يطلق عليه اسم شبكية البللورة. وتحدد إلى درجة كبيرة، نوع شبكية البللورة وقابلية التحرك التى تسمح بها لإلكترونات التكافؤ وطبيعة الذرة المحددة نفسها، الخصائص الكهربية للعنصر أو المركب، فالمقاومة الكهربية مثلا، هى مقياس الطاقة المستهلكة (المبذولة) بواسطة الإلكترون، فى تحركه ضد مقاومة (معارضة، مقابلة) الذرات فى الشبكة، وتظهر غالبا هذه الطاقة المستهلكة فى الشكل المعروف للحرارة. وتسمح شبكية العناصر المعدنية لإلكترونات التكافؤ بدرجة عالية من الحرية وتمثل قليلا من المقاومة لحركتها. وكنتيجة لذلك تكون موصلات ممتازة للتيار الكهربائى. وعلى النقيض من ذلك فإن العوازل تتسم بقابلية حركة ضئيلة تسمح بها الذرات والشبكية لإلكترونات التكافؤ وتمثل الأهمية الحاسمة لنوع الشبكية البللورة، بحالة بللورتين مختلفتى الشكل أو متآصلتين من الكربون النقى؛ ففى التكوين الجرافيتى يكون الكربون موصلا ممتازا، بينما فى التكوين الماسى يكون موصلا رديئا. وتكون الذرات المكونة للشبكتين هى نفسها تماما ولكن قابلية تحرك الإلكترونات المسموح بها بنوع الشبكة مختلفة تماما. وتتحرك الإلكترونات المفردة فى الموصلات الصلبة بطريقة عشوائية "مجزئة" وهى تأخذ فيضانا أكثر من ستة

obeikandl.com

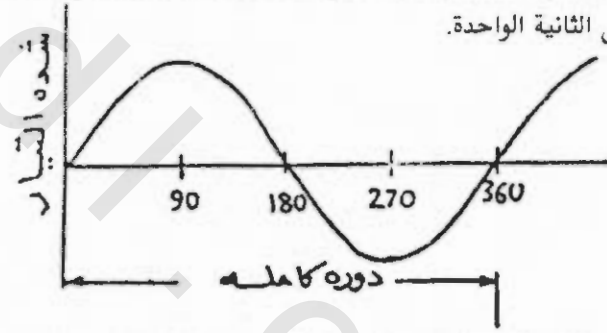
ملايين إلكترون فى الثانية لتسبب تيارا يساوى "واحد أمبير" (يعرف التيار بمقدار الشحنة المارة أو الإلكترونات الحرة عبر نقطة فى وحدة الزمن ، كولوم فى الثانية أو بالأمبير، نسبة للفيزيائى الفرنسى أ.م. امبير)، بينما تنتقل تأثيرات التيار (مثل الإشعاع الكهرومغنطيسى)بسرعة الضوء ويندفع (ينحرف) الإلكترون فى اتجاه التيار فقط، بمعدل حوالى بوصة واحدة فى الثانية (٢,٥٤ سم/ ث). وللحصول على التيار يستدعى أن يكون لدينا فرق جهد متاح بين نقطتين يمكن توصيلهما بموصل.(انظر مادة: جهد).

التيار المتردد Alternating current (AC)

التيار المتردد هو التيار الذى ينعكس فيه اتجاه حركة الإلكترونات دوريا عددا من المرات فى الثانية. وينشأ التيار المتردد بواسطة قوة دافعة كهربية مترددة تعمل فى دائرة وتعكس اتجاهها عددا من المرات فى الثانية. والتغير فى التيار المتردد (أو فى القوة الدافعة الكهربية) مع الوقت يمثل بموجة جيبية sine wave نظرا لأن شدة التيار وكذا اتجاهه يتغيران تبعا لقانون الجيب. ومن هنا تعرف الذبذبة الكاملة للتيار المتردد بأنها التغير الذى يحدث للتيار خلال دورة كاملة:

ذبذبة = $2\pi = 360^0$

كما أن الزمن الدورى لقوة دافعة كهربية مترددة أو تيار متردد هو الزمن اللازم لأى منهما لكى يتم دورة تغير كاملة. أما تردد التيار المتردد frequency فهو عدد الذبذبات الكاملة التى تحدث فى الثانية الواحدة.



الشكل الموجى للمنحنى الجيبى الذى يعبر عن التيار الكهربى المتردد.

تيلر ، إدوارد Teller , Edward

ادوارد تيلر

ولد ادوارد تيلر فى بودابست بالمجر فى ١٥ يناير ١٩٠٨، ثم حصل على الدكتوراه من جامعة ليبزج بألمانيا عام ١٩٣٠ فى نظرية أيون جزىء الهيدروجين. وفى عام ١٩٣٥ ذهب إلى الولايات المتحدة الأمريكية وحصل على الجنسية الأمريكية ، وفى ١٩٤١ عين أستاذا بجامعة كولومبيا ليعمل مع إنريكو فيرمى فى مشروع منهاتن وفى بحوث الانشطار النووى المتسلسل وبناء المفاعل النووى ، وفى عام ١٩٤٢ شارك فى انشاء معامل لوس ألموس الخاصة بتصنيع وتجميع القنبلة الذرية ، وفى ١٩٥١ ساعد العالم الأمريكي إرنست لورانس فى إنشاء معمل الأشعة بولاية كاليفورنيا يختص بدراسة الأسلحة النووية المتعلقة بالقنابل الهيدروجينية. وقد كان تيلر من رواد العلماء الذين كشفوا سر التوصل إلى طاقة الاندماج النووى الهائلة والتى كللت بنجاح كبير وساهموا فى تفجير أول قنبلة هيدروجينية فى المحيط الهادى بجزر إينوتوك أتول فى عام ١٩٥٢ . كما عمل فى مجال الفيزياء النظرية ، فى بحوث حول التركيب الجزيئى ، والتفاعلات النووية والأشعة الكونية ، والنشاط الإشعاعى الخاص بأشعة بيتا ، كما درس مع العالم موريس جولدهابر الرنين النووى. ولنجاحه فى تصنيع عدة أنواع من القنابل الهيدروجينية عرف باسم " أبو القنبلة الهيدروجينية ". حصل إدوارد تيلر على الكثير من الأوسمة والنياشين من الرئيس هارى ترومان ، تقديرا لدوره فى تحقيق التفوق الأمريكى والسبق على الاتحاد السوفيتى فى تصنيع القنابل الذرية.

التيفاترون Tevatron

سينكروترون بروتونى يستعمله فيزيائيو الجسيمات لدراسة تصادمات الجسيمات تحت الذرية عالية الطاقة high-energy subatomic collisions.

وهذه الآلة موجودة فى مختبر فيرمى قرب شيكاغو تسرع البروتونات والبروتونات المضادة إلى ١٠٠٠ ج. إ. ف أى إلى ١ت.إ. ف Tev ، ولذلك تسمى " تيفاترون " (هو المصادم الذى اكتشف الكوارك القمة أو الذروى، الذى طال البحث عنه فى تجارب امتدت بين عامى ١٩٩٢ و ١٩٩٥).

يبلغ التيفاترون طاقات أعلى بكثير من التى يبلغها المسرع LEP، ومع ذلك فإن حلقة مغانطه أصغر كثيرا من حلقة LEP . ويعود السبب فى ذلك إلى أن الجسيمات المشحونة العالية الطاقة تشع طاقة تعرف باسم الإشعاع السينكروترونى وذلك أثناء سيرها على مسار منحن. ويزداد مقدار الطاقة التى تشعه بازدياد انحنائها ويزداد الإشعاع ازديادا مثيرا عندما تقارب سرعة الجسيمات سرعة الضوء. إن البروتونات ثقيلة جدا ولذلك فإن حركتها أبطأ من أن تطلق الكثير من الإشعاع السينكروترونى، باستثناء الحالات عندما تكون طاقتها مساوية بضع مئات ج. إ. ف. أما فى حالة الإلكترونات فيكون إصدار الإشعاع السينكروترونى هاما حتى عند طاقات من رتبة ١ج. إ. ف. ولاجتناب إضاعة كثير من الطاقة فى المسرع LEP بنيت هذه الآلة بحيث يكون انحناء الحزمة صغيرا جدا قدر الإمكان ولهذا السبب يساوى محيط حلقته ٢٧ كيلومتر. (انظر: السينكروترون. مصادم الهدرونات الكبير).

(ث)

ثابت بلانك Plank's constant(h)

المقدار الثابت الذى يتعين به الكم لنوع ما من الطاقة الإشعاعية. ويعد أحد الثوابت الهامة فى علم الطبيعة. وقد نسب إلى العالم الفيزيقى "بلانك" الذى وضعه وقد قدرت قيمته :

$6.624 * 10^{-27}$ ارج ثانية.

ثابت التكاثر اللانهائى
Infinite multiplication constant

ثابت التكاثر للنيترونات فى التفاعل المتسلسل فى وسط لانهائى الحجم

ثابت التفتت أو الاضمحلال
Disintegration constant = decay constant

نسبة عدد الذرات المنحلة فى وحدة الزمن فى عينة مشعة إلى العدد الأصلى للذرات المشعة التى بها.

ثابت جاما Gamma constant

هو ثابت يمكن استخدامه بسهولة لحساب التعرض الإشعاعى لأى مادة، باعتبار أن :ثابت جاما = ½ مجموع الطاقات لكل كورى على بعد متر-ساعة، ووحدته رونتجن لكل ساعة. ففى حالة الكوبالت ٦٠، على سبيل المثال، وهو نظير مشع ينطلق منه فوتونات لكل تحول نووى، الأول بطاقة ١,٣٣ مليون إلكترون فولت، والثانى بطاقة ١,١٧ مليون إلكترون فولت، وعليه يكون ثابت جاما = ½ (١,٣٣ + ١,١٧) = ١,٢٥ رونتجن لكل ساعة (للكورى الواحد) وذلك على بعد متر من المصدر. فإذا كانت قوة المصدر المشع واحد كورى، يكون معدل التعرض ١,٢٥ رونتجن لكل ساعة على بعد متر، وإذا كانت قوة المصدر ١٢٥ كورى يكون معدل التعرض على بعد متر ١٥٦ رونتجن لكل ساعة على بعد متر، وهذا إن لم يكن هناك درع واقٍ .

ثابت الجاذبية Gravity constant

إن هناك قوة تجاذب بين الشمس والأرض تمسك الأخيرة فى مدارها حول الشمس، وهذا النوع من القوة هو الذى يتسبب فى سقوط كتلة معينة إلى سطح الأرض . وإن فكرة وجود قوة قد اقترحت أحيانا قبل وقت نيوتن كرأى من الآراء ولكن نيوتن هو الذى فرض صيغة القانون الذى وحد القياسات الفلكية والمشاهدات الأرضية، ومن مناقشة هندسية بسيطة مستخدما المعلومات الشائعة عن زمن دوران القمر حول الأرض ونصف قطر مداره حولها- ونصف قطر الأرض نفسه، استنتج نيوتن أنه يمكن التعبير عن قوة الجاذبية بالصيغة الآتية: " توجد قوة جاذبية بين أزواج الجسيمات فى العالم. تؤثر هذه القوة فى اتجاه الخط الواصل بين جسمين ويتناسب مقدارها طرديا مع حاصل ضرب كتلتى الجسيمين، وعكسيا مع مربع المسافة التى تفصلهما" . وبالرموز يمكن كتابتها على هيئة : ق = ج × (ك١ ك٢ / ف٢). حيث ك١ ،ك٢ كتلتا الجسيمين، ف المسافة بينهما، ج ثابت تناسب فائدته أنه يعطى القوة ق وحدتها المناسبة طالما وضعت وحدات معينة لكل من ك١ ،ك٢ ،ف. وقد بينت التجارب التى عملت فيما بعد أن قيمة ثابت الجاذبية :

ج = ٦,٦٧٠ × ١٠ $^{-٨}$ سم^{٣} /جم. ث^{٢} .

(يجب عدم الالتباس بين عجلة الجاذبية د، وثابت الجاذبية ج. فإن الأولى هى عجلة تسقط بها الأجسام من تلقاء نفسها على الأرض وتساوى ج مضروبة فى (كتلة الأرض/ نق^{٢})، وأما الثانية فهى ثابت تناسب فى قانون الجاذبية العام).

ثابت سرعة الضوء Light speed constant

تعد سرعة انتقال ومرور الضوء فى الفراغ ركنا أساسيا فى العلوم الفيزيائية الحديثة، وطبقا للنظرية " النسبية" تكون سرعة الضوء ثابتة مهما كان موقع الرائى ومهما كان سرعته الذاتية؛ وتعتبر سرعة الضوء أسرع سرعة يمكن أن ينتقل بها جسم ما. وقد أجرى " أولى رومر" فى عام ١٦٧٦ م أول قياس لسرعة الضوء حينما لاحظ أن حركة الأقمار التى تدور حول كوكب " المشترى" تبدو مختلفة عن كل التوقعات والتنبؤات، بسبب اختلاف الزمن الذى يقطعه الضوء ليصل إلى الأرض، طبقا لاختلاف موقع كل من الأرض وكوكب المشترى خلال دوران كل منهما فى مداره حول الشمس. ولكن الطريقة التى ابتكرها فوكووفيزو عام ١٨٥٠م والتى عدلها ميكلسون فيما بعد لزيادة الدقة حتى آلت فى عام ١٩٢٦ إلى التجربة التى أقيمت من أجل ذلك. حيث أقيمت فى قمة جبل مونت ويلسون بكاليفورنيا محطة رصد تحتوى على مصدر ضوء ومرآه مثمنة قابلة للدوران وعينية للرصد ... وعلى قمة جبل مونت سان انطونيو الذى يبعد عن المحطة ٢٢ ميلا وضعت مرآه كبيرة لتعكس الضوء فيرتد ثانية إلى المرآة المثمنة التى تعكسه بدورها إلى العينية فيرى الراصد صورة لمصدر الضوء. وبالقياس الدقيق لسرعة دوران المرآه المثمنة وللمسافة بين المرآتين يمكن تعيين سرعة الضوء. وبعمل تصحيح للحقيقة المعروفة بأن سرعة الضوء فى الهواء أقل قليلا من سرعته فى

الفراغ. وجد ميكلسون أن سرعة الضوء ٢٩٩,٧٩٦ كم / ثانية فى الفراغ. وفى العمليات الحسابية المعتادة يمكن اعتبار سرعة الضوء فى الهواء أو الفراغ مساوية الى: ث = ٣ × ١٠ ^{١٠} سم /الثانية .

ومن الجدير بالذكر أن النظرية النسبية تقضى بأن الكتل المتحركة لا تستطيع أبدا أن تتخطى هذه السرعة أو حتى تصل إليها، وإن كانت تستطيع الاقتراب منها، وقد أمكن مشاهدة إلكترونات بلغت سرعتها ٩٩,٩ ٪ من سرعة الضوء.

ثابت المضاعفة = عامل التكاثر
Multiplication factor (constant)

يعبر عن نسبة عدد النيترونات الموجودة فى المفاعل فى لحظة ما إلى العدد الذى كان موجودا قبل ذلك بفترة زمنية تساوى عمر النيترون. وهو العامل الذى يصف كل الحوادث الممكنة التى تمر بالنيوترون، والأهم من ذلك يحدد حالة المفاعل النووى (الحرجية، فوق الحرجية، تحت الحرجية). ففى حالة إذا كان أقل من واحد فعندئذ يكون النظام مضمحلا، وغير ذاتى التغذية. أما عندما يكون أكبر من واحد فإن المفاعل النووى يكون منتجا للنيوترونات أكثر مع كل توالد ناجح، وهذا يشير إلى أن مستوى القدرة فى زيادة مستمرة.

ثالث أوكسيد اليورانيوم (يوأ٣)
Uranium trioxide

منتج متوسط فى تكرير اليورانيوم ويسمى أيضا الأوكسيد البرتقالى.

ثقب الحزمة Beam hole

فتحة فى درع المفاعل، وتكون عادة فى عاكس المفاعل، تسمح باستخدام حزمة الجسيمات الإشعاعية أو الإشعاع فى التجارب خارج المفاعل.

ثوريوم Thorium

عنصر مشع طبيعيا عدده الذرى ٩٠، وورنه الذرى كما يوجد فى الطبيعة نحو ٢٣٢. ونظير الثوريوم-٢٣٢ الخصب وفير ويمكن أن يحول إلى اليورانيوم-٢٣٣ القابل للانشطار بتشعيعه بالنيوترونات.

(ج)

جانيا، حادثة Gania, accident

حادث جانيا بالبرازيل عام ١٩٨٧م حادث إشعاعى، حيث نتج عن مصدر سيزيوم١٣٧ يستخدم للأغراض الطبية، وقد فتح المصدر عند نقله للنفايات وتلوثت منطقة بأكملها بالسيزيوم ووصل مسحوق السيزيوم إلى داخل أجسام عدد كبير من البشر وراح ضحيته ٤ أفراد بخلاف إنقاذ ٥٤ شخصا تعرضوا لجرعات إشعاعية.

الجبر والمقابلة Algebra and Equalization

الاسم العربى لما يعرف اليوم بعلم الجبر، وهو فرع من فروع علم الحساب. ولقد قسم الرياضيون العرب المصطلحات الجبرية إلى ثلاث مراتب :

- العدد . - الشىء. - المال.

فكل عدد يضرب فى نفسه يسمى بالنسبة لحاصل هذه العملية "شيئا". ويسمى حاصل الضرب بالقياس إلى هذا العدد "مالا". والمقصود بكلمة الجبر فى هذه المعادلة "جبر النقص فى المعادلتين" أى إظهار قيمة الشىء. والمقابلة هى تقابل بعض " الأشياء " ببعض بالتعادل والمساواة فيما بينها. وقد تطورت هذه المصطلحات الى: الحد والمعامل والأس والمقدار الجبرى للربط بين الحرف والرقم.

وأول من ألف فى علم الجبر هو الخوارزمى (أبو جعفر محمد بن موسى) ويشير بعض المحققين إلى أنه واضع هذا العلم أصلا. توفى عام ٢٠٥ هـ (٨٢٠ م). (انظر مادة : الخوارزمى)

الجدول الدورى للعناصر Periodic table of elements

لاحظ العلماء أن بين العناصر المختلفة خواص مشتركة، وأن هذه العناصر تكرر خواصها فى دورات عددها ٧ . وقد قامت محاولات لتخطيط الجدول الدورى للعناصر تصاعديا وفقا لأوزانها الذرية، إلا أن هذا الأساس ظهرت له بعض المآخذ، منها أن العنصر الواحد يمكن أن يتواجد له نظائر خواصها واحدة وأوزانها الذرية مختلفة. ولما صار مؤكدا أن الخواص الكيميائية والطبيعية للعناصر تتوقف دوريا – على أعدادها الذرية لذلك أصبح الجدول الدورى الحديث يبنى على أساس ترتيب لعناصر تصاعديا وفقا لأعدادها الذرية.

ويتم هذا الترتيب فى مجموعات ذات خواص مشتركة – رأسيا– تكرر نفسها فى دورات –أفقية– عددها ٧. وبذلك أصبح من السهل دراسة خواص أى عنصر متى عرف وضعه فى الجدول الدورى.

جراى Gray (GY)

وحدة قياس الجرعة الممتصة وتعادل انتقال طاقة من الإشعاعات للمادة مقدارها واحد جول لكل كيلو جرام من المادة. ويرجع أصل الكلمة إلى عالم من علماء فيزياء الإشعاع اهتم بدراسة توزيع الجرعة فى المواد. والجراى الواحد يساوى ١٠٠ راد . ويستعمل أيضا مشتقات جراى، مثل المللى جراى وهو الواحد من الألف من الجراى، والميكروجراى وهو الواحد من من المليون من الجراى. وهناك علاقة تقريبية بين التعرض فى الهواء ووحدته الرونتجن والجرعة الممتصة فى الأنسجة والخلايا ووحدتها الراد . وهذه العلاقة تقول إن الرونتجن = ٩٦ /١٠٠ من الراد . ولهذا يمكن القول أن الرونتجن هو الراد تقريبا.

جرافيت Graphbite

معدن أسود رخو دهنى الملمس من الكربون النقى، وهو إحدى الصورتين اللتين يوجد عليهما الكربون فى الطبيعة . أما الصورة الأخرى فهى الماس. ويستخدم الجرافيت فى بعض المفاعلات النووية كمهدئ للنيترونات.

الجرعة Dose

هو مصطلح يشير إلى كمية الطاقة الإشعاعية الممتصة بوسط مادى. وعلى الرغم من أن هذا المصطلح يستخدم بصفة عامة، ولكن يجب توصيفه، فهناك الجرعة الممتصة، والجرعة المكافئة والجرعة المكافئة الفعالة، والجرعة المكافئة الملزمة والجرعة المكافئة الفعالة الجماعية.

الجرعة الفعالة Effective dose

بعد أن اتضح أن بعض أجزاء الجسم أكثر حساسية للإشعاع بالمقارنة بأجزاء أخرى، فقد أعطيت الأعضاء المختلفة من جسم الإنسان نسبا وزنية مختلفة، وعند ضرب الجرعة المكافئة فى النسب الوزنية للأعضاء بالنسبة للجسم كله وجمع النتائج لجميع الأعضاء نحصل على مايعرف باسم الجرعة الفعالة، ويعبر عنها بوحدات السيفرت.

فنجد على سبيل المثال أن المعامل الوزنى لأغراض الحماية من الإشعاع لكل من الغدة الدرقية والكبد والمثانة كل على حدة هو ٠,٠٥. ملى سيفرت فى حين أن المعامل الوزنى للرئتين أو المعدة هو ٠,١٢. ملى سيفرت وللغدد التناسلية (الخصيتين عند الرجل) هو ٠,٢. ملى سيفرت. وتعرف الجرعة الفعالة للجسم ككل عندئذ على أنها عبارة عن حاصل جميع نواتج ضرب الجرعة المكافئة فى المعامل الوزنى للأعضاء، وزيادة فى الإيضاح فإنه عند تعرض الغدد التناسلية مثلا فى شخص لجرعة مكافئة مقدارها ١٠٠ ملى سيفرت، دون تعرض أى عضو آخر من جسم هذا الشخص للإشعاع تكون الجرعة الفعالة هى ١٠٠ × ٠,٢ = ٢٠ ملى سيفرت. وعند تعرض الغدد

التناسلية فى شخص ما مقدارها ٥٠ ملى سيفرت والمثانة لجرعة مكافئة مقدارها ٢٠٠ ملى سيفرت فى نفس الشخص دون تعرض أى عضو آخر من أعضائه تصبح الجرعة الفعالة لهذا الشخص هى:

٥٠ ٠,٢ + ٢٠٠ × ٠,٠٥ = ١٠ + ١٠ = ٢٠ ملى سيفرت.

الجرعة العتبية Threshold dose

أصغر مقدار من الإشعاع يحدث تأثيرا يمكن الكشف عنه.

جرعة إماتة النصف Median lethal dose

جرعة الإشعاع التى تقتل فى فترة زمنية معينة، ٥٠ ٪ من أفراد مجموعة كبيرة من الأحياء تتعرض لها.

الجرعات الخارجية External doses

هى كمية الإشعاع التى قد يتعرض لها الإنسان بالإضافة إلى التناول الإشعاعى المحتمل خلال سنة كاملة من العمل فى مجال الإشعاع، والكميات التى يجب تقديرها هى الجرعات المكافئة لأعضاء الجسم المختلفة والجرعة الفعالة للجسم الكامل. ويمكن حسابها بعرفة معدل الجرعة (قياسا أو حسابا) فى مختلف المناطق التى سيتواجد فيها أعضاء الجسم وضربها بزمن التعرض وبمعاملات الترجيح لكل عضو للحصول على الجرعات المكافئة لكل الأعضاء ثم جمعها للحصول على الجرعة الفعالة للجسم الكامل.

جرعة متراكمة Cumullative dose

مجموعة الجرعات الناتجة عن تكرار تعريض الجسم كله أو جزء منه للإشعاع.

جرعة قاتلة Lethal dose

جرعة من الإشعاع المؤين تكفى لإحداث الوفاة. والجرعة النصفية القاتلة هى تلك الجرعة اللازمة لقتل نصف عدد أفراد مجموعة كبيرة من الكائنات فى فترة زمنية محددة (٣٠ يومًا عادة) بشرط تماثل ظروف التعرض للإشعاع. والجرعة النصفية القاتلة للإنسان (فى فترة ٣٠ يومًا) تتراوح بين ٤٠٠ و٥٤٠ رونتجن تقريبا.

الجرعة المسموح بها Permissible dose

الجرعة التى ينالها شخص فى خلال مدة معينة دون توقع ضرر منها.

الجرعة المكافئة Radiation equivalent man (Rem)

الريم هو وحدة الجرعة المكافئة. والذى كان وراء استحداثها التأثيرات البيولوجية المختلفة للإشعاعات المختلفة أيضا، وحيث إن التلف الناتج عن كمية الطاقة التى يمتصها كيلوجرام واحد من الجسم من نوع معين من الإشعاعات (أى الجرعة المتصة) قد تسبب تلفا أكبر بعشرين مرة من ذلك التلف الناتج عن نفس كمية الطاقة ولكن من نوع آخر من الإشعاعات. لذلك فإنه لتحديد التلف ينبغى أن تكون الجرعة المتصة موزونة بمعامل يبين عدد مرات ضررها بالنسبة لنفس الجرعة من إشعاعات جاما، وتعرف هذه الجرعة الموزونة باسم الجرعة المكافئة. حيث توصل علماء بيولوجيا الإشعاع إلى أن: واحد راد من النيترونات له تأثير بيولوجى عشرة أمثال واحد راد من أشعة جاما، وأن واحد راد من البروتونات له تأثير بيولوجى عشرة أمثال واحد راد من أشعة جاما، وأن واحد راد من أشعة ألفا لها تأثير بيولوجى ٢٠ مثل واحد راد من أشعة جاما، وأن واحد راد من أشعة بيتا لها تأثير بيولوجى مثل واحد راد من أشعة جاما . ويطلق على هذه النسبة المعامل البيولوجى النسبى أو المعامل الكيفى.

وعليه فإن الجرعة المكافئة = الجرعة المتصة ٥ المعامل الكيفى، أى إن واحد ريم = واحد راد ٥ المعامل الكيفى وكما سبق ذكره فإن الجرعة المكافئة الكلية = الجرعة المكافئة الكلية من الإشعاعات المختلفة.

كما أن الجرعة المكافئة الكلية = الجرعة المكافئة من التعرضات الداخلية بالإضافة إلى الجرعة المكافئة من التعرضات الخارجية.

هذا بالإضافة إلى أن الجرعة المكافئة الكلية = معدل الجرعة المكافئة مضروبا فى زمن التعرض . ووحدة الجرعة المكافئة هو الريم لكل ساعة.

(والريم هى الوحدة فى النظام القديم، والسيفرت هى الوحدة الجديدة، حيث الريم = ٠,٠١ سيفرت).

الجرعة المتصة Absorbed Dose

عندما يمر الإشعاع المؤين خلال المادة، يفقد جزءا من طاقته فى المادة. ويعبر عن كمية طاقة الإشعاعات التى يمتصها كيلو جرام واحد من(كتلة المادة التى تأثرت بالإشعاع) النسيج البشرى، بالجرعة المتصة وتقاس بوحدة تسمى الجراى، أو الراد فى النظام القديم.

جزىء Molecule

أصغر جسم لمادة ما له جميع خصائص هذه المادة. ويتكون عادة من ذرتين – أو أكثر – متماسكتين. (جزىء الهليوم يتكون من ذرة واحدة، والأوكسجين من ذرتين).

جزىء مرقوم Labelled molecule

جزىء يتميز بأنه يحوى ذرة أو أكثر من ذرات نظير مشع أو مستقر يسمح بتتبعه خلال العمليات الكيميائية أو الفيزيقية أو البيولوجية.

جزيرة الأميال الثلاثة، حادثة
Three Mile Island (TMI) , Accident

وقعت حادثة مفاعل جزيرة الأميال الثلاثة فى ولاية بنسلفانيا يوم ٢٨ مارس ١٩٧٩، بالوحدة الثانية من المحطة النووية بها وقد وصلت خطورتها إلى انصهار قلب المفاعل بها من نوع مفاعل الماء المضغوط.

ولقد وقعت هذه الحادثة نتيجة نقص الماء فى الدائرة الثانوية لاثنين من مولدات البخار وعدم التمكن من تعويض هذا النقص بسبب عطل فى الدائرة الاحتياطية. ولقد توقف المفاعل أوتوماتيكيا ولكن لم يتمكن العاملون فى المحطة من التخلص من الحرارة الموجودة فى قلب المفاعل. ولقد تسبب عدم ضخ الماء البارد الذى يساعد على تبريد قلب المفاعل فى غليان الماء فى الدائرة الأولى مما أدى إلى تلف كبير فى غلاف الوقود الذى يشكل الحاجز الأول للمواد المشعة. ولقد أدت الأخطاء المتتالية للعاملين وبعض الخلل فى دوائر التبريد إلى عدم تبريد قلب المفاعل وبالتالى إلى ارتفاع درجة حرارة الوقود بصورة أدت إلى تلف جزء كبير منه وخروج المواد المشعة من غلاف الوقود وانتشارها داخل وعاء الاحتواء. كما ترتب على الحادث خروج بعض المواد المشعة إلى خارج الموقع مما أدى إلى إصابة مليونين من الأشخاص فى دائرة نصف قطرها ٨٠ كيلو مترا حول الموقع ولم تتجاوز الجرعات التى أصيبوا بها عدة ميللى ريم. أما الذين يقيمون بجوار المحطة مباشرة فكانت الجرعات التى حصلوا عليها فى حدود ٨٠ ميللى ريم وهو ما يناظر الجرعات التى يحصل عليها الإنسان نتيجة إجراء أشعة على الصدر مرتين متتاليتين. ولقد كان لهذه الحادثة أثر كبير على الصناعة النووية فى أمريكا وفى دول أخرى. وطبقا للمقياس الدولى للوقائع النووية فقد تم تصنيف هذا الحادث كمستوى ٥، حادث ذو مخاطر خارج الموقع. (انظر مواد: الحادث، المقياس الدولى للوقائع النووية)

جسيم
Particle

قطعة ضئيلة من مادة أصغر من أن ترى بالمجهر. والجسيم فى لغة العلم الدقيقة : هو جزء من مادة يقل قطره عن ٢٥٠ ملليميكرون (المليميكرون : جزء من ألف من الميكرون- والميكرون: جزء من ألف من المليمتر). والجسيم دون الذرى أصغر حجما من الذرة.

وتقسيمات الجسيمات حاليا منها الجسيمات الأولية Elementary مثل الكوارك الثقيل Quark واليبتون الخفيف Lepton والتى تشكل المادة فى الكون. ثم الجسيمات الأساسية أوالحقيقية Fundamental مثل الإلكترون والبروتون والنيوترون ونقيضاتها فكل جسيم فى الكون له نقيضه. ثم الجسيمات الثانوية secondary وهى الجسيمات حاملة القوى والتى تربط الجسيمات الأساسية معا، وهذه الجسيمت لها طبيعة خاصة ولا تخضع لمبدأ استبعاد باولى، والذى يؤكد أن الجسيمات لا يمكن أن يكون لها نفس العدد الكمى وبالتالى لايكون لها نفس المكان ونفس السرعة حول نواة الذرة. ثم الجسيمات الافتراضية Virtual والمعروف آثارها ويمكن قياسها ولكنها لم تكتشف بعد مثل جسيمات الفوتون أو الكم الضوئى وغيرها.

جسيمات أولية
Elementary particles

أبسط جسيمات المادة والإشعاع، ومعظمها قصير العمر، ولايوجد فى الظروف العادية (ذلك فيما عدا الإلكترونات والنيوترونات والبروتونات والنيوترونات). ولقد أطلق هذا الاسم أصلا على أى جسيم لا يمكن تجزئته، أو على الجسيمات التى تتركب منها الذرة، أما الآن فهو يطلق على النكليونات (البروتونات والنيوترونات) والإلكترونات والميزونات والميونات، والباريونات والجسيمات الغريبة والجسيمات الضديدة لجميع هذه الجسيمات، كما يطلق أيضا على الفوتونات، ولكنه لايطلق على جسيمات الفا أو الديوترونات وتسمى الجسيمات الأولية الجسيمات الأساسية أيضا.

جسيمات دون ذرية
Subatomic particles

جسيمات أصغر من الذرات أو كسور الذرات. ويعرف الآن منها أكثر من ٣٠نوعا مختلفا بمافيها البروتونات والنيترونات والإلكترونات والبوزيترونات والأنتيبرونان والميزونات والديوترونا... الخ.

جسيمات انشطارية
Fission fragments

هى جسيمات مشحونة تتولد نتيجة انشطار النويات الثقيلة مثل اليورانيوم والثوريوم. وهذه الجسيمات ذات طاقة عالية جدا، وكتلتها كبيرة جدا، كما أن مداها مثل مدى أشعة الفا. وتتميز هذه الجسيمات المنشطرة بأنها مشعة، وتنطلق خلال التحولات النووية جسيمات بيتا، ويصاحبها أشعة جاما. ومن أهم النظائر الاسترنشوم-٩٠، واليود-١٣١، والسيزيوم-١٣٧، والسيريوم-١٤٣.

جسيمات غريبة
Strange particles

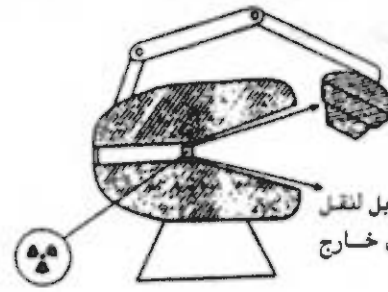
نوع من الجسيمات الأولية قصيرة العمر جدا، انحلالها أبطأ من تكوينها، مما يدل على أن عمليتى الانتاج والانحلال تنتجان من تفاعلات أساسية مختلفة، ويتضمن هذا النوع ميزونات-ك والهيبرونات.

جهاز تصوير بأشعة جاما
Gamma- ray camera

يتم الحصول على أشعة جاما للتصوير الإشعاعى من مصدرين مشعين أساسيين هما الكوبالت ٦٠ والاريديوم ١٩٢، وهناك العديد من النظائر الأقل شيوعا فى الاستخدام مثل الراديوم ٢٢٦ والسيزيوم ١٣٧ والثوليوم ١٧٠ . ولما للمصادر المشعة من أخطار جسيمة يجب

اخذ الاحتياطات الكافية لتناولها وتخزينها بعناية، حيث يظل المصدر مخزن فى وعاء مغلق ومدرع بالرصاص ولا يخرج منه إلا أثناء التصوير فقط، ويسمى هذا الجهاز، جهاز التصوير أو كاميرا جاما. حيث يتحرك المصدر المشع داخل الوعاء المدرع بطريقتين، إما بتحريك المصدر من مركز الوعاء وداخله وإما بتحريكه خارج الوعاء لمسافة معينة ميكانيكيا وبالتحكم من بعد.

كاميرا تصوير ذات مصراع قابل للدوران لتحريك المصدر ببطء داخل الكاميرا فى مسار رقيق من مادة التدريع.



كاميرا تصوير ذات مصراع قابل لنقل جزء من مادة التدريع إلى خارج الكاميرا

جهاز الأشعة السينية X-ray camera

تتولد أشعة اكس عندما تفقد الإلكترونات الحرة السريعة جدا بعض طاقتها عند تفاعلها مع إلكترونات أو أنوية الذرات وهذه الطاقة تنطلق فى صورة أشعة سينية وكلما زادت سرعة الإلكترون زادت الأشعة السينية المتولدة. ولتوليد الأشعة السينية نحتاج إلى:

١ – مصدر للإلكترونات الحرة، ٢– وسيلة لتعجيل الالكترونات، ٣– هدف تصطدم به الإلكترونات. ويتم ذلك فى جهاز الأشعة السينية، حيث تتولد الإلكترونات الحرة بتسخين فتيلة بمرور تيار كهربى بها، وتتوقف كمية الإلكترونات المتولدة على شدة التيار المار بالفتيلة. أما الهدف الذى تصطدم به الإلكترونات فغالبا تستخدم قطعة من التنجستن، كما يتم تعجيل الإلكترونات عن طريق فرق جهد كهربى عال بين الفتيلة والهدف، حيث توضع تلك المكونات داخل غلاف زجاجى مفرغ تفريغا عاليا، لتجنب حدوث أكسدة لمواد الإلكترونات، وحتى تمر الإلكترونات ولا تسبب تأينا للغاز بالأنبوبة، ولتوفير العزل الكهربائى بين الإلكترونات. ويتم التحكم فى الأشعة السينية المتولدة عن طريق لوحة تحكم تتصل بجهاز الأشعة تحتوى على كل من: عداد للتحكم فى شدة التيار المار بالفتيلة (بالملى أمبير)، وعداد تحكم فى فرق الجهد داخل الأنبوبة (بالكيلو فلت)، وعداد الزمن للتحكم فى زمن التعرض (بالدقيقة).

جهاز الإضاءة الذاتى Self-luminous device

تستخدم بعض النظائر المشعة بالإضافة إلى المواد المتفلورة لإصدار الضوء دون الحاجة إلى منبع كهربائى خارجى، حيث يشاع استخدام الراديوم للحصول على إضاءة أرقام ومؤشرات ساعة اليد كما توضع بعض النظائر المشعة الباعثة لأشعة بيتا كالتريتيوم والكريبتون ضمن زجاجات محكمة الاغلاق ثم طلاؤها بمادة متفلورة لاستخدامها فى إضاءة اللوحات والإشارات بمختلف أشكالها كإشارات الخروج (Exit) فى الطائرات لضمان استمرار الإضاءة دون انقطاع. ويتراوح نشاط المنابع المشعة المستخدمة فى هذا المجال بدءا من منابع صغيرة ذات نشاط إشعاعى يتراوح بين (25-200 mCi) إلى منابع كبيرة ذات نشاط إشعاعى (10 Ci).

جهاز مراقبة الهواء Air monitor

جهاز قياس اوتوماتى للكشف المستمر أو الدورى عن النشاط الإشعاعى فى هواء الغرف التى تحتوى على مواد مشعة. فالمواد المشعة الطيارة أو المختلطة بالأتربة تتوزع بسهولة فى الهواء مما يؤدى إلى تلوث هواء الأماكن التى تتواجد بها. وفى المختبرات الصغيرة التى يعمل بها عدد قليل من الأشخاص والتى يجرى بها تداول المواد المشعة يكتفى بوضع مرشحات فى مدخل هواء مضخة التفريغ وتدار هذه المضخة لعدة ساعات فى الحجرة المراد مراقبتها ثم يكشف عن الإشعاع فى المرشح من وقت لآخر. ويمكن حساب النشاط النوعى فى الهواء عن طريق قياس سرعة تيار الهواء وكمية الإشعاع فى المرشحات، ويمكن تركيب مثل هذه المرشحات على مخارج الهواء بالغرفة المراد ضبط إشعاعها دوريا. أما المعامل الكبيرة فتحتاج إلى تحكم مستمر للهواء بواسطة أنظمة مراقبة خاصة معقدة.

جهد (أعمال) الفصل Separative work

هو مقياس لمقدرة محطة الإثراء (التخصيب) على إنجاز كمية معينة من التخصيب النظائرى فى زمن ما. أى الجهد المبذول لفصل كمية من اليورانيوم (المادة المغذية) إلى جزءين: الأول، الجزء المنتج والمحتوى على أعلى تركيز من يو–٢٣٥ عن المادة المغذية. والجزء الآخر هو باقى المخلفات المحتوية على التركيز المنخفض من يو– ٢٣٥. والكمية المعطاة من جهد الفصل سوف ينتج كلا من الكمية الأكبر ذات النقاوة الأقل، أو الكمية الأقل ذات النقاوة الأعلى. ويعبر عن جهد الفصل (SWU) separative work unit بوحدات الكيلوجرام أو الطن المكعب من اليورانيوم المفصول فى زمن محدد.

جهد نووى Nuclear potential

الجهد الكهربى لجسيم نووى فى مجال النواة أو فى مجال جسيم نووى آخر.

جواريز، حادثة Gawareiz, accident

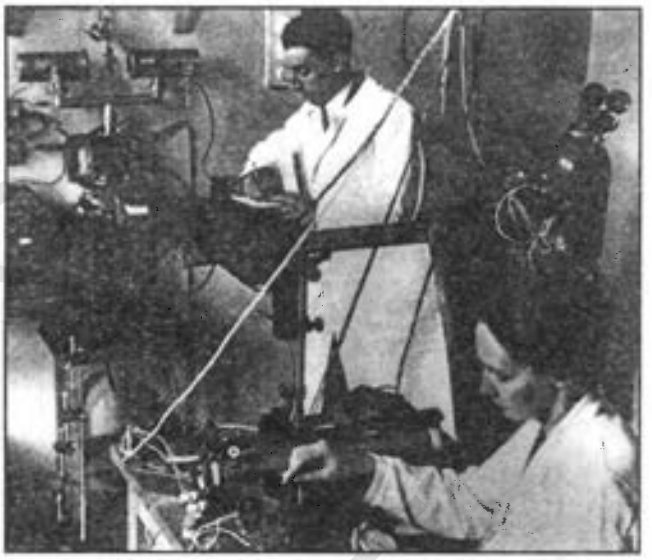
حادثة جواريز بالمكسيك عام ١٩٨٣م، حادثة إشعاعية، حيث تم التخلص من مصدر كوبلت ٦٠ من عيادة طبيب بطريقة الخطأ فسلك المصدر طريقه مع نفايات الخردة التى دخلت فى تصنيع منتجات من الصلب وتعرض عدد من البشر يتراوح ما بين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ فرد لجرعات إشعاعية عالية.

جول Joule

وحدة لقياس الشغل فى النظام المترى للقياسات، وتعرف فى الهندسة الكهربية بأنها الطاقة التى يبذلها فى الثانية الواحدة تيار شدته أمبير واحد ضد مقاومة مقدارها أوم واحد. ويعبر عن وحدة الجول فى الهندسة الميكانيكية بما يساوى ٧٣٧٦و. قدم باوند أو ٢٧٧٨ ٠ ١٠$^{-١٠}$ كيلو واط ساعة. (تعتبر هذه الوحدة صغيرة جدا من الناحية التجارية. ويستعاض عنها بالوحدة " واط ساعة " (وتساوى ٣٦٠٠ جول) أو بالوحدة " كيلو واط ساعة " (وتساوى ٣٦٠٠٠٠٠ جول).

جوليو كورى، فردريك (١٩٠٠ - ١٩٥٩) Joliot , Frederic

ولد فريدريك جوليو فى ١٩ مارس ١٩٠٠ فى باريس وكان متفوقا علميا ومحبا للرياضة، درس جوليو فى مدرسة الطبيعة والكيمياء بباريس وتخرج منها فى عام ١٩٢٣. اشتغل فردريك وزوجته ايرين كورى (ابنة مدام كورى) كمساعدين لمدام كورى فى أبحاثها، كما واصلا أبحاثهما حتى توصلا إلى اكتشاف النشاط الإشعاعى الصناعى، حيث كان هذا الاكتشاف مدخلا لاكتشاف عدد هائل من النظائر المشعة ذات التطبيقات الواسعة فى الميادين الطبية والزراعية والبيولوجية والصناعية، كما كان لفردريك جوليو وآخرين الفضل فى اكتشاف النيوترونات المصاحبة لعملية الانشطار النووى. حصل كل منهما فردريك وزوجته ايرين على جائزة نوبل فى عام ١٩٣٥. عين فردريك عام ١٩٣٧ أستاذ محاضرا فى كلية فرنسا، كما عين مديرا لعمل التجميع الذرى التابع للمركز الوطنى للبحث العلمى، ثم رئيسا للجنة الطاقة الذرية الفرنسية عام ١٩٤٦. اشرف جوليو على تصنيع أول مفاعل ذرى فرنسى بقلعة شاتيون جنوب باريس حتى تم تشغيله بنجاح فى ١٥ ديسمبر ١٩٤٨. حيث تم استخدام هذا المفاعل فى إنتاج النظائر المشعة، كما أمكن استخراج البلوتونيوم من هذا المفاعل لاستخدامه كوقود فى تشغيل المفاعلات الجديدة. كان لاستقلال فرنسا فى برامجها الذرية عن بريطانيا والولايات المتحدة الأمريكية، ولتقارب جوليو على وجه الخصوص من الاتحاد السوفيتى (السابق) آثار سيئة عليه، حيث شنت عليه الولايات المتحدة الامريكية حملة عدائية انتهت بعزله من رئاسة لجنة الطاقة الذرية الفرنسية عام ١٩٥١. ومع احتجاج الشعب الفرنسى على هذا وقيامه بمظاهرات واسعة. حمل فيها المتظاهرون صورا لجوليو وايرين وكذلك لمدام كورى وزوجها بيير كورى. ومع هذا ترك جوليو منصبه الحكومى ليقود حركة السلام فى العالم. توفى فى عام ١٩٥٩ عن عمر يناهز ٥٩ عاما.



فريدريك جوليو (١٩٠٠ – ١٩٥٩) مع زوجته ايرين كورى (١٨٩٧ – ١٩٥٦)

جيلمان، موارى Gellmann , Murray

موارى جيلمان (١٩٢٩ -)

ولد العالم الأمريكى موارى جيلمان فى مدينة نيويورك بالولايات المتحدة الأمريكية فى ١٥ سبتمبر عام ١٩٢٩ وقد التحق بجامعة ييل وحصل على بكالوريوس العلوم عام ١٩٤٨، ثم التحق بمعهد ماساشوستس التكنولوجى وتخصص فى الفيزياء النظرية وحصل على الدكتوراه عام ١٩٥١، ثم حصل على الأستاذية فى الفيزياء عام ١٩٥٥ وهو بجامعة شيكاغو. أجرى بحوثا مشتركة مع العالم " فينمان " حول نظرية التفاعلات الضعيفة وهى نظرية تصف النشاط الإشعاعى التلقائى للعناصر المشعة. وفى عام ١٩٦١ واصل أبحاثه والخاصة بتصنيف الجسيمات الأولية على أساس الطرق الثمانية وفى هذه الطريقة تتحد الجسيمات الأولية فى عائلات من ثمانية أو عشرة جسيمات ذات الصلة المتقاربة. لقد بين فى بحوثه أن كل الجسيمات التى تنتمى لنفس العائلة لها صفات محددة. وفى عام ١٩٦٤ افترض جيلمان ومعه العالم جورج زويك كل على انفراد وجود جسيم يدعى "الكوارك" وأن هذا الجسيم الدقيق يعتبر المركب الأساسى لكل الجسيمات المكونة لنواة الذرة. ولقد حصل العالم الأمريكى جيلمان عام ١٩٥٦ على جائزة هينمان من جمعية الفيزياء الأمريكية، كما حصل على جائزة نوبل فى الفيزياء النظرية عام ١٩٦٩ .

(ح)

حاجز Barrier

عائق مادى يمنع أو يبطىء من حركة (أو ارتحال) النويدات المشعة أو المواد الأخرى بين وحدات النظام (مثل المفاعلات النووية، مقابر النفايات). وفى العموم، فإن الحاجز يمكن أن: ١- يكون حاجزًا هندسيًا يتم إنشاؤه. ٢- أو حاجزًا طبيعيًا وفاصلاً ذاتيًا ومتأصلاً من البيئة (منشأة دفن النفايات أحيانا) .

الحادث Accident

هو أى حدث غير مقصود، بما فى ذلك أخطاء التشغيل أو أعطال المعدات أو غيرها من المسببات التى لا يمكن تجاهل عواقبها الفعلية أو المحتملة من زاوية الوقاية أو الأمان، والتى يمكن أن تفضى إلى تعرض محتمل أو إلى ظروف تعرض غير عادى، مما يتطلب اتخاذ إجراءات للسيطرة على الحادث وإعادة الوضع إلى حالته الطبيعية وذلك بهدف الحد والتحكم من تعريض عموم الناس والعاملين والبيئة والممتلكات لمخاطر الأشعة المؤينة.(انظر مادة: المقياس الدولى للوقائع النووية).

حاوية (النفايات) Container, waste

وعاء يوضع بداخله قالب النفايات من اجل النقل والتخزين ثم التخزين النهائى. وبعكس الحاجز النهائى الذى يحمى قالب النفايات من التدخلات الخارجية. وتعد حاوية النفايات هى مكون طرد النفايات.

وعلى سبيل المثال يصب زجاج النفايات ذات النشاط الإشعاعى المرتفع داخل حاوية مصممة خاصة (canister) حيث تبرد فيها وتجمد.

نموذج لوعاء حفظ نفايات عالية الإشعاع فى صورة زجاجية والوعاء مبطن بالصلب غير قابل للصدأ

حدث (عارض) Incident

حدث أو عارض فى المنشأة النووية، بالرغم من أنه لا يؤثر مباشرة أو فورا على الأمان. إلا أنه قد يكون متسببا فى إعادة تقييم احتياطات الأمان مرة أخرى. وتعد تأثيراته أقل من تلك التى تحدث نتيجة الحادثة accident .

اتفاقية التبليغ المبكر عن وقوع حادث نووى (١٩٨٦) Convention on early notification of nuclear accident (1986)

تنطبق هذه الاتفاقية على أى حادث يتعلق بمرافق أو أنشطة لدولة طرف أو لأشخاص و كيانات قانونية واقعة تحت ولايتها أو سيطرتها (بمنشأة نووية أو نشاط إشعاعى) ينجم عنه، أو يحتمل أن يحدث منه، انطلاق لمواد مشعة ونجم عنه أو قد ينجم عنه انطلاق عبر الحدود الدولية يمكن أن تكون له أهمية من حيث الأمان الإشعاعى بالنسبة لدولة أخرى وهو ما عنى به بـ"الحادث النووى".

وطبقا للمادة الثانية للإتفاقية، فإن على الدول الأطراف أن تبادر مباشرة أو عن طريق الوكالة الدولية للطاقة الذرية بتبليغ الدول التى أضيرت أو يحتمل أن تضار ماديا، بالحادث وطبيعته ووقت حدوثه بالتحديد كلما أمكن ذلك، كما تسرع بتزويد الدول المشار إليها، مباشرة أو عن طريق الوكالة بما يلزم من معلومات متاحة للتقليل من الآثار الإشعاعية على تلك الدول إلى أدنى حد ممكن. كما حددت الاتفاقية مهام الوكالة والمعلومات الواجب توفيرها، والسلطات المختصة وتسوية النزاعات... الخ.

اتفاقية تقديم المساعدة فى حالة وقوع حادث نووى أو طارئ اشعاعى (١٩٨٦) Convention on assistance in case of a nuclear accident or radiological emergency (1986)

انطلاقا من رغبة الدول الأطراف فى هذه الاتفاقية فى تحقيق مزيد من التعاون الدولى على التطوير والاستخدام الآمن للطاقة النووية، واقتناعا منها بالحاجة إلى إطار دولى ييسر سرعة المساعدة فى حالة وقوع حادث نووى أو طارىء إشعاعى من أجل التخفيف من عواقبه، فقد اتفقت على هذه الاتفاقية التى بموجبها تتعاون الدول الأطراف فيما بينها ومع الوكالة الدولية للطاقة الذرية لتيسير تقديم المساعدة العاجلة فى حالة وقوع حادث نووى أو طارىء إشعاعى من اجل التقليل من عواقبه وأثاره على الأرواح والممتلكات والبيئة إلى أدنى حد ممكن. ولتيسير هذا التعاون يجوز للدول الأطراف ان تتفق على اتخاذ ترتيبات ثنائية أو متعددة الأطراف، أو الجمع بينهما عند الاقتضاء لمنع وقوع إصابات وأضرار يمكن أن تنشأ عن مثل هذه الحوادث.كما تطلب الدول الأطراف من الوكالة التى تعمل فى إطار نظامها الأساسي أن تبذل أقصى ما فى وسعها وفقا لأحكام الاتفاقية لتشجيع وتيسير التعاون بين الدول الأطراف على نحو ما نصت عليه هذه الاتفاقية. كما حددت الاتفاقية الآليات المختلفة لطلب المساعدة ودور الوكالة الدولية فى هذا الشأن.

حادث الحرجية فى اليابان ((توكاى ميورا))

Criticality accident " Tocay mura"

وقع حادث الحرجية فى محطة لإعادة معالجة اليورانيوم " توكاى ميورا " الواقعة فى شمال شرق طوكيو باليابان يوم الخميس الموافق ١٩٩٩/٩/٣٠ الساعة ١٠,٣٥ صباحا. و"الحرجية " حالة تصل إليها أية كتلة من مادة انشطارية تفوق الكتلة الحرجة ويحدث فيها تفاعل متسلسل تلقائى مستمر. وقد وقع الحادث فى مبنى التجارب التحويلية experimintal conversion building أثناء نقل نترات اليورانيل إلى خزان الترسيب. ويعتمد العمل فى محطة توكاى على تحويل سادس فلوريد اليورانيوم إلى مسحوق أكسيد اليورانيوم وبيعه لشركات تصنيع الوقود حيث يتم داخل المبنى الذى وقع به الحادث تداول نظير اليورانيوم – ٢٣٥ الذى تفوق درجة تخصيبه تلك المستخدمة فى مفاعلات القدرة التى تستخدم الماء العادى. ومما هو جدير بالذكر أنه فى الوقت الذى وقع فيه الحادث كان يتم تنفيذ طلبية للوقود النووى لمفاعل التجارب (Joyo) وهو من نوع مفاعلات التوليد السريع (FBR).وتبلغ درجة التخصيب لنظير اليورانيوم–٢٣٥ المستخدمة فيه١٨,٨٪ فى المرحلة التى وقع عندها الحادث. وكان من المتوقع أن يكون وزن سائل اليورانيوم الموجود حوالى ٢,٤كجم، ولكن طبقا لتصريحات العاملين الذين تعرضوا للحادث فقد بلغ وزن السائل حوالى ١٦كجم، أى حوالى سبعة أضعاف الكمية المتوقع وجودها وقد عزا ذلك لخطأ بشرى من أحد العاملين بالمحطة. وقد تم نقل ثلاثة من العاملين وقت الحادث إلى المستشفى، حيث بينت التحاليل الطبية التى تم إجراؤها وجود آثار لنظير الصوديوم– ٢٤ فى المادة التى تقيأها العمال. كما تبين من الأعراض المرضية الواضحة على العمال الثلاثة أن اثنين منهم قد تعرضوا لجرعة تزيد على ٨ سيفرت وهو ما لم يحدث من قبل فى أية منشأة نووية. إضافة إلى ذلك فقد تم اكتشاف وجود كميات صغيرة من المواد المشعة على أجسام وملابس ٣٦ شخصا منهم ٣٣ من العاملين بالمحطة وثلاثة من رجال الإطفاء. ويعد هذا الحادث أخطر حادث من نوعه فى تاريخ لصناعة المدنية النووية.

حادث فقدان المبرد

Loss of coolant accident (LOCA)

حادث فى قلب المفاعل ينتج عند فقدان المادة المبردة ويعد من أسوأ الحوادث المتوقعة. إن النقصان غير المتوقع فى سريان مياه التبريد إلى قلب المفاعل يمكن أن يؤدى إلى عواقب خطيرة لكل المحطة. حيث يمكن أن يكون هذا النقص الفجائى ناتجا عن أى شىء بدأ من تسرب من أنبوب صغير للتبريد، إلى الانفصال (القطع) التام لأكبر أنبوب تبريد. فإذا لم يكن هناك مبنى حاو للمفاعل أوصمم على نحو غير دقيق، أو إذا لم يكن هناك نظام تبريد طارىء لقلب المفاعل أو تعطل لسبب ما، فإن عواقب حادثة فقد مياه التبريد سوف تكون جسيمة جدا، وخاصة فى حالة المفاعلات المبردة بالماء الخفيف. حيث تبدأ بمياه تحت ضغط عال، وبحدوث الكسر فى خط الأنابيب يتسرب الماء إلى الخارج مسببا تولد البخار. وبغياب نظم تبريد الطوارىء، فإن قضبان الوقود غير المغمورة بالمياه سوف تنصهر نتيجة للحرارة الناتجة عن النواتج الانشطارية، وهذا فى المقابل يؤدى إلى التولد السريع للبخار، وانهيار الوقود المنصهر والمواد الأخرى إلى المياه المتبقية فى أسفل غلاف الضغط، ومع بداية التفاعلات الكيميائية المولدة للحرارة بين المواد المنصهرة وخليط الماء والبخار، يتولد الهيدروجين ذلك الغاز القابل للاشتعال، وفوق ذلك يتوقع أن ينهار أيضا بئر قاع غلاف الضغط هاويا بالمواد المنصهرة، إلى فراغ مبنى المحتوى، حيث تتوالى التفاعلات الخطيرة بين المواد المنصهرة مع الجدار الخرسانى ليتولد مزيد من غازات الاحتراق كالهيدروجين وأول أوكسيد الكربون، ليصبح انهيار آخر جدار (حاوية المفاعل) لحماية البيئة من خطر التسرب الإشعاعى أمرا متوقعا تحت تأثير الضغوط العالية والحرارة الناتجة فى حالة اشتعال غازات الاحتراق. (انظر مادة: جزيرة الأميال الثلاثة).

حوادث الغواصات النووية

Nuclear submarine accidents

فى الولايات المتحدة الأمريكية: فقدت غواصتان ذواتا دفع نووى:

– ففى عام ١٩٦٣، فقدت الغواصة النووية الهجومية ثريشر Theresher، أثناء التجارب، بعد تسرب المياه الذى أدى بدوره إلى تلويث اللوحات الكهربائية. وعليه أنجز تطوير هام لدارات (دورات) التبريد التى تستخدم مياه البحر على ظهر هذا النمط من الغواصات عوضا عن دارات تستخدم المياه العذبة بضغط منخفض، وكذلك عن نوعية الإنجاز التى شككت بأمرها لجنة التحقيق التى أعقبت الحادث.

– وفى عام ١٩٦٨، اختفت الغواصة النووية الهجومية سكوربيون Scorpion، فى المحيط الأطلنطى بالقرب من جزر آسور ولم يتضح، وبصورة مؤكدة، سبب فقد الغواصة، لكن مؤشرات مختلفة دعت إلى التفكير لحدوث انفجار فجائى لنسيفةTorpille فى أنبوب الانطلاق.

– فى الاتحاد السوفيتى السابق: انتشر خبر فقدان ثلاث غواصات:

– فى عام ١٩٦٨، غرقت الغواصة K129، المزودة بالأسلحة النووية فى المحيط الهادئ بالقرب من جزيرة غويام Guam . وفى عام ١٩٧٤، تم انتشالها (جزئيا) من قبل سفينة غلومار تشالنجر Glomar Challenger الأمريكية.

– فى عام ١٩٨٦، حدث انفجار فى أحد أنابيب الإطلاق فى الغواصةK219 ، واستطاعت الغواصة العوم على السطح، وتمكن أغلبية الطاقم من النجاة واستطاعت سفينة أمريكية إنقاذهم وبعد زمن قليل. غرقت الغواصة الجانحة.

– وفى عام ١٩٨٨، شب حريق على الغواصة K278، وامتد إلى كل أنحاء الغواصة، وتمكنت الغواصة من العوم على السطح مما سمح لثمانية من رجالها بالخروج منها قبل الغرق، حيث تم إنقاذ اثنين منهم فقط من قبل النرويجيين.

–أعلن عن العديد من الحرائق على سفن مختلفة ،من دون أن يؤدى ذلك إلى فقدانها، مع التنويه إلى أن العشرات من البحارة قد فقدوا حياتهم من جراء ذلك، علاوة على ذلك، فقد سجل العديد من الحوادث ذات الطبيعة النووية، مؤديا ذلك إلى أضرار فى قلب المفاعل:

– ثلاث حوادث حرجة على الأقل، وكان أحدهم بمناسبة إعادة تحميل الوقود.

– خللان فى تبريد المفاعل لدى الإبحار بالاستطاعة الكاملة مؤديا ذلك إلى تلف كبير فى الوقود.

– انقطاعان على الأقل، فى الأقنية الأولية مؤديا ذلك إلى نزوح الماء إلى القلب وإتلافه جزئيا.

– لم يعلن عن إصلاح أية سفينة من تلك السفن، على رغم امتلاك الروس لعدد كبير منها.

فى فرنسا:

فى عام ١٩٩٤، وبينما كانت الغواصة النووية الهجومية إمرود Emeraude تبحر على أعماق كبيرة جدا، سبب دخول كمية صغيرة من مياه البحر إلى دارة تبريد المكثفات، سلسلة من الأحداث، أدت إلى اجتياح البخار لحجيرة التربينات– المنوبات وهذا أدى إلى غرق عشرة من الأشخاص الذين كانوا فى هذه الحجيرة التى تكون شاغرة بصورة عامة.

حاصل الضرب الاتجاهى لمتجهين Vector product

هو متجه ثالث يتعامد على المتجهين ويؤلف معهما ثلاثيا يمينيا، أما مقداره فيساوى مقدار الأول مضروبا فى مقدار الثانى مضروبا فى جيب الزاوية بينهما.

حاصل الضرب القياسى لمتجهين Scaler product

كمية قياسية تنشأ من ضرب مقدار المتجه الأول فى مقدار المتجه الثانى فى جيب تمام الزاوية بينهما.

حالة أرضية صفرية Ground state

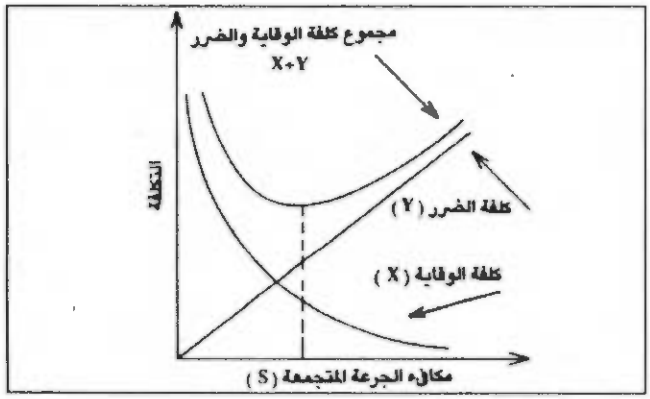
حالة النواة أو الذرة أو الجزىء وهى فى أدنى مناسيب طاقتها المنسوب الطبيعى. (انظر: حالة مثارة)

حالة مثارة Excited state

حالة الجزء، أو الذرة، أو الإلكترون، أو النواة، عندما تكون طاقتها أعلى من طاقتها العادية. وتنطلق الطاقة النووية الزائدة فى أغلب الأحيان كشعاع جامى. ويمكن أن تظهر الطاقة الجزئية الزائدة كفلورية أو كحرارة. (انظر: حالة أرضية أو صفرية)

الحالة المثلى للحماية الإشعاعية Optimization

إن جميع حالات التعرض للإشعاع فى أى مجتمع يجب خفضها إلى أقل قدر ممكن، ولمعرفة ما إذا كان خفض التعرض الإشعاعي قد يتم بصورة معقولة أم لا فإنه من الضرورى الأخذ فى الحسبان الموازنة بين زيادة الفائدة من هذا الخفض وزيادة التكاليف. ولزيادة الفائدة الصافية إلى أقصى قدر ممكن يؤخذ تفاضل معادلة التكلفة والفئدة بالنسبة لمتغير غير معتمد يعرف بالجرعة المكافئة المتجمعة. وتعد الحماية من الإشعاع مثالية عندما يكون مجموع تكاليف الوقاية X وتكاليف الضرر من الإشعاع Y أقل ما يمكن. ويساعد عملية التقويم المستند إلى معادلة التفاضل المشار إليها وضع قيمة نقدية للجرعة المتجمعة. وللصعوبة البالغة فى تقدير هذه القيمة النقدية من الناحية العملية فقد نشرت عدة تقديرات فى هذا الخصوص، وهى مفيدة لأجل اتخاذ القرارات بالرغم ما عليها من تحفظات. ويمكن القول بناء على ما سبق ذكره أنه عند تصميم مصادر الإشعاع ووضع الخطط الخاصة باستعمالها وتشغيل المصدر أو المنشأة ينبغى أن يجرى ذلك بطريقة تؤدى إلى أن يكون التعرض للإشعاع ضمن حدود المعقول مع الأخذ فى لحسبان العوامل الاقتصادية والاجتماعية للمجتمع.



الوصول بالوقاية من الإشعاع إلى الحالة المثلى

حامض ديوكسى ريبونيوكليك أسيد (الحامض النووى) (د. ن . أ)

Deoxyribonucleic Acid (DNA)

حمض تحمله البروتينات فى نوى الخلايا الحية ويقوم بدور هام فى نقل الصفات الوراثية وهذه الحروف الثلاثة اختصار للاسم العلمى: (إوكسى ريبونوكليك أسيد).

حامل Carrier

نظير مستقر أوعنصر طبيعى،يمكن أن يضاف إليه ذرات مشعة من العنصر نفسه، للحصول على كمية من مخلوط إشعاعي كافية للمناولة أو لإنتاج مخلوط إشعاعى يجرى نفس التفاعل الكيميائى أو البيولوجى الذى يجريه النظير المستقر. وهو أيضا المادة التى لها وزن محسوس والتى إذا صاحبتها كمية ضئيلة أثر من مادة مشعة أخرى)، فإنها تحمل تلك الكمية الضئيلة فى خلال عملية كيميائية أو فيزيقية أو بيولوجية ما.(انظر: ذرات موسومة)

حاوية المفاعل Reactor containment

يتم حفظ جميع المعدات والمواد المشعة ووعاء الضغط وما يحتويه ودوائر التبريد المشعة وملحقاتها داخل مبنى حاو يطلق عليه مبنى الاحتواء للمفاعل. وهو بناء خرسانى شديد المقاومة للاجتهادات العالية من الضغوط ودرجات الحرارة. ولضمان عدم تسرب المواد المشعة من داخل مبنى الاحتواء إلى خارجه أثناء التشغيل يكون الضغط فى المبنى أقل من الضغط الجوى فلا يحدث تسرب من الداخل إلى الخارج.

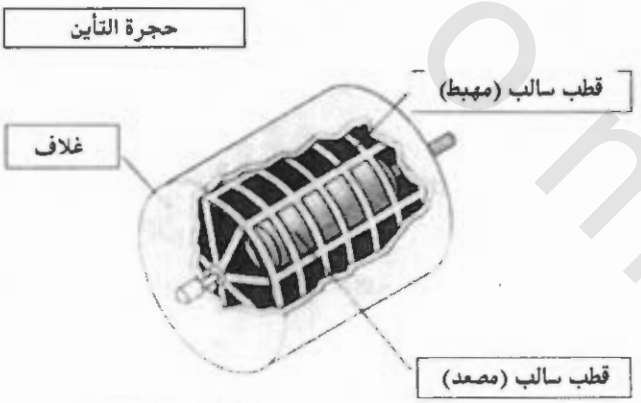
ويمثل بناء الحاوية الخارجى للمفاعل الذرى فى المحطات النووية الحاجز النهائى الذى يحول دون تسرب المواد المشعة إلى البيئة، إذ ما وقعت حادثة انصهار قلب المفاعل، وبالسيطرة على سلامة هذا المحتوى عند وقوع حوادث المفاعلات الجسيمة يمكن منع تسرب المواد المشعة إلى البيئة.

حث نووى Nuclear induction

نوع من الحث المغناطيسى يحدث فى الأجسام الصلبة والسائلة والغازات من جراء العزم المغنطيسى للنوكليونات التى توجد فيها.

حجرة التأين Ionization chambers

أحد أجهزة الكشف عن الإشعاع والتى تقوم على مبدأ التأين، وهى عبارة عن حجرة تحوى غاز كالهواء أو الأرجون. وقطبى الكاشف حيث يتأين الغاز عندما يجتازه جسيم مشحون، تجمع هذه الأيونات بمساعدة حقل إلكترونى ويقاس التيار الأيونى الناشىء.



(أ) حجرة التأين

ويمكن استخدام غرفة التأين ككاشف عن معظم الإشعاعات المعروفة إلا أن حساسيتها لأشعة جاما ضعيفة. ويمكن استخدامها للكشف عن النيترونات وذلك بملئها بغاز مناسب "محول" أو بتغطية سطحها الداخلى بمادة محولة مناسبة. ومن التطبيقات العملية لغرفة التأين استخدامها فى أجهزة المسح الإشعاعى حيث يمكن حملها إلى حقول الإشعاع المطلوب قياس جرعة الإشعاع فيها وذلك لبساطة تركيبها وسهولة حملها، كما يمكن بناء كاشف جيبى (Pocket chamber) فى حجم قلم الحبر العادى. (انظر مادة: مقياس الجرعة الجيبى، كواشف نووية).

(ب) غرفة تأين مع مكثف تضخيم (لقياس جرعات أشعة رونتجن – جاما)

الحجم الحرج Critical size

يطلق اللفظ للدلالة على الأبعاد التى تتشكل بحسبها هيئة قلب المفاعل، والعاكس المستعمل فيه، لكى يتسنى حدوث التفاعل المتسلسل على منوال ثابت.

الحد السنوى للجرعة المكافئة
Annual equivalent dose limit

إن قيمة الحد السنوى للجرعة المكافئة من الإشعاع والذى لاينبغى تجاوزه طبقا لنظام تحديد الجرعات الذى وضعته اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع هو ٢٠ ملى سيفرت/سنة للمهنيين، ١ ملى سيفرت /سنة لعموم الجمهور.

حرارة كامنة Latent heat

كمية الحرارة اللازمة لتحويل وحدة الكتلة من المادة من حالة الصلابة إلى حالة السيولة أو من حالة السيولة إلى حالة الغازية دون أن تتغير درجة حرارتها. وقد لاحظ "بلاك" أنه ليست كل الحرارة التى تمتص فى أثناء تحول الأطوار إلى الآخر (جامد إلى سائل، ماء إلى

بخار) تؤدى إلى رفع درجة الحرارة. فمثلا إذا أعطينا مكعب الثلج حرارة فإن درجة حرارته لا ترتفع إلا إذا أعطيناه كمية كافية من الحرارة لصهره. بعدها فقط ترتفع درجة حرارة الماء بالحرارة وتستهلك هذه الكمية من الحرارة فى تحويل الثلج إلى ماء (وليس رفع درجة الحرارة). ويفسر ذلك على أن جزيئات المادة تنجذب لبعضها بصورة ضعيفة...حيث تذهب الحرارة المتصة أولا بواسطة السائل أوالجامد إلى الإسراع من اهتزاز (ذبذبة) ودوران الجزيئات التى يتكون منها السائل أوالجامد. لكنها – أى الجزيئات – تظل ملتصقة ببعضها، وعندما تمتص ما يكفى من الطاقة فقط تتحرر الجزيئات من الارتباط اللزج ببعضها وتصبح الجوامد سوائل أوالسوائل غازات، ولاترتفع درجة الحرارة فى أثناء تحول الطور لأن درجة الحرارة مقياس لطاقة الحركة الانتقالية (الطاقة التى تصدم بها الجزيئات جدار الترمومتر). وتستهلك الطاقة المتصة فى أثناء التحولات الطورية فى تكسير الروابط بين الجسيمات وليس فى زيادة الطاقة التى تصدم بها الجزيئات جدار الترمومتر.

حرارة لاحقة Afterheat

الحرارة الناتجة من الاضمحلال المستمر للذرات المشعة فى المفاعل بعد وقف الانشطار. وترجع غالبية الحرارة اللاحقة إلى الاضمحلال الإشعاعى لنواتج الانشطار.

حرجية Criticality

الحالة التى يكون عندها مجموع معدل أسر النيوترونات فى المفاعل النووى وإفلاتها منه مساويا لمعدل توالدها من عمليات الانشطار فى قلبه.

حرجية رطبة Wet criticality

الحرجية التى يصل إليها المفاعل مع وجود المبرد.

حرجية فورية Prompt criticality

حالة المفاعل عندما يكون استمرار تفاعل الانشطار التسلسلى فيه بفعل النيوترونات الفورية فقط، أى بدون عون من النيوترونات الآجلة.

حركة دورية Periodic

تنقسم الحركات الميكانيكية عادة إلى نوعين: الحركات التى تبدأ من نقطة وتنتهى عند أخرى مثل جسم يسقط، والحركات التى تكرر نفسها مثل حركة القمر حول الأرض. وأبسط الحركات المتكررة بل أكثرها شيوعا الحركات منتظمة التكرار. فهى تتكرر فى فترة زمنية معينة. وفى كل فترة تقوم بنفس الحركة . يطلق على هذه الحركة اسم الحركة "الدورية"، وتسمى الفترة الزمنية المتكررة بزمن الدورة أو المدة فحركة القمر هى حركة دورية مدتها ٢٧,٣٣ يوما يستغرقها فى عمل دورة حول الأرض. ونحن نعلم أن هذه الحركة قد تكررت بنفس المدة على الأقل طيلة آلاف السنين التى دونت فيه المشاهدات الفلكية.

الحركة الموجية Wave

يسمى انتقال الحركة الدورية أو التوافقية خلال وسط أو فضاء خال من المادة ب"الموجة ". وهناك أنواع كثيرة من الموجات فى علم الفيزياء تختلف بنوع المؤثر الذى ينتقل، ولكنها متماثلة من وجهات نظر كثيرة. وأحد أنواع الموجات الهامة، هى التى نشاهدها فى تحرك المادة الملموسة مثل موجات الحبال والماء والموجات الصوتية. وهذه أسهل الموجات فى تصورها. وفى نوع آخر منها تنتقل القوى الكهربية المغنطيسية خلال المادة أو الفراغ. هذه الموجات الكهرومغناطيسية، ومن أمثلتها موجات الضوء، والموجات اللاسلكية. وهناك موجات أخرى تصاحب الدقائق المادية المتحركة السريعة وهى المسماة بموجات" دى برولى" وهى التى تعطى احتمال مشاهدة الأجسام الدقيقة المتحركة فى موضع معين. وهذه أصعب الموجات فى تصورها. وهناك علاقة وثيقة بين الموجات والحركات الدورية. فالواقع أن الموجات تشاهد عن طريق الحركات الدورية التى تحدثها فى جسيم. فموجة الماء تمر على سطح بحيرة، فتسبب صعود قطعة من الفلين وهبوطها فى حركة دورية أو توافقية. وهذا الاهتزاز الحادث الملموس هو الذى يقنعنا لوجود الموجة. وموجة اللاسلكى تصادف سلكا هوائيا. فينشأ عنها بالتأثير حركات دورية فى إلكترونات الهوائى، وأسلاك الاتصال والصمامات فى جهاز الاستقبال. والنيوترون الذى طول موجته " الديبرولية" مناسب يحدث تأثيرا دوريا فى نواة ذرة فيقسمها أو يمزقها إربا. وقد يمر نيوترون آخر غير متجاوب فى " النغمة" مع النواة دون إحداث أى تأثير. ويطلق على المسافة التى تكرر فيها الموجة نفسها (أى بين ذروة الموجة والذروة التالية لها) مصطلح "الطول الموجى "، وعند أى موضع بذاته فى المحيط، يتكرر ارتفاع الماء وانخفاضه بصورة منتظمة، أى إن الفترة الزمنية بين أقصى ارتفاع للماء وأقصى ارتفاع يليه، تكون ثابتة؛ وتسمى هذه الفترة الزمنية الثابتة بزمن الدورة، وعادة ما يستخدم المصطلح " تردد الموجة " ويعنى عدد مرات تكرار الموجة نفسها عند أى موضع بعينه فى الثانية الواحدة، بدلا من المصطلح" زمن الدورة "، وتردد الموجة هو المقلوب الرياضى لزمن الدورة، وهناك خاصية هامة أخرى للموجة، وهى "سرعة الموجة" ويقصد بهذه الخاصية، السرعة التى تتحرك بها قمم الموجة إلى الأمام.

حرق (الجلد) Burn (of skin)

هو تلف كبير ظاهر نتيجة الحرارة (الحرق الحرارى) أو بسبب التعرض للإشعاع. وأول درجات هذا الحرق تكون على شكل احمرار بسيط كحرق الشمس اللطيف بدون تبثر أو تقرح (ظهور بثور

أوتقيحات)، وتتميز الدرجة الثانية لهذا الحرق الجلدى بالتبثر، كما فى حالة حروق الشمس الجسيمة. أما الدرجة الثالثة فيكون حرقا جسيما جدا يودى بهلاك الطبقة الجلدية تماما.

حرق إشعاعى Radiation burn

ضرر يحدثه الإشعاع بالجلد. وتنشأ حروق بيتا من ملامسة مصادر انبعاث جسيمات بيتا أو التعرض لها. أما حروق الومض فتنشأ عن الإشعاع الحرارى المفاجئ.

حرق حرارى Thermal burn

حرق الجلد أو أية مادة عضوية أخرى بسبب الحرارة الإشعاعية، مثل تلك التى تتولد من تفجير نووى. (انظر: حرق ومضى، حرق إشعاعى، مرض إشعاعى)

حرق ومضى Flash burn

حرق الجلد الناشىء عن ومضة من الإشعاع الحرارى، ويمكن تمييزه من حرق اللهب بكونه يحدث فى الأجزاء المكشوفة من الجسم التى تكون فى مواجهة مصدر الإشعاع الحرارى مباشرة.

حزام فان ألن Van Allen radiation belt

حزام من الإشعاع حلقى الشكل مكون من بروتونات وإلكترونات ذوات طاقة عالية تحيط بالأرض ويمتد تقريبا من ارتفاع ٦٤٠ كم إلى ٦٤ ألف كم فوق سطح الأرض. وشدة حزام فان ألن أقل ما تكون فوق القطبين المغناطيسين للأرض.(تدرع سفن الفضاء لحماية ركابها من الإشعاع الشديد الخطر فى حزام فان ألن).

حساسية إشعاعية Radiosensitivity

درجة تأثر الكائنات الحية وخلاياها وأنسجتها وأعضائها وغيرها من الأجسام بالمضار الناتجة عن الإشعاع.

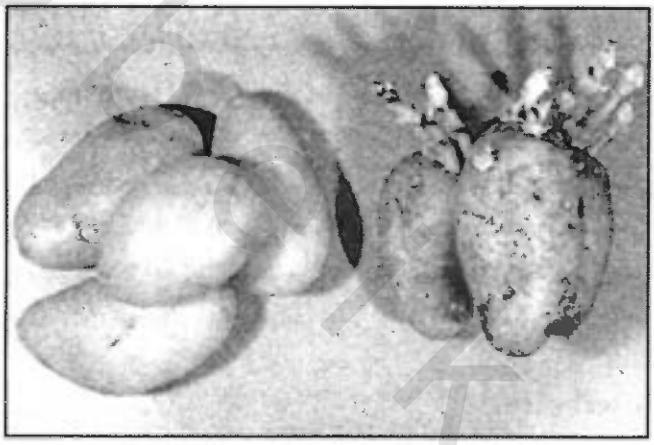
حصن (درع) رصاصى Lead castle

وعاء من الرصاص سميك الجدران توضع فيه المادة المشعة أوكاشف الإشعاع، فى تجارب القياسات الإشعاعية وذلك لمنع تسرب الإشعاعات غير المرغوب فيها منه وإليه.

حفظ الأغذية Food Preservation

تتعرض الكثير من الأغذية والمحاصيل الزراعية فى العالم للتلف عند تخزينها نتيجة لإصابتها بالأمراض المختلفة بالإضافة إلى إتلاف الحشرات لكميات كبيرة منها، كما تفقد الفواكه والخضر طراوتها ومظهرها وقيمتها التسويقية. ويعد حفظ الأغذية بالإشعاع أحدث طريقة صناعية ابتكرها الإنسان لحفظ الأغذية بعد طريقة التعليب، وهى تختلف عن التبريد والتجميد والتجفيف التى تعد طرقا محسنة لطرق معروفة طبيعيا.

تستخدم أشعة جاما الناتجة من المعجلات والعناصر المشعة مثل كوبلت - ٦٠ أو سيزيوم - ١٣٧ فى تشعيع الأغذية، ويحظر استخدام أنواع الإشعاعات الأخرى. وتختلف الجرعات اللازمة لحفظ الأغذية باختلاف نوع الغذاء وطول الفترة المطلوبة للحفظ.



(أ) استخدام أشعة جاما لمنع تذريع درنات البطاطس

(ب) حفظ الأغذية

وقد أمكن عن طريق تشعيع الأغذية إطالة الفترة التخزينية للمواد الغذائية لفترة قد تمتد إلى ثلاثة أضعاف فترة التخزين لنفس الأغذية غير المشعة والمخزنة تحت نفس ظروف التخزين، وعلى سبيل المثال أمكن اطالة الفترة التخزينية للأسماك فى الثلاجات لمدة ٣٠ يوما بعد تشعيعها بجرعات تتراوح ما بين ٢٠٠ إلى ٤٠٠

كيلو راد بينما لا تزيد فترة تخزين نفس الأسماك فى نفس درجة الحرارة عن ٩ أيام. كما تستعمل جرعات بين ٢٠ إلى ٥٠ كيلو راد فى قتل يرقات الحشرات التى تصيب الحبوب المخزونة، كذلك فإن جرعة مقدارها ٥٠ كيلو راد يمكنها إنتاج يرقات مصابة بالعقم وذلك للحشرات التى تختفى داخل الثمار. إضافة إلى ذلك أمكن منع تزريع درنات البطاطس والبصل والثوم باستخدام جرعات تتراوح بين ٤ إلى ١٠ كيلوراد، وفى هذه الحالة يتم تشعيع الدرنات الأبصال المخصصة للاستهلاك الغذائى دون الدرنات والأبصال المخصصة كتقاوى لأن التشعيع يمكن أن يؤدى إلى وقف نمو براعم هذه الدرنات والأبصال فتصبح بالتالى غير صالحة للزراعة.

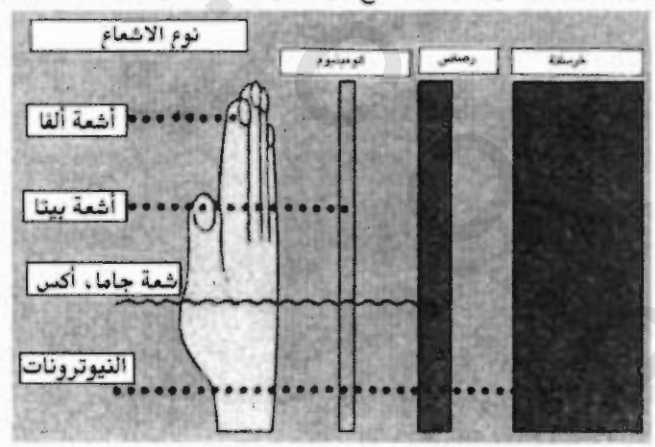
ومما هو جدير بالذكر أن هناك فرقا كبيرا بين الأغذية المعاملة بالإشعاع التى تمت مناقشتها وبين الأغذية الملوثة بالإشعاع الناتج عن الحوادث النووية، ففى حالة الحوادث النووية ينتج تسرب ذرات مشعة على هيئة غبار ذرى تلوث الهواء، وعند سقوط هذه المواد على الأرض فإنها تلوث المحاصيل بالمواد المشعة الضارة سواء عن طريق التصاق المواد المشعة بأوراق النبات أم عن طريق امتصاص النبات لهذه المواد من التربة فتكون ثماره ملوثة بهذه المواد. هذا بخلاف الأغذية المعاملة بالإشعاع فإنها فى الواقع لا تحتوى على أية عناصر مشعة.

حمل الجسم Body burden

مقدار المادة المشعة الموجودة فى جسم الإنسان أو الحيوان. (انظر : عداد الجسم الكامل)

الحواجز (الدروع) الواقية من الإشعاع
Radiation Shielding

تعمل الحواجز الواقية من الإشعاع على امتصاص جزء من (أو كل) طاقة وكمية الإشعاع. ويعتبر الرصاص والخرسانة من



القدرة النفاذية لأنواع الإشعاعات المختلفة

أنسب المواد فى تقليل كمية أشعة أكس وأشعة جاما. ويعتبر الماء والخرسانة من أنسب المواد لتقليل كمية النيترونات. ويعتبر الألومنيوم والبلاستيك من أنسب المواد لامتصاص أشعة بيتا. ويعتبر الورق أو الشرائح الرقيقة من البلاستيك من أنسب المواد لامتصاص أشعة ألفا. ومن هنا فإن السمك اللازم لتقليل كمية الإشعاع إلى النصف يعرف بطبقة سمك النصف. ونحتاج إلى طبقتين من سمك النصف لتقليل الإشعاع إلى الربع، ونحتاج إلى ٣ طبقات من سمك النصف لتقليل الإشعاع إلى الثمن...وهكذا. وعموما نحتاج إلى ٧ طبقات من سمك النصف لتقليل الإشعاع إلى أقل قدر ممكن ويزداد السمك بزيادة كمية الإشعاع كما هو الحال فى المفاعلات النووية. وتعتبر الحواجز الواقية من أهم وسائل الوقاية من الإشعاع.

ابن حيان، جابر (١٢٠ - ٢٠٠ هـ)
Ebn-Hayyn, Gaber

العلامة الفيلسوف، والطبيب والفلكى والكيميائى العربى أبوموسى جابر بن حيان بن عبد الله، ولد بخراسان عام ١٢٠ هـ ولكنه نشأ وتربى بالكوفة وبغداد، وعاصر خلافة الرشيد والمأمون فى القرن الثانى الهجرى.

ويعد ابن حيان من أشهر علماء عصره لاسيما فى علم الكيمياء وهو شيخ الكيميائيين بلا منازع واليه يرجع فضل تطور هذا العلم، وكشف العديد من عملياته ووضع فيه مصنفات عدة ترجمت إلى اللاتينية وأصبحت مرجعا موثوقا للباحثين والدارسين ومن أعماله وصف التقطير والتبلور والذوبان، واستحضار حامض الكبريتيك (زيت الزاج)، وبعض مركبات الصوديوم والبوتاسيوم والزئبق والسموم والخمائر والخواص الكيميائية للعديد من العناصر. وقد تضاربت الروايات فى ترجمة حياته حتى إن بعض غلاة الغرب تمادوا فى إنكار وجوده لولا مؤلفاته المحفوظة من بعده. توفى بطوس حوالى عام ٢٠٠ هـ.

حيود الضوء Diffraction (of light)

خروج الضوء خروجا ضئيلا عن امتداده على السموت المستقيمة كما يحدث مثلا عند نفوذه من ثقب ضيق. وتحدث مثل هذه الظاهرة فى الموجات الصوتية..إذ إننا نستطيع سماع الصوت النافذ من شقوق الأبواب والنوافذ، دون أن نكون فى خط مستقيم مباشر مع الأبواب والنوافذ. إن الصوت ينتشر جانبيا عند مروره من مثل هذه الفتحات، ويسمى انحناء الموجة حول عائق بـ" الحيود ". وهو أمر تقتضيه طبيعة الضوء من حيث هو حركة موجية.

(خ)

الخازن ، عبد الرحمن الخازنى (؟-٥٥٠هـ)(؟-١١٥٥ م)
AL Khazni

هو عبدالرحمن المنصور أبوالفتح الخازنى، ويعرف بالخازن، عالم طبيعة وفلك، ومهندس برع فى علوم الحركة (الايدروستاتيكا -توازن السوائل).

ولد عبد الحمن الخازنى بمدينة " مرو "، وكان رقيقا عند على المرزوى خازن مكتبة مدينة مرو العامة وأمينها، ولذلك لقب بالخازنى، لأنه كان يعمل صبيا معه فى مكتبة مرو. وأحب الخازنى القراءة والعلم فى هذه المكتبة، ولذلك شجعه مولاه على الدرس والبحث ومتابعة العلوم فى المكتبة ، وفى مجالس العلماء.

له ابتكارات عديدة فى مجال علم الفيزياء، حيث ابتكر جهازا لمعرفة الثقل النوعى لبعض أنواع السوائل، ووضع نسبا لها، ولم يتجاوز الخطأ فيها سوى ٦٪ من الجرام الواحد فى كل ألفين ومائتى جرام. كما ابتكر جهازا لمعرفة الثقل النوعى لبعض المعادن والأحجار الكريمة، ووضع لها نسبا، وهى تقارب فى جدولها المقارن مع النسب الحديثة، وتكاد هذه النسب تتساوى بينهما بالرغم من الفرق الشاسع بين ميزان الخازن البسيط والموازين المتطورة. وقد أوضح الخازن طريقة عمل جهازه فى كتابه الفريد "ميزان الحكمة" . كذلك ابتكر الخازن ميزانا لوزن الأجسام فى الماء والهواء له خمس كفات، تتحرك إحداهما على ذراع مدرج. وقد سبق الخازن العالم الرياضى "باسكال" والعالم الفيزيائى "تورشيللى" والعالم الكيميائى "بويل" بالإشارة إلى مادة الهواء ووزنه، و إلى أن له قوة رافعة كالسوائل، وإلى أن الجسم المغمور فى الماء ينقص وزنه الحقيقى. و إلى أن مقدار ما ينقص من الوزن فى الهواء يتوقف على كثافة الهواء. كما بحث الخازن فى الكثافة العظمى للماء، عندما يكون قريبا من مركز الارض، ويذكر "جون دالتن " عالم الكيمياء أن الخازن قد استخدم جهازا كالأيرومتر لقياس الكثافات وتقدير حرارة السوائل. كما يعد الخازن من العلماء الأوائل الذين مهدوا لاختراع ميزان الضغط "البارومتر"، حيث أظهر أن قاعدة أرشميدس لا تسرى على السوائل فقط، وإنما تسرى على الغازات والأجسام الموجودة فى الهواء أيضا. وأبدع الخازن فى بحث المقدار الذى يغمر من الأجسام الطافية فى السوائل، كما أدت أبحاثه إلى ابتكار مفرغات الهواء والمضخات. ولقد درس الخازن مقاومة السوائل للحركة حين قال: " إذا تحرك جسم ثقيل فى أجسام رطبة سائلة فإن حركتها فيها تكون بحسب رطوبتها، فتكون حركته فى الجسم الأكثر رطوبة وسيولة أسرع. كذلك قال الخازن بأن هناك قوة جاذبة على جميع جزيئات الجسم، وأن هذه القوة هى التى تبين صفة الاجسام. وقد ثبت حديثا أن لهذه النظرية أهمية قصوى فى عمليات التحليل الكيميائى... الخ. وقد اهتم علماء الغرب بابتكارات الخازن، وترجمة مؤلفاته إلى لغات الغرب. ويعتبر "ميزان الحكمة" أبرز كتبه فى مجال الطبيعة، كما له كتب أخرى فى مجال الفلك مثل "الآلات المخروطية"، و"الآلات العجيبة الرصدية "، و"فى الفجر والشفق"، "والزيج السنجرى" و"وجامع التواريخ".

الخاصية الثنائية (للأمواج والجسيمات)
Duality of waves and particles

إن الجسيمات الذرية لا يمكن النظر إليها على أنها ذات كتل جامدة، لكنها فى الحقيقة جسيمات يمكن أن تتصرف كذلك كأمواج، أى أن لها خاصية ثنائية تستطيع بواسطتها أن ترينا نفسها – فى بعض الحالات فى صورة جسيمات، كما أننا نراها فى حالات أخرى فى صورة أمواج. ولقد دلت دراسات الضوء على أن له خاصية ثنائية. فمن المشاهد أن هناك ظواهر ضوئية -كخاصية التداخل – لايمكن فهمها إلا إذا اعتبر الضوء موجيا، كما أن هناك ظواهر أخرى تعنى أنه سيل من الجسيمات التى تقطع الفضاء فى خطوط مستقيمة. ولقد تبين لبروجلى عام ١٩٢٤ أن الخاصية الثنائية التى تضفى على الضوء الصورة الموجية أحيانا، ثم تصوره كحزمة من الجسيمات فى أحيان أخرى لم تكن خاصية للضوء فحسب، بل إنها خاصية للمادة أيضا. ولقد مهد هذا الاكتشاف إلى وضع علم الميكانيكا الموجية. ومن المؤكد أن لإلكترونات الذرة تلك الخاصية الثنائية، فهى تعتبر جسيمات، كما أنها تظهر لنا فى صورة أمواج. وتستخدم الطبيعة الحديثة كلا الصورتين (الجسيمية والموجية) فى الحصول على صورة – أو تصور- للذرة.

خريطة تساوى الجرعة Isodose Chart

خريطة تبين توزيع الإشعاع فى وسط ما وذلك برسم خطوط أو سطوح تمر بالنقط التى تتساوى عندها الجرعات .

خط فرمى Fermi plot

علاقة بيانية خطية تبين توزيع الطاقة لجسيمات بيتا المنطلقة من النظير المشع.

خط مقارب Asymptote

خط يقترب من منحنى ما تقاربا مستمرا دون أن يلامسه إلا فى مالا نهاية.

خطوط تساوى الشدة Isointensity contours

خطوط وهمية على سطح الأرض أو الماء، أو خطوط ترسم على الخريطة لتصل بين النقاط الواقعة فى مجال إشعاعى حيث تتساوى عندها شدة الإشعاع فى زمن معين.

خطط الطوارئ Emergency plans

صدر عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية توصيات خاصة بالتخطيط للاستجابة للحوادث الإشعاعية في المنشآت النووية خارج الموقع وذلك عام ١٩٨١ والتى تعد بالدرجة الأولى من مسئولية السلطات المحلية بالإضافة إلى ما يجب على مسئولى التشغيل بالمحطة من تدابير طوارئ فى موقع المحطة، حيث كانت أهم هذه الملامح: التدريع وتناول اليود المشع، والسيطرة على المداخل والتهجير واستخدام وسائل لوقاية وإزالة تلوث الأفراد والرعاية الصحية وتحويل مصادر الطعام والمياه وإزالة تلوث المناطق الملوثة.

خطة باروخ Baruch plan

فى عام ١٩٤٦ قدمت لجنة الطاقة الذرية الأمريكية خطة إلى هيئة الأمم من قبل الخارجية الأمريكية ، وهذه الخطة عرفت حينها بخطة باروخ، حيث تدعو فيها إلى إنشاء سلطة دولية لتطوير واستخدام الطاقة النووية. وفى عام ١٩٥٣ قدم الرئيس الأمريكى ايزنهاور إلى عصبة الأمم اقتراحه المشهور " الذرة من أجل السلام" وكان هذا الاقتراح بمثابة الانطلاقة الأولى نحو إنشاء الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

الخلفية Background

عند دراسة بعض الظواهر قد تصاحب الحدث المعنى بالاستدلال عليه أو قياسه ، أحداث أخرى من نوعه من المحال مجانبة أثرها فى الجهاز المستعمل، وفى هذه الأحوال يقال الخلفية لما يشاهد أو يسجل فى الجهاز من آثار هذه الأحداث للتفرقة بينها وبين الآثار التى تحدث بفعل الحدث.

الخلفية الإشعاعية، الطبيعية

Background radiation, natural

النشاط الإشعاعى الذى يلازم الجزء الطبيعى من البيئة المحيطة بالأشخاص فكل شىء على الأرض يحتوى على مواد مشعة طبيعية، بالإضافة إلى الأشعة الكونية. وعادة ما تسبب الخلفية الإشعاعية الطبيعية فى تعرض الأفراد إلى جرعات إشعاعية ويختلف مدى التعرض لهذه المواد المشعة المتواجدة طبيعيا بشكل معنوى بحسب الموضع الجغرافى، الارتفاع، والبيئة بالإضافة إلى عادات الأكل والشراب. وتقدر شدة التعرض للخلفية الإشعاعية الطبيعية فى المتوسط ٩٢ ملى ريم/بالسنة فى الولايات المتحدة الأمريكية؛ وفى دنفر ١٣٠ملى ريم/ بالسنة. وفى بعض مناطق من الهند ١٣٠٠ ملى ريم/بالسنة. وهو ما يجب أن يراعى عند أخذ القياسات الخاصة بالمسح الإشعاعى.

خلايا حارة Hot cells

عبارة عن الأماكن المخصصة لحفظ المواد المشعة فى المعامل الحارة. وهى حظيرة قوية التدريع، يمكن أن تجرى فيها مناولة المواد المشعة بمعرفة أشخاص يستخدمون أدوات الأداء والمناولة عن بعد مع إمكان رؤية تلك المواد من خلال نوافذ مدرعة أو بريسكوبات.

االخلايا الحارة لإنتاج النظائر ذات المستوى الاشعاعى العالى

الخوارزمى Al- Khawarismi

أبو عبد الله محمد بن موسى الخوارزمى. رياضى وفلكى وجغرافى، ظهر ولع اسمه فى عصر المأمون العباسى الذى ولاه منصبا فى بيت الحكمة، اهتم بدراسة الفلك والرياضة والجغرافيا والتاريخ، تأثر بصفة خاصة بالمؤلفات الفارسية والهندية فى الفلك والرياضة. أشهر مؤلفاته كتاب "حساب الجبر والمقابلة " ولكتاب الجبر والمقابلة شأن كبير فقد كان العمدة لكل ما ألفه العلماء فيما بعد وترجم إلى اللاتينية والإنجليزية كما حقق الكتاب فى سنة ١٩٣٧م ، وهو مزيج من علم الحساب والجبر والهندسة. كتاب الحساب يعتبر الأول من نوعه، كما يعتبر مؤسس علم الجبر وهو أول من وضع علما مستقلا عن الحساب، وهو الذى نشر أول جداول عربية واستخدم الاختصار فى العملية الجبرية ، كما أدخل تحسينات على كتاب جغرافية بطليموس، وفى الجغرافيا له كتاب (الربع المعمور) ووضحه بمجموعة من الخرائط عرفت باسم " كتاب صورة الأرض". كما ألف فى التاريخ والجغرافيا والموسيقى. توفى بعد عام ٢٣٢ هـ.

أما عن أثر الخوارزمى وشهرته عند الإفرنج، فيكفى للتدليل عليها أن اسمه قد صار كلمة دخلت معاجم أغلب لغات العالم. ففى اللغة الإنجليزية تستخدم كلمة الجورزم "Algorism " التى هى ولاشك تحريف لاسم الخوارزمى للدلالة على الطريقة الوضعية فى حل المسائل. كما أن اسم علم الجبر فى جميع لغات العالم مشتق من الكلمة العربية الجبر، وهى التى استخدمها الخوارزمى اسما على كتابه. وكانت الأعداد ١، ٢، ٠٠٠٠٠ ،٨،٩،٠إلى أوائل القرن الثامن عشر تسمى باللاتينية " الجورزمس (algorusmis) كما أن الكلمة الأسبانية التى معناها الأعداد أو الأرقام هى جوارزم (guariso).

خواص فيزيقية Physical properties

الخواص التى تعين بوسائل لا تشتمل على التشويه أو الإتلاف، مثل الكثافة، والمقاومة الكهربائية، والموصلية الحرارية.

خواص ميكانيكية Mechanical properties

الخواص التى تقاس بوسائل ميكانيكية قد تتضمن تشويها أو إتلافا لعينة اختبار، كما فى اختبار الشد، والكلال، والصدم، والحنى، الخ.

openkandl.com

داء الإشعاع Radiation Sickness

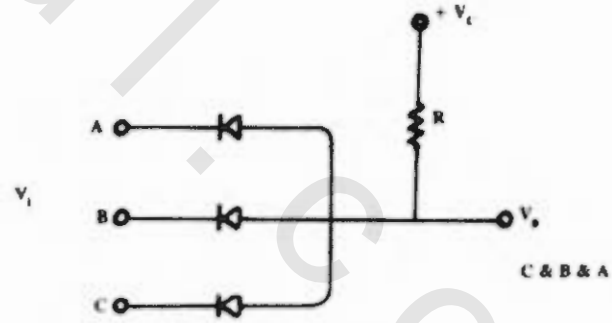
داء يصيب المتعرضين للجرعات الكبيرة من الإشعاع، من عوارضه الأساسية : الغثيان والقيء والإسهال والنزيف الداخلى ونقص كرات الدم البيضاء.

دائرة إخماد Quenching circuit

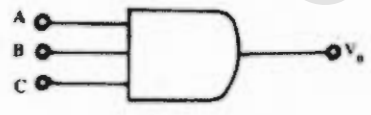
دائرة كهربائية تعمل على خفض أو إيقاف أو عكس الجهد الذى يؤثر فى أنبوبة عداد جيجر وذلك لمنع تكرار التفريغ الكهربائى الذى يحدث عند مرور فعل مؤين.

دائرة التزامن Coincidence circuits

نحتاج أحيانا إلى معرفة ما إذا كانت نبضتان معينتان تحدثان فى الوقت نفسه. فإذا ما وصلنا هاتين النبضتين إلى مدخلى دائرة . فإننا سنحصل على نبضة من خرج الدائرة اذا كانت هاتان النبضتان متزامنتين أى فى حالة تطابق زمنى مع بعضهما بعضا. أما إذا كانت الفترة الزمنية بين النبضتين كبيرة فلن نحصل على نبضة الخرج. وهناك حد أعلى لهذه الفترة يعرف بزمن التبين resollving time لدائرة التطابق الزمنى. فإذا كانت الفترة الزمنية بين نبضتى الدخل أقل من زمن التبين أو تساويه، فإننا نحصل على نبضة خرج. أما إذا كانت هذه الفترة أكبر من هذا الزمن فلن تنتج نبضة خرج.



أ-تركيب البوابة



ب - رمز البوابة
بوابة & المبسطة

ويستخدم لبناء دائرة التطابق الزمنى دائرة بسيطة تحتوى على أكثر من مدخل (input). ويستجيب خرج هذه الدائرة عندما تتزامن النبضات الالكترونية المتصلة بجميع المداخل. وفى الشكل المرافق، بوابة مبسطة تتكون من ثلاث مداخل A,B,C وثلاث مقاومات. فعندما تؤثر نبضة A وأخرى على B وثالثة على C، فإننا نحصل على نبضة من خرج Vo . أما إذا غابت نبضة الدخل لإحدى هذه المداخل أو كلها فإننا لن نحصل على أية نبضة خرج .

كما يمكن بناء دوائر اللاتطابق الزمنى Anti coincidence والتى تعكس عمل دائرة التطابق الزمنى.ويمكن استخدام هذه الدوائر لحذف بعض الأحداث غير المرغوب فيها عند إجراء قياسات ما. ومن أشهر هذه التطبيقات استخدام دوائر اللاتطابق الزمنى لحذف استطارة كمبتون من بعض القياسات النووية.

دائرة قصيرة (قطع) Short circuit

الدائرة التى يحدث فيها بين نقطتين اتصال مباشر ينتج عنه مرور تيار فى موضع الاتصال يسبب عطل الدائرة.

الدالة Function

يسمى المقدار y دالة فى المقدار المتغير x إذا كن لكل قيمة من القيم التى يمكن أن تأخذها x قيمة أو عدة قيم معينة مناظرة لها من قيم y.وفى هذه الحالة يسمى المقدار المتغير x بالمتغير المستقل.ويقال كذلك بأن المقدار y يعتمد على المقدار x أو يتبعه، ووفقا لهذا يسمى المقدار x بالمتغير المستقل وتسمى الدالة y بالمتغير التابع.

وإذا كانت لكل قيمة من قيم المتغير المستقل، قيمة واحدة فقط مناظرة لها من قيم الدالة، فإن الدالة تسمى بأحادية القيم. أما إذا كانت هناك قيمتان أو أكثر، فإن الدالة تسمى بمتعددة القيم (ثنائية القيم، ثلاثية القيم وهكذا).

وتعتبر الدالة معطاة (معلومة) إذا استطعنا أن نعرف لكل قيمة من قيم المتغير المستقل (من بين القيم الممكنة) قيمة الدالة المناظرة لها. وهناك ثلاث طرق لإعطاء الدالة واسعة الاستعمال وهى: ا) طريقة الجداول، ب) طريقة الرسم البيانى، ج) الطريقة لتحليلية (إعطاء الدالة بعلاقة واحدة أو بعدة علاقات) .

ولتصنيف الدوال، تنقسم الدوال أ) إلى دوال أحادية القيمة ومتعددة القيمة، ب) وتنقسم الدوال التى يمكن إعطاؤها بعلاقات ما إلى دوال صريحة وضمنية، ج) كما تنقسم الدوال إلى أولية وغير أولية.

الدوال الأولية الأساسية
Elementary primary function

١- دالة القوى $y = x^n$ حيث n عدد حقيقى ثابت. عندما تكون n=0 تكون دالة القوى عبارة عن مقدار ثابت (y=1).

٢-الدالة الأسية $y=a^x$ حيث a عدد موجب (أساس الدرجة).

٣- الدالة اللوغاريتمية $y=\log_a x$ حيث a عدد موجب لا يساوى الواحد (أساس اللوغاريتم) وعندما يكون الأساس a=1 فلن يكون هناك لأى عدد، ماعدا الواحد الصحيح، لوغاريتم.

٤- الدوال المثلثية:

$y=\sin x,\quad y=\cos x,\quad y=\tan x,$

$y=\cot x,\quad y=\sec x,\quad y=\operatorname{cosec} x.$

٥- الدوال الدائرية (الدوال المثلثية العكسية):

$y=\arcsin x,\quad y=\arccos x,\quad y=\arctan x$

$y=\operatorname{arccot} x,\quad y=\operatorname{arcsec} x,\quad y=\operatorname{arccosec} x$

الدالة الأسية Exponential function

يعرف العدد e بأنه: $e=\lim_{n\to 0}(1+n)^{\frac{1}{n}}$

أو يعرف بأنه: $e=\lim_{n\to\infty}\left(1+\frac{1}{n}\right)^n$

وبإيجاد مفكوك هذا المقدار بنظرية ذات الحدين:

$$\left(1+\frac{1}{n}\right)^n=1+n\cdot\frac{1}{n}+\frac{n(n-1)}{2!}\cdot\frac{1}{n^2}+\frac{n(n-1)(n-2)}{3!}\cdot\frac{1}{n^3}+\dots$$

$$e=\lim_{n\to\infty}\left(1+\frac{1}{n}\right)^n=1+\frac{1}{1}+\frac{1}{2!}+\frac{1}{3!}+\frac{1}{4!}+\dots+\frac{1}{n!}+\dots\infty$$

وهذه متسلسلة لانهائية تقاربية ويمكن إثبات أن e تنحصر قيمتها بين ٢,٧١٦٩ و ٢,٧١٩٥ وقيمة e مقربة نعتبرها ٢,٧ وهى تعتبر أساس اللوغاريتمات الطبيعية.

والدالة الأسية e^x:

$$e^x=\left[\lim\dots\left(1+\frac{1}{n}\right)^n\right]^x=\lim\dots\left(1+\frac{1}{n}\right)^{nx}$$

$$e^x=1+x+\frac{x^2}{2!}+\frac{x^3}{3!}+\dots+\frac{x^n}{n!}+\dots\infty$$

وتوجد علاقات كثيرة فى العلوم النووية يرتبط فيها المتغير التابع بالمتغير المستقل بعلاقات أسية منها : أ) الاضمخلال الإشعاعى. ب) امتصاص أشعة جاما أو الأشعة السينية. ج)اضمحلال الجرعة الاشعاعية $D=D_0e^{-\mu}$.

الدالة اللوغاريتمية Logarithmic function

جميع اللوغاريتمات للأساس e تسمى باللوغاريتمات النيبرية أوالطبيعية بينما تسمى للوغاريتمات للأساس ١٠ باللوغاريتمات العادية. وحينما لايذكر الأساس فالمفهوم أنه e . وكما هو معلوم من الجبر فإن :

$$Log_{10}\ e=0.4343\qquad \&\ Log_e\ 10=2.303$$

والدالة اللوغاريتمية هى : $y=\log_e x=\ln x$

والدالة العكسية لها هى ... $X=ey$ وعلى ذلك يمكن رسم الدالة .... $Y=\ln x$ من رسم الدالة العكسية بتغير محورى الإحداثيات كل محل الآخر.

دالة بيسل Bessel's equation

دالة بيسل هى :

$$\frac{d^2\Phi}{dx^2}+\frac{1}{x}\frac{d\Phi}{dx}+\left(\alpha^2-\frac{n^2}{x^2}\right)\Phi=0$$

حيث α و n ثوابت . فإذا كان n عددا صحيحا أو صفرا، وكما هو عادة تكون هذه الحالة من المسائل العملية. وهناك حلان مستقلان للمعادلة يكتبان على الصورة: $J_n(\alpha x)$ و $Y_n(\alpha x)$.ويكون الحل العام لمعادلة بيسل على الصورة :

$$\Phi=AJ_n(\alpha x)+CY_n(\alpha x)$$

حيث A و C ثوابت .وتسمى الدال $J_n(\alpha x)$ و $Y_n(\alpha x)$ دوال بيسل لنوعى الدرجة الأولى والثانية على الترتيب.

وعندما تكون α^2 سالبة، تصبح معادلة بيسل:

$$\frac{d^2\phi}{dx^2}+\frac{1}{x}\frac{d\phi}{dx}-\left(\alpha^2+\frac{n^2}{x^2}\right)\phi=0$$

فإذا كانت n تساوى عددا صحيحا أو صفرا، فإن الحلول المستقلة تكتب $J_n(\alpha x)$ و $K_n(\alpha x)$. ولذلك فإن الحل العام يكون :

$$\phi=AI_n(\alpha x)+CK_n(\alpha x)$$

حيث A و C تعطى كثوابت. والدوال $J_n(\alpha x)$ و$K_n(\alpha x)$ تعرف بدوال بيسل المعدلة لنوعى الدرجة الأولى والثانية.

وهناك جدوال لكل قيم دوال بيسل عبر المدى المعتاد للمسائل الخاصة بالهندسة النووية.

دثار Blanket

طبقة من مادة خصبة مثل اليورانيوم -٢٣٨ أو الثوريوم -٢٣٢ توضع فى بعض المفاعلات حول المادة القابلة للانشطار فى المفاعل.

درجة الحرارة Temperature

هى الكمية الفيزيائية التى تعبر عن مدى سخونة الجسم. وقياس درجة الحرارة لا يتحقق إلا بطريقة غير مباشرة، مبنية على قياس تلك الخواص الفيزيائية للأجسام، التى تعتمد على درجة الحرارة، وتقبل القياس المباشر. وتعرف المواد المستخدمة فى قياس تلك الخواص (كالزئبق)، بأنها ترمومترية، ويقال عن التدريج الحرارى المبنى على أساسها إنه تجريبى. ويجرى استخدام درجات حرارة تحول المواد النقية كيميائيا من حالة إلى أخرى كقيم ابتدائية لبناء تدريجات درجات الحرارة ولتحديد بداية احتسابها ووحدة قياسها – أى الدرجة الحرارية، وعلى سبيل المثال، درجة حرارة انصهار الثلج (t_0)، ودرجة حرارة غليان الماء (t_b) عند الضغط الجوى العادى الذى يساوى ٧٦٠ مم عمود زئبق. وتتخذ الكميتان t_b t_0 حسب نوع التدريج القيم الآتية:

١ – تدريج سلزيوس (التدريج المئوى) :

t_0= صفر درجة م ؛ t_b = ١٠٠ ^{0}م .

٢ – تدريج فارنهايت:

t_0 = ٣٢^0 ف، t_b = ٢١٢^0 ف .

$$t^0 C/100 = t^0 F - 32 / 180$$

٣ – تدريج كلفن :

يبدأ احتساب درجة الحرارة Tمن الصفر المطلق($t = 273.15\ ^0 C$) وتسمى بدرجة الحرارة المطلقة. ترتبط قيمة درجة الحرارة فى تدريج كلفن ($T(^0K)$ بقيمتها فى تدريج سلزيوس ($t(^0 C)$ بواسطة العلاقة الآتية:

$$T\ (^0 K) = t(^0 C) + 373.15\ ^0C$$

درجة الحرية Degree of freedom

درجات الحرية هى أقل عدد من إحداثيات الموضع يكفى لتعيين وضع جسم ما أو مجموعة أجسام.

درع المفاعل Reactor shield

الجسم الذى يحيط بالمفاعل لمنع تسرب النيوترونات والإشعاعات الأخرى إلى خارجه درءا لأضرارها بالأشخاص والأجهزة وما إليها.

(انظر مادة : حواجز واقية من الإشعاع)

درع حرارى Thermal shield

طبقة أو طبقات من مواد عالية الكثافة توضع داخل وعاء الضغط فى المفاعل، أو بين الأوعية والدرع البيولوجية لتقليل التسخين بالاشعاع فى الوعاء وفى الدرع البيولوجية. (انظر: درع بيولوجى)

درع بيولوجى Biological shield

كتلة من مادة ماصة توضع حول المفاعل أو مصدر مشع لخفض الإشعاع خارجها إلى منسوب مأمون للإنسان.(انظر: ماص، درع حرارى)

الدفع النووى البحرى Marine nuclear propulsion

إن المبدأ العام لدفع غواصة نووية عبارة عن، مفاعل نووى وغالبا يكون من النوع ذى الماء المضغوط يقوم بتزويد التربينة بالبخار. وتستخدم الطاقة الميكانيكية للتربينة لتدوير عمود مروحة الغواصة، إما بشكل مباشر بوساطة مخفض وفى هذه الحالة نقول إن الدفع تروبينى – ميكانيكى، أو بواسطة الكهرباء، فنقول حينئذ إن الدفع تروبينى – كهربائى. وكتكملة، يقدم البخار المنتج بواسطة المفاعل الكهرباء بالإضافة إلى المياه العذبة للسفينة.

وكما هو الحال بالنسبة لمجمل تطبيقات الطاقة النووية، فقد ولدت المسألة على مستوى المبادئ الأساسية فى الولايات المتحدة، فى عام ١٩٤٢، عندما أعلن إنريكو فيرمى فى شيكاغو عن بناء أول مفاعل نووى، وأدرجت مباشرة،إمكانية دفع الغواصات كتطبيق واعد للطاقة النووية(تميزت سنة ١٩٤٢ بنسف عدد كبير من السفن الأمريكية). خلال الحرب العالمية الثانية، وأعطيت الأولوية لتطوير السلاح النووى (مشروع منهاتن)، لكن الحرب الباردة أعطت دفعا حاسما وفوق العادة لتطوير التطبيق:

– مارس – ١٩٥٣ : بناء أول مفاعل مخصص للدفع النووى وذلك فى أنداهو Indaho .

– يناير ١٩٥٥: أول عملية غطس فى طريق حر بالدفع النووى ل NAUTILUS .

– ١٩٥٩ : فى فرنسا إعلان مشروع COELACANTHE .

– ١٩٦٠ : أربع سفن أمريكية فى البحر وسفينة واحدة روسية.

– أغسطس ١٩٦٤: فى فرنسا، تدشين المفاعل الأرضى PAT فى كاداراش Cadarache ،

– ١٩٧٠ : ٩٠ سفينة أمريكية فى البحر و٥٥ سفينة روسية،

– ١٩٧١: فى فرنسا، السفينة REDOUTABLE فى البحر،

– ١٩٧٥ : عدد السفن الروسية يفوق عدد السفن الأمريكية،

– ١٩٨٠ : ١٢٥ سفينة أمريكية فى البحر، ١٥٠ سفينة روسية.

ويمكن تصنيف السفن ذات الدفع النووى الموجودة حاليا فى الخدمة بالصورة التالية:

الغواصات : ويمكن التمييز بين الغواصات النووية قاذفات الصواريخ SNLE ويقصد بذلك قواعد إطلاق صواريخ استراتيجية بالستية وهى غواصات سرية ومتحركة يصعب رصدها عمليا وأوزانها

كبيرة جدا نتجة للصواريخ المحمولة. وهناك الغواصات النووية الهجومية SNA وهى غواصات تتشابه مع الغواصات التقليدية وأوزانها متوسطة مع توجه حديث نحو زيادة وزنها ومرتبط ذلك بحمولة أسلحة أكثر فأكثر. مع الإشارة إلى أن هذه الغواصات الهجومية SNA بمساعدة النمنمة، قادرة على حمل أسلحة نووية تكتيكية أو ما قبل الاستراتيجية(طربيدات نووية أو صواريخ سفن مراقبة).

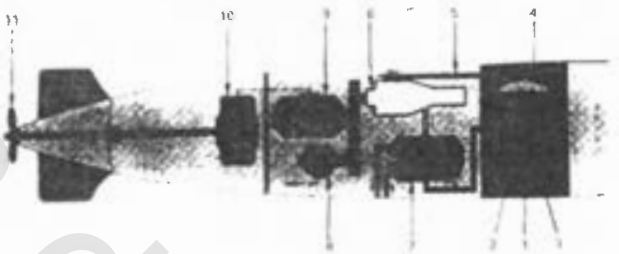
السفن الحربية العائمة: إن الدفع النووى المتعلق بالسفن الحربية العائمة مقتصر على السفن العملاقة. مع التمييز بما يلى:

- حاملات الطائرات ذات الدفع النووى PAN .

- سفن عملاقة أخرى للمعارك أو للدعم (طرادات نووية، سفن تموين) بناها الأمريكيون والروس بعدد محدود جدا من الوحدات.

السفن العاملة بالدفع النووى والمخصصة لأغراض ليست عسكرية حصرا: والسفن النووية ذات الدفع النووى المخصصة لأغراض غير عسكرية هى سفن كاسحات الجليد، والروس وحدهم الذين بنوا واستثمروا أسطولا من سفن هذا النوع.

إن الدفع البحرى هو إذا تطبيق للطاقة النووية فى المجال تحت البحرى والعسكرى. (قارن : صاروخ نووى)



مبدأ الدفع النووى للغواصات

(1) الوقود النووى، (2) المحتوى فى قلب المفاعل، يقوم بتسخين الماء الأولى. (3) وهذا الماء يمر وبجريان طبيعى فى مولد البخار، (4) مما يسمح بتبخير الماء الثانوى، (5) وذلك من أجل تغذية التربينات، (6) وبعد ذلك يبرد الماء الثانوى فى مكثف. (7) وقبل أن يعاد ثانية إلى مولد البخار حيث تحتوى كل تربينة على مولدين دفع متناوبين، (8;9) ومولدات الدفع هذه تنتج الكهرباء اللازمة للمحرك الكهربائى الأساسى، (10) الذى يدير مروحة الغواصة مباشرة، (11) ويقوم مولد الدفع، (8) بتزويد الكهرباء اللازمة لتجهيزات ومعدات السفينة. يعزل المفاعل النووى فى حجرة مستقلة وتحت مراقبة وأمان مستمر.

دليل تركيز إشعاعى

Radioactivity concentration guide

درجة تركيز المواد المشعة فى بيئة ما يمكن أن ينشأ عنها- بمرور فترة زمنية – جرعات مساوية لتلك الجرعات الواردة فى دليل الوقاية من الإشعاع، ويحل هذا الاصطلاح – الذى وضعه المجلس الاتحادى للإشعاع بالولايات المتحدة الأمريكية– محل أقصى تركيز مسموح به.

دليل العمل الوقائى Protective action guide(PAG)

الجرعة المتصة من الإشعاع المؤين فى أفراد السكان التى تبرر اتخاذ إجراءات وقائية عقب حدث يسبب التلوث، مثل الانفجار النووى.

دوران المتجه Rotation of vector (Curl)

التكامل المحيطى لمركبة المتجه $\overline{R}$ فى اتجاه المماس لمنحنى مغلق. رمزه $\overline{\omega}$ وتعطيه المعادلة :

$$\overline{\omega} = Curl \quad R = rot \quad R = \nabla . R$$

دورة Period

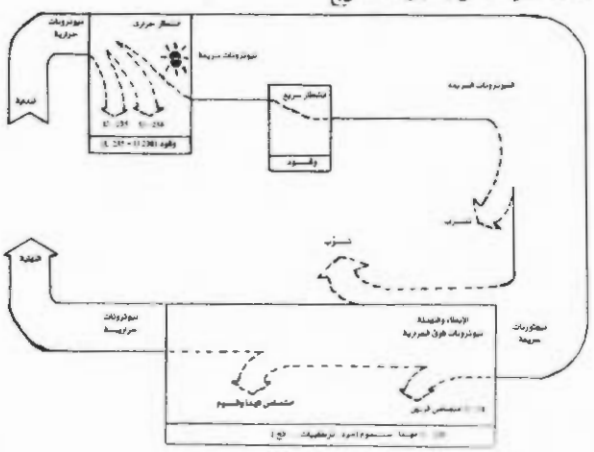
الزمن اللازم لإكمال دورة واحدة من سلسلة أحداث تتكرر بانتظام، وفى المفاعل النووى هى الزمن اللازم لكى يتغير منسوب القدرة بالعامل ٢,٧١٨ (مضروبا فى قيمته الأصلية)، وهذا العامل هو المعروف بأساس اللوغاريتم الطبيعى.

دورة كربونية Carbon cycle

دورة من ست تفاعلات نووية متعاقبة تعطى تفسيرا ممكنا لمصدر جزء كبير من الطاقة المشعة من النجوم، حيث وضع العالم الألمانى "بيته"١٩٣٩م نظرية لإنتاج الطاقة النجمية تتحول فيها البروتونات– أكثر أنواع النوى وفرة فى النجوم – إلى نوى هليوم ثم تنطلق الطاقة التى تتحول إلى إشعاع. حيث تبدأ إحدى هذه السلاسل المسماه دورة الكربون – نتروجين ،بتحول الكربون ١٢ العادى إلى نتروجين ١٣ الذى يتحول بعد أربع عمليات إلى نتروجين ١٥، ثم تنتهى بتحول هذا الأخيرإلى الكربون العادى الذى بدأت به بالإضافة إلى إنتاج الهليوم وطاقات الإشعاع، ويعمل الكربون فى هذه التفاعلات حفازا. والخلاصة أن الأيدروجين يتحول إلى هليوم بالاحتراق النووى فى أجواف النجوم، فتنطلق من هذه العملية الطاقات الهائلة التى تشعها الشمس والنجوم باستمرار.

دورة نيوترونية Neutron cycle

تاريخ النيوترونات فى المفاعل منذ ولادتها بالانشطار حتى تمتص جميعا أو تتسرب إلى الخارج.



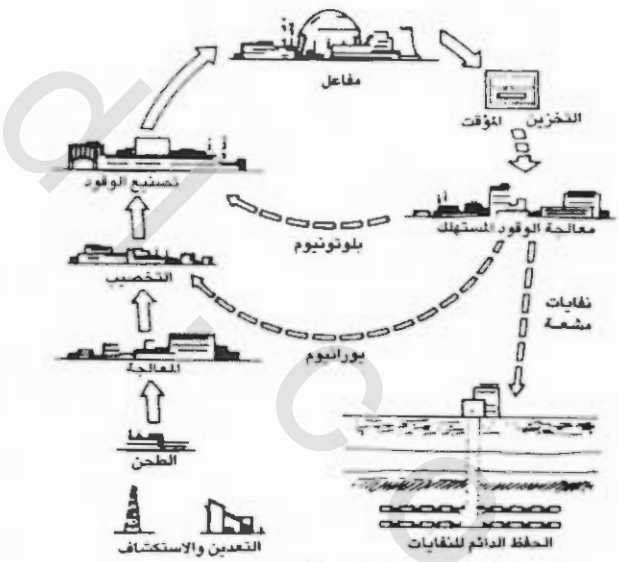
دائرة النيوترون فى مفاعل محدد (مهدأ–يورانيوم طبيعى أومُثْرَى)

دورة الوقود النووى Nuclear fuel cycle

تتألف دورة الوقود النووى من عدد من المراحل، حيث تبدأ بالكشف عن خامات اليورانيوم فى الطبيعة ثم الاستخلاص وتصنيع الوقود بعد تخصيبه. يلى ذلك عملية التشكيل ليتم وضع الوقود بالشكل النهائى الذى يتوافق مع تصميم قلب المفاعل، وبعد أن يستهلك هذا الوقود فى المفاعلات يتم نقله إلى محطات إعادة معالجة الوقود ليعاد تصنيعه ومن ثم استخدامه، وأما ما تبقى من وقود مستهلك فإنه يحفظ فى مقابر للنفايات المشعة صممت لهذا الغرض لحين التخلص من هذه النفايات نهائيا. وتنقسم دورة الوقود إلى خيارين رئيسيين:

الخيار الأول: هو خيار الاتجاه الواحد once through وهذا الخيار ينطوى على بديلين، الأول هو التخلص من الوقود المستهلك والناتج عن الحرق فى المفاعل إلى الدرجة التى تحددها الظروف الفنية والتشغيلية، وتعرف الدورة حينئذ بدورة النبذ. أما البديل الثانى فهو التخزين أو التسكين المؤقت للوقود المستهلك تحسبا لقرار مستقبلى بإعادة المعالجة لهذا الوقود.

أما الخيار الثانى فهو خيار إعادة التدوير recycle option، حيث يعتمد هذا الخيار على الرغبة فى الحصول على البلوتونيوم، وهو العنصر الحيوى فى صناعة الأسلحة النووية. (انظر مواد: الوقود النووى، إنتاج اليورانيوم، تحويل اليورانيوم، إثراء اليورانيوم، معالجة معادة).



دورة الوقود النووى

دورة الوقود المختلط
Mixed Oxide Fuel Cycle (MOX)

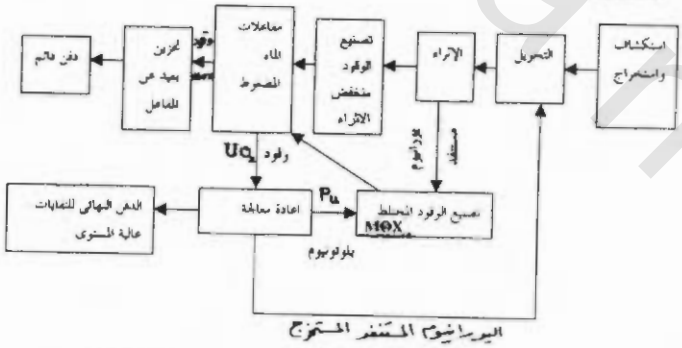
تتكون دورة الوقود المختلط (مخلوط من أكسيد اليورانيوم والبلوتونيوم) مثلها مثل دورة الوقود التقليدية من مقدمة أمامية وأخرى خلفية. تبدأ المقدمة الأمامية بالكشف عن خامات اليورانيوم فى الطبيعة، وتنتهى عند تصنيع الوقود المختلط (كما موضح فى الشكل). بينما تبدأ المقدمة الخلفية مع إخراج الوقود المحترق من المفاعل. فالتخزين المؤقت وإعادة المعالجة لفصل البلوتونيوم الذى يدخل فى تصنيع الوقود المختلط ثم التخلص من النفايات المشعة عالية المستوى عن طريق الدفن النهائى أو الدائم. ويرى كثير من العلماء أن وجود البلوتونيوم فى الوقود المختلط MOX يسهل ويرغب فى عملية التحويل (أى تحويل الوقود المختلط لأغراض عسكرية) الأمر الذى قد يؤدى إلى الانتشار النووى. وذلك فى نفس الوقت الذى يرى فيه البعض، أن الوقود المختلط هو أحد سبل التخلص من البلوتونيوم واليورانيوم عالى الإثراء الناتجين من تفكيك الأسلحة النووية حسب الاتفاقيات المبرمة بين روسيا والولايات المتحدة الأمريكية.

ويتطلب استخدام البلوتونيوم العسكرى كمادة لوقود موكس ما يلى:

١ – تحويل الخلطة المعدنية إلى صيغة أكسيد متوافقة مع تصنيع الوقود.

٢ – تصنيع الوقود النووى.

٣ – تشعيع الوقود فى محطات كهربائية صناعية، وإدارة الوقود المستنفد



دورة الوقود المختلط لمفاعل الماء المضغوط MOX

إعادة الدورة Recycling

إعادة استخدام المادة القابلة للانشطار بعد استرجاعها بالمعالجة الكيميائية من وقود المفاعل المستهلك، أو المستنفد، وتزويدها، ثم إعادة تشكيلها فى هيئة عناصر وقود جديدة.

دولار Dollar

وحدة للتفاعلية. والدولار هو أكبر مقدار للتفاعلية الحادثة فى المفاعل نتيجة للنيوترونات المتأخرة فقط.

دى Dee

إلكترود تعجيل أجوف فى السيكلترون. وهو على شكل الحرف D فى حروف الهجاء اللاتينية.

دى بروجلى، لويس فيكتور (١٨٩٢- ١٩٨٧)

De broglie , Louis Victor

لويس دى بروجلى
(١٨٩٢ – ١٩٨٧)

ولد العالم الفرنسى دى بروجلى فى ١٥ أغسطس عام ١٨٩٢ فى مدينة دييب وهو أحد أمراء فرنسا، اهتم دى بروجلى بدراسة أبحاث العالمين ماكس بلانك والبرت أينشتين الخاصة بالتأثير الكهروضوئى ونظرية النسبية الخاصة. ولقد اهتم بدراسة حركة الجسيم الذى له كتلة وسرعة معينة والموجة المرافقة له، فعرضت الرسالة التى قدمها لجامعة السربون للحصول على الدكتوراه فى العلوم نظريته عن موجات المادة التى كانت الاساس الذى نشأت عليه الميكانيكا الموجية التى طورها فيما بعد العالم شرودنجر، حيث حاول فى دراسته التقريب بين النظرية الجسيمية والنظرية الموّجية للضوء وأوضح أن الإلكترونات والجسيمات الاخرى تكون شبيهة بالضوء وكأن كل جسم دقيق وهو يتحرك به موجة مشتركة. ثم انصبت ابحاث دى بروجلى بعد ذلك على الخواص المغناطيسية للإلكترون، كما كان له العديد من المؤلفات فى مجال الفيزياء الذرية والنظريات الفيزيائية الحديثة. ولقد اختير دى بروجلى عضوا بالجمعية الملكية بلندن، وسكرتيرا دائما لأكاديمية العلوم الفرنسية بالإضافة إلى عمله كأستاذ بكلية العلوم بجامعة باريس، كما حصل على جائزة نوبل فى الفيزياء عام ١٩٢٩.

توفى العالم الفرنسى فى عام ١٩٨٧ عن عمر يناهز ٩٥ عاما.

دى هيفيسى، جورج (١٨٨٥ – ١٩٦٦)

De Hevesy , George

ولد العالم جورج دى هيفيسى فى مدينة بودابست بالمجر فى أول أغسطس عام١٨٨٥، وحصل على الدكتوراه من جامعة فريبورج بألمانيا عام ١٩٠٨، عمل فى الفترة (١٩١١– ١٩١٣) مع العالم الكبير ارنست رذر فورد بجامعة مانشيستر بإنجلترا، واشترك معه فى بحث حول فصل الراديوم من الرصاص. وفى عام ١٩٤٣ فر إلى السويد هربا من جيش هتلر أثناء الحرب العالمية الثانية، وعمل أستاذا فى معهد الكيمياء العضوية بجامعة استكهولم وأخذ الجنسية السويدية فيما بعد. واستكمالا لأبحاثه مع رذر فورد،

جورج دى هيفيسى
(١٨٨٥ – ١٩٦٦)

أدرك أن عنصر الراديوم – و هو احد نظائر الرصاص ولا يمكن فصلهما بالطرق الكيميائية، فخطر بباله استخدام الرصاص المشع بدلا من الرصاص العادى فى التفاعلات الكيميائية وتتبع مساره بواسطة الإشعاع الصادر منه خلال العمليات الكيميائية. فوجد أن خاصية الإشعاع الصادر يمكن استخدامها فى معرفة كمية الرصاص الموجود. ولقد أدت هذه الأبحاث إلى ميلاد علم جديد أطلق عليه "كيمياء الأثر" فى عام ١٩١٢، فكانت أول دراسة استخدم فيها الرصاص المشع أجريت فى تتبع التغييرات التى تحدث فى الحبوب النباتية. ولقد أصبح للنظائر المرقمة (عبارة عن نظير ثابت مستقر مضافا إليه نسبة ضئيلة من نظير مشع لنفس العنصر) استخدامات واسعة فى مجال البيولوجيا والكيمياء والفيزياء وبحوث البيئة، كما تستخدم فى الصناعة فى تتبع مسار البترول فى الأنابيب والكشف عن تسربه فى بعض الأماكن. ولقد كرم العالم الكبير تقديرا للتحول الكبير الذى أحدثه نحو الاستخدام السلمى للطاقة الذرية، فحصل على جائزة نوبل فى الكيمياء عام ١٩٤٣، كما كرم فى مؤتمر استخدام الذرة من أجل السلام والذى عقد بجنيف بسويسرا عام ١٩٥٨. توفى العالم المجرى فى ٥ يوليو ١٩٦٦ فى مدينة فريبورج بألمانيا عن عمر يناهز ٨١ عاما. (انظر مادة : عنصر كاشف)

ديوترون

Deuteron

نواة ذرة الديوتريوم وتتكون من بروتون ونيوترون.

(ذ)

ذرة Atom

اشتقت كلمة ذرة ، من كلمة يونانية معناها غير قابل للتجزئة، وقد استخدمها " ديمقريطس" منذ حوالى ٤٠٠ عام قبل الميلاد، فى وصف الوحدات الرئيسية التى تتكون منها جميع المواد، وقام كيميائيو القرن ١٩ بتعريف حوالى ٩٠ نوعا مختلفا للذرة ويقف العدد الكلى الآن عند رقم ١٠٥.

وقد تتحد الذرات بطرق مختلفة لتعطى كل المركبات الكيميائية المعروفة. ويمكن تقسيم الأنواع المختلفة التى تعرف باسم العناصر حسب سلوكها المتماثل، وذلك فيما يعرف بالجدول الدورى للعناصر. وقد بين ج.ج.طومسون عام ١٨٩٧ ،أن الجسيمات الدقيقة(تعرف الآن بالإلكترونات) يمكن انتزاعها من الذرات، عن طريق مجالات كهربية ،وإذا كان الالكترون أخف من ذرة الهيدروجين التى بدورها أخف الذرات ،بحوالى ٢٠٠٠مرة ،فقد انهار مبدأ أن الذرة كتلة من مادة مبنية وغير قابلة للتجزئة.ثم جاءت تجربة رذرفورد عام ١٩١٢ ببصيرة أعمق ،فأوضحت أن الجسيمات ذات الطاقة العالية التى تتحرك بسرعة تقترب من سرعة الضوء، تنطلق من رقيقة رفيعة من الذهب. وكان من المتوقع أن تنطلق بخفة خلال الرقيقة، مع انحراف قليل عن مساراتها الأصلية ،لكن تبين أن بعضها ارتد إلى الخلف فى نفس الاتجاه الذى جاء منه.ومن الطريقة التى ارتدت بها الجسيمات، كان من الممكن استنتاج، أن الذرة تتكون من قلب مصمت صغير جدا، يعرف بالنواة، قطرها حوالى واحد من المليون من جزء من المليون من السنتيمتر. وأغلب الذرة (فضاء فارغ) مكبر بمقياس ما ،تجد أن النواة تشبه برتقالة فى مركزها كرة ممتلئة بالإلكترونات ولهذا تحتوى النواة الدقيقة على الكتلة الكلية للذرة افتراضيا.

ولقد أصبحت الذرة واضحة من الناحية التركيبية بعد ذلك بقليل، فكل إلكترون يحمل شحنة كهربائية، تتوازن مع شحنة موجبة لجسيم أصغر ثقلا، هو البروتون، يوجد فى النواة. ويقوم التجاذب الكهرومغناطيسى الموجود بين هذه الشحنات الكهربائية المتعاكسة، بحفظ الإلكترونات فى مدار حول النواة، تماما كما يحفظ التجاذب الكواكب فى فلك حول الشمس.ثم جاءت نظرية الكم المعقدة، لتضيف الفهم لظاهرة حشد الالكترونات، وكيفية تكوين الذرات المختلفة.

وبفهم آلية الذرة، يتضح لنا كل علم الكيمياء، من حيث المبدأ. فهى تشرح تركيب البللورات، والظاهرة المصاحبة للضوء، وأشعة إكس، وكل مجال الإلكترونات ، بالإضافة إلى أنها تتضمن فهم الحياة نفسها، لأنها تعطى التركيبات الجزئية التى تسمح للخلايا الحية، كى تعمل وتتكاثر.

ولقد كان للمسلمين تصور متميز للذرة أو "الجوهر الفرد " كما كانوا يطلقون عليها حيث ذهب الأغلبية من متكلمى الإسلام بالوجود الحقيقى للجزء الذى لا يتجزأ ، كما أقروا له صفات وخواص تتفق ووجوده. كما وردت لفظ "مثقال ذرة" فى القرآن الكريم فى ٧ آيات، منها ما جاء فى سورة يونس الآية ٦١:

﴿ وَمَاتَكُونُ فِى شَأْنٍ وَمَا تَتْلُو مِنْهُ مِن قُرْآنٍ وَلاَتَعْمَلُونَ مِنْ عَمَلٍ إِلاَّ كُنَّا عَلَيْكُمْ شُهُوداً إِذْ تُفِيضُونَ فِيهِ وَمَايَعْزُبُ عَن رَّبِّكَ مِن مِّثْقَالِ ذَرَّةٍ فِى الأَرْضِ وَلاَ فِى السَّمَاءِ وَلاَأَصْغَرَ مِن ذَلِكَ وَلاَ أَكْبَرَ إِلاَّ فِى كِتَابٍ مُبِينٍ ﴾

حيث فسر"الذرة" قدامى المفسرين أنها عبارة عن أقل الأشياء وأصغرها، ولو أن الذرة تعتبر أقل معيار وزنى، الا أن القرآن الكريم قد ذكر صراحة أنه يوجد ما هو أقل منها.

ذرة أم Parent Atom

نويدة مشعة تنتج بانحلالها أو تفتتها الإشعاعي نويدة معينة (الوليدة) إما مباشرة، وإما كعضو متأخر فى سلسلة إشعاعية. (انظر: وليدة ، سلسلة إشعاعية)

ذرات موسومة (معلمة) اومرقومة Tagged atoms(Labelled)

من المعلوم أن محطات أبحاث الطيور تزود الطيور بحلقات تمكنها من دراسة هجرة الطيور بواسطة تتبع الطريق الذى تسلكه. ويستخدم نفس المبدأ فى وسم المواد بواسطة نويدات مشعة، إذ يمكن تتبع الطريق التى تسلكه المادة الموسومة بالنويدات المشعة فى المخلوقات الحية، أو فى العمليات الصناعية – من البداية حتى النهاية – عن طريق تتبع النشاط الإشعاعى للمادة الموسومة.

تستخدم الذرات الموسومة لدراسة آليات التفاعلات الكيميائية وعمليات الايض ومشاكل البلى والتمزق، والظواهر الأخرى فى العلوم الطبيعية وفى التكنولوجيا والطب وهو ما يطلق عليه فى بعض الأحيان اقتفاء الأثر. ويمكن وسم المواد بنويدات مشعة أو بنظائر ثابتة. وأساس ترقيم المواد هو ما يلى: لا يمكن التمييز عادة بين النويدات المشعة والنويدات الثابتة لأى عنصر من حيث خواصها الكيميائية، وهذا التجانس الكيميائى يؤكد أن النويدات المشعة تتفاعل بنفس الكيفية التى تتفاعل بها المواد الموسومة. ويمكن تتبع مسار النويدات المشعة داخل الجسم أو غيره بسهولة بواسطة عدادات حساسة قادرة على كشف وتسجيل المواد المشعة، وهو ما يشكل فائدة كبيرة. وقد أصبح فى الإمكان اليوم إنتاج نويدة مشعة على الأقل لكل عنصر كيميائى لترقيمه بها بشرط أن يكون لهذه النويدة المشعة عمر نصف كاف لئلا تتحلل تماما أثناء نقلها أو فى أثناء إجراء التجربة، وهذا هو السبب فى أنه يجب

ألا يقل عمر نصف النويدة المشعة المستخدمة فى الوسم عن ١٠٠ دقيقة. وفيما يتعلق بترقيم المواد بالنظائر الثابتة فإن درجة توفر النظير الطبيعى للعنصر تتغير وتستخدم كطريقة للتمييز. ويمكن تتبع مسار الذرات المميزة بهذه الكيفية بواسطة تحليل النظائر. وترجع أهمية طريقة النظائر الثابتة فى ترقيم المواد إلى أنها لاتحتاج إلى وسائل للوقاية من الاشعاع.(انظر: عنصر كاشف).

صورة تجمع بين عدد من علماء الذرة. حيث يظهر العالم الكبير «رذر فورد» بين عدد من تلامذته الباحثين بمعمل كافنديش سنة ١٩٢٠. حيث يجلس «رذر فورد» بالصف الثانى (الرابع من اليمين) وعلى يمينه سلفه. العالم ج . ج طومسون. ويظهر فى الصورة أيضا العالم «شادويك» بالصف الثانى (الأول من الشمال) والعالم كومبتون بالصف الثانى (الثانى من اليمين).

(ر)

راد Radiation absorbed dose (Rad)

وحدة قياس الجرعة الإشعاعية الممتصة فى النظام القديم، وهى ناتج قسمة طاقة ممتصة ١٠٠ إرج على وحدة كتلة مقدارها واحد جرام. والإرج وحدة طاقة صغيرة جدا وهى ١٠/١ من المليون من الجول وتصل إلى مليون المليون الإلكترون فولت. وحيث إن الإشعاع كم وكيف، فتحسب الطاقة الممتصة من حاصل ضرب عدد الفوتونات مثلا فى طاقة كل فوتون. أوعدد الجسيمات المشحونة× طاقة الجسيم الواحد. أو عدد الجسيمات المتعادلة (النيوترونات) × الطاقة الممتصة فى الجرام.

راديولوجيا (علم الإشعاع) Radiology

علم يختص بدراسة خواص الإشعاعات المؤينة وآثارها البيولوجية وتطبيقاتها فى تشخيص الأمراض وعلاجها.

راديومتر (مقياس الإشعاع) Radiometer

جهاز يستعمل لقياس الإشعاع .

الراديوم Radium

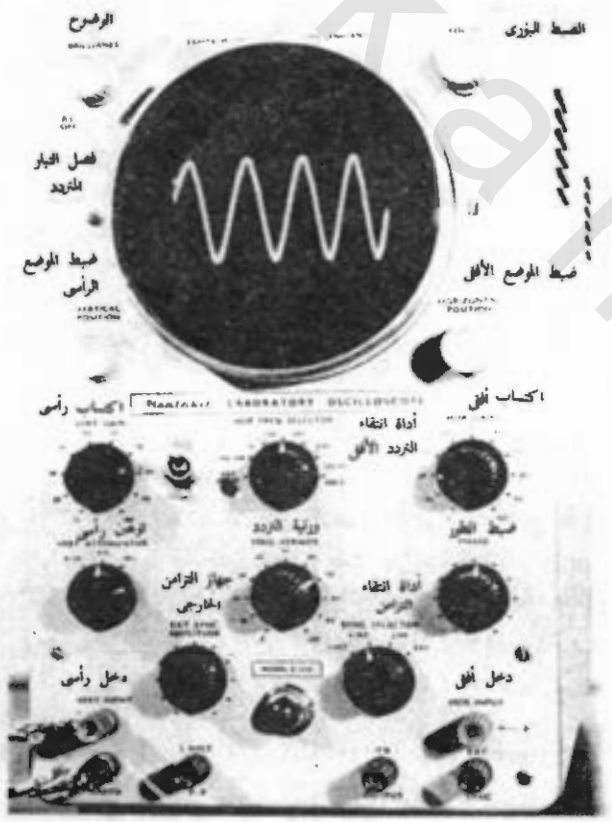
الراديوم عنصر متوفر فى الطبيعة على شكل نظير مشع(عدده الذرى ٨٨، والوزن الذرى لنظيره الأعم التى يوجد بها فى الطبيعة ٢٢٦) ويتولد نتيجة التحولات النووية التى تتم فى اليورانيوم وسلسلته (يوجد بكميات ضئيلة مصاحبة لليورانيوم البتشبلند والكارنوتيت وخامات معدنية أخرى وينحل اليورانيوم إلى راديوم فى سلسلة من انبعاثات الفا وبيتا) . والراديوم له نصف عمر طويل جدا وهو ١٦٢٠ سنة ويتحول إلى غاز الرادون المشع (نصف عمره = ٣,٨ يوم) .ولقد استخدم الراديوم فى علاج الأورام السرطانية من مدة طويلة واستخدمت إبر الراديوم والتى توضع بعمليات جراحية داخل العضو المريض بجسم الإنسان. ونظرا للمشاكل التى تترتب من كسر هذه الإبر وبعثرة المواد المشعة سواء كانت بودرة أم مسحوقا، ثم عمليات التلوث التى يجب إزالتها، وكذلك نظرا لمشاكل تخزين هذه الإبر، فقد تم استبعاد هذه الإبر فى علاج الأورام السرطانية فى الدول المتقدمة، وتستخدم بدلا منها ابر السيزيوم المشع.

الرادون Radon

أثقل الغازات الخاملة، وهو غاز له نشاط إشعاعى كبير(يتحول إلى عنصر آخر بإطلاق جسيمات الفا)، وينتج عن التحلل الإشعاعى للراديوم، ويبلغ عمر النصف لأكثر نظائره ثباتا ٣.٨ يوم. وتعد التربة المصدر الرئيسى لغاز الرادون، فهو يخرج من عمق عدة أمتار من الأرض خلال الشقوق الأرضية وينتشر فى هواء المنازل حيث يدخل هو أوسلالته الرئة، ولقد لوحظ أن سبب الزيادة الملحوظة فى الإصابة بمرض سرطان الرئة ناتج عن سلالة الرادون، كما لوحظ أن أكثر نسبة الإصابة به تقع بين عمال المناجم. وتؤثر مواد البناء المستخدمة وخاصة من الأسمنت والخرسانة على تركيز غاز الرادون داخل المنازل، ومن هنا وضعت الحكومات المختلفة حدودا لتركيزه فى الهواء وأوصت بعدم بناء منازل فى المناطق التى يزداد تركيزه فيها.

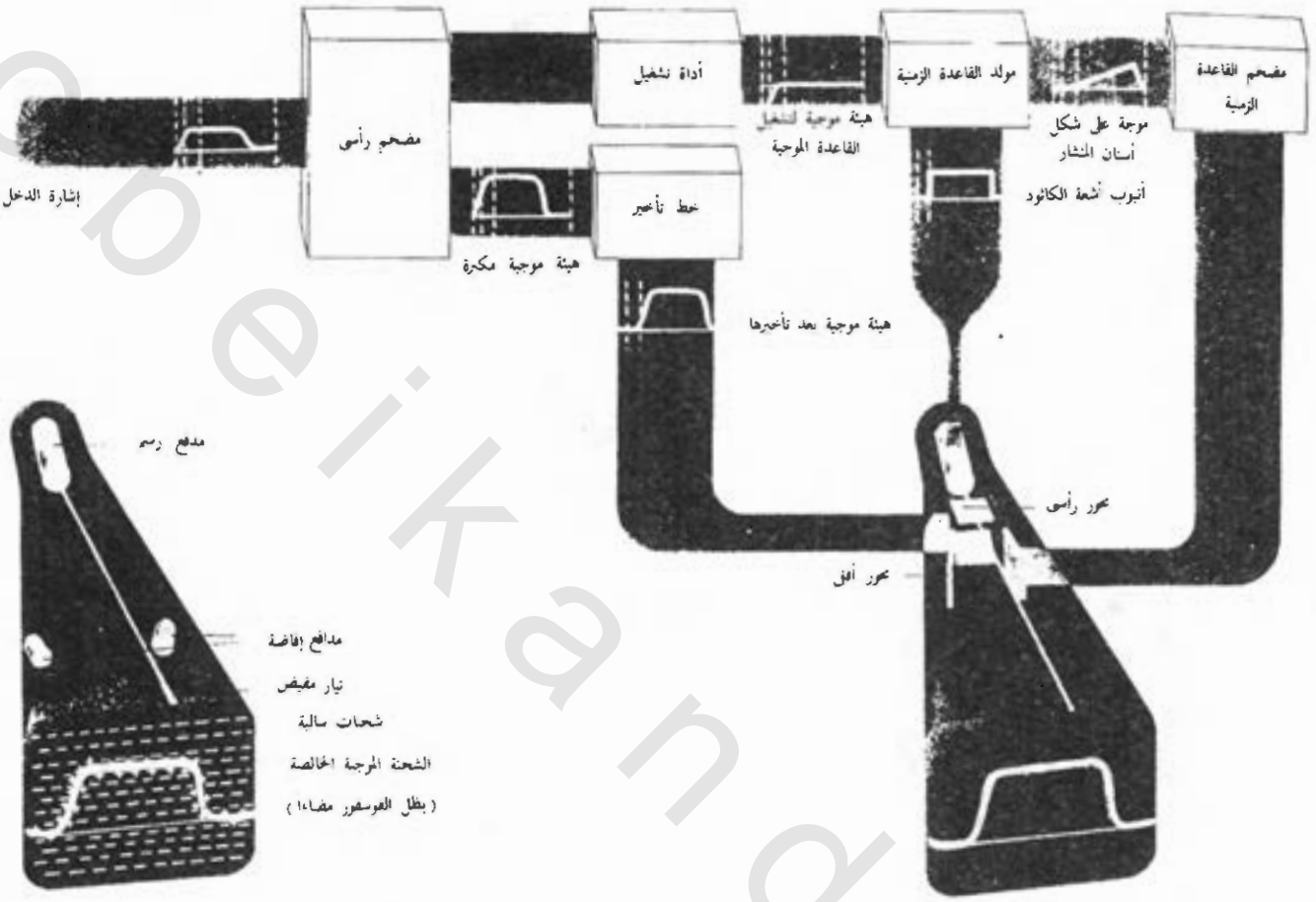
راسم الذبذبات Oscilloscope

يستخدم رسام الذبذبات، لعرض التغيرات الحادثة فى إحدى الكميات الفيزيقية مع الزمن؛ ويعتبر أداة إلكترونية متعددة الأغراض



مفاتيح التحكم الخاصة برسام الذبذبات. وتغذى الإشارة المطلوب عرضها إلى "الدخل الرأسى" (أسفل على اليسار)، ثم يضبط مقدارها بواسطة مفاتيح التحكم فى "التوهين الرأسى"، "الاكتساب الرأسى" (وسط الصورة إلى اليسار). ثم يضبط تردد القاعدة الزمنية (للمسح الأفقى) بالتقريب، باستخدام "أداة انتقاء التردد الأفقى"، ثم يتم الضبط النهائى الدقيق بواسطة "ورنية التردد" (عند مركز منتصف الصورة) كل من "جهاز التزامن الخارجى"، و"أداة انتقاء التزامن". وتختص بقية مفاتيح التحكم بعمليات اللمعان (الوضوح)، والضبط البؤرى، وضبط الموضع.

لدرجة كبيرة. وقد تكون الكمية الفيزيقية – على سبيل المثال– تغيرات فى ضغط دائرة ما، أو ذبذبات سيزمية. ويستخدم رسام الذبذبات فى الصناعة، والمعامل، والأغراض التعليمية فى المدارس والجامعات وغيرها. وفى لمجال النووى يستخدم راسم الذبذبات للتعرف على أشكال النبضات (pulses) الكهربية الناتجة عن الكواشف النووية أو الإلكترونيات المصاحبة لها. حيث تتضمن الأجزاء الرئيسية لرسام الذبذبات : أنبوب لأشعة الكاثود لعرض الشكل الموجى أو الأثر، ومكبر(مضخم)، وقاعدة زمنية.



الشكل التخطيطى الأساسى لرسام الذبذبات، ويوضح مضخم إشارة الدخل، وخط التأخير، وتشغيل دائرة التزامن، ومولد القاعدة الزمنية، وأنبوب أشعة المهبط. ومن الضرورى بمكان، أن تتزامن دائرة المسح التى تعمل وفقا لتعليمات القاعدة الزمنية، مع دخل الإشارة، وإلا حدث انسياق (انحراف) فى الأثر عبر الشاشة، فتتعذر مشاهدته وإجراء القياسات اللازمة. وغالبا ما يتضمن رسام الذبذبات خطا للتأخير، حتى يمكن بواسطته عرض أثرين مستقلين، وينتج تأخير أحد الأثرين، إجراء مقارنة بينهما من ناحية الشكل، ويمكن الاحتفاظ بالأثر فترات زمنية طويلة، بالاستعانة بأجهزة التخزين، وتعمل هذه الأجهزة على قاعدة أساسية، تتمثل فى اكتساب الشاشة لشحنة موجبة بعد مرور الأثر. وعند إفاضة الشاشة بعد ذلك بإلكترونات ذات طاقة منخفضة، فإن هذه الإلكترونات تنجذب إلى مواضع الشحنة الموجبة.

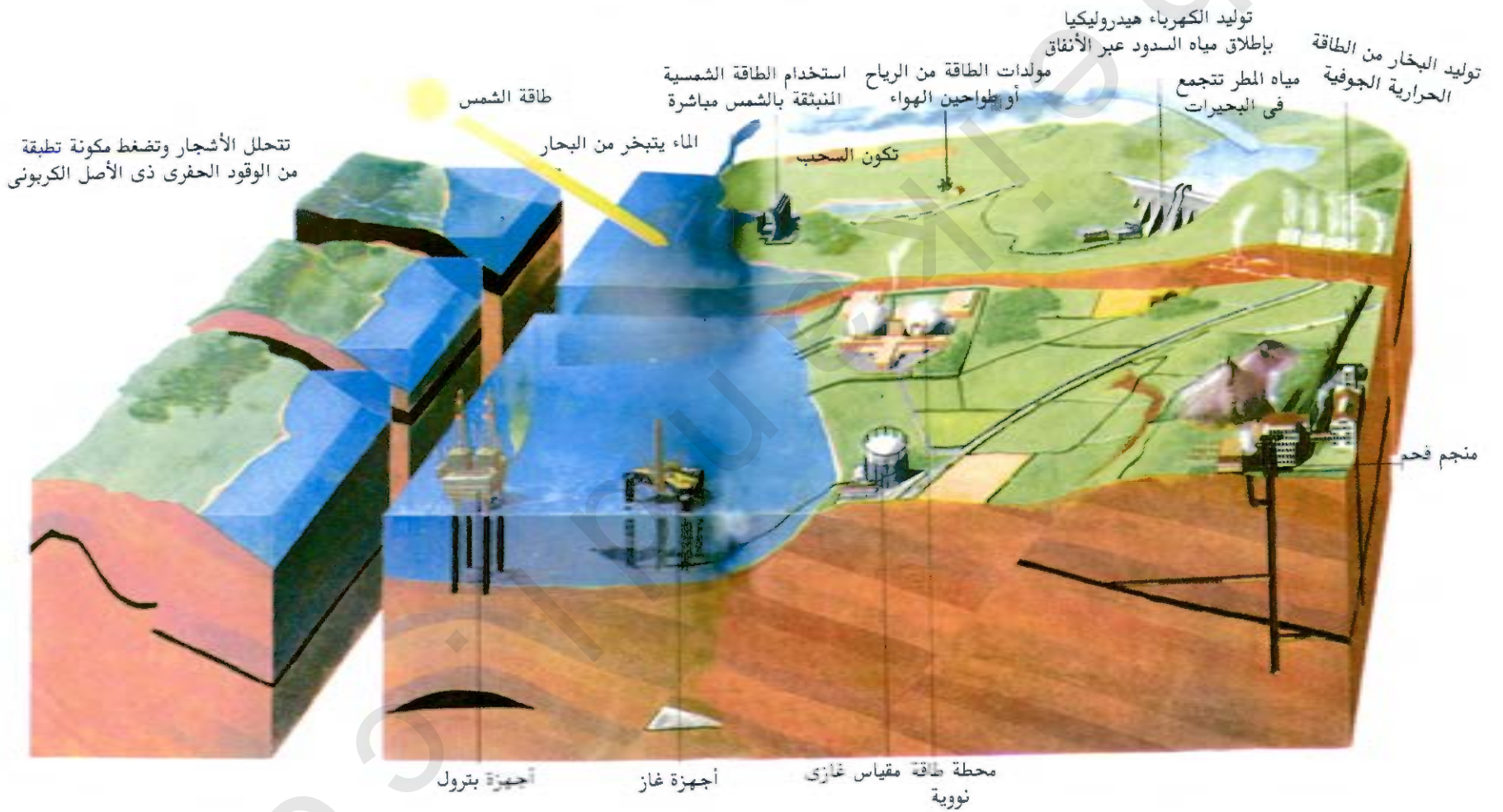
راقم الفيلم Film marker

لوح صغير من معدن تقيل يوضع مع الفيلم الإشعاعى فتكون عليه صورة تتخذ علامة لتحديد ظروف التصوير.

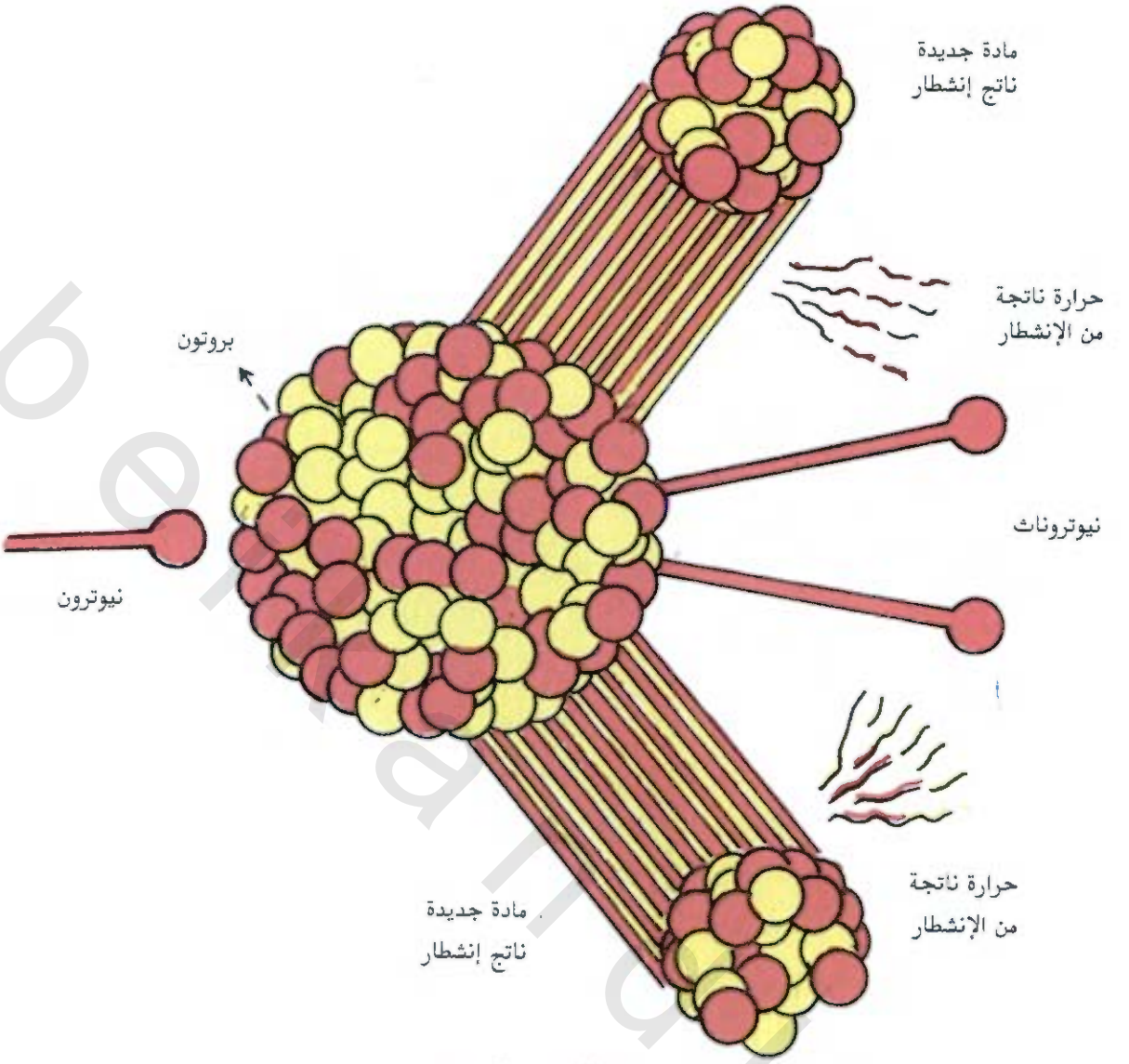
رءوس نووية تكتيكية (أسلحة نووية (صغيرة) ذات حصيلة منخفضة) Low Yield Nuclear Weapon (LYNW)

هى رءوس نووية صغيرة من أنواعها: نوع يطلق عليه اسم " مينى نيوك " (Mini – Nuke) ، وهى كلمة كودية لأنواع مختلفة من القنابل الانشطارية التى تتراوح أعيرتها فى بعض الأقوال مابين ٠,٠٥ – ٠,٥كيلو طن (الف طن). وهناك قنابل إشعاع مكثف(نيوترونية) تعتمد على التكنولوجيا التى تربط بين قدر ضئيل من القنابل الانشطارية وبين تركيز طاقة الصهر فى اتجاه إشعاع جسيمات "نيوترونات" وإشعاعات جاما على حساب القدرة التدميرية(الضغط والحرارة). ولكن معظم الكتابات ترى أن الرءوس النووية التكتيكية تشتمل على الرءوس النووية التى تصل قوتها إلى ٢كيلوطن ومن المعروف أن قوة قنبلة تقدر طاقتها التدميرية بكيلو طن واحد تعادل القوة التدميرية لحوالى ألف طن من مادة ت. ن. ت (T.N.T).

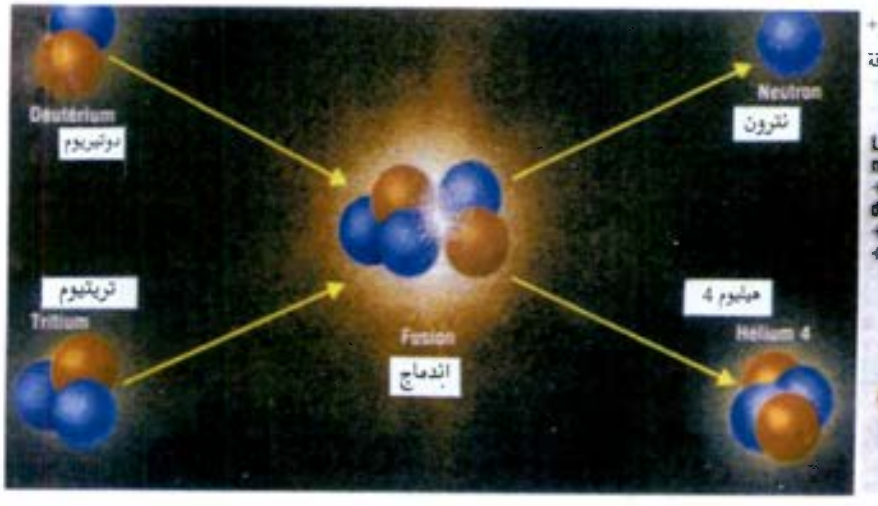
الطاقة النووية النظيفة



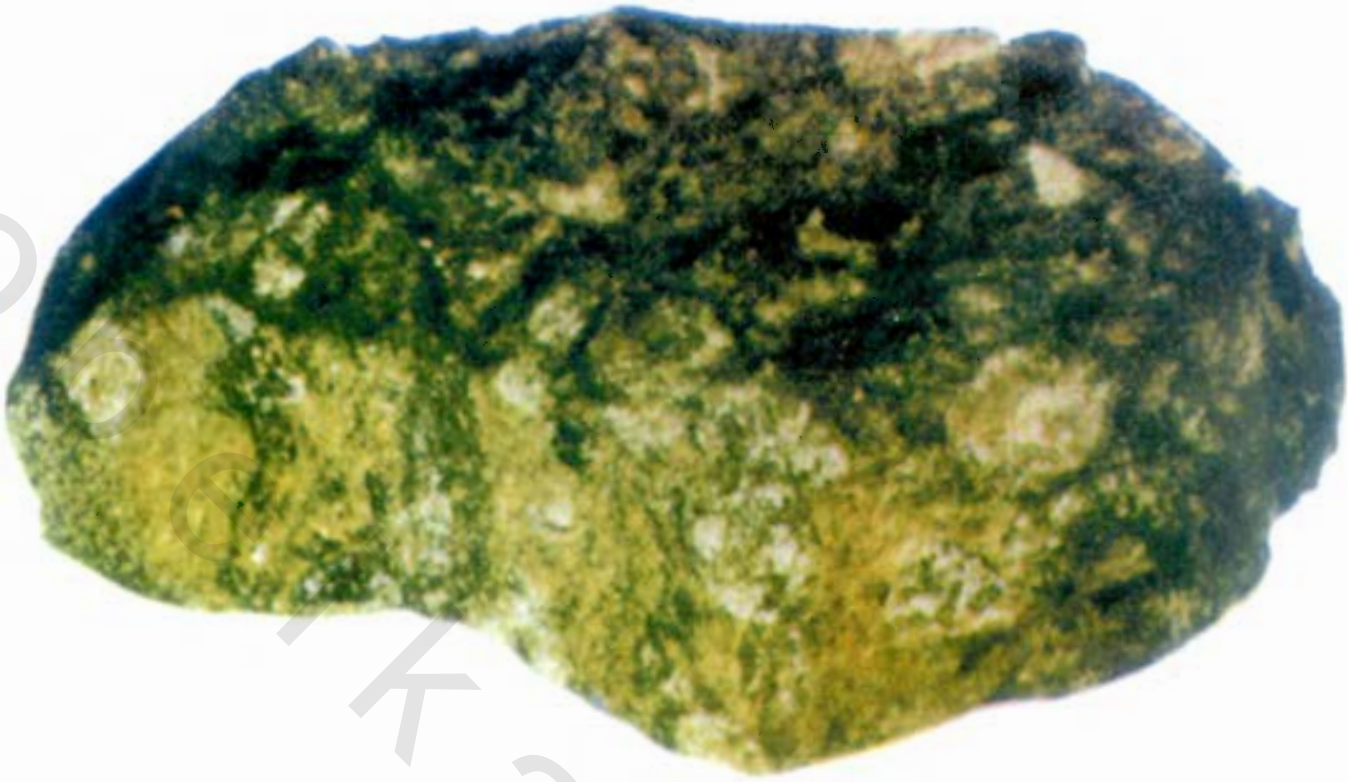
أنواع الطاقة



الانشطار النووى

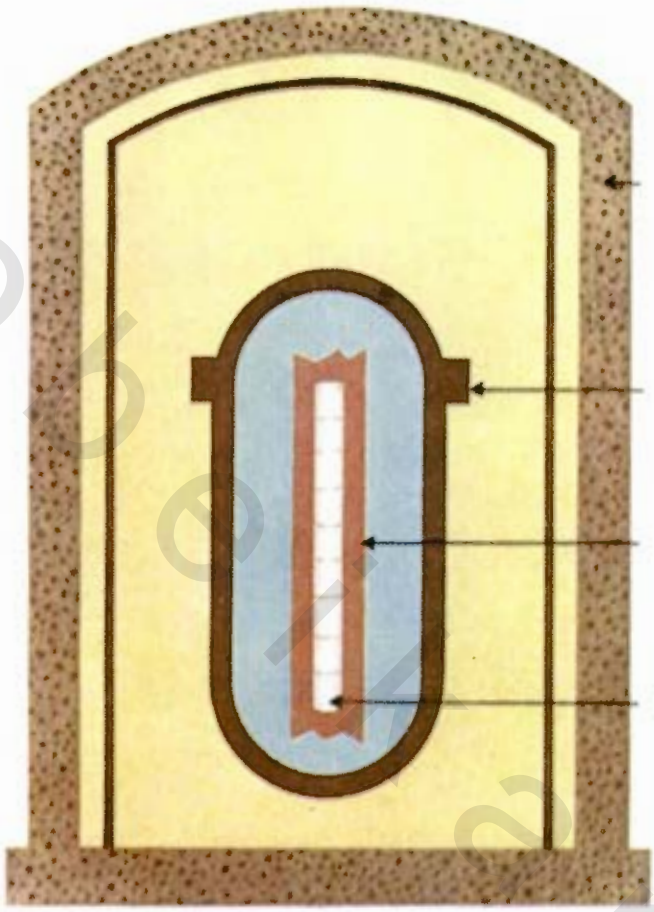


الاندماج النووى



خام اليورانيوم

(ركام) أول مفاعل نووى



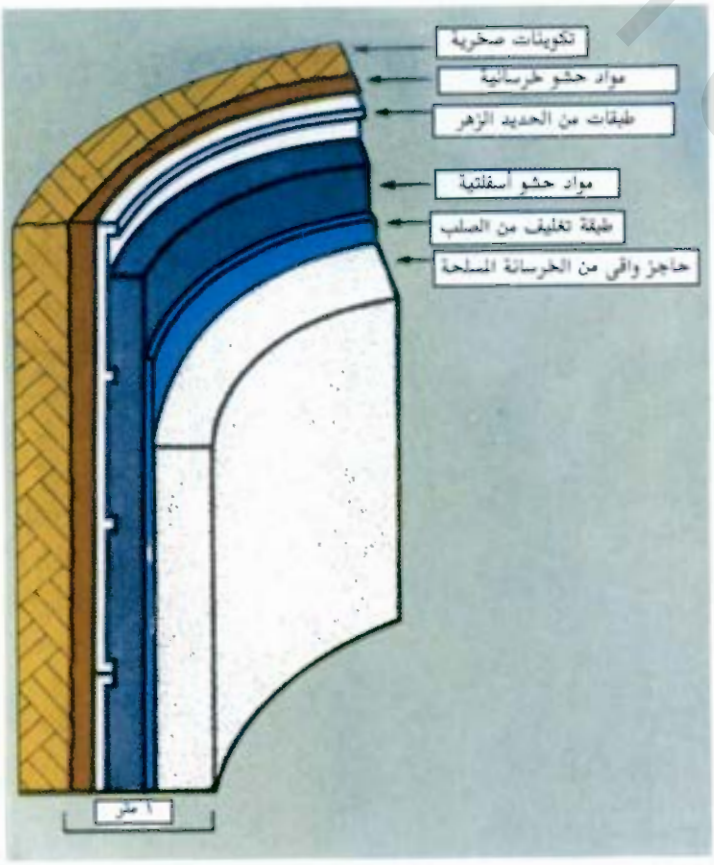
• وعاء من الحديد الصلب لاحتواء المفاعل
ودعاء الاحتواء الخارجى من الخرسانة المسلحة

• وعاء المفاعل من الحديد الصلب بسمك
٦ بوصات مقفل على وقود التشغيل

• أنبوبة التغليف من سبيكة زركونيوم تحوى
نواتج الانشطار التى تتسرب من حبيبات الوقود

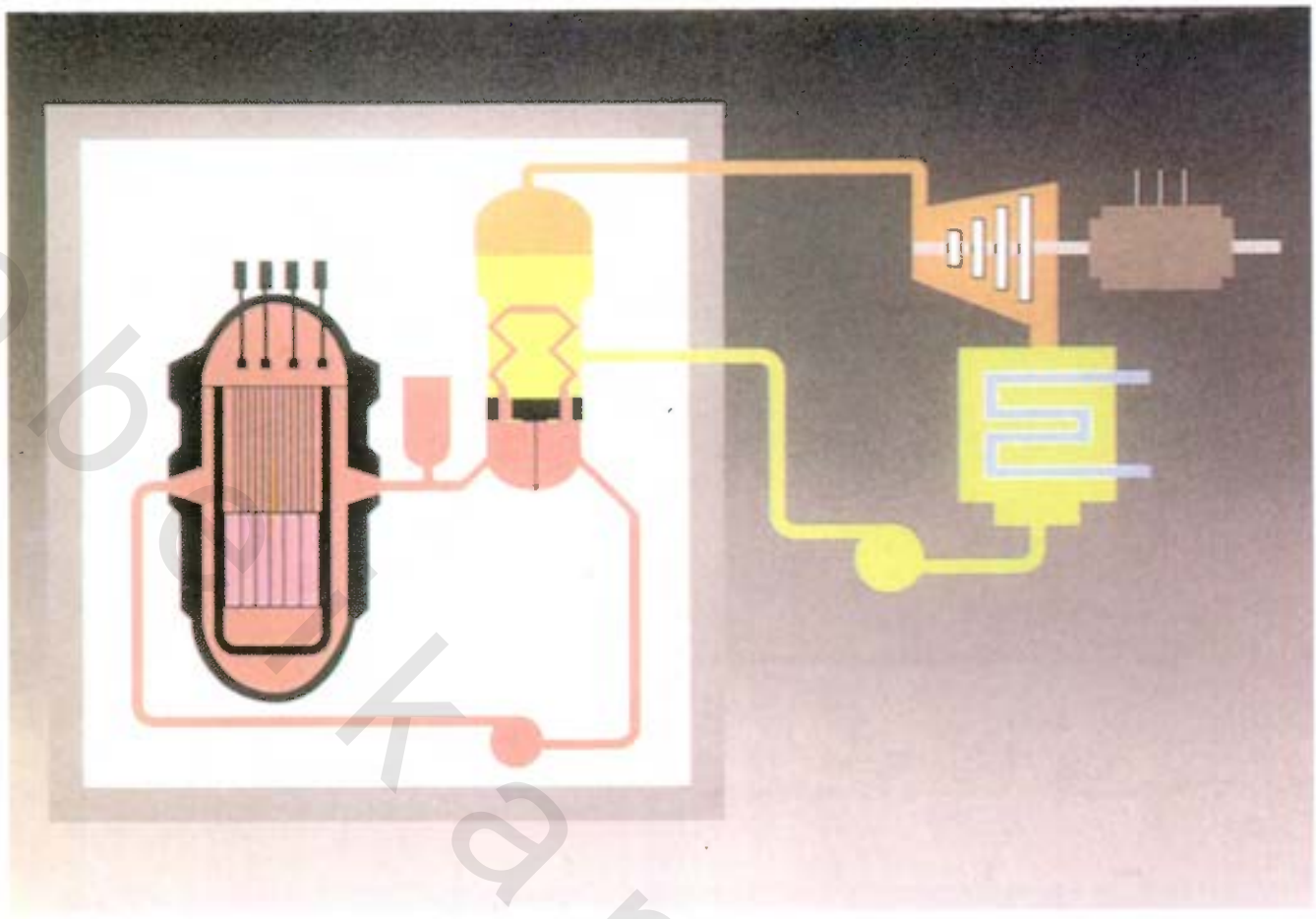
• المادة المسامية لحبيبات الوقود
تحفظ بمعظم نواتج الانشاطر

أ ـ الحواجز المتعددة لمنع تسرب أى نشاط شعاعى

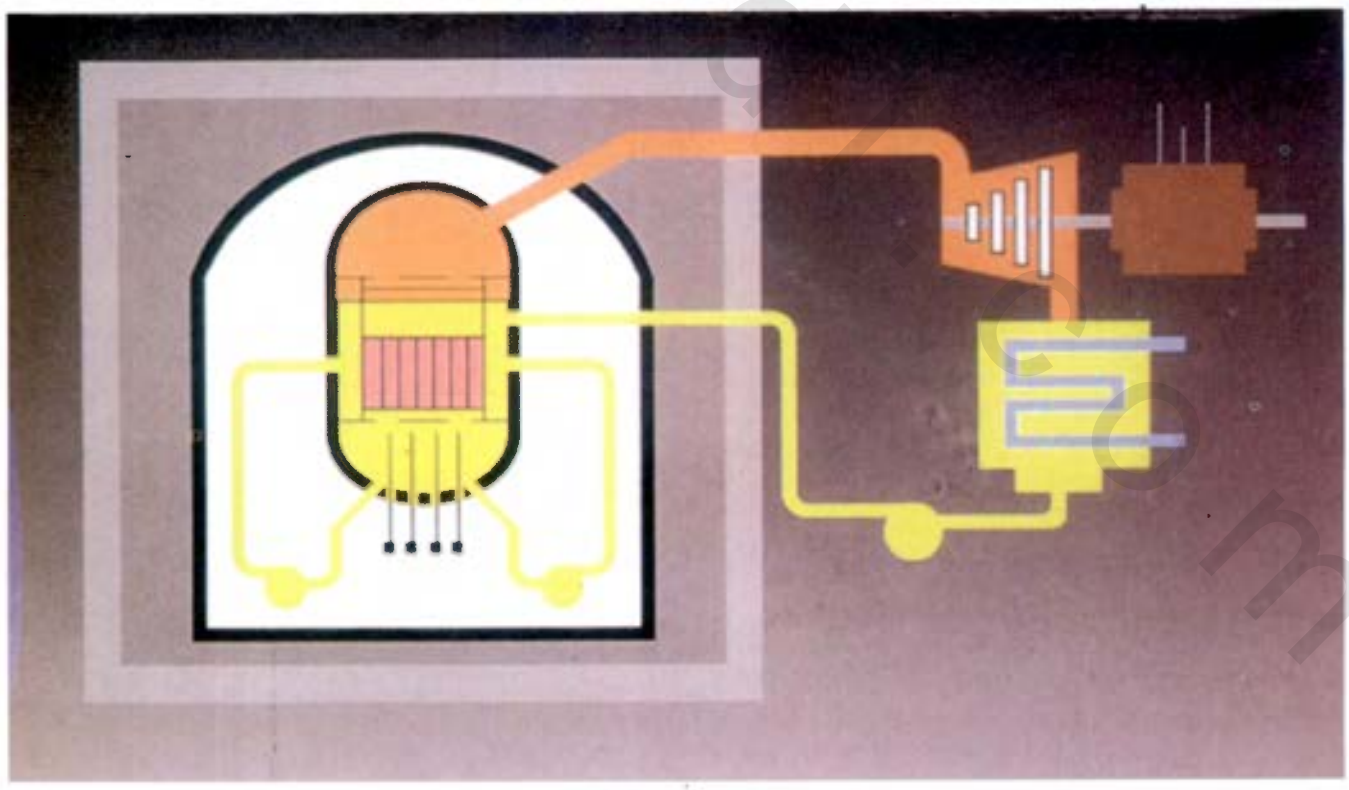


ب ـ حواجز اشعاعية متعددة تحيط بأوعيـــة حفظ النفايات فى موقـع التخزين داخل التكوينات الجيولوجية

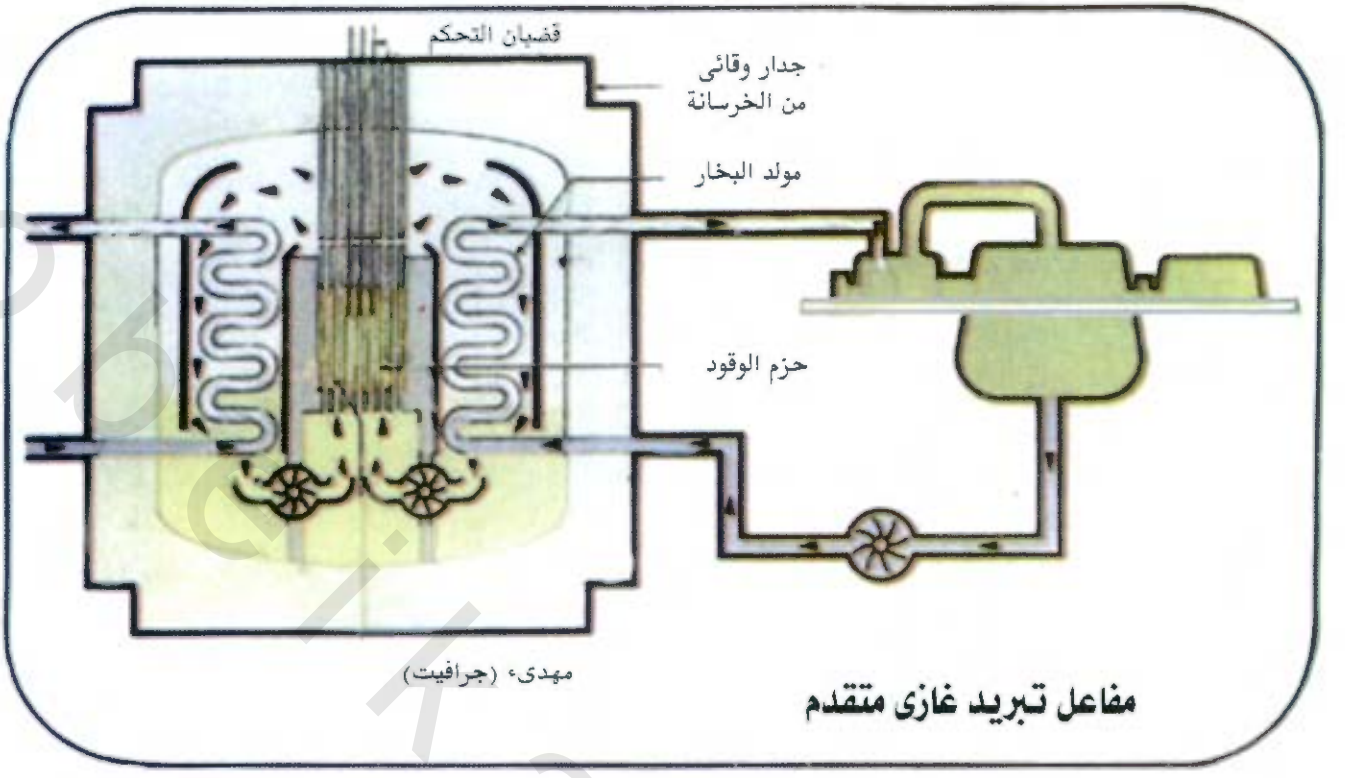
osamadl.com



مفاعل الماء المضغوط

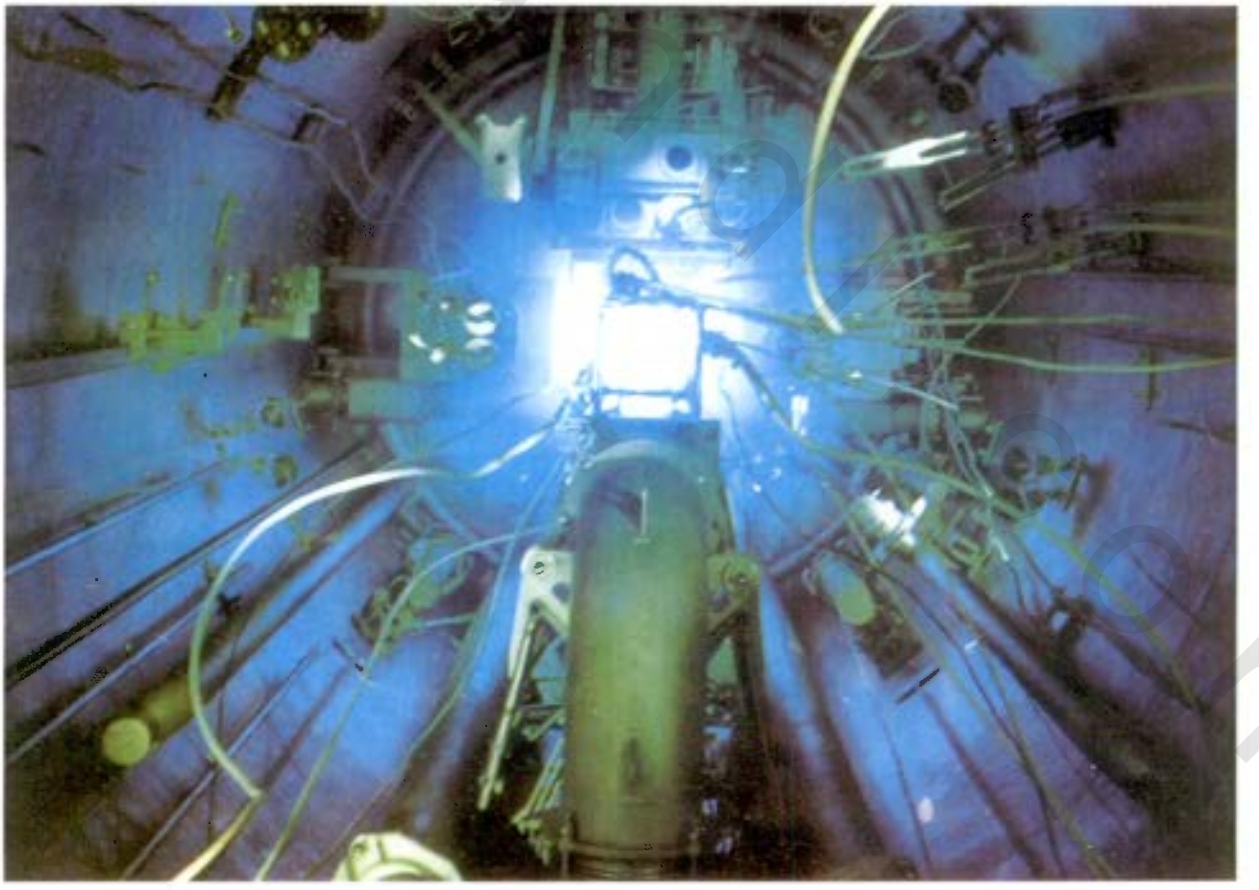


مفاعل الماء المغلى



مهدىء (جرافيت)

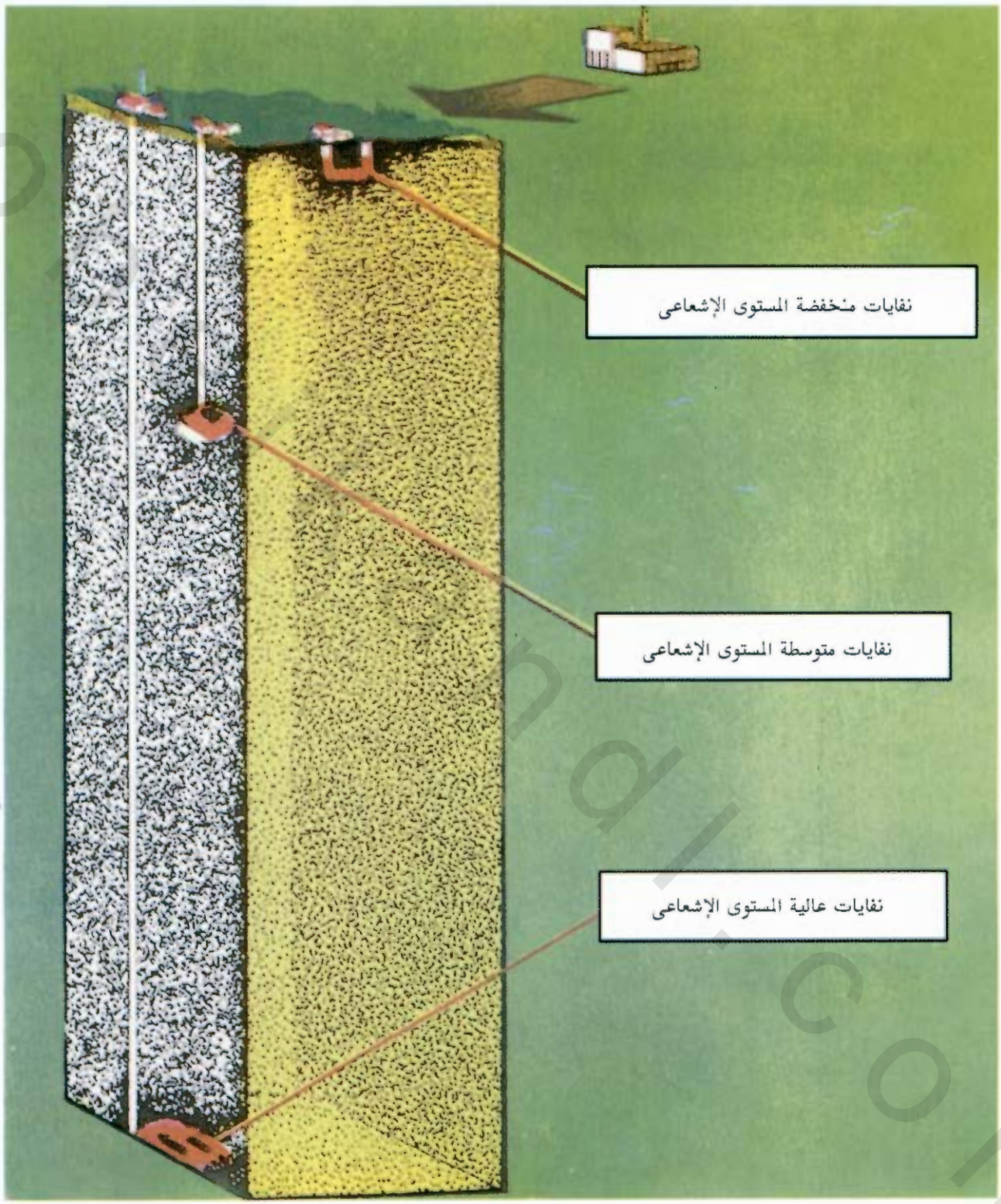
مفاعل تبريد غازى متقدم



قلب المفاعل أثناء التشغيل

تجميع النفايات النووية وتعبئتها

وتراعى آلية التجميع سواء يدويا أو بالتحكم من بعد طبقا لمستواها الإشعاعى



أعماق حفظ النفايات النووية طبقاً لمستوياتها الإشعاعية المختلفة

إن المخزون النووى فى الاتحاد السوفيتى السابق (روسيا) والولايات المتحدة الأمريكية يحتوى على ألغام وقذائف مدفعية له حصيلة تصل فى انخفاضها إلى مابين عشرة إلى عشرين طن. وهو مأطلق عليه مادون كيلو طن (Sub-Kiloton) وهى حمولات نووية فى نطاق كيلوطن تستخدم كبادئات فى الرءوس النووية الحرارية والعديد من الاختبارات الهيدرونووية ذات الانبعاث الطاقى المنخفض. وقد تم إجراء تجارب عليها يعتد بها فى كل من الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفيتى (السابق) منذ عديد من السنوات. واعتبرت كل من الأسلحة النووية الصغيرة والصغيرة جدا (micro, mini) كحلقة وصل بين الأسلحة النووية والأسلحة الحربية التقليدية. وعلى هذا النهج يكون الهدف من الأسلحة النووية ذات الحصيلة المنخفضة هو حسم المشاكل التكتيكية وليست المشاكل الاستراتيجية.

وهناك اتجاهان أساسيان لتخفيض حصيلة الانفجار النووى:

الاتجاه الأول: يتصل بالحقيقة المعروفة جيدا بأن الكتلة الحرجة تتناسب عكسيا مع مربع كثافة المادة (ومكعب المقطع العرضى الانشطارى للنيوترونات الخاصة بهذه المادة Fission cross section وبناء على ذلك فإنه يمكن ان ينتج عن الانضغاط العالى للمادة الانشطارية انخفاض كبير فى كتلة المتفجرات النووية (الانضغاط العالى يسبب زيادة كل من الكثافة والمقطع العرضى الانشطارى وبالتالى يقلل الكتلة الحرجة).

والاتجاه الثانى: يعتمد على مايسمى بتأثير الإخفاق (Fizzle effect) وهو "ما قبل ابتداء" (Preinitiation) الانشطار النووى المتسلسل فى مادة فى حالة فوق الحرجية ويقود إلى حصيلة منخفضة بالمقارنة الاعتيادية لحصيلة التفجير. الفكرة هنا تكون ظروف بدء التفجير (Detonation conditions) الأفضل المناظرة للمنظومة المجمعة الكاملة. وتنتج حصيلة أقل إذا ما تم الانشطار النووى نتيجة لنيوترون عارض قبل أن تكتمل المجمعة. ويجدر الإشارة هنا إلى أن جميع الأسلحة النووية لها احتمالية إخفاق(Fizzle) غير صفرية.

الراصد، تقى الدين (٩٣٢-٩٩٣هـ)(١٥٢٥-١٥٨٥م)

Al- Rased, Tkey aldeen

هو تقى الدين محمد بن معروف بن أحمد بن محمد بن أحمد بن يوسف بن محمد، ويعرف بالراصد، برع فى علوم الهندسة والفلك والمواقيت. ولقب بعدة ألقاب من بينها : الشيخ، والقاضى، والفاضل، والمحقق، والعلامة، والراصد وهو سورى الأصل، ولد بمدينة دمشق. ورحل به أبوه إلى مكة. حيث عين بها واعظا قاضيا. وفى مكة تلقى تقى الدين تعليمه الأولى. وانتقل مع الأسرة حين عين أبوه واعظا بالقاهرة. والتحق بالأزهر. ليدرس علوم الدين. ويكون قاضيا مثل أبيه. لكن تقى الدين أحب أيضا علم الحيل(الهندسة الميكانيكية) وراح يجمع كتبا بالعربية والمترجمة. ودرسها وصار بها ضليعا. وعمل تقى الدين قاضيا بمصر والشام. ثم أصبح فى عام ٩٧٩هـ/١٥٧١م رئيسا للفلكيين (منجم باشى) فى أواخر حكم السلطان سليمان القانونى. كلف ببناء مرصد وانتهى من تجهيزه عام ٩٨٥هـ/١٥٧٧م ولم يستمر العمل به سوى ثلاث سنوات حيث دمر على أيدى الجند الانكشارية بأمر شيخ الإسلام قاضى زادة.

قدم تقى الدين لعلم الحيل، إنجازات علمية لم يقم أحد قبله بمثلها: فقد اكتشف طاقة البخار لأول مرة، واستخدمها فى إدارة ذراع آلة الشواء لحمل، مستعينا ببخار إبريق يغلى فوق نار قوية. وحرك ببخار هذا الابريق، المندفع بقوة من تربينة الابريق، مراوح موضوعة بذارع الشواء. وصمم وهو بمصر نماذج لآلات ميكانيكية، ذات مسننات متعامدة الزوايا، ونفذها جميعا مستعينا بالعمال المصريين. ومن هذه الآلات ساعة ميكانيكية بها الساعات والدقائق والأيام والشهور ومنازل القمر والشمس، وكلها تدور بالمسننات الدقيقة، وأسماها " علبة القمر". وصمم ونفذ آلات لجر الأثقال. بينها رافعة تعمل بالدواليب المسننة (الأوناش) ورافعة تعمل بالبكرات والحبال، ورافعة تعمل باللولب (الحلزون) . وصمم ونفذ آلات تحدث زمرا دائما، أو نقرا دائما، وأربع (فورات) نوافير تدفع بالمياه بلا انقطاع فى حركة تلقائية.

وأروع إنجازات تقى الدين نماذج من المضخات. استخدم معها لتحريكها، طاقتى الماء فى كل الفصول، والهواء فى فصل الشتاء. بينها مضختان من ابتكاره: المضخة الأولى مضخة الحبل، ترفع الماء من آبار عميقة الغور، يصل عمقها إلى اثنين وسبعين مترا. والمضخة الثانية كانت مضخة اسطوانات وهى التى مهدت لاختراع المحرك البخارى الحديث، على يد "نيوكومن"، بعد مائة وسبعين عاما من وفاة تقى الدين. ولذلك أطلق مؤرخو العلم على القرن الذى عاش فيه تقى الدين: عصر المضخة، ووصفوه بأنه "أبو التكنولوجيا العربية". وقد سجل تقى الدين اختراعاته فى كتب، وذودها بالرسوم، لآلته البخارية، وهى الأولى من نوعها فى العالم، ولساعاته الميكانيكية، وللمضخات السابقة عليه، وللمضختين ابتكرهما من عدم. وبعد سبع وثلاثين عاما من وفاة تقى الدين كتب "رامبللى" كتابا فى علم الحيل عن الآلات الميكانيكية التى كتب عنها تقى الدين، وبعد سبع وتسعين عاما كتب العالم "ويلكنز " كتابا بعنوان "آلة لتدوير السيخ بواسطة عنفة (تربينة) بخارية. وحاول تطبيق فكرته فى آلة كما فعل تقى الدين ولكنه فشل. وبعد مائة وتسعين عاما من وفاة تقى الدين استخدمت فى الغرب طاقة البخار.

لتقى الدين مؤلفات عديدة مثل: "الطرق السنية فى علم الآلات الروحانية"، والكوكب الدرى فى البنكامات الدورية"، و "علم البنكامات (الساعات)"، و "ريحانة الروح فى رسم الساعات على مستوى السطوح"، "وآلة لتدوير السيخ الذى يوضع فيه اللحم..."، و "بغية الطالب فى علم الحساب" و"النسب المتشاكلة فى علم الجبر" وكتب أخرى.

رذر فورد، أرنست (١٨٧١ – ١٩٣٧)

Rutherford, Ernest

لأرنست رذر فورد
(١٨٧١ – ١٩٣٧)

ولد " رزرفورد " لأبوين ينتميان إلى الجيل الأول الذى استقر به المقام فى "ساوث أيلاند " بنيوزيلندة. وكان والده يمتلك معصرة كتان ومكنة لنشر الخشب. وبعد أن تخرج من مدرسة "نلسون"، وتخرج من كلية "كانتربرى. بكنيسة المسيح، منح فرصة دراسية، كى يدرس كطالب باحث فى"كمبريدج" بإنجلترا. وبدأ عمله هناك فى مجال دراسة إرسال اللاسلكى. ولكن بعد وصوله بفترة وجيزة، تناهت الأخبار عن اكتشاف "رونتجن " لأشعة اكس " (الأشعة السينية)، ثم الإشعاع المبهم الصادر عن عنصر اليورانيوم. الذى اكتشفه " بيكريل". وظل رزرفورد يعمل لبعض الوقت فى قدرة الأشعة السينية على إكساب الغازات شحنة كهربائية، ثم تحول إلى بحث الأشعة المنبعثة من الثوريوم. أثقل العناصر بعد اليورانيوم. وأثناء تعامله مع الثوريوم وانبعاث الإشعاعات منه بالاشتراك مع " فردريك سودى"، تمكن الاثنان من فصل مادة " ثوريوم إكس"، التى تختلف كيميائيا عن الثوريوم (نظير للراديوم). ولهذا تحول الثوريوم إلى عنصر آخر. وتم حلم الكيميائيين القدامى فى تحويل العناصر بعضها إلى بعض فى الطبيعة. وبمعدل منتظم. وتم استقصاء المنتجات الأخرى ذات النشاط الإشعاعى من اليورانيوم والراديوم.وأمكن بيان أن لكل منتج منها عمرا نصفيا محددا، حين تتحول نصف كمية معلومة من عنصر إلى عنصر آخر. وقد منح جائزة " نوبل " عام ١٩٠٨ مكافأة على هذا الإنجاز. إلا أن "رذر فورد " كان متحمسا لوضع أسس السلوك الحقيقى للإشعاعات نفسها. وقد أمكن تقسيمها إلى مجموعتين حسب مقدرتها على اختراق المادة. ووجد أن أثقل هذه الإشعاعات وزنا، وأقواها من ناحية الشحنة الكهربائية، هى أضعفها قدرة على الاختراق . وقد أسماها أشعة " الفا " و" بيتا " على التوالى. وبمضى الأعوام أصبح قادرا على إثبات أن الأولى هى ذرات هيليوم، ولكن بدون الكتروناتها السالبة. ولهذا كانت لها شحنة موجبة مزدوجة. وأصبحت جسيمات "الفا" هذه، بمثابة المقذوفات التى استخدمها لقذف مختلف الأهداف. وعندما تحرى عن الطريقة التى تتشتت بها، كما ظهر من الومضات التى أحدثتها عند اصطدامها مع شاشة مشعة. ستنتج أن كل جسيم من جسيمات " الفا " كان ينحرف نتيجة تصادم منفرد. ولهذا دعاه الفضول إلى قياس مقدار الانحراف الحادث فى مسارها من جراء ذلك. وثبت من البحث. أنه يمكن لقلة منها. الانحراف بزاوية أكثر اتساعا عن المتوقع. بينما ينعكس بعضها انعكاسا كليا. وكان تعليقه على ذلك: "أنها كانت كالطلقة تطلق على لوح من الورق، ثم ترتد للخلف وتصيبك".

ولكى يشرح هذا التأثير، افترض فكرة أن إجمالى كتلة الذرة وكل الكهرباء الموجبة فيها، تتركز فى نواة دقيقة الحجم عند قلبها، وتدور الإلكترونات حولها، كما تدور الكواكب حول الشمس، وبعد أن استأنف أبحاثه بعد انتهاء الحرب العالمية، قام بتحويل ذرة النيتروجين لأول مرة، عن طريق تحطيم نواتها بوسائل اصطناعية. وطبقت شهرته الآفاق. وأصبح يشار اليه، على أنه الذى تمكن من أن يشطر الذرة.

الرصد الإشعاعى Radiation monitoring

معمل متنقل للرصد الإشعاعى

يهدف الرصد الإشعاعى للمنشئات والبيئة إلى معرفة المستويات الإشعاعية الناجمة عن المصادر الطبيعية الموجودة فى البيئة وعن المصادر الأخرى التى صنعها الإنسان. كما يهدف إلى اكتشاف وتقويم التلوث الإشعاعى الذى ينجم عن التطبيقات المختلفة للطاقة النووية. وإلى تعيين خصائصه ومدى خطورته. حماية للعاملين فى المنشئات المعنية بصفة خاصة وللبشر جميعا بصفة عامة. وتختلف طرق وأساليب رصد المستويات وقياس النظائر المكونة للتلوث الإشعاعى فى البيئة باختلاف الهدف. وتتفاوت الطرق والأساليب من حيث التجهيزات الفنية اللازمة وتكاليفها والتشغيل تفاوتا واسعا. فبينما تكتفى بعض الأساليب برصد مستوى إشعاعات جاما فى الموقع وتحديد كيفية تغيره مع الزمن، تهتم أساليب أخرى بقياس الملوثات المشعة العالقة فى الغبار الموجود فى الهواء وذلك بترشيح العوالق وقياس نشاطها الإشعاعى باستخدام التقنيات المختلفة فضلا عن طرق الفصل الكيميائى. وتعتمد بعض أساليب الرصد على طريقة واحدة فى حين تقوم أساليب اخرى على استخدام أكثر من طريقة بل قد تتعدى مجرد الرصد الإشعاعى وتعضده بالرصد الجوى والمناخى وذلك لإمكان التنبؤ بكيفية سريان الملوثات المشعة إلى المناطق المختلفة. وتعد شبكات المراقبة والإنذار مهمة للغاية لاستخدامها كوسيلة تحذيرية سريعة عند وقوع الحوادث النووية التى تصل آثارها الإشعاعية الأجواء المحلية.

الرقم (الأس) الأيدروجينى pH

فى حالة الماء نسبة ثابتة من جزيئاته على شكل أيونات . والأيونات عبارة عن ذرات أو مجموعات ذرية ذات شحنة موجبة أوسالبة. وتكون جزيئات الماء المنفصلة (المتفككة) هى أيونات الهيدروجين H^+ وأيونات الهيدروكسيد OH^- . وحاصل الضرب الأيونى للماء (أيونات الهيدروجين مضروبة فى أيونات الهيدروكسيد) كمية ثابتة. ويحتوى اللتر الواحد من الماء على ١,٠٠٨ ٠ ١٠ $^{-٧}$ أيون هيدروجين، ١,٠٠٨ ٠ ١٠ $^{-٧}$ أيون هيدروكسيد. وإذا أضيف أى حمض إلى الماء النقى، يظل حاصل الضرب الأيونى ثابتا . فإذا زاد تركيز H^+ على أية حال يقل تركيز OH^- وإذا كان تركيز ايون الهيدروجين هو H^+ ١٠ ٠ $^{-٨}$، فإن تركيز الهيدروكسيد يكون OH^- ٠ ١٠ $^{-٦}$. أما إذا أضيفت مادة قاعدية إلى الماء النقى، فإن تركيز H^+ يقل بينما يزاد تركيز OH^- وعندما يكون تركيز أيون الهيدروكسيد OH^- ٠ ١٠ $^{-١٠}$ يصبح تركيز أيون الهيدروجين H^+ ٠ ١٠ $^{-٤}$ ولذلك يكفى ذكر تركيز H^+ . ويعبر عن ذلك رياضيا باللوغاريتم العشرى السالب لتركيز H^+ . ويرمز لذلك بالرمز pH (القدرة التأثيرية للهيدروجين) . وتتراوح قيم pH فى النطاق بين الصفر وبين ١٤؛ وقيمة pH للماء هى ٧ بينما تقل عن ٧ بالنسبة للأحماض، وتزيد على ٧ بالنسبة للمواد القاعدية، ولقيمة pH أهمية خاصة عند تداول المحاليل المائية أو الأحماض أو المواد القاعدية ذات التركيزات المختلفة. وتظهر هذه الأهمية على سبيل المثال عند تشغيل والتحكم فى مياه المراجل (الغلايات) والصناعات الكيماوية، وفحص التربة..الخ .

ركام (مفاعل نووى) Pile (nuclear reactor)

اسم أطلق أول مرة على المفاعل النووى. ويرجع إلى أول مفاعل نووى أنشأه "فرمى" على هيئة كومة من كتل الجرافيت مخلوطة باليورانيوم وأكسيد اليورانيوم. وكان بداية تشغيله فى ٢ ديسمبر ١٩٤٢، وكانت الطاقة المتولدة منه تعادل طاقة مصباحين متوسطين من مصابيح الإضاءة الكهربائية فى البيوت. أما مكان المفاعل فكان ملعب الإسكواش وتحت مدرج إستاد جامعة شيكاغو.

رماد Ash

الفضلات غير القابلة للاحتراق المتبقية بعد عمليات حرق النفايات المشعة القابلة للاحتراق بغرض تقليل حجمها incineration .

رنين Resonance

الظاهرة التى فيها تبدى الجسيمات من مثل النيوترونات احتمال تفاعل كبير مع النوى عند طاقات حركة معينة للجسيمات. فالمقاطع العرضية للأسر النيوترونى والاستطارة مثلا تصل إلى قممها عند تلك الطاقات المسماة طاقات الرنين، وتكون قيمها منخفضة نسبيا بين القمم. (انظر: أسر، المقطع العرضى. تفاعل نووى)

رنين نووى مغناطيسى

Nuclear magniting resonance

يستخدم كأسلوب تكتيكى لقياس الخواص المغناطيسية لنوى الذرات المفردة، وقد استخدم هذا الأسلوب، منذ اكتشافه عام ١٩٤٥، على نطاق واسع، فى عمليات التحليل الكيميائى، لتحديد التراكيب المفصلة للجزيئات. كما يشيع استخدامه فى مجال تخليق المركبات الجديدة، وخاصة فى صناعة العقاقير الطبية. وفى معامل الأبحاث الخاصة بالجامعات. وقد أتاح أسلوب الرنين النووى المغناطيسى، الحصول على قدر كبير من المعلومات بشأن تركيب جزيئات البوليمرات المختلفة، التى تعتبر أساس صناعة اللدائن.

رونتجن، وليلم كونراد (١٨٤٥ - ١٩٢٣)

Rontgen, Wilhelm Conrad

كونراد رونتجن
١٨٤٥ - ١٩٥٣

ولد كونراد رونتجن فى ٢٧ مارس عام ١٨٤٥ بمدينة لينيب بألمانيا. لم يكن رونتجن، الذى اكتشف أشعة إكس (السينية)، من سلالة عائلة متعلمة، وبالرغم من أنه لم يحصل على شهادة عالية فى سنى عمره الأولى، ألا أنه فى آخر الأمر، نجح فى الحصول على وظيفة مرموقة فى معهد الفنون فى " زيورخ "، حيث درس الهندسة الميكانيكية. وبعد حصول رونتجن على درجة الدكتوراه فى سن الرابعة والعشرين، وفى نفس الوقت كانت شهرته العلمية قد اتسعت. وسرعان ما أصبح أستاذا للفيزياء فى "وورزبرج" بألمانيا، حيث حقق اكتشافه العظيم بعد سبع سنوات. ففى شتاء ١٨٩٥ عندما أصبح فى الخمسين من عمره، كان يجرى تجاربه بأنبوب تفريغ أشعة الكاثود (أو أنبوب كروكس) مغلف بالكامل فى ورق كرتون، حتى لا يتسرب أى ضوء. وقد لاحظ أن فرخا من الورق، مكسوا بطبقة من بلاتينوسيانيد الباريوم يقع على بعد عدة أقدام من أنبوب التفريغ، كان يتوهج فى الظلام. وفى الحقيقة، لاحظ ظاهرة الفلورية هذه، عديد من علماء الطبيعيات المشهورين، أمثال "ج.ج.طومسون" طوال العقد السابق، بيد أنهم تجاهلوها، اذ لم تستحوذ هذه الظاهرة على أدنى اهتمام منهم، ومع ذلك، فقد حقق "رونتجن" أهمية هذا الاكتشاف العرضى. ثم أمضى كل وقته فى الأسابيع الستة التالية، فى استقصاء جميع خواص أشعة إكس (الأشعة السينية) .

ولقد بدت هذه الأشعة، وكأنها منبعثة من أنود أنبوب التفريغ، وتختلف عن أشعة الكاثود التى كان يعترض مسارها الحائط الزجاجى للأنبوب، وتخترق الهواء خارج الانبوب لمسافة تبلغ ٦ أقدام (متران). وعندما بحث " رونتجن " خاصية عدم الإنفاذية لعدة مواد لأشعة إكس(الأشعة السينية)، وجد التباين، أنها تنفذ فقط بمقدار ١مم فى الرصاص ولقد لاحظ "رونتجن" عندما كان يضع قرصا صغيرا من الرصاص فى مسار الأشعة، أن جزءا من الظل الأسود للرصاص، قد كشف عن الخطوط الخارجية لإصبعه وإبهامه. وبسبب اختلاف خاصية عدم الإنفاذية للحم والعظام، فقد أمكن فعلا الحصول على صورة داكنة قليلا لعظامه فى حدود أصابعه. واستنتج "رونتجن" استنتاجا صحيحا، وهو أن أشعته التى اكتشفها حديثا، هى موجات ذات طول قصير جدا، تتألف من إشعاع كهرومغناطيسى مثل موجات الضوء، ولكنها ليست بالجسيمات المشحونة مادامت لا تتأثر بالمجال المغناطيسى. وسمى " رونتجن " هذه الظاهرة بنفسه أشعة أكس وإن أصر العلماء حينئذ على أن تكنى هذه الأشعة باسمه.

أول صورة فوتوغرافية بشرية بواسطة أشعة أكس توضح يد زوجة روتنجن مع الخاتم التى كانت تلبسه

وعلى العكس من كثير من الاكتشافات، فقد استخدمت أشعة رونتجن السينية مباشرة، وبعد شهرين من اكتشافها فى مستشفى "هاميشير" فى تشخيص وعلاج الكسور، وكذلك فى مجال الطب لدرجة أنها اكتسبت شهرة عالمية فى نطاق الاستخدام الطبى. توفى العالم الكبير فى ١٩٢٣ عن عمر يناهز ٧٨ عاما.

الرونتجن Rontgen (R)

هو كمية أشعة جاما أو الأشعة السينية التى تنتج أيونات تحمل شحنة استاتيكية مقدارها كولوم واحد فى السنتيمتر المكعب من الهواء عند درجة حرارة الصفر المئوى وضغط ٧٦٠ ملليمتر زئبق. وحيث إن الأيون يحمل شحنة مقدارها ٤.٨ × ١٠$^{-١٠}$ كولوم استاتيكى وإن كتلة ١سم مكعب من الهواء هى ٠.٠٠١٢٩٣ جرام فإن التعرض لرونتجن واحد يعادل امتصاص طاقة مقدارها ٨٧.٧ ارج لكل جرام من الهواء.

الرياضيات Mathematics

للرياضيات دور أساسى خطير فى خدمة كافة العلوم، وبخاصة العلوم التجريبية. وقد قطعت بعض الحضارات القديمة- كالمصرية والبابلية واليونانية والهندية - شوطا بعيدا فى العلوم الرياضية، حتى ظهرت الحضارة الإسلامية فى العصور الوسطى لتجمع بين ثمار الحضارات السابقة وتخطو بالعلوم الرياضية خطوات واسعة نحو الأمام، وتقدم للعصور الحديثة ركيزة قوية مكنت العالم المعاصر من الوصول إلى ما وصل إليه من تقدم فى شتى جوانب العلم والتكنولوجيا. ففى الحساب عرف المسلمون عن السابقين حساب الجمل، فوضعوا لكل حرف من حروف الأبجدية رقما خاصا يقابله ويدل عليه. على أن علماء المسلمين لم يلبثوا أن استحسنوا نظام الترقيم عند الهنود ورأوا أنه أفضل وأيسر من نظام الترقيم على حساب الجمل، وهذا النظام الهندى يستخدم الارقام التسعة المعروفة اليوم وبعد أن أضافوا إليه الصفر الذى يعتبر من أهم الأفكار التى اهتدى إليها العقل البشرى فى الرياضيات . ولم يعرف الغرب الأوروبى استعمال الصفر إلا عن طريق المسلمين، حتى قال العالم آير Eyre: إن فكرة الصفر تعتبر من أعظم الهدايا العلمية التى قدمها المسلمون إلى غرب أوربا. ولنا أن نتصور كيف يكون علم الحساب دون استخدام الصفر.

يضاف إلى ذلك أن علماء المسلمين عرفوا الكسر العشرى ووضعوا علامته. كذلك يرجع إليهم الفضل فى تحديد النسبة بين محيط الدائرة وقطرها، وهى النسبة التى يرمز لها بحرف (ط) وقسموا الأعداد إلى زوجية وفردية، وقالوا إن الواحد أصل الأعداد جميعا فردية كانت أو زوجية. ووضعوا الطرق العديدة لإجراء العمليات الحسابية ،وتوسعوا فى بحوث النسبة والتناسب. ويعد أول كتاب فى علم الحساب واعتبر مرجعا للأوربيين فى القرون الوسطى مؤلفه "الخوارزمى".والعرب أول من أطلق اسم "الجبر" على هذا العلم وأخذه عنهم الأوربيون، وكما هى العادة فلقد اتجه بعض الباحثين الغربيين إلى محاولة طمس دور علماء العرب والمسلمين فى نشأة علم الجبر.

ومن إنجازات علماء المسلمين فى هذا الصدد أيضا أنهم قسموا المعادلات إلى ستة أقسام، ووضعوا حلولا لكل منها، وحلوا معادلات الدرجة الثالثة واستخدموا فى ذلك طرقا هندسية مبتكرة مازالت تثير إعجاب العالم، كما يرجع الفضل إلى علماء المسلمين فى استخدام الجذور والرموز الجبرية، هذا إلى أنهم طبقوا الجبر على الهندسة وجمعوا بين العلمين فى حل بعض المسائل الرياضية، وبذلك وضعوا أساس الهندسة التحليلية، مما ساعد فيما بعد على ظهور علم التكامل والتفاضل.

ومهما يقال من أن علماء المسلمين أخذوا أصول الهندسة عن علماء اليونان. فإن الغرب الأوروبى لم يعرف هذا العلم إلا عن طريق المؤلفات العربية ولم يقف الأوربيون على كتاب اقليدس فى الهندسة الا من الترجمة العربية لهذا الكتاب . وإذا كان الباحثون يعتبرون الهندسة علما يونانيا، فإنهم يعترفون بأن حساب المثلثات علم عربى. لأن علماء المسلمين هم أول من وضع هذا العلم فى قالب علمى

واضح، وفصلوا بينه وبين الفلك، كما أضافوا إليه إضافات ذات قيمة علمية جعلته يحتل مكانته الحالية، بين العلوم الرياضية. وحسب علماء المسلمين فخرا فى علم المثلثات أنهم استعملوا الجيب بدلا من وتر ضعف القوس الذى استعمله اليونانيون. كذلك كان علماء المسلمين هم أول من أدخل المماس إلى حساب المثلثات، وأثبتوا أن نسبة جيوب الأضلاع بعضها إلى بعض كنسبة جيوب الزوايا الموترة بتلك الأضلاع بعضها إلى بعض فى أى مثلث كروى . ومن أبرز العلماء المسلمين الذين كتبوا فى الهندسة وحساب المثلثات الخوارزمى، وثابت بن قرة، والطوسى، والبتانى والخازن البصرى، وابن الهيثم، والبيرونى.

وأخيرا فإن عناية علماء المسلمين بعلم الميكانيكا (الحيل) كانت عظيمة. وأشهر من كتب فى هذا العلم أبناء موسى بن شاكر، ولهم كتاب فى أصول الميكانيكا يحتوى على مائة تركيب. وقد قسم علماء المسلمين علم الحيل أو الميكانيكا إلى قسمين : الأول يبحث فى جر الأثقال الكبيرة بالقوة اليسيرة، والثانى فى آلات الحركة وصنعة الأوانى العجيبة ومع أن علماء المسلمين قد أفادوا مما كتبه اليونانيون فى علم الميكانيكا إلا أنهم ولاشك قد أضافوا الكثير إلى معلومات اليونان عن هذا العلم. -

(ز)

زمن التضاعف Doubling time

الزمن اللازم لمفاعل التوليد لإنتاج كمية من المادة القابلة للانشطار مساوية لمقدار المادة المنشطرة التى يحتوى عليها القلب عادة مضافا اليه الكمية المتصلة بدائرة وقوده (الصناعة، وإعادة المعالجة.. الخ) ويقدر هذا الزمن من عشر سنوات إلى عشرين عاما فى المفاعلات النموذجية. (انظر: انظر مفاعل التوليد).

زمن التوليد Generation time

هو الزمن المتوسط الذى تأخذه النيوترونات الناتجة من انشطار لإحداث انشطارات أخرى فى تفاعل تسلسلى. (انظر: تفاعل متسلسل).

زمن الاستيطان Residence time

الزمن الذى تظل خلاله المادة المشعة فى الجو بعد تفجير متفجر نووى. ويعبر عنه بزمن نصفى. إذ أن الزمن اللازم لجميع المواد لمبارحة الجو غير معروف جيدا.

زمن هلاك النصف Median lathal time

المدة التى تكفى عند تسليط جرعة معينة من الإشعاع على مجموعة كبيرة من الكائنات الحية لإهلاك نصف أفراد المجموعة.

زركونيوم Zirconium

فلز لونه رمادى فاتح، وهو مطيل وقابل للدلفنة والسحب. كما أنه مقاوم لحمض النيتريك والمواد القلوية. وهو يمتص الأشعة السينية ونقطة الغليان له ١٨٦٠م وثقله النوعى ١٦,٥ جم/ سم^3 ويستخدم فى صناعة الصلب الفائق النقاوة للتخلص من الأكسجين والنيتروجين والكبريت، كما يستخدم فى صناعة الصلب المقاوم (الصامد) للصدأ وفى محطات القوى النووية.

زركالوى Zircaloy

سبيكة يشكل الزركونيوم ٩٨٪ منها تقريبا، وتستخدم فى صناعة مجموعات الوقود لمفاعلات الماء الخفيف.

زويل، أحمد Zewail, Ahmed

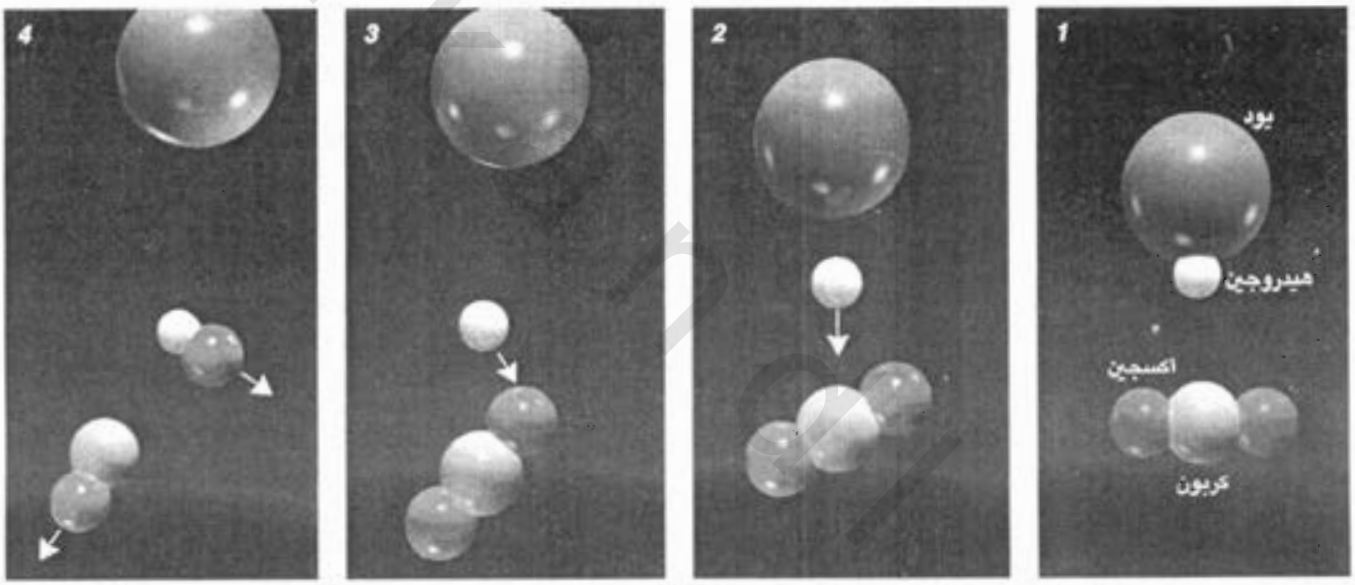
احمد زويل

ولد العالم المصرى أحمد زويل فى ٢٦ فبراير ١٩٤٦ فى مدينة دمنهور وتلقى تعليمه الابتدائى فى مدرسة دسوق الابتدائية. ثم حصل على الشهادة الإعدادية والثانوية، ثم التحق بكلية العلوم جامعة الإسكندرية فى عام ١٩٦٣، وتخرج بامتياز مع مرتبة الشرف فى عام ١٩٦٧، ثم حصل على درجة الماجستير عام ١٩٦٩. سافر "زويل" إلى الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٧٠ والتحق بجامعة بنسلفانيا وحصل على الدكتوراه فى عام ١٩٧٤ فى مجال كيمياء الليزر .وفى عام ١٩٧٥ حصل على شهادة الزمالة من جامعة بيركلى وفى عام ١٩٧٦ حصل على درجة أستاذ مساعد فى الكيمياء الطبيعية من معهد كاليفورنيا التكنولوجى. كما عمل أستاذا مشاركا فى هذا المعهد فى الفترة (١٩٧٨– ١٩٨٢)فى عام ١٩٨٢عين أستاذا فى الكيمياء الطبيعية فى تخصص الليزر.

obeikandi.com

وللدكتور"زويل" ٨ مؤلفات علمية عن الليزر تدرس فى معاهد وجامعات العالم بالإضافة إلى أنه محاضر ومستشار فى عدد كبير من الجامعات فى الولايات المتحدة وأوروب ، وأستاذ زائر فى جامعات عديدة .فى عام ١٩٩١ أعلن د. زويل ومجموعته البحثية بمعهد التكنولوجيا بولاية كاليفورنيا، عن توصلهم فى الحصول على لقطات مصورة للحالات الانتقالية التى تحدث خلال التفاعلات الكيميائية بمقياس زمنى فى حدود الفمتوثانية (١٠ $^{-١٥}$ من الثانية) وقد تم التوصل إلى هذا الاكتشاف الكبير باستخدام جهاز ليزر يخرج أشعة فى صورة نبضات على فترات زمنية تقاس بالفمتوثانية.

حصل د زويل على جائزة بحوث كيمياء التميز من مؤسسة NRC ببلجيكا فى عام ١٩٨١ واختارته الجمعية الأمريكية للطبيعة لزمالتها فى عام ١٩٨٢ . وفى عامى ١٩٨٢ ، ١٩٨٤ حصل على جائزة المؤسسة القومية الأمريكية للعلوم، وفى عام ١٩٨٩ حصل على جائزة الملك فيصل فى الطبيعة .وفى عام ١٩٩١ حصل على جائزة وكالة ناسا للفضاء كما حصل فى نفس العالم على الدكتوراه الفخرية من جامعة اكسفورد من إنجلترا ثم منحته فرنسا وسام "ليورناردودافنشى " وهو أعلى وسام تمنحه فرنسا للعلماء والفنانين. وفى عام ١٩٩٥ تسلم من الرئيس حسنى مبارك وسام العلوم والفنون، كذلك منحته إسرائيل جائزة مؤسسة وولف للعلوم والفنون .وفى عام ١٩٩٣ اشترك الدكتور زويل فى التخطيط لمدينة مبارك للأبحاث العلمية والتطبيقات التكنولوجية . وفى ٣٠ أبريل ١٩٩٨ كرمته الولايات المتحدة الأمريكية بمنحه أكبر وأعرق جائزة أمريكية وهى جائزة بنيامين فرانكلين وقد كان هذا التكريم فى فيلاديفيا . كما حصل العالم المصرى على جائزة نوبل فى الكيمياء عام ١٩٩٩ ، كما منحه الرئيس مبارك قلادة النيل فى ١٦ ديسمبر ١٩٩٩.



فى نهاية الثمانينات قام أحمد زويل وزملاءه، بسبر مراحل التفاعل الجارى بين يوديد الهيدروجين وثنائى أكسيد الكربون وتسجيله. لتشكيل اليود والهيدروكسيد وأحادى أكسيد الكربون.

وقد تمكن الباحثون، باستخدام نبضات ليزرية لامتناهية فى قصرها ولا حصر لها، من تتبع تتالى مراحل التفاعل (٤) ومراقبة حركة الذرات والجزيئات المختلفة.

obeikan.com

(س)

سادس فلوريد اليورانيوم (يوفل٦)

Uranium hexaflouride

مركب متطاير من اليورانيوم والفلور، وغاز يوفل٦ هو الوسط المائع فى عملية الانتشار الغازى. (انظر: الانتشار الغازى)

ساعة ذرية — Atomic clock

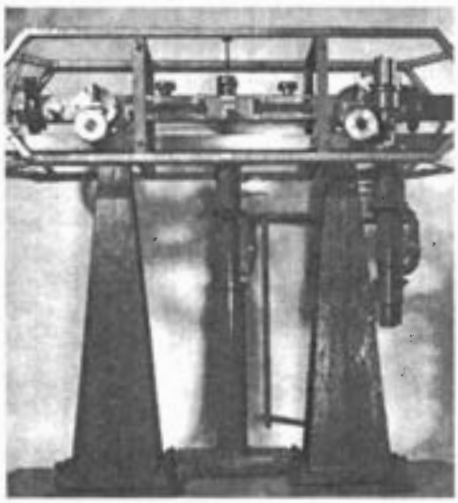
جهاز تستخدم فيه الاهتزازات متناهية السرعة للجزيئات أو النوى الذرية، لقياس الزمن . وتبقى هذه الاهتزازات ثابتة بمضى الزمن، وبالتالى فيمكن قياس فترات زمنية قصيرة بدقة تعلو كثيرا دقة قياسها بواسطة الساعات الميكانيكية أو الكهربائية.

وثمة تشابه صغير جدا بين الساعة الذرية والساعة العادية، فلا يوجد فى الساعة الذرية الوجه المعتاد الذى يتضمن عقارب أو شاشة رقمية أو بيان مسموع للوقت .وفى الحقيقة فإن الساعة الذرية لاتعطى بيانا عن الوقت، بل تعطى ترددا قياسيا، يستخدم لمعايرة الساعات الأخرى، ومن ثم فإن الساعة الذرية تمثل قطعة معقدة من معدات المعامل. بالإضافة إلى مضخات تفريغ وبعض الأجهزة الإلكترونية. ويعتمد عمل الساعة الذرية على خاصية الذرات التى تقوم فى حالتها الطبيعية بابتعاث وامتصاص نبضات أو كميات من الطاقة، نتيجة انتقال الإلكترونات إلى الأمام وإلى الخلف من أحد المدارات التى تمثل مستويات للطاقة التى تحيط بالنواة. وحينما ينتقل أحد الإلكترونات من مدار له طاقة مرتفعة إلى آخر له طاقة منخفضة نسبيا تنبعث نبضة من إشعاع كهرومغناطيسى. ويتزايد تردد هذا الإشعاع فى تناسب طردى مع مقدار التغير فى الطاقة وبالعكس.

وتتميز مستويات طاقة الذرة، بدرجة ثباتها الأعلى من أية ظاهرة طبيعية أخرى معروفة. ولا تتأثر هذه المستويات بدرجة الحرارة ولابالضغط ولا بالجاذبية، لذلك تعتبر ملائمة بدرجة مثالية لتحديد الترددات القياسية . وهناك عناصر معينة مثل السيزيوم والروبيديوم وهما من العناصر القلوية والهيدروجين، تصلح لهذا الغرض بدرجة كبيرة. وتضم ذرات هذه العناصر إلكترونا واحدا فى مداراتها الخارجية، يقوم بابتعاث أو امتصاص الطاقة، وتتميز ترددات هذه الطاقة، بعدم تعقيدها نسبيا، وسهولة استخدامها لهذا الغرض، عن العناصر الأخرى، التى تضم ذراتها أكثر من إلكترون فى مداراتها الخارجية.

ففى ساعة السيزيوم :يمكن أن تتخذ ذرة السيزيوم، إحدى حالتى طاقة. ويتوقف ذلك على دوران الالكترون الخارجى، فى نفس اتجاه دوران النواة أو عكسه .وتؤثر هاتان الحالتان المختلفتان على مسار ذرة السيزيوم الحرة، خلال انتقالها فى مجال مغنطيسى . وبالإضافة إلى ذلك، إذا مرت ذرة من السيزيوم، خلال مجال كهرومغناطيسى له تردد مكافىء للفرق بين حالتى الطاقة لهذه الذرة، فإنها سوف تستحث على الانتقال من إحدى الحالتين إلى الأخرى. وإذا مرت حزمة من ذرات السيزيوم، خلال هذا المجال، فإن العدد الأقصى من تغير الحالات، سوف يحدث عند موالفة تردد المجال بدقة مع التردد الطبيعى لذرات السيزيوم .ونقوم ساعة السيزيوم بقياس عدد التغيرات التى تحدث فى الحالة بدقة، وتحاول باستمرار بلوغ أقصى عدد ممكن لهذه التغيرات: بواسطة دائرة تغذية مرتدة، إلى أداة التحكم فى تردد المجال .وبهذه الطريقة، يظل تردد المجال متوالفا مع تردد السيزيوم. وعن طريق التقسيم الإلكترونى المناسب، لهذا التردد العالى جدا، حتى معدل معقول، يمكن التحكم فى دقة ساعة الكوارتز.

وثمة صور أخرى للساعات الذرية قيد الاستخدام فى شتى أنحاء العالم، ولكن ساعة السيزيوم التى توصل إليها علماء معمل الفيزياء القومى فى إنجلترا تمثل الأساس الذى تقوم عليه بعض القياسات العالمية الحالية للوقت. وتتوافر بعض هذه الساعات الذرية فى السوق، وتستعين بها الهيئات ومحطات الإذاعة وبعض المصانع. وتزن ساعة السيزيوم النمطية حوالى ٣٠ كيلو جراما.



أول ساعة ذرية، بلغت دقتها ثانية واحدة كل ١٠٠عام. وتم تركيب الغرفة فى الاتجاه المغنطيسى من الشرق إلى الغرب، وأحيطت بملفين، حتى تنعدم أية مركبة للمجال المغنطيسى الأرضى، حتى لا تؤثر على حزمة ذرات السيزيوم.

سان لوران، حادث — San Loran, accident

حادث عام ١٩٨٠ فى محطة سان لوران للقدرة النووية بفرنسا، تسبب فى حدوث تدمير جزئى فى قلب المفاعل ولكن لم يكن هناك أى تسرب إشعاعى خارجى لذا فإنه يصنف كمستوى ٤ طبقا لمعيار التأثير داخل الموقع.

سبكترو جراف الكتلة (مصور الطيف الكتلى)
Mass spectrograph

جهاز لتحليل مادة ما طبقا لقيم النسبة بين الشحنة والكتلة لعناصرها. انظر: مقياس الطيف الكتلى

سبيكة Alloy

السبائك هى خليط من الفلزات أو من الفلزات والعناصر غير الفلزية، تحتفظ فيها بسمات الفلزات .وعن طريق إضافة الفلزات والعناصر غير الفلزية يمكن تغيير خواص السبائك لإنتاج أنسب المواد لمختلف أغراض الاستعمال . وفى معظم الحالات تنتج السبائك بصهر الفلز الأصلى أو الأكثر كمية ثم إضافة العنصر الآخر فى الحالة السائلة أو الصلبة، وتنشأ الصعوبات إذا كانت درجة حرارة انصهار العنصر المضاف بكمية قليلة أعلى بكثير من درجة حرارة انصهار الفلز الغالب. والفلزات المختلفة تتعامل مع بعضها ومع غيرها من العناصر باختلاف شديد فهناك فلزات تتحد مع بعضها وغيرها من العناصر فى الحالة السائلة اتحادا كاملا وتظل على ذلك فى الحالة الصلبة، أو تتحد اتحادا جزئيا. وبعضها يتحد مع بعض فى الحالة السائلة ولكن كلا منها يسلك سلوكه الخاص فى الحالة الصلبة. وبعضها لايتحد مع بعض فى كل من الحالة السائلة والصلبة.

سحابة ذرية Atomic cloud

سحابة الغازات الساخنة والدخان والغبار وأنواع المادة الأخرى التى ترتفع إلى أعلى بعد انفجار سلاح نووى فى الهواء أو قرب السطح. وتكون السحابة فى أغلب الأحيان على هيئة الفطر (عش الغراب).

سرعة الصوت Sound speed

سرعة انتقال الصوت فى الهواء وفى درجة الحرارة المتوسطة العادية هى: ٣٤٠ مترا فى الثانية. وفى السوائل أسرع : ١٤٢٥ مترا / ثانية، وفى الجوامد أسرع وأسرع.

سرعة الضوء Light speed

سرعة سريان الأشعة الضوئية فى الفضاء هى: ٣٠٠٠٠ كم / ثانية.

سعة كهربائية Capacitance

مقدرة مكثف ما على تخزين الشحنات الكهربائية، وتقدر بنسبة الشحنة المختزنة فى موصل أو لوح مكثف إلى الجهد الموجود بين اللوحين.

السفينة النووية Nuclear ship

تعتبر الباخرة الروسية " لينين "أول باخرة تعمل بالطاقة النووية، وكانت ذا قدرة على تحطيم طبقة من الجليد سمكها ١.٨ متر .ثم تبعتها الولايات المتحدة بتسيير "سافانا " كأول باخرة تجارية بطول ١٨٣ مترا، وبحمولة ٦٠ مسافرا و١٦٠ ملاحا، حيث كانت تعمل بمفاعل ماء مضغوط. ثم توإلى تصنيع السفن النووية بكل من الولايات المتحدة وروسيا. ثم تبعهم فى الميدان بعد ذلك كل من فرنسا وبريطانيا . كما توإلى استخدام السفن النووية فى الأغراض المدنية، مثل السفينة الألمانية" أوتوهان"، وكاسحات الجليد الروسية أركتيكا وسيبر بالإضافة إلى سفينة " موتسو" اليابانية، و"انريكو فيرمى" الإيطالية. (انظر: الدفع النووى البحرى، اتفاقية بروكسيل).

سلاسل التفتت الإشعاعى
Series in natural radioactivity

ينتج عن انبعاث جسيم الفا إزاحة للنواة الأصلية فى الجدول الدورى للعناصر موضعين نحو اليمين. أما انبعاث بيتا فيزيح العنصر موضعا واحدا إلى اليسار. ولقد بين" رذرفورد "وعلماء آخرون، أن الغلبة تكون فى النهاية لباعثات الفا، فتعانى سلسلة التحول بعض الانعطافات الشبيهة بأسنان المنشار حتى تنتهى فى النهاية إلى الرصاص. ولقد ظهر أيضا أن هذه السلاسل المعقدة تقع فى الواقع فى ثلاث مجموعات.. تبدأ إحداها باليورانيوم ٩٢يو٢٣٨) وتسمى سلسلة اليورانيوم. (وتبدأ الثانية بالثوريوم ٩٠ ثو ٢٣٢) وتسمى سلسلة الثوريوم. (وتبدأ الثالثة باليورانيوم ٩٢ يو ٢٣٥) وتسمى سلسلة الأكتينيوم. وتنتهى جميع السلاسل بنظير أو آخر من نظائر الرصاص. وإذا عرفنا أن السلاسل الإشعاعية الثلاث تتضمن حوإلى ٥٧ تحولا، فيمكننا أن نقدر مقدار الجهد والعمل اللازمين لفك عقدها. لقد كان موضوع عزل نتاج التحول مستحيلا تقريبا، إلا أنه قد تم ابتكار بعض الطرق الكيميائية لفصلها. (انظر جداول الملاحق).

سلسلة (متتابعة) الثوريوم
Thorium series (sequence)

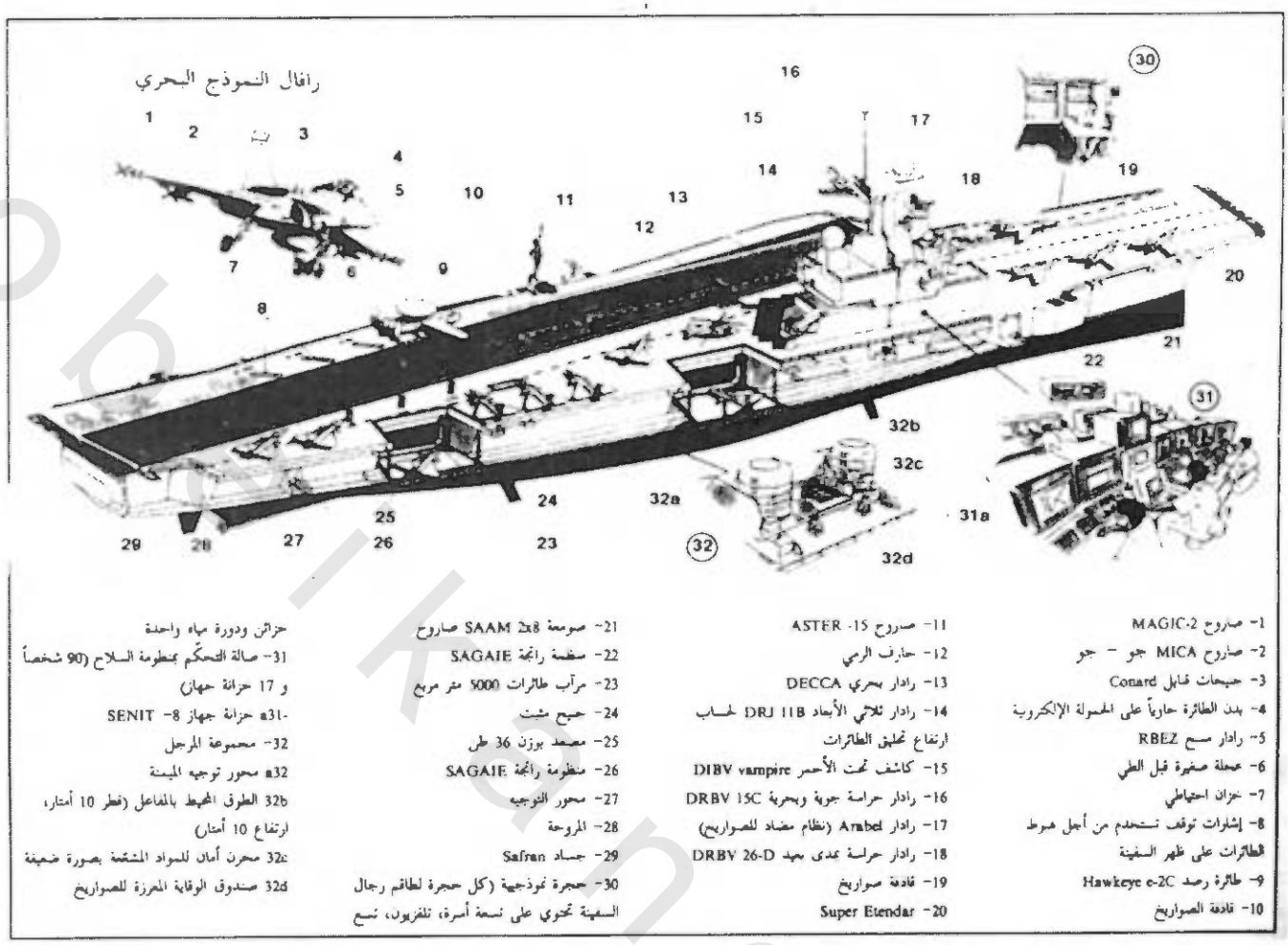
سلسلة النويدات الناتجة من الانحلال الإشعاعى للثوريوم-٢٣٢ وتنحل نويدات كثيرة من النويدات التى صنعها الإنسان إلى هذه السلسلة. والناتج النهائى لها فى الطبيعة هو الرصاص-٢٠٨. (انظر: سلسلة إشعاعية)

سلسلة الاكتينيدات Actinide series

سلسلة العناصر التى تبدأ بالأكتينيوم،العنصر رقم٨٩، وتستمر حتى اللورنسيوم،العدد رقم ١٠٣، وتحتل هذه السلسلة جميعها مكانا واحدا فى الجدول الدورى،وتتضمن اليورانيوم،العنصر رقم ٩٢، وجميع العناصر الترانسيورانية التى صنعها الإنسان، ويطلق على هذه المجموعة اسم " الاكتينيدات" أيضا (انظر: سلسلة اللانثانيدات. عناصر ما وراء اليورانيوم. والملاحق)

سلسلة (متتابعة) الاكتينيوم:
Actinium series (sequence)

سلسلة النويدات الناتجة من اضمحلال اليورانيوم-٢٣٥وتضمحل نويدات كثيرة من النويدات التى صنعها الإنسان إلى هذه المتتابعة. والناتج النهائى فى هذه المتتابعة فى الطبيعة هو الرصاص-٢٠٧ (انظر: سلسلة إشعاعية)



سلسلة اللانثانيدات Lanthanide series

سلسلة العناصر التى تبدأ باللانثنوم وهو العنصر رقم ٥٧، وتنتهى باللوتيتيوم وهو العنصر رقم ٧١، وجميعها تحتل مكانا واحدا فى "الجدول الدول للعناصر". وهذه هى العناصر الأرضية النادرة التى لها جميعا خواص كيميائية شبيهة بخواص اللانثوم. وتسمى أيضا اللانثانيدات.

سلسلة (متتابعة) النبتونيوم
Neptunium series (sequence)

سلسلة النويدات الناتجة من الانحلال الإشعاعى لنويدة النبتونيوم ٢٣٧ التى هى من صنع الإنسان: وكثير من النويدات الصناعية الأخرى ينحل فى هذه المتتابعة. والمنتج النهائى فى السلسلة هى نويدة البزموت - ٢٠٩ المستقرة. وهى النويدة الوحيدة فى السلسلة التى توجد فى الطبيعة.

سلسلة (متتابعة) اليورانيوم
Uranium series (sequence)

سلسلة النويدات الناتجة من الانحلال الإشعاعى لليورانيوم - ٢٣٨ وتعرف أيضا باسم سلسلة اليورانيوم والراديوم. والناتج الأخير للسلسلة هو الرصاص - ٢٠٦ وينحل كثير من النويدات التى صنعها الإنسان إلى هذه المتتابعة. (انظر: سلسلة إشعاعية)

سلاح باطنى الانفجار Implosion weapon

سلاح تكون فيه كمية المادة القابلة للانشطار أقل من الكتلة الحرجة تحت الضغط العادى، ثم يخفض حجمها فجأة بالضغط فى اتجاه نقطة مركزية فى الكتلة المتفجرة. (وتتم هذه الخطوة باستخدام متفجرات كيميائية) بحيث تصبح فوق الحرجة وينتج عنها انفجار نووى.

سلامة المحطات النووية Nuclear power plant safety

يقوم الأمان النووى فى المحطات النووية على ثلاثة مبادئ هامة: أولا، التحديد الدقيق للمسئولية ووضعها بين أيدى من لهم القدرة على تحملها والتصرف السريع والحكيم فيها. ثانيا، التنسيق بين مختلف السلطات الشعبية وتحديد دورها باعتبار أن الأمان النووى من أهم نواحى الأمان الكثيرة التى يجب على السلطات أن تضمنها للمواطنين. فعلى السلطات أن تتأكد إذا كان المستخدم لهذه المنشآت النووية قد راعى الإجراءات الفنية التى تضمن سلامة هذه المنشآت

وذلك فى عملية التصميم والإنشاء والتشغيل وأن تتأكد من أن تشغيل المحطات النووية لا يعرض صحة العاملين بها والأهالى المقيمين بالقرب منها للخطر. وأن تكون على استعداد للتصرف فى حالة الحوادث حتى وإن كان احتمال حدوثها نادرا. ثالثا، المعرفة الدقيقة للحقائق التى تتعلق بالأمان النووى وذلك بافتراض حوادث وأحداث تنتج عن عطل الأجهزة وفشلها فى أداء مهمتها أو عن أخطاء بشرية والعمل عل توفير كل الأجهزة المطلوبة للإقلال من احتمال حدوث هذه الأعطال.

بالإضافة إلى ما تقدم هناك أربع قواعد يرتكز عليها الأمان النووى:

١ – خطوط دفاعية متتالية: حيث تحتوى المنشآت النووية على عدد من خطوط الدفاع المتتالية والمستقلة كل منها عن غيره بحيث إذا حدث أى عطل لأحد هذه الخطوط أو لأى نظام خاص بالتحكم فى التفاعل المتسلسل أو بالتخلص من الحرارة لا يكون له أى أثر على المنطقة المحيطة.

٢ – ترتيبات ونظم الرقابة على المنشأة النووية: إن المسئول عن المحطة يجب أن يلتزم التزاما واضحا بكل الموضوعات المتعلقة بالأمان وعليه أن يقدم إلى السلطات المسئولة الدليل على أمان المنشأة التى يديرها من خلال تقارير دورية عن عمليات التشغيل، كما تقوم السلطات المسئولة عن التنظيم والأمان النووى بزيارات دورية للموقع.

٣ – اختبارطبى دائم: يتطلب الأمان النووى أن يكون هناك تحليل طبى دقيق ومتعمق لكل العاملين بالمنشأة والمنطقة المحيطة بها عند كل حادثة أو اشارة خطأ. بالإضافة إلى الفحص الطبى الدورى لكل العاملين.

٤ – الانفتاح على التقدم العلمى والفنى فى هذا المجال والاستفادة القصوى بكل تطور فيه.

سلسلة مشعة (ذات فاعلية اشعاعية)

Radioactive chain (radioactive family)

مجموعة من عناصر مشعة تتوالى بالانحلال واستحالة الواحد منها إلى الآخر وتؤدى فى النهاية إلى تكوين عنصر مستقر ليس له أى نشاط إشعاعى.

سم إشعاعى Radioactive poison

هذه الكلمة تشير إلى مواد المفاعل التى تمتص النيوترونات وتزيلها من قلب المفاعل وبذلك تؤدى إلى الإضرار باستمرارية التفاعل الانشطارى الذى يجرى فى قلب المفاعل. وهناك نوعان من السموم يستخدمان للتحكم فى المفاعل الذى يتم التحكم فيه عن بعد. النوع الأول، مادة ماصة للنيوترونات تصنع منها قضبان التحكم. وهى التى يتم التحكم فى المفاعل بتحريكها داخل وخارج المنطقة الفعالة للوقود. وكلما تحركت قضبان التحكم إلى أعلى قلب المفاعل فإن أغلب النيوترونات فى قلب المفاعل سوف تكون متاحة للامتصاص فى الوقود وبما يؤدى إلى استمرار التفاعل المتسلسل فى المفاعل. وعند الحاجة للإيقاف السريع يتم إسقاط قضبان التحكم إلى داخل قلب المفاعل .أما النوع الثانى من السموم التى تستخدم للتحكم فى النيوترونات فهى المواد المذابة فى المبرد والمبطىء، وهى عبارة عن محلول البورون شديد الفعالية للامتصاص. وهذه السموم السابقة يمكن التحكم فيها . وهناك نوع آخر من السموم لا يمكن التحكم فيها مثل الزينون والساريوم.

سم قابل للحرق Burnable poison

مادة تمتص النيوترونات (أو سم لها) مثل البورون، عندما تدمج عن قصد فى الوقود أو غلاف الوقود فى المفاعل النووى تحترق تدريجيا (تتحول إلى مادة غير ماصة) بتأثير التشعيع النيوترونى، وبذلك تعوض هذه العملية عن الفقد فى التفاعلية الذى يحدث باستهلاك الوقود وتراكم منتجات الانشطار السامة، كما أنها تحافظ على بقاء الخصائص المميزة الإجمالية للمفاعل ثابتة تقريبا فى أثناء استخدامه. (انظر : سم اشعاعى)

سمك النصف Half thickness

هو السمك الذى تصبح عنده شدة الإشعاع النافذ فيها مساوية نصف شدته الأصلية إذ إن الإشعاع يمتص طبقا لدالة لوغاريتمية. ونعنى ب "الدالة اللوغاريتمية " ببساطة، أنه إذا أنقص سمك معين من المادة شدة أشعة جاما إلى النصف (سمك نصف الشدة) فضعف هذا السمك ينقصها إلى الربع، وثلاثة أمياله ينقصها إلى الثمن وهلم جرا .ويفسر سمك نصف الشدة فى امتصاص أشعة جاما على أنه طول المسار الذى يكون فيه احتمال استنفاذ فوتون أشعة جاما يساوى ٢/١، وبمضاعفة هذا الطول يزداد الاحتمال إلى٢/١ + (٢/١×٢/١) = ٤/٣ وهلم جرا . (انظر : حواجز الوقاية الإشعاعية)

السموأل المغربى Al – Smawaal Al - maghriby

عاش السموأل المغربى فى القرن الثانى عشر الميلادى، وكان قد نشأ فى بغداد، وتخصص فى أول أمره فى الطب وعلوم الرياضة. ثم مارس صناعة الطب فى العراق، وسوريا، وكردستان، وأزربيجان. وأخيرا استقر فى مراغة شمال غرب فارس. وهناك اعتنق الإسلام. حيث توفى عام ١١٧٥م.

دلت الأبحاث على أسبقية السموأل فى الوصول إلى كثير مما كان ينسب إلى غيره وربما جاءوا بعده بقرون. وخاصة فى علم الجبر. وتوجد فى اسطنبول مخطوطتان فريدتان. عالج فيهما السموأل موضوعات علم الجبر. تحت اسم " الباهر فى الجبر" وقد نشر بعض الباحثين ملخصات هذه الأعمال الرائدة. كما حقق فريق آخر ضمن

أنشطة المركز القومي للبحوث العلمية بباريس، محتويات المخطوطتين، مع تقديم باهر باللغتين العربية والفرنسية. ويمكن اعتبار جبر السموأل امتدادا لمتعددات الحدود، التى أرسى قواعدها وأصولها العلماء المسلمون، من أمثال الخوارزمى. ولكنه يتضمن أسسا سالبة (الأعداد المرفوعة إلى قوى سالبة)، ومعاملات مختلفة، مثل $س^{-1}$، ب $س^{-جـ}$... . وتعد نظرية ذات الحدين والمتواليات العددية من أروع المجالات التى عالجها السموأل لأول مرة فى تاريخ العلم. والمعروف بعد عصر نيوتن، أن مفكوك المقدار (أ+ ب)^{ن} مثلا هو :

$أ^{ن} + ن\ أ^{ن-1}\ ب + (ن(ن-١)/٢)\ أ^{ن-٢}\ ب^{٢} + ... + ب^{ن}$.

وهذه الحدود على غرار ن، ،(ن-١)/٢ ،... هى التى ظهرت فى بعض جداول السموأل. ويناقش السموأل عمليات الضرب، والقسمة، والجذور التربيعية لمتعددات الحدود، باستخدام الأس السالبة، والمعاملات المختلفة. ويقدم السموأل أمثلة عددية، تمثل خطوات متتابعة ومتوالية، لما توصل إليه على صورة جداول، ثم يناقش بإسهاب ايجاد حاصل جمع بعض المتواليات العددية بطريقة الاستنباط، كما قدم نماذج لعمليات حسابية على بطاقات (كروت).

سميرة موسى (١٩١٧-١٩٥٢) Sameira Mosa

سميرة موسى
(١٩١٧ - ١٩٥٢)

هى عالمة الذرة المصرية أو مس كورى المصرية، الذى اغتيلت وهى فى رحلة علمية بأمريكا حيث حامت الشبهات حول دور الحركة الصهيونية وإسرائيل فى حادث وفاتها الغامض.

ولدت سميرة فى قرية سنبو الكبرى التابعة لمركز زفتى بمحافظة الغربية فى ٣ مارس ١٩١٧، بدأت مشوارها التعليمى، بمدرسة سنبو الأولية، حيث تمتعت بنبوغ مبكر، مما حفز والدها على الاستمرار معها فى كل مراحل التعليم - الذى كان لا يتمتع به كثير من نساء العصر - باذلا لها كل رخيص وغال. اتجه والدها إلى القاهرة العاصمة، مدينة الأضواء، والغليان السياسى فى ذلك الوقت الذى كانت فيه مصر تحت الاحتلال الانجليزى .لتلتحق سميرة موسى بمدرسة قصر الشوق وتكون من أوائل الشهادة الابتدائية، فتلتحق بعدها بمدرسة الأشراف الثانوية الخاصة التى أسستها وأدارتها الزعيمة النسائية نبوية موسى. وفى مدرسة الأشراف واصلت سميرة نبوغها إلى الدرجة التى تمكنت فيه من إصدار كتاب من تأليفها يحوى تلخيصا لمقرر السنة الأولى لمادة "الجبر الحديث "وهى مازالت بنفس السنة الدراسية طبقا لمواصفات وزارة المعارف، حيث ساعدها والدها بطبعه على نفقته الخاصة تشجيعا لها. فى عام ١٩٣٥ حصلت سميرة موسى على شهادة التوجيهية (الثانوية العامة) من مدرسة بنات الأشراف قسم علمى حائزة المركز الأول على القطر المصرى .دخلت سميرة موسى كلية العلوم ١٩٣٥ وأثبتت تفوقها أيضا فى سنوات الدراسة مما لفت نظر أستاذها العالم المصرى الفذ، د. على مصطفى مشرفة. نجحت سميرة موسى بتفوق عام ١٩٤٢ وكانت الاولى على دفعة البكالوريوس، وتم تعيينها أول معيدة بالكلية، واصلت دراستها العليا وكان موضوع رسالتها لرسالة الماجستير " : التوصيل الحرارى للغازات"، وموضوع رسالتها للدكتوراه " خصائص امتصاص المواد لأشعة إكس " حصلت عليها فى سنتين بدلا من مدة البعثة وهى ٣ سنوات وقد شهد بنبوغها أستاذها فى إنجلترا " فيلنت " وسجل تقديره لها رسميا فى خطاب بعث به إلى الجامعة ورد فيه " : إن تجارب سميرة موسى قد تغير وجه الإنسانية لو وجدت المعونة الكافية ." لقد جذبت إليها الأنظار وربما المخاطر أيضا من خلال تجاربها المذهلة حول إمكانية تصنيع القنبلة الذرية من معادن رخيصة متوفرة لدى دول العالم ومنها البلدان النامية، مطالبة بذلك بكسر احتكار هدا السلاح الفتاك. وفى محاولة منها للدعوة من أجل استغلال الطاقة الذرية فى خدمة قضايا السلام والتنمية أشرفت د. سميرة موسى على تنظيم مؤتمر استضافته كلية العلوم جامعة فؤاد الأول (القاهرة) تحت شعار " الذرة من أجل السلام "شارك فيه عدد كبير من علماء العالم، حيث صدر عن المؤتمر بيان حدد توجهات هامة لاستخدام الذرة من أجل التنمية والرخاء الإنسانى، ولقد قامت بمبادرة عملية، حيث تطوعت فى مستشفى القصر العينى لعلاج السرطان بالذرة.

تلقت د .سميرة موسى دعوة للسفر إلى الولايات المتحدة الأمريكية فى عام ١٩٥١ طبقا لبرنامج فولبرايت، وأتيحت لها فرصة لإجراء أبحاث فى معامل جامعة سان لويس بولاية ميسورى، واستطاعت أن تحصل على نتائج مذهلة. تلقت عرضا لكى تبقى فى أمريكا، ولكنها فضلت أن تعود إلى بلدها، وفى نهاية هذه الرحلة تلقت دعوة للاستجمام قبل العودة إلى مصر .وركبت د.سميرة موسى السيارة، وفى منطقة مرتفعة اندفعت السيارة لتسقط فى الهاوية، بينما قفز منها قندها واختفى إلى الأبد. ومن يومها ثار سؤال : من هو صاحب المصلحة فى الإنهاء المبكر لعالمة ذرة مصرية فى نبوغ د. سميرة موسى؟!

سناب SNAP

مصطلح مركب من الحروف الأولى للاسم الإنجليزى الذى يعنى أنظمة للقوى النووية المساعدة. وهو برنامج وضعته لجنة الطاقة الذرية الأمريكية لتطوير مصادر قوة نووية مساعدة صغيرة لاستخدامات متخصصة فى الفضاء والبر والبحر. واتبع فى ذلك اتجاهان للمعالجة، أولهما استخدام الحرارة الناتجة من انحلال النظائر المشعة لإنتاج الكهرباء مباشرة بالطرق الكهرحرارية أو الطرق الترمونية. وثانيهما استخدام الحرارة الناتجة من مفاعلات صغيرة لإنتاج

الكهرباء بالطرق الكهرحرارية، أو الطرق الثرميونية، أو بإدارة توربين صغير ومولد كهربائي.

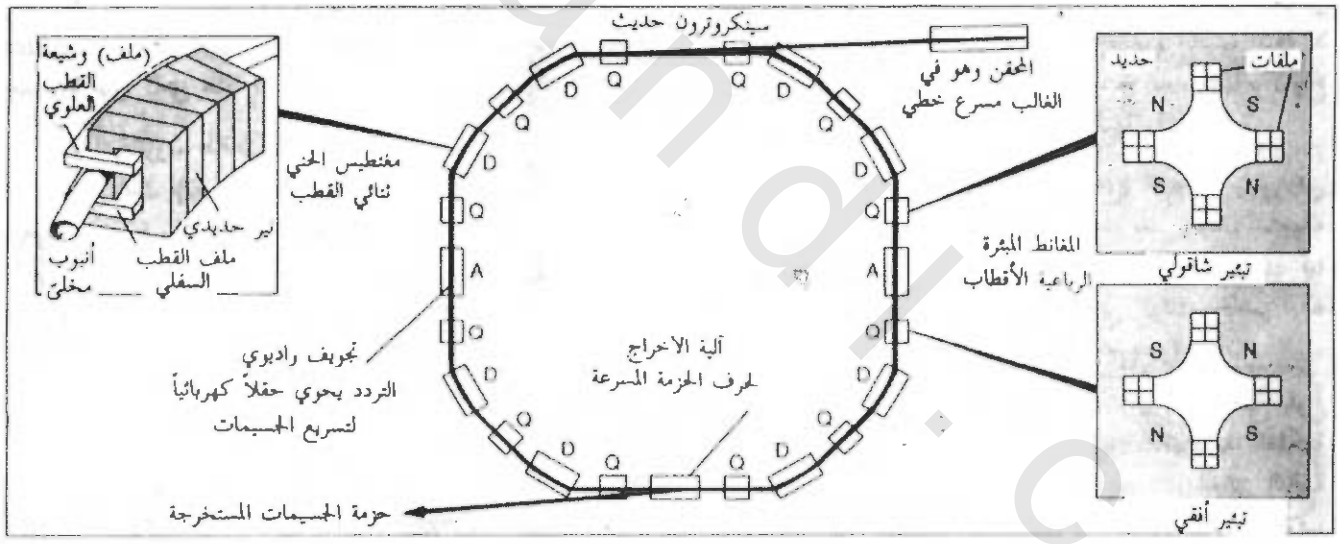
سينكروترون Synchrotron

جهاز كالسيكلترون إلا أن المجال المغنطيسي فيه يتزايد، وتردد المجال الكهربائي يتعدل بحيث تحتفظ الجسيمات المعجلة بمداراتها المستديرة فيه. ففي السينكروترون تنتقل الجسيمات على مسار دائري ثابت القطر توجهه حلقة من المغانط الكهربائية. وللحفاظ على الجسيمات في المسار ذاته يجب زيادة الحقل في المغانط بما يتماشى مع ازدياد سرعة الجسيمات ويتم الوصول إلى هذا بزيادة التيار في المغانط الكهربائية بشكل متوافق مع ازدياد التسارع. وبمواصلة الجسيمات كسبها للطاقة فإنها تستغرق زمنا متقاصرا (يتناقص تدريجيا) لتتم دورتها في الآلة. وهذا يعني أنه يجب زيادة تردد اهتزاز الحقل المطبق لكي نضمن أن الجسيمات تلاقي دائما حقولا مسرعة في النقاط المناسبة على طول الآلة. ولاتقوم المغانط في السينكروترون بحني مسار الجسيمات فقط. لأن عليها أيضا أن تبئر حزمة الجسيمات للمحافظة على أكبر عدد ممكن من الجسيمات من الشرود عن المسار المثالي وفي السينكروترونات الكبيرة، على وجه الخصوص، تنجز مهمتا الحني والتبئير بنوعين مختلفين من المغانط. فالمغانط الثنائية الأقطاب (قطبان عاديان) الطويلة تحني مسار الجسيمات في حين تقوم المغانط لرباعية الأقطاب quadrupole بتبئير حزمة الجسيمات.

يتكون السينكروترون الحديث من محقن (عادة مسرع خطي)، ومن حلقة المغانط ثنائية القطب ورباعيتة، ومن أنبوب الحزمة المزود بمضخات للحفاظ فيه على خلاء مرتفع ومن شيء أخير لكنه ليس الأقل شأنا وهو عدد من التجاويف الراديوية التواتر radio-frequency cavities التي هي حجرات معدنية جوفاء تنشأ فيها أمواج كهرطيسية مستقرة (موقوفة) وبذلك توفر الحقول الكهربائية لتسريع الجسيمات.

تقع السينكروترونات في مجال واسع من حيث حجومها: فأصغر السينكروترونات يقارب قطرها مترا واحدا أو نحو ذلك، في حين أن أضخمها في العالم له محيط يبلغ ٢٧ كيلو مترا. وهذه الآلة الضخمة هي مصادم الإلكترونات والبوزيترونات العملاق Large Electron Positron collider, LEP في المركز الأوروبي لأبحاث فيزياء الجسيمات " سيرن" قرب جنيف، والمصادم الضخم يسرع الإلكترونات والبوزيترونات في آن واحد.

انظر: مصادم الهدرونات الكبير، تيفاترون



الشكل يبين العناصر الأساسية في سينكروترون حديث حيث تقوم المغانط ثنائية الأقطاب ورباعيتها بحني حزمة الإلكترونات وتبئيرها

سنكروترون بروتوني Proton - synchrotron

سنكروترون يصلح بصفة خاصة لتعجيل البروتونات.

السنة الضوئية Light year

المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة وتبلغ عشرة ترليونات كم تقريبا رقم ١ أمامه ١٢ صفرا والسنة الضوئية تساوي ٦٣٠٠٠ مثل عن بعد الشمس عن الأرض.

سيبرج، جلين Seaborg, Glen

ولد العالم الأمريكي سيبرج في١٩ ابريل١٩١٢ في مدينة إشبمنج بولاية ميتشجان، حصل على شهادة البكالوريوس من كلية العلوم، جامعة كاليفورنيا عام ١٩٣٤، ثم حصل على درجة الدكتوراه من نفس الجامعة عام ١٩٣٧. قام سيبورج في الفترة من(١٩٤٠ – ١٩٥٢) (إجراء بحوث مع زميله ماكميلان على عناصر

جيلين سيبروج

ما وراء اليورانيوم وفى عام ١٩٤٠ تمكن من فصل البلوتونيوم ذى العدد الذرى ٩٤، وذلك بقذف ذرات اليورانيوم بالديوترونات). (ولقد اشتهر جلين سيبورج باكتشافه للبلوتونيوم ذلك المعدن الذى وصل سعر الطن منه إلى عشرات الملايين من الدولارات. وفى عام ١٩٤١ تمكن العالم سيبورج من الحصول على اليورانيوم ٢٣٣ من الثوريوم وهو عنصر قابل للانشطار ويعتبر وقود نووى مثل اليورانيوم ٢٣٥ والبلوتونيوم ٢٣٩. لقد اكتشف العالم سيبورج وزملاؤه مجموعة أخرى من عناصر ماوراء اليورانيوم ومنها الأميرسيوم-٩ والكوريوم٩٦ فى عام ١٩٤٤، وكذلك البركليوم-٩٧ فى عام ١٩٤٩ والكاليفورنيوم-٩٨ فى عام ١٩٥٠، والأينشتينوم - ٩٩ فى عام١٩٥٢ والفيرميوم-١٠٠ فى عام ١٩٥٣ وكان آخرها النوبيليوم فى عام ١٩٥٨. ولقد سميت هذه السلسلة(ما وراء اليورانيوم) بعائلة الاكتينيدات وقد كان للبروفيسور سيبورج فضل كبير فى اكتشافها، كما ساعد فى إجراء الطرق الصناعية لفصل العناصر الثقيلة ومنها البلوتونيوم. حصل سيبورج على جائزة نوبل فى الكيمياء مناصفة مع زميله إدوين ماكميلان فى عام ١٩٥١ لاكتشافهما لعناصر ما وراء اليورانيوم. تولى العالم الكبير رئيسا للجنة الطاقة الذرية الأمريكية فى الفترة (١٩٦١ -١٩٧١)، ومن أهم مؤلفاته كتاب " الإنسان والذرة " الصادر عام ١٩٧١.

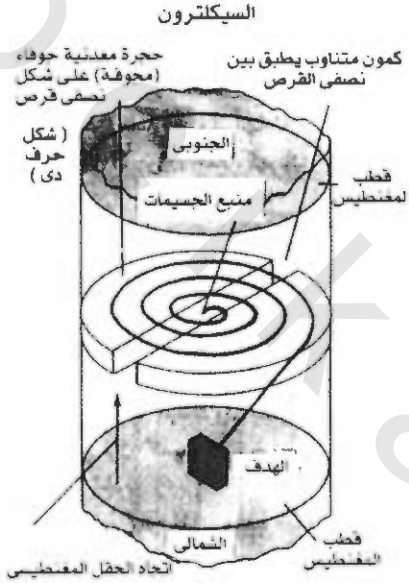
(أنظر مادة بلوتونيوم).

سيفرت Sievert (SV)

وحدة قياس الجرعة المكافئة أو الجرعة الفعالة من الإشعاعات. والسيفرت هو كمية الطاقة من الاشعاعات التى تدخل الجسم بما يكافىء جول لكل كجم من وزن الجسم.

سيكلوترون Cyclotron

جهاز لقذف نوى الذرات فى وسطه نصفا صندوق اسطوانى موضوع بين قطبى مغناطيس كهربائى قوى. (يفرغ النصفان من الهواء ثم يشحنان تبادليا بمذبذب) فينتج عن ذلك تعجيل البروتونات والديوترونات والجسيمات الأخرى المشحونة فى مسارات حلزونية تبدأ من المركز بحيث تصل إلى طاقة عالية عند نهاية المسار، حيث تقذف الجسيمات نوى الذرات المستخدمة كهدف. ولولا وجود المغناطيس لانطلقت الجسيمات مسرعة فى خط مستقيم، وأفلتت قبل أن تكون قد اكتسبت سرعة كبيرة، ولكن المغناطيس يعمل على انحناء مسارها، والاحتفاظ بها داخل الصندوق حيث تدور وتدور، وفى كل دورة تزيد سرعتها، حتى تنطلق فى آخر المرحلة بسرعة وطاقة هائلتين.



السيكلترون

فى السيكلترون تسلك الجسيمات المشحونة الصادرة من منبع فى المركز طريقا حلزونيا آخذا فى الاتساع حتى تبرز منه لتصدم الهدف. يقوم الحقل المغنطيس بحنى مسارات الجسيمات فى حين يقوم الحقل المتناوب بين النصفين الأجوفين بتسريعها.

سيناريو أسوأ حالة (للحوادث النووية)

Scenario, worst case

على أساس من التشاؤم، يتم وضع سيناريو لأعظم الحوادث النووية الجسيمة يمكن تصورها، والتى تنبعث على إثرها النويدات المشعة من المنشأة النووية إلى الغلاف الحيوى، مع وجود الفروض الواقعية. وهو سيناريو لأسوأ الحالات الذى ربما يصعب تعريفه. وهكذا يوضع بالتتابع مجموعة من السيناروهات الحذرة والواقعية فى نفس الوقت، ومن خلال تحاليل للحساسية وعدم التحقق من الأمان، وذلك من أجل تغطية سيناريوهات أخرى أقل عواقب.

(ش)

شادويك، جيمس (١٨٩١ - ١٩٧٤) Chadwick , James

جيمس شادويك (١٨٩١ – ١٩٧٤)

ولد العالم الإنجليزى جيمس شادويك فى مدينة مانشيسنر بإنجلترا فى ٢٠ أكتوبر ١٨٩١. ودرس فى جامعات مانشيستر وكامبردج وبرلين، بدأ شادويك باحثا صغيرا بجامعة برلين عام ١٩١٤ وكان أول من استطاع الحصول على طيف جسيمات بيتا الصادر من المواد المشعة والذى مكن العالم ولفجانج باولى من وضع نظرية وجود جسيم النيوترينو عام ١٩٣١. كذلك كان شادويك أول من استطاع قياس الشحنة الكهربية فى نواة الذرة باعتماده على قياس التناثر المطلق لجسيمات الفا. كما عمل "شادويك" أيضا مع العالم هانز جايجر فى جامعة برلين قبل الحرب العالمية الأولى على النشاط الإشعاعى. ثم واصل دراساته العليا بكلية العلوم بجامعة ماشيستر تحت إشراف العالم الكبير رذر فورد. الذى واصل معه أبحاثه أيضا بمعمل كافنديش بجامعة كامبردج عام ١٩١٩، حيث أسفرت هذه الأبحاث الهامة عن اكتشاف جسيم النيوترون عام ١٩٣٢، ذلك الاكتشاف الذى كان بداية لعصر جديد للدراسات الخاصة بالطبيعة النووية النظرية والعملية لفهم نواة الذرة، والذى أهله أيضا لنيل جائزة نوبل عام١٩٣٥. ومع بداية الحرب العالمية الثانية عمل فى إنجلترا على فصل اليورانيوم ونظائره ثم انتقل على رأس فريق العلماء البريطانيين إلى الولايات المتحدة الأمريكية للعمل فى مشروع منهاتن الخاص بتصنيع القنبلة الذرية. لقد حصل العالم الإنجليزى على وسام الاستحقاق من الولايات المتحدة الأمريكية فى عام ١٩٤٦ اعترافا بفضل مشاركته الفعالة فى نجاح التوصل إلى صنع القنبلة الذرية، كذلك حصل على ميدالية كوبلاى فى عام ١٩٥٠ وميدالية فرانكلين فى عام ١٩٥١ كما حصل على لقب فارس عام ١٩٤٥. لقد كانت بحوثه مع رذر فورد أساسا فى مجال التحول النووى الصناعى باستخدام قذائف الفا. حيث استخدم رذر فورد هذا التحول باستخدام غاز النيتروجين حينما تحول إلى أكسجين عام ١٩١٩، ثم قام بعده شادويك بهذه البحوث مستخدما النيوترونات وأشعة جاما بدلا من جسيمات الفا.

توفى جميس شادويك "مكتشف النيوترون" بمدينة كامبردج فى إنجلترا فى ٢٤ يوليو ١٩٧٤

شارة تحذير من الإشعاع

Radiation warning symbol

علامة دولية حددت شكلها وأوصافها الجهات الرسمية على هيئة ثلاث قطاعات دائرية سوداء اللون على خلفية صفراء، ويجب أن تكون هذه العلامة ظاهرة دائما لتبين أن هناك خطرا إشعاعيا، كما فى حالة وجودها على المنتجات مثل عبوات النظائر المشعة التى يجرى تداولها أو نقلها. (أنظر الشارة بملحق الصور الملونة).

ابن شاكر، أحمد (؟-٢٥٩هـ)(؟-٨٧٣م)

Ebn Shaker Ahmed

أحمد بن موسى بن شاكر، نشأ فى بيئة علمية، حيث كان أبوه عالما، كما كان أخواه محمد وحسن كذلك، حتى صار هؤلاء الإخوة الثلاثة علامة بارزة فى تاريخ العلوم عند المسلمين. حيث ترك هؤلاء الإخوة الثلاثة ابتكارات هندسية وميكانيكية كان لها أثر كبير بعد ذلك. كما اشتركوا فى تصنيف عدة مؤلفات علمية، وكان أحمد أبرعهم فى علم الحيل "الهندسة الميكانيكية". وقد اشترك الإخوة الثلاثة بأمر من الخليفة المأمون فى فريق عمل لقياس محيط الأرض فى صحراء سنجار فى شمال العراق، وفى صحراء تدمر شرقى سوريا.

وقد أبدع أحمد مع أخيه محمد فى صنع ساعة نحاسية كبيرة. كما ابتكر بنفسه، آلة للزراعة والفلاحة، تحدث صوتا تلقائيا كلما ارتفع الماء فى الحقل إلى حد سقايته. كما أبدع للقصور والحدائق فى عصره عددا من النوافير. كما ابتكر تركيبات ميكانيكية تسمح للأوعية بالامتلاء تلقائيا كلما فرغت وتوقف امتلاءها عند حد معين. كما اخترع مع إخوته آلات ميكانيكية تعتمد على نظرية عدم الخلاء فى اى شىء، كما ابتكر معهم كذلك طريقة لإنشاء الشكل الإهليلجى، أى الشكل البيضاوى، ولا تزال هذه الطريقة تستخدم فى عصرنا الحديث. ويعزى إلى أبناء موسى بن شاكر أنهم قالوا بنظرية الجاذبية العمومية بين الأجرام السماوية، وهى الجاذبية التى تجعل هذه الأجرام تدور فى فلكها. أبدع أحمد مع أخيه محمد كرة نحاسية ضخمة تمثل الكرة الأرضية. كانت ترتفع فوق بناء أمام مرصد سامرا. وفى هذه الكرة صور النجوم، ورسوم البروج. فإذا أفل فى السماء نجم اختفت صورته من هذه الكرة فى اللحظة نفسها. وإذا أشرق نجم فى السماء أشرقت صورته فى هذه الكرة فوق خط الأفق.

لأحمد بن شاكر فى علم الهندسة الميكانيكية: " كتاب الحيل"، و"وصف الآلة التى تعمل بنفسها". و"القرسطون". و"الآلات الحربية". وله فى الرياضيات: "المخروطات". "ومعرفة الأشكال الكرية والبسيطة" وقد ترجم إلى اللاتينية. وله: " قياس المساحات

المسطحة والمستديرة" وقد ترجم إلى اللاتينية وله كتب أخرى فى علم الفلك وهذه الكتب ألفها بالاشتراك مع إخوته.

شبيكة (نظام تشابكى) Lattice

فى المفاعلات الذرية : لفظ يطلق للدلالة على الجزء الذى تجعل فيه المواد المنشطرة وغير المنشطرة وهى مادة المهدىء (أجزاء منفصلة بعضها عن الآخر)، وموزعة توزيعا هندسيا منتظما. وفى فيزياء الجوامد يقصد بهذا اللفظ التوزيع الهندسى للذرات فى مادة بلورية.

الشحنة الأولية Elementary charge

يستخدم التحليل الكهربى فى تحديد الشحنة الأولية، أى شحنة الإلكترون الواحد. ويعتبر التحليل الكهربى عملية لنقل الكهرباء خلال المحلول بواسطة الذرات .فمثلا فى التحليل الكهربى لمحلول نيترات الفضة، تحمل كل ذرة من الفضة شحنة موجبة تعادل شحنة الإلكترون، وتذهب بها إلى الأقطاب حيث تترسب عليها .وقد وجد أنه إذا مرت كمية من الكهرباء قدرها كولوم واحد فى محلول من نيترات الفضة فسوف يترسب على المهبط ١١٨ و١ مليجرام من الفضة. ومن ذلك يمكن حساب كمية الكهرباء اللازمة لنقل- أى ترسيب - الوزن الذرى للفضة أى ٨٧و١٠٧ جراما، حيث تساوى.

(٨٧،١٠٧ ٥ ١٠٠٠) / ١١١٨ = ٩٦٤٩ كولوم. وحيث أن الوزن الذرى يحتوى على (ل) ذرة حيث (ل =عدد افجادرو، فإن الشحنة التى يحملها الإلكترون تساوى

٩٦٤٩٠/ ل = ٩٦٤٩٠/ ٦٠٢٣و ٥ ١٠ ^{٢٣} =

١،٦٠٢ ٥ ١٠ $^{-١٩}$ كولوم .وهى أصغر شحنة كهربية موجودة فى الطبيعة، ولذلك تسمى الشحنة الأولية.

شحنة كهربية Electric charge

كمية من الكهرباء الموجبة أو السالبة التى تنتج من نقص أو زيادة الإلكترونات على الترتيب. أول من أطلق مصطلح سالب وموجب على الشحنتين الكهربائيتين المختلفتين فى النوع هو: بنيامين فرانكلين، وكان رجل دولة وعالما فيزيائيا وفيلسوفا وناشرا أمريكيا (١٧٠٦-١٧٩٠).

شحنة موجبة Positive charge

الوحدة الأساسية للكهرباء التى يحملها البروتون. وكذلك الشحنة الكهربائية - نوعا ومقدارا - التى تبقى عندما تفقد ذرة هيدروجين إلكترونا واحدا .وهى أيضا الحالة الكهربائية التى يصير إليها جسم متعادل كهربيا عندما يفقد إلكترونا.

شدة Intensity

كمية الطاقة- أو عدد الفوتونات أو الجسيمات من أى إشعاع- الساقطة على وحدة المساحات أو المنسابة داخل وحدة الزوايا المجسمة فى وحدة الزمن. وفيما يتعلق بالنشاط الإشعاعى هى عدد الذرات التى تتفت فى وحدة الزمن. (انظر: فيض).

شرنوبيل، حادثة Chornobyl, accident

وقعت الحادثة بعد منتصف ليلة ٢٦ أبريل ١٩٨٦ ولم تعلن السلطات السوفيتية عن الحادثة إلا يوم ٢٨ أبريل بعد أن أكدت أجهزة القياس الموزعة حول إحدى محطات القدرة النووية فى السويد وجود زيادة غير عادية فى المنسوب الإشعاعى ولقد ظن أن هذه الزيادة تعود إلى خلل فى محطتهم النووية -إلاأنه بعد التأكد من عدم وجود خلل بالمحطة ومن خلال قياس التوزيع الإشعاعى بالمنطقة ومعرفة اتجاه الريح أعلن بالسويد أن هذه الزيادة تعود إلى وجود سحابة إشعاعية مصدرها الاتحاد السوفيتى (السابق).

وفى ٢٨ من أبريل ١٩٨٦ أعلن الاتحاد السوفيتى رسميا أن حادثا قد وقع فى أحد المفاعلات النووية فى تشيرنوبل والتى تقع على بعد ١٣٠ كيلومتر شمال مدينة كييف بجمهورية أوكرنيا السوفيتية، وأن الحادث وقع فى أحد أركان الوحدة الرابعة من الفاعلات وأدى إلى هدم جزء من المفاعل والإضرار به وأدى إلى تسرب بعض المواد المشعة.

ولقد ذكرت بعض التقارير التى أعلنت أن سبب الكارثة يرجع إلى خلل مفاجئ فى الطاقة الكهربية وتم تشغيل مولد طوارئ على الفور إلا أن ذلك كان عديم الجدوى. وعليه توقفت مضخة التبريد الرئيسية فى المفاعل عن العمل ولم تعمل المضخة الاحتياطية. مما أدى إلى زيادة حرارة المفاعل وانصهار الوقود واحتراق الجرافيت وصعود النيران .ولإطفاء الحريق قامت وحدات من الجيش السوفياتى بإسقاط رمل مبلل ورصاص والبورون الماص للنيترونات بالطائرات العمودية على موقع المحطة .وقد نتج عن هذ الحادث انطلاق ١٠×١.٥ ^{١٨} بيكرل من النويدات المشعة وأهم مكونات المواد المنطلقة الغازات المشعة والسيزيوم ١٣٧ والسيزيوم ١٣١، والترونشيوم ٩٠.

شعاع Beam

حزمة من الطاقة الإشعاعية - كالضوء -ذات مقطع عرضى صغير. وكذلك سيل من الجسيمات كأشعة المهبط (مهبط الكاثود) (وأشعة الفا).

شكل بيانى Graph

شكل بيانى يحدد العلاقة أو الارتباط بين متغيرين أو أكثر، مثل العلاقة بين المسافة والزمن لجسم متحرك، أو الضغط والحجم فى محركات الاحتراق الداخلى.

شمس Sun

النجم الذى فى مركز النظام الشمسى والذى تدور حوله الأرض وكواكب أخرى .يبلغ قطر الشمس نحو ١٣٩٠٠٠٠ كم ودرجة حرارة سطحها نحو ٥٥٠٠ درجة مئوية وكتلتها ٣٣٢٠٠٠ مرة من كتلة الأرض تقريبا .وهى على بعد متوسط من الأرض يبلغ ١٤٩٧٠٠٠٠٠كم.

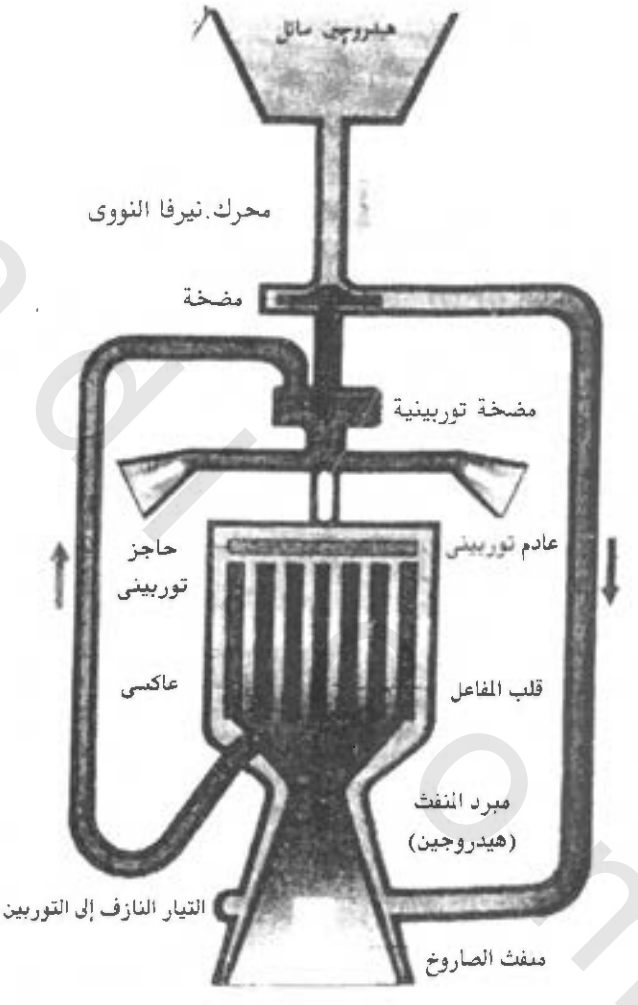
شهاب Lighting star

جسيم فى الفضاء يتكون من صخر أو من حديد ونيكل أو خليط منها، يأخذ فى الاحتراق عند دخوله الغلاف الجوى للأرض فينبعث منه ضوء مسحوب .يقال له أيضا: النجم الثاقب.

(ص)

صاروخ نووى Nuclear Rocket

صاروخ يسير بواسطة آلة تستمد الطاقة اللازمة لتسخين مائع الدفع (مثل الهيدروجين) من مفاعل نووى بدلا من الاحتراق الكيميائى. ولقد قامت الولايات المتحدة فى الستينات من القرن العشرين ببناء صواريخ نووية حرارية واختبرتها على الأرض فى سبق برنامج أطلق عليه Rover/NERVA لتطوير صاروخ نووى لطيران الفضاء (وهو برنامج مشترك بين لجنة الطاقة الذرية والإدارة الوطنية للطيران). وتولد هذه المحركات الدفع بجعل الهيدروجين السائل يتدفق عبر مفاعل نووى ذى قلب صلب. ويسخن الهيدروجين إلى أكثر من ٢٥٠٠ درجة سيلزية ويندفع عبر صنبور الصاروخ بسرعة عالية، ويولد الدفع النووى من الزخم (كمية الحركة) momentum لكل كيلوجرام من الوقود ضعف ما تولده أفضل الصواريخ الكيميائية. فأفضل الصواريخ الكيميائية التى تعتمد على التفاعل بين الهيدروجين والأكسجين تمنح السفينة الفضائية التى تغادر مدارها حول الأرض زيادة فى سرعتها العظمى قدرها ١٠ كم فى الثانية، وبالمقابل فإن الصواريخ النووية يمكن أن تمنح السفينة زيادة فى سرعتها العظمى تصل إلى نحو ٢٢ كم فى الثانية. ثم إنه يمكن استعمال المفاعلات أيضا لتوليد الكهرباء اللازمة للسفينة الفضائية. وإن مركبة مأهولة، وزنها ١٧٠ طنا وتحوى ثلاث صواريخ نووية ونحو ٩٠ طنا من الهيدروجين السائل، يمكنها أن تصل إلى المريخ فى ستة أو سبعة أشهر. بيد أن العقبة الكبيرة هى المعارضة الشعبية لوضع مفاعل نووى فى الفضاء — وهى مشكلة تواجه أيضا كثيرا من أنظمة الدفع الأخرى. هذا ولم تمول ناسا بحوثا فى المفاعلات التى تحمل إلى الفضاء طوال قرابة عقد من الزمان. وفى أواخر الثمانينات كان ضمن مشروعات وزارة الدفاع الأمريكية فى هذا المجال برنامج للدفع الحرارى النووى إلى الفضاء، وكان الهدف من هذا البرنامج ابتكار محرك نووى خفيف الوزن ومتراص للاستعمالات الدفاعية، مثل إطلاق حمولات ثقيلة إلى مدار أرضى عال. وكان حجر الزاوية فى التصميم المطلوب هو مفاعل فرش جسيمى particle bed reactor (PBR) يتكون وقوده من جسيمات صغيرة مرصوصة من كربيد اليورانيوم الملبس بكربيد الزركونيوم. (قارن: الدفع البحرى النووى).



يقوم المحرك النووى الصاروخى من طراز (نيرفا) بضخ الهيدروجين السائل حول العمود الفعال لمفاعل نووى. حيث يتبخر الهيدروجين بفعل الحرارة الهائلة، ويتمدد بسرعة، ويندفع خارجا من المنفث. فينتج الدفع المطلوب.

صبغية Cromosome

يسمى كذلك الكروموسوم. واحد من الأجسام الخيطية الدقيقة (المجهرية) التى تحمل الصفات الوراثية تتكون من مادة الكروماتين فى

نواة الخلية قبيل الانقسام الخلوى. عدد الصبغيات ثابت فى كل نوع من أنواع الكائنات الحية، وكذلك أحجامها وأشكالها.

صدع (أوشرخ) التآكل الإجهادى
Stress corrosion cracking

فى تكنولوجيا الوقود النووى، يلعب التأثير المشترك للنواتج الإنشطارية، كاليود أساسا، والإجهادات أو الانفعالات دورا هاما، كما ينتج شرخ اجهاد التآكل، الذى ربما يدمر غلاف الزركونيوم تحت تأثير حالات تهيج ووثبات القدرة الطاقية.

صفر أرضى Ground zero

النقطة الواقعة على سطح الأرض أو الماء رأسيا فوق مركز انفجار تفجير نووى، أو تحته، ويفضل استخدام المصطلح "صفر سطحى" فى حالة الانفجار فوق الماء أو تحته.

الصفر المطلق Absolute zero

نقطة بداية تدرج الحرارة المطلقة (– ٢٧٣ ٠م)، وهو درجة الحرارة التى تتوقف عندها كل حركة حرارية فى المادة وعندها تنعدم المادة.

صمام (محبس) Valve

عنصر مكنى يستخدم بمثابة محبس أو وسيلة لسد منفذ مسار ما أو تغطية مساحته جزئيا أمام المواد السارية (سوائل أو غازات أو أبخرة) فىالأنابيب أو الأوعية المغلقة. ومن أنواعه صمام الأمان Safety valve وهو الصمام الذى ينفتح تلقائيا عندما يزيد الضغط على قدر معين سبق تحديده فى الأوعية.

صمام ثرميونى (بالتأثير الحرارى)
Valve Thermionic

تستخدم مصطلح صمام ثرميونى (أنبوب مفرغ) لوصف أنواع من الأجهزة الالكترونية، كلها جميعا ذات خاصيتين بارزتين: (كلها محتواه فى وعاء زجاجى محكم تم تفريغه من الهواء) التوصيلات الكهربائية إلى الأجزاء الداخلية تكون من خلال قاعدة الوعاء. وهى تحتوى على باعث إلكترونى ثرميونى وهو عادة ما يكون معدنا معالجا بطريقة خاصة يبعث الإلكترونات عند تسخينه بمسخن كهربائى ، وقد أوضح " ج.ج. طومسون "هذا التأثير عام ١٨٧٧.

صمام ثنائى Diode

يطلق مصطلح صمام ثنائى على كل من أنبوب التفريغ، أو أداة من مادة شبه موصلة للكهرباء، مزودة بطرفى توصيل كهربائيين، وتوجد الصمامات الثنائية، فى مجموعة كبيرة من الدوائر الإلكترونية المتنوعة؛ ولعل أكثر استخداماتها الهامة فى موحدات التيار. والموحد دائرة كهربائية، تستخدم لتحويل منبع القدرة ذى التيار المتردد (وهو منبع بتيار متردد، حيث يمر التيار أولا فى اتجاه معين، ثم فى الاتجاه المعاكس) إلى منبع قدرة ذى تيار مستمر، ويمر التيار فيه فى اتجاه واحد فقط. وقد استبدلت بالصمامات الثنائية حديثا أشباه الموصلات على نطاق واسع، فيما عدا بعض الاستخدامات الصناعية

صمام ثلاثى Triode

يتكون الصمام الثلاثى من انود وكاثود مشابهين للأنود والكاثود فى الصمام الثنائى. بالإضافة إلى ذلك فإنه يحتوى على شبكة تحكم معدنية gridتوضع بين الكاثود والأنود ولكنها أقرب نسبيا للكاثود. ويمكن توصيل الشبكة المعدنية بقطب موجب أو سالب، وبذلك يمكن التحكم فى عدد الإلكترونات التى تتحرك من الكاثود إلى الأنود، أى التحكم فى شدة التيار .فزيادة الجهد الموجب للشبكة يؤدى إلى زيادة عدد الإلكترونات التى تصل إلى الأنود من الكاثود ، أى زيادة شدة تيار الأنود، وبذلك يمكن استخدام الصمام الثلاثى فى تكبير التيار عن طريق تغيير جهد الشبكة، حيث يعد استعماله كمكبر أهم استعمالاته الكثيرة. (انظر مادة :مكبر).

صندوق قفازى Glove box

خزانة محكمة الإغلاق مزودة بقفازات مركبة على فتحات تنفذ إلى داخلها، ويستطيع العاملون باستخدام تلك القفازات معالجة المواد المشعة من الخارج وهو آمنون.

(ض)

ضابط كيميائى Chemical shim

مادة كيميائية مثل حمض البوريك توضع فى مبرد المفاعل للتحكم فى المفاعل بامتصاص النيوترونات.

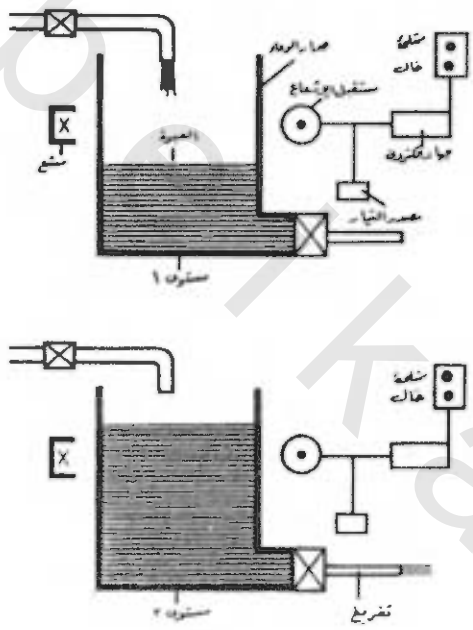
ضبط الجودة Quality control (QC)

ضبط الجودة، أسلوب إدارى تكنيكى لتقييم المنتجات المصنعة، حتى تحوز رضا التاجر والمستهلك، وللحد من ارتفاع تكلفة المنتج، عن طريق استبعاد السلع المعيبة، وخفض نسبتها فى المنتجات إلى أقل حد ممكن. وتبدأ عملية ضبط الجودة، بمراقبة مواصفات السلعة، التى تقع فى أحد قطاعين، هما المواصفات القياسية الرسمية أو القانونية التى تختص بالسلامة والأمان ومنع التلوث وغيرها؛ والمواصفات القياسية التى يحددها المصنعون (جهات التصنيع أنفسهم)، تجاه تصميم المنتج، وأسلوب تصنيعه، وخطوات التصنيع، وطرق الاختبار، وعناصر التكلفة .ويتم التفتيش على ضبط الجودة عادة، عن طريق هيئات عامة أو رسمية، أو بوساطة المصنعين أنفسهم. وتجرى بعض اختبارات لضبط الجودة، بتعريض المنتج الصناعى للاستخدام الفعلى. مثال ذلك: تعريض أحد أجزاء مكنة تم تصنيعها للاجهادات، لتحديد مدى تحمله، والفترة الزمنية التى تستغرق، حتى يتآكل هذا الجزء أو ينكسر، أو اختبار أية سيارة من على خط التجميع، لتجربتها فى كافة الأجواء والطرق الشاقة، ولمسافة آلاف الأميال، فى المضمار المخصص لهذا الغرض. وبعد التجربة، تفكك أجزاء السيارة والموتور والفرامل لفحصها، وتحديد مدى تحملها، وما يجب تعديله، سواء فى الهيكل أو الموتور أو العيوب الموجودة .وقد أصبح ضبط الجودة، جزءا أساسيا فى عملية التصنيع الفعلية .وتتم عمليات ضبط الجودة من خلال ما يسمى" بالاختبار غير المتلف". هذا ويعتبر هذا التكنيك على غاية الأهمية فى مجال الصناعة النووية، نظرا لما تتعرض له من مخاطر فى حالة وجود أية عيوب أو إخلال بالمواصفات القياسية لأى من مراحل إنشاء أو تشغيل المحطة النووية، وخاصة الأجزاء الرئيسة للمفاعل النووى والمحتوى الخارجى له.

(انظر مادة: اختبار غير إتلافى).

ضبط المنسوب Level gauging

طريقة لضبط منسوب السائل أو غيرها فى الخزانات أو الأحواض باستخدام النويدات المشعة، ويتم ذلك بطريقة اوتوماتية .وتتلخص الطريقة - فى ابسط صورها - فى وضع مادة مشعة فى جهة من الوعاء وكاشف إشعاع (أنبوبة عداد) فى الجهة الأخرى وفى نفس المنسوب. وبذلك فإن الإشعاعات تخترق الوعاء مكونة حاجزا إشعاعيا عند الحد الأقصى والحد الأدنى للسائل، فإذا ارتفع منسوب السائل عن الحد الأقصى أو انخفض عن الحد الأدنى تظهر إشارة ضوئية أوصوتية أوكهربية من مؤشر متصل بأنبوبة العداد .كذلك فإنه يمكن توصيل المؤشر بجهاز ضبط يعمل على تصحيح المنسوب اوتوماتيا.



الضغط الجوى Atmospheric pressure

الضغط الناشىء من الغلاف الجوى ويختلف باختلاف الزمان والمكان. أما الضغط الجوى القياسى فهو الضغط الناشىء عن عمود من الزئبق طوله ٧٦٠ مم عند درجة الصفر المئوية.

أما الضغط العيارى gauge pressure فهو الضغط المقاس بأجهزة قياس الضغط أعلى أو أقل من الضغط الجوى .فيكون ضغطا موجبا إذا كان أعلى من الضغط الجوى ويكون سالبا اذا كان أقل منه.

ضغط إشعاعى Radiation pressure

القوة التى يؤثر بها الإشعاع على وحدة المساحات من جسم ما. وكان ماكسويل هو أول من أثبت وجود ضغط الإشعاع (١٨٧١) وأنه نتيجة مترتبة على النظرية الكهرومغناطيسية للضوء. ثم جاءت التجارب بعد ذلك وأثبتت أن الضوء إذا سقط على سطح أثر بقوة فيه. ويمكن اثبات أنه إذا سقط الضوء على سطح أسود أوسطح يمتص كل ما يسقط عليه من

إشعاع، وإن الضغط p الواقع على السطح يتعين من المعادلة P=I حيث I هى كثافة الطاقة لوحدة الحجوم من الإشعاع.

ضغط الماء Water pressure

القوة التى يكبس بها الماء مساحة معلومة من جسم ما، وتزداد بازدياد عمق هذا الجسم فى الماء.

ضغط الهواء Air pressure

القوة التى يحدثها الهواء الجوى أو كمية محصورة من الغاز على وحدة مساحية ما .ويستخدم البارومتر لقياس ضغط الهواء الجوى.

ضمانات نووية Nuclear safeguards

تعقد الوكالة الدولية مع الدول الأعضاء ما يسمى باتفاقيات الضمانات، وهدف الوكالة من ذلك هو التأكد من عدم استخدام المواد والتجهيزات النووية إلى النشاطات العسكرية والحد من الوصول غير المشروع للمواد والمنشآت النووية عن طرق الحماية الطبيعية للمنشآت النووية مع وجود نظام صارم للأمن، ويشمل تطبيق هذه الاتفاقية مراقبة حركة المواد النووية ووضع السجلات لها وجردها والتفتيش عليها، وتعد هذه الاتفاقية ضمن متطلبات معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية (NPT)التى بدأ العمل بها فى مارس ١٩٧٠.

(ط)

طاقة Energy

يمكن تعريف الطاقة بمعناها الواسع بأنها الشغل المبذول. فالرصاصة التى تكون فى حالة حركة تمتلك طاقة بافتراض هذه الحركة، وهذه الطاقة التى تسمى بطاقة الحركة تعطى أو تنتقل إلى الهدف المصوبة نحوه .وإذا رفعنا كتلة إلى أعلى ضد اتجاه الجاذبية الأرضية، أصبحت لديها طاقة وضع، لأنها بذلت جهدا لتتحرك عن موضعها الأصلى. وكل من طاقتى الحركة والوضع، ما هما إلا صورتان من صور الطاقة المختزنة والمرتبطة بحركة الأجسام أو الجهد الذى تبذله كى تتحرك. وتتحول الطاقة من شكل إلى آخر، وبسهولة، كما يحدث فى بعض الحالات مثل البندول يشحن داخليا نتيجة حركة البندولية المتتابعة بطاقتى وضع وحركة .وبالطبع تكون مطلوبة فى مواقف أخرى، أدوات لتحويل الطاقة بطريقة صناعية من صنع الإنسان ففى محطة توليد الكهرباء، على سبيل المثال، يمكن إطلاق الطاقة الكيميائية للفحم أو زيت البترول بحرقه، فتنطلق على صورة حرارة تنتج البخار الذى تتحول طاقته الحرارية إلى طاقة دورانية، خلال مروره على توربين، ثم تتحول هذه الطاقة مرة أخرى إلى طاقة كهربائية، فى مولد كهرومغنطيسى مثل الدينامو، أو مولد للتيار المتناوب . ومن أشكال الطاقة الطبيعية الرئيسية، حرارة أشعة الشمس، التى تعمل على تصعيد الماء السطحى للبحار، فتثير السحاب الذى يستحيل مرة أخرى غيثا تسوقه الرياح، لينهمر متجمعا على التلال مياها جارية، ومن ثم يمكن استخدامها لتوليد الطاقة هيدروليكيا. وتشتق الصور الأخرى من الطاقة من الوقود الحفرى، المتكون عبر ملايين السنين عن تحلل النباتات وغيرها، ثم تعرضها للضغط. وكذلك من صور الطاقة النووية المتولدة، باستخدام المواد المشعة الموجودة فى الطبيعة. وإذا كان من الصعوبة إيجاد تعريف محدد لكنه الطاقة إلا أنه يمكن قياسها فقط كوحدات. حينما ننسبها بالكتلة. والسرعة. والحرارة، وهكذا. ومثال هذه الوحدات: الكالورى والوحدات الثيرمية والحرارية البريطانية، الوات ساعة (للطاقة الكهربائية)، باوند. قدم (للطاقة الميكانيكية)، جاوس. أوستد (لصناعة المغنطة الدائمة) .إلى غير ذلك من الوحدات. وعن طريق استخدام معاملات التحويل الرقمية المركبة أدى إلى الأخذ بوحدة فردية أساسية هى "الجول" نسبة إلى العالم الإنجليزى "جول".

طاقة الامتصاص الرنينى Energy of resonance absorption

مقدار الطاقة الذى يحدث عنده الامتصاص الرنينى فى مفاعل نووى.

طاقة الترابط Binding energy

طاقة الربط، هى تلك الطاقة التى تبذل لربط الأجزاء المكونة لجزىء أو ذرة أو نواة أحد العناصر، وهى اصطلاح يرتبط بالنواة، ويستخدم على الخصوص بشأنها؛ وهى أيضا مصدر كل نوعى الطاقة النووية الناتجتين بالانشطار أو الاندماج.

والحقيقة القائلة بأنه يمكن اعتاق كميات كبيرة من الطاقة من نويات الذرات، أمكن متابعتها عن طريق القياسات الدقيقة للكتل النووية، فقد وجد أن كتل النويات تكون أقل من حاصل جمع كتل البروتونات والنيوترونات المكونة لها .وقد أمكن حل اللغز فقط، من خلال معادلة "اينشتاين " الشهيرة، ط = ك * ع٢ حيث (ط=الطاقة) ،(ك=الكتلة)، (ع=سرعة الضوء). ولما كانت الكتلة والطاقة قابلين للتحول. فالكتلة المفقودة من أصل حاصل جمع كتلة مكونات النواة، راجعة إلى الطاقة التى تربط بين مكونات النواة ذاتها بعضها ببعض، وهذه هى طاقة الربط التى كانت تعرف أيضا فى البداية. بانحراف الكتلة، فإن بعض كتل

الجسيمات المكونة للنواة تحولت إلى طاقة، ومن ثم فإنه لفصل الجسيمات بكتلها الأصلية لابد من إمداد النواة بطاقة، تعادل على الأقل طاقة الربط.

طاقة التشوه Deformation energy

الطاقة اللازمة لتغيير النواة من الشكل الكروى فى نموذج قطرة السائل للنواة إلى الشكل الإهليلجى المجسم.

طاقة التفاعل Q - value

مقدار الطاقة التى تنبعث أو تمتص فى عملية تفتت أو تفاعل نووى. ويرمز لها بالرمز Q.

طاقة حركية Kinetic energy

الطاقة التى يكتسبها الجسم من حركته، أو مقدرة جسم على أداء شغل بسبب حركته وتساوى الشغل الذى يمكن أن يؤديه الجسم ضد المقاومات الخارجية حتى يسكن. (عند اصطدام قذيفة فإن قدرا كبيرا من طاقتها يتحول إلى حرارة).

طاقة نووية Nuclear energy

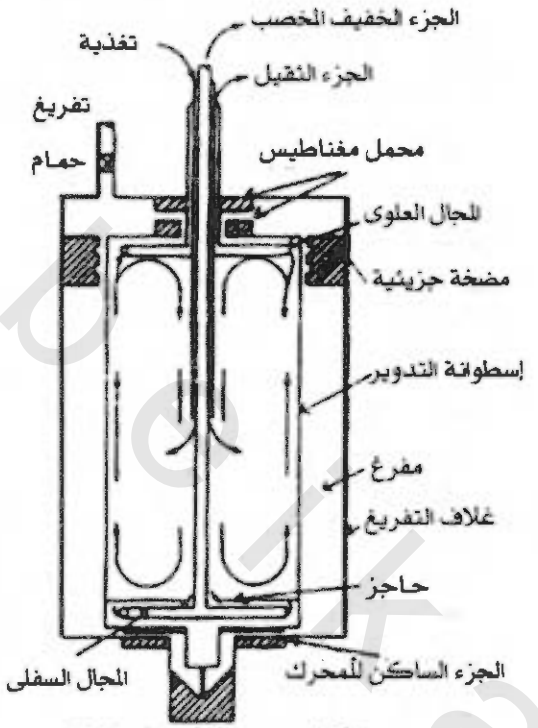
تنقسم النظائر المستقرة حسب العدد الكتلى إلى ثلاثة مجاميع هى العناصر خفيفة الكتلة ومتوسطة الكتلة وثقيلة الكتلة. وتعد العناصر متوسطة الكتلة هى الأكثر استقرارا، ولهذا فإن أنويتها تتطلب قدرا كبيرا من الطاقة لإعادة تنظيم دقائقها النووية. وعند شطر نوى العناصر الثقيلة الكتلة إلى عناصر أخف تنطلق طاقة يطلق عليها، طاقة الإنشطار النووى .أما التحام نواتين خفيفتين لتكوين نواة ثقيلة فيتسبب فى إنطلاق طاقة، تعرف بطاقة الاندماج .والطاقة النووية قد تكون على صورة حرارة أو ضوء أو إشعاعات أخرى. وهى غير الطاقة الكيميائية التى تنتج عن تفاعل النوى. وطاقة الشمس التى تصل إلى الأرض هى طاقة نووية (انظر مادة: طاقة الترابط).

طرد مركزى (طاردة مركزية) Centrifuge

تستخدم أجهزة الطرد المركزية للإسراع فى بعض عمليات الفصل، ويمكن إتمام عمليات استخلاص مادة الترسيب أو الفصل الطبيعى (الفيزيقى) (لجسم صلب أو سائل) ترشيح أو فصل سائلين لا يمتزجان، باستخدام جهاز الطرد المركزى فى ثوان قليلة، بدلا من الساعات الطويلة، التى يحدث فيها الفصل عادة، إذا ما ترك الخليط ساكنا. والعجلة التى تتولد بالقوة الطاردة المركزية، وتسمى أحيانا القوة النابذة المركزية، تبلغ عدة مئات إلى ملايين أمثال العجلة الناتجة عن الجاذبية الأرضية (٣٢ قدم /ث٢، ٩,٨١ متر/ث٢). وتشمل أهم استخدامات أجهزة الطرد المركزية، الطاردات المركزية الغازية ذات السرعات العالية جدا التى تستخدم لفصل النظائر المختلفة لليورانيوم من مركبات اليورانيوم الغازية.

طريقة الطرد المركزى

Centrifugation ,method (CEN)



التخصيب بالطرد المركزى

تتلخص هذه الطريقة التى تستخدم فى تخصيب اليورانيوم فى أن فرق القوة المسلط على جزئين من غاز سادس فلوريد اليورانيوم بنظيريه ٢٣٥، ٢٣٨ تختلف باختلاف كتلة كل من الجزئين، إذ أن القوة الطاردة تكون أكبر على الجزيئات ذات الكتلة الأكبر. وعند دوران الغاز فى اسطوانة بسرعة عالية جدا فإن النظير ذا الكتلة الكبيرة (يو-٢٣٨) يتركز حول جدار الاسطوانة بعيدا عن المحور، بينما يتركز النظير الأخف كتلة يو-٢٣٥ حول محور دوران الاسطوانة، وبهذا يتم الفصل وتتحقق عملية التخصيب . ومن مميزات هذه الطريقة أنها أكثر كفاءة فى تخصيب اليورانيوم إذا ما قورنت بطريقة الانتشار الغازى. إلا أن تكاليفها مرتفعة بسبب تعقيدات أجهزتها.

طفرة Mutation

تغير دائم، قابل للانتقال، يحدث فى خصائص النسل فتصبح مختلفة عن خصائص الوالدين.

طوارئ إشعاعية Radiation emergency

يمكن تعريف الطارئ الإشعاعى بأنه أية حالة تؤدى إلى خطر إشعاعى غير اعتيادى أو غير متوقع، وهذا التعريف يعطى احتمالات الإراقة لمحلول مشع يشتمل على عدة ميجابيكرل فى معامل البحث وحتى حادث رئيسى فى مفاعل نووى للطاقة حيث قد تنطلق عدة

ملايين من الميجابيكرل أو قد يزيد من نواتج الانشطار كما حدث فى حادث تشر نوبل ١٩٨٦، والأسباب الرئيسية التى قد تؤدى إلى طارىء إشعاعى هى: أولا، فقدان الحواجز الواقية، حيث يؤدى ذلك إلى مستويات عالية من الإشعاع .ثانيا، فقدان الوعاء الحاوى، حيث يؤدى إلى انطلاق المواد المشعة .ثالثا، عدم التحكم فى الكتلة الحرجة - أى التولد السريع لمصدر مشع كبير مع مستويات عالية من الإشعاع.

كما يجب أن تحوى خطة الطوارئ: وصفا لهيكل الجهاز الذى يتعامل مع الخطة الطارئة، ومخططا لطرق الاتصال ضمن المنشأة ومع السلطات المختصة المناسبة خارج المنشآت، ومخططا للمراقبة الخاصة المطلوبة لتقدير الحالة، وشرحا لمختلف الأعمال التصحيحية المتوفرة لتقليل التعرض السكانى للإشعاع مع ضمان الفاعلية اللازمة، ووصفا عاما للمستلزمات البشرية والمادية اللازمة للقيام بهذه الإجراءات الصحيحة ووضعها موضع التنفيذ.

طور Phase

لفظ يطلق فى كل عملية تتغير تغيرا بسيطا دوريا على:

١ – الحالة أو المرحلة التى وصلت إليها هذه العملية فى لحظة ما.

٢ – الفترة الزمنية التى تمضى ابتداء من لحظة مقيسة بالنسبة إلى الدورة. ويقال لاهتزازين إنهما فى طور واحد أو متفقتا الطورin phase إذا كان تغير الإزاحة فى كل منهما على نمط واحد فى وقت واحد، أى تبلغ الإزاحة فى كل منهما نهايتها العظمى أو الصغرى فى وقت واحد. ويقال إنهما مختلفتا الطور out of phase إذا لم تكونا كذلك.

طول مسار الانتشار (للنيوترونات الحرارية)

Diffusion length

متوسط المسافة التى يقطعها نيوترون حرارى فى المفاعل النووى ابتداء من النقطة التى يصبح فيها حراريا حتى نقطة امتصاصه.

الطول المتوسط للمسار الحر Mean free path

حسب النظرية الحركية للغازات فإن جزيئات المادة تتواجد فى حالة حركة دائمة ويصطدم بعضها البعض. ويطلق على المسافة التى يتحركها الجزىء بين كل صدمتين بطول المسار الحر، وحيث إن الجزىء يتحرك بين كل صدمتين متتاليتين حركة منتظمة فى خط مستقيم، فإنه يطلق على متوسط المسافة بين التصادمات (التفاعلات) الطول المتوسط للمسار الحر. وفى حالة تصادم الجزيئات التى يبلغ قطرها d حوالى ١٠–٨سم، فإن المقطع العرضى الفعال حسب النظرية الحركية للغازات، يساوى مساحة دائرة نصف قطرها d (القطر الفعال للجزىء):

$$\sigma_0 = \pi d^2$$

ويعتمد المقطع العرضى الفعال على طاقة الجزيئات المتصادمة وعلى سمات العمليات التى تحدث أثناء التصادم.

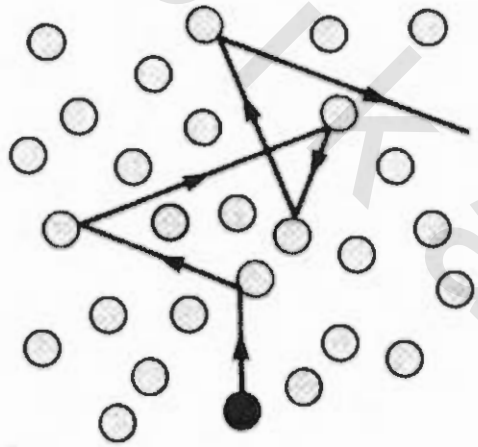
ويعبر قانون توزيع المسار الحر عن احتمال مرور الجزىء مسافة مقدارها x دون أن يصطدم مع غيره، dw = (x) ثم يتعرض للتصادم مع الجزيئات الأخرى على مدى مسافة قدرها dx تعقب المرور الحر مباشرة:

$$dw(x) = e^{-n_0 \sigma x} n_0 \sigma \, dx$$

حيث - no عدد الجزيئات فى كل ١ سم٣ من الغاز، σ المقطع العرضى الفعال للصدمة.

أما المسافة المتوسطة $\bar{x}$ التى يقطعها الجزىء دون تصادم (الطول المتوسط للمسار الحر):

$$\bar{x} = \bar{\lambda} = \int_0^\infty x \, dw(x) = \int_0^\infty x e^{-n\sigma x} n_0 \sigma \, dx = \frac{1}{n_0 \sigma}$$



يتحرك الجزىء خلال الغاز مصطدما بالجزيئات الأخرى بشكل عشوائى، حيث يطلق أحيانا على هذا السلوك بعمليات السير العشوائى. حيث يزيد متوسط المسار الحر كلما قل عدد الجزيئات فى وحدة الحجوم.

طول الموجة Wave lenght

المسافة بين قمة موجتين متعاقبتين، وتقاس عادة من قمة موجة إلى قمة الموجة التالية. وطول الموجة يساوى سرعتها مقسومة على ترددها، غالبا ما يقاس طول موجة الضوء بوحدات الأنجستروم.

(المتر= ١٠٠٠٠ مليون انجستروم).

ج.ج. طومسون، سير جوزيف جون (١٨٥٦ -١٩٤٠)

Thomson, Sir Joseph John

ج.ج. طومسون، هو الذى اكتشف الإلكترون، وبالرغم من الفكرة التى كانت سائدة آنذاك وهى أن الكهرباء ما هى إلا وحدات منفصلة من الشحنات الكهربائية، كانت قد افترضت سابقا، فقد كان هو أول من بين، أنها كانت وحدات لها كتلة أصغر بكثير جدا من الذرة.

جوزيف جون طومسون
(١٨٥٦ – ١٩٤٠)

ولد فى " تشيتهام هل " فى مانشستر، ابنا لبائع كتب فى متجر للكتب القديمة .وقد تعلم طومسون فى كلية " أوين " حيث التحق بها فى الرابعة عشرة من عمره، وفى عام١٨٧٦ فاز بمنحة لكلية" ترينتى" بكامبردج، حيث أمضى بها بقية عمره .وتتابعت أبحاثه المبكرة، كتكملة لأعمال" جيمس كلارك ماكسويل " فى المغناطيسية. ولقد أحدث طومسون مجالا كهربيا فى أنبوب زجاجى مفرغ من الهواء، وسجل شيئا قادما من الالكترود سالب الشحنة (الكاثود) ينتقل صوب الاكترود موجب الشحنة (الأنود). ويعمل على توهج زجاج الأنبوب، حينما يصطدم بجداره .ولقد أثبت إمكانية انحناء أشعة الكاثود، مع المجالات المغنطيسية بهذه الطريقة، مما يوضح أنها سالبة الشحنة، وأخف من أية ذرة. ولقد أمكن الاستفادة من تطبيقات مبدأ طومسون ومعدات تجربته، فى مرحلة التحول المتقدم، حيث وضع الإلكترون فى خدمة الإنسان حاليا، وذلك فى أنابيب أشعة الكاثود التى تستعمل فى جهاز التلفزيون على نطاق واسع .واعترافا بأبحاثه فى أشعة الكاثود. منح فى عام ١٩٠٦ جائزة نوبل فى الفيزياء.

طيف Spectrum

يطلق اللفظ عل كل بيان يحصل عليه عمليا، يرى بالعين أو يصور فوتوغرافيا أو يرسم على هيئة رسم بيانى، يتوصل منه إلى معرفة الأطوال الموجية أو الترددات المختلفة لإشعاع من نوع معين، أومايحتويه الإشعاع من جسيمات يختلف بعضها عن الآخر من حيث كتلتها أو طاقة حركتها أو نسبة شحنتها إلى كتلتها.

طيف التسرب Leakage spectrum

كيفية توزع طاقة النيوترونات المتسربة من قلب المفاعل.

طيف الكتلة Mass spectrum

الطيف الذى يبين نوعية الذرات أو الجزيئات المتأينة أو أجزائها المتأينة ذات الكتل المختلفة أو التى يختلف بعضها عن الآخر من حيث نسبة شحنتها إلى كتلتها. وطيف الكتلة لعنصر ما يبين النظائر المختلفة لذلك العنصر الموجودة فى الطبيعة .

(ظ)

ظاهرة تبادل الشحنة

Charge – exchange phenomenon

ظاهرة تحدث فى بعض الحالات كأن يصطدم أيون سريع موجب الشحنة بجزىء متعادل الشحنة فيلتقط الأيون إلكترونا من الجزىء ويصبح بذلك متعادل الشحنة فى حين يصبح الجزىء موجب الشحنة.

ظاهرة شوطكى

Schottky effect

تزايد تيار التشبع بتزايد المجال الكهربائى عند السطح الذى تنبعث منه الإلكترونات .والظاهرة منسوبة إلى العالم الفيزيقى شوطكى.

(ع)

عاكس Reflector

هو الطبقة المحيطة بقلب المفاعل مباشرة، لتعمل على استطارة نيوترونات كثيرة استطارة خلفية أو عكسها إلى قلب المفاعل. لتقليل تسرب النيوترونات إلى خارجه وتحسن الاقتصاد النيوترونى فى المفاعل أو الأسلحة النووية. حيث يزود قلب المفاعل عادة بعواكس من مواد خصبة مثل اليورانيوم ٢٣٨ ووظيفتها عكس بعض النيوترونات ثانية إلى قلب المفاعل وكذلك الحفاظ على النيوترونات من التسرب خارج المفاعل فضلا عن تحويل هذه المواد إلى مواد انشطارية مثل البلوتونيوم ٢٣٩، ومن هذه المواد العاكسة الشائعة الجرافيت والبريليوم.

عالم منكوفسكى رباعى الأبعاد Minkowski space

أبرزت نظرية النسبية لأينشتين أهمية الزمن كبعد رابع للفراغ لايمكن فصله عن أبعاده المكانية الثلاثة (x , y, z)، وبذلك ينضم الاحداثى الزمانى للإحداثيات الفراغية فيما يسميه منكوفسكى بالعالم الرباعى الأبعاد وهى (x , y, z, t).

عامل الإشعاع المرجح Radiation weighting factor

عامل تضرب به قيمة الجرعة الممتصة المستخدمة لأغراض الوقاية من الإشعاعات لتحديد فاعلية الأنواع المختلفة للإشعاع فى تحقيق الآثار الصحية. وذلك على النحو التالى:

النوع	مجال الطاقة	عامل الإشعاع المرجح: W_R
الفوتونات	جميع الطاقات	١
الإلكترونات والميونات	جميع الطاقات	١
النيوترونات	< ١٠ كيلو إلكترون فلت	٥
	١٠–١٠٠ ك. إ.ف	١٠
	>١٠٠ ك.إ.ف– ٢م.إ.ف	٢٠
	> ٢ م.إ.ف– ٢٠ م.إ.ف	١٠
	> ٢٠ م. إ. ف	٥
– البروتونات بخلاف البروتونات المرتدة	> ٢ م. إ. ف	٥
– الفا، شظايا الانشطار، النوى الثقيلة		٢٠

عامل الحمل Load factor

نسبة الحمل المتوسط الذى تحمله محطة أو مجموعة أو قوى كهربائية خلال فترة معينة إلى الحد الأقصى فى خلال تلك الفترة.

عامل المحطة Plant factor

النسبة بين حمل القدرة التوسط لمحطة قوى كهربائية وسعتها المقننة. ويسمى أحيانا عامل السعة. (قارن :عامل الحمل)

عامل الانتفاع الحرارى
Thermal utilization factor (f)

يقصد به النسبة بين النيوترونات الحرارية المستفاد منها بامتصاصها بالوقود (المواد الانشطارية)، وبين النيوترونات الحرارية الأخرى التى توزع امتصاصها فى كل أنحاء مواد قلب المفاعل.

عامل الانشطار بالنيوترونات السريعة
Fast fission factor (ε)

هو النسبة بين العدد الكلى للنيوترونات المنتجة بالانشطار، إلى عدد النيوترونات المنتجة بالانشطار من النيوترونات الحرارية.

عامل القناة الحارة (المفاعل) Hot channel factor

تتم عملية تبريد المفاعل بمرور مياه التبريد خلال خلايا الوقود، حيث يتم انتقال الحرارة الناشئة عن التفاعل النووى إلى مياه التبريد، ولنتخيل أن حول كل قضيب وقود قناة من مياه التبريد. حيث يختلف التوزيع الحرارى باختلاف نسبة الثراء أو خصوبة الوقود، ويقصد بالقناة الحارة، قناة المبرد أو المر الذى يكون معدل التدفق الحرارى أو الارتفاع فى المحتوى الحرارى قد بلغ أقصاه. وأحد الطرق لوصف التدفق الحرارى الجانبى أخذ النسبة بين أقصى تدفق جانبى إلى التدفق المتوسط، حيث يطلق على هذه النسبة بعامل القناة الحارة F :

$$F= q''_{max}/ q''$$

حيث يعرف بهذا العامل المدى الذى يزيد فيه التدفق الحرارى الأعظم أو الحرج عن متوسط التدفق فى أى مفاعل، كما يعين به توزيع القدرة التشغيلية للمفاعل. وعامل القناة الحارة الذى = واحد، يفيد أن التوزيع الجانبى مفلطح تماما ومستو وهذا ليس حقيقيا من الناحية العملية. كما أنه كلما كبر عامل القناة الحارة، كان التوزيع قد قارب الذروة (أكثر ذروى ومدبب). كما أن التدفق الحرارى الحرج أو الأعظم، دالة (أويعتمد) فى عدة متغيرات نووية، تلك التى تحدد توزيع القدرة. كما يحسب التدفق المتوسط بالمعادلة:

$$(P= q''_{av} * A)$$

حيث P تمثل القدرة الحرارية الخارجة من قلب المفاعل، A تمثل المساحة الكلية لانتقال الحرارة للوقود(مع غلاف الوقود) .

عامل النسيج المرجح Tissue weighting factor

عامل تضرب به قيمة الجرعة المكافئة فى العضو أو النسيج، يستخدم لأغراض الوقاية من الإشعاع فى تحديد الحساسيات المختلفة للأعضاء والأنسجة المختلفة بالنسبة لمختلف التأثيرات العشوائية للإشعاع، وذلك على النحو التالى:

النسيج أو العضو	عامل النسيج المرجح، Wr
الجهاز التناسلى	٠,٢٠
نخاع العظام	٠,١٢
القولون	٠,١٢
الرئة	٠,١٢
المعدة	٠,١٢
المثانة	٠,٠٥
الثدى	٠,٠٥
الكبد	٠,٠٥
المرىء	٠,٠٥
الغدة الدرقية	٠,٠٥
الجلد	٠,٠١
سطح العظام	٠,٠١
بقية الأنسجة أو الأعصاب	٠,٠٥

عامل النوع Quality factor

عامل تضرب فيه الجرعة الممتصة للحصول على كمية تعبر عن التشعيع الذى يناله الأشخاص الذين يتعرضون للإشعاع المؤين

بحيث يكون مقياس هذه الكمية هو نفسه لجميع الإشعاعات المؤينة. (انظر: عامل الإشعاع المرجح).

د. عبد السلام (١٩٢٦-١٩٩٦) Abdu Salam

د. عبد السلام الباكستانى
(١٩٢٦ - ١٩٩٦)

ولد العالم الباكستانى عبد السلام فى قرية جهانج بمقاطعة لاهور بباكستان فى عام ١٩٢٦ وقد نشأ فى أسرة متواضعة ، ولكنه اجتهد فى دراسته وظل متفوقا طيلة حياته الدراسية، إلى أن تخرج من جامعة البنجاب عام ١٩٤٤. ثم حصل على درجة الماجستير فى عام ١٩٤٦، ثم حصل على درجة الدكتوراه من جامعة كامبردج بإنجلترا عام ١٩٥١، ثم اختير عضوا فى معهد الدراسات العليا فى برنسيتون بالولايات المتحدة الأمريكية وهذا المعهد لا يحظى بعضويته إلا كبار العلماء. كذلك اختير زميلا فى كلية سانت جون بكامبردج بإنجلترا، كما عين رئيسا لقسم الرياضيات بالكلية الحكومية فى مدينة لاهور. وفى عام ١٩٥٢ عين رئيسا لقسم الرياضيات بجامعة البنجاب. وفى عام ١٩٥٥ وعام ١٩٥٨ اختير سكرتيرا لمؤتمر " الذرة من أجل السلام" بهيئة الأمم المتحدة كما شغل منصب أستاذ للرياضة التطبيقية فى الكلية الملكية بجامعة لندن فى يناير ١٩٥٧ ومنح خلال هذه السنة أيضا جائزة " هوبكنز" فى الرياضيات من جامعة كامبردج تقديرا لما قدمه من بحوث متميزة. وفى عام ١٩٥٨ منحته جامعة البنجاب درجة الدكتوراه فى العلوم وفى عام ١٩٥٩ منحه رئيس الجمهورية ارفع وسام بالدولة وعينه مستشارا لرئيس الجمهورية للشئون العلمية بباكستان. وفى عام ١٩٦٠ منح وسام الجمعية الفيزيائية البريطانية وعين عضوا فى لجنة العلوم والتكنولوجيا التابعة للأمم المتحدة. وفى عام ١٩٦٤ منح وسام "هيوج" من الجمعية الملكية البريطانية تقديرا لجهوده كرئيس للجنة الفرعية التى أنشأتها الأمم المتحدة لدراسة إمكانيات تقديم العون من الدول الصناعية للبلدان النامية. وفى عام ١٩٦٤ انتخب الدكتور عبد السلام رئيسا للمركز الدولى للفيزياء النظرية فى مدينة تريست بإيطاليا. لقد كان للعالم الباكستانى أبحاث على درجة من الأهمية وهى تختص بمكونات الذرة وقد كان أهم الأبحاث اكتشافه للجسيم "اوميجا السالب" . ولقد حصل العالم الباكستانى على جائزة نوبل فى الفيزياء عام ١٩٧٩. ولقد قدم العالم الكبير الكثير من الخدمات لعلماء العالم الثالث من خلال المركز الدولى للفيزياء النظرية فى مدينة تريستا بإيطاليا منذ عام ١٩٦٤- ١٩٩٣ . توفى العالم الباكستانى فى مدينة اكسفورد فى ٢١ نوفمبر ١٩٩٦ بعد صراع طويل مع المرض ودفن فى مسقط رأسه قرية "جهانج " بمقاطعة لاهور فى باكستان.

عداد Counter

اسم عام يطلق على أجهزة الكشف عن الإشعاع أو مقاييس المسح التى تكشف وتقيسه بدلالة التأينات الفردية وتظهرها، إما على هيئة الإجمالى المتراكم لها أو معدل حدوثها.

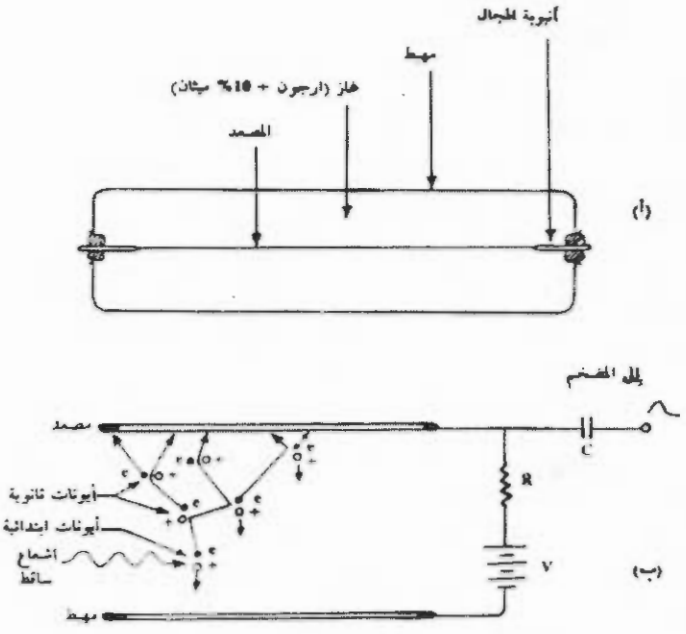
عداد الجسم الكامل Whole body counter

وسيلة للتعرف ولقياس الإشعاع فى جسم الإنسان والحيوان (حمل الجسم) وفيها يستخدم درع سميك يمنع دخول إشعاعات الخلفية، كما تستخدم كاشفات وميضية فائقة الحساسية ومعدات إلكترونية.

معمل العداد الاشعاعى للجسم

العداد التناسبى Proportional Counters

أحد الكواشف الغازية للإشعاع والذى يستخدم فى المطيافية وقياس التيارات، فى كل الأحوال. وتختلف طبيعة الغاز المستخدم وضغطه والشكل الهندسى للعداد باختلاف الجسيمات المكشوفة به حيث يتوقف عدد الإلكترونات التى تصل إلى الأنود، على عدد

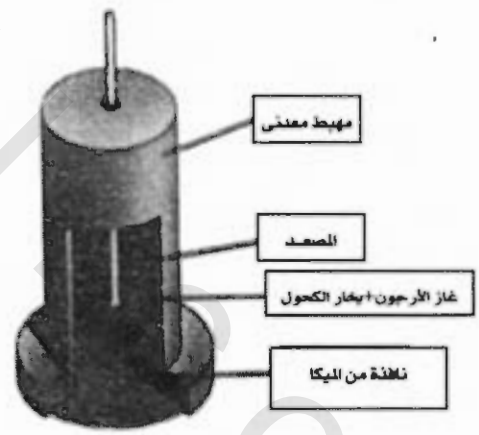


(العداد) التناسبى ، أ – تركيبه . ب – نظرية عمله

الإلكترونات التى يقوم الجسيم المشحون بإعتاقها داخل الأنبوبة، ويساعد ذلك على التمييز بين الجسيمات، وعندئذ يتناسب حجم النبضة الكهربية الحادثة فى الأنود، تناسبا طرديا مع عدد الإلكترونات المنزوعة.ويستخدم العداد التناسبى فى دراسة سلوك الجسيمات المشحونة فى المعجلات الحديثة للجسيمات . ومن الغازات شائعة الاستعمال فى هذه الكواشف خليط من غاز الأرجون والميثان، أما فى حالة استعمال الكاشف للبحث عن النيوترونات فتضاف غازات لها قدرة على امتصاص النيوترونات كغاز ثالث كلوريد البورون.

عداد جايجر Geiger Counter

يستخدم عداد " جايجر " للاستدلال على وجود جسيم مشحون وقد اخترعه، كل من "جايجر، وميللر" عام ١٩٢٨. وعلى الرغم من أنه قد استبدل به حاليا عدد من العدادات الأخرى الأكثر تعقيدا، إلا أنه كان جهازا بالغ الأهمية خلال الحقبة الأولى من البحث فى طبيعة نواة الذرة، وسلوك الجسيمات الدقيقة التى تتألف منها الذرة. ويتكون العداد من أنبوبة زجاجية مملوءة بغاز مثل بخار الكحول أو الارجون بداخلها اسطوانة من الألونيوم أوالنحاس تكون القطب السالب، وخيط مركزى مثبت فى المحور الأوسط للأنبوبة ومعزول عنها بعناية كقطب موجب، وعندما يمر جسيم مشحون أو أشعة جاما بداخل الأنبوبة فإنه يقوم بخلع الإلكترونات من الذرات الموجود بداخلها (أى يتولد عدد من أزواج الأيونات).



عداد جايجر

ونظرا للشحنة السالبة التى تحملها الإلكترونات، فإنها تتجه إلى السلك (الأنود)، بينما تتجه الذرات التى نزعت منها الإلكترونات وأصبحت ذرات من الأرجون موجبة الشحنة إلى الكاثود وبذلك يحدث تخفيض فى شحنة الأنود والكاثود وهو مايؤدى بدوره إلى حدوث نبضة للتيار الكهربائى داخل الأنبوبة عندما يعاد شحنها تدريجيا.ومع ظهور المكبرات (المضخمات) الإلكترونية، أمكن تحويل نبضة التيار الكهربى إلى إشارة مسموعة فى مجهر صغير. ومنذ ذلك الحين، أصبح استخدام المكبرات شائعا فى المعدات التى يحملها الباحثون عن اليورانيوم. وبالرغم من أن له معامل تكبير عاليا جدا يصل إلى ١٠ ٨مما يجعله ملائما لأغراض الكشف عن مستويات التعرض الإشعاعى التى تقل عن١ مللى رونتجن/ساعة، إلا أن هناك قصورا فى قدرة عداد جايجر على الاستدلال على موضع وجود الجسمات المشحونة وزمن وصولها، فضلا عن إعطاء أية معلومات حول نوع الجسيم المشحون المار بالجهاز، حيث يقتصر دوره على إثبات مرور جسيم مشحون خلال الحيز الذى تحيط به الأنبوبة الزجاجية.

(انظر مادة :كواشف نووية).

عداد (شرينكوف) Sherenkov, Counter

يستخدم هذا الكشاف غالبا، للتمييز بين شتى أنواع الجسيمات ويعمل وفقا للقاعدة الأساسية التى تقول بإمكان تعدى جسيم عالى الطاقة،السرعة المحلية للضوء، كما يحدث فى كتلة من معدن "اللوسيت". وعندما يحدث ذلك، تضطرب الذرات الواقعة فى مسار الجسيم، إلى درجة ابتعاث ضوء يخرج بزاوية تميل على مسار الجسيم، بهيئة تشبه هيئة الموجة القوسية للسفينة(أو هيئة الموجة الصوتية عندما تتعدى سرعة الطائرة سرعة الصوت). وبقياس هذه الزاوية بوساطة أنبوب مضاعفة فوتونية، يمكن تحديد سرعة مرور الجسيم. فإذا مر الجسيم خلال مجال مغناطيسى قبل بلوغ العداد، فإن مساره ينحنى بدرجة تتوقف على كتلته ، سرعته. ومن ثم يقوم عداد "شرينكوف"، بقياس سرعة الجسيم، وتحديد ماهيته، بمعرفة كتلته.

عدد أفوجادرو Avogadro's numbers

طبقا لنظرية الحركة للغازات تم اشتقاق قانون أفجادرو وهو: أن الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تحوى عددا متساويا من الجزيئات فى الظروف المتشابهة للضغط ودرجة الحرارة . كما أن عدد الجزيئات أو الذرات المحتواه فى وزن جرام جزىء لأى مادة يسمى عدد أفجادرو ويساوى ٦.٠٢ ٥ ١٠ ^{٢٣} . وباستخدام عدد أفجادرو يمكن حساب كتلة الذرة الواحدة أو الجزىء. فعلى سبيل المثال الكربون ١٢ له كتلة ذرية من ١٢ جرام، ويحوى عدد افجادرو من الذرات. وبالتالى فإن كتلة الذرة الواحدة من الكربون = ١٢/ ٦.٠٢ ٥ ١٠ ^{٢٣} = ١٩٩٢٦٤ ٥ ١٠ $^{-٢٣}$ جم. وبهذه الكيفية نفسها فإن ذرة اليورانيوم (وهى ذات كتلة ذرية ٢٣٨) لها كتلة ٢٣٨ / ٦.٠٢ ٥ ١٠ ^{٢٣} = ٣٩٥ ٥ ١٠ $^{-٢٤}$ جم .

عروة Loop

أنبوبة دائرية مقفلة يمكن أن توضع فيها المواد ومركبات الأجهزة لاختبارها تحت ظروف درجة الحرارة والتشبع المختلفة وما إليها. وإذا وضع جزء من العروة ومحتوياتها فى المفاعل فيقال لها عروة جوفية.

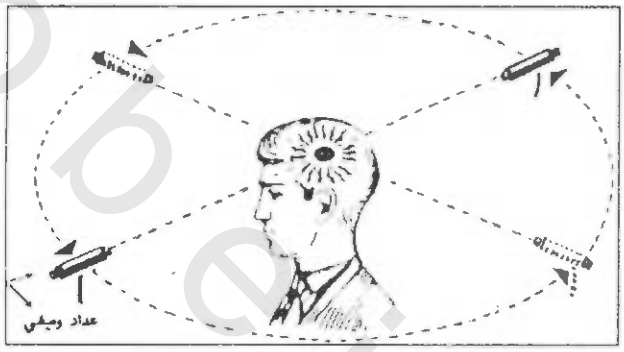
عزل (تصنيف النفايات) Segregation, waste

إجراء يتم اتخاذه مع النفايات قبل المعالجة حيث تخزن النفايات الصلبة فيزيائيا بناء على بعض المواصفات (كالقابلية للحرق مثلا) التى سوف تسهل معالجتها بعد ذلك. وربما يكون بالإمكان - عند هذه النقطة - فصل المواد غير المشعة وهكذا نقلل من الحجم النهائى للنفايات.

علاج بالإشعاع Radiation therapy

تستخدم الإشعاعات والنظائر المشعة استخداما واسعا فى علاج بعض الأمراض مثل علاج السرطان والأورام الأخرى. فمن المعلوم أن الإشعاع يتلف الخلايا الحية ويقتلها مما يساعد على استخدامه لقتل الخلايا السرطانية ووقف نموها. ومن الملاحظ أن الزيادة فى كمية الإشعاع قد تؤدى إلى تدمير الخلايا السليمة وإلى استحثاث السرطان من جديد. كذلك فإن التعرض لجرعة غير كافية من الإشعاع لن يؤدى إلى قتل جميع الخلايا السرطانية ويبقى بعضها فيعود للتكاثر ولنشاطه وحيويته، حيث يبدأ السرطان فى النمو مرة أخرى.

ولعلاج السرطانات السطحية والجلدية تستخدم الإشعاعات السينية منخفضة الطاقة من أجهزة ذات جهد يتراوح مابين ٦٠ إلى ١٤٠ كيلو إلكترون فولت. وتسلط حزمة الأشعة على الجلد من مسافة تتراوح ما بين٥٠ إلى ١٥ سم. أما فى حالة علاج الأورام العميقة تحت الجلد فتستخدم أجهزة الأشعة السينية التى يتراوح جهدها ما بين٢٠٠إلى ٣٠٠ كيلو الكترون فولت، وتصل الجرعة التى يتعرض لها العضو المراد علاجه إلى حوالى ٦٠ جراى توزع على ٢٠ جرعة صغيرة تصل الجرعة الواحدة إلى ثلاثة جراى، ويمكن علاج سرطان عنق الرحم عند النساء بتوجيه الأشعة السينية أو أشعة جاما من مصادر سيزيوم ١٣٧ أو كوبالت ٦٠ إلى مركز الورم. كذلك يكثر استخدام مصادر الراديوم ٢٢٦ المشع المجهزة فى شكل إبر تغرس مباشرة فى الورم السرطانى بهدف قتل الخلايا السرطانية دون الإضرار بالخلايا البعيدة السليمة.



استخدام النظائر المشعة فى التشخيص والعلاج

يوضح الشكل تحديد مواقع الأورام الدماغية باستعمال العداد الوميضى الذى يعمل على تسجيل أشعة جاما الصادرة من الزرنيخ-٧٤ المتجمع فى منطقة الورم

علاج من بعد Teletherapy

علاج بالإشعاع يجرى باستخدام مصدر موضوع على مسافة من الجسم ويستخدم فيه عادة حزم أشعة جاما المنبعثة من مصادر نظيرية مشعة. (قارن :علاج من قرب)

علاج عن قرب Brachytherapy

علاج بالإشعاع يستخدم فيه مصدر نظيرى إشعاعى صلب أو معبأ فى وعاء مغلق يوضع على سطح الجسم أو على مسافة قصيرة من المنطقة المراد معالجتها

علم الإشعاع Radiology

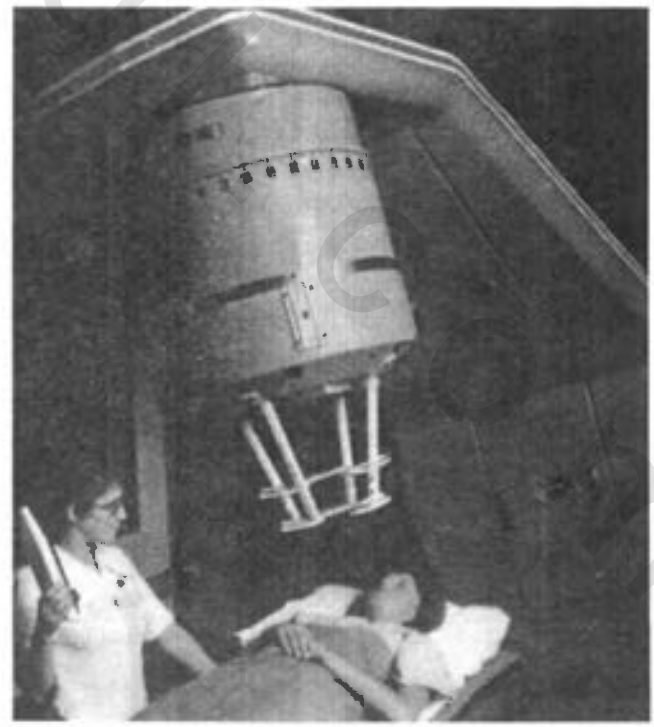
علم يختص بدراسة خواص الإشعاعات المؤينة وآثارها البيولوجية وتطبيقاتها فى تشخيص الأمراض وعلاجها.

علم البيئة الإشعاعى Radioecology

مجموعة المعلومات ودراسات آثار الإشعاع فى أصناف النباتات والحيوانات فى البيئات الطبيعية.

علم النويات (علم النوكليونات) Nucleonics

العلم الذى يبحث فى تطبيقات العلوم النووية فى الفيزيقا والفلك والكيمياء والبيولوجيا والصناعة والتسليح وسائر الفنون المتعلقة بهذه التطبيقات.



استخدام الكوبلت -٦٠ المشع فى علاج السرطان

على مصطفى مشرفة (١٨٩٨ - ١٩٥٠)

A.M.Mesharrafa

على مصطفى مشرفة

أطلق عليه رائد العرب فى مجال العلم الطبيعى فى العصر الحديث. ولقد ولد العالم المصرى على مصطفى مشرفة فى ١١يوليو ١٨٩٨ فى حى المظلوم بمدينة دمياط، وتخرج فى مدرسة المعلمين العليا عام ١٩١٧، ونال درجة دكتوراه العلوم من توتنجهام عام ١٩٢٣ فكان أول عالم عربى يحصل على هذه الدرجة العلمية وعمره لا يتجاوز ٢٦ سنة. عين أستاذا للرياضيات بمدرسة المعلمين العليا، وعندما أنشئت الجامعة المصرية (جامعة القاهرة) عام ١٩٢٥ عين أستاذا مساعدا للرياضيات ثم منح لقب أستاذ الرياضيات التطبيقية عام ١٩٢٦ فكان الأستاذ المصرى الوحيد بين أساتذة الكلية الأجانب وقد انتخب عام ١٩٣٦ عميدا للكلية وكان اول عميد مصرى لكلية العلوم ثم انتخب وكيلا للجامعة (١٩٤٦- ١٩٤٨) إلى جانب عمادته لكلية العلوم حتى وفاته يوم ١٥ يناير ١٩٥٠ . ومن أهم أعماله أنه أنشأ قسما للترجمة العلمية بالكلية، لأن الدراسة كانت بالإنجليزية، حيث كان يهدف من وراء ذلك إلى ترجمة المراجع العلمية إلى العربية حتى يمكن تمصير الكلية والمعاهد العليا بوجه عام، وحتى تكون اللغة العربية هى لغة التعليم بدلا من الإنجليزية. وجعل التدريس فى قسم الرياضة التطبيقية الذى يرأسه، وقسم الرياضة البحتة باللغة العربية، فى السنتين الأولى والثانية. كما شجع الطلبة على تأليف الجمعيات العلمية بالكلية، مثل الجمعية الرياضية الطبيعية. وعمل على تشجيع البحث العلمى وتبادل الآراء العلمية بإنشاء الجمعية المصرية للعلوم الرياضية والطبيعية والمجمع المصرى للثقافة العلمية. هذا بالإضافة إلى اهتماماته الفنية والموسيقية وجهوده فى تعريب القطع الموسيقية العالمية. وللدكتور مشرفة ٢٦ بحثا مبتكرا يختص أغلبها بالشرح النظرى لجانب من ظواهر الطبيعة، ولهذا تعتبر من الأسس الحديثة للطبيعة النظرية، ومع ذلك فهو رائد علوم الرياضة الأول، حيث عالجت بحوثه نظرية النسبية والميكانيكا الموجية والذى تخصص فيها بحثا وتدريسا، وقد سجل أول نتائج بحوثه فى ديسمبر ١٩٢٩ ضمن نشرات المجمع الملكى البريطانى للعلوم. وقد بدأ بحوثه بتكوين معادلة تربط بين نشاط الكهرب وشكله، ثم يمضى البحث فيدرس التغيرات التى تتأثر بها المعادلة، كلما زادت السرعة على التدريج. وعندما وصلت السرعة حدود ٣٠٠ الف كم فى الثانية(وهى سرعة الضوء)، تحولت المعادلة الجزئية أو المادية إلى معادلة موجية، ومعنى ذلك أن المادة والإشعاع شىء واحد، ويمكن للمادة أن تتحول إلى إشعاع ينطلق بكميات لا حصر لها وليست المادة سوى نوع من الإشعاع المتجمد. حاز الدكتور مشرفة نبوغا وشهرة عالمية فى أبحاثه فى الذرة ،حتى قال عنه البرت اينشتين ".. لقد كان مشرفة رائعا، وكنت أتابع أبحاثه فى الذرة بكل ثقة لأنه كان من أعظم علماء الفيزياء " . توفى العالم الكبير فى ١٥ يناير ١٩٥٠.

عمر النصف الفيزيقى Half – life (Physical)

هو الزمن الذى يستغرقه انحلال نصف عدد ذرات عنصر مشع. وفيه يقل عدد ذرات ذلك العنصر إلى نصف ما كان عليه. وتتفاوت أعمار النصف، ومن ثم متوسطات الأعمار تفاوتا كبيرا فيما بين العناصر المشعة طبيعيا. فعمر النصف للراديوم مثلا، ١٦٢٠ عاما، فى حين أنه للرادون ٨٢ و٣ يوما وللثوريوم-٢١٢(وهو الاسم الأصلى لنظير البولونيوم ذى العدد الذرى ٨٤، وعدد الكتلة ٢١٢) أقصر عمر نصف ويبلغ ٣ ٠ ١٠ $^{-٧}$ ثانية، فى حين أن عمر النصف للثوريوم- ٢٣٢ الذى عدده الذرى يساوى ٩٠ ورقم الكتلة له ٢٣٢، من أطول الأعمار فى النظائر المشعة ويبلغ ٣٩و١ ٠ ١٠ ^{١٠} عاما.

عمر النصف البيولوجى Biological half-life

الزمن اللازم لنظام بيولوجى، مثل الإنسان أو الحيوان، للتخلص بالعمليات الطبيعية من نصف مقدار المادة (المشعة مثلا) التى دخلت فيه.(انظر: عمر النصف، عمر النصف الفعال).

عمود حرارى Thermal column

قناة تنشأ فى بعض مفاعلات البحوث للإمداد بالنيوترونات الحرارية للأغراض التجريبية. وتتكون من كتلة كبيرة من المهدىء توضع بجوار القلب أو العاكس فتدخل النيوترونات التى تفلت من المفاعل فى العمود الحرارى حيث تبطئ إلى أن تصل إلى الطاقات الحرارية حيث تبلغ سرعتها نحو ٢٢٠٠ متر فى الثانية. (انظر: نيوترونات حرارية بطيئة).

عملية البلوتويورانيوم PUREX process

تتم إعادة المعالجة للوقود المستهلك، من خلال عملية إذابته فى حمض النيتريك، ثم فصل اليورانيوم والبلوتونيوم من نواتج الانشطار عن طريق الاستخلاص بواسطة مذيب عضوى.

انظر: استخلاص المذيب

العناصر Elements

نجح الكيميائيون – بالبحث الدقيق فى الأنواع المذهلة للموارد المحيطة بنا، وباستخدام الميزان وأنبوبة الاختبار – فى أن يرجعوا هذه الأنواع إلى ٦٤٠٠٠٠ مركبا، تتكون من إلى حوالى ١٠٠ عنصر.

ويتكون كل مركب من هذه المركبات من عدد صغير جدا من العناصر، ويتكون عالم الأحياء من عناصر الكربون، والأكسجين، والأيدروجين، والنيتروجين، والفوسفور، والكبريت. وقد أمكن فى المعمل تكوين مواد لم توجد بعد فى الطبيعة. ووجد الكيميائيون - أثناء بحثهم للكشف عن أنواع العناصر التى تتحد مع بعضها لتكوين مركبات - أنه يمكن تصنيف العناصر إلى مجموعات، تحتوى كل مجموعة منها على عناصر لها نفس الخواص فى تفاعلات معينة. فمثلا يكون الفلور والكلور والبروم واليود مجموعة تسمى عائلة الهالوجينات لأنها جميعا تكون مع الأيدروجين أحماضا، ومع بعض الفلزات أملاحا. وتزداد قوة ميل هذه العناصر لتكوين هذه المركبات بنفس الترتيب السابق ذكره. ومن أمثلة المجموعات أيضا مجموعة الغازات الخاملة أو النادرة وتشمل الهليوم والنيون والارجون والكربتون والزينون، وهى نادرا ماتتحد مع العناصر الأخرى لتكون مركبات. وتضم مجموعة الفلزات القاعدية عناصر الليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم والروبيديوم والسيريوم، وهى جميعا تكون قواعد. وهناك حقيقة واضحة فى كل هذه المجموعات، وهى أن ذرات عناصر مجموعة ما تتحد مع عدد معين من ذرات العناصر الأخرى. وقد أدى ذلك إلى نظرية التكافؤ، الذى يعرف إما بأنه قابلية الذرة للاتحاد مع الذرات الأخرى بنسب محددة، أو بأنه العدد الصحيح الذى يمثل النسبة التى تتحد بها الذرة. ويؤمن التكافؤ الرابطة التى تربط الذرات المختلفة فى الجزىء الواحد. فذرات مجموعة الفلزات القلوية أحادية التكافؤ، وذرات الغازات الخاملة ليس لها تكافؤ، لأنها لاتدخل فى أى تفاعل تقريبا. أما الذرات الأخرى فهى اما ثنائية أو ثلاثية التكافؤ، الخ.

عنصر ماوراء البلوتونيوم (ترانسبلوتونى)

Transplutonium element

عنصر موقعه أعلى من موقع البلوتونيوم فى الجدول الدورى، أى عدده الذرى يزيد على ٩٤.

عناصر ما وراء اليورانيوم Transuranium elements

طائفة من العناصر تتولد نتيجة تفاعل نووى يحدث فى نواة عنصر اليورانيوم وفى العناصر التى تتولد منه وأعدادها الذرية أكبر من (٩٢) . وقد تم تخليق أول هذه العناصر وهو النبتونيوم (نسبة إلى كوكب نبتون) عام ١٩٤٠ بقذف عنصر اليورانيوم بالنيوترونات وكان رقم هذا العنصر ٩٣ وبتحلله عن طريق انبعاث بيتا يتحول إلى العنصر التالى ٩٤، حيث تم فصل هذا العنصر التالى عام ١٩٤١ وسمى ب"البلوتونيوم" نسبة إلى كوكب "بلوتو" أكثر الكواكب بعدا عن الشمس . ومن هذه العناصر :أمريكوم (عدد ذرى ٩٥، واكتشف عام ١٩٤٤)، كوريوم (٩٦، ١٩٤٤)، والبيركليوم (٩٧، ١٩٤٩)، كاليفورنيوم (٩٨، ١٩٥٠)، اينشينوم (٩٩، ١٩٥٢)، والفيرميوم (١٠٠، ١٩٥٢)، مندليفيوم (١٠١، ١٩٥٥)، نوبليوم (١٠٢، ١٩٥٧)، لورنسيوم (١٠٣، ١٩٦١). كما سميت سلسلة عناصر ماوراء اليورانيوم بعائلة الاكتيدات وقد كان للبروفيسور جلين سيبورج فضل كبير فى اكتشاف هذه العناصر الهامة (انظر مادة :سيبورج، جلين).

العنصر الباحث عن العظام Bone seeking element

العنصر المشع الذى يميل إلى أن يترسب فى عظام الجسم مثل عنصرى الراديوم والإسترونشيوم. انظر: باحث عن العظام

عنصر كاشف (مقتفى مشع)

Indicator (Radioactive tracer)

مقدار صغير من نظير مشع يستعمل لمتابعة التفاعلات الكيميائية والبيولوجية. حيث تستخدم هذه الوسيلة فى الاستخدامات الطبية والصناعية. ففى الاستخدام الطبى يستخدم المقتفى المشع فى تشخيص عدد من الأمراض، حيث توجد العديد من المواد المشعة الصيدلية المستخدمة لأغراض اقتفاء الأثر داخل الجسم البشرى، ومن أهم هذه المواد المشعة المستخدمة فى الطب النووى نظير التكنيسيوم ٩٩م حيث يتم إدخال المادة الموسومة بالتكنيسيوم ٩٩م الجسم حيث تتركز فى العديد من أعضاء وأنسجة الجسم، وحسب التكوين الكيميائى لمادة الاقتفاء الموسومة بالتكنيسيوم يمكن الكشف عن هذا النظير بسهولة خارج الجسم نظرا لانبعاث إشعاعات جاما منه.

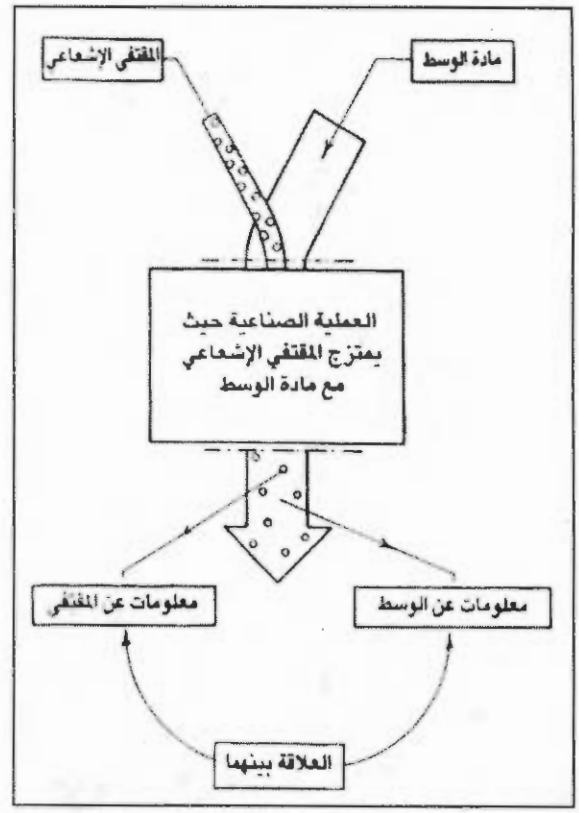
أما فى الاستخدام الصناعى، حيث يقوم مبدأ المقتفيات الإشعاعية على استخدام نظير مشع من نظائر العنصر المراد تتبع مساره فى العملية الصناعية، ويجرى حقن النظير بكميات قليلة جدا فى بداية العملية، ونظرا لقدرة الكواشف الإشعاعية على قياس الإشعاع فإنها تستخدم لتتبع النظير المشع والذى يحمل نفس الخصائص للعنصر داخل العملية الصناعية. وتغطى تقنيات المقتفيات مجالات واسعة من الإستخدام فى الصناعة من أهمها :

١- الحصول على معلومات عن النظام المراد دراسته كتحديد سرعة السريان ومعدل التدفق للموائع ومعرفة زمن البقاء للمواد داخل النظام.

٢- تحديد كفاءة عملية المزج أو الخلط للمواد وتحديد كفاءة التشغيل للخلاط.

٣- أعمال الصيانة لخطوط الإنتاج كتحديد أماكن التسرب فى الأنابيب أو تحديد مواقع انسداد أو ضيق مجرى المواد دون الحاجة إلى إيقاف عمليات التشغيل أو فتح الأنابيب.

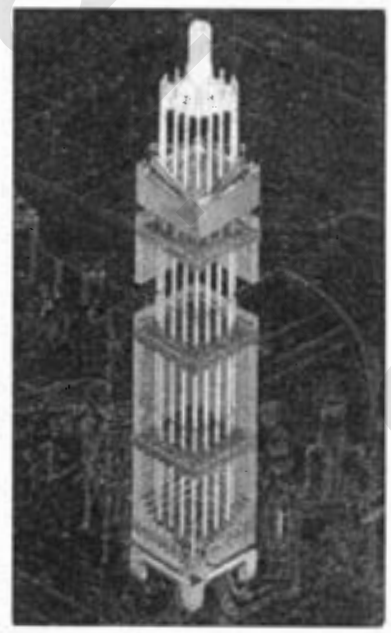
(انظر: ذرات موسومة، نظريـة التبـادل النظـائرى، نظريـة التخفيف النظائرى).



● شكل طريقة عمل المقتفيات في الصناعة .

عنصر (مجموعة) الوقود Fuel element

أحد مجموعات قضبان الوقود التى يتكون منها قلب المفاعل . حيث تجمع قضبان الوقود، على هيئة مجموعة من القضبان أو الألواح أو الأنابيب (أو أى شكل أو صورة ميكانيكية أخرى يشكل بها الوقود لاستخدامه فى المفاعل) برباط معا عن طريق فواصل شبكية ووحدات تركيبية أخرى، لكى تحفظ مصونة مع انتقال الحرارة أثناء التشغيل والتشعيع داخل المفاعل، وكذلك أثناء استبدال الوقود بعد استنفاذه فى المفاعل. (انظر مادة: تجميعه)

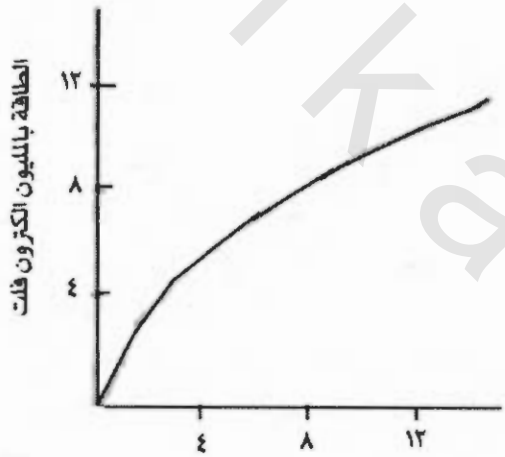


حزمة الوقود النووى لمفاعلات الماء المضغوط

العلاقة بين المدى والطاقة

Range - energy relation

العلاقة الرياضية التى تربط بين مدى جسيمات من نوع معين وطاقة حركتها الأصلية ويعبر عنها برسم بيانى أو بمعادلة. ولقد وجد عمليا أن عملية التأين الواحدة تكلف جسيم الفا، فى المتوسط، ٣٠ الكترون فولت من طاقته. وعلى ذلك فجسيم الفا الذى طاقته ٣ ملايين الكترون فولت، يحدث ١٠٠٠٠٠ ايون موجب قبل ان يأسرالكترونين، ويستقر كذرة هيليوم عادية ذات طاقة حرارية. ولقد شوهد فى البداية، أن جسيمات الفا المنبعثة من مادة مشعة معينة لها مدى محدد فى الوسط المادى، وأنه من الممكن تحديد نهايات مساراتها تحديدا واضحا. وتسمح لنا هذه الحقيقة بقياس طاقة جسيمات الفا بدلالة مداها فى وسط معين، وليكن الهواء مثلا.



العلاقة بين طاقة جسيمات الفا ومداها فى الهواء

عيار القنبلة الذرية Atomic bomb titer

يقاس عيار القنبلة الذرية بكميات مادة ثالث نترات التولوين (T.N.T) التى إذا فجرت دفعة واحدة أعطت الطاقة نفسها التى تنتج من انفجار القنبلة الذرية، أى إن الطاقة الناتجة من قنبلة نووية من عيار ٢٠ كيلوطن تعادل الطاقة الناتجة من انفجار ٢٠٠٠٠ طن من مادة ثالث نترات التولوين شديدة الانفجار وقد قسمت أعيرة القنابل الذرية كالآتى:

- أعيرة صغيرة تصل قوتها إلى ١٠ كيلو طنا.
- أعيرة متوسطة تصل قوتها حتى ١٠٠ كيلوطنا.
- أعيرة كبيرة تصل قوتها حتى ١٠٠٠ كيلو طنا(١ميجا طن).
- أعيرة كبيرة جدا تصل قوتها إلى أكثر من ١٠٠٠ كيلو طنا.

(قارن :النتاج) (انظر: مكافئ الديناميت).

(غ)

غاز كامل (الغاز المثالى) Perfect gas

الغاز الذى يتوهم نظريا أن جزيئاته صلبة مرنة بلغت من الصغر حدا لا يعتد به وأنه لا قوة يؤثر بها بعضها فى الآخر إلا عند التصادم. فالغاز المثالى إذن يخضع خضوعا تاما لقانون "بويل". حيث ينص هذا القانون على أن حجم كمية معينة من غاز يتناسب تناسبا عكسيا مع ضغطه، عند ثبوت الحرارة.

غبار مشع Radioactive dust

غبار يحوى مواد مشعة ينشأ من الانفجارات الذرية فى طبقات الجو العليا ويترسب تدريجيا على سطح الأرض.

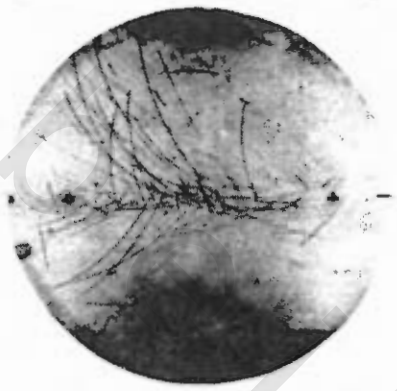
غرفة ساخنة Hot chamber

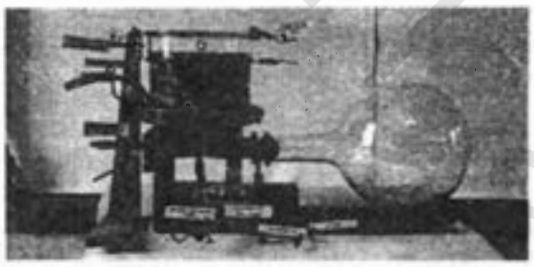
ذلك الجزء من المختبر الساخن المزود بجدران سميكة تحمى من الإشعاعات ومصنوعة من الخرسانة أو الرصاص أو الصلب. ويتم تداول المواد المشعة داخل هذه الغرف بواسطة وسائل مناولة خاصة، ويتوقف تصميم هذه الغرف على حالة المادة المشعة: أى ما إذا كانت صلبة أو سائلة أو غازية. ويمكن ملاحظة العمليات التى تتم داخل الغرف عن طريق نافذة تصنع غالبا من الزجاج الرصاصى.

غرفة سحابية (غرفة ويلسون) Cloud chamber

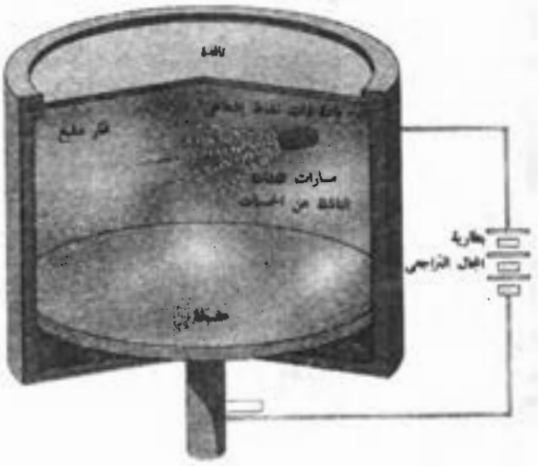
جهاز يتكون من غرفة تحوى غازا مشبعا بالبخار، ويستخدم لإظهار مسارات الجسيمات المشحونة وذلك بتكوين قطيرات متكاثفة على امتداد هذه المسارات. وتتكون الغرفة من اسطوانة مملوءة بالهواء المشبع ببخار الماء ويتكون الوجه الأسفل من الغرفة من مكبس. وبانخفاض سريع ومفاجئ لهذا المكبس يتولد عنه فى الغرفة هبوط فى ضغط الهواء مما يجعل مسار أى جسيم مكهرب يعبر الغرفة فى تلك اللحظة مرئيا. بسبب أن الأيونات التى تتكون حول الجسيم تصبح فى الواقع مراكز لتكثف بخار الماء المشبع ويتكون عندئذ خط من الضباب يظهر من الناحية العليا للغرفة وبهذه الطريقة نحصل على نوع من التجسيد للمسار. وعند وضع الغرفة فى مجال مغنطيسي نستطيع بمعرفة طبيعة الجسيم الذى يعبرها الوصول إلى قيمة طاقته تبعا لمدى انحناء مساره.

آثار من البروتونات فى غرفة سحابية مملوءة بـ"نهيدروجين، تتعرض لحزمة مستعرضة من النيوترونات تؤثر عليها وترجع منحنيات المسارات إلى تأثير المجال المغناطيسى.





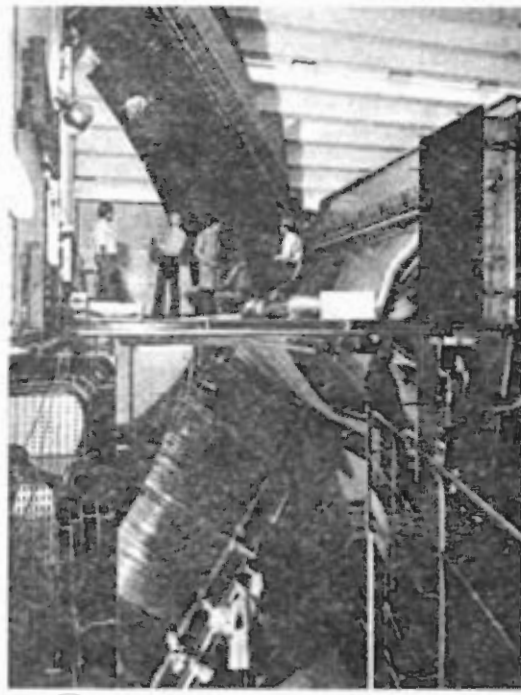
الغرفة الغيمية التى صنعها (ويلسون) عام ١٩١٢



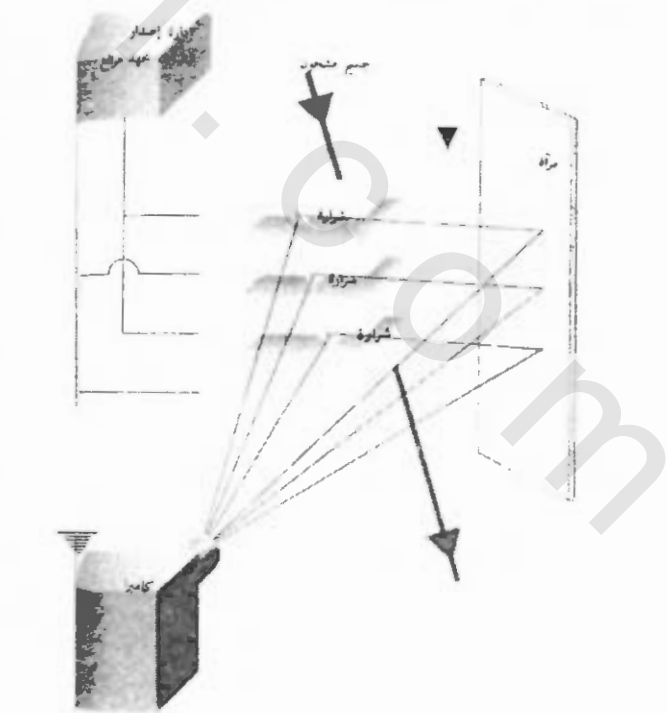
غرفة سحابية من طراز (ويلسون) وعند ازدياد حجم الغرفة بشكل مفاجئ يصبح البخار المشبع غير ثابت، فتترك الجسيمات المشحونة وراءها، تيارات من القطيرات المترسبة

غرفة الشرارة Spark chamber

جهاز للكشف عن مسارات الجسيمات الأولية وقياسها، وهو شبيه بالغرفة السحابية والغرفة الفقاعية. ويتكون من عدد من الألواح المعدنية المشحونة كهربيا والمركبة فى مصفوفة متوازنة، ويملأ الحيز بين الألواح بغاز خامل. وينتج عن أى حدث تأيين شرارات تقفز بين الألواح على مسار الإشعاع خلال الغرفة. (انظر: غرفة الفقاعية، غرفة السحابية).



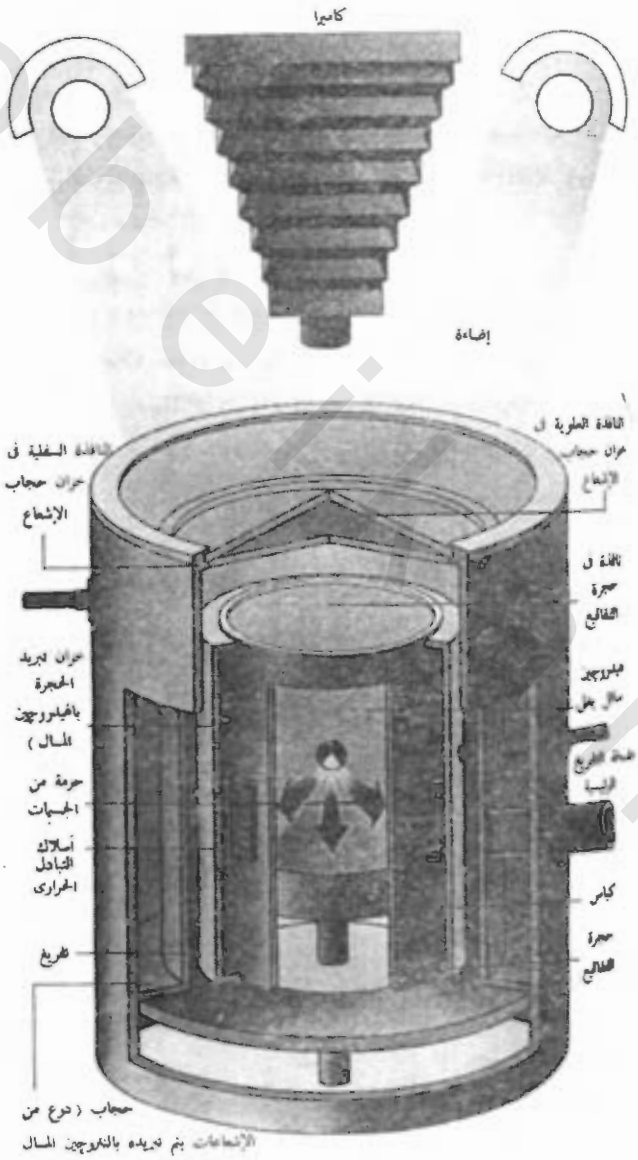
تستخدم غرفة الشرر لدراسة جسيمات الميزونات، ويبلغ طول الكشاف سبعة أمتار، ويتألف من ١٥٠ غرفة شرر، وتقوم مرآتان تزيد مساحة كل منهما على ١٥ مترا مربعا، بعكس صورة المسار إلى كاميرا.



التمثيل الخطى لغرفة الشرر، حيث يتكون الشرر بمحاذاة مسار الجسيم المشحون. عند استخدام نبضة ذات جهد مرتفع بسرعة كبيرة عقب مرور الجسيم. وتقوم كاميرا تليفزيونية، بتحويل الضوء الصادر من الشرارة، إلى إشارات كهربائية.

غرفة فقاعية Bubble chamber

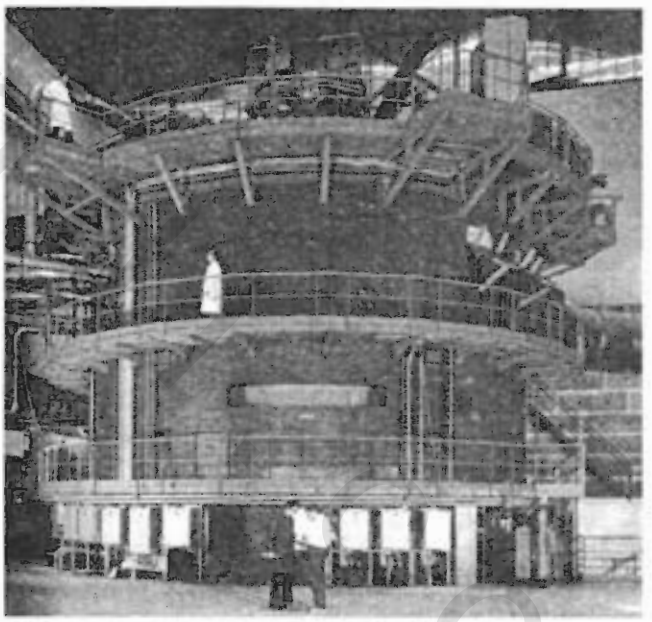
جهاز للكشف عن الجسيمات المؤينة ودراسة سلوك جسيمات المواد قصيرة العمر، والمواد غير الثابتة التى تتحول تحت تأثير ما إلى مواد أخرى. وتتكون الغرفة أساسا من إناء مملوء بسائل شفاف فائق



حجرة فقاقيع تضم الهيدروجين السائل، وتحتوى الحجرة المركزية، على هيدروجين سائل عند درجة حرارة تزيد على نقطة غليانه، بفعل ضغط كبابس. ويؤدى الإعتاق اللحظى للضغط، إلى ترك الهيدروجين فى حالة تسخين فائق، كما يؤدى إمرار الجسيمات، إلى الحصول على تيار من الفقاقيع فى مسار الجسيمات.

السخونة إذا مر فيه جسيم مؤين أحدث فيه فقاعات غليان عنيف على طول مساره. والفكرة التى بنيت عليها، أنه يمكن الاحتفاظ بحجم معين لأحد السوائل. تحت ظروف من الضغط ودرجة الحرارة، بحيث يكون بالكاد، عند الحالة التى تسبق نقطة غليانه.

فإذا انخفض الضغط فجأة، حدث غليان للسائل. وقد وجد أن أولى فقاقيع البخار المتصاعد، تحدث حول مراكز تماثل مواضع الأيونات، التى تتخلف فى مسار مرور جسم مشحون ؛ وهى مواضع حدوث اضطراب موضعى، فى ظروف الطاقة الحرارية . وإذا أمكن التقاط صورة فوتوغرافية لهذه الفقاعات الأولى، قبل أن تبدأ حالة الغليان العام، فإن الصورة الملتقطة تكون بمثابة سجل لمسارات الجسيمات وعادة ما يستخدم الهيدروجين بمثابة السائل الذى تحتويه غرفة الفقاقيع وتحتوى الحجرات الحديثة للفقاقيع على عشرات من الأمتار المكعبة من الهيدروجين داخل خزان ضخم من فولاذ لا يصدأ. ويشيع استخدام الهيدروجين لأنه يمثل أبسط هدف للجسيمات القادمة، التى تندفع على هيئة تيار خارج من معجل له طاقة مرتفعة. وتضم نواة ذرة الهيدروجين بروتونا واحدا ؛ وتوضح الصورة الفوتوغرافية الملتقطة لحجرات الفقاقيع، وما يحدث حين يصطدم أحد البيونات بهذا البروتون دون حدوث تعقدات ناجمة عن وجود جسيمات أخرى مرتبطة بالبروتون. ونظرا للنوعية الواحدة لكل من الجسيمات القادمة وجسيمات الهدف الموجود بداخل الحجرة، تكون هناك معلومات كافية يمكن بواسطتها تحديد نوعية الجسيمات المنبعثة نتيجة الاصطدام.



حجرة الفقاقيع الأوروبية الموجودة فى جنيف

غلاف الأرض الجوى Atmosphere

ويطلق عليه الغلاف الغازى لأن الغازات تمثل المكون الأكبر فيه، وتنخفض كثافة الهواء رأسيا كلما اتجهنا إلى أعلى. وقد أثبتت الدراسات باستخدام الأقمار الصناعية أن الهواء الجوى يمتد إلى ارتفاعات قد تصل إلى نحو ٢٠ كيلومتر، الا أن كثافته تنخفض فى الطبقات العليا إلى درجة الانعدام.

الغلاف الجوى الخارجى Exosphere

الجزء الخارجى من الغلاف الجوى للأرض الذى يلى الغلاف الجوى المتأين ابتداء من ارتفاع ٣٣٠ كم أو أكثر. وتمتاز هذه الطبقة بسرعة جزيئات الغاز وسيادة غاز الأيدروجين وتشكيله فى أجزائها العليا بما يعرف بالتاج الأرضى.

الغلاف الجوى الأسفل Troposphere

المنطقة الدنيا من الغلاف الجوى، وتنفرد هذه الطبقة باحتوائها على بخار الماء دون الطبقات التى تعلوها، وتتميز باضطرابات هوائية تسببها تيارات الحمل (حمل المواد الأكثر سخونة والأقل كثافة)، كما تتميز بالتذبذب الحرارى وبخاصة كلما ارتفعنا من سطح الأرض وتتراوح تخانتها بين ٩ إلى ١٨ كيلومتر.

الغلاف الجوى الطبقى (استراتوسفير) Stratosphere

طبقة من الغلاف الجوى تمتد من ١٠كم إلى ٨٠ كم تقريبا فوق سطح الأرض . وهذا الارتفاع يقل عند القطبين ويزداد عند خط الإستواء. نادرا ما تتكون السحب فى الغلاف الجوى الطبقى حيث يكاد لا يوجد بخار الماء أو الغبار. كما تتميز هذه الطبقة باحتوائها على غاز الأوزون (O_3) الذى يزيد من أهمية هذه الطبقة، فتعمل على ترشيح وتنقية ضوء الشمس، بالسماح بمرور الأشعة المرئية المفيدة للحياة واحتجازها للأشعة فوق البنفسجية الضارة.

الغلاف الجوى المتأين Thermosphere or Ionosphere

منطقة من الغلاف الجوى تبدأ من ارتفاع ٨٠كم تقريبا عن سطح الأرض وتعلو ١٠٠٠ كم، وهى تتكون من جسيمات من الهواء مبعثرة تأينت بالإشعاع الشمسى. يتكون الغلاف الجوى المتأين من طبقات عدة تعكس الموجات الراديوية نحو الأرض.

الغلاف الحيوى Biosphere

الغلاف أو المحيط اصطلاح بيئى يقصد به تلك الكائنات الحية، التى تقطن سطح الأرض والطبقة السفلى من الغلاف الجوى، كما يشمل الأحياء التى توجد فى المسطحات المائية على سطح الأرض ملحة كانت أو عذبة، ويعتبر هذا الغلاف المسرح الحقيقى الذى تتم خلاله جميع العمليات الحيوية التى تتألف منها النظم البيئية جميعا، فهو الوسط الذى تعيش فيه الأحياء بصورة طبيعية، كما تتم فيه التغيرات الفيزيائية والكيميائية الأساسية التى تطرأ على الموارد غير الحية. كما يعد هذا الغلاف مهددا بالدرجة الأولى لأى تلوث إشعاعى نتيجة للأنشطة النووية السلمية منها والعسكرية.

الغلاف الضوئى (فوتوسفير) Photosphere

الجو الغازى المرئى الذى يحيط بالشمس أو أى نجم آخر. وتبلغ ثخانة الغلاف الضوئى للشمس بضع مئات من الكيلو مترات وتبلغ

درجة حرارته حوالى ٥٥٠٠ مئوية. وتظهر الحبيبات والبقع الشمسية فى هذا الغلاف.

الغلاف الملون (كروموسفير) Chromosphere

الطبقة الغازية المضيئة الضاربة إلى الحمرة فى الغلاف الجوى للشمس والتى ينبعث منها نفثات نارية من الهيدروجين وغازات أخرى. وهى على وجه العموم تكون الغلاف الغازى المحيط بنجم ما. لا يشاهد الغلاف الملون بالعين المجردة إلا فى أثناء الكسوف.

غلاف الوقود (النووى) Fuel clad

نظرا لأن اليورانيوم سريع التأكسد بمجرد تعرضه للجو أو للمبرد الذى يحوله لأكسيد نتيجة لتلامسهما ويحمله مع نواتج الانشطار مما يترتب عليه زيادة الإشعاعات بدائرة التبريد الأولى وزيادة خطورتها على العاملين بالإضافة إلى تدمير قضبان وشرائح الوقود النووى، لذا يجرى تغليف الوقود بطبقة فلزية تكون حاجزا بين ألواح أو أقراص الوقود والمبرد (الغاز أو السائل الذى ينقل الحرارة من الوقود إلى المعادل الحرارى) لحمايته من التأكسد والتآكل ولمنع تسرب نواتج الانشطار إلى الخارج. وعادة تكون هذه الطبقة من معدن معين كالألومنيوم أو الحديد غير القابل للصدأ أو الزركونيوم، ففى مفاعلات الماء الخفيف على سبيل المثال، يكون غلاف الوقود عبارة عن انبوبة من سبيكة الزركونيوم تحيط بأقراص اكسيد اليورانيوم، وأحيانا يشار الي هذا الغلاف بالرداء ويعتبر هذا الغلاف أحد حواجز الأمان الأساسية فى المفاعلات.

غلاية ماء Water boiler

مفاعل بحوث ذو قلب يتركب من صهريج صغير من المعدن مملوء بوقود اليورانيوم فى محلول مائى. وتستمد الحرارة منه بواسطة ملف تبريد فى قلبه. يجب ألا يخلط بينه وبين مفاعل الماء المغلى.

غواصة نووية Nuclear submarine

استخدمت المحركات التى تعمل بالطاقة النووية لأول مرة فى الغواصات عام ١٩٥٤ م، بتسيير الغواصة الأمريكية "نوتبلوس" ثم تلتها بعد ذلك بوقت قصير ست غواصات أخرى، وصلت سرعة إحداها إلى ٣٧ كم / ساعة ومنها من عملت بمفاعلين. ويذكر أن الغواصة " نوتبلوس" قطعت مسافة ١٠٠ ألف كم فى أول تعبئة لقلب المفاعل، ثم ١٥٠ ألف كم عند التعبئة الثانية، حيث سافرت من هونولولو إلى بريطانيا تحت جليد القطب الشمالى. كما إن إحدى هذه الغواصات بقيت ٦٠ يوما تحت سطح الماء. كذلك هناك غواصة أخرى أكملت دورة حول الكرة الأرضية تحت سطح الماء، حيث تم تسيير هذه الغواصات بمفاعلات الماء المضغوط.

وفى الغواصات النووية يتم ضخ سائل تبريد، يمر فى دائرة مغلقة، بين المفاعل النووى — حيث تمتص الحرارة المتولدة فى القلب المشع — وبين مبادل حرارى للمراجل — حيث تعطى هذه الحرارة لمياه تتم تغذيتها، بهدف توليد بخار الماء، ويمر بخار الماء — خلال — صمامات — إلى توربينات الدفع المروحى الرئيسية، وتوربينات أخرى مساعدة، تقوم بتوليد القدرة المحركة اللازمة للمعدات المساعدة. ويمكن توصيل توربينة الدفع المروحى الرئيسية برفاص الغواصة، سواء بطريقة مباشرة، عبر مجموعة تروس لخفض السرعة، أو عن طريق مجموعة إدارة توربينة كهربائية (كما فى حالة الإدارة بمحركات الديزل والمحركات الكهربائية، ولكن فى هذه الحالة، تتم الاستعانة بتوربينات بخارية بدلا من محركات الديزل).

وتوجد معدات مساعدة تقوم بعدة أغراض. مثل القدرة الهيدروليكية التى تقوم بتشغيل البيرسكويات، والتى تقوم برفع أو خفض مواسير فتحات التنفس وخروج العادم، وفتح أو إغلاق أغطية فتحات خروج الطوربيدات، وبعض المهام الحيوية الأخرى. ويتم تشغيل بعض المعدات يدويا، مع التحكم فى معظم هذه المهام بطريقة إلكترونية.

(انظر: الدفع النووى البحرى، حوادث الغواصات النووية).

غياث الدين Geyath El-dein

ولد جمشيد بن محمود بن مسعود "الملقب بغياث الدين" فى مدينة كاشان، ولذلك يعرف باسم الكاشى . وقد توجه إلى سمرقند بدعوة من (اولغ بك)، وفيما ظهر نبوغه فى علوم الحساب، والفلك، والطبيعة، حيث الف معظم كتبه. ومن أهم أعماله الفلكية أنه رصد كسوف الشمس فى الأعوام ٨٠٩ هـ، ٨١٠ هـ، ٨١٩ هـ وله فيها مؤلفات.

وجمشيد أول من ادخل علامة الكسر العشرى فى عمليات الحساب، وله اعماله الخالدة فى موضوع الحساب العشرى. كما أن جمشيد هو الذى ادخل الصفر، وأدخل علامة الكسر العشرى، وأطلق الاوربيون على الصفراسم (زيرو) نقلا عن العربية. ولقد لعب الصفر دورا هاما فى تقدم علم الحساب، كما أن الحساب العشرى الذى نألفه لعب دوره فى تقدم كل العلوم. فترقيمنا العشرى يسمح لنا باستخدام عدد مثل ٠,١٥٦ حيث يعنى فى الحقيقة:

٠ + ١٠/١ + ١٠٠/٥ + ١٠٠٠/٦

توفى جمشيد عام١٤٢٤م، على ان بعض المراجع تقول أنه مات عام ١٤٣٦. وأهم مؤلفاته: كتاب "زيج الخاقانى فى تكميل الايلخانى". والزيج يعنى الجداول الرياضية والفلكية. وكتاب " نزهة الحدائق" وهو كتاب يبحث فى استعمال الآلة المسماة (طبق المناطق)، وقد صنعها جمشيد لمرصد سمرقند، واستطاع بها الحصول على تقويم الكواكب، وحساب ورصد مايتعلق بظاهرتى الكسوف والخسوف. و"الرسالة الخطية " وتعالج طريقة تعيين نسبة محيط الدائرة إلى قطرها. وقد وجدها جمشيد تساوى ٣,١٤١٥٩٢٦٥٣٥٨٩٨٧٣٥٢ وهذا رقم يثير الدهشة والاعجاب. و"رسالة الجيب والوتر" وتتعلق بحساب المثلثات. و" مفتاح الحساب " وهو من أهم كتب جمشيد على

الاطلاق. وقد تم تحقيقه عدة مرات، وقد ضمنه اكتشافاته فى علم الحساب واستخدام الكسور العشرية وفائدة الصفر، ويضم الكتاب مقدمة وخمس مقالات: الأولى :فى حساب الصحيح، والثانية: فى حساب الكسور، والثالثة: فى حساب المنجمين، والرابعة: فى المساحة، والخامسة: فى استخراج المجهولات. ورسالة فى استخراج جيب الدرجة الأولى.

(ف)

فاعلية Activity

لفظ يطلق بصفة عامة على شدة الإشعاع المنبعث من مادة ما، كما يعبر عن كمية النشاط لإشعاعى لمادة مشعة أو شدة منبع مشع بمعدل تفكك هذه المادة. فإذا كان لدينا مادة تتفكك بمعدل تفكك واحد فى الثانية فهذا يعنى أن نشاطها الإشعاعى هو ١ Bq بيكرل و١لوحدة القديمة هى كورى Ci، والعلاقة بينهما ١ كورى= ٣٧ جيجا بيكرل

Ci = 37 GBq أو ١ نانو كورى = ٣٧ بيكرل

37 Bq= 1 nCi

فاعلية نوعية Specific activity

عدد النوى التى تنحل من وحدة الكتل من المادة فى وحدة الزمن.

فانتوم (فى الفيزيقا الإشعاعية) Phantom

جسم مصنوع من مادة تشبه الأنسجة الحية للإنسان من حيث تفاعلها مع الإشعاع يستخدم ليحاكى جزءا معينا من الجسم لأغراض دراسة مقدار الجرعات الإشعاعية التى يتعرض لها مختلف أجهزة الإنسان الشكلى على هيئة فانتوم مماثل لتلك الأجهزة. حيث توضع فيه غرف تأين أو أية كاشفات إشعاعية أخرى وذلك لدراسة مقدار الجرعات الإشعاعية الداخلة إلى الأجسام الحية.

فرط الضغط Overpressure

الضغط العابر الذى تسببه موجة صدمة ناتجة من انفجار نووى علاوة على الضغط العادى.

فصل النظائر Isotope seperation

تحتاج المفاعلات النووية إلى وقود غنى، أى تزيد فيه نسبة نظير اليورانيوم ٢٣٥ : اليورانيوم ٢٣٨ على نسبة ٧و. : ٣و٩٩، فتصل مثلا إلى ٥: ٩٥ أو ١٠: ٩٠ . ولهذا الغرض يلجأ إلى ما يطلق عليه (تأثير النظائر) أى الاختلافات فى الخواص الفيزيائية والكيميائية بين نظائر العنصر الواحد، وهى اختلافات صغيرة نظرا لأنها تعتمد على فروق صغيرة فى الكتلة إذا قدرت بنسبة مئوية. وتعتمد أهم طرق فصل النظائر أساسا على ظاهرة الانتشار التى تتوقف على تلك الاختلافات. ويتم الفصل على النحو التالى: يوضع سلك من البلاتين مسخن كهربيا فى وسط أنبوبة طويلة تسمى عمود كلوسيس- ديكل ويبرد العمود من الخارج، ويتسبب تدرج درجات الحرارة فى تركيز الغازات الخفيفة فى المنطقة الساخنة حيث تصعد إلى أعلى، بينما تتركز الغازات الثقيلة فى المنطقة الباردة فى الجزء الأسفل من العمود، وبذلك تتجمع النظائر ذات العدد الكتلى العالى فى اسفل، بينما تسحب النظائر الخفيفة من أعلى. كذلك يمكن استخدام طرق أخرى لفصل النظائر تعتمد على ظاهرة الانتشار خلال عدة حواجز. وتعتمد خلال عدة حواجز. وتعتمد هذه الطرق على أن النظائر الخفيفة تنتشر خلال الحواجز بسهولة أكثر من انتشار النظائر الثقيلة، ولهذا الغرض ينبغى تحويل النظائر المراد فصلها إلى مركبات غازية مثل تحويل اليورانيوم إلى سادس فلوريد اليورانيوم. وأخيرا يعتبر مطياف الكتلة وسيلة ممتازة للفصل غير أنه يستخدم فى حالة الكميات الصغيرة من المواد. ويمكن استخدام الطرق السابقة فى فصل النظائر الثابتة. (انظر: تضاعف).

فعالية بيولوجية نسبية Relative biological effectiveness (RBE)

عامل يستخدم للمقارنة بين الفعالية النسبية لمختلف أنواع الإشعاع المؤين، وهو معكوس النسبة بين مقدار الإشعاع المتص اللازم لإحداث أثر معين والاشعاع القياسى (المرجعى) اللازم لإحداث الأثر نفسه.

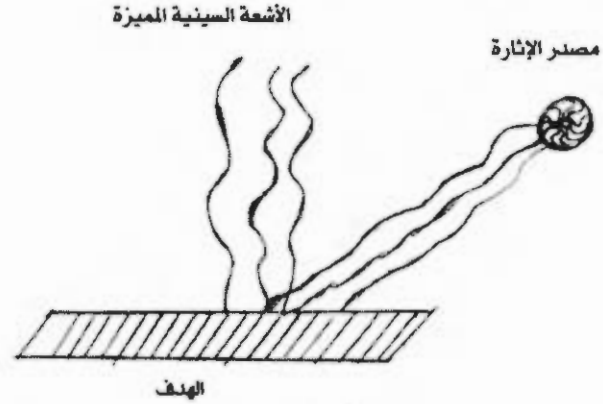
فلز Metal

عنصر يكون له سطح لامع مصقول، ويوصل الحرارة والكهرباء، وتفقد ذراته إلكترونات فى معظم التفاعلات الكيميائية، ويتفاعل مع أحماض معينة ليكون أملاحا.(قد يصهر فلز ويخلط بصهير فلز آخر ثم يبرد الخليط فيكون سبيكة).

الفلورية Fluorescence

ظاهرة فحواها أنه إذا استضاءت بعض الأجسام (مثل كبريتات الزنك) بضوء ذى لون معين أو ذى طول موجى معين أشرق منها ضوء ذو لون آخر يكون طوله الموجى فى الغالب أطول. ويقف إشراق الضوء

عن هذه الأجسام مع انقطاع الضوء الواقع عليها. وحيث إن كل لون من ألوان الضوء يعبر عن طاقة معينة للفوتونات، فإنه يمكن وصف الفللورية أو الفلورة بأنها عملية امتصاص فوتون بطاقة معينة وانبعاث فوتون آخر بطاقة أقل. وتحدث هذه الظاهرة أيضا بفعل الأشعة غير المرئية ذات الموجات القصيرة وبفعل الإلكترونات. واللفظ العربى مشتق كاللفظ الأجنبى من اسم عنصر الفلور.



فلورة الأشعة السينية

الفوتون Photon

اظهر العلماء أن الإشعاعات الكهرومغناطيسية تنبعث وتسير فى الوسط على هيئة وحدات كمة من الطاقة وليس على هيئة تيار مستمر. وإذا اقترب البوزيترون من الإلكترون اتحد معه ونتج عن ذلك الفوتون، كذلك اذا دخل الفوتون فى أحد المجالات الشديدة القريبة من نواة الذرة تحول إلى بوزيترون وإلكترون.

الفوسفورية Phosphorescence

ظاهرة من نوع الفلورية وإنما تختلف عنها باستمرار اشراق الضوء من الجسم مدة بعد انقطاع الضوء الواقع عليه فيظل الجسم مضيئا فى الظلام باللون الخاص به.

فرق الجهد (فولت) Potential difference (Volt)

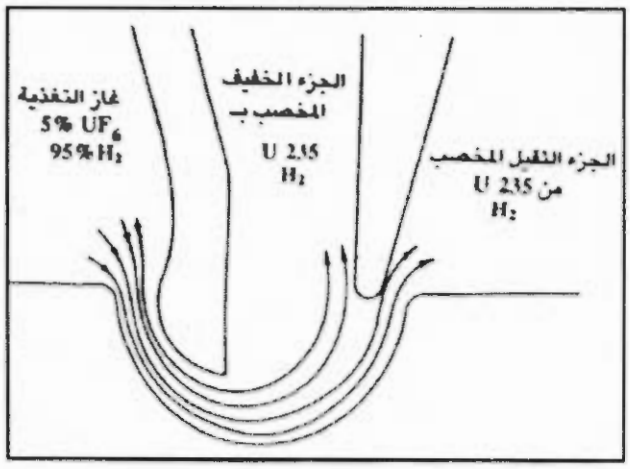
على الرغم من أن قوى التجاذب الكهروستاتيكية بين البروتون والإلكترون هى احدى القوى الأساسية فى عالم الذرة فإن حركة الإلكترونات المنتظمة والتى تكون التيار الكهربى ليست بسببها مباشرة بل يسير التيار بين النقط التى بينها "فرق جهد" ويعبر عن هذا الفرق بالفولت. والجهد بين نقطتين، هو مقياس للطاقة التى يكتسبها الإلكترون فى حركته بينهما. وتتحرك الإلكترونات لأنها تميل إلى أن تفعل ذلك. وتنشأ الطاقة كنتيجة لمستويات الطاقة التى يستطيع الإلكترون شغلها فى الذرة. وهناك وسائل متعددة نعرفها الآن لاستحداث فرق جهد. ومع أنها لا تتيح إلا فرق جهد صغير نسبيا. إلا أنها تتميز بقدرتها على الاحتفاظ بفرق الجهد ثابتا لمدة طويلة أثناء مرور التيار. ومن هذه الوسائل اثنتان نخصهما بالذكر لما لهما من الأهمية وهما: عمود (أو خلية) فولطا، الذى يحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية، والمولد الكهربى الذى يحول الطاقة الديناميكية إلى طاقة كهربية.

فولاذ (صلب) Steel

سبيكة من الحديد والكربون يمكن تشغيلها على الساخن، ويكون فيها الكربون فى الحالة المتحدة. ويحتوى الفولاذ (الصلب) أيضا على عناصر أخرى بكميات متحكم فيها. ومن أنواع الفولاذ: الفولاذ الكربونى Carbon steel تحدد خواصه أساسا بالنسبة المئوية للكربون الذى يحتويه. والفولاذ السبائكى Alloy steel وهو الذى أضيف إليه عنصر سبائكى أو أكثر بغرض تعديل خواصه. والفولاذ الذى لا يصدأ stainless steel وهو فولاذ سبائكى يحتوى على نسبة عالية من الكروم، وقد يضاف إليه النيكل. وهو يقاوم أنواعا متعددة من التآكل الكيميائى مقاومة كبيرة.

طريقة الفوهة Jet nozzle, method (JN)

إحدى الطرق المستخدمة فى تخصيب اليورانيوم. وتعتمد هذه الطريقة على مبدأ الحركة الهوائية (Aerodynamic). وهى من أكثر الطرق القائمة على هذا المبدأ تطورا، وقد تم تطويرها فى ألمانيا الغربية، وتتم هذه الطريقة عن طريق تغذية جهاز الفصل المستخدم بخليط من سادس فلوريد اليورانيوم الغازى بنسبة ٥٪ مع غازات خفيفة أخرى كالهيدروجين أو الهليوم بنسبة ٩٥٪ وذلك لتحسين كفاءة عمليات الفصل. ويوفر استخدام غاز الهيليوم بديلا عن الهيدروجين أمانا أكبر ولكنه يزيد فى استهلاك الطاقة بنسبة ٢٥٪،



التخصيب بالفوهة

فعند مرور التغذية على انبعاج أسطوانى تعترضها شفرة حادة، وطبقا لمبدأ الحركية الهوائية سوف تميل الجزيئات الأثقل للتحرك قرب جدار الاسطوانة فى حين تميل الجزيئات الأخف للتحرك قرب محور الأسطوانة. وهكذا تكون نسبة تركيز سادس فلوريد

اليورانيوم٢٣٨ قرب جدار الاسطوانة أعلى من نسبة تركيزه بالقرب من المحور، فى حين ينعكس الأمر بالنسبة لسادس فلوريد اليورانيوم٢٣٥ الأخف. وهكذا تقوم الشفرة الحادة بفصل الغاز إلى جزئين هما الجزء القريب من الجدار الأسطوانى وفيه تقل نسبة سادس فلوريد اليورانيوم٢٣٥، والبعيد من الجدار وفيه تزيد نسبة سادس فلوريد اليورانيوم٢٣٥.

الفيرمونات Fermions

يطلق اسم الفيرمونات علميا على جميع الجسيمات الأساسية مثل الإلكترون والنيوترون والبروتون. تنقسم الفيرمونات إلى قسمين رئيسيين أولها الليبتون Lepton وهى الجسيمات الخفيفة التى تتكون منها الإلكترونات وجسيم النيوترينو - إلكترون، وجسيم الموبون Muon، وجسيم التايو Tau. والقسم الثانى هو الهادرونات Hadrons التى تتكون من جسيمات الكوارك Quark الثقيلة. والهادرونات تنقسم إلى نوعين، الأول الميزون Meson وهى جسيمات تتكون أساسا من كوارك وكوارك نقيض فقط مثل جسيم بايون Pion وجسيم كاوون Kaon وغيرها. والنوع الثانى هو الهادرونات وهى الباريون Baryon التى تتكون أساسا من ثلاثة كواركات معا مثل البروتون ومضاده والنيوترون ومضاده وجسيم لامبدا، وجسيم أوميجا وجسيم بساى وغيرها.

فيرمى، إنريكو (١٩٠١-١٩٥٤) Fermi, Enrico

فيرمى انريكو
(١٩٠١ - ١٩٥٤)

ولد انريكو فيرمى فى روما يوم ٢٩ سبتمبر عام ١٩٠١، حصل على درجة الدكتوراه فى الفيزياء من جامعة بيزا وهو فى الحادية والعشرين وكان موضوع رسالته "الأشعة السينية" وفى عام ١٩٢٧ أصبح فيرمى محاضرا بكلية العلوم بجامعة روما، وفى عام ١٩٢٩ انتخب عضوا فى الأكاديمية الإيطالية وهو أكبر تقدير شرفى تمنحه الدولة فى مجال العلوم. وفى عام١٩٣٤ وبعد سلسلة من الأبحاث على مدى عشر سنوات تمكن فيرمى من التوصل إلى اكتشاف علمى هام. لقد اكتشف أن أحد الجسيمات المكونة لنواة الذرة وهى النيوترونات عند توجيهها فى شكل قذيفة نحو أهداف ذات تركيب ثابت فإن المادة التى يتركب منها الهدف تصبح مشعة وبعد ذلك تتحول إلى مادة أخرى، فالحديد مثلا عندما يكتسب خاصية الإشعاع صناعيا بواسطة قذفه بالنيوترونات يتحول إلى المنجنيز وباستخدام هذه الطريقة تمكن العالم الإيطالى من اكتشاف ثمانين نواة صناعية أو نظيرا مشعا.

ولقد سأل العالم الإيطالى " انريكو فرمى " نفسه يوما: ماذا يحدث إذا قذفنا عنصر اليورانيوم بالنيوترونات ؟ . إن اليورانيوم أكبر عدد ذرى معروف حينئذ وهو٩٢، فإذا استطعنا إنتاج نظير مشع لليورانيوم يبث إلكترونات سالبة، فإن ذلك سوف يعنى أنه يحول نفسه إلى عنصر عدده الذرى ٩٣.. وبعد أن أجرى التجربة، وجد أنه استطاع إنتاج، ليس واحدا فقط، بل العديد من المواد المشعة، وذلك بقذف اليورانيوم بالنيوترونات. وكل هذه المواد لها "عمر نصف" مختلف . وتأكد فيرمى من حصوله على نظير لليورانيوم، أى إن اليورانيوم الطبيعى ٩٢ تحول إلى عنصر نظير ٩٣. وفى عام ١٩٣٨ وباستخدام هذه الطريقة تم اكتشاف نظير لعنصر الباريوم. إلا أن هذا الاكتشاف لم يحظ باهتمام كبير حينذاك. ولكن بعد ست سنوات فقط كان هو المفتاح الذهبى الذى أدى إلى صنع القنبلة الذرية. فعندما تقبض نواة اليورانيوم على نيوترون، فإنها تشطر نفسها إلى قسمين متساويين. وإذا كان أحد هذين الشطرين هو الباريوم ٥٦ فإن الشطر الثانى لابد وأن يكون عدده الذرى ٣٦ (٩٢ =٥٦+٣٦). والعنصر الذى عدده الذرى ٣٦ هو غاز الكريبتون. إن مجرد شطر نواة ثقيلة مثل اليورانيوم يولد طاقة ضخمة أكثر أضعافا مضاعفة من الطاقة التى تنشأ من أى تفاعل كيميائى معروف. وهكذا فتحت هذه النتائج الباب إلى الشروع فى بناء أول مفاعل ذرى، تحت إشراف «فيرمى» وفريق العاملين معه فى جامعة كولومبيا وجامعة شيكاغو. وفى ٢ديسمبر ١٩٤٢ كان إتمام إنشاء أول مفاعل نووى وبداية تشغيله، ليؤذن هذا الحدث بميلاد عصر الطاقة الذرية. والذى عد ذلك نجاحا خاصا لفيرمى ورفاقه ولاشك. وفى عام ١٩٤٥ أصبح فيرمى مواطنا أمريكيا وفى ١٩ مارس عام ١٩٤٦ منحه الكونجرس الأمريكى ميدالية الاستحقاق عرفانا بإنجازاته. توفى انريكو فيرمى فى ٢٨ نوفمبر ١٩٥٤ عن عمر يناهز ٥٣ عاما.

فيزياء (فيزيقا) Physics

يختص مجال هذا العلم، باكتشاف القوانين التى تحكم الطبيعة ومجرياتها، ويتمثل ذلك فى المقام الأول بالقوانين التى تحكم كلا من المادة والطاقة. كما يمكن القول بأنها تختص بإلقاء الضوء على كل مايتعلق بفهم الكون والحياة الموجودة فيه. وكان البابليون أول من قام بتسجيل الظواهر التى تحيط بالإنسان، وقد عاش البابليون فى المنطقة الواقعة بين نهرى دجلة والفرات والتى تعرف حاليا بالعراق حوالى عام ٣٠٠٠ ق. م. وقد اعتاد هؤلاء القوم تسجيل حركات الأجرام السماوية، سواء بالكلمة أو بالرسومات. وقد نقل الإغريق هذه التسجيلات التى قام بها البابليون وقدماء المصريين. وحاولوا تنظيمها قدر استطاعتهم، كما توصلوا إلى بعض المبادئ الأساسية فى الميكانيكا(علم الحركة) والاستاتيكا (علم السكون) مثل حمام أرشميدس المشهور.ثم جاء العرب والمسلمون فاستفادوا مما قام به الأقدمون وخاصة مما توصل إليه اليونان من نتائج. ولكنهم صححوا

اهتم العرب، إلى حد كبير بالبحث العلمي، خاصة فى مجال الرياضيات والفيزيـاء، وتوضح هذه القصاصة، المأخوذة من مخطوط عربى قديم، تصويرا مبسطا عن التحكم فى القدرة المائية، واستخدامها فى تشغيل البكرات والمحاور

كثيرا مما وقع فيه السابقون من أخطاء، وابتكروا وتوصلوا إلى ما لم يتوصل إليه غيرهم من نتائج. كما جعلوا من " الفيزياء " علما متكاملا يستند على ركائز وأسس علمية تجريبية وليس على فروض نظرية أو معطيات غير واقعية.

ولقد طبق علماء المسلمين نظرية الأوانى المستطرقة تطبيقا عمليا وفسروا فى ضوئها اندفاع الماء من العيون الطبيعية، واستخدموها فى النافورات الصناعية، وفى رفع الماء إلى الأماكن المرتفعة كالحصون والمنارات. وحددوا الأوزان النوعية لعديد من السوائل والمواد الصلبة والمعادن والأحجار الكريمة واستخدموا أجهزة دقيقة لتقدير كثافة الأجسام. وقام علماء المسلمين ببحوث إضافية فى الجاذبية، فعالجوا العلاقة بين ثقل الجسم المجذوب والمسافة التى يقطعها والزمن الذى يستغرقه الجسم فى عملية الجذب، مما مهد لظهور قانون نيوتن فيما بعد. وبحثوا فى الضغط الجوى. وقالوا إن وزن الجسم فى الهواء يختلف عن وزنه الحقيقى فى الفراغ لأن الهواء يحدث ضغطا مثل ضغط الماء. كما استخدم المسلمون موازين غاية فى التطور والدقة وألفوا بحوثا فى أنواع الموازين وعملها. ويرتبط بذلك بحثهم فى الروافع وأنواعها وآلاتها وعملها ومنافعها، واستخدامها فى رفع أثقال ضخمة بجهد ضئيل. أما فى الصوت، فقد قال علماء المسلمين إن الصوت ينتشر على شكل موجات تتسع دائرتها، وتضعف كلما ابتعدت عن مركز الصوت...، وعللوا صدى الصوت بأنه يحدث نتيجة لانعكاس الموجات الصوتية عند اصطدامها بحاجز مثل جبل أو حائط. واستخدم علماء المسلمين النظريات التى وضعوها فى الصوت لتطوير الآلات الموسيقية المعروفة، واختراع آلات جديدة. كذلك قالوا إن الضوء يسبق الصوت وأنه أسرع منه وعللوا بذلك رؤية البرق قبل سماع الرعد. وقد اشتهر من علماء المسلمين فى هذا العلم عدد كبير مثل الخازن البصرى (توفى ١٠٣٨م) والبيرونى (ت: ١٠٤٨م) وابن سينا (ت: ١٠٣٦م) والحسن بن الهيثم المصرى (ت: ١٠٣٨م) وقد تفوق ابن الهيثم فى البصريات والضوء.

وفى القرن السابع عشر تسلم العلماء الأوربيون شعلة العلم من العرب والمسلمين، حيث جاء جاليلو، بأجهزته العلمية (التليسكوب والمجهر والترمومتر) كما تبعه كل من " نيوتن وهيجنز وبويل "، حيث يعتبر نيوتن أول من أرسى قواعد علم الفيزيقا الحديث، إذ اكتشف معاملا ثابتا يجب أن تتضمنه أية معادة تختص بالجاذبية، وهو ما يعرف "بثابت الجاذبية" ويعد أحد ٣ ثوابت أساسية لفهم خواص المادة. وقد شهد القرن الثامن عشر إجراء أولى التجارب فى مجال الكهرباء الإستاتيكية، على يد " فرانكلين " و " كولوم ". كما شهد القرن التاسع عشر اكتشاف الكهرباء وتم دراسة التيار الكهربائى على يد كل من " فولتا وأورستد وأمبير وأوم" وعلاقته بالمغنطيسية. كما توصل " ماكسويل" إلى المعادلة التى حددت العلاقة بين ظواهر الكهرباء والمغنطيسية والضوء، حيث أوضحت أهمية وجود ثابت سرعة الضوء. ثم كان "سادى كارنو" أول من أثبت وجود علاقة بين الحرارة والشغل المبذول، حيث تعد هذه العلاقة بمثابة حجر الزاوية فى علم الديناميكا الحرارية. كما قام " جول " بدراساته المثمرة عن المكافىء الميكانيكى للحرارة. ثم جاء "ماكس بلانك" فى القرن العشرين وقال بأن الضوء ينتقل على هيئة حزمات منفصلة، تسمى بالكميات الضوئية؛ وهو سلوك يشبه سلوك المواد التى تتألف من ذرات منفصلة. وتعتبر الطبيعة الكمية للإشعاع بمثابة العامل المحدد. واستأنف " آينشتين " السير على نفس الدرب، فقد برهن على قدرة هذا الفرض على تفسير شتى الظواهر، مثل التأثير الكهروضوئى. واتسعت جهود العلماء خاصة " رذرفورد " حتى شملت مجال الفيزيقا الذرية وأمكن تفسير سبب وجود الإلكترونات فى مستويات للطاقة بعينها وأن الذى يتحكم فى هذه الظاهرة، معامل يسمى"ثابت بلانك". وتواصلت بعد ذلك جهود العلماء فى الفيزياء الذرية والوصول إلى اكتشاف تلك القوة العملاقة وهى القوى النووية .ومازال الحاضر والمستقبل القريب يحمل آفاقا وفتوحات جديدة فى مجال الفيزياء، لم تعرف حتى الآن.

(انظر مادة : ابن الهيثم).

فيزياء الجسيمات Particle Physics

فيزياء الجسيمات، علم يهتم بدراسة سلوك المكونات الأساسية للمادة. وهى امتداد للبحث فى مجال استكشاف ميكانيكية الذرة والنواة الموجودة فى قلبها. ويهتم البحث الحالى بفحص طبيعة الجسيمات الفردية التى تكون الذرة والجسيمات المشابهة الأخرى التى اكتشفت حديثا فى التجارب داخل معجلات الجسيم. ويبلغ عدد الجسيمات المختلفة التى تم تحديدها حوالى المائتين. وتشمل الجسيمات المضادة المتماثلة فى الكتلة والمتضادة فى العديد من صفاتها مع الجسيمات المكافئة لها. كمثال: النيجاترون ذو الشحنة السالبة، ومضاده أو البوزيترون الذى يحمل شحنة موجبة.

فيزياء إحصائية Statistical physics

يطلق اسم الفيزياء الإحصائية على فرع الفيزياء النظرية الذى يدرس الخواص الماكروسكوبية (خواص المقادير الكبيرة) للمجموعات الثرموديناميكية على أساس المعلومات المكتسبة من النظرية الحركية للغازات وباستخدام طرق الإحصاء الرياضى. وتتلخص مهمة الفيزياء الإحصائية فى بحث خواص وصفات هذه المجموعات على أساس معلومات معينة عن بنيانها الذرى. حيث نعتبر أن لدينا خواص وقوانين حركة لكل ذرة أو جزىء أو جسيم أولي وهو ما تدرسه ميكانيكا الكم.

فيزياء صحية Health physics

العلم الذى يعنى بالاعتراف بالأخطار الصحية الناشئة عن الإشعاع المؤين، وتقييمها والتحكم فيها. كما أن الفيزياء الصحية هى المسئولة عن مظاهر السلامة فى التصاميم للعمليات والمعدات وتسهيل الاستفادة من المصادر المشعة وذلك بتقليل التعرض الإشعاعى للأشخاص بحيث يكون فى كل الأوقات دون الحدود المقبولة وبما ينسجم مع مبدأ " الأرا ".

فيزيقا نووية Nuclear physics

دراسة نوى الذرات، والجسيمات دون الذرية والتفاعلات النووية، والطاقة الناتجة عن هذه التفاعلات.

فيض (نيوترونى) Flux (neutron)

مقياس لشدة الإشعاع النيوترونى، وهو عدد النيوترونات المارة خلال السنتيمتر المربع من هدف معين فى الثانية. ويعبر عنه بالمضروب (ن ع) حيث (ن) عدد النيوترونات فى سم^{3}، ع سرعتها بوحدة السنتيمتر فى الثانية.

(انظر: فيض نيوترونى متكامل)

فيض نيوترونى متكامل Integrated neutron flux

الفيض النيوترونى مضروبا فى الزمن. ويعبر عنه عادة بالمضروب (ن ع ز) حيث(ن)عدد النيوترونات فى سم^{3}، (ع) سرعة النيوترونات بوحدة سم فى الثانية، (ز) الزمن بالثوانى.

(انظر: فيض)

اتفاقية فيينا
(الخاصة بالمسئولية المدنية عن اضرار الطاقة الذرية)
Vienna Convention on civil liability for nuclear damage

هى إحدى الاتفاقيات الدولية الخاصة بتنظيم المسئولية عن الأضرار النووية. حيث تم التوقيع على اتفاقية فيينا الخاصة بالمسئولية المدنية فى فيينا فى ٢١ مايو ١٩٦٣ . ولقد ركزت هذه الاتفاقية – كسابقتها من الاتفاقيات – المسئولية عن الأضرار النووية فى شخص واحد وهو القائم بتشغيل المنشأة النووية إذا كانت ناشئة عن أضرار ناتجة من الحوادث النووية المتعلقة بهذه المنشأة. وتطبيقا لمبدأ تركيز المسئولية، يعفى الأشخاص الآخرون المشتركون فى صناعة أو امتلاك أو الإمداد بالمواد النووية من المسئولية. وقد حددت الاتفاقية أيضا حق الرجوع على مشغل المنشأة نفسه، كما يسقط الحق فى الرجوع على المشغل فى حالتين، عندما ينص على ذلك صراحة فى تعاقد أو اتفاق، وعندما تقع الحادثة النووية نتيجة فعل أو الامتناع عن فعل بقصد متعمد لإحداث ضرر، ويتحمل فاعل هذا الفعل أو الممتنع عنه تبعة المسئولية فى هذه الحالة. كما حددت الاتفاقية فترة المسئولية عن الأضرار النووية بعشر سنوات، وقد تمتد أكثر من ذلك.

(ق)

قارورة مغناطيسية Magnetic bottle

مجال مغناطيسى يستعمل لحصر البلازما أو احتوائها فى تجارب الاندماج (النووية الحرارية) المحكومة.(انظر: بلازما، اندماج نووى)

قاعدة براج Bragg rule

قاعدة وضعية مؤداها:

١ – أن القدرة النوعية لعنصر ما على وقف جسيم الفا تتناسب عكسيا مع الجذر التربيعى للوزن الذرى لهذا العنصر.

٢ – أن القدرة الذرية لعنصر ما على وقف جسيم الفا تتناسب طرديا مع الجذر التربيعى للوزن الذرى لهذا العنصر.

قاعدة بولى Pauli exclusion principle

تنص هذه القاعدة على أنه لا يمكن لإلكترونين فى نفس الذرة أن يكون لهما نفس أرقام الكوانتم الأربعة، وعلى ذلك فإن أى مدار لا يمكن أن يشغل بأكثر من إلكترونين بحيث يكون لكل منهما رقم كوانتم معزلى مخالف للآخر، وسميت كذلك نسبة إلى عالم الفيزياء الحديثة باولى (١٩٠٠– ١٩٥٨).

قاعدة هوند Hund's rule

قاعدة تنص على أنه عندما تكون ذرة ما لها مدارات متساوية فى الطاقة، فإن الإلكترونات تميل إلى توزيع نفسها مفردة على هذه المدارات قبل حدوث عملية الازدواج الإلكترونى.

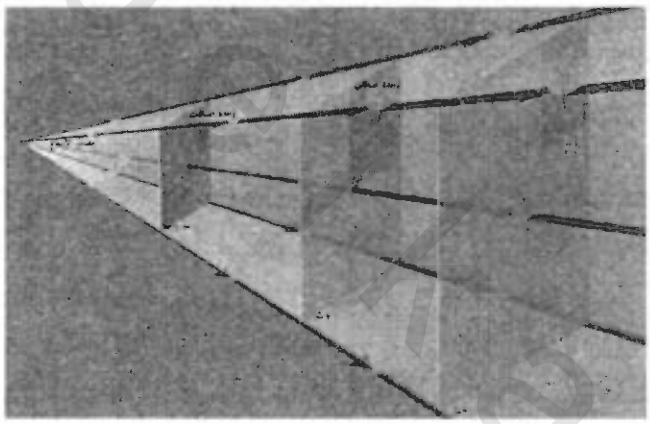
القانون العام للغازات General law of gases

وهو القانون الذى ينص على أن حاصل ضرب الضغط (ض)، والحجم (ح) لكمية معينة من الغاز، يتناسب تناسبا طرديا مع درجة حرارته (ر). ويمكن التعبير عن هذا القانون بالصورة الرياضية على الوجه التالى:

ح ٠ض = م ٠ ر . حيث م مقدار ثابت يطلق عليه ثابت الغاز.

قانون التربيع العكسى Inverse Squave Law

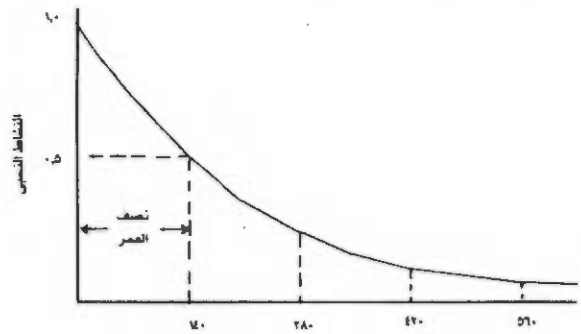
من القوانين الأساسية فى مجال الوقاية من الإشعاع. يطبق قانون التربيع العكسى فى مجالات عدة ومنها مجال القياسات الضوئية حول المصادر الضوئية.كما يطبق على انتشار الموجات الكهرومغناطيسية (أشعة اكس وأشعة جاما) والنيوترونات السريعة، كما يطبق على انتشار جسيمات بيتا. ولا يطبق على كل من: أشعة الفا لصغر مداها، والجسيمات المنشطرة حيث يطبق فقط على الإشعاعات الصادرة عنها. وفكرة هذا القانون أنه نظرا لانتشار كمية الإشعاع من مصدر مشع فى جميع الاتجاهات، فإن النسبة بين كمية الإشعاع على بعد متر إلى الكمية على أى بعد، كالنسبة بين المتر المربع إلى مربع المسافة عند أى بعد. فإذا كان المصدر فى الوضع الأول على بعد متر، تكون كمية الإشعاع على بعد مترين هى الربع، وعلى بعد ٣متر هى التسع وعلى بعد خمسة أمتار هى ١٠٠/٤ من الكمية على بعد متر وهكذا. ومن هنا يجب الاقتراب بحذر من المصادر الإشعاعية ومراعاة قراءات أجهزة القياس.



فالأشعة الضوئية الصادرة من مصدر ضوئى كبطارية صغيرة مثلا، تغطى مساحة بعينها على بعد متر واحد من المصدر. بينما تغطى أربعة أمثال هذه المساحة على بعد مترين (وتكون ربع شدتها)، كما تغطى تسعة أمثال المساحة على بعد ثلاثة أمتار، وتكون شدتها تُسع الشدة على بعد متر واحد.

قانون التفكك الاشعاعى Radioactive decay law

القانون الأسى الذى يحكم مقدار تناقص عدد ذرات مادة مشعة مع الزمن، بفرض أن عدد ذراتها كبير.وهو: $N= N_0 \exp(-\lambda t)$



منحنى الاضمحلال للبولونيوم

حيث N عدد الذرات الموجودة من نظير مشع عند زمن، N_0 عدد الذرات الموجودة عند t = صفر، λ ثابت التفكك الإشعاعى. ويبين القانون أن عدد ذرات أى مادة مشعة يتناقص لوغاريتميا مع الزمن. هذا بشرط عدم إضافة ذرات جديدة.

قانون فيك Fick's law

تطلق ظاهرة الانتشار على العملية التى تستهدف تسوية التوزيع الاتزانى لتركيز المادة المنتشرة داخل الطور الواحد. فعند ثبوت درجة الحرارة وعدم تأثير أية قوى خارجية وبنتيجة الانتشار تتساوى الجهود الكيميائية فى الأنظمة ذات الطور الواحد ويؤدى ذلك إلى تساوى تركيز مركبة ذلك الطور فى المجموعة ككل. أما إذا أثرت على المجموعة أية قوى خارجية أو إذا استطعنا التأثير على المجموعة بتدرج حرارى، فإنه نتيجة للعمليات الانتشارية ينشأ تدرج فى التركيز بالنسبة للمركبات المختلفة (عملية الانتشار الحرارى والانتشار الكهربائى وغيره). وتوصف ظاهرة انتشار الغاز المتجانس (ظاهرة الانتشار الذاتى) فى الحالة المستقرة ذات البعد (الاتجاه) الواحد $\rho = \rho(x)$ بواسطة قانون فيك:

$$dM = -D\frac{d\rho}{dx}dsdt$$

حيث dM – كتلة الغاز المنتقلة خلال فترة زمنية قدرها dt خلال مساحة متناهية فى الصغر قدرها dS فى اتجاه x العمودى على هذه المساحة فى ناحية نقصان الكثافة، $\frac{d\rho}{dx}$ تدرج الكثافة، D – معامل الانتشار الذاتى diffusion coefficient . ويقصد من كثافة التيار الانتشارى j عدد جسيمات المادة من نوع معين والتى تنتقل عن طريق الانتشار فى وحدة الزمن خلال وحدة المساحات من السطح. ولقانون فيك أهمية خاصة عند دراسة نظرية المفاعل النووى.

قبو Vault

بناء أرضى خرسانى مدعم فوق أوأسفل سطح الأرض، يحوى مصفوفة من كهوف التخزين، كل منها يستطيع احتجاز واحد أوأكثر من حزم الوقود المستهلك أوعبوات النفايات. ويمثل البناء الخرسانى حاجزا إشعاعيا لها. ويتم إزالة الحرارة أساسيا بواسطة الحركة الطبيعية أوالقسرية للغازات عبر الجدران الخارجية للكهوف. كما تطلق الحرارة إلى الغلاف الجوى عن طريق نظام إما مباشر أو ثانوى للتبريد.

قدرة Power

تعرف القدرة بأنها معدل الشغل المبذول، وهى هامة فى تحديد قيمة الآلة أو النبيطة. ومعدل الشغل المبذول الذى هو نفسه معدل تحول الطاقة (مثل الكهرباء إلى قدرة ميكانيكية فى محرك كهربى) وتقاس فى أكثر الأحيان، باستخدام الديناموميتر. ولمعرفة الفرق بين كل من القوة، والشغل، والقدرة : لنعتبر– كمثال – محركا يعمل ببطارية، استخدم لرفع أحمال أعلى جرف صخرى. فالاعتبار الأول، هو أقصى حمل يمكن للمحرك رفعه. والحمل هو القوة، ويقاس بوحدات مثل نيوتن، أو باوند. قوة. والاعتبار الثانى فإنه من الأهمية بمكان معرفة مقدار الشغل الذى يمكن للمحرك بذله قبل تفريغ البطارية. والشغل المبذول يساوى قوة الرفع، مضروبة فى المسافة المقطوعة. والشغل هو نفسه القدرة، وتقاس بوحدات مثل نيوتن. متر أو باوند. قوة . قدم. والوحدة المتعارف عليها عالميا للقدرة، هى الجول، الذى يعرف بأنه نيوتن واحد.متر.

والتعريف الأساسى للقدرة هو :

القدرة = الشغل المبذول / الزمن المستغرق. ،

الشغل المبذول= القوة المبذولة / المسافة مقطوعة.

القوة = القدرة المبذولة ، سرعة التحرك.

ويعبر عن القدرة الكهربائية عموما بالوات، الذى يساوى جول واحد/الثانية. أما القدرة الحصانية فهى تعادل٥٥٠قدم.باوند أو٧٥٠وات تقريبا.

قدرة الإيقاف Stopping power

قدرة إيقاف مادة ما هى المقدار الذى يتعين به تأثيرها فى إنقاص طاقة الحركة للجسيم المؤين عند نفوذه فيها. وقدرة الإيقاف لمادة ما بالنسبة لجسيمات مشحونة معينة، هى معدل فقد طاقة الجسيمات الساقطة على التأين والإثارة، فى وحدة الطول من المادة. وعموما تتوقف قدرة الإيقاف على كل من الجسيمات الساقطة، نوعها، ونوع المادة المتفاعلة معها.

قدرة الإيقاف الذرى Atomic stopping power

الطاقة التى يفقدها الجسيم الواحد عند نفوذ الجسيمات فى وحدة المساحات عموديا عليها. ويساوى قدرة الإيقاف الخطى(وهى نقص الطاقة فى وحدة المسافات من المادة) مقسومة على عدد الذرات فى وحدة الحجوم.

قدرة نوعية Specific power

القدرة التى تتولد فى المفاعل من كتلة من الوقود النووى قدرها الوحدة.

قصف Bombardment

اطلاق سيل من جسيمات عالية الطاقة أو فوتونات نحو هدف ما.

قضبان التحكم Control rods

قضبان من مادة شديدة الامتصاص للنيوترونات مثل البورون والكادميوم وهى مغلفة، إذا أدخلت فى المفاعل خفضت من معدل التفاعل فيه.

قضيب ضابط Shim rod

قضيب تحكم في المفاعل يستخدم في إجراء عمليات الضبط التقريبي التي لا تتكرر كثيرا، والتي تتناول ضبط التفاعلية، مثل ما يجرى عند بدء التشغيل وعند الإبطال.

قطاع Chopper

حاجز دوار لقطع سيال من الجسيمات كان انسيابها مستمرا. ويمكن للقطاعات أن تحرر دفعات قصيرة من النيوترونات معلومة الطاقة تستخدم في قياس المقاطع العرضية النووية.

قلب المفاعل Reactor core

المنطقة الوسطى (المركزية) في المفاعل التي تحدث فيها التفاعلات النووية. حيث يوجد به الوقود النووى على شكل قضبان وتسمى بقضبان الوقود النووى fuel rods، كما يوجد به عدد من قضبان التحكم للسيطرة على التفاعل المتسلسل.

قلب ذو بذرة (وغطاء) Seed (and blanket) core

قلب مفاعل يتضمن حجما صغيرا نسبيا من اليورانيوم عالى التزويد (البذرة) يحيط به حجم أكبر كثيرا من اليورانيوم الطبيعى أو الثوريوم (الغطاء). ونتيجة للانشطارات التي تحدث في البذرة يزود الغطاء بالنيوترونات حيث تحدث انشطارات أكثر. وبهذه الطريقة يضيف الغطاء جزءا ملموسا من القدرة الكلية للمفاعل ويسمى هذا القلب أيضا " قلبا سنبليا" .

قناة الوقود Fuel channel

مجرى يمر بقلب المفاعل يحتوى حزم الوقود ويمر به مائع التبريد الذى ينقل الحرارة المتولدة في قضبان الوقود بسبب الانشطار إلى خارج منطقة المفاعل أى إلى المبادل الحرارى.

قنبلة ب ٦١-١١ B 61-11 bomb

قنبلة مصممة لضرب المخابئ والمنشآت والكهوف الموجودة تحت الأرض لما لها من قدرة اختراق تصل إلى ٦ أمتار. وهي قنبلة انشطارية تحوى مادة البلوتونيوم - ٢٣٩ وطولها يصل إلى ٥و٣ متر وتتراوح قدرتها التدميرية بين ٠,١ - ٥ كيلو طن وينتج عن استخدام هذا النوع من القنابل مخاطر إشعاعية تهدد البيئة، حيث إن قنبلة تدميرية 1 كيلو طن يجب أن يتم تدميرها في أعماق تصل إلى ١٧٥ قدم حتى لا تلوث البيئة وذلك طبقا للاتفاقية الدولية الخاصة بحظر التجارب النووية السطحية PTBT الموقعة عام ١٩٦٣.

ومن المعروف أن الانشطار الكامل لجرام واحد لمادة تفجير نووى سواء كانت بولوتونيوم أو يورانيوم يؤدى إلى انبعاث طاقة تكافىء ١٧ طن لمادة ت.ن.ت، أى إن حصيلة اثنين من الأطنان يناظر إنشطار عُشر جرام فقط من البلوتونيوم. وانشطار هذه الكمية من البلوتونيوم بالنيوترونات الحرارية تولد حوالى ٠,٣ كورى من السيزيوم -١٣٧ و ٠,١ كورى من الإستيرونشيوم - ٩٠ وهذه من نواتج الانشطار طويلة العمر الأكثر شيوعا وهى ملوثات إشعاعية.

القنبلة الذرية Atomic bomb

ترجع القوة الهائلة للقنبلة الذرية، إلى قوى الربط التي تربط مكونات كل ذرة بعضها ببعض داخل المادة، وهذه القوى ليست قوى مغنطيسية، ولكنها مماثلة لها . وتتماسك كل ذرة من ذرات المواد الموجودة داخليا بواسطة هذه القوى. وتنطلق كمية من الطاقة عند انشطار الذرات، وتكون كمية هذه الطاقة متناهية الصغر، عند انشطار ذرة واحدة. ولكن إذا علمنا أن أصغر قطعة من مادة ما تحتوى على بلايين من الذرات، فإنه يمكن عند انشطار جميع ذرات هذه القطعة الصغيرة، انطلاق كميات هائلة من الطاقة. وطبقا للنظرية، فإنه من الضرورى انشطار ذرة واحدة من اليورانيوم - ٢٣٥، وتقوم النيوترونات الناتجة بشطر ذرات أخرى، وهذه بالتالى تقوم بشطر ذرات أكثر، وهكذا. ولذلك يسمى هذا التفاعل "التفاعل المتسلسل" . ويحدث مثل هذا التفاعل بسرعة كبيرة، حيث تنشط جميع الذرات في خلال جزء من المليون من الثانية. وينبغى وجود وزن معين ومحدد من اليورانيوم-٢٣٥ لإتمام التفاعل المتسلسل، يعرف بالكتلة الحرجة، وتعتمد الكتلة الفعلية على مدى نقاء المادة. فالكتلة الحرجة بالنسبة لليورانيوم- ٢٣٥ النقى، مقدارها قد يصل إلى حوالى ٣٥ رطلا (١٥ كيلو جرام)، ونظرا إلى أنه لا يوجد يورانيوم-٢٣٥ نقى تماما، فإن الكمية المطلوبة تكون أكبر من ذلك، ويستخدم البلوتونيوم ٢٣٩ أيضا بديلا لليورانيوم، ولأنه لا يوجد في الطبيعة، فإنه عادة ما يصنع من اليورانيوم-٢٣٨ في مفاعل نووى . ولا تحتوى القنبلة الذرية على مجرد الوقود النووى، بل يوجد بها الكثير من الأجزاء المختلفة. فهناك المعدات المعقدة تماما، واللازمة لتفجير القنبلة، وهناك أيضا أجهزة التأمين المسئولة عن استحالة انفجار القنبلة تلقائيا على الإطلاق. وعادة ما يتم وضع كتلة اليورانيوم على هيئة قطعتين أو أكثر، وإبعادهما عن بعضهما بمسافة مأمونة، ثم يتم تجميعهما أو إطلاقهما تجاه بعضهما لبدء التفاعل المتسلسل. وتعتبر القنبلة الذرية التي ألقيت فوق "هيروشيما" من "طراز المدفع"، لأنها تحتوى بالفعل على مدفع. حيث يوجد عند إحدى نهايتى الماسورة (هدف) عبارة عن قطعة من اليورانيوم-٢٣٥ أقل قليلا من الكتلة الحرجة، وهى شكل كرة منزوع منها جزء على هيئة إسفين مخروطى الشكل. وتصل هذه الفتحة في الكرة حتى مركزها، وتواجه النهاية الأخرى للماسورة. وتوجد عند النهاية الأخرى للماسورة، قطعة أصغر من اليورانيوم-٢٣٥ على شكل مخروط متجه برأسه جهة الفتحة الموجودة بالهدف. وهذه القطعة لها نفس الشكل تماما، مثل القطعة المفرغة من الكرة. وتكون كتلة

الكتلتنين معا، أكبر قليلا من الكتلة الحرجة. وتوجد خلف القطعة الصغرى، عبوة من مادة شديدة الانفجار عادية. وعندما يتم تفجير هذه العبوة، ينطلق المخروط ناحية الكرة، وتعمل قوة الاصطدام بينهما على لحام القطعتين معا بقوة. ويتبع ذلك حدوث الانفجار لحظيا.

أما قنابل البلوتونيوم فهى أكثر تطورا، إذ إن البلوتونيوم أكثر قابلية الانشطار من اليورانيوم-٢٣٥، كما أن كتلته الحرجة أقل، فهى تبلغ ٣٥,٢ رطلا(١٦كيلو جراما) بالنسبة للبلوتونيوم-٢٣٩ النقى. ويمكن تقليل هذه الكتلة أكثر من ذلك إلى١١رطلا(٥كيلو جرامات)، وذلك بعمل كرة من البلوتونيوم لها نفس هذا الوزن، ثم إحاطتها بيورانيوم-٢٣٨ غير قابل للانشطار. ويعمل اليورانيوم على عكس النيوترونات للخلف جهة الكرة، وبذلك يقل الفقد للخارج إلى اقل درجة. ويمكن تفجير البلوتونيوم بسهولة باستخدام قنبلة من "طراز المدفع" ولكن ينبغى تجميعها بسرعة أكبر من المستخدمة لليورانيوم، وإلا فإنه من المحتمل ألا تنفجر.

ويستخدم فى عملية تجميع البلوتونيوم أسلوب فنى باسم الانفجار إلى الداخل " الانفجار الضمنى". وتستخدم لذلك عدد من قطع البلوتونيوم، كل على شكل اسفين (وتد) وتشكل هذه القطع فى مجموعها، شكلا على هيئة كرة. ويتم ترتيب جميع هذه القطع، بحيث تقع كل منها على مسافات متساوية حول مصدر للنيوترونات. وتوضع خلف كل قطعة. عبوة متساوية الوزن من مادة متفجرة، ثم يتم تفجير جميع هذه العبوات فى وقت واحد. ونتيجة لذلك، تنطلق جميع قطع البلوتونيوم نحو مركز الكرة، وتندمج معا فى وقت واحد. ولقد طبق هذا الأسلوب فى القنبلة الذرية الأمريكية التى أسقطت فوق " نجازاكى". وبصرف النظر عن الآلية المسئولة عن بدء عملية التفاعل المتسلسل، فإنه ينبغى أن يكون هناك جهاز لتفجير المادة المتفجرة عند توقيت معين.

قنبلة البوستر Boster Bomb

نوع معدل من القنابل الانشطارية حيث تكون المادة الانشطارية فيها (البلوتونيوم أواليورانيوم) على هيئة كرة مجوفة تحتوى بمركزها على كمية من المادة الاندماجية وفى هذه الحالة فإن الحرارة والضغط الناتج عن الانشطار تؤدى إلى حدوث تفاعل اندماجى محدود تؤدى النيوترونات المنبعثة منه إلى حدوث عمليات انشطارية أكثر وبناء عليه تزداد الطاقة الانشطارية الناتجة وقد اكتشفت هذه الطريقة وتم استخدامها قبل استخدام القنابل الهيدروجينية.

قنبلة قذرة Dirty bomb

قنبلة انشطار أو أى سلاح ينشر مقادير نسبيا من النشاط الإشعاعى عند انفجاره،وذلك تمييزا له عن سلاح الاندماج. حيث تزداد كمية النشاط الإشعاعى المنبعث منها الاف المرات عن نظيرتها من القنابل الانشطارية.(انظر القنبلة الانشطارية الاندماجية الانشطارية)

القنبلة الانشطارية- الاندماجية - الانشطارية Fission- Fusion - Fission Bomb (F.F.F)

عندما يتم تصنيع العاكس من مادة اليورانيوم لكى تمنع عملية التشتيت فى المراحل الأولى من الانشطار فإن هذا العاكس سوف يؤدى غرضا آخر وهو إحداث عملية انشطارية جديدة بواسطة النيوترونات المنبعثة من داخل القنبلة مما يؤدى إلى زيادة كبيرة للقوة الناشئة عن عمليات الانشطار وبالتالى زيادة هائلة فى القوة التدميرية. وحيث إن العاكس المصنع من اليورانيوم يحتوى أساسا على اليورانيوم٢٣٨فإن عملية الانشطار لاتحدث إلابالنيوترونات السريعة وهذا بالفعل ما يتوفر لدى النيوترونات المنبعثة من الاندماج النووى. وتنبعث الطاقة فى هذه القنابل على ثلاث مراحل:(الأولى) من خلال المادة الانشطارية المنشطة الموجودة بالداخل، (الثانية) من خلال الاندماج، (الثالثة) من خلال الانشطار فى العاكس المصنع من اليورانيوم وتكون كمية المواد المشعة الناتجة من المرحلة الثالثة كبيرة جدا تفوق الناتجة من المرحلة الأولى نظرا لانبعاث عدد كبير من النيوترونات من خلال المرحلة الثانية. كمايمكن الحصول على قوة تدميرية أكبر من نفس الكتلة إذا ما أمكن استغلال المرحلة الثالثة بكفاءة. وتعرف هذه القنبلة بالقنبلة القذرة.

قنبلة الكوبلت Cobalt bomb

١- قنبلة ذرية أو هيدروجينية مغلفة بالكوبلت ٥٩ لزيادة خطرها الإشعاعى.

٢- حصن سميك من الرصاص به كمية من الكوبلت٦٠ المشع ومزود بنافذة تسمح بخروج الأشعة الجامية ليتسنى استخدامها فى الأغراض العلمية والتطبيقية.

القنابل الملحة Salting Bomb

يتم فيها خلط المادة الاندماجية ببعض العناصر التى يمكن تحويلها بدرجة عالية إلى مواد مشعة بواسطة النيوترونات السريعة المنبعثة من عمليات الاندماج النووى وهذا مما يؤدى إلى زيادة التلوث الإشعاعى الناتج دون الحاجة إلى زيادة العصف الهوائى أو الحرارة الناتجة وذلك إذا أمكن تحويل المادة من خلال هذه القنابل إلى مادة مشعة لها خاصية نصف العمر الطويل ومع وجود جسيمات أو موجات ذات الطاقة العالية. ويعتبر الكوبلت ٦٠ من هذه المواد وهذا يؤدى إلى إنتاج أسلحة راديولوجية . ويعد هذا النوع من القنابل من أقذر القنابل الذرية المعروفة حتى الآن.

قنبلة نظيفة Clean bomb

قنبلة نووية تنتج تساقطا ذريا قليلا نسبيا. وهى قنبلة الاندماج. (انظر القنبلة النيوترونية).

قنبلة نيوترونية Neutron bomb

الهدف منها إهلاك الجنس البشرى والكائنات الحية دون التعرض للمنشآت والعتاد الحربى . وتعتمد الطاقة الهائلة المنطلقة منها على التفاعل الاندماجى بين الديتريوم والتريتيوم مع الليثيوم، وتشكل النيوترونات ٨٠ ٪ من هذه الطاقة، بينما ال٢٠٪ الباقية عبارة عن حرارة مهلكة وانفجار. وهذه القنبلة تتميز بقلة فاعلية الانفجار بينما تزداد الأشعة النيوترونية وهى تبلغ ما يقرب من ٢٥ مرة عن ما تطلقه القنبلة الانشطارية من نيوترونات.

القنبلة الهيدروجينية H - Bomb

القنبلة الهيدروجينية، نبيطية تتيح انطلاق طاقة التفاعلات الاندماجية النووية بين نظائر الهيدروجين بأسلوب مدمر لا يمكن التحكم فيه. والقنبلة الهيدروجينية فى الحقيقة أكبر وسيلة تدمير صنعها الإنسان طول حياته وهى أقوى مرات كثيرة من القنبلة الذرية. والاندماج النووى عملية تتحد فيها أنوية الذرات الصغيرة لتكوين ذرة أكبر وتنطلق طاقة هائلة. ولا يحدث الاندماج النووى تلقائيا؛ فمن الطبيعى أن تميل النواتان للتنافر فيما بينهما؛ لأن كلا منهما؛ تحمل شحنة كهربية موجبة. ولكى تندمجا يجب أن تكون الأنوية متلاصقة لبعضها على قدر الإمكان، ويجب أن تتحرك تجاه بعضها بسرعة عالية جدا. ويمكن تحقيق هذه السرعة العالية بتسخين المكونات إلى مئات عديدة من ملايين الدرجات الحرارية، ولهذا السبب، تسمى القنبلة الهيدروجينية غالبا بالقنبلة الحرارية النووية. وعند الوصول إلى درجة الحرارة الحرجة يبدأ الاندماج النووى وتحافظ الطاقة المنطلقة على الحرارة، وبالتالى على التفاعل، إلى أن تستفيد كل المادة المندمجة أو إلى ان يتمدد مخلوط التفاعل إلى الحد الذى تهبط عنده درجة الحرارة إلى اقل من الدرجة الحرجة.وتتم هذه العملية برمتها بسرعة تجعلها تكاد تكون تقريبيا لحظية. ويفضل استخدام نظيرى الهيدروجين : الديوتريوم والتريتيوم فى القنابل الهيدروجينية، عن الهيدروجين المعتاد.

وتتكون القنابل الهيدروجية الحديثة، أساسا من زناد من قنبلة ذرية، يحاط ببطانة من ديوتريد الليثوم (ليثيوم ٦) والديوتيريوم، ولديوتريد الليثيوم وظيفتان اساسيتان: الأولى أنه يستخدم فى الاحتفاظ بأنوية الديوتيريوم متلاصقة جدا؛ بحيث تصبح فى وضع مناسب، لتدخل فى الاندماج، عندما تتوفر الحرارة اللازمة. والوظيفة الثانية؛ أنه عندما يقذف الليثيوم ٦ بالنيوترونات، ينتج التريتيوم، وعندئذ يمكن أن يندمج التريتيوم مع الديوتريوم. وتمد القنبلة الذرية هذه العملية بالنيوترونات وبذلك يكون للزناد أيضا أكثر من وظيفة. والقوة الانفجارية فى القنبلة الهيدروجينية، أعظم منها فى القنبلة الذرية . ويعزى ذلك إلى سببين رئيسيين: الأول، لأن الهيدروجين أخف العناصر جميعا، ولذلك تحتوى كتلة على ذرات من الديوتريوم، أو التريتيوم، أكثر كثيرا مما تحتويه نفس الكتلة من ذرات اليورانيوم أو البلوتونيوم. وهكذا وزنا بوزن، تكون هناك أنوية من الديوتيريوم أوالتريتيوم أكثر توافرا للاندماج من أنوية اليورانيوم والبلوتونيوم القادرة على الانشطار. وفى الحقيقة فان الاندماج الكامل لكتلة ما – من الديوتيريوم يعطى نظريا – تقريبا ثلاثة أمثال طاقة الانشطار الكامل لنفس الكتلة من اليورانيوم. والسبب الثانى، أن الحجم فى القنبلة الهيدروجينية مختلف عنه بالقياس إلى القنبلة الذرية، فهو غير محدود نظريا. والتفاعل المتسلسل الذاتى للقنبلة الذرية، يمكنه أن يستمر فقط إذا كان هناك ما يزيد على كتلة بعينها من المادة المنشطرة ولكن عندما تنفجر القنبلة، يقذف الكثير من المادة المنشطرة بعيدا دون أن تستخدم، ويتوقف التفاعل المتسلسل، لأن الكتلة المطلوبة تصبح غير موجودة. وفى القنابل الهيدروجينية يستمر التفاعل الاندماجى ما ظلت المادة المندمجة متوافرة، حتى لو كانت كميتها ضئيلة، بفرض توافر درجة الحرارة بالقدر الكافى. (انظر: الاندماج النووى).

قوة الامتصاص Absorptivity

نسبة مقدار الإشعاع الذى يمتصه السطح إلى مقدار الإشعاع الواقع عليه.

قوة الجاذبية Gravity force

تؤثر قوة الجذب بين كل الجسيمات التى لها كتلة. وهى مسئولة عن سقوط التفاحة التى أسفرت عن قانون الجاذبية لنيوتن (سقوط التفاحة بسبب الجذب التثاقلى للأرض)، وهى تحكم حركات الأرض والكواكب فى مدارها حول الشمس، بسبب الجذب التثاقلى المتبادل؛ وهو دائما قوة جذب بين كتلتين، يجذب أحدهما للآخر، ولا يدفع بعيدا عنه أبدا. وهذا التأثير يتناسب مع ناتج الكتل الموجودة، ويمتد خارجا من الكتلة إلى اللانهائى؛ ويقل التأثير بمقدار مقلوب مربع المسافة من الكتلة.(مثال: مضاعفة مسافة البعد عن التأثير، يضعفه ٤ مرات). وعلى الرغم من قوة تأثيرات الجاذبية، حينما توجد كتل كبيرة قياسا على الجسيمات الفردية، فإنها ضعيفة للغاية، يمكن إهمالها بصفة عامة، لأنها تحجب تماما عن طريق القوى الأخرى الموجودة.

ومن المدهش حقا أن عالما موسوعيا مسلما وهو الراغب الأصفهانى ذكر فى كتابه الفريد "معجم مفردات ألفاظ القرآن"– وقبل نيوتن وشروحه عن الجاذبية – فى تفسير قوله تعالى:

﴿ فَأَمَّا مَن ثَقُلَتْ مَوَازِينُهُۥ ۝٦ فَهُوَ فِى عِيشَةٍ رَّاضِيَةٍ ۝٧
وَأَمَّا مَنْ خَفَّتْ مَوَازِينُهُۥ ۝٨ فَأُمُّهُۥ هَاوِيَةٌ ۝٩
وَمَآ أَدْرَىٰكَ مَا هِيَهْ ۝١٠ نَارٌ حَامِيَةٌۢ ۝١١ ﴾

سورة القارعة الآيات (٦–١١). حيث قال الراغب الأصفهانى :

يستعمل الثقيل فى الأجسام المرجحة إلى أسفل كالحجر والدر، والخفيف يقال فى الأجسام المائلة إلى الصعود كالنار والدخان).

القوة الدافعة الكهربية
Electromotive force (e.m.f)

أى مصدر كهربى مثل بطارية أو مولد له قوة دافعة كهربة إذا بذل شغلا على الشحنة التى تتحرك خلاله. وعلى ذلك فإن الشحنة تكتسب طاقة كهربية عندما تتحرك من الجانب الأقل إلى الأعلى جهدا. والقوة الدافعة الكهربية تقاس بفرق الجهد بين طرفى البطارية أو المولد عندما لا تنتج تيارا (دائرة مفتوحة). وحدات القوة الدافعة الكهربية هى نفس وحدات فرق الجهد، إذ إن كلا منهما يقاس بمقدار الشغل الذى تبذله على وحدة الشحنات. ووحدة القوة الدافعة هى الفولت .

قوة المغناطيسية الكهربية Electro-magnetic force

تؤثر قوة المغنطيسية الكهربية بين كل الجسيمات التى تحمل شحنة كهربية. وهى تلاحظ عمليا فى كل ظاهرة للكهربة والمغنطة، وفى موجات الضوء والراديو. كما تحكم حركات الإلكترونات السالبة حول النواة الموجبة للذرة، ومن ثم فهى مصدر كل السلوك الذرى. وتحقق التجاذب بين الجسيمات متضادة الشحنة، وتقارب بينها، والتنافر بين الجسيمات متشابهة الشحنة، وتباعد بينها. والتأثير يتناسب مع حاصل ضرب الشحنتين الموجودتين، ويمتد خارجا من الشحنة إلى اللانهاية، ويتناسب عكسيا مع مربع المسافة بينهما، بطريقة مشابهة لقوة الجذب التثاقلى. والطريقة التى تعمل بها قوة المغنطيسية الكهربية، وصفت فى نظرية تعرف بالديناميكية الكهربية "للكم" التى تنص على أن كل جسيم محاط بسحابة من الفوتونات، وهى مجموعة من الطاقة بدون كتلة، مثل تلك الموجودة فى الضوء. ويرى الجسم مادام أنه يطلق هذه الفوتونات بانتظام، ثم يعود ليمسك بها ثانية. فإذا التقى فوتون بجسيم آخر، يحدث تفاعل (مثل التجاذب معا، إذا كانت الجسيمات متضادة الشحنة). وعن طريق الفوتون، فإن الجسيم يمرر رسالة إلى جسيم آخر. والسحابة الفوتونية تكون كثيفة بالقرب من الجسيم، وترق حينما تتحرك بعيدا عنه إلى اللانهائى. ويفسر هذا كيف تقل قوة التأثير الكهرومغناطيسى بزيادة المسافة. ولقد أكدت الديناميكية الكهربية "للكم" على أنها نظرية ناجحة تماما.

القوة النووية الشديدة Strong nuclear inforces

هى ثالث القوى الأربع المعتمدة فى الكون، حيث تعمل هذه القوة على ربط مكونات نوى الذرة. كما تعمل لمسافة جزء من تريليون ١٠ وأمامها ١٢ صفر ألف بليون جزء من السنتيمتر. أى تقريبا قطر البروتون الواحد. وهذه القوة تعمل على ربط الجسيمات الأساسية من مكونات نوى الذرة، وتعد أكبر قوة فى الطبيعة، وهى أقوى ١٠٠ مرة من القوة الكهرومغناطيسية وترتيبها بالمقدار عال جدا، حيث إن هذا المقدار يتضمن الأخذ فى الاعتبار القوة المروعة للالتحام النووى الحرارى – أى التحام نوى الذرات معا مع إطلاق طاقة عالية جدا كما فى القنابل الهيدروجينية. إذا إن هذه القوة تتحكم فى طاقة الالتحام النووى الذى يحدث فى قلب الشمس والنجوم Fusion والوسيط أو الجسيم الدقيق الذى يحمل هذه القوة داخل قلب الذرة هو جسيم «جليون» Gluon الذى اكتشف عام ١٩٧٩ فى معامل بيترا Petra فى هامبورج بألمانيا بواسطة فريق دولى من المتخصصين بعد أبحاث مضنية منذ عام ١٩٧٦ وذلك داخل جسيم البروتون الموجب وهو من مكونات نوى الذرة. ولذلك فإن مجال عمل القوة الشديدة على عائلة جسيمات الهادرون Hadron، وهذه العائلة تضم جسيمات البروتون الموجبة والنيوترون المتعادلة وأقاربها فقط من مكونات نوى الذرة. اكتشفت هذه القوة بناء على «النظرية الكمية» التى وضعها ماكس بلانك ١٩٠١. (انظر: النموذج المقياس، كوارك).

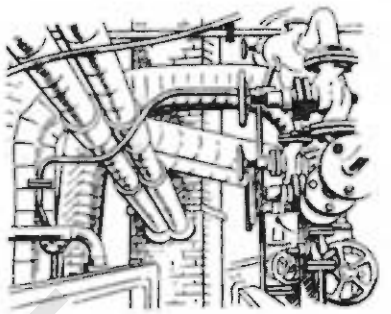
القوة النووية الضعيفة Weak nuclear inforces

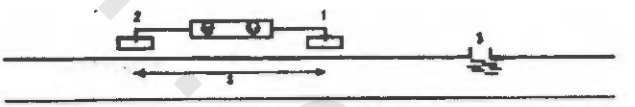
هى أكثر القوى الأربع غموضا، وقد اكتشفت بالصدفة فى أوائل الخمسينات بناء على النظرية الكمية، التى تفسر جميع القوى عدا الجاذبية، وتشير إلى أن هذه القوى على صلة ما، وذلك بالجسيمات الدقيقة الافتراضية الحاملة لهذه القوى. وهذه الجسيمات الافتراضية Virtual particles ظهرت فعلا خلال التجارب ولكن لأجزاء من الملايين من الثانية، بما لا يكفى لدراستها. والقوة الضعيفة أقل ١٠٠ ألف مرة من القوة النووية الشديدة. وهى مسئولة عن تحلل أو تفكك نوى بعض الذرات على هيئة نشاط إشعاعى، حيث يتم نوع من التحول للجسيمات. كما أنها مسئولة عن نوع واحد من مصادر الطاقة فى النجوم والمجرات النشطة، وذلك بانقسام الذرات وإطلاق الطاقة الكامنة بالإشعاع الراديوى. ويمكن ملاحظة تأثيرها فى النشاط الإشعاعى، وفى القنابل النووية الانشطارية. ولذلك فإن مجال عملها وتأثيرها على الجسيمات من عائلة هادرونHadronsداخل نوى الذرة والتى تضم البروتون الموجب والنيوترون السالب وأقاربهما. وكذلك جميع الجسيمات من عائلة ليبتون Lepton والتى تضم الإلكترون السالب والمويون Muonالسالب، والتايون السالب Tauon، والنيوترينو العديم Neutrino عديم الشحنة والكتلة. وهذه القوة تحملها جسيمات حاملة القوة تم اكتشافها بالفعل عام ١٩٨٣ وهى بوزون، منها ثلاثة أنواع أحدها عديم الشحنة Z-bozon والآخر له شحنة سالبة W-boson، والثالث له شحنة موجبة Wt-boson. ولكن العالم اليابانى هيديكى يوكاوا Hideki Yukawa قد تنبأ بوجودها بطريقة رياضية عام ١٩٣٤.

(انظر: بوزن زد، كوارك).

قياس التدفق Flow Measurement

تستخدم النظائر المشعة (كعناصر أثر) كوسيلة فعالة لحل الكثير من المشكلات الفنية مثل قياس معدل تدفق السوائل والغازات فى الأنابيب وكذلك معدل تغير طور المادة السائلة إلى غاز. ويعتمد مبدأ القياس على إضافة كمية محدودة من عنصر الأثر إلى المادة المتدفقة وقياس النشاط الإشعاعى فى نقطة محددة من مسار التدفق وبالتالى حساب سرعة ومعدل التدفق. حيث السرعة=المسافة/الزمن، والزمن = زمن انتقال المادة بين النقطتين. ويمكن الاستفادة من قيم النشاط الإشعاعى المقاس بواسطة الكاشف فى الحصول على إشارات كهربائية لتغذية لوحة قيادة وتحكم بمجموعة صمامات ومضخات تعمل على تصحيح معدل التدفق آليا. ويمكن قياس سرعة السائل ومعدل تدفقه باستخدام معجل نيترونات يقوم بقذف حزم النيترونات على فترات عبر الأنبوب المحمل بالسائل حيث تتحول كمية صغيرة جدا من ذرات السائل إلى نظائر مشعة يتم تحديد نشاطها بواسطة عداد إشعاع يوجد على بعد مسافة قصيرة من موضع التشعيع وباتجاه التدفق، وتكون نسبة الإشعاع متناسبة طرديا مع معدل التدفق إذ يزداد اضمحلال ذرات النظير المشع وينخفض العد كلما ضعفت سرعة الجريان أو معدل التدفق.





١-نقطة القياس الأولى ٢-نقطة القياس الثانية ٣-إضافة المادة المشعة

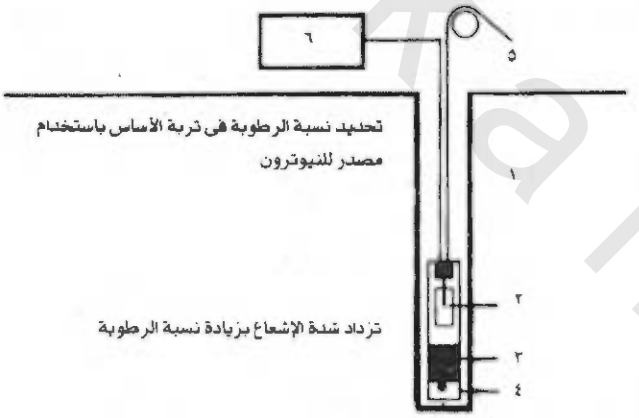
ترقم المادة المراد قياس كمية حركتها بنويدات مشعة فى مكان مناسب فى الوحدة الإنتاجية ثم تتابع إشعاعات هذه المادة المرقومة وتسجل بأجهزة قياس وتسجيل.

قياس الرطوبة Moisture measurement

تستخدم طريقة تحلل (تشتت) النيترون لقياس نسبة الرطوبة بدقة عالية فى مواد البناء (الرمل والأسمنت) والسيراميك والتربة والمواد الأولية المستخدمة فى الصناعات المعدنية (الخام والفحم ..الخ). ويستخدم فى ذلك جهاز مقياس الرطوبة النيترونى (Neutron moisture meter).

وتعتمد نظرية استخدام هذا الجهاز على أن الهيدروجين- وهو أحد مكونات الماء- له خاصية تثبيط حركة انتشار النترونات (إبطاء سرعتها) فى النظام المختبر، ويتناسب هذا التثبيط طرديا مع كمية الهيدروجين المتوفر فى النظام- أى درجة رطوبة النظام- وبالتالى فإن كمية النترونات المرتدة إلى الجهاز تشير إلى نسبة الرطوبة موضحة على جهاز القياس الكاشف Detector (عداد مملوء بمادة ثالث فلوريد البورون) . وفى هذه الحالة تستخدم كمصادر للنيترون – مخاليط من المواد المشعة لجسيمات الفا (مثل اليورانيوم والبلوتونيوم والأمريسيوم) مع مسحوق البريليوم.

وتستخدم هذه الطريقة فى عدة صناعات لتحسين طرقها الفنية. وتقوم قياسات الرطوبة بدور هام فى تطوير علوم الزراعة والغابات. وبالإضافة إلى تعيين درجة الرطوبة، يمكن قياس درجة اندماج تربة الأساسات، كما يمكن تعيين سرعة المياه الجوفية والمياه المتسربة وتقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل خلال طور نموها.



١ – حفرة ٣ – حاجب ٥ – رافع

٢ – كاشف للنيوترون ٤ – مصدر للنيوترون ٦ – كاشف

القيمة المتوسطة Mean value

تعتبر عملية انحلال نويدة منفردة وما يصاحبها من إطلاق جسيمات أو إشعاعات نووية عملية عشوائية بحتة، تخضع لقوانين الإحصاء الرياضى. إلا أن انحلال عدد كبير جدا من النويدات من نفس النوع، يتبع قانون الانحلال النووى من حيث القيمة المتوسطة. ويتراوح ما يتم قياسه فعليا من قيم حول هذه المتوسطات، وتكون التراوحات أكبر ما يكون فى حالة المصادر ضعيفة الشدة؛ مما يتطلب اعتناء خاصا.

ويقصد بالقيمة المتوسطة أنها المتوسط الحسابى، فنفرض أن لدينا عدد N تجربة مستقلة للعد النووى، تستغرق كل منها فترة زمنية t . فإن القيمة المتوسطة للعد هى :

$$\bar{n} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} n_i$$

حيث n_i قيمة العد النووى فى التجربة i، وإذا ما تكرر إجراء تجربة العد لعدد لانهائى من المرات..فإن ما نحصل عليه من قيمة متوسطة يعرف بالمتوسط الحقيقى، ويرمز له بالرمز n_t. وتعتبر $\overline{n}$ هى التقدير الأفضل لـn_t فى ظروف محدودية تكرار تجربة العد.

ويعرف n_t-n_i أى الفرق بأنه التراوح الأحادى. ومن تعريف القيمة المتوسطة فإن :

$$\sum_i (\overline{n} - n_i) = 0 .$$

(انظر مادة : الانحراف المعيارى)

(ك)

الكادميوم Cadmium

عنصر لونه أبيض فضى، رخو ومتين وصامد للتآكل، ثقله النوعى ٨,٦ جم/سم^3، ونقطة غليانه ٣٢١ ^{0}م .ويستخدم كعنصر إشابة لمعادن صناعة المحامل (الكراسى)، كما يدخل فى صلب اليايات المستخدمة فى حالات الخدمة الشاقة، ويستخدم كذلك فى محطات القوى النووية حيث يصنع منه قضبان الأمان كماصات للنيوترونات. (انظر مادة: قضبان التحكم، ومادة : سم إشعاعى)

كاشف نووى Nuclear detectors

هى الأداة الوحيدة التى يمكن بواسطتها الإحساس بالإشعاع النووى وأخذ قياسات كمية وكيفية له. وبدون ذلك لايمكن معرفة الإشعاع إلا عن طريق آثاره على المواد والإنسان، وغالبا ما يكون هذه التأثير ضارا إذا لم يراقب. فالكاشف النووى هو الوسط المادى (الغازى – الصلب – السائل) الذى إذا تعرض للإشعاع تفاعل معه وانتج كميات فيزيائية أخرى أو غير شيئا من خواص هذا الوسط، بحيث يمكن قياس هذا الإشعاع من خلال معالجة هذه الكميات أو هذه المتغيرات. وتعتمد غالبية هذه الكاشفات فى عملها على الاستفادة بظاهرة التأين ويهدف العلماء القائمون على دراسة سلوك الجسيمات الأساسية المكونة للذرات إلى معرفة عدة أشياء: مثل تحديد موضع الجسيم، ومساره، وسرعة انتقاله، ونوعيته، ولذلك تصمم كشافات الجسيمات،تبعا لنوع المعلومات المراد الحصول عليها، بأكبر دقة ممكنة. ومن أمثلة هذه الدقة المنشودة، تستخدم كاشفات مختلفة لبيان موضع مرور الجسيمات بدقة تصل إلى عدة أجزاء من الألف جزء من المليمتر وتحديد زمن مرورها، بدقة تصل إلى أجزاء قليلة من الألف مليون جزء من الثانية، ومن المعتاد الحصول على نتائج الكشافات على هيئة منظورة، مثل المسارات الموضحة لمرور الجسيمات، خلال محاليل المستحلبات، أو غرف الفقاقيع. ويعتبر ذلك ميزة هامة فى توضيح تفاعلات بعينها، مع الحصول على النتائج على شكل دائم على فيلم. وبإظهار الفيلم (تحميضه وتثبيت الصورة عليه) يمكن مشاهدة أية ظواهر تسترع الاهتمام. كما يمكن قياس موضع المسارات، قبل إرسال المعلومات إلى حاسبة إلكترونية لعمل الحسابات اللازمة الخاصة بسلوك الجسيمات.

ويمكن قياس خرج الكاشف سواء بنمط التيار current mode، أو بنمط نبضات التوتر .tension pulses mode ففى القياس بواسطة حجرات التأين يستخدم عادة القياس بنمط التيار، أما فى الأنواع الأخرى فيستخدم نمط نبضات التوتر حيث تقاس كل نبضة على حدة وتؤخذ معلومات عن كل جسيم جرى كشفه لوحده.

(انظر مادة: التأين).

كاشفات النيوترونات Neutron detectors

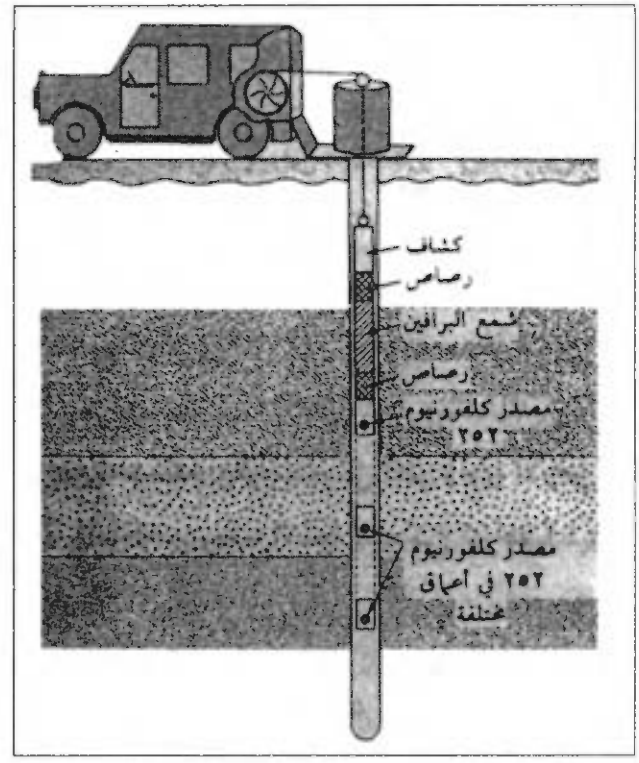
يتم الكشف عن النيوترونات عن طريق التفاعلات النووية بينها وبين أنوية المواد المختلفة، حيث ينتج عن هذه التفاعلات جسيمات مشحونة ذات طاقات مختلفة، مثل البروتونات وجسيمات الفا ..الخ. وكاشفات النيوترونات عبارة عن جزئين رئيسيين هما: الأول، مادة محولة وهى عبارة عن هدف يوضع أمام مصدر النيوترونات حيث ينتج عن تفاعل النيوترون معها انطلاق جسيمات مشحونة. وثانيا، كاشفات إشعاع مناسب للكشف عن هذه الجسيمات .ومن المواد المستخدمة لذلك: البورون والهليوم والليثيوم، كما تستخدم المواد القابلة للانشطار مثل اليورانيوم ٢٣٥، والبلوتونيوم٢٣٩ للكشف عن النيوترونات.

كاليفورنيوم - ٢٥٢ Californium-252

الكاليفورنيوم عنصر غير متوفر بالطبيعة ولقد تم التوصل اليه نتيجة التفاعلات النووية التى كانت تتم باستخدام معجلات عالية الطاقة فى الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا، والاسم منسوب إلى ولاية كاليفورنيا بأمريكا.

وللكاليفورنيوم نظائر عديدة ومن أهمها النظير كاليفورنيوم-٢٥٢. ويتميز هذا النظير بأنه مفاعل متحرك – حيث تنشطر نواة الكاليفورنيوم إلى نواتج انشطار وتنطلق نيوترونات واشعة جاما. كما أنه يتميز بأن كل جرام من الكاليفورنيوم ينبعث منه٢مليون مليون نيوترون فى الثانية. أى أن كل ميكروجرام منه ينبعث منه ٢مليون نيوترون فى الثانية.ويستخدم هذا النظير المشع كمصدر للنيوترونات وكمصدر لأشعة الفا وكمصدر لنواتج الانشطار فى المختبرات والمعامل ومراكز البحوث. كما تستخدم ابر

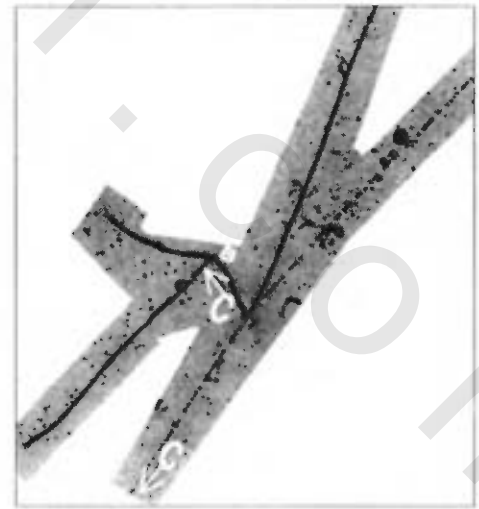
الكاليفورنيوم-٢٥٢ فى علاج الأورام السرطانية، حيث توضع الإبر بعمليات جراحية فى الأماكن المصابة بجسم المريض. إلا أن عيوب هذا النظير هو صغر نصف عمره، حيث يبلغ ٢,٦٥ سنة فقط.



استخدام النظير المشع كاليفورنيوم ٢٥٢ فى الكشف عن البترول والثروات المعدنية

كاون Kaon

جسيم أولى (اختصار ميزون - ك) وهو ميزون ثقيل تبلغ كتلته نحو ٩٧٠ ضعفا لكتلة الالكترون.



أول ملاحظة (تمت فى ١٩٤٨) لانحلال «ك - ميزون» (الكاون) إلى ثلاثة بيون: «باى - ميزون» - (البيون). والمسار (٩) يحدث بالتحرك البطىء للباى ميزون السالب الشحنة الذى تمتلكه النواة ونواتج التفتت. والمسارات (b)، (c) يحدثان بالتحرك السريع للباى ميزونات.

كبت البخار Vapour suppression

نظام أمان يمكن أن يضمن فى تصميم الإنشاءات التى توضع فيها المفاعلات المائية. وفى هذا النظام يزود الحيز المحيط بالمفاعل بفتحات تصريف تصب فى أحواض مياه مكشوفة للهواء الخارجى. فإذا حدث واندلعت أبخرة ساخنة من المفاعل بسبب وقوع حادث فإن طاقتها (ضغطها) تتبدد فى أحواض المياه. ويؤدى مرور الغازات التى لا تتكثف فى الماء إلى تنظيفها وتخليصها من الجسيمات المشعة. وثمة نظام آخر يستخدم فيه حوض كابت فى وعاء ضغط منفصل، يتصل بمدخنة للتصريف. ويطلق على النظام أيضا اسم كبت الضغط.

الكبس (بالانضغاط للنفايات) Compaction

١ - عبارة عن انقاص الحجم الكلى للمادة، وعندئذ تزاد الكثافة (الكتلة على وحدة الحجم)، بتطبيق ضغط خارجى. وغالبا هذه طريقة اقتصادية للمساعدة فى تأمين تعبئة وتخزين النفايات الصلبة.

٢ - وكبس مواد التربة التى تغطى السطح القريب لمنشأة الدفن يستخدم فى تقليل نفاذيتها.

كبسولة أشعة جاما Gamma ray capsule

أنبوبة مقفلة تحوى مادة مشعة ينبعث منها أشعة جاما.

كتلة Mass

كمية المادة فى جسم ما، وغالبا تستعمل مرادفا للوزن الذى يعنى بالضبط القوة التى يبذلها جسم تحت تأثير الجاذبية الأرضية.

كتلة السكون Rest mass

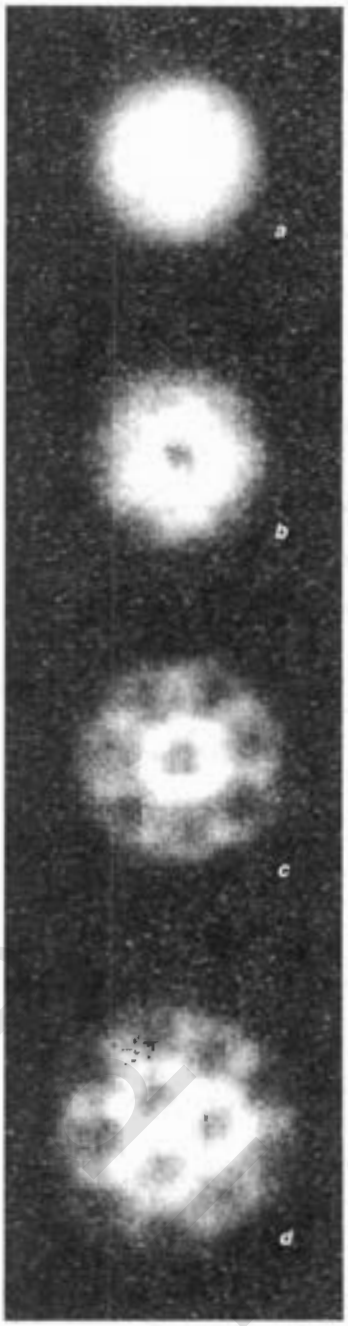
كتلة الجسيم فى حالة السكون، وذلك لأن كتلة الجسيمات ليست ثابتة بل تتوقف على سرعتها وتزيد تبعا لازدياد السرعة حسب قانون أينشتين.

كثافة الإشعاع Radiation density

عدد الفوتونات أو الجسيمات النووية التى تمر فى الثانية خلال وحدة المساحات عمودية على مسار الأشعة.

كثافات بوز - آينشتين Bose-Einstein condensate (BEC)

عند إجراء عملية ما تبرد الغاز، وعلى فرض أن ذرات الغاز المتحركة تشبه كرات زجاجية صغيرة. فإن ما يحدث فى البداية أن الكرات تفقد شيئا من سرعتها وتصبح أقل تباعدا بعضها عن بعض. لأن كثافة الغاز تتزايد أثناء تبرده. كما أن حجم أبطأ الكرات يكبر آلاف المرات كما لا يعود سطحها واضحا بعد أن كان



شبكات دوامات تم تصويرها في كثافة من ذرات الروبيديوم التى تم تحريكها لاتدور الكثافة (a) حتى يصبح التحريك قويا لدرجة تكفى لتوليد دوامة كاملة (b) يكون فيها لكل ذرة كم واحد من الدوران بإضافة دوامات أخرى تبين الأمثلة فى هذه الصورة ثمانى دوامات (c)، 12 دوامة (d) وفى مراكز الدوامات المعتمة يكون الدوران الأكثر سرعة وتكون كثافة الغاز الأقل قيمة.

صقيلا كالمرآه. وتمر هذه الذرات الشبيهة بالأخيلة إحداها من خلال الأخرى أحيانا من دون أن تنحرف، فى حين ترتد فى أحيان أخرى كما لو أن شيئا قاسيا فى داخلها يتصادم. وبالقرب من مركز المنطقة تتراكب اثنتان من أبطأ تلك الذرات وأثرها غيامة، فتبدو كأنهما تندمجان معا لتشكلا كرية كبيرة. ويمتص هذا الشكل الإهليلجى ذرات أخرى واحدة فواحدة أو اثنتين معا أوحتى اثنتى عشرة معا، وفى مفاجأة مروعة لايتبقى سوى كتلة ضخمة لاتتحرك. إن هذا الجسم الغامض ما هو إلاكينونة كمومية تدعى كثافة بوز-آينشتاين، وهى أكثر أشكال الغاز برودة فى الكون. وعلى الرغم من أن الذرات لاتزال موجودة فى داخله، وهى التى تشكله، فإنها فقدت شخصيتها الفردية. وتفسيرذلك، نجده فى لب ميكانيكا الكم أو الكمومى.

إن ميكانيكا الكم(quantum mech) تصف كيف تعمل الطبيعة عند المقاييس الذرية، وكثير من صفاته تتعارض مع حدثنا المكتسب من تجاربنا اليومية. وإحدى صفات ميكانيكا الكم هى أن للجسيمات خواص موجية-وتحدد "الدالة الموجية" لجسيم ما حالته الكمومية. وكذلك فإن أى جسيم أولى هو إما فرميون أو بوزون من حيث الأصل، تسلك الفرميونات سلوك من يعانى رهاب الاحتجاز claustrophobia، فلايمكن أن يكون لفرميونين اثنين حالات كمومية متماثلة فى الموقع نفسه. إن الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات هى فرميونات.

تسلك البوزونات سلوك من يحب العيش مع غيره من نوعه. فالبوزونات التى من نوع معين تميل لأن تجتمع معا فى حالات متماثلة فيما لو أعطيت الفرصة لذلك. والفوتونات (جسيمات الضوء) هى بوزونات. أما الجسيمات المركبة مثل الذرات فهى إما بوزونات أو فرميونات، فالذرة المؤلفة من عدد زوجى من البرتونات والنيوترونات والإلكترونات هى بوزون.

تحدث كثافات بوز - آينشتاين عندما تبرد وتكثف مجموعة من نوع واحد من البوزونات لدرجة كافية دون أن تتشابك مع بعضها على شكل جسم صلب. إن الدوال الموجبة تتوسع عند درجات الحرارة المنخفضة جدا، وحين تتراكب الدوال الموجبة للبوزونات تتراكم جميع البوزونات فى حالة كمومية واحدة.

يسلط سلوك كثافات بوز - آينشتاين الضوء على الأساسيات لمجموعة حقول فيزيائية فرعية مختلفة. وتشمل هذه الميكانيك الكمومى (ميكانيكا الكم) والميوعة الفائقة والموصلية الفائقة وخواص الذرات وتأثراتها وفيزياء الليزر والبصريات اللاخطية.

ولقد تم إنتاج كثافات بوز - آينشتاين الغازية للمرة الأولى فى المختبر عام ١٩٩٥، حيث يحدث التجريبيون هذه الكثافات فى مصايد الذرات - وهى تركيبات من حزم ليزرية وحقول مغنطيسية تحتجز سحابة ممددة dilute جدا من الذرات وتبردها داخل حجرة خوائية. ويصف أحد العلماء البارزين فى الفيزياء الذرية، إحداث هذه الكثافات بأنه " أكثر التطورات إثارة فى مجال الفيزياء الذرية منذ اختراع الليزر". (انظر: المبردات الكمومية)

كثافة التيار Current density

كمية متجهة مركبتها فى الاتجاه العمودى على سطح ما، تساوى صافى عدد الجسيمات التى تعبر وحدة المساحات من هذا السطح فى وحدة الزمن.

كثافة القدرة Power density

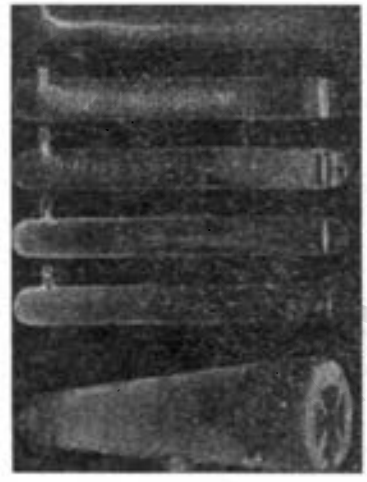
معدل الحرارة المتولدة لكل وحدة حجوم من قلب المفاعل.

الكربون - ١٤ Carbon - 14

نظير الكربون ذى الكتلة ١٤ هو نيوكليد كونى، أى إنه نظير يتشكل عن طريق تفاعل الأشعة الكونية مع العناصر الأرضية. وتحرض البروتونات ذات الطاقة الكبيرة التى تشكل الجزء الأساسى من الأشعة الأولية، عندما لا تنحرف بتأثير الحقول المغنطيسية تفاعلات نووية شديدة تؤدى إلى تفجير نوى مركبات الغلاف الجوى. وهكذا تنشأ إشعاعات ثانوية من بينها العديد من النيوترونات. وهذه النيوترونات هى التى تدخل فى تصادم مع ذرات النيتروجين ١٤ مؤدية إلى إنتاج نظير: الكربون-١٤.

يحدث تشكيل النسبة العظمى من الكربون-١٤ فى ارتفاعات من ١٢ إلى ١٥ كيلو مترا (التراتوسفير الأسفل). وذرات الكربون-١٤ المتكونة سرعان ما تتأكسد فيما بعد لتشكيل جزيئات ثنائى أكسيد الكربون CO_2 التى تتبعثر بعد ذلك فى الغلاف الجوى. تكون ذرات الكربون-١٤ مشعة ذات عمر نصف قدره ٥٧٣٠ سنة، تعود بعد تفككها إلى حالة ذرات نتروجين ١٤ المستقرة. إن النشاط الإشعاعى الطبيعى لثنائى أكسيد الكربون الجوى المصدر لأشعة بيتا هو فى الوقت الحاضر نحو ١٤ تفككا فى الدقيقة وفى جرام واحد من الكربون، بمعنى أن النسبة النظيرية C_{14}/C_{12} هى من رتبة 10^{-12}. (أى إن كل ذرة من الكربون-١٤ تقابلها 10^{12} ذرة من الكربون العادى) .(انظر مادة : تأريخ كربونى)

كروكس، وليام (١٨٣٢-١٩١٩) Crookes, William



وليام كروكس(١٨٣٢-١٩١٩) أنابيب كروكس

ولد ويليام كروكس فى العاصمة البريطانية لندن، وكانت لديه اهتمامات مختلفة طوال حياته، فى كل من الكيمياء والفيزياء، بالاضافة إلى اهتماماته بالصحافة العلمية .حيث كان ينظر إليه فى الفترة الأخيرة من حياته بإكبار كمرجع للعلم. وكان أول نجاح تجريبى ل " كروكس " هو اكتشافه عنصر الثاليوم عام ١٨٦١ الذى تبينه بخطه الأخضر المميز. باستخدام منظار التحليل الطيفى. وفى عام ١٨٩٨ أثار اهتماما واسعا، بكمية النيتروجين التى كانت تمتصها الزراعة غير المنتظمة للحبوب من التربة. والزجاج الغامق الذى مازال يحمل اسمه، والمستخدم فى نظارات الوقاية لعمال اللحام وعمال الزجاج، ليمتص كلا من الحرارة والأشعة فوق البنفسجية، وقد قام بمحاولات مبكرة لتصنيع الماس. أما العمل الذى جلب لكروكس شهرته الواسعة، فهو بحثه ظاهرة التفريغ والاشعاع، ومازالت أنبوبة كروكس جهازا قياسيا فى المعمل. وهى أنبوبة مغلقة لها قطب موجب (انود) وسالب (كاثود) فى نهايتها المتقابلتين، وتتصل بمضخة لتعديل كمية التفريغ. ويدل ظهور الوميض والمناطق المظلمة فى الأنبوبة جزئيا، على كثافة وسرعة الإلكترونات " أشعة المهبط " عندما تنتقل من المهبط أماما إلى المصعد، واستخدم كروكس جهازه لدراسة سلوك أشعة المهبط، كما كانت الأنبوبة بين يدى "د.ك. رونتجن "واستخدمها فى التعرف على أشعة أكس، كذلك استعملها "رذرفورد" فى بحثه الرائد على طبيعة الإلكترونات .وبطلاء رقعة صغيرة من الانبوبة من الداخل بكبرتيد الزنك، يمكن رؤية صدمة الإلكترون كومضة مقتضبة. وقد سمى كروكس هذه الأداة سينثار سكوب " منظار الوميض" واستطاع بمساعدتها أن يلحظ هو وباحثون آخرون تأثير مجال مغنطيسى على اتجاه شعاع من الإلكترونات. وقد درس كروكس أيضا طاقة الإشعاع للأجسام الساخنة واخترع مقياسه للإشعاع ليكتشف كميات صغيرة من الحرارة. وفى آخر حياته اضطرب نشاطه العلمى عندما بدأ فى بحث الظواهر النفسية، الذى كان ينظر إليها بالشك الكبير والازدراء. كرم كروكس بمنحه لقب فارس فى عام ١٨٩٧، بالإضافة إلى تكريم كبير آخر .ومات فى لندن فى ٤ أبريل ١٩١٩.

كرات كلونية Glueballs

ليس هناك ذرات من الضوء، أى إن الفوتونات لاتلتصق بفوتونات أخرى لتشكيل كينونات مركبة. أما الكلونات، وهى الجسيمات التى تربط بين الكواركات – وحدات المادة الأساسية– لتشكل أجساما مثل البروتونات، فيمكنها التصاق بعضها ببعض. ويسمى الفيزيائيون ما ينتج من هذا الالتصاق الكرة الكلوونية (غرائية).

يعتقد أن نصف قطر الكرة الكلوونية هذه هو $0,5 \times 10^{-15}$ متر، أى إنه أصغر من نصف قطر البروتون، ويعتقد كذلك أن الكرة الكلوونية تدوم فترة من الزمن أقصر من الفترة اللازمة لكى يجتاز الضوء ذرة الهيدروجين. ولكن مهما بدا أن هذه الجسيمات سريعة الزوال إلا أنه تكون لدى العديد من الفيزيائيين فى عام ١٩٩٧ الاعتقاد بأنها تظهر فى التجارب. انظر : كوارك

كرة النار Fire ball

كرة متوهجة من غازات ساخنة تظهر عقب الانفجار النووى ببضعة أجزاء من المليون من الثانية ثم تبدأ فى التمدد والبرودة مباشرة.

كسر التعبئة Packing fraction

الفرق بين الكتلة الفعلية لنويدة ما وأقرب عدد صحيح لها مقسوما على العدد الكتلى. وبصيغة أخرى تحمل المعنى نفسه هو نقص الكتلة مقسوما على العدد الكتلى. وهذا الكسر موجب لأغلب النويدات التى يقل عددها الكتلى عن ١٢ أو يزيد على ١٨٠ وهى التى تميل إلى حالات استقرار ضعيف. ويكون هذا الكسر سالبا لأغلب النويدات الأخرى التى تميل إلى استقرار أقوى.

(أنظر: النقص الكتلى، طاقة الترابط)

كشف التسرب Leak detection

تستخدم النظائر المشعة كوسيلة فعالة ومنخفضة التكاليف فى الكشف عن مواضع التسرب فى خطوط الأنابيب المارة تحت الأرض والمستخدمة فى ضخ السوائل كالماء والبترول. ويستند مبدأ هذه الطريقة على إضافة كمية ضئيلة جدا من نظير مشع إلى السائل فى موقع المقطع الذى يشتبه حدوث التسرب فيه، وبمتابعة اتجاه تدفق السائل فى الموقع باستخدام جهاز مسح إشعاعى مناسب، يتم تحديد مكان التسرب.

الكشف عن الجريمة Crimes detection

تساهم التقنية النووية فى الحد من الجريمة والكشف عنها بطرق مختلفة، ومنها ما هو مألوف لدى كثير من المسافرين فى المطارات حيث تقوم كواشف المعادن التى يعتمد تشغيلها على استخدام موجات كهرومغناطيسية وعلى الأشعة السينية بالتعرف على الأجسام الفلزية والآلات الحادة والأسلحة المخبأة فى الأمتعة وغيرها، مما يساعد على منع الجريمة قبل وقوعها. وفى هذا السياق فإن هناك دراسات جارية لتطوير طرق نووية جديدة للكشف عن المخدرات والمتفجرات التى تصنع عادة من مواد كيميائية، ويصعب الكشف عنها بالطرق التقليدية سواء باستخدام المغانط أو الأشعة السينية. أما بعد وقوع الجريمة فإن استخدام التقنيات النووية يأخذ بعدا آخر فى محاولة التعرف على خيوطها وذلك بالتحليل الكمى والنوعى غير الإتلافى للعينات المجمعة فى مكان الحادث. وينحصر التحليل بالطرق النووية فى طريقتين هما: التحليل بالتنشيط النيوترونى، والتحليل الطيفى .حيث يمكن استخدام طرق التحليل النووية فى حالات أهمها: ١) التحقق من إمكانية وجود عناصر سامة فى عينات الجثث بعد تشريحها أو فى الأغذية أو الأوعية. ٢) التعرف على وجود كميات غير قانونية من عناصر معينة فى الأغذية أو الأدوية، مثل وجود كمية من الزئبق فى بعض المعلبات. ٣) التعرف على إمكانية وجود ترسبات أو تلوثات ناتجة عن اطلاق أعيرة نارية سواء كانت على الأيدى أو الملابس أو أى أسطح أخرى. ٤) التعرف على المكان الأصلى للدواء أو التربة أو الأعيرة النارية. ٥) مقارنة العينات المجمعة من مكان الجريمة مع تلك المأخوذة من المتهمين مثل الشعر والأظافر والدم والدهان والزجاج والأدوية ...وغيرها. وبالرغم من صعوبات كثيرة تعوق انتشار استخدام التقنية النووية، إلا أن استخدام الطرق النووية فى مختبرات الجريمة يبقى على غاية من الأهمية لأنه يقدم أدلة قاطعة فى بعض الحالات التى لا يمكن توفيرها باستخدام طرق أخرى نظرا للحساسية الفائقة إضافة لكونها أداة تحليل غير اتلافية.

(انظر مادتى : التحليل بالتنشيط النيوترونى، والتحليل الطيفى)

الكعكة الصفراء (العجينة الصفراء) Yellow Cake

الكعكة الصفراء، هى الاسم الذى يطلق على ركاز خام اليورانيوم بعد استخلاصه من الصخور ثم التخلص من الشوائب المصاحبة ثم تحويله إلى المنتج الوسيط ذى النقاوة العالية على هيئة ثنائى يورانات الأمونيوم فى مصانع المعالجة الكيماوية التى تقام بجوار المناجم. وبالنظر إلى طبيعة خامات اليورانيوم فإن نسبة اليورانيوم لا تزيد فيها عادة عن ٠,١ ٪ (١٠٠٠ جزء بالمليون) فى الخامات الجيدة والتى تعتبر اقتصادية. إلا أن عمليات تصنيع الوقود النووى التالية وأداء الوقود النووى داخل المفاعلات. أثناء عمليات الانشطار به تستلزم الوصول باليورنيوم إلى ما يسمى بدرجة النقاوة النووية nuclear purity ممايعنى إعادة معالجة الكعكة الصفراء أى تكريرها refining للتخلص مما بها من الشوائب الضارة أو بالنزول بتلك الشوائب إلى ما دون المستوى الذى تحدده المواصفات القياسية العالمية فى هذا الشأن.

كفاءة حرارية Thermal efficiency

النسبة بين القدرة الكهربائية الناتجة من محطة قوى إلى الحرارة الناتجة من الوقود، أو هى مقياس الكفاية التى تحول بها المحطة الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية.

الكلل (فى المواد) Fatigue

هو انهيار المادة نتيجة لتطبيقات كل من دورات الإجهاد والانفعال، ويعتمد ذلك على مدى أو زمن هذه الدورات، ومن هنا يمكن التمييز بين إذا كان التعب "تعب منخفض الترد " أو "تعب عالى التردد" .وهناك عوامل ثلاثة مؤثرة فى ذلك:

١- مدى الإجهاد. ٢- متوسط الإجهاد. ٣- عدد الدورات.

الكم أو الكمة Quantim

لا يعطى تركيب الغلاف فى الذرة تفسيرا للخواص الكيميائية فحسب، بل إنه يعطى أيضا تفسيرا للتفاعل بين الضوء والذرة، وبعبارة أخرى فإنه يجب تفسير وحساب امتصاص الطاقة الضوئية وانبعاث الضوء على أساس تصرف وسلوك الإلكترونات فى مداراتها. ذلك أن الفكرة الكلاسيكية التى تقول بأنه إذا دار جسم مشحون

بالكهرباء فإنه يولد مجالا مغناطيسيا، وبالتالى يشع طاقة. قد أدت إلى ظهور صعوبات لم يمكن التغلب عليها، لأنه إذا كان ذلك صحيحا فيجب ألا تعمر لأكثر من ثانية واحدة، ولابد أن ينهار تركيب أغلفتها فى أقل من لمح البصر. وقد وجد الفيزيائى نيلز بور (١٨٨٥ –١٩٦٢) حلا لهذا الإشكال، وضع أساسا لتفهم الذرة بمساعدة نظرية الكم. وافترض بور فى نظريته مسارا محددا لكل إلكترون بحيث لا تشع منه أية طاقة أثناء مساره فيه، كما افترض أن المسافة بين كل إلكترون وآخر ثابتة. وقد استعان بور فى نظريته بثابت بلانك (h) (م.بلانك ١٨٥٨ – ١٩٤٧) حيث أدخله فى معادلة الاشعاع على النحو التالى: E=h.y

حيث y = تردد الشعاع الضوئى. E = أقل كمية من الطاقة يمكن أن تنبعث أو تمتص بواسطة الشعاع الضوئى. وبناء على ذلك يمثل كل مدار فى الذرة مستوى خاصا من الطاقة، وطالما يدور الالكترون فى مداره فلن يكون هناك انبعاث او امتصاص للطاقة. ولكن عندما يقفز الالكترون من مدار له مستوى للطاقة E1 إلى مدارآخر له مستوى E2، فإن هذا القفز يسبب انبعاث أو امتصاص طاقة تسمى فوتون وهى تساوى:

E2-E1=h.y، ويمكن حساب طول موجة– أو تردد – هذا الإشعاع من فرق الطاقة. واستنادا إلى ما سبق فإن الموجات الكهرومغناطيسية تمتص أو تنبعث على هيئة كميات محددة من الطاقة.

كمية الحركة Momentum

حاصل ضرب الكتلة فى السرعة، وهى كمية متجهة مطابقة للسرعة.

الكمية المتجهة Vector

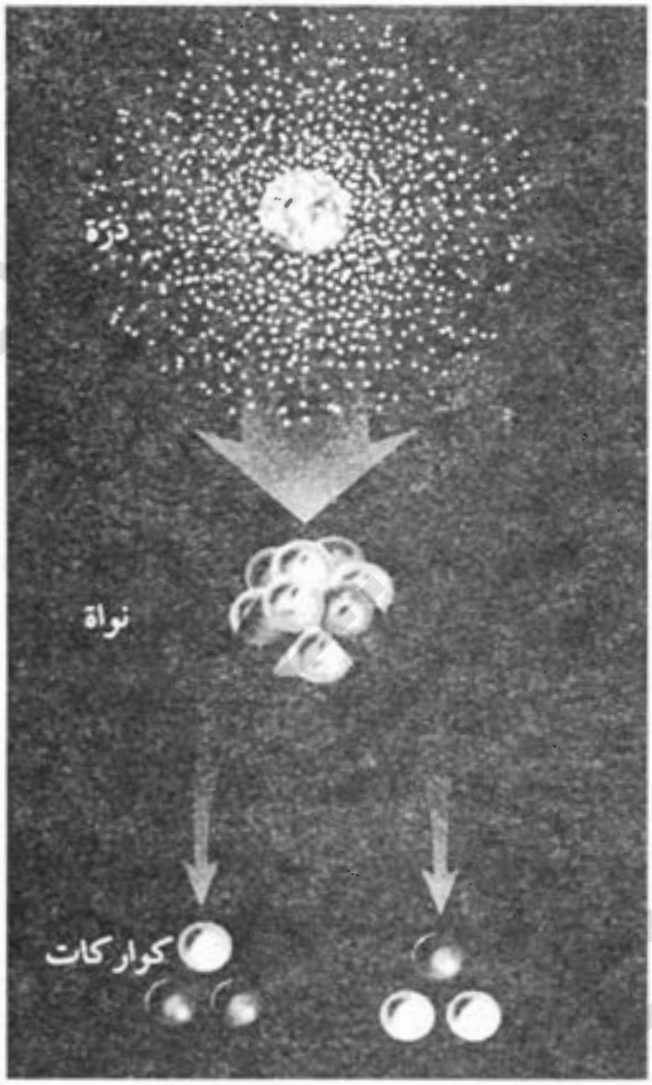
هى الكمية التى يعبر عنها بمقدارmagnitude واتجاه direction وعلى ذلك فإن الوصف الكامل للكمية المتجهة (المتجه) يجب أن يشمل المقدار والاتجاه. مثال ذلك القوة، السرعة. ويمكن التعبير عن الكمية المتجهة برسم بيانى فى صورة خط اتجاهه يوضح اتجاه الكمية المتجهة وطوله يمثل مقدار الكمية المتجهة.

الكهرومغناطيسية Electromagnetism

العلم الذى يبحث فيه عن العلاقة بين المغنطيسية والكهربائية بوجه عام، وعن حدوث المغنطيسية بفعل التيارات الكهربائية على الوجه الخاص.

كوارك Quark

اقترح العالم الأمريكى جيلمان هذا الاسم لأول مرة عندما كان فى معهد التقانة فى كاليفورنيا. وبالإضافة إلى ذلك يبدو أنه فكر فى



البداية فى اللفظ كورك Quork قبل أن يكتشف فى قصيدة لجميس جويس بيت الشعر الغامض نسبيا "Three Quorks for Master Mark" ولكن فيما يبدو عدا القيود الشعرية استجاب ابتكار "الكواركات" بصورة خاصة إلى احتياجات الفيزيائيين إلى تصنيف الأشياء وتوحيد النظريات.

ففى الثلاثينات كان وصف الجسيمات الأولية بسيطا، فقد صنف الجسيمان: البروتون والنيترون كهدرونين hadrons لأنهما حساسان للتأثر القوى وهو إحدى التأثيرات الأربعة التى نعرفها فى الطبيعة(أما الثلاثة الاخرى فهى التآثر الكهرومغناطيسى والتأثر الضعيف faible والجاذبية التثاقلية). وكان الجسيمان الآخران: الإلكترون والنيترينو neutrino الذى يرافقه يشكلان فصيلة اللبتونات leptons.

وفى عام ١٩٦٤ افترض العالم الأمريكي جيلمان ومعه العالم جورج زويك كل على انفراد وجود جسيم يدعى "الكوارك " وأن هذا الجسيم الدقيق يعتبر المركب الأساسي لكل الجسيمات المكونة لنواة الذرة ولقد سمحت هذه الفكرة بوضع التصنيف الصحيح للهدرونات.

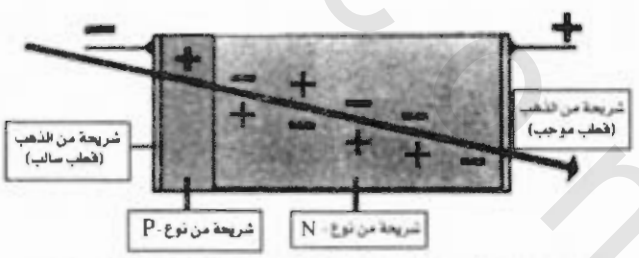
ولهذه الكواركات، إضافة إلى الشحنة الكهربائية، خواص أخرى غريبة. ولإحدى هذه الخواص – وتدعى النكهة – ستة أنواع ذات تسميات مزاجية هى فوق up وتحتdown وفاتن charm وغريب strange وذروة top وقاع bottom.

وهناك نوع آخر من الخواص يدعى الشحنة اللونية، فالكوارك "فوق " مثلا يمكن أن يكون فى أحد الألوان الأساسية الثلاثة: أحمر أو أصفر أو أزرق.

إن ارتباط الكوارك الأزرق بكوارك أحمر وكوارك أصفر يشكل جسما " أبيض " أى ليست له شحنة لونية. والنتيجة يمكن أن تكون بروتونا أو نيوترونا أو أيا من المركبات ثلاثية الكوارك التى لا تحصى والمسماة باريونات baryons. إن التجاذب بين مختلف الألوان هو فى الحقيقة القوة النووية الشديدة، وهى التى تربط الكواركات فيما بينها فتشكل الأجسام المستقرة الأكبر منها (الباريونات)... كذلك فإن الشحنات اللونية ذات الإشارات المتعاكسة تتجاذب. فالكوارك الأحمر، على سبيل المثال، يرتبط بكوارك مضاد لونه أحمر مضاد (ناقص أحمر) مشكلا جسيما أبيض يدعى "ميزون" وأكثر الميزونات شيوعا هو البيون، وهو الذى يرصد عادة فى التفاعلات النووية.

كواشف أنصاف نواقل Semiconductor detectors

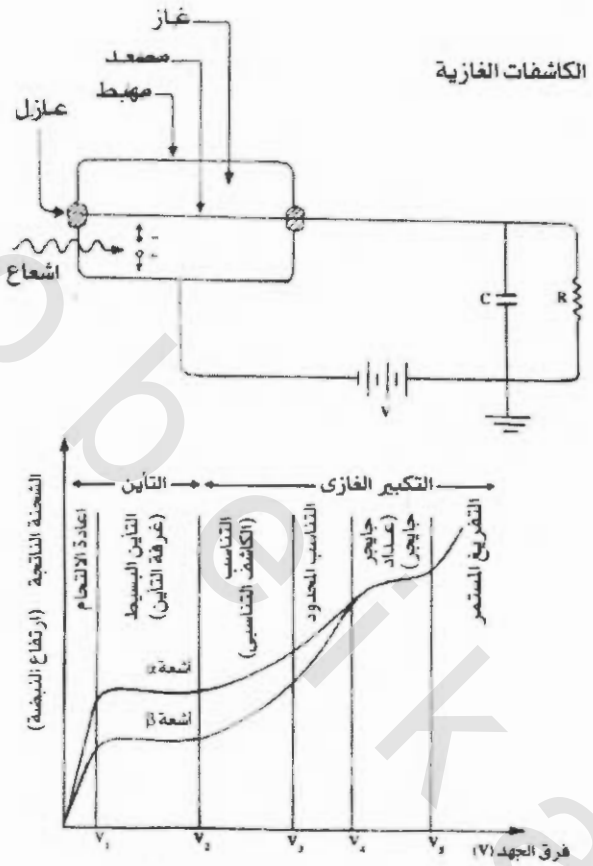
إن المواد نصف الناقلة هى مواد صلبة ذات بنية بللورية، وتشغل مكانا وسطا من حيث مقاومتها (أو ناقليتها) للتيار الكهربائى بين المعادن و لمواد العازلة وتتغير هذه المقاومة كثيرا عند تعرض المادة نصف ناقلة لعوامل فيزيائية أخرى وخاصة درجة الحرارة. ويجرى كشف الإشعاع بنفس الآلية تقريبا التى تحدث فى الكواشف الغازية وهى التأين. فعندما يمر شعاع فى مادة نصف ناقلة له طاقة أكبر من طاقة خلق زوج من حوامل الشحنة(إلكترون – فجوة) تحصل عملية تحرير لهذه الأزواج بكمية تتناسب مع طاقة الإشعاع وبعدها تسرع هذه الحوامل بواسطة حقل كهربائى، محرضة فى النهاية إشارة كهربائية عند مخرج الكاشف.



استخدام المواد شبه الموصلة فى الكشف عن الاشعاعات المؤينة

كواشف غازية Gas Filled detectors

تتركب هذه الكواشف بصورة عامة من أسطوانة تحوى غازا معينا (حسب نوع الكاشف وجهد تشغيله والغرض من استخدامه) ويثبت

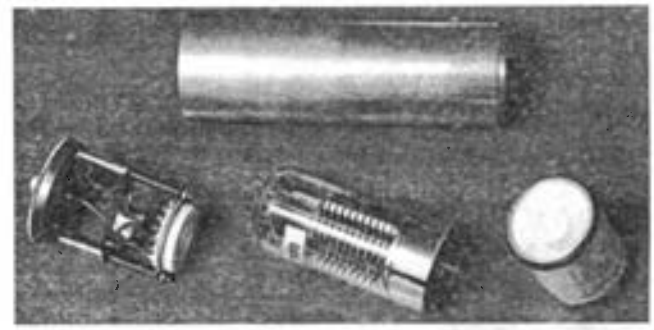


خواص العدد للكاشفات الغازية

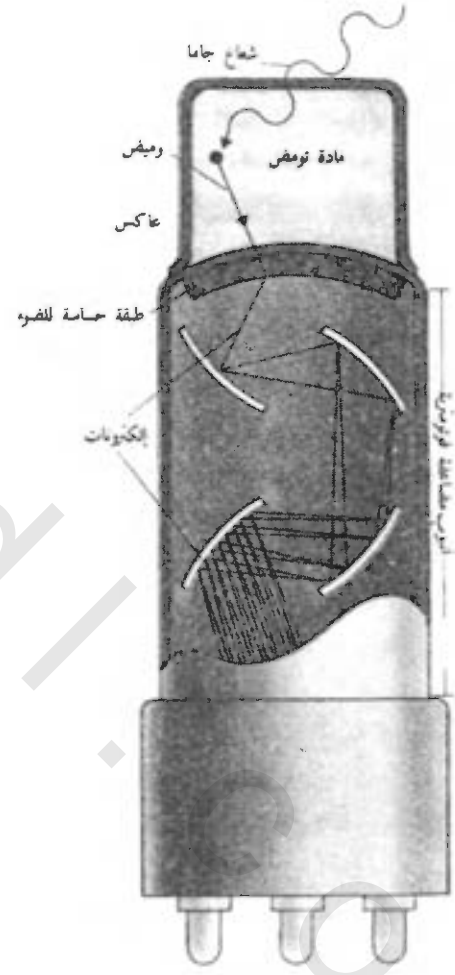
فى وسط هذه الاسطوانة وعلى طول محورها سلك معدنى يعمل الكترود مركزى. وعادة ما يوضع على هذا السلك جهد موجب. وبالتالى يعتبر كمصعد (أنود). بينما يوضع على الجدار الخارجى للأسطوانة جهد سالب وبذلك يعتبر هذا الجدار مهبط (كاثود) الجهاز. ويعزل المصعد عن المهبط جيدا. وعند مرور الإشعاع المؤين خلال الحجم الحساس للكاشف يتأين الغاز به إلى أيونات موجبة وأخرى سالبة. ويتحرك كل من هذه الأيونات نحو الالكترود المخالف له فى الشحنة وذلك تحت تأثير المجال الكهربى الناتج عن جهد البطارية. ويعتمد عدد الأيونات الذى يصل إلى الالكترودين على كل من : تصميم الكاشف والغاز المملوء به، وفرق الجهد المؤثر عليه. ومن النماذج الرئيسية لهذه الكواشف حجرة التأين والعداد التناسبى وعداد جايجر. ويبين الشكل المرافق العلاقة العامة التى تربط بين عدد الأيونات المتجمعة على الالكترودين وفرق الجهد بينهما. كما يوضح الشكل أيضا أن هناك منطقتين رئيسيتين هما: منطقة التأين ومنطقة التكبير الغازى (Gas multiplication).

الكواشف الوميضية Sintillation detectors

هى أجهزة تستخدم فى المسح الإشعاعى حيث يكون فيها الكاشف من النوع الوميضى الذى يعمل على مبدأ الإثارة وليس مبدأ التأين (أى عندما يصطدم جسيم مشحون ثقيل كجسيم الفا أوالبروتون



عداد وميض بسيط. وعندما تمر الجسيمات من العينة الموجودة فى الغطاء (إلى اليمين) إلى البللورة المحيطة، يحدث الوميض. ويتم تضخيم هذه الومضات، بوساطة مضخم فوتومترى (فى الوسط). ثم ترسل بطريقة كهربائية إلى حاسبة إلكترونية لتحليلها.



بشاشة مفسفرة ينبعث منها وميض أى برق صغير يمكن أن يرى بمساعدة ميكروسكوب أو أنبوبة الكترونية حديثا)، حيث تصدر المادة المثارة فوتونات ضوئية تعود بعدها إلى حالة الاستقرار ومن ثم تسقط هذه الفوتونات على المهبط الضوئى وتقلع منه الكترونات أولية. ثم أحيانا الكترونات ضوئية، وهذه الأخيرة بدورها تضخم بتسريعها وباقتلاعها إلكترونات أخرى من المضاعف الضوئى تسمى إلكترونات ثانوية وهذه فى النهاية تلتقط من قبل المصعد محرضة عليه إشارة كهربائية. ويمكن لهذه الأجهزة أن تكشف جميع أنواع الإشعاعات كونها تمتاز بحساسية عالية للكشف، ويرجع ذلك إلى استخدامها لأنابيب التضاعف الضوئى عالية التكبير، كما يستطيع الكاشف الوميضى مسح سطح بحساسية جيدة وهو الأكثر انتشارا فى الاستعمال فى مجال الطب النووى الآن، الذى فيه تستخدم كاميرا جاما للتصوير الإشعاعى بصورة واسعة.

كوبالت المشع Cobalt-60

للكوبالت عدة نظائر، منها الكوبالت ٥٩ المستقر والمتوفر فى الطبيعة، كما له نظائر مشعة مثل النظير ٦٠ .حيث يتولد الكوبالت ٦٠ بقذف الكوبالت الموجود فى الطبيعة بالنيوترونات عن طريق المفاعل النووى. كما أن هذا النظير المشع يتحول إلى نواة عنصر النيكل بإطلاق جسيمات بيتا، حيث تطلق النواة الأخيرة إشعاعات جاما عالية الطاقة .ويتميز الكوبالت المشع بطول نصف العمر ٥,٢٦ سنة أى أن النشاط الإشعاعى يقل إلى النصف بعد خمس سنوات تقريبا وإلى الربع بعد ١٠ سنوات وإلى الثُمن بعد ١٥ سنة تقريبا. ويستخدم الكوبالت المشع فى علاج الأورام السرطانية، كما يستخدم فى فحص اللحام والعمليات الصناعية.

كورى Curie

وحدة لقياس الشدة الإشعاعية، وتقدر بانحلال($3{,}7 \times 10^{10}$)من الذرات المشعة فى الثانية.والمصطلح منسوب إلى عالمة الفيزيقا مدام كورى.

كورى، بيير (١٨٥٩ - ١٩٠٦) وسكلودوفسكا مارى (١٨٦٧ - ١٩٣٤) Curie, P .& M

الثنائى مارى وبيير كورى

يعتبر الثنائى "مارى وبيير"، أعظم فريق من زوج وزوجة فى تاريخ العلم، قاما بالاكتشافات الأساسية للنشاط الإشعاعى للذرات، واكتشفا البولونيوم والراديوم المشعة. ولد "بيير" فى باريس بفرنسا ولم يكن سريع التعلم، ولكنه سرعان ما اتجه إلى الرياضيات، وكان يجد متعة خصوصا فى الهندسة. ومنذ بداية ١٨٩١ بدأ فى دراساته عن المغنطيسية، التى قادته إلى رسالته للدكتوراه، واكتشف نقطة كورى، وهى درجة الحرارة التى تفقد عندها المواد الحديدو مغنطيسية مغنطتها، وقدم رسالته فى عام ١٨٩٥ .ورقى إلى منصب الأستاذية. التقى بيير بفتاة بولاندية تدرس فى السوربون تسمى "مارى سكلودوفسكا" وتزوجا عام ١٨٩٥ وقررا العمل معا. قررت مارى أن تفحص الأشعة الغريبة التى اكتشفها " هنرى بيكريل" منبعثة من اليورانيوم، فوجدت أن كمية الإشعاع تتوقف على كمية اليورانيوم فى العينة، واكتشفت أن مركبات الثوريوم تنبعث منها أشعة مماثلة لأشعة اليورانيوم. وعبرت "مارى" عن هذا الأثر بالنشاط الإشعاعى، ولكنها وجدت أن بعض الخامات تعطى نشاطا إشعاعيا أكثر مما يمكن تفسيره بوجود اليورنيوم والثوريوم، وتحققت من أن آثارا من عنصر جديد مشع، لابد أن توجد فى هذه الخامات.

ووضع " بيير" أبحاثه جانبا، ليساعد فى دراسة البتشبلند، وهو معدن له أربعة أمثال النشاط الإشعاعى لأكسيد اليورانيوم، ووجد أن النشاط الإشعاعى يحدث فى جزأين مفصولين من خام البتشبلند، وكان ذلك يظهر أن هناك عنصرين جديدين مشعين، يجب العثور عليهما، أحدهما له خواص البزموت. وهذا ماأسمته مارى "البولونيوم" على اسم موطنها، والآخر ذو النشاط الإشعاعى الأكبر، كان صعبا فى فصله عن الباريوم. وأطلقت عليه "راديوم". وأعلن آل كورى عن هذه العناصر الجديدة فى يوليو وديسمبر١٨٩٨على الترتيب. وكان عليهما تحضير عينة نقية. ومع بداية١٩٠٢كانت "مارى" قد انتجت٠,١ من الجرام من كلوريد الراديوم، مما يزيد عن طن من البتشبلند. ومضت ثمانى سنوات أخرى، قبل أن تحصل على حبات من الراديوم النقى فى يدها. ونشر آل كورى نتائجهما علنا، وأصبحا مشهورين دوليا لاكتشافهما وبعد أن ادخلا تطبيقا جديدا فى الطب وهو العلاج الإشعاعى. وفى عام ١٩٠٣ حصل "آل كورى" على جائزة نوبل لأبحاثهم على النشاط الاشعاعى. ولكن سرعان ما شوهت المأساة أروع انتصاراتهما، فمات بيير بعد أن صدمته عربه فى أحد شوارع باريس عام ١٩٠٦. واستمرت "مارى" فى عملها، وأعد لها معهد خاص لتكمل فيه عملها، وحصلت فى عام ١٩١١ على جائزتها الثانية، جائزة نوبل فى الكيمياء، هذه المرة لاكتشاف الراديوم. ثم شاركتها ابنتها "ايرين" فى تلك الأبحاث فى نفس المعهد والمجال، ليحصلا أيضا على جائزة نوبل الخاصة بهما لاكتشاف النشاط الإشعاعى الصناعى وفى عام ١٩٣٣، بدا واضحا أنها كانت تموت تدريجيا من جراء ما أصابها من التدميرالفيزيائى، نتيجة للتعرض المستمر للإشعاع .وماتت فى ٤ يوليو ١٩٣٤ بسرطان الدم، وهاجم نفس المرض ابنتها "ايرين" بعد ذلك.

كوكروفت، جون دوجلاس (١٨٩٧ - ١٩٦٧)
Cockroft , John

جون دوجلاس كوكروفت
(١٨٩٧ – ١٩٦٧)

ولد السير جون كوكروفت فى ٢٧ مايو ١٨٩٧ بلانكشير فى إنجلترا وأتم دراسته الجامعية فى الهندسة الكهربية بجامعة مانشيستر والرياضيات بجامعة كامبردج. استطاع السير كوكروفت مع زميله ارنست والتن اختراع معجل عرف باسمهما وهو "معجل كوكرفت – والتن" وقد وضعا تصميمه فى عام ١٩٣١. لقد تمكنا باستخدام هذا الجهاز من تعجيل انوية ذرات الهيدروجين لتكتسب طاقة عالية باستخدام جهد كهربى قدره ٤٠٠ الف فولت أمكن زيادته فيما بعد إلى أكثر من مليون فولت.ولقد اعتمد فى تصميم هذا المعجل أن البروتونات تحمل شحنة كهربية موجبة أمكن تعجيلها فى مجالات كهربية تقع بين اسطوانات معدنية ذات جهد كهربى كبير وعندما تصبح البروتونات تحت تأثير الجهد النهائى تكون سرعتها قد وصلت إلى ٩ ×١٠ ^ ٨ سم /ثانية (٩مليون متر فى الثانية) وعندما تصطدم هذه البروتونات بهدف من مادة الليثيوم فإنه يحطم نواة ذرة الليثيوم وينتج نواتين من الهيليوم اللتان تنطلقان بسرعة ١٢ ألف ميل فى الثانية. لقد تمكن كوكرفت من مشاهدة وميضهما بالميكرسكوب على لوحة من كبريتيد الخارصين التى تتوهج حين تصطدم بها دقائق الفا وهى أنوية الهليوم. لقد فتحت هذه التجربة آفاقا واسعة فى مجالات الفيزياء النووية بجامعة كامبردج وكذلك فى الكثير من دول العالم .وفى عام ١٩٤٤ شارك فى إنشاء هيئة الطاقة الذرية الكندية، ثم عمل مديرا لمؤسسة الطاقة الذرية بهارويل بإنجلترا حيث تم بناء مفاعلات نووية للحصول على معلومات أساسية ساعدت على إنشاء المحطات النووية الإنجليزية .حصل العالم الكبير على زمالة الجمعية الملكية فى عام ١٩٣٦ كما حصل على لقب فارس فى عام ١٩٤٨، كما حصل على جائزة نوبل فى الفيزياء بالمشاركة مع زميله ارنست والتن فى عام ١٩٥١ وذلك لاختراعهما أول معجل نووى فى عام ١٩٣١. توفى السير جون دوجلاس كوكروفت فى ١٨ سبتمبر ١٩٦٧ فى مدينة كامبردج.

(كيشيتم)، حادثة — Keishytim, Accident

وقع حادث كيشيتم عام ١٩٥٧ بجنوب جبال الأورال بروسيا وقد وقع فى مصنع عسكرى لإعادة معالجة الوقود ونتج عن الحادث انطلاق كمية من النظائر المشعة تقدر بحوالى ١ ٠ ١٠ ^ ١٧ بيكرل، وأهم المكونات المنطلقة كانت السلينيوم ١٤٤ والزركونيوم ٩٥ والسيزيوم ١٣٧ والسترونشيوم ٩٠ وغيرها.

كيمياء Chemistry

تعتبر الكيمياء بمفهومها الواسع، دراسة كل صور المادة الموجودة فى الكون، وتختص الكيمياء، بدراسة تأثير المواد بعضها على بعض، تماما كما تختص بدراسة تراكيبها، والأحماض والقلويات القوية، كلاهما أكّال للغاية، ولكن عندما يعادلان بعضهما بعضا ينتج مركب كيميائى غير ضار هو الملح.

ولقد لعب علماء العرب والمسلمين دورا بارزا فى تأصيل هذا العلم، ويقول أحد الباحثين المحدثين إن المسلمين كانوا " هم الذين ابتدعوا الكيمياء وجعلوا منها علما، لأنهم أدخلوا الملاحظة الدقيقة وأجروا التجارب العلمية مع العناية برصد نتائجها، فى حين اقتصر اليونانيون على الخبرة الصناعية والفروض الغامضة". ويعد جابر بن حيان الكوفى أحد ابرز العلماء المسلمين الذين عاشوا فى القرن الثامن الهجرى، فاليه يرجع فضل تطور هذا العلم، وكشف العديد من عملياته ووضع فيه مصنفات عدة ترجمت إلى اللاتينية وأصبحت مرجعا موثوقا للباحثين والدارسين ومن أعماله وصف التقطير والتبلور والذوبان، واستحضار حامض الكبريتيك (زيت الزاج)، وبعض مركبات الصوديوم والبوتاسيوم والزئبق والسموم والخمائر والخواص الكيميائية للعديد من العناصر.

أما الرازى(ت: ٩٢٥ م) فقد وصف عمليات تحضير حامض الكبريتيك والكحول، فقال إن الأول يستخرج بتقطير كبريتيد الحديد، والثانى يستخرج بتقطير المواد اللبية أو السكرية المختمرة. ولقد نقل عنه الأوربيون فكرة تقسيم المواد الكيميائية إلى معدنية ونباتية وحيوانية. ومن أشهر كتب الرازى كتاب "سر الأسرار" حيث صنف فيه المواد تصنيفا دقيقا، كما وصف الأجهزة والأدوات التى استخدمها فى تجاربه وصفا واضحا، فضلا عن أنه وصف الطرق الموصلة إلى إعداد المواد الكيميائية المختلفة. كذلك يرجع الفضل إلى علماء المسلمين فى التوصل إلى ما يعرف باسم الكيمياء الصناعية، اى استخدام المواد والعمليات الكيميائية فى خدمة الصناعة، مثل صباغة الأقمشة، ودبغ الجلود وصناعة المعادن وتركيبها وصقلها...وكذلك عرف المسلمون استخدام المواد العازلة والمضادة للحريق. ويرتبط بتقدم المسلمين فى علم الكيمياء توصلهم إلى استغلال القوى الناجمة عن انفجار البارود، وبذلك يرجع إليهم الفضل فى اكتشاف الأسلحة النارية حيث استخدمها المسلمون مع المدافع فى القرن الثالث عشر الميلادى، وعنهم أخذها الأوربيون فى القرن التالى وطوروها حتى وصلت إلى ما وصلت إليه اليوم. وإذا كان الذى أضعف علم الكيمياء عند المسلمين أنه ظل مرتبطا ببعض الأوهام كالبحث عن اكسير الحياة الذى يشفى جميع الأمراض، واعتقادهم أن جميع المعادن تتكون من عناصر واحدة..حتى ساقهم هذا الاعتقاد إلى محاولة تحليل المعادن الرخيصة كالحديد والرصاص إلى عناصرها الأولى وإعادة تركيبها بنسب جديدة، فإن بعض الباحثين يرى فى هذا التفكير أنه كان أساسا للنظرية الذرية.

ثم جاء العلماء الأوربيون مع بدايات القرن الثامن عشر الميلادى، فأكملوا الدراسات التصنيفية لخواص العناصر المختلفة ومركباتها، فدرس "جوزيف بلاك" كيمياء ثانى أوكسيد الكربون الذى يعرف بالهواء المثبت، واكتشف "شيل" الكلور، والزرنيخ، وأحماض عضوية مختلفة، والجلسرين والأوكسجين. واكتشف "بريستلى" فى معمله منفردا الأوكسجين، وذلك بتسخين أوكسيد الزئبقيك، فتبين أنه ضرورى للاحتراق ولتنفس الحيوان. وأثبت "كافنديش" أن الماء الذى ظل لقرون، يعتبر عنصرا فى حد ذاته – يتكون من الأوكسجين والهيدروجين". وأجرى "لافوازييه" تجارب عديدة، وقسم جدولا من ثلاثة وثلاثين عنصرا المعروفة فى ذلك الوقت، وكسب لنفسه لقب مؤسس الكيمياء الحديثة، وذلك قبل أن تطيح الثورة الفرنسية برأسه، وفى القرن التاسع عشر وبعد وضوح كثير من مجموعات العناصر، تمكن "مندليف" من تقسيم الجدول الدورى. ثم طورت القوانين الخاصة بالتركيب الكيميائى، وطريقة اتحاد العناصر مدعمة بأعمال "دالتون" و"دافى" و"جاى لوساك" و"أفوجادرو" و"برزيليوس"، وقد كان الأخير هو الذى حقق بوضوح وجود الكيمياء العضوية، وصنع "بركين" بعد ذلك صبغة قيمة هى الموفين، عند محاولته تحضير الكينين، وصنع "فيشر" السكريات، وشرح "كيكولى" عام ١٨٩٦م نظريته عن حلقة البنزين، كجزء من اكتشافات المركبات الجديدة.

وبالرغم من أن هناك مساحات متداخلة، إلا أنه يمكن تقسيم الكيمياء إلى ثلاثة فروع: الكيمياء العضوية (كيمياء مركبات الكربون)، والكيمياء غير العضوية (دراسة المواد التى من أصل معدنى)، والكيمياء الطبيعية، ويختص هذا الفرع بملاحظة ديناميكية وميكانيكية التفاعلات الكيميائية، وربط سلوكها بخواص الجزيئات المنفردة. وبهذه الطريقة، يمكن إرجاع مقاييس التغيرات فى التركيب البللورى وسرعة التفاعلات الكيميائية وتأثير تغير الحرارة والضغط على هذه السرعة، إلى الجزيئات المنفردة المستخدمة. وهناك الكيمياء الحيوية التى تهتم بدراسة كيمياء الأشياء الحية، والتفاعلات الكيميائية داخل الخلية وخارجها. وقد مكن هذا الفرع من الكيمياء من أن يعرف دور، وغالبا التركيب الجزئيى للبروتينات والكربوهيدرات والفيتامينات والانزيمات والهرمونات ومركبات أخرى كثيرة، حيث يستدعى الكيميائى عندما تقل المصادر الطبيعية أوتصبح فجأة غير متوفرة، لحل هذه المشكلة، بتقديم منتج بديل.

(انظر مادة : جابر بن حيان).

كيمياء الإشعاع Radiation chemistry

فرع من علم الكيمياء يختص بأبحاث التفاعلات الكيميائية التى تبدأ أو تعمل بتأثير الإشعاعات الصادرة من النويدات المشعة. حيث تهدف الاختبارات التى تجرى إلى اكتشاف كيفية تغير خواص المواد عند تعرضها للإشعاع، وكيف يمكن استخدام الإشعاع لتحسين هذه الخواص. ومن أمثلة ذلك تستطيع الإشعاعات الصادرة من النويدات

المشعة أن تغير ظروف الربط داخل الجزىء الواحد، وفيما بين الجزيئات، وخصوصا فى المركبات العضوية، كما يمكن لطاقة الإشعاع أن تكسر الروابط المزدوجة فى هذه المركبات بحيث يمكن استخدام هذه الروابط الطليقة فى ربط سلاسل أخرى كانت منفصلة عن بعضها البعض. وفى حالات أخرى يمكن إزاحة ذرات الأيدروجين من الروابط التى تربطها بحيث يمكن تكوين شقوق حرة تؤدى إلى إمكانية اتصال الجزيئات ذات السلاسل الطويلة جانبيا لتكوين بلمرات، وبذلك بدلا من الجزيئات التى على شكل خط مستقيم، نحصل على شبكة ذات أبعاد ثلاثة، وهو ما يؤدى فى حالة البلمرات إلى رفع ثبات المركبات الجديدة المتكونة على شكل شبكات والحصول على درجة عالية من الليونة أو درجة عالية من الصلادة. وبهذه الطريقة يمكن تحسين الخواص الفيزيائية للدائن تحسينا كبيرا.

(ل)

لبتون Lepton

جسيم أولى ذو كتلة صغيرة. ويطلق المصطلح بصفة خاصة على الإلكترون والبوزترون والنيوترينو ومضاده.

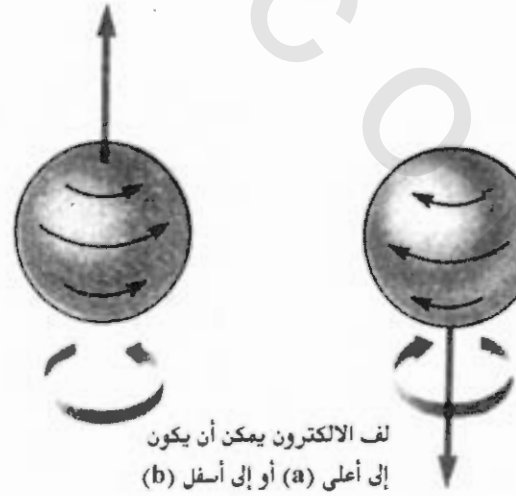
اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع

International commision for radiation protection (ICRP)

مجموعة مستقلة من الخبراء على مستوى العالم، تم تأسيس هذه اللجنة عام ١٩٢٨ للقيام بإصدار التوصيات والإرشادات والتعليمات الخاصة بكل ما يتعلق بالوقاية من الإشعاع بالتعاون مع غيرها من الهيئات الدولية والوطنية.

لف الإلكترون Electron spin

قد ثبت فى الفيزياء الذرية بالدليل الحاسم أن كل إلكترون فى الذرة يدور حول محوره أثناء دورانه فى الوقت نفسه حول النواة.



لف الالكترون يمكن أن يكون إلى أعلى (a) أو إلى أسفل (b)

والوضع مشابه لدوران الأرض حول نفسها أثناء دورانها حول الشمس. وتسمى حركة الإلكترون حول محوره باللف .وينشأ عن حركة اللف لشحنة الإلكترون مجال مغناطيسى قطباه على امتداد محور اللف.

اللوغاريتمات Logarithm

هى طريقة مبسطة لتمثيل الأرقام الكبيرة جدا والصغيرة جدا، وذلك باستعمال الأس. بمعنى أن ١٠٠ = ١٠ مضروبة فى ١٠، ويمكن كتابتها بطريقة أسهل ١٠ ^{٢} وتقرأ (عشرة تربيع) وتعنى عشرة (مرفوعة للقوة) اثنين. وبالمثل فإن المليون هو عشرة مضروبة فى عشرة ست مرات، وبذلك فالمليون هو عشرة أس (مرفوعة للقوة) ستة. كما يمكن امتداد هذا النظام إلى الكسور الصغيرة جدا. فالمائة تكتب ١٠ ^{٢}، والعشرة ١٠ ^{١} (عشرة مرفوعة للقوة ١، وتصبح القو (الأس) بالسالب للأرقام الأصغر من الواحد الصحيح. مثال ذلك العشر(الجزء من عشرة) "٠,١ " يكتب ١٠ $^{-١}$، والجزء من مائة "٠,٠١ " يكتب ١٠ $^{-٢}$، والجزء مليون يكتب ١٠ $^{-٦}$.

وليس ضروريا الاستمرار فى كتابة الرقم الأساسى، اذا كان معروفا لدينا، ونكتفى بكتابة الأس (القوة التى ترفع إليها) فقط، لتحديد الرقم الأصلى. وهذه القوة التى يرفع إليها الرقم، تسمى لوغاريتم الرقم (إلى الأساس عشرة). وبذلك يكون الأس (القوة التى يرفع إليها الرقم) ٦ هو اللوغاريتم الأساس عشرة لعدد مقداره مليون، و -٢ هو اللوغاريتم لجزء من المائة "١.و." .وهكذا يكون لوغاريتم العشرة واحد، ولوغاريتم الواحد صفرا. ويمكن البرهنة بإيجاز فى هذا النظام بالحقيقة لتالية:

اللوغاريتم بين + ٦، -٦ يمثل أرقاما بين مليون وجزء من المليون.

ويمكن للوغاريتمات أن تجعل عمليات الضرب والقسمة المعقدة تؤدى بطريق عمليات الجمع والطرح البسيطة. مثال ذلك ١٠٠×١٠٠٠٠=١٠٠٠٠٠٠ويمكن وضعها فى قالب آخر ١٠ ^{٢}×١٠ ^{٤} = ١٠ ^{٦} .ومن هنا نرى أن الأس فى الطرف الأيسر من المعادلة، يساوى مجموع الأسين فى الطرف الأيمن من المعادلة. وبطريقة أخرى يمكن ضرب رقمين بجمع لوغاريتميهما وإيجاد عكس (مقابل) " لو " الخاص بناتج الجمع. وكذلك القسمة، يمكن تطبيقها بطرح أحد اللوغاريتمات من الآخر.

وفى دنيا العلوم والرياضيات، هناك رقم هام جدا، اعطى له رمز خاص " هـ " وهذا هو الرقم الأسى. هـ = ٢و٧١٨٢٨ لخمسة كسور عشرية. والرقم الأسى " هـ " هام جدا فى عمليات الحساب الخاصة بالزيادة الطبيعية، بمعنى أن تكون هذه الزيادة فى حالة استمرار، أكثر منها على مراحل. واللوغاريتمات الطبيعية أو النايبرية هى لوغاريتمات للأساس " هـ "، وتستعمل حينما تقابل النمو الطبيعى للدالة. مثال ذلك : يزداد الفولت حينما يمر خلال ألواح المكثف، أى تزداد مقاومته زيادة أسية، وهى تشمل القوى " هـ " عند تمثيلها رياضيا.

لورانس، ارنست Lawrence, Ernest

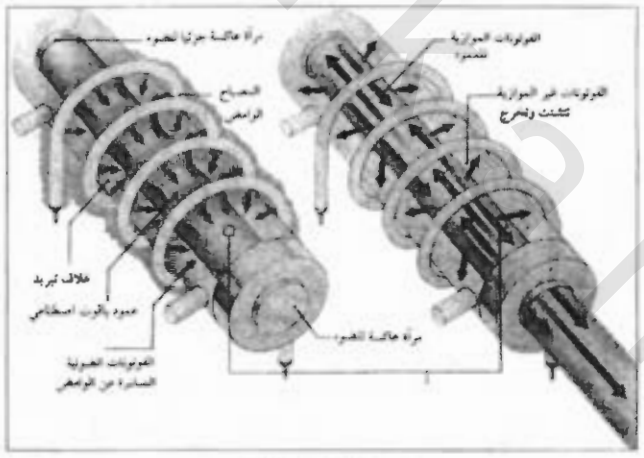
أرنست لورانس (١٩٠١-١٩٥٨)

ولد العالم ارنست لورانس فى ٨ أغسطس ١٩٠١ بمدينة كانتون بولاية داكوتا الأمريكية. درس لورانس العلوم فى جامعة جنوب داكوتا وبعد أن حصل على البكالوريوس، حصل على درجة الماجستير من جامعة مينيسوتا، ثم حصل على الدكتوراه من جامعة "بيل" عام ١٩٢٥ وكانت موضوع رسالته حول دراسة الكهرباء الضوئية فى بخار البوتاسيوم. وفى عام ١٩٢٨ عمل أستاذا مشاركا بمعمل بيركلى بجامعة كاليفورنيا منضما إلى معمل الأشعة، ثم عين أستاذا بهذا المعمل الشهير عام ١٩٣٤، ثم مديرا لمعمل الأشعة ١٩٣٦ والذى أطلق عليه اسمه بعد ذلك تقديرا له.

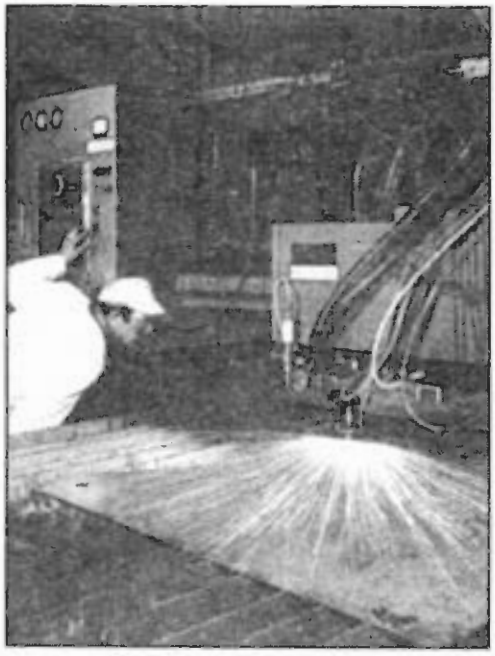
وترجع شهرة لورانس العالمية إلى أنه قام باختراع معجل السيكلترون .حيث صمم لورانس هذا المعجل الذى تعجل فيه الجسيمات المشحونة أثناء حركتها فى مسار حلزونى فى مستوى عمودى على مجال مغناطيسى .ولقد نجح لورانس فى تعجيل البروتونان والديوترونات وجسيمات الفا إلى طاقة اعلى من ٢٠ مليون الكترون فولت واستطاع أيضا تحضير نظائر مشعة ذات فترة نصف عمر قصير لها أهميتها فى الأغراض الطبية. كما تمكن لورانس مع فريقه البحثى من تحطيم ذرة الليثيوم فى عام ١٩٣٢ ثم تابع بعد ذلك تحطيم انوية العناصر الثقيلة. كما تمكن لورانس وزملاؤه من تعيين قيمة طاقة الربط الخاصة بأنوية الذرات المختلفة والتحقق من نظرية اينشتين التى تربط بين الطاقة والكتلة. شارك لورانس أثناء الحرب العالمية الثانية فى بحوث تصنيع القنبلة الذرية، وفى عام ١٩٣٩ حصل على جائزة نوبل فى الفيزياء. توفى مخترع السيكلترون فى مدينة بالو التو بولاية كاليفورنيا عن عمر يناهز ٥٧ عاما.

الليزر (أشعة) Laser

نوع من الضوء أحادى التردد ومتحد الطور، ينطلق من ذرات المادة عند إثارتها بإشعاع من نفس النوع، نتيجة لانتقال إلكترونات من مدار ذى طاقة عالية إلى مدار آخر ذى مستوى طاقة أقل. تحت ظروف خاصة. وهى اختصار لمصطلح إنجليزي يعنى: " التكبير الضوئى بواسطة الانبعاث الحثى للإشعاع". وأهمية هذا الشعاع أنه مركز وله قدرة خارقة على الانطلاق لمسافات بعيدة فى الفضاء، ويستطيع السفر للكواكب دون أن يحدث له أى تشتت. كما أن هذا



جهاز الليزر الياقوتى



استخدام جهاز ليزر ثانى أكسيد الكربون فى تقطيع الصفائح المعدنية

الشعاع يستطيع أن يخترق الماس أشد المعادن صلابة، كما يستطيع أن يحول قطعة سميكة من الصلب إلى بخار فى ثوان معدودة.ومن هنا أصبحت لهذه الأشعة تطبيقات واسعة فى مجالى الصناعة والطب ومن أنواع الأجهزة المستخدمة، جهاز الليزر الياقوتى، وجهاز الليزر الغازى.

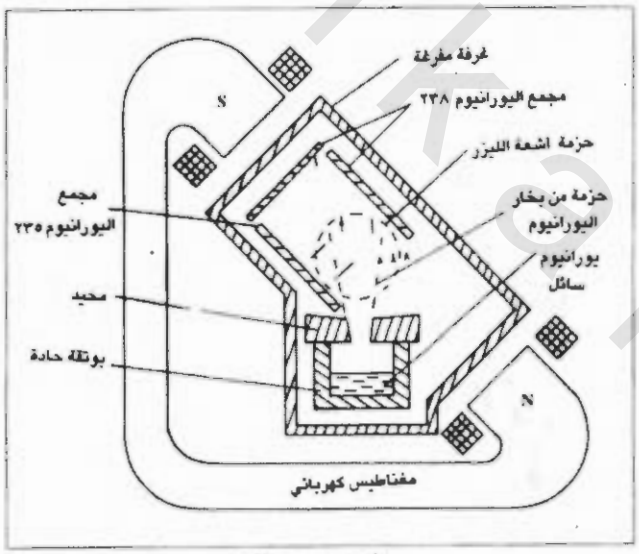
ومن أهم تطبيقات الليزر تطبيقه فى مجال الاندماج النووى الحرارى، وهو يمثل فى رأى علماء كثيرين مصدر الطاقة فى المستقبل. ولقد أجرى العديد من الأبحاث فى هذا المجال بلورت الأفكار المتعددة. وللوصول إلى نموذج أولى صالح، يلزم مجرد فترة زمنية محدودة عند درجات الحرارة المرتفعة والضغوط العالية، فتتجرد ذرات الهيدروجين من الإلكترونات وتتجمع نوى الذرات بعضها بجوار بعض. وبارتفاع الحرارة والضغط لدرجة كافية يصبح من الممكن اندماج نواتين من الهيدروجين مكونة نواة الهليوم. ويصاحب العملية نقص فى الوزن وبالتالى إطلاق للطاقة. فبقذف كرة من الهيدروجين باستخداء ومضة من أشعة الليزر، ترتفع درجة حرارة الكرة إلى عشرة ملايين درجة مئوية، فتنصهر الكرة على الفور، وتتبخر، وتتمدد محدثة قوة رهيبة. وفى نفس الوقت، يسبب ذلك حدوث انفجار داخلى مكافئ ومضاد، حيث يضغط على الهيدروجين حتى يوصله للضغط اللازم لإحداث الاندماج. ولقد اضطلعت الأبحاث العسكرية بدور هام فى هذا المجال بغرض الحصول على " شعاع الموت ".

طريقة الليزر (التخصيب) Laser , method

تعد طريقة الليزر لتخصيب اليورانيوم من أفضل الطرق وأحدثها، وهى طريقة تستخدم بخار اليورانيوم الطبيعى أو أحد مركباته وتسمى "الفصل النظائرى للبخار الذرى بالليزر

Atomic Vapour Laser Isotopic Separation (AVLIS).

وتعتمد هذه الطريقة على فرق الطيف الذرى لليورانيوم٢٣٥ عن اليورانيوم٢٣٨، وهذا الفرق ينتج بسبب فرق الكتلة بين نواتى النظيرين مما يسبب اختلافا بسيطا فى مدارات الإلكترونات بينهما. ويمكن التحكم فى طول موجة الليزر بحيث تكون الموجة قادرة على تأيين (أى فصل إلكترون) جزيئات اليورانيوم٢٣٥ دون تأيين جزيئات اليورانيوم٢٣٨. وعند تأيين جزيئات اليورانيوم ٢٣٥ يؤثر المجال المغناطيسى على هذه الجزيئات عند تحركها عموديا عليه فتنحرف جزيئات اليورانيوم ٢٣٥ دون أن تنحرف جزيئات اليورانيوم الثقيل، وبذلك يتم الفصل بفاعلية كبيرة. ومن مميزات هذه الطريقة ارتفاع درجة التخصيب والتى قد تصل إلى ٥٠٪ من مرحلة واحدة، وكذلك انخفاض تكاليف التخصيب بالمقارنة مع الطرق الأخرى إلا أنها تقنية عالية ليس من السهل الحصول عليها.



التخصيب بالليزر

obeikandl.com

(م)

ماء ثقيل Heavy water

من المعروف أن الهيدروجين له ثلاثة نظائر: الأول وهو البروتيوم وعدده الكتلى يساوى واحدًا ورمزه H وأكسيده هو الماء الخفيف ورمزه كما هو معروف H_2O ، والنظير الثانى هو الدوتريوم وعدده الكتلى يساوى ٢ ويرمز له بالرمز ^2H وللتبسيط يرمز له بالرمز D وقد اصطلح على تسمية أكسيد الدوتريوم بالماء الثقيل، ورمزه الكيميائى D_2O، أما النظير الثالث فهو الترتيوم ورمزه ^3H وعدده الكتلى يساوى ٣ وعادة ما يرمز له بالرمز T . ومن المعروف أيضا أن النظيرين الأول والثانى ليس لهما نشاط إشعاعى ، بينما يصدر الثالث أشعة بيتا. وتعد مياه البحار والمحيطات والأنهار المصدر الرئيسى للدوتريوم بالإضافة إلى وجوده فى البترول والغاز الطبيعى على هيئة مواد هيدروكربونية.

وتختلف الخواص النووية للماء الخفيف والماء الثقيل اختلافا كبيرا، ويرجع ذلك إلى اختلاف التركيب النووى لكل من البروتيوم والدوتريوم والذى يؤثر فى قدرة كل من نواتيهما على ابطاء النترونات الناتجة عن الانشطار النووى، حيث تنطلق هذه النترونات بسرعة ١٥ مليون متر فى الثانية لحظة الانشطار وهى سرعة عالية جدا . وحتى تزداد احتمالية الاستفادة بالنترونات الناتجة عن الانشطار فلابد من ابطاء سرعتها حتى تصل إلى ٢٢٠٠-٣٠٠٠ متر/ثانية بدلا من ١٥ مليون/ثانية. ويتم هذا الإبطاء عن طريق اصطدام هذه النترونات مع نوى عناصر صغيرة الوزن الذرى مثل نوى البروتيوم والدوتريوم. ويعبر عن احتمالية إبطاء هذه النوى للنترونات بمصطلح مساحة مقطع امتصاص النترونات وهى تساوى ٠.٣٣٢ وحدة فى حالة البروتيوم بينما فى حالة الدوتريوم تساوى ٠,٠٠٠٥٣ وحدة. وبحسبة بسيطة يمكننا إدراك أن مقدرة البرتيوم على الإبطاء تساوى ٦٢٤ مرة مقدرة الدوتريوم. ويعنى ذلك أنه فى حالة استخدام وقود نووى يحتوى على نسبة عالية من النظير القابل للانشطار يورانيوم - ٢٣٥ يزداد عدد النترونات الناتجة عن الانشطار وبذلك تزداد الحاجة إلى إبطاء هذه النترونات وبالتالى يستخدم الماء الخفيف لهذا الغرض، بينما فى حالة استخدام وقود نووى بالتركيز الطبيعى لعنصر اليورانيوم فإن ذلك يستلزم استخدام الماء الثقيل فى عملية الإبطاء حيث يتوافق عدد النترونات مع مقدرة المادة المبطئة على الإبطاء. وفى حالة استخدام اليورانيوم بالتركيز الطبيعى له (٠,٧ ٪) يتم إنتاج الماء الثقيل بدرجة تركيز ٩٩,٩٪ تقريبا. وهذا يعنى معالجة مايزيد على سبعة أطنان من الماء العادى للحصول على كيلوجرام واحد من الماء الثقيل وإن كان هذا يشكل عبئا اقتصاديا ولكن مع المحاذير الدولية لعملية الإغناء، فقد يكون إنتاج الماء الثقيل هو الحل الأيسر حتى تستطيع الدول النامية الدخول فى مجال تطويع الطاقة النووية للأغراض السلمية. ومع أنه يمكن تشغيل مفاعلات اليورانيوم الطبيعى باستخدام مواد مبطئة أخرى مثل الجرافيت، إلا أن استخدام الماء الثقيل فى عملية الإبطاء يجعل من الممكن تشغيل المفاعل باستخدام كتلة حرجة من الوقود النووى أقل فى حالة استخدام المواد الأخرى بالإضافة إلى عامل الأمان المرتفع المرتبط باستخدام الماء حيث لا توجد فرصة لاشتعاله فى ظروف الارتفاع الطارئ لدرجة الحرارة كما حدث فى مفاعل تشرنوبيل.

مادة قابلة للانشطار Fissile (fissionable) material

المادة التى من خواص نوى بعض ذرات عنصرها أنها تنشطر نتيجة اصطدام النيوترونات بها. ويكون لقسمى الانشطار طاقة حركية كبيرة.

مادة خصبة Fertile material

مادة هى ذاتها غير قابلة للانشطار بالنيوترونات الحرارية، ولكن يمكن أن تحول إلى مادة تنشطر بتشعيعها فى مفاعل، ويوجد مادتان خصبتان أساسيتان: اليورانيوم -٢٣٨ والثوريوم --٢٣٢. فعندما تأسر المواد الخصبة النيوترونات، تتحول جزئيا على الترتيب إلى البلوتونيوم -٢٣٩ واليورانيوم -٢٣٣ اللذين ينشطران.

أنظر الصورة بملحق الصور الملونة.

مادة ضديدة (جسيمات ضديدة) Antimatter (Antiparticles)

هى المادة المتصورة باستبدال الجسيمات النووية العادية فيها (النيوترونات، البروتونات، والإلكترونات..الخ) بمقابلاتها من الجسيمات الضديدة، (النيوترونات الضديدة، البروتونات الضديدة، والبوزيترونات الضديدة..الخ) فالمتوقع أن تتكون ذرة الأيدروجين الضديدى مثلا من بروتون ضديد (انتبروتون) سالب الشحنة وبوزيترون مدارى. والمادة العادية وضديداتها تفنى إحداهما الأخرى، عندما تلتقيان وتتحولان كلية إلى طاقة .

ماسح التلألؤ (الوميضى) Scintiscanner

وسيلة تسجل أوتوماتيا توزيع النويدات المشعة التى أدخلت فى الكائنات الحية. ويتولى عداد التلألؤ (الكاشف الوميضى) مسح المنطقة من الجسم التى يقع خلفها العضو المراد فحصه، وكل نبضة تحلل(أو كل عشر أو جزء من مائة من النبضة) تضخم بواسطة مضخم مناسب، ثم تحول إلى جهاز تسجيل ضوئى. وتتسبب هذه النبضات فى توهج المصابيح،وبذلك تظهر بقع سوداء على الورق الفوتوغرافى الحساس. ويمكن تسجيل النبضات على هيئة خطوط قصيرة بواسطة

مسجل ميكانيكى حيث يحصل على رسم التلألؤ بهذه الكيفية. ويستخدم ماسح التلألؤ أساسا فى فحص الغدة الدرقية والكبد.

ماص Absorber

أية مادة تمتص الإشعاع المؤين أو تقلل من شدته. وتستخدم المواد الماصة للنيوترونات مثل البورن والهافنيوم والكادميوم فى قضبان التحكم فى المفاعلات، وتمتص الخرسانة والصلب، المستخدمان فى دروع المفاعلات، أشعة جاما والنيوترونات، كما تمتص الصفائح الورقية والمعدنية جسيمات الفا أو توهنها، وكذلك جسيمات بيتا جميعها ماعدا أعلاها طاقة.

(انظر : مهدئ)

ماص للنيوترونات Neutron absorber

مادة تتميز بقدرة كبيرة على امتصاص النيوترونات تستخدم فى المفاعلات النووية لتقليل قيمة معامل التكاثر.

مانع تسرب Seal

مادة تستخدم فى الوصلات المتحركة بين الجزأين المتحرك والثابت لمنع، أو الحد من، تسرب السوائل أوالأبخرة أوالغازات خلال الثغرات الموجودة بها، كما يستخدم لمنع دخول الأتربة والغبار إلى محامل أعمدة الدوران. قد يكون المانع جلبة (قدحا) أسطوانية من الجلد أو المطاط، أوحلقات معدنية (كحلقات كباسات محركات الاحتراق الداخلى). وفى مدافن النفايات النووية يوضع موانع التسرب كحواجز مادية داخل الممرات فى منشأة الدفن من أجل:

١ – عزل النفايات.

٢ – منع ارتشاح وتسرب الماء لداخله.

٣ – منع ارتحال المواد المشعة من منطقة المدفن.

مبدأ التتام Complementarity principle

القاعدة التى تربط بين صفتين يمكن أن توصف الظواهر الفيزيقية بدلالة إحداهما، فتوصف هذه الظواهر إما بدلالة حركة جسيمية تتميز بكمية تحرك ح وطاقة ط أو بدلالة حركة موجية تتميز بطول موجى λ ، وتردد γ ويربط مبدأ التتام بين هاتين الصيغتين بالمعادلتين ح = h/ λ ، ط = hγ حيث h ثابت بلانك.

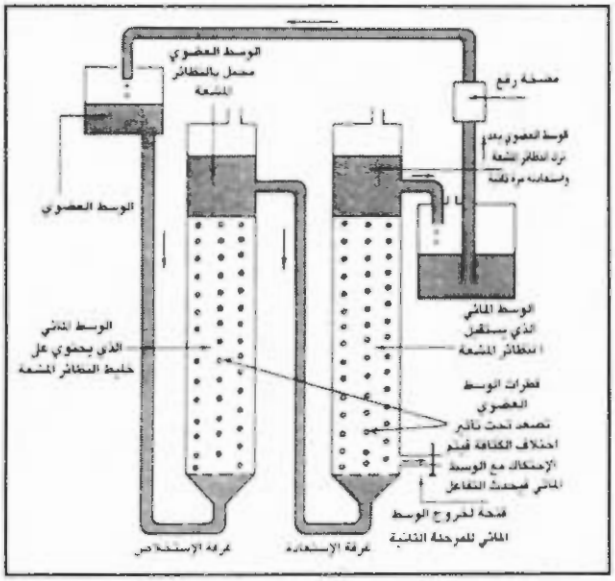
مبدأ اللايقين (أو التشكك)

Principle of indeterminancy (uncertainty principle)

مبدأ عدم اليقين قاعدة مؤداها أنه فى كل مقدارين يرتبط أحدهما بالآخر. كلما زادت الدقة فى تعيين أحدهما فى آن ما . ازداد عدم اليقين فى تعيين الآخر. وكمثال لذلك تحديد موضع الإلكترون وكمية تحركه فى ذلك الموضع، فكلما زادت الدقة فى تعيين كمية تحركه مثلا ازداد عدم اليقين بالنسبة المتوقعة والعكس بالعكس. وينص هذا المبدأ على أن حاصل ضرب مقدار الخطأ فى أحد المقدارين فى مقدار الخطأ الآخر يساوى مقدار ثابتا هو ثابت "بلانك".

المبادل الأيونى Ion exchanger

المبادلات الأيونية عبارة عن مركبات كيميائية فى حالة صلبة وغير قابلة للذوبان فى الماء أو المحاليل الحامضية والقاعدية وتحتوى جزيئاتها على ذرات أو مجموعات ذرية نشطة كيميائيا أى قابلة للتأين فى الأوساط المائية، وعند غمر هذه المبادلات فى هذه المحاليل يتم تبادل الأماكن بين الأيونات الموجودة فى المحلول وأيونات المجموعة النشطة بالمبادل ومن هنا جاءت التسمية بالمبادلات الأيونية، وتسمى هذه الظاهرة بظاهرة التبادل الأيونى. ولقد درس علماء الكيمياء هذه الظاهرة كثيرا حتى أمكنهم تطويعها لخدمة التقنية النووية (خاصة فى تنقية المواد النووية سواء لإنتاج الوقود النووى أم لإنتاج النظائر المشعة للأغراض الأخرى أم لمعالجة النفايات المشعة) بحيث إنه إذا كان هناك محلول مشع يحتوى على عنصر أو مجموعة عناصر مشعة فيمكن فى ظروف معينة أن يكون هناك انتقاء للمبادل، أى يبادل أيون دون الآخر أو الاثنين معا لكن بدرجات متفاوتة ، ويعبرعن مقدار هذا التفاوت بعامل الفصل، وكلما كان هذا العامل كبيرا كان فصل العناصر المشعة بعضها عن بعض والحصول عليها بدرجة نقاوة عالية أكثر سهولة. يعتمد التبادل الأيونى على نوع المبادل الأيونى، وبما أن أنواع المبادلات الأيونية تختلف حسب صفاتها الكيميائية والفيزيائية فإن نماذج التبادل الأيونى متعددة ومتنوعة حسب الاختلاف فى تلك الصفات.



إحدى مراحل محطة آلية متعددة المراحل لفصل وتنقية النظائر المشعة

مبادل حرارى Heat exchanger

أية وسيلة تنقل الحرارة من مائع ما (سائل أو غازى) إلى مائع آخر أو إلى الوسط المحيط.

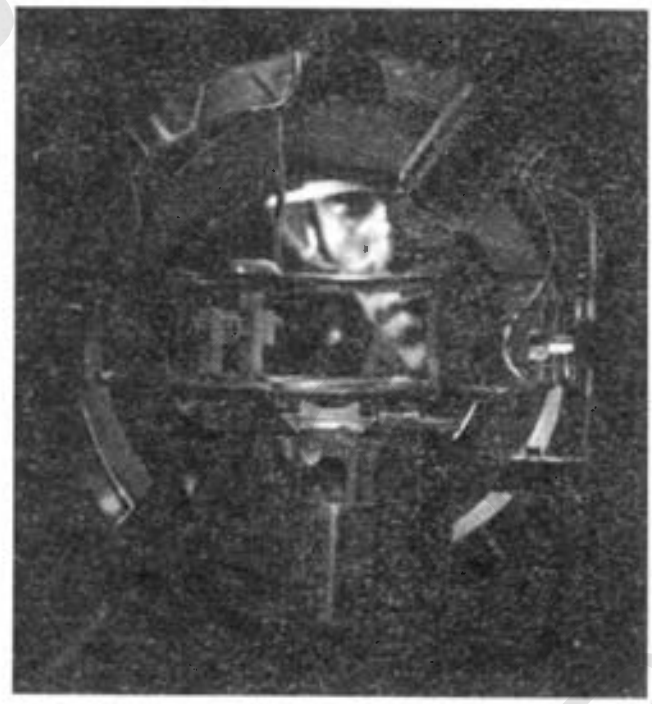
مبرد Coolant

وهو الوسط الرئيسى المسئول عن نقل الطاقة الحرارية من قلب المفاعل إلى خارجه للإنتفاع بها. وأهم خصائص المبردات جودة صفاتها الحرارية مع الاحتفاظ بخواصها الميكانيكية والطبيعية، وأن يكون امتصاصها للنيوترونات أقل ما يمكن. ومن المبردات المستخدمة: الماء بأنواعه والغازات مثل غاز ثانى أكسيد الكربون، كما أن هناك مبردات عضوية وأخرى غير عضوية مثل الصوديوم الذى يستخدم فى المفاعلات الولودة السريعة.

مبردات كمومية Quantum coolants

هى آلات لتبريد الذرات واحتجازتها، يستخدمها التجريبيون لإحداث كثافة بوز - آينشتين ومنها على سبيل المثال:

التبريد بالليزر: حيث يجب على التجريبيين الذين يريدون إحداث كثافة بوز- آينشتين الغازية، أن يبردوا غازا مخلخلا (ممددا) من الذرات فى حجرة خوائية إلى درجة منخفضة انخفاضا بالغا. وأول خطوة فى معظم التجارب تقريبا هى التبريد بالليزر،



التبريد بالليزر

تحتجز ذرات الصوديوم المتوهجة فى مصيدة مغنطيسية - ضوئية. ويراقبها «هلمرسون» من المعهد القومى للمعايير والتقانة. تولد المنفات حقلا مغنطيسيا وتدخل الجزم الليزرية من ستة اتجاهات فتحتجز الذرات وتبردها.

الذى تبطىء فيه الحزم الليزرية حركة الذرات فتبردها ربما من درجة حرارة الغرفة (٣٠٠ كلفن) أو أعلى من ذلك بكثير إلى نحو ٥٠ ميكروكلفن - أى جزء من عشرين ألفا من الدرجة فوق الصفر المطلق.

المصيدة المغنطيسية الضوئية: أكثر أجهزة التبريد الأولى شيوعا والمستخدمة فى تجارب كثافة بوز- اينشتين، التى تجمع بين التبريد بالليزر واحتجاز الذرات بوساطة الحقول المغنطيسية، ذلك أن الحقول المغنطيسية تساعد على ضغط الغاز فتجعل كثافته أعلى. ويستخدم الكثير من المجموعات متتالية من مصيدتين مغنطيسيتين ضوئيتين تعملان بأقصى كفاءة ممكنة بحيث تقوم الأولى بتجميع الذرات فى حين تقوم الثانية بعد ذلك بتبريدها.

التبريد بالتبخير: تشبه مرحلة التبريد النهائية فى تجارب كثافة بوز- آينشتاين تبريد فنجان القهوة. ففى حين تحتجز مصيدة مغنطيسية الذرات يزال الجزء الأكثر سخونة من الذرات باستمرار بحيث يبقى الغاز الذى تنخفض درجة حرارته انخفاضا متزايدا. وبخلاف التبريد بالليزر فإن التبريد بالتبخير يعمل بصورة أفضل عند الكثافات الأعلى.

مصيدة الكمون الدوار المعدل زمنيا Time- averaged Orbiting Potential (TOP)، وهى التى استخدمها مجموعة "A. E كورنل" و" E. C ويمان" (فى المعهد المشترك للفيزياء الفلكية المختبرية) لإحداث أول كثافة غازية فى عام ١٩٩٥، ثم تبنتها عدة مجموعات بحثية. تولد ملفات المصيدة حقلا مغنطيسيا يمتلك نقطة صفرية تستطيع الذرات التسرب منها. وعند تدوير الحقل بسرعة فى شكل دائرة، تحتجز المصيدة الذرات فى منطقة إهليلجية تقع داخل مدار التسرب (دائرة الموت).

مصايد إيوفة - برتشارد (IP). سميت باسم الفيزيائى الروسى "S. M إيوفة"(الذى كانت المصيدة المعروفة باسمه مصممة لاحتجاز بلازما الأيونات المشحونة)وباسم " D . برتشارد" من المعهد M. I. T تولد هذه المصايد حقل احتجاز دون أن تكون لها نقطة صفرية للتسرب. وهى البديل الرئيسى للمصايد TOP ولها تصاميم مختلفة، كما أن أشكال الكثافات تراوح بين الشكل الكروى تقريبا وشكل السيجار الطويل. وتولد حقولها المغنطيسية بتمرير تيار كهربائى فى أربعة قضبان متوازية، أو فى ملفات لها شكل الحرف D، أوشكل الدروزseams فى كرة البيسبول، أو شكل البرسيم الرباعى الوُريقات.

انظر : كثافة بوز- آينشتين

المجال المغناطيسى Magnetic field

كما يتولد حول المغناطيس الطبيعى مجال مغناطيسى قوامه خطوط القوى المغناطيسية نتيجة حركة الشحنات الكهربية فى الموصلات، فيولد التيار الكهربى المار فى ملف من أسلاك النحاس مجالا مغناطيسيا حول الملف يمكن التحكم فى شدته، وتكون الشحنات المتحركة هى الإلكترونات الدوارة داخل الذرات. ويوجد للمغنطيس الكهربى قطبان: أحدهما سالب والآخر موجب. ومثل

الشحنات الكهربية، تتنافر الأقطاب المتماثلة وتتجاذب الأقطاب المختلفة. ولكن تختلف الأقطاب المغنطيسية الطبيعية فى أنها لاتوجد منفردة أبدا، فهى توجد مزدوجة دائما (قطب شمالى وآخر جنوبى)، وتعتبر الأرض نفسها مغنطيسا كبيرا ضعيفا. ويستخدم قضيب مغنطيس معلق(مثل إبرة البوصلة) لتحديد اتجاه المغناطيسية الأرضية.

المجريطى Al-magrity

هو أبو القاسم مسلمة أحمد المجريطى، ولقب بهذا الاسم لأنه ولد فى مجريط (مدريد عاصمة أسبانيا حاليا) بالأندلس. اشتغل المجريطى بالكيمياء بالإضافة إلى أعماله بالرياضيات والفلك. وله فى الكيمياء أعمال هامة تدل على مدى عنايته بالأمور العلمية وتضلعه فيها، ومن تجاربه الشهيرة، تأثر الزئبق بالحرارة وتحوله فى النهاية إلى مسحوق أحمر، وعندما قارن المجريطى بين وزن هذا المسحوق ووزن الزئبق فى الأصل لم يجد فرقا. ولقد كتب المجريطى كتابين فى علم الكيمياء، صارا مرجعين لعلماء الشرق والغرب، وهما "رتبة الحكيم" و"غاية الحكيم" تمت ترجمتهما إلى اللغة اللاتينية. وفى كتابه "غاية الحكيم" بحوث فريدة فى علم الهيئة "الفلك" والتاريخ الطبيعى وتأثير البيئة على الكائنات المختلفة، وأيضا تجارب علمية عن تنقية الذهب والفضة.

يعد المجريطى واضع أسس الاتحاد الكيميائى المعروف باسم "قاعدة بقاء المادة" والتى تقول بأن مجموع كتل المواد الداخلة فى أى تفاعل كيميائى مساو لمجموع كتل المواد الناتجة من التفاعل. ولقد دعا المجريطى إلى دراسة الكيمياء بشكل عملى يعتمد على التجربة فى المختبرات، بدلا من الخرافات التى كانت مسيطرة على الكيمياء فى ذلك الوقت. توفى فى عام ١٠٠٧ م.

مجمع المخلفات Taillings impoundment

البناء أو التركيب الذى يترسب فيه المخلفات ومحلول المخلفات، شاملا كل عناصرها مثل الجدر الداعمة embankment walls ، (المستخدمة كسد أرضى لحجز النفايات السائلة والصلبة المستخدمة فى إدارة تعدين وطحن المخلفات) ، الأقمصة أو البطانات liners ، وطبقات التغطية.

مجموعة حرجة Critical group

هى مجموعة من أفراد الجمهور يتعرضون للإشعاعات المؤينة بطريقة متجانسة من مصدر معين وتشكل نموذجا من الأفراد الذين يحصلون على أعلى جرعة مكافئة.

محاكى المفاعل Reactor Simulator

مختبر مصغر أو أجهزة تعمل بمجموعها بصورة تماثل عمل المفاعل النووى- أى إنها تمثل فى الواقع صورة مصغرة من المفاعل النووى-وعادة تستخدم فيه برامج الحاسب الإلى للتحكم فى العمليات المماثلة للعمليات التى تحدث فى المفاعل الحقيقى عند تشغيله.

محطات القوى النووية Nuclear power plants

تستخدم محطات القوى النووية، الحرارة المتولدة فى المفاعل النووى والتى ينقلها ماء التبريد للمفاعل إلى مولد البخار فى عملية توليد " إنتاج " البخار، ويمر هذا البخار المتولد عندئذ خلال التوربين لتحويل طاقة البخار إلى طاقة ميكانيكية دوارة تشغل مولدا كهربائيا ثم يخرج البخار من التوربينة إلى المكثف ونظام التكثيف، تماما كما فى المحطات التقليدية، ونظرا لتعقد عملية الصيانة داخل المفاعلات النووية بسبب "الفاعلية الإشعاعية" فهناك حواكم جودة صارمة جدا على مدى نقاء الماء، لضمان الحفاظ على المرجل من الصدأ والتأكسد إلى أقل درجة.

وهناك نوعان أساسيان من المفاعلات الحرارية للاستخدام التجارى، تؤثر خواصهما المستقلة بدرجة كبيرة مباشرة على تصميم التوربين المختص بالتشغيل معهما. وهذا النوعان هما "المفاعلات ذات التبريد بالغاز"، "والمفاعلات ذات التبريد بالمياه". وتشتمل المفاعلات ذات التبريد بالغاز، على مفاعل "ماجنوكس" و"المفاعل المتقدم ذى التبريد بالغاز" و" المفاعل شديد الحرارة". حيث يوضع كل من قلب المفاعل والمراجل (مولدات البخار) داخل مبنى مصنوع من الخرسانة سابقة الإجهاد. ويتم الحصول على الحرارة الناتجة عن التفاعل النووى بواسطة "غاز التبريد" تحت ضغط عال جدا. ثم يتم ضخه إلى مولد البخار لإنتاج البخار. وتحتوى مولدات البخار على ثلاثة أقسام (المقتصد والمبخر والمحمص) ولكن على خلاف المراجل التقليدية، فإن هذه الأقسام ببساطة عبارة عن أجزاء مختلفة من نفس الأنبوبة، ويعرف هذا النوع باسم "مولد البخار ذى الامتداد الواحد" وقد اختير هذا التصميم لتقليل عدد مرات النفاذ والاختراق خلال وعاء الضغط.

وتشمل المفاعلات ذات التبريد بالمياه على " مفاعل الماء المغلى" ، و" مفاعل الماء المضغوط" و" مفاعل الكاندو" و"مفاعل الماء الثقيل". ويجب ألا يغلى ماء التبريد داخل قلب المفاعل، حتى لا يمتص البخار عددا كبيرا من النيوترونات، مما يتسبب فى إيقاف المفاعل، ولذلك يحفظ الماء تحت ضغط كاف لتجنب غليانه.

والمحطات النووية أكثر تكلفة عند بنائها من المحطات التقليدية العادية. ولكن تكاليف تشغيلها تهبط إلى أقل من نصف تكاليف تشغيل المحطات العادية. ويتمثل الوفر فى تكاليف الوقود ، فالطن الواحد من وقود "الماجنوكس" يكفى لتوليد قدر من الطاقة مثل ١٥٠٠٠ طن من الفحم ، وقد يكون الوقود المستخدم فى "المفاعل المتقدم ذى التبريد بالغاز" أو فى "المفاعل ذى الماء المضغوط" أقل تكلفة من ذلك. وقد شيدت محطات القوى النووية الأولى بعيدا عن المناطق الآهلة بالسكان، وبعيدا عن أحمال النظام، وذلك كاحتياطات أمان. وقد كان يتم اختيار المواقع الساحلية.

حتى يسهل الإمداد بمياه التبريد، ولم تكن عملية نقل الوقود إلى هذه المواقع البعيدة بمشكلة، حيث إن كميات الوقود المطلوبة قليلة، فتكفى للمفاعل المتقدم ذى التبريد بالغاز الذى يعطى خرجا مقداره ٦٦٠ ميجاوات، كمية من الوقود ملء عربة واحدة، بدلا من٧٥٠ قطارا من الفحم. وأمكن مع التقدم فى تصميم المفاعلات النووية، وخاصة استخدام أوعية الضغط المصنوعة من الخرسانة سابقة الإجهاد، التحرر فى اختيار المواقع بحرية أكثر، مما مكن من اختيار المواقع بالقرب من الأحمال، وأقرب ما يكون إلى خطوط نقل القوى. وتولد محطات القوى النووية القوى اللازمة "الأحمال الأساسية" ، كما أنه أمكن تحقيق احتياجات الأحمال العالية.

محرك أيونى Ion engine

محرك يهيىء الضغط عن طريق طرد ايونات معجلة أو عالية السرعة. وثمة اقتراح باستخدام المحركات الأيونية التى تعمل بالطاقة المستمدة من المفاعلات النووية لتسيير مركبات الفضاء.

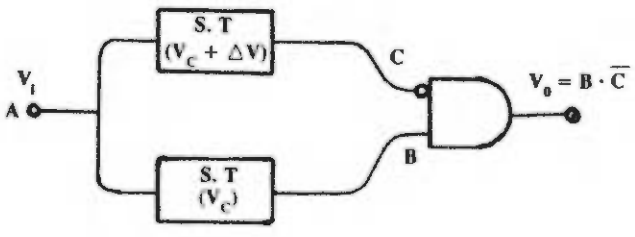
محلل ارتفاع النبضات Pulse height analyzer

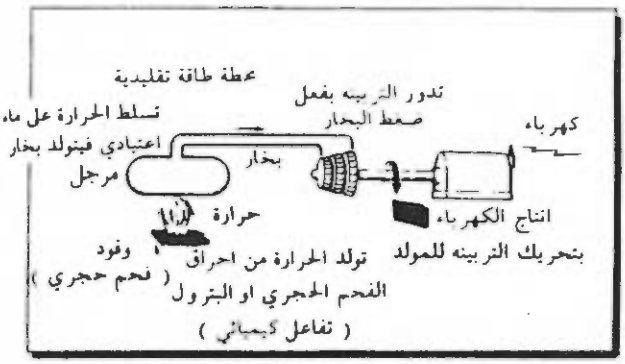
يعطى "المميز" فقط كم من الموجات الظاهرة أكبر من الارتفاع الموجود. وغالبا ما نرغب فى معرفة كم هو عدد الموجات ذات الارتفاع المعين أومدى ارتفاع الموجة الظاهرة. فتعطى محللات ارتفاع الموجة هذه المعلومات. وهى عبارة عن دائرة إلكترونية تفرز النبضات طبقا لارتفاعها أوفلطيتها، وتسجلها. ويوجد نوعان أساسيان من محللات ارتفاع الموجة هماالمحلل أحادى القناة والمحلل متعدد القناة.

أنظر: أنواع النبضات، ارتفاع النبضات، تشكيل النبضات، المميز.

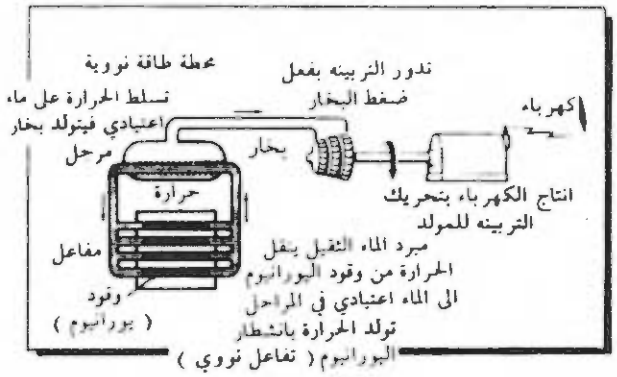
المحلل وحيد القناة Single channel analyzer

يعتبر المحلل أحادى القناة من أبسط محللات ارتفاع الموجة وهو جهاز يستخدم لتسجيل الطيف عن طريق تسجيل النبضات الواقعة فى مدى معين. ويشبه فى تركيبه ونظرية عمله المميز التكاملى ولكن الخرج هنا يستجيب فقط عندما تقع نبضات الدخل Vi بين قيمتين محددتين Vc(مستوى المميز)، Vc+ΔV حيث تعرف ΔV بالنافذة. ويستخدم المحلل أحادى القناة فى كثير من التطبيقات ومنها مطيافية الطاقة وقياسها للنظائر المشعة.(انظر: المميز).

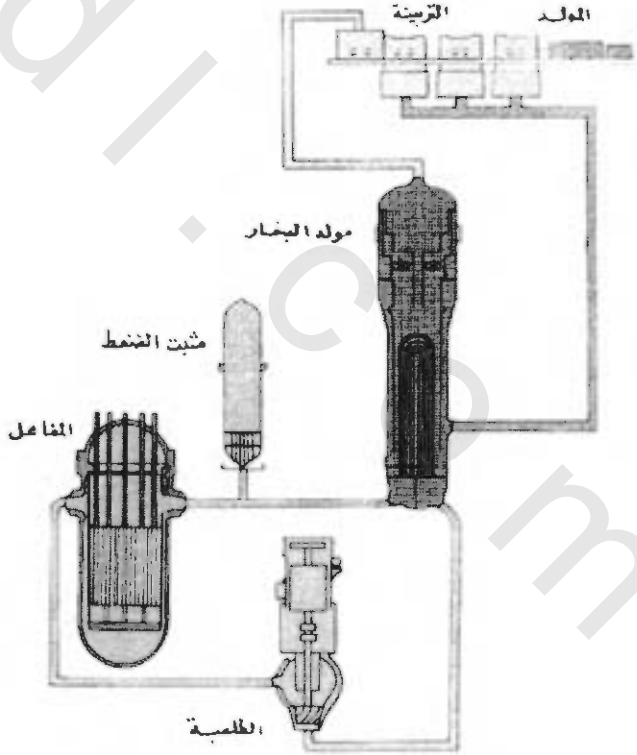




نموذج مبسط لمحطة الطاقة التقليدية



نموذج مبسط لمحطة الطاقة النووية



رسم توضيحى لمحطة نووية ذات الماء المضغوط

المحلل متعدد القنوات Multi channel analyzer

جهاز يمكن من تسجيل الطيف كله دفعة واحدة. حيث يقوم هذا الجهاز بترجمة نبضات الدخل الواصلة إليه ووضعها فى صور أرقام (Digits) ولذلك يُدْعى أحيانا بالمحول الرقمى للنبضات.وأبسط تصميمات المحلل المتعدد القنوات يعتمد على نظرية عمل المحلل أحادى القناة. فبتوصيل مجموعة من المحللات أحادية القناة مع بعضها فى صف واحد يمكن تسجيل الطيف دفعة واحدة. إذ يقوم كل محلل أحادى القناة بتسجيل النبضات الواقعة فى مدى معين.

المحمدية ، حادثة Al-mohammadia, accident

حادث المحمدية بالمغرب عام ١٩٨٤م حادث إشعاعى ، حيث سقط مصدر ايريديوم١٩٢ يستخدم فى تصوير واختبار لحام الأنابيب من مكانه إلى الأرض دون أن يشعر به المسئول عنه فالتقطه أحد المارة وأخذه معه إلى المنزل باعتباره قطعة معدنية وكانت النتيجة موت أفراد الأسرة الثمانية جميعا بسبب التعرض الإشعاعى.

المختبر الأوربى لفيزياء الجسيمات (سيرن) CERN

أسست تسع دول أوربية المنظمة الأوربية للبحث النووى رسميا فى ٢٩ سبتمبر عام ١٩٥٤ وصدقت هذه الدول عام ١٩٥٥ على اتفاق التأسيس. أصبحت هذه المنظمة تعرف باسم المختبر الأوربى لفيزياء الجسيمات محتفظا بالمختصر CERN الذى كانت اقترحته المنظمة المؤقتة وعددها الآن تسع عشرة دولة عضوا. اختارت لتجهيزاتها موقعا بالقرب من جنيف، على سفح الجورا. فى عام ١٩٥٧ اشتغل السنكرو – سيكلوترون بطاقة ٦٠٠MeV (مليون إلكترون فولت)، ثم تلاه عام ١٩٥٩ السنكروترون للبروتون (SPS) بطاقة 28GeV، الذى أصبح لبعض الوقت الماكينة الأكثر استطاعة فى العالم. يمتاز «سيرن» عن المختبرات المذفسة بحزم النترينو الخاصة به. فى عام ١٩٦٣ ظهرت الصور الأولى لتفاعلات النترينو فى الحجرة ذات الفقاعات وفى عام ١٩٧٣ تم بهذه الحزم التأكيد على وجود التيارات المعتدلة فى الحجرة ذات الفقاعة Gargamelle. إن هذا الاكتشاف، الذى يعد أحد الاكتشافات الأهم التى حصلت فى «سيرن» فتح الطريق لفيزياء النموذج العيارى. فى عام ١٩٧٦ بدأ يعمل السنكروترون الفائق بالبروتون (SPS) وفى عام ١٩٧٨ بلغت طاقته 500 GeV. فى عام ١٩٨١ تم تحويل SPS نفسه إلى مصادم البروتون – مضاد البروتون، بطاقة 270 GeV للحزمة. فى التجارب UA1, UA2 التى جهزت فيه، اكتشف عام ١٩٨٣ البوزونان W,Z وهذا أكسب كارلو روبيا وسيمون فان درمير جائزة نوبل للفيزياء عام ١٩٨٤. لمصادم LEP الذى شرع ببنائه عام ١٩٨٣ أخذ يعمل عام ١٩٨٩ ومحيط دائرته يبلغ ٢٧ كم، يعد أكبر جهاز علمى فى العالم. أخيرا فى عام ١٩٩٤ وافق مجلس «سيرن» على أن يبنى فى نفق LEP مصادم البروتونات LHC الذى يحتمل أن يبدأ عمله عام ٢٠٠٥. ثمة معجلات أخرى فى العالم يمكن أن تنافس معجلات «سيرن». ففى أوربا، فيما يتعلق بدراسة النموذج المعيارى، يوجد المختبر DESY فى هامبورج، حيث تدرس تصادمات الإلكترون – بروتون فى الطاقة العالية. وفى الولايات المتحدة الأمريكية، يسمح التفاترون فى مختبر فرمى الواقع بالقرب من شيكاغو بدراسة التصادمات بين البروتون – مضاد البروتون فيتابع الدراسات التى بدىء بها فى «سيرن» بواسطة SPS. وفى مختبر ستانفورد، SLAC أى (المعجل الخطى فى مركز ستانفورد) يجهز بمصادم إلكترون – بوزيترون ينتج مثل LEP بوزونات Z ولكن بكميات أقل بكثير.

مدخنة واقية Hood

وسيلة وقائية تهيىء عادة تهوية خاصة لطرد الغازات ويمكن فيها مناولة المواد الكيميائية، أو البيولوجية، أو المشعة الخطرة بأمان.

مخلفات Taillings

هذه المخلفات يمكن أن تكون:

(أ) مخلفات الطحن، وهى البقايا الناتجة عن معالجة المعدن الخام فى المطحن لاستخراج الكميات النقية من المعدن.

(ب) بقايا غسل الركام، الذى ينتج من معالجة المعدن الخام، بواسطة غسل الركام.

مدى Rang

مدى الجسيم فى مادة معينة هو المسافة التى يقطعها الجسيم فى هذه المادة قبل أن تنخفض طاقة حركته إلى الحد الذى يفقد فيه قدرته على الاستمرار فى الحركة. وفى حالة حركة جسيمات الأشعة المؤينة فى المادة يحدث تأين حول مسار الجسيم فى المادة سواء كانت غازا أم مادة صلبة. وبعبارة أخرى فإن المدى هو سمك المادة الذى يكفى لإنقاص سرعة الجسيمات المشحونة السريعة فى شعاع جسيمى إلى الحد الذى لا يتسنى دونه الاستدلال عليها أو قياسها.

مرآة مغناطيسية Magnetic mirror

مجال مغناطيسى يستعمل فى تجارب الاندماج المحكوم لعكس الجسيمات المشحونة وردها إلى المنطقة المركزية فى القارورة المغناطيسية.

مرض إشعاعى Radiation illness

توعك عضوى حاد يعقب التعرض لجرعات شديدة نسبيا من الإشعاع المؤين ويتميز بالغثيان والقىء والإسهال وتغيرات فى خلايا الدم، ثم بالنزيف وسقوط الشعر فى المراحل المتأخرة.

مرقب (جهاز مراقبة) Monitor

١- فى الإلكترونات: جهاز يوصل فى مكان معين من دائرة إلكترونية لمراقبة جودة الظاهرة التى تحدث.

٢- فى الإشعاع: آلة لقياس الإشعاع باستمرار أو على فترات من الزمن وذلك للاحتفاظ بمقاديره فى الحدود المرسومة. ويستعمل عادة فى المعامل وفى منشآت الطاقة الذرية لقياس مناسيب الإشعاع فيها. (انظر : جهاز مراقبة الهواء)

مرقب شخصى Personal monitor

جهاز لقياس التعرض الشخصى للعوامل الفيزيائية والكيميائية المؤثرة فى البيئة، مثل الإشعاع. حيث تستخرج المعلومات عن الجرعة المكافئة للإشعاع المؤين للنسيج الحيوى على بطاقات فيلمية، حجرات تأين، أو أجهزة ذات تألق حرارى، من تقديرات مبنية على عد الإشعاع الكامل للجسم وتحليل عينات بيولوجية، ومن المسح الخاص ومراقبة المنطقة.

مرونة Elasticity

لا توجد مادة جامدة (صلبة) غير مرنة بالكامل، وجميع المواد تخضع إلى حد ما لتأثير قوة معينة. ويتخذ هذا الخضوع ، صورة تغير فى الأبعاد أو الشكل أو الحجم، تبعا لمادة الجسم، وطبيعة القوة المؤثرة عليه. وعادة ما يستعيد الجسم أبعاده أو شكله أو حجمه الأصلى ، عند انعدام تأثير القوة ، ويقال عندئذ إن الجسم مرن. وتتسم جميع المواد بخاصية المرونة بدرجات متفاوتة، ولكن فى حدود معينة فى جميع الحالات. ويسمى هذا الحد بحد المرونة للمادة. وإذا ما تم قسر المادة على الخضوع بعد هذا الحد ، فإنها تسلك إذ ذاك سلوكا غير مرن . ففى حالة المواد الجامدة تصبح المادة دائمة التشوه (عندما تتعدى القوة المؤثرة حدا معينا) من خلال عملية تعرف باسم التشوه الدائم. وعند زوال القوة ، لا تستعيد المادة حجمها الأصلى، ولاشكلها الأصلى، ويكون سلوكها على وجه الإجمال سلوكا غير مرن. وتترتب على خواص المرونة للمواد، نتائج هامة من الناحية الهندسية، ينبغى أخذها عند تصميم المنشئات الهندسية.

مزرعة نظائر Isotope farm

غرفة للإنماء بالكربون١٤، أو بيت نبات(مكن) مجهز كنظام مقفل بحيث يمكن تنمية النباتات بداخله فى جو من ثانى أكسيد الكربون. وهكذا تصبح النباتات موسومة بالكربون- ١٤. ويمكن استخدام مزارع النظائر بمواد موسومة أخرى أيضا، مثل الماء الثقيل والفوسفور- ٣٥ ما إليها لإنتاج مركبات كيميائية حيوية موسومة.

مزدوج حرارى Thermocouple

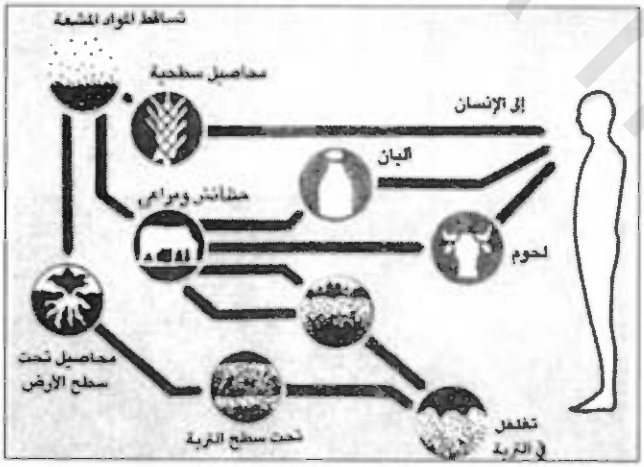
وسيلة تتكون أساسا من موصلين مصنوعين من معدنين مختلفين يتصل أحدهما بالآخر عند كل من الطرفين مكونين عروة يمر فيها تيار كهربائى عندما يوجد فرق بين درجتى حرارة الوصلتين.

مساحة الرحلة Migration area

سدس متوسط مربع المسافة التى يقطعها نيوترون منذ مولده بالانشطار إلى أن يمتص.

مسارات المواد المشعة إلى الإنسان
Radioactive materials pathways to man

عند تساقط النويدات المشعة بتركيز عال فى الأراضى المزروعة أوالآهلة بالسكان يؤثر ذلك على الإنسان بطريقة مباشرة عند تعرض الإنسان للإشعاعات الصادرة عن هذه المواد. وإما بطريقة غير مباشرة بانتقال هذه المواد المشعة إلى داخل جسم الإنسان عن طريق السلسلة الغذائية والماء والهواء. فعند تساقط المواد المشعة على النباتات أوالتربة التى تزرع عليها فإنها تنتقل فى النهاية إلى الإنسان ، إما عن طريق استخدامه المباشر لهذه النباتات فى غذائه ، وإما نتيجة استخدامها كأعلاف للماشية مما يؤدى إلى تركيزها فى لحومها وألبانها التى يتغذى عليها الإنسان.



مسالك المواد المشعة فى البيئة

مسافة الاسترخاء Relaxation distance

المسافة التى تقل فيها شدة حزمة من النيوترونات إلى ١/هـ من قيمتها الأصلية بالامتصاص وحده دون الاستطارة. (حيث هـ أساس اللوغاريتم الطبيعى).

مستحلب نووى Nuclear emulsion

مستحلب فوتوغرافى يعد خصيصا ليسجل المسارات الفردية للجسيمات المؤينة لإتاحة مشاهدتها. حيث استخدمت فى التعرف على الأشعة الكونية. وتختلف عن الألواح الفوتوغرافية العادية فى

أن الأولى أسمك كثيرا من الأخيرة ، أضف إلى ذلك أن تلك المستحلبات النووية تحتوى على هاليد الفضة بتركيز عال أكثر منه فى المستحلبات العادية ، كما يمكن أيضا التحكم فى حساسية المستحلب لمختلف أنواع الجسيمات المؤينة.

مسح النظائر المشعة Scanning radioisotope

طريقة لتحديد مكان ومقدار النظائر المشعة داخل الجسم بقياسات تؤخذ بواسطة أجهزة من خارج الجسم. وفى العادة يحرك الجهاز الذى يعرف باسم الماسح فى تخطيط منتظم فوق المنطقة المراد دراستها، أو فوق الجسم كله حيث يعطى سجلا مرئيا. (انظر: عداد الجسم الكامل)

مسح إشعاعى Radiation survey

تعيين مقدار الإشعاع فى جميع أنحاء منشأة أو مكان ما بغرض وقاية العاملين فيها من الأخطار الإشعاعية ، أو إقليم بغرض الاستكشاف المعدنى ، خصوصا التنقيب عن اليورانيوم والخامات المشعة. ويشترط لإجراء قياسات المسح الإشعاعى توفر الأجهزة التالية: كاشف أشعة جاما والإلكترونيات الملحقة به ، ومقياس العدات أو الومضات ولوحة قراءة المعطيات وإظهارها، وحدة تغذية بالتيار ونظام تضخيم الإشارة ومحلل الطيف فى حال اعتماد مطيافية جاما. والاحتياج لهذه الأجهزة أو بعضها يعتمد على نوع الاستخدام سواء فى نظام العد الكلى أو بمطيافية جاما وفى كيفية المسح جوا أو برا أو جوا.

(انظر مادة: مقياس المسح الإشعاعى)

مشروع مانهاتان Manhatan project

برنامج وزارة الحرب الأمريكية الذى وضع فى أثناء الحرب العالمية الثانية والذى كانت نتيجته إنتاج القنابل الذرية الأولى، والأصل فى هذه التسمية الاسم الرمزى "منطقة مانهاتان الهندسية" الذى استعمل لإخفاء طبيعة العمل السرى الذى كان يجرى. ولقد خلفت لجنة الطاقة الذرية، وهى وكالة مدنية، الوحدة العسكرية فى يناير ١٩٤٧ .

مصادر أشعة الفا Alpha sources

من أهم المصادر المستخدمة لإنتاج أشعة الفا:

البولونيوم – ٢١٠ (^{210}Po) ، ذو عمر نصف ١٣٨,٤ يوم ، E_{max}= 5.3 Mev .

والأمريسيوم – ٢٩١ (^{291}Am)،عمر نصف ٤٥٨ عام، E_{max}= 5.53 Mev

مصادر أشعة بيتا Beta sources

من أهم المواد المستخدمة فى إنتاج أشعة بيتا:

التريتيوم H^3،عمر النصف له ٢٦و١٢ عام، (E_{max}=0.019 Mev) ، ويستخدم التريتيوم فى تجارب اقتفاء الأثر فى المركبات العضوية وفى بحوث الصيدلة والكيمياء الفيزيائية.

كربون–١٤ C^{14} ، عمر النصف له ٥٧٣٠ عام (Emax=0.156 Mev) ، وهو واسع الانتشار فى الاستخدامات البحثية وفى صناعات الكيماويات العضوية وفى تأريخ العينات البيولوجية القديمة (انظر مادة تأريخ كربونى).

مخلوط الاسترنشيوم مع الايتريوم (Sr + Y)عمر النصف له ٢٨عام، ٦٤ ساعة على التوالى،(E_{Srmax}=0.545, E_{Ymax}=2.27 Mev) وهو مصدر سهل التحضير من نواتج الانشطار ومنخفض التكاليف نسبيا.

مصادر أشعة جاما Gamma sources

من أهم النظائر المشعة المستخدمة كمصادر باعثة لأشعة جاما:

الكوبالت –٦٠ والذى يستخدم فى وحدات التشعيع وفى أعمال التصوير الإشعاعى ويتميز بأنه مصدر رخيص نسبيا وعمر النصف له كبير ويساوى ٥,٢٦ أعوام وطاقة أشعة جاما المنبعثه منه كبيرة (١,١٧ ، ١,٣٣ ، ١ م أ ف) ومن أكثر المصادر استخداما.

الأنتيمون–١٢٤ Sb^{124} ويستخدم عادة فى الحالات التى تتطلب طاقة أشعة جاما مرتفعة، كما يحد من استخدامه عمر النصف له الصغير نسبيا الذى يبلغ ٦٠.٩ يوما. ويستخدم عادة فى التصوير الراديوجرافى .

ومن المصادر الهامة اليود-١٢٥ (I^{125}) وتبلغ فترة عمر النصف له ٦٠ يوما وقد استخدمت مصادر الأيودين -١٢٥ كبديل لأجهزة الأشعة السينية وقد وصلت إشعاعية المصدر إلى ١٠ ميجا بيكريل لينتج ($5.4 * 10^6$)فوتون /ثانية فى زاوية فراغية.

وهناك **السيزيوم-١٢٧** عمر النصف له ٣٠ عاما وطاقة أشعة جاما الصادرة منه ٦٦٢ ك أ ف وهو مصدر اقتصادى هام لعمر نصفه الطويل وقدرة إشعاعاته على اختراق المواد.

الإيريديوم-١٩٢ (Ir^{192}) فترة عمر النصف له ٧٤,٢ يوما ويستخدم فى الاختبارات اللاإتلافية للمواد واللحامات وذلك لإمكانية إنتاج مصادر بأحجام صغيرة جدا بقدرة إشعاعية مرتفعة.

مصادم الهدرونات الكبير

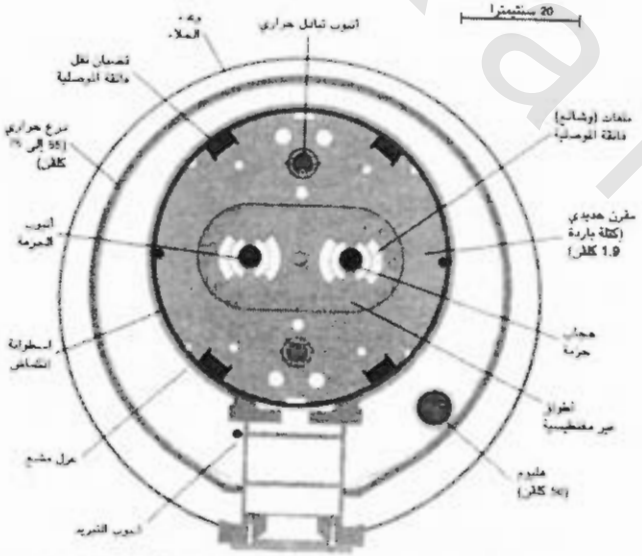
Large Hadron Collider (LHC)

حين يتم تصادم مباشر أو أمامى بين بروتونين يسيران بسرعة تبلغ ٩٩,٩٩٩٩٩٩ فى المائة من سرعة الضوء، فإن الانفجار دون الذرى الناتج يوفر للطبيعة طاقة قدرها ١٤ تريليون إلكترون فلط (TeV) لتتصرف بها. تتوزع هذه الطاقة، البالغة ١٤٠٠٠ ضعف من الطاقة المختزنة فى كتلة البروتون وهو فى حالة السكون، بين الجسيمات الأصغر المؤلفة للبروتون: وهى الكواركات والكلوونات التى تربط تلك الجسيمات بعضها ببعض. تتشتت الطاقة فى معظم التصادمات حين تتصادم الكواركات والكلوونات المنفردة تصادمات مقاربة للسطح محدثة رذاذا مماسيا من جسيمات مألوفة صنفها الفيزيائيون منذ زمن طويل وحللوها. ولكن يحدث أن يتصادم أحيانا اثنان من الكواركات تصادما جبهيا بطاقة عالية تبلغ 2TeV أو أكثر إن لدى الفيزيائيين يقينا بأن الطبيعة تحتفظ بحيل جديدة لابد من أن تكتشف فى هذه التصادمات -ربما كانت جسيما غريبا يعرف باسم بوزون هيكز Higgs boson (نسبة إلى الفيزيائى البريطانى هيكزو الأستاذ فى جامعة أدنبرة) ، أو ربما كانت دليلا على تأثير خارق يسمى التناظر الفائق supersymmetry، أو كانت شيئا ما جديدا غير متوقع سيقلب فيزياء الجسيمات رأسا على عقب.

ويتوقع فى عام ٢٠٠٥ تقريبا أن ينهى آلاف العلميين والمهندسين من عشرات الدول بناء المكاشيف العملاقة لمصادم الهدرونات الكبير الذى يمرفى نفق دائرى طوله ٢٧ كيلومترا، تحت الحدود الفرنسية السويسرية بالقرب من جنيف، وهو المشروع الكبير الذى يشرف عليه المختبر الأوروبى لفيزياء الجسيمات (سيرن CERN) ويأخذ على عاتقه المسؤلية الكبرى لبناء المعجل نفسه.

ستكون طاقة المصادم LHC أكبر بسبع مرات تقريبا من طاقة المصادم تيفاترون Tevatron يأوى ذلك النفق مصادم الإلكترونات والبوزيترونات الكبير (LEP) التابع لسيرن الذى استخدم لإجراء اختبارات بالغة الدقة لنظرية الجسيمات الأولية عند نحو واحد فى المائة من طاقة المصادم LHC .سوف يتم إنتاج حقول مغناطيسية لحنى مسارى حزمتى البروتونات ذات الطاقة 7TeV ، باستخدام ١٢٣٢ مغنطيسيا طول كل منها ١٥ مترا مركبة حول ٨٥ فى المائة من محيط النفق، وستغذى المغانط بواسطة كابلات فائقة الموصلية تحمل تيارات تبلغ ١٢٠٠٠ أمبير مبردة بهليوم فائق الميوعة عند (-٢٧١) درجة سيلزية، أى درجتين فوق درجة حرارة الصفر المطلق. سوف يصادم المصادم LHC حزمتى بروتونات لهما شدة أو (لمعان) luminosity لم يسبق لها مثيل (أكبر بمائة مرة من لمعان المصادمات السابقة مثل تيفاترون)، بهدف زيادة عدد تلك التصادمات النادرة بين الكواركات والكلوونات التى تحمل أجزاء كبيرة بصورة غير معتادة من طاقة البروتون الأب.

سوف يحدث بليون تصادم كل ثانية فى أربعة مواقع حول حلقة المصادم LHC ، وسوف ينتج كل من هذه التصادمات نحو ١٠٠ جسيم ثانوى. وستقوم مكاشيف هائلة- ارتفاع أكبرها يبلغ تقريبا ارتفاع بناء مؤلف من ستة طوابق- تجمعت فيها آلاف المكونات المعقدة، بتعقب كل هذا الحطام. وسيتعين على برمجيات حاسوبية متطورة أن تدير هذا السيل من المعلومات فى الزمن الحقيقى لتقرر أى الحالات (ربما ١٠ أو ١٠٠ فى كل ثانية) تبدو أنها تستحق التسجيل لكى يتم تحليلها تحليلا كاملا فيما بعد



يشاهد هنا مقطع عرضى لمغنطيس المعجل. تحمل الملفات فائقة الموصلية تيارا شدته ١٢٠٠٠ أمبير، ويجب أن تبقى مبردة دون الدرجتين من درجات كلفن. يحمل كل أنبوب حزمة واحدة من حزمتى البروتونات المتعاكستى الاتجاه. وهناك مغانط أخرى تبئر الحزمتين وتحنيهما بحيث تتقاطعان عند نقاط التصادم داخل الكواشف.

يشارك فى تمويل مسرع المصادم - بالإضافة إلى الدول الأوروبية الأعضاء فى سيرن - بلدان أخرى بنحو ٤٠ فى المائة من مستخدمى المصادم LHC ، حيث وافقت كل من كندا والهند واليابان وروسيا والولايات المتحدة وإسرائيل على المساهمة فى تصنيع مكونات المسرع إضافة إلى العمل على الماكشيف. أما الغاية الأساسية من بناء المصادم فهى البحث عن بوزون هيكز. (انظر: معجلات ، كوارك، بوزون هيكز، يتفاترون) أنظر: الأشكال الخاصة.

مصب الحرارة Heat sink

أى شيء يمتص الحرارة، ويكون عادة جزءا من الوسط المحيط، مثل الهواء، أو النهر، أو الفضاء الخارجى.

المصدر المختوم Sealed source

مادة مشعة وهى:

١) مختومة بصورة دائمة داخل كبسولة.

٢) مغلقة بإحكام وعلى شكل مادة صلبة. وتكون الكبسولة أو مادة المصدر المختوم على درجة من المتانة تكفى لمنع التسرب فى ظروف الاستعمال والبلى على النحو الذى صممت من أجله، وكذلك فى حالة الحوادث المتوقعة.

مصادر مغلقة Closed sources

تعنى المصادر المغلقة استخدام مواد مشعة ذات نشاط إشعاعى أكبر وتكون محجوزة فى أماكن مغلقة يجرى فتحها أثناء الاستخدام لترسل إشعاعات مستمرة تخترق المادة المقصودة وتتفاعل معها ، إما لتغيير خصائصها، أو الاستفادة من ظاهرتى توهين الوسط للإشعاعات أو عكسه لمعرفة خصائص وصفات ذلك الوسط.

مصدر نيوترونى Neutron source

المادة التى تنبعث منها نيوترونات، حيث تحضر مصادر النيوترونات عادة من تفاعل أشعة الفا مع مادة البريليوم وتستخدم مصادر الفا مثل الراديوم ٢٢٦ ، والبولونيوم ٢١٠ ، والبلوتونيوم ٢٣٩، والأميرسيوم ٢٤٢، مع خلطها بمسحوق البريليوم لعمل مصادر نيوترونات. ومن أهم المصادر التى تعتمد على الانشطار التلقائى فى الحصول على مصدر نيوترونات هى عنصر الكاليفورنيوم -٢٥٢. ويتميز عن المصادر المعتمدة على تفاعل (n) فى أن الكاليفورنيوم -٢٥٢ يصدر كميات ضئيلة من أشعة جاما. كما تعتبر المفاعلات النووية المبنية على فكرة انشطار اليورانيوم من المصادر الهامة للنيوترونات لإنتاج النظائر المشعة، وكذلك كمصدر للنيوترونات لدراسة تأثيرها على المواد.

مطياف زمن الطيران Time of flight spectrometer

وسيلة لفصل النيوترونات (الجسيمات الأخرى) وفرزها إلى فئات لها نفس الطاقة التى تقاس بطول الزمن الذى يستغرقه الجسيم فى قطع مسافة معينة. (مقياس الكتلة)

المعادلات التفاضلية Differential Equation

المعادلة التفاضلية هى تلك المعادلة التى تحتوى على مشتقات دالة مجهولة (أو عدة دوال مجهولة). ويمكن أن تدخل التفاضلات فى المعادلة بدل المشتقات. إذا كانت الدوال المجهولة تعتمد على متغير واحد ، فإن المعادلة التفاضلية تسمى عندئذ بالمعادلة التفاضلية العادية. أما إذا كانت الدوال فى عدة متغيرات فتسمى المعادلة التفاضلية ذات المشتقات الجزئية. والصورة العامة التى تدخل فيها دالة مجهولة واحدة هى :

$$\phi\left(x, y, y', y'', \ldots y^{n}\right)=0$$

وتسمى أعلى رتبة للمشتقات الداخلة فى هذه المعادلة برتبة المعادلة التفاضلية.

فتسمى المعادلة $Y=\frac{Y^2}{x}$ معادلة تفاضلية من الرتبة الأولى، والمعادلة $y''+y=0$ معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية، والمعادلة $y'^2=x^3$ معادلة تفاضلية من الرتبة الأولى.

وتسمى الدالة $y=\phi(x)$ بحل المعادلة التفاضلية، إذا تحولت هذه المعادلة التفاضلية إلى متطابقة وضع الدالة $y=\phi(x)$ فيها. والمسألة الأساسية التى ندرسها فى موضوع المعادلات التفاضلية هى مسألة إيجاد جميع حلول المعادلة التفاضلية المعطاة. وفى أبسط الحالات تؤول هذه المسألة إلى مسألة حساب تكامل ما. ولذلك، فإن حل المعادلة التفاضلية يسمى كذلك بتكاملها،وتسمى عملية البحث عن جميع الحلول بحساب تكامل المعادلة التفاضلية. وبوجه عام ، فإن أية معادلة لاتحتوى على مشتقات وتنجم عنها المعادلة التفاضلية المعطاة كنتيجة، تسمى بتكامل هذه المعادلة التفاضلية، فالدالة $y=\sin x$ هى حل (تكامل) المعادلة التفاضلية التى من الرتبة الثانية : $y''+y=0$

لأنه لو وضعنا $y=\sin x$ فى المعادلة السابقة فإن هذه المعادلة تأخذ الصورة : $(\sin\ x)''+\sin\ x=0$

أى أنها تصبح متطابقة.

معادلات أويلر Euler equations

فى ميكانيكا الموائع، ثلاث معادلات تفاضلية لحركة المائع المثالى (الذى لا يوجد فيه احتكاك داخلى) تربط بين قوى القصور الذاتى، والقوى الخارجية، والضغط، لعنصر ما، وباعتبار وجود حركة ثلاثية الأبعاد لعنصر مائع عند زمن t فإن معادلات كمية الحركة الثلاثة لهذا العنصر تعرف بمعادلات أويلر للحركة وتأتى كالتالى بأخذ المساقط على محاور الإحداثيات:

$$-\frac{\partial p}{\partial x}+\rho\ X=\rho\frac{Du}{Dt}$$

$$-\frac{\partial p}{\partial y}+\rho\ Y=\rho\frac{Dv}{Dt}$$

$$-\frac{\partial p}{\partial z}+\rho\ Z=\rho\frac{Dw}{Dt}$$

حيث X, Y, Z تمثل القوى الخارجية (كقوى الجاذبية) ،

$$\left(\frac{Du}{Dt},\frac{Dv}{Dt},\frac{Dw}{Dt}\right)$$

هى مركبات العجلة فى الاتجاهات الثلاثة ، ρ هو ثـابت المـائع المثالى غير قابل للانضغاط. وp هو الضغط.

حيث إن مركبات السرعة (u,v,w) تحقق هذه المعادلات الثلاثة كما تحقق معادلة الاستمرار.

معادلات نافير وستوك Navier-stpkes equations

ثلاث معادلات تفاضلية لحركة المـائع الحقيقى تربـط بـين قـوى القصور الذاتى، والقوى الخارجية والمقاومة لعنصر المائع.

باعتبار وحدة الحجوم لمائع غير قابل للانضغـاط، فـإن معـادلات الحركة فى المحاور الكارتيزية تأخذ الصـورة التاليـة، وذلـك عندمـا يقاوم قوى الضغط والجاذبية واللزوجة حركة المائع.

ونحصـل علـى المعـادلات الكاملـة لحركـة السـائل اللـزج (الـذى لا يصح إهمال ظاهرة الاحتكاك الداخلى فيـه) والمعروفـة بمعـادلات نافير – ستوكس بإضافة حد اللزوجة viscous term إلى معـادلات اويلر، وهى كالتالى بأخذ المساقط على محاور الإحداثيات:

$$\frac{Du}{Dt}=X-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}+\mu\nabla^2 u$$

$$\frac{Dv}{Dt}=Y-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y}+\mu\nabla^2 v$$

$$\frac{Dw}{Dt}=Z-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial z}+\mu\nabla^2 w$$

حيث يمثـل($\mu\nabla^2 u,\mu\nabla^2 v,\mu\nabla^2 w$) حـد اللزوجـة فى الأبعاد الثلاثة، ويكتب على هذه الصـورة أحيانا:

$$\mu\left[\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial z^2}\right]$$

حيث ρ ، μ يمثلان كثافة الكتلة واللزوجـة الديناميكيـة للمـائع بالـترتيب. u,v,w يمثلـون مركبـات السـرعة فـى الاتجاهـات x,y,zعلـى الترتيـب. P هـو الضغـط. كمـا أن X, Y,Z القـوى الخارجية المؤثرة على وحدة الحجوم فى الاتجاهات الثلاثة.

معادلة الاستمرار Equation of continuity

معادلة تربط بين معدل انسـياب مـادة داخـل حجـم معـين وبـين معدل زيادة هذه المـادة داخل الحجم. فعنـد اتخاذ حجم اختيـارى من مادة ما يحتوى على نيوترونات أحادية الطـاقة، فإن بعض هـذه النيوترونات مع مرور الزمن سوف تتفـاعل مـع النويـات الموجـودة. حيث سـيحدث لهذه النيوترونات إما استطارة (بعثرة) أوامتصاص، أو يتسرب بعض منها خارج هذا الحجم، أو ربما يدخـل نيوترونـات أخرى. ومن هنا فإن النيوترونات الموجودة داخـل الحجـم المعـين – عند أى لحظة– تحقق حالة الاستمرار، ويقصد بذلك أن معدل التغير الزمنى لعدد للنيوترونات الكليـة داخـل الحجـم، يجـب أن يسـاوى معدل تلك النيوترونات المنتجة بـالداخل مطروحـا منـها معـدل تلـك الهاربة أو المتصة .

معادلة لابلاس Laplace equation

فى ميكانيكـا الموائـع، معادلـة رياضيـة تحقـق اسـتمرار السـريان المستقر وكونه خلوا من الدوران.

ففى حالة استمرارالسريان المستقر continuity condition تكون:

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2}=0$$

وتكتب باختصار على الصورة: $\nabla^2\varphi=0$

حيـث φ جـهد السـرعة velocity –potential وهـى دالـة تستخدم بدلا من مركبات السرعة (u , v) فى الاتجاهين(x, y) على الترتيب $(\varphi=-\int(udx+vdy))$.

وفى حالة الخلو من الدوران codition of irrotationality تكون على الصورة :

$$\nabla^2\psi=\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\psi}{\partial y^2}=0$$

حيث ψ دالة التيار stream function ، و ∇ مؤثر لابـلاس الثنائى الأبعاد.

وتحقق كل من دالة التيار وجهد السرعة معادلة لابلاس ، وتكون خطوط التيار مسارات متعامدة لعائلة جهد السرعة المتساوى.

معادلة جايجر Geiger formula

علاقـة رياضيـة تربـط بـين السـرعة الأصليـة ع. لجسـيمات الفـا المنبعثـة مـن المـواد المشـعة ومداهـا م ، وهـى ع^2 = أ . م (أ مضروبة فى م) حيث أ مقدار ثابت.

معادلة العمر Age equation

المعادلة التفاضلية التى تصف عملية إبطاء النيوترونـات فـى وسـط تستطير فيه ولا تؤسر.

معالجة (النفايات) (Treatment) radioactive waste

هى العمليـات المرتبطـة بمعالجـة النفايـات بـهدف توفـير الأمـان والفائدة الاقتصادية ، من خلال تغيـير خصـائص النفايـات . حيـث

تشمل المعالجة ثلاثة أهداف رئيسية. أولا إنقاص حجمها إلى أقل درجة ممكنة. وثانيا ، إزالة النويدات المشعة منها. وثالثا التغيير فى مكوناتها. حيث يحدد إلى أى مدى الحاجة لتجميدها ، وذلك من أجل إنجاز الشكل المرغوب للنفاية. (انظر: معالجة معادة)

معالجة معادة (أو إعادة المعالجة) Reprocessing

هى العمليات التى تجرى على المواد المتخلفة بعد استعمالها فى المفاعلات لكى يعاد استعمالها مرة أخرى. ويقصد بها أساسا معالجة الوقود المحترق فى المفاعلات بعد انتهاء فترة استخدامه الاقتصادية فى المفاعل. وتشمل هذه العمليات: - فصل مواد اليورانيوم والبلوتونيوم التى يمكن إعادة استخدامها كوقود - خفض كمية- النفايات عالية الإشعاع (التى يحتاج إلى تخزينها) إلى حوالى ٤٪ فقط من وزن الوقود المستنفذ - إمكانية فصل بعض نواتج الانشطار النافعة فى الاستخدامات الطبية والصناعية والزراعية.

وتتم عملية إعادة المعالجة فى معامل خاصة تعرف بالمعامل الحارة وفيها يتم فصل قضبان الوقود وتقطيعها ميكانيكيا إلى أطوال قصيرة تذاب فى محاليل كيماوية مما يسمح بفصل اليورانيوم والبلوتونيوم عن بقية المكونات. وتمرر النفايات السائلة الباقية وعالية الإشعاع إلى مستودعات لتركيزها ثم خلطها مع السيليكا وصهرها فى أفران كهربائية عالية الحرارة حيث تتحول إلى مركبات زجاجية تتميز بثباتها كيماويا بالإضافة إلى أنها تكون عديمة الذوبان فى الماء. وبعد فترة من التبريد توضع المركبات الزجاجية - المحتوية على النفايات عالية الإشعاع - داخل أوعية من الصلب وتنقل إلى مواقع التخزين النهائى.

معامل الامتصاص Absorption coefficient

النقص النسبى فى شدة لإشعاع، أو مقدار الطاقة التى يفقدها الإشعاع نتيجة مروره فى وسط ما مسافة قدرها الوحدة. ويعرف أحيانا بمعامل الامتصاص الكلى للمادة. وهناك سبيلان يمهدان لذرات المادة اكتساب الطاقة من الشعاع المار بها: أحدهما عن طريق عملية الاستطارة، وفيها تكتسب إلكترونات الذرة ذبذبات قهرية ثم تقوم بإشعاع هذه الطاقة فى جميع الاتجاهات . وثانيهما عن طريق امتصاص الذرة لبعض الطاقة ثم تقوم بعد ذلك بإشعاع نوع جديد من الأشعة السينية المميزة للذرة يعرف بالإشعاع الفلورى الذى يأخذ أيضا جميع الاتجاهات. يضاف إلى ذلك امتصاص الطاقة فى المادة نتيجة لتأين ذراتها بما يؤدى إلى تكوين ازواج من الأيونات (السالبة والموجبة) حول مسار الإشعاع فى المادة.

معامل الفقاعات Void coefficient

يقصد بهذا المعامل بأنه التغير الناتج فى المفاعلية نتيجة لتكون فقاعات (الغليان) فى قلب المفاعل. ولأن سطح غلاف الوقود يكون أحيانا أكثر سخونة (حرارة) من الحرارة الإجمالية للمبرد، ويمكن أن تزيد عن درجة حرارة التشبع للمبرد. وبالتالى فمن الممكن أن تتكون بعض فقاعات البخار على سطح غلاف الوقود. وبتأثير سريان المبرد تدفع هذه الفقاعات بعيدا عن غلاف الوقود ، حيث يتم إخمادها بجسم المبرد الرئيسى. ومن هنا فإن فقاعات البخار تقلل من الكثافة الحيوية للمبرد، وفوق ذلك تقلل من كفاءة المبرد على الإبطاء.

معاملات التفاعلية Reactivity coefficients

يعنى بمعاملات التفاعلية تلك التغيرات فى بعض الحالات والظروف التشغيلية التى تؤدى إلى تغير التفاعلية. وأهم هذه المعاملات المؤثرة على المفاعل: معامل درجة حرارة الوقود (معامل دوبلر)، معامل درجة حرارة المهدئ ، معامل التجوف أو الفجوات، وبالإضافة لهؤلاء معامل آخر يدخل فى الاعتبار وهو معامل القدرة للمفاعل. وهو حصيلة تأثير كل المعاملات طبقا لتغيرات القدرة التشغيلية للمفاعل. وهذا يعنى أننا نشير إلى التغير فى التفاعلية نتيجة للتغير فى مستوى القدرة التشغيلية للمفاعل.

معامل التفاعلية الحرارى
Temperature coefficient of reactivity

التغير الذى يحدث فى تفاعلية المفاعل (لكل درجة حرارة) عندما تتغير درجة حرارة التشغيل. ولقد اصطلح على أن المعامل يكون موجبا عندما تحدث الزيادة فى درجة الحرارة زيادة فى التفاعلية، ويكون سالبا عندما تحدث الزيادة فى درجة الحرارة نقصا فى التفاعلية. ومعاملات درجة الحرارة السالبة مرغوبة لأنها تساعد على منع اندلاعات القدرة. (انظر : اندلاع ، تفاعلية ، معاملات التفاعلية ، معامل التفاعلية السالب)

معامل التفاعلية السالب
Negative temperature coefficient activity

يشير إلى نظام الاتزان التلقائى فى المفاعل، فعند زيادة قدرة المفاعل لسبب ما فإن تأثير الفاعليات المختلفة (مثل فاعلية الوقود، والمبطئ والمبرد وغيرها) كلها تعمل تلقائيا على تقليل التفاعلية، وبالتالى قدرة المفاعل. وهذا ما يطلق عليه معامل التفاعلية السالب. أى أن المفاعل يخبو تلقائيا عند ارتفاع درجة الحرارة.

معامل القدرة (الاستطاعة) Power coefficient

يطلق على التغير فى التفاعلية نتيجة التغير فى القدرة التشغيلية للمفاعل، بمعامل القدرة.

معامل دوبلر Doppler coefficient

إن معامل درجة حرارة الوقود ، على التفاعلية ، هو تغير التفاعلية الناتج عن التغير فى دوبلر أو المقطع المستعرض للرنين.

نتيجة للتغير فى درجة حرارة الوقود، وهذا يعتمد على طبيعة بعض المواد كما فى اليورانيوم ٢٣٨ . فكلما زادت درجة حرارة الوقود، فإن المقطع المستعرض للرنين فى منطقة الرنين يتسع، أو تغطى قطاعا أكبر من طيف النيوترون.مما ينتج عنه فقد أكبر لعدد النيوترونات نتيجة للامتصاص الرنينى فى الوقود.(انظر مادة:الامتصاص الرنينى)

معامل المهدئ Moderator coefficient

يعرف معامل درجة حرارة المهدئ على أنه التغير الحادث فى التفاعلية الناتج عن التغير فى درجة حرارة الماء فى قلب المفاعل. ويعد ذات أهمية ثانوية فى التأثير على التغير فى التفاعلية. حيث إن الحرارة تنتج أولا فى الوقود ثم تنتقل إلى المهدئ ، وبالتالى فهناك زمن تأخير لبعض ثوان قبل أن يتحقق من التأثير الكامل لمعامل درجة حرارة المهدئ. ويمكن أن يكون هذا المعامل ذا تأثير سلبى أو إيجابى وذلك اعتمادا على التصميم الخاص لقلب المفاعل.

معاهدة الحظر الجزئى لتجارب الأسلحة النووية

Partial test ban treaty (PTBT)

فى أغسطس ١٩٦٣ وقعت الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفيتى (السابق) وبريطانيا معاهدة حظر تجارب الأسلحة النووية ووقعتها بحسب إجراءات الأمم المتحدة لنزع سلاح دول عديدة فى العام نفسه فى موسكو. وهى معاهدة تحظر تجارب الأسلحة النووية من أى نوع فى الغلاف الجوى أو الفضاء الخارجى، أو تحت الماء. حيث يسمح بهذه التجارب فقط تحت الأرض. ومنذ ذلك الوقت وقعت بلاد أخرى على هذه المعاهدة، بالرغم من أنها ليست فى الوضع الذى يمكنها من إجراء التجارب النووية، ولم توقع دولتان هما فرنسا والصين على هذه المعاهدة. وقد ظلت تجريان تجاربهما فى الجو، بالرغم من الاحتجاجات العنيفة من كثير من البلدان ، مثل استراليا ونيوزيلاندا، اللتان تزعمان أن مقاطعاتهما قد تلوثت بالغبار الذرى، وكان آخر هذه التجارب عام ١٩٨٠. وقد بلغ عدد التفجيرات النووية فى الجو ٤٥٠ تفجيرا شكلت فى مجملها قوة تدميرية تعادل ٥٤٥ ميجاطن من المواد شديدة الانفجار(الميجا = مليون) وكان منها ٢١٧ ميجاطن قنابل انشطارية، ٣٢٨ ميجاطن قنابل اندماجية (هيدرجينية). وبعد عام ١٩٨٠م أصبحت جميع التجارب النووية تتم تحت سطح الأرض. ولقد تم إجراء ١٠٠٠ تفجير نووى تحت سطح الأرض منذ عام ١٩٦٩م وحتى عام ١٩٩٠م بقوة تدميرية تعادل ٨٠ ميجاطن، تم منها ٥٠٠ تفجير فى صحراء نيفادا بالولايات المتحدة الأمريكية، وبذلك يكون إجمالى القدرة التدميرية التى أجريت منذ بدء التجارب النووية فى الجو وتحت سطح الأرض هو ٦٢٥ ميجاطن. وهذا مقدار ضئيل بالمقارنة بترسانة الأسلحة النووية فى العالم التى يبلغ عددها ٤٠٠٠٠ رأس نووى بقدرة تدميرية تبلغ ١٣٠٠٠ ميجاطن.

معاهدة الحظر الشامل لتجارب الأسلحة النووية

Comprehensive test ban treaty (CTBT)

المعاهدة التى طرحتها منظمة الحظر الشامل للتجارب النووية (CTBTO) عام ١٩٩٦ والتى يتم بموجبها المنع الشامل والكامل للتجارب النووية بما فيها حظر التجارب تحت الأرض، حيث وقع عليها أغلب دول العالم سواء النووية منها وغير النووية فى حين أن الولايات النووية الأمريكية قد أبدت اعتراضا عليها باعتبار أن الأسلحة النووية وتطويرها جزء من الأمن القومى الأمريكى.

معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية

Non- proliferation treaty (NPT)

هى معاهدة دولية أبرمت طبقا لقرارات الجمعية العامة للأمم المتحدة بشأن الحيلولة دون زيادة انتشار الأسلحة النووية ، حيث تتعهد فيه الدول الموقعة عليها على التعاون فى تسهيل تطبيق ضمانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية على الأنشطة النووية السلمية. وتأييد الجهود البحثية والاستحداثية وغيرها من الجهود الرامية إلى تعزيز تطبيق مبدأ الضمان الفعال لتدفق المواد المصدرية والمواد الانشطارية الخاصة فى إطار نظام ضمانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية وذلك باستعمال الأدوات والوسائل التقنية الأخرى فى أماكن استراتيجية معينة. وقد أكدت الدول فى نفس الوقت المبدأ القاضى بأن تكون مزايا التطبيقات السلمية للتقنية النووية بما فى ذلك أى منتجات فرعية قد تحصل عليه الدول الحائزة للأسلحة النووية من استحداث الأجهزة المتفجرة النووية ، متاحة للاستخدام فى أغراض سلمية أمام جميع أطراف المعاهدة سواء أكانت دولا حائزة للأسلحة النووية أو غير حائزة لها واقتناعا منها بأنه تطبيقا لهذا المبدأ يحق لجميع الدول الأطراف فى المعاهدة أن تشترك فى أكمل تبادل ممكن للمعلومات العلمية لتطوير تطبيقات الطاقة الذرية للأغراض السلمية. وقد نصت المعاهدة على ضرورة إعلان النية على تحقيق وقف سباق التسلح النووى فى أبكر وقت ممكن، واتخاذ التدابير الفعالة اللازمة فى سبيل نزع السلاح النووى، مستحثة جميع الدول الأطراف على التعاون لبلوغ هذا الهدف. هذا وقد دخلت هذه المعاهدة حيز التنفيذ فى مارس ١٩٧٠. ومن أبرز الدول التى لم تلتزم بهذه المعاهدة الهند وباكستان وإسرائيل.

معاهدات ستارت Start Conventions

مع نهاية الحرب الباردة، أحرزت الولايات المتحدة وروسيا تقدما نسبيا فى مسألة خفض أعداد أسلحتهما النووية. بيد أن كليهما لايزال يمتلك ترسانة نووية ضخمة تشكل تهديدا خطيرا للبشرية. وكان قد تعين على كل من الولايات المتحدة وروسيا خفض ترسانتيهما النووية إلى ٦٠٠٠ رأس نووية استراتيجيا بحلول عام ١٩٩٨ تنفيذا لمعاهدة ستارت١. كما تعين على الدولتين العظميين

خفض رءوسهما النووية المنشورة إلى ٣٠٠٠- ٣٥٠٠ رأس لكل طرف فى موعد لا يتجاوز الأول من يناير ٢٠٠٣ وذلك بموجب معاهدة ستارت٢. ولقد أصدر الرئيسان كلينتون ويلتسن فى ٢١ مارس ١٩٩٧ أثناء قمة هلسنكى بيانا مشتركا أعلنا فيه أن الدولتين سوف تبدآن المفوضات حول معاهدة ستارت٣ لخفض رءوسهما الحربية النووية الاستراتيجية إلى ٢٠٠٠ -٢٥٠٠ رأس لكل منهما، وذلك فور أن تدخل معاهدة ستارت٢ إلى حيز التنفيذ مع ٣١ ديسمبر٢٠٠٧ . بيد أن المسافة لا تزال شاسعة بين ذلك وما تأمل فيه شعوب العالم. فهناك مصاعب عديدة يتعين التغلب عليها كى تنجح مفاوضات ستارت ٣ . فقد أدت مواقف البرلمان الروسى بعدم التصديق على المعاهدة- حتى اكتوبر ١٩٩٧ - إثر تخوفه من توسع الناتو شرقا ومن استحداث الولايات المتحدة الأمريكية لنظم الدفاع بالصواريخ فى مسرح العمليات المعروفة باسم (TMD[٩]). كما تواصل كل من الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا التطوير النوعى لأسلحتيهما النووية وتستخدم الولايات المتحدة أنواعًا جديدة من الأسلحة النووية تزيد من دقة وقدرة ترساناتها النووية على النفاذ إلى أعماق الأرض لضرب مستودعات العدو، كما تطور قاذفة القنابل النووية بى ١٦ المحمولة جوا والرءوس النووية دبليو(W) ٨٧ التى تحملها صواريخ إم اكس (MX) . والرءوس الحربية النووية من طراز دبليو ٧٦ ودبليو ٨٨ لصواريخ ترايدنت Trident التى تطلقها الغواصات. أما روسيا فلا تزال تنوى الإبقاء على مكانتها كقوة نووية كبرى وقد نجحت فى احراز تقدم طفيف فى خطتها رغم العثرة المالية التى تعتريها. وقد أعطت أولوية لتطوير الصواريخ الاستراتيجية، وقد أطلقت فى ٨ يوليو ١٩٩٧ صاروخا استراتيجيا يسمى بوبلار-ام (Poplar-M) لاختبار كفاءته. وعلى رغم حث الشعوب مرارا وتكرارا للقوتين العظميين على التخلى عن سياسة البدء باستخدام أسلحتيهما النووية First-use ، وإذا لم تتخل الولايات المتحدة وروسيا عن استراتيجية "البدء باستخدام الأسلحة النووية" فسوف يصعب عليهما المضى فى خفض أكبر للأسلحة النووية فيما بعد فترة ستارت٣.

معجلات Accelerators

هى آليات لتعجيل الجسيمات المشحونة بقصد استخدامها كقذائف تحطم أنوية الذرات. والفكرة القائمة عليها هذه الآليات هى أنه عندما يوضع جسيم مشحون فى مجال كهربائى فإنه يتحرك بعجلة.وكان من الضرورى ابتداء الحصول على مصدر من الجسيمات المشحونة (أيونات)، كالحصول على البرتونات من تأيين الهيدروجين، وعلى الديتونات بتأيين الديتوريوم أو الهيدروجين الثقيل، وجسيمات الفا أو الهليونات من تأيين الهليوم. على أن يضم كل معجل مصدرا للأيونات أى غرفة تحوى الغاز (الأيدروجين أو الهليوم) حيث يتأين تحت ضغط ضعيف جدا (١٠ $^{-٣}$ ، ١٠ $^{-٤}$ سم من الزئبق). وبقذف الجسيمات المشحونة المتولدة من عملية التأيين فى جهاز التعجيل حيث يسود تفريغ شديد (١٠ $^{-٦}$ ، ١٠ $^{-٧}$ سم من الزئبق)، فتخرج حزمة الجسيمات المعجلة بشدة وطاقة عاليتين ومقدرة غاية فى الارتفاع. ولقد عجل كوكرفت ووالتون البروتونات فى مجال كهربائى استاتيكى يبلغ عدة مئات من الكيلوفلتات وحصلا على أول انحلال صناعى باستخدام الجسيمات المعجلة.

وتقسم طرق التعجيل إلى ثلاث مجموعات: الطرق المباشرة، وطرق التعجيل بالحث، والطرق الرنينية. ومن حيث مسار حركة الجسيمات ، تصنف المعجلات إلى: خطية، ودائرية. فى المعجلات الخطية تكون مسارات حركة الجسيمات عبارة عن خطوط مستقيمة تقريبا. أما فى المعجلات الدائرية فهى تمثل دوائر أو حلزونات. فى المعجلات الخطية المباشرة يمر الجسيم مرة واحدة خلال مجال كهربائى ذى فرق جهد عال ينتجه مولد استاتى كهربائى، مثل مولد فان دى جراف. المولد الوحيد من الطراز الذى يعمل بالحث هو البيتاترون، كما أن أبسط معجل رنينى هو السيكلوترون.

ويعمل العالم الآن من أجل إنتاج الجيل الرابع من المعجلات النووية بمفاهيم جديدة وتقنية حديثة للإقلال من تكاليف إنشاء هذه المعجلات. ومن أجل ذلك ظهرت اتجاهات وأفكار جديدة لزيادة تعجيل الجسيمات كالاستعانة بأشعة الليزر والبلازما فى التصميمات القادمة لمعجلات المستقبل. هذا بالإضافة إلى استخدام تقنية التصنيع الدقيقة Micro fabrication technology ومن أجل ذلك قامت اللجنة الاستشارية الأمريكية الخاصة بفيزياء الطاقة العالية الآن بدعم الدراسات التى قدمها العلماء لإنشاء بعض المعجلات العملاقة التى تعتمد أساسا على نظرية التصادم المضاد للجسيمات المعجلة وحلقات التخزين المتقاطعة Intersecting storage ring، وآمال العلماء الآن فى أن يعطى الجيل الرابع من المعجلات أجهزة طاقتها مليون جيجا إلكترون فولت .

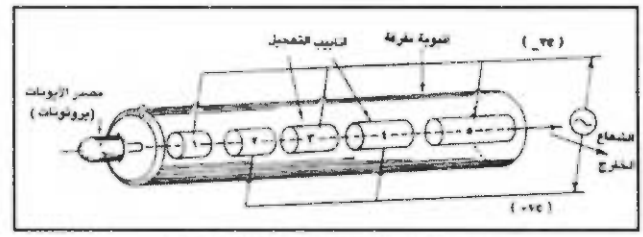
(انظر مواد : السيكلوترون ، والبيتاترون ...).

المعجل الخطى Linear Accelerators

يتركب هذا المعجل من أسطوانة طويلة مفرغة يوجد بداخلها وعلى محورها الأفقى عدة اسطوانات معدنية متفاوتة الأطوال ومرتبة تصاعديا حسب طولها مع وجود فراغات بين هذه الاسطوانات ذات أبعاد محسوبة تبعا لظروف المعجل. وبجوار طرف المعجل يوضع مصدر الأيونات المراد تعجيلها، وفى نهايته توجد فتحة لخروج الجسيمات المشحونة بعد إتمام تعجيلها. ويتم عادة توصيل الاسطوانات بالتبادل مع قطبى فرق جهد عال متردد ، وكما ظاهر

[٩] TMD= Theater Missile Defense

بالشكل المرافق، فالأسطوانات ١، ٣، ٥ متصلة بأحد الأقطاب والأسطوانات رقم ٢، ٤، ٦،..متصلة بالقطب الآخر. وعندما يصل أيون موجب مثلا إلى نهاية الأنبوبة "١" يصبح جهد الأنبوبة "٢" سالبا فيتسارع الأيون الموجب فى الفاصل بين الأنبوبتين. وعند وصوله إلى نهاية الأنبوبة الثانية ينقلب جهدها ليصبح موجبا فى حين يكون جهد الثالثة هو السالب. وهكذا يتم تسريع الجسيمات فى الفواصل بين الأنابيب. ومع تسارع الجسيمات تزداد سرعتها. ولكى يمكن استخدام تردد ثابت يتم اختيار أطوال الأنابيب والفواصل بينهما بحيث تتناسب مع سرعات الجسيمات المعجلة.



رسم تخطيطى لمعجل البروتونات الخطى

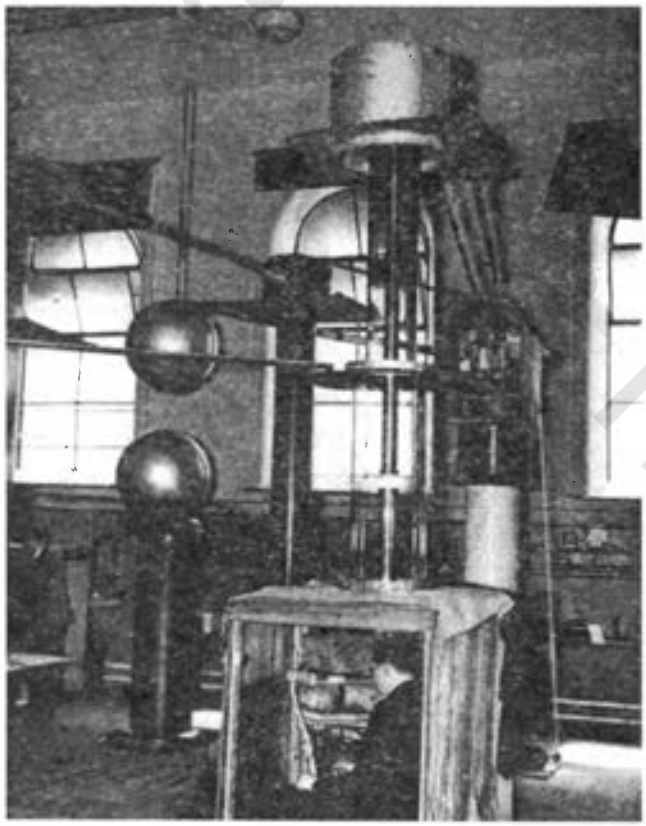
معجل الفان دى جراف
Van de Graff Accelerator

صممه العالم الفيزيائى فان دى جراف عام ١٩٣٠ ، اعتمادا على مبدأ المولد الالكتروستاتيكى ذى السير المشحون. ويتكون هذا المعجل من: قطب نصف كروى يعمل كقطب موجب للجهد العالى، سير يحمل الشحنة يدور على بكرتين إحداهما عند قاعدة الجهاز متصلة بمحرك كهربائى والأخرى داخل القطب نصف الكروى. أنبوبة المعجل وتتكون من أقسام أسطوانية معزولة. مجموعة من إبر الشحن موصلة بمصدر للجهد العالى وذات أطراف تكاد تكون متلامسة بسطح السير، مجموعة من إبر التفريغ على الطرف الآخر من السير وتكاد تلامسه وتعمل على نقل الشحنة من السير إلى القطب الموجب نصف الكروى، مصدر أيونات. خزان يتحمل ضغطا عاليا يحتوى على جميع الأجزاء السابق ذكرها. مصدر جهد عالى مستمر(صفر-٣٠ كيلو فولت). بالإضافة إلى مغناطيس انحراف ومضخات تفريغ وغرفة الهدف. وتبلغ الطاقة القصوى التى يمكن الحصول عليها الآن (أوائل تسعينات القرن المنصرم) من هذا المعجل ١٢ ميجا إلكترون فولت بالنسبة للبروتونات.

وقد تم تطوير لمعجل الفان دى جراف بمعجل آخر يعمل بنفس المبدأ، مع تميزه بسهولة التشغيل وثبات طاقة حزمة الأشعة الصادرة منه مع بلوغ طاقتها الضعف عن المعجل السابق، ويمكن أن تصل طاقة البروتونات فيه إلى مايزيد عن٢٠ ميجا الكترون فولت، وأطلق على هذا المعجل: معجل فان دى جراف الترادفىTandem accelerator وظهر هذا المعجل عام ١٩٥١م.

معجل كوكروفت وولتن
Cockcroft-Walton accelerator

جهاز لتعجيل الجسيمات المشحونة بفعل جهد تيار مستمر عال على سيل من الأيونات الغازية فى أنبوبة مستقيمة ومعزولة. ويولد الجهد بمجموعة مضاعفة الجهد، المكونة أساسا من عدد من أزواج المكثفات يتصل بعضها ببعض بواسطة وسائل لفتح الدوائر وغلقها (صمامات إلكترونية). وتكتسب الجسيمات (وهى نوى غاز مؤين، كالبروتونات الناتجة من الهيدروجين) طاقات تصل إلى عدة ملايين إلكترون فولت من التعجيل الفرى الحادث بهذه الطريقة. ولقد سمى هذا المعجل نسبة ج.د.كوكروفت و أ.ت.س ولتن اللذين ابتكراه فى الثلاثينات من القرن العشرين. (انظر: معجل، كوكروفت)



المعكوسية
Reversibility

١ - فى علم الضوء: إذا اتبع شعاع من الضوء مسارا معينا بسبب انعكاسه أو انكساره أو كليهما ثم أعيد فى عكس الاتجاه الذى خرج منه فإنه يتبع عكس مساره الأول تماما.

٢ - فى علم الديناميكا الحرارية: إذا تعرض غاز فى حالة حرارية معينة لسلسلة متتابعة من التغيرات مكن البدء به من حالته الأخيرة ومروره فى تغيراته السابقة بطريقة عكسية بحيث يرتد إلى أصله.

معمل حار Hot Laboratory

مختبر يصمم خاصة للبحوث والدراسات المتعلقة بالمواد المشعة شديدة الفعالية.

معايير الإشعاع Radiation standards

معايير التعرض، ودرجات التركيز المسموح بها، وأحكام المناولة المأمونة، ولوائح النقل، ولوائح التحكم فى الإشعاع فى الصناعة، وتنظيم التعريض للإشعاع بالوسائل التشريعية. (انظر: وقاية إشعاعية، دليل الوقاية الإشعاعية)

معيار الفاعلية (النشاط) الإشعاعية

Radioactive standard

عينة من مادة مشعة طويلة العمر النصفى عادة، يكون عدد الذرات المشعة ونوعها عند زمن مرجعى محدد معروفين. وتستخدم هذه المعايير فى معايرة أجهزة القياس الإشعاعى، أو لمقارنة القياسات المأخوذة فى معامل مختلفة.

معايرة إشعاعية Radio titration

المعايرة نوع خاص من التحليل الكيميائى يعرف بأنه العملية التحليلية التى تستمر فيها إضافة كميات متتابعة ومحددة من محلول مقيس من سحاحة إلى حجم معين من محلول أو وزن معين من عينة موضوعة فى إناء، إلى أن يتم تماما تفاعل المكون المراد تقديره مع المحلول القياسى. وذلك مثل قياس أيونات الماغنسيوم بواسطة ثنائى فوسفات الصوديوم المرقوم.

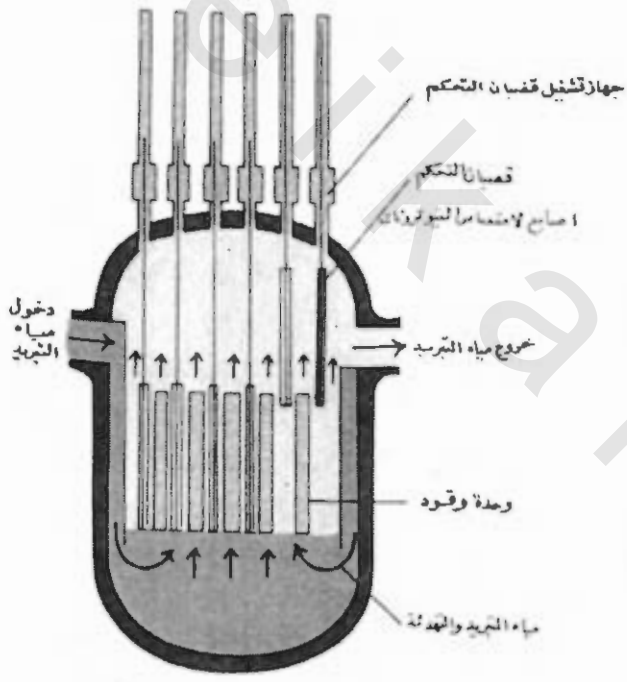
وفى المعايرة الإشعاعية، يرقم محلول ثنائى فوسفات الصوديوم Na_2HPO_4 بالفوسفور المشع ^{32} فو، ويضاف المحلول الناتج إلى المحلول المحتوى على الماغنسيوم فيترسب الأخير على هيئة $MgNH_4{}^{23}PO_4$ ويفصل الراسب ويسحب الرشح إلى عداد سائل حيث يحصر عدد النبضات فى الدقيقة. ويظل عدد هذه النبضات ثابتا طالما وجدت أيونات الماغنسيوم فى المحلول، وتزداد إذا وجدت وفرة من ($Na_2H\ ^{32}PO_4$).

وتستخدم عملية المعايرة بكثرة فى الصناعات الكيميائية لضبط التفاعلات الكيميائية.

مفاعل نووى Nuclear reactor

هو منظومة متكاملة يتم فيها استثمار التفاعل الانشطارى المتسلسل المحكوم فى إنتاج النيوترونات البطيئة أو السريعة وانطلاق حرارة الانشطار التى تنقل بواسطة المبرد إلى أبراج التبريد لإعادة استخدامها مرة أخرى أو إلى مولدات البخار فى مفاعلات القوى لإنتاج بخار لإدارة تربينات لتوليد الكهرباء.

رسم يوضح أساس المفاعل النووى



مفاعل ماء مضغوط

تصمم المفاعلات النووية لإنتاج الطاقة الحرارية وبالتالى الكهربائية، أو لإنتاج النظائر المشعة، أو المواد الحربية أو غير ذلك. ويعتمد اختيار تصميم المفاعل بشكل أساسى على الغاية من استخدامه. فمثلا فى حال المفاعلات المستخدمة لتوليد الحرارة يراعى اختيار التصميم المادّ بالحرارة بأرخص الأسعار، فى أطول فترة ممكنة (إطالة عمر المفاعل). هذا ويمكن تصنيف المفاعلات على أسس كثيرة فإن صنفت حسب طاقة النيوترونات تكون هناك المفاعلات السريعة والبطيئة، وحسب طريقة مزج مواد قلب المفاعل (الوقود والمهدىء أو المبطىء) هناك المفاعلات المتجانسة وغير المتجانسة. ففى المفاعلات المتجانسة يمكن أن يكون قلب المفاعل من معدن منصهر أو من أملاح منصهرة فى حين أنه فى المفاعلات غير المتجانسة يكون الوقود قضبانا مملوءة بأكسيد المعدن. وكثيرا مايعتمد التصنيف على وظيفتها. كمفاعل أبحاث أو مفاعل لإنتاج النظائر أو مفاعل للقوى.

أما بالنسبة لمفاعلات القوى فتوصف حسب نوع الوقود أو نوع المهدىء كمفاعل مبرد بالماء وآخر مبرد بالغاز. وغالبا مايوصف المفاعل حسب الدورة الديناميكية الحرارية كما هو الحال فى مفاعل الماء المضغوط أو مفاعل الماء المغلى. أما مفاعلات القوى فيقصد بها مفاعلات القدرة النووية التى يتم تشييدها على نطاق تجارى.

ويبلغ عدد مفاعلات القوى فى العالم٤٣٤مفاعلا فى٣٢ دولة بقدرة اجمالية٣٤٨٨٣٤م كهربى بنهاية ١٩٩٨، وتبلغ الطاقة المولدة منها ١٦٪ من إجمالى الطاقة الكهربية المولدة فى العالم. وهناك أكثر من١٧ دولة فى العالم تبلغ نسبة مشاركة الوحدات النووية فى انتاج الكهرباء بها أكثر من٢٥٪من إجمالى الكهرباء المولدة وتبلغ نسبة الكهرباء المولدة من وحدات نووية ٨١,٥٪ من إجمالى الكهرباء المولدة فى ليتوانيا وتصل هذه النسبة إلى ٧٨,٢٪ فى فرنسا مع نهاية ١٩٩٨.

مفاعل الاندماج النووى Fusion Reactor

مفاعل يحتوى بداخله على خليط من التريتيوم والديتريوم وبعد حدوث الاندماج النووى تنطلق نيوترونات تصطدم بجدار المفاعل المغلف بمادة الليثيوم فيتكون خليط من التريتيوم والهليوم وترتفع درجة حرارة جدار المفاعل لدرجات عالية. يفصل بعد ذلك الهليوم ثم يعاد التريتيوم داخل المفاعل. ولتوليد الكهرباء فى هذا المفاعل تستغل الحرارة الناتجة فى جدار المفاعل فى تسخين سائل وتحويله إلى بخار مضغوط يستخدم فى إدارة توربينات لتوليد الكهرباء. يتميز هذا المفاعل ببساطته وإنتاجه طاقة نظيفة غير ملوثة للبيئة ولكن مازالت البحوث جارية فى العديد من دول العالم من أجل صناعة هذا المفاعل حيث مازالت هناك ثلاث صعوبات رئيسية تعترض هذا الهدف: أولها؛ توليد درجة حرارة كافية لبدء التفاعل وثانيها؛ بناء وعاء يضم تفاعلا يحدث عند درجات حرارة تقاس بعدة ملايين فجميع المواد المعروفة كلها تنصهر وتتبخر عند هذه الحرارة شديدة الارتفاع. والصعوبة الثالثة؛ هى فى استخلاص الحرارة الناتجة من التفاعل. ولقد توصل العلماء إلى بلوغ درجة الاشتعال للتفاعل الاندماجى فى فترة صغيرة جدا وأصبحت المشكلة هى زيادة هذه الفترة. كذلك مشكلة الوعاء الذى يضم هذا التفاعل قد تم تحقيقه جزئيا باستخدام المجالات المغناطيسية كجدران لأوعية هذه التفاعلات (الآلة الأنبوبية Toroidal). (انظر مادة: الاندماج النووى)

مفاعل اختبار Test reactor

مفاعل اختبار مصمم خصيصا لاختبار سلوك المواد والمركبات تحت ظروف الفيض النيوترونى والفيض الجامى ودرجات الحرارة فى المفاعل العامل.

مفاعل الإزاحة الطيفية Spectral shift reactor

تصميم مفاعل يستخدم فيه مزيج من الماء الخفيف والماء الثقيل مهدئا ومبردا. وتغير نسبة الماء الخفيف إلى الماء الثقيل لتغيير (لازاحة) توزيع سرعة النيوترونات (أى طيفها) فى قلب المفاعل.

وحيث إن احتمال الأسر النيوترونى يتغير بتغيير سرعة النيوترونات فيتم بذلك الحصول على وسيلة للتحكم فى المفاعل.

مفاعل بحوث Research reactor

مفاعل يصمم خاصة لاستعماله كجهاز لتوليد إشعاع جاما والنيوترونات البطيئة للاستفادة بها فىاغراض الدراسات والبحوث العلمية، وتتخذ فيه الوسائل لتعريض المواد والأجسام التى يراد تعريضها للإشعاع فيه.

وتنقسم مفاعلات البحوث إلى ثلاث مجموعات، وأهم العوامل التى تؤخذ فى الاعتبار عند تصنيف هذه المفاعلات هى: التفاعلات النووية الإضافية ومستوى الطاقة وكيفية إزالة الحرارة عند الضرورة ونوعية أوعية الإحتوار ونوعية معدات وأنظمة التجارب النووية.

ومنذ إنشاء أول مفاعل بحثى فى ديسمبر ١٩٤٢ بالولايات المتحدة الأمريكية، بلغ عدد المفاعلات البحثية فى العالم أكثر من ٣٩٠ مفاعلا فى أكثر من٦٥دولة عضو فى الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

مفاعل أنبوبة الضغط Pressure-tube reactor

مفاعل تكون عناصر الوقود فيه داخل أنابيب جانبية تحتوى على مبرد يدور تحت ضغط عادى، وتحاط المجموعة الأنبوبية بصهريج يحتوى على المهدىء تحت ضغط منخفض.

مفاعل إنتاج Production reactor

مفاعل مصمم أساسا لإنتاج البلوتونيوم-٢٣٩ على نطاق واسع بتشعيع اليورانيوم ٢٣٨ بالنيوترونات. ويعنى الاصطلاح ايضا مفاعل يستخدم أساسا لإنتاج النظائر المشعة.

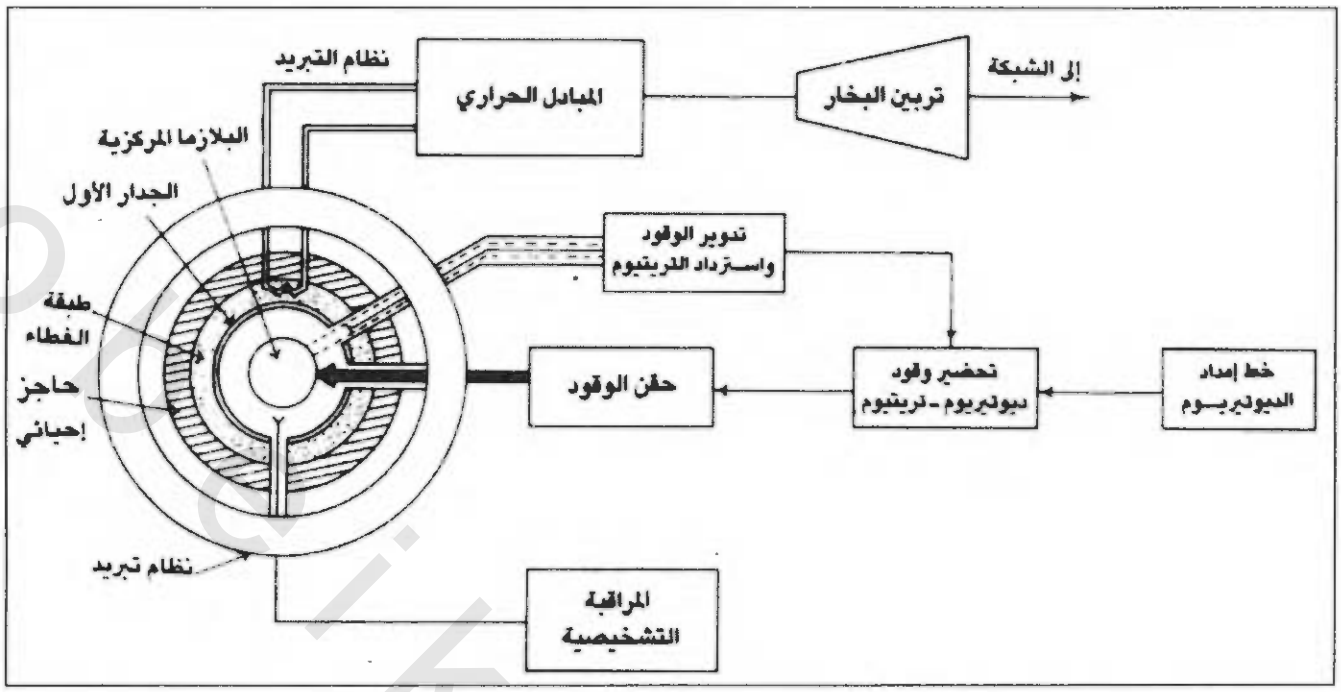
مفاعل بركة Pool reactor

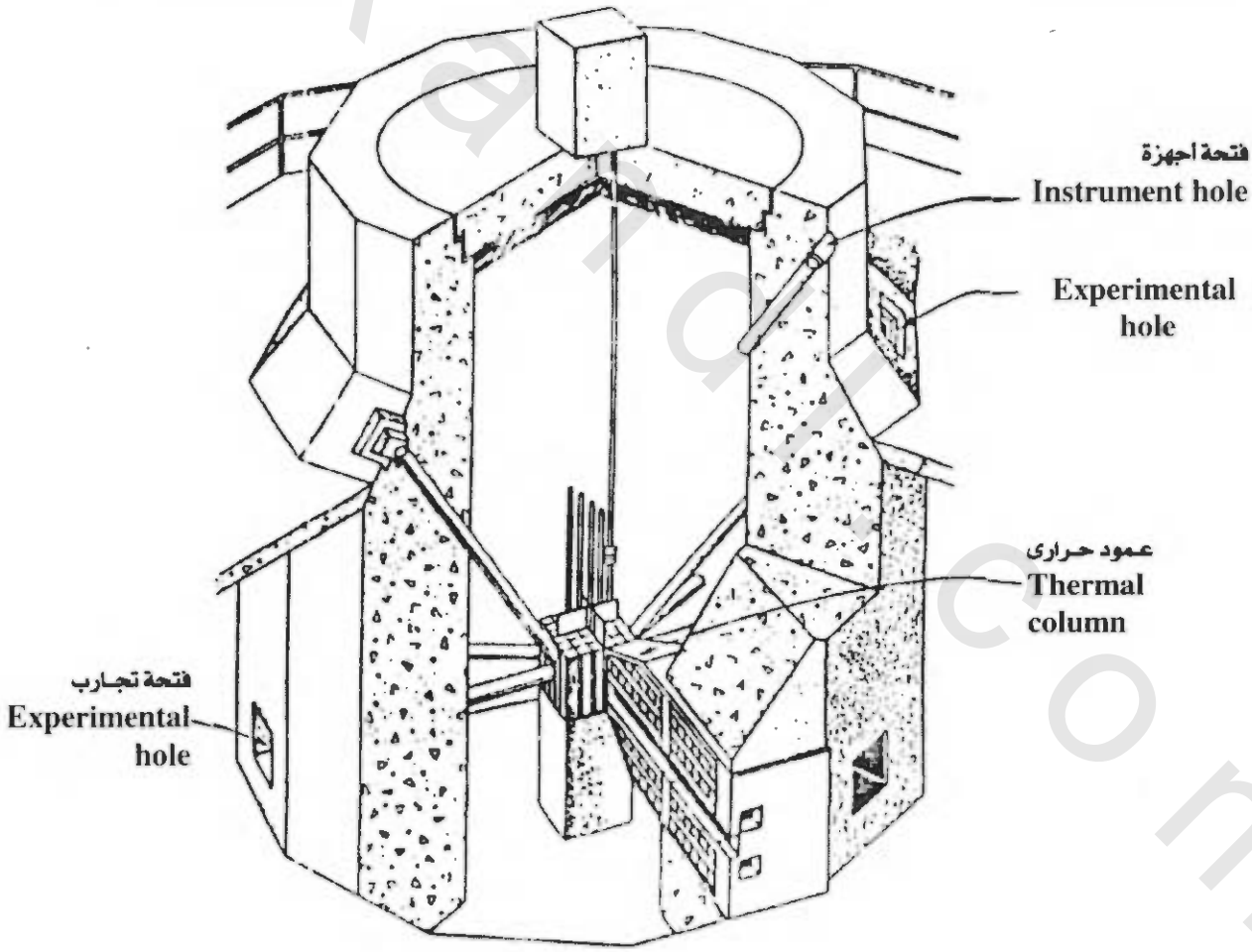
مفاعل تكون عناصر الوقود فيه معلقة فى بركة مائية تعمل كعاكس ومهدىء ومبرد، والاسم الشائع له مفاعل حمام السباحة، ويستخدم عادة للبحوث والتدريب.

مفاعل حرارى Thermal reactor

مفاعل يحدث فيه انشطار للوقود الإنشطارى بتأثير النيوترونات التى يتم إبطاؤها حتى تصبح فى حالة اتزان حرارى مع الوسط. وتسمى هذه النيوترونات البطيئة باسم النيوترونات الحرارية. وتتميز هذه النيوترونات بأن احتمال حدوث انشطار نتيجة تصادمها بالنويات الانشطارية كبير.

مقطع عرضى لمفاعل اندماجى





رسم تخطيطى لمفاعل بحوث

مفاعل ذو دورة طبيعية
Natural circulation reactor

مفاعل يتم دوران المبرد (الماء عادة) فيه بدون ضخ، أى بتيارات الحمل الطبيعى الناتج عن اختلاف كثافات أجزائه الباردة والساخنة بفعل المفاعل.

مفاعل الحوض المتمائع Fluidized bed reactor

تصميم لمفاعل يتفاوت فيه الوقود حجما من حبيبات صغيرة إلى كريات، وعلى الرغم من أن جسيمات الوقود صلبة إلا أن سلوكها فى مجموعها شبيه بسلوك المائع، وذلك لأن انسياب المبرد السائل أو الغاز يجعلها فى حركة دائمة.

مفاعل صفرى القدرة Zero- power reactor

مفاعل يصمم على أن يكون تشغيله على مستوى منخفض من القدرة بحيث يستغنى فيه عن الوسائل الخاصة بالتبريد وبحيث يتسنى العمل بالمخلفات الانشطارية المتولدة فيه دون أن يخشى من أخطارها الجسيمة.

مفاعل صهريجى Tank reactor

مفاعل يكون القلب فيه معلقا فى صهريج مقفل. وسمى بهذا الاسم تمييزا له عن مفاعل البركة المكشوفة، وتستخدم هذه المفاعلات كمفاعلات بحوث واختبار.

مفاعل قدرة Power reactor

مفاعل يصمم خاصة لتوليد القدرة الميكانيكية التى يستفاد بها فى الأغراض العملية كتوليد الكهرباء.

مفاعل نابض Pulsed reactor

نوع من مفاعلات البحوث، يمكن بواسطته إحداث دفعات شديدة وقصيرة ومتكررة من القدرة أو الإشعاع. والنبض النيوترونى فى كل دفعة أعلى كثيرا مما يمكن إباحته فى أثناء التشغيل فى الحالة الثابتة.

مفاعلات الديوتيريم - يورانيوم الكندية (مفاعل الماء الثقيل).
Canadian deuterium uranium reactor (CANDU)

مفاعل ذو دورة مباشرة من الانشطار، قام بتصنيعه عدة دول وأهمها كندا. يستخدم هذا المفاعل الماء الثقيل كمهدئ ومبرد لقلب المفاعل نظرا لأن امتصاص الماء الثقيل للنيوترونات يكاد يكون معدوما وهو من الاسباب الهامة لنجاح هذا النوع من المفاعلات، كما يستخدم الوقود الطبيعى أو يورانيوم مخصب بنسبة صغيرة وهذا يقلل من التكلفة وعدم الاحتياج لليورانيوم ٢٣٥ كما يمكن الاستغناء عنه. ويتميز هذا النوع بأنه يتم فيه تحويل اليورانيوم ٢٣٨ والثوريوم ٢٣٢ إلى العناصر الانشطارية وهو بلوتونيوم ٢٣٩ واليورانيوم ٢٣٣ بنسبة ١٠٠ ٪ ولذلك يستخدم فى إنتاج هذه المواد الانشطارية، كما يستخدم فى إنتاج الكهرباء بطاقة تصل إلى ٥٠٠ ميجاوات وفى أغراض تدفئة المدن. ويختلف عن المفاعل الانجليزى الذى يستخدم الجرافيت كمهدئ مع اليورانيوم الطبيعى المبرد بالغاز بأنه اقل حجما وأقل تكلفة نسبيا. ومن عيوب هذا المفاعل هى أن الماء الثقيل اذا استمر تشغيله بالمفاعل فترة طويلة يتحول إلى ماء تريتيوم وهو عنصر مشع لجسيما بيتا.

مفاعل الماء المضغوط
Pressurized water reactor (PWR)

مفاعل قدرة ذو دورة غير مباشرة من الانشطار الحرارى ، يستخدم وقودا من اليورانيوم المخصب وماء تحت ضغط مرتفع يعمل مهدئا ومبردا معا.ويحتوى هذا المفاعل على: **أولا**: المفاعل، حيث يحتوى قلب المفاعل على الوقود بحيث يسمح بمرور المبرد وهو الماء العادى خلال قضبان الوقود تحت ضغط عال (١٥٠ ضغط جوى، ودرجة حرارة حوالى ٣٠٠ درجة مئوية) بشكل لايسمح بتكون بخار داخل قلب المفاعل ويتم التحكم فى التفاعل النووى بواسطة قضبان التحكم التى يتم إدخالها من أعلى المفاعل وتتخلل قلب المفاعل ويتم التحكم فيها أتوماتيكيا أو يدويا، **ثانيا**: دائرة التبريد الأولى ، حيث يغادر عن طريقها الماء الساخن من قلب المفاعل إلى المبادل الحرارى حيث يتم إنتاج البخار فى دورة التبريد الثانية فيكون البخار نظيفا نظرا لتكون البخار بعيدا عن قلب المفاعل. **ثالثا**: دورة التبريد الثانية (الثانوية)، يوجه البخار خلالها إلى التوربين فيتمدد معطيا شغلا ثم يتحول إلى ماء عبر المكثف يعود بعدها إلى المبادل الحرارى . أما الوقود المستخدم، فعبارة عن حزم بكل منها عدد من قضبان اكسيد اليورانيوم المخصب والمغلف بسبيكة من الزركونيوم.

مفاعل الماء المغلى Boiling water reactor (BWR)

يتكون هذا المفاعل من أولا: المفاعل ، ويحتوى قلب المفاعل على الوقود بحيث يسمح بمرور المبرد وهو الماء العادى خلال قضبان الوقود تحت ضغط عال (٧٠ ضغط جوى) أقل من نظيره فى مفاعلات الماء المضغوط، وتحت هذا الضغط يتم غليان الماء ويتحول إلى بخار داخل المفاعل ويتم فصل البخار عن الماء ثم تجفيفه بواسطة فاصل للبخار ومجفف البخار الموجودين فى الجزء العلوى من المفاعل للوصول به إلى الخواص المناسبة لتشغيل التربينه ، ويتم التحكم فى التفاعل النووى بواسطة قضبان للتحكم على شكل ألواح متقاطعة (صليبية) يتم إدخالها من أسفل المفاعل وتتخلل قلب المفاعل ويتم التحكم فيها

أتوماتيكيا أو يدويا. ثانيا ، دائرة التبريد الثانوية، وهى الدائرة التى يمر فيها البخار الناتج من مولد البخار نحو التربينة التى تدير مولد الكهرباء ثم يمر البخار الخارج من التربينة فى المكثف ويتحول إلى مياه تعود ثانية إلى مولد البخار لاكتساب ونقل الحرارة من دائرة التبريد الابتدائية. أما الوقود فعبارة عن أكسيد اليورانيوم المخصب والمغلف بسبيكة من الزركونيوم.

المفاعلات المبردة بالغاز Gas – cooled reactor

مفاعلات هذا النوع تستخدم غاز ثانى اكسيد الكربون للتبريد والجرافيت للتهدئة وكمادة عاكسة ويستخدم هذا النوع اليورانيوم الطبيعى كوقود نظرا للخواص النووية المتازة للجرافيت كمهدىء ولغاز ثانى اكسيد الكربون كمبرد. وأقدم المفاعلات البريطانية مبردة بالغازكانت المادة المصنوع منها غلاف الوقود هى سبيكة الماجنوكس ومن هنا يشار إلى هذا النوع من المفاعلات بمفاعلات الماجنوكس . أما الأجيال الجديدة من الفاعلات البريطانية المبردة بالغاز فتستخدم أكسيد اليورانيوم المخصب كوقود للمفاعل، الذى يصنع على شكل اسطوانات قصيرة مجوفة من الداخل وتعبأ هذه الاسطوانات فى أغلفة مضلعة مصنوعة من الصلب الذى لايصدأ والمضاف اليه نسبة من الكروم والنيوبيوم. ويطلق على هذا الجيل من المفاعلات، مفاعلات التبريد بالغاز المتقدمة.

مفاعل محول Converter reactor

مفاعل ينتج بعضا من المادة القابلة للانشطار ولكن بكمية أقل مما يستهلك. وفى بعض الاستخدامات هو المفاعل الذى ينتج مادة قابلة للانشطار تختلف عن الوقود المحترق، بصرف النظر عن النسبة، وفى كلتا الحالتين تعرف العملية بالتحويل.

مفاعل مولد سريع Fast breeder reactor

مفاعل نووى تحدث معظم الانشطارات فيه بنيوترونات سريعة ناتجة عن انشطارات أخرى ، ولايستخدم عادة فى هذا المفاعل مهدىء للسرعة ، والوقود المستعمل هو البلوتونيوم واليورانيوم. حيث يعتمد فى بداية تشغيله على اليورانيوم كوقود، ثم يحل محله تدريجيا البلوتونيوم المتكون فى المفاعل اثناء التشغيل حتى يكون الوقود النهائى للمفاعل هو البلوتونيوم فقط مع اليورانيوم الطبيعى، كما يحاط قلب المفاعل بغلاف من اليورانيوم الطبيعى والمستنفد. وترجع أهمية استخدام اليورانيوم الطبيعى أو المستنفد إلى قدرته المميزة على توليد البلوتونيوم وبالتالى توفير وقود إضافى أثناء التشغيل وتعويض احتراق الوقود الأصلى. ومن هنا جاءت تسمية هذه المفاعلات بالمفاعلات المولدة أى قادرة على توليد بلوتونيوم أكثر مما يستهلك.

مقاومة إشعاعية Radioresistance

درجة مقاومة الكائنات الحية وخلاياه ! وأنسجتها وأعضائها لتأثيرات الإشعاع الضارة. وكثيرا ما يطلق أيضا على مقاومة المركبات الكيميائية والاجسام لتأثيرات الإشعاع فيها.

المقطع العرضى الجزئى Partial cross-section

مقياس لاحتمال حدوث أحد التفاعلات النووى أو الذرية من بين عدة تفاعلات محتملة. (انظر مادة: المقطع العرضى النووى)

المقطع العرضى للتنشيط

Activation cross-section

مقياس لاحتمال حدوث تفاعل ينتج عنه نويدة اشعاعية ويغلب اطلاقه على النشاط الاشعاعى المستحث بالنيوترونات.

المقطع العرضى النووى Nuclear cross section

أثبتت فكرة استعمال الاصطلاح "المقطع العرضى للنواة "أنها ذات فائدة عظمى بالنسبة لعلم الفيزياء النووية. وليس لأحد أن يفترض أن النواة يجب أن تأخذ شكلا كرويا أو أنها تعمل تجاه القذائف الموجهة مثل جسيمات الفا كما لو كانت كرة صماء مطاطية لها مساحة بمقطع ثابتة. وقد نتحدث أحيانا عن "المقطع العرضى الهندسى" للنواة من العلاقة π نق٢ حيث نق نصف قطر النواة، ولكنه أكثر نفعا أن نحدد المقطع العرضى لعملية ذاتية معينة من خلال إمكان حدوث تفاعل ما مثل ذلك المقطع العرضى لاستطارة الجسيمات ذات الشحنات أو المقطع العرضى لامتصاص جسيمات معينة أو لامتصاص إشعاعات ما كأشعة جاما. ويقصد بالمقطع العرضى فى هذا المعنى وفى حدود هذا الاصطلاح مقياس احتمال حدوث عملية معينة. ويمكن أن يمتد اصطلاح المقطع العرضى النووى إلى أنواع أخرى من العمليات النووية مثل ، المقطع العرضى للامتصاص، والمقطع العرضى للانشطار..الخ كما أن مجموع كل المقاطع العرضية لكل التفاعلات المحتملة يعرف بالمقطع العرضى الكلى. ومن جهة أخرى يمكن النظر إلى هذا التعبير من خلال التصور بأن مساحة مقطع النواة هو مقدار متغير يتزايد أو ينقص بزيادة أونقص احتمالات حدوث التفاعل المحدد على الترتيب. ويعبر عن المقاطع العرضية بوحدات مساحة يطلق عليها " البارن barns ، حيث ١ بارن يساوى $١٠^{-٢٤}$ سم٢ .

المقطع العرضى للاستطارة

Scattering cross-section

مقياس لاحتمال استطارة القذيفة عند اصطدامها بالنواة أو الذرة الهدف. (انظر مادة: المقطع العرضى النووى)

المقطع العرضى الكلى Total cross-section

مقياس لمجموع احتمالات التفاعلات التى تفقد فيها القذيفة من الحزمة الأصلية.. (انظر مادة: المقطع العرضى النووى)

المقطع العرضى للامتصاص

Absorption cross-section

مقياس لاحتمال امتصاص النواة أوالذرة القذيفة التى تصطدم بها. (انظر مادة: المقطع المستعرض النووى)

المقطع العرضى للانشطار Fission cross-section

مقياس لاحتمال انشطار النواة الهدف التى تصطدم بها القذيفة. (انظر مادة: المقطع العرضى النووى)

المقطع العرضى الميكروسكوبى

Macroscopic cross-section

المقطع العرضى لنواة أو لذرة أو لجزىء لعملية ما، وهو يعبر عن قياس الاحتمال النسبى لحدوث أى تفاعل، ويعبر عن المساحة الفعالة فى النواة أو الذرة عند أسر مقذوف يرتطم بها. ويعبر عنه بوحدات المساحة (سم^{2}) ولكن بوحدة خاصة هى البارن barn، حيث (١ بارن = ١٠$^{-٢٤}$ سم^{2}).

مقياس التأين Ionization Guage

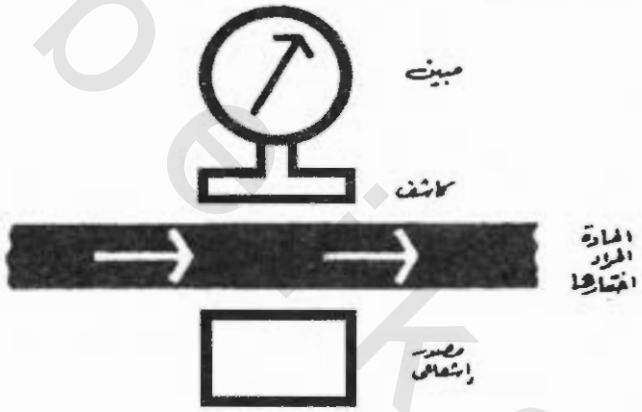
صمام الكترونى لقياس الضغوط الغازية الصغيرة عن طريق قياس تيار التأين.

مقياس تحديد التخانة (السمك)

Thickness gauging

يتم استخدام النظائر المشعة فى قياس وتحديد تخانة (سمك) المواد، إما بإمرار المادة المراد قياس تحديد تخانتها بين منبع مشع وكاشف إشعاعى، وإما بوضع المنبع المشع والكاشف فى جانب واحد من المادة المقاسة وذلك عندما يكون من المتعذر الوصول إلى طرفى المادة المراد قياس تخانتها أو يكون المطلوب قياس وتحديد طبقة تغطية وحماية (طلاء) فوق مادة ذات طبيعة مختلفة. وحيث إنه يجرى تحديد قيمة كثافة الأشعة الساقطة على الكاشف مسبقا من خلال قيمة السمك المطلوب الحصول عليه للمادة فإن أى تغيير يطرأ على قيمة تخانة المادة زيادة أو نقصانا سيؤدى إلى تغيير فى قيمة كثافة الاشعة الساقطة على الكاشف وظهورإشارة انحراف حيث يمكن عن طريق دائرة تغذية مرتدة تصحيح الانحراف. أما فى حالة وجود المنبع المشع والكاشف فى جانب واحد من المادة المقيسة فإنه يمكن قياس كثافة الاشعة المنعكسة أو المتبعثرة التى تزداد مع ازدياد قيمة تخانة المادة المختبرة وعندما يقوم الكاشف بقياس أشعة مختلفة عن الكثافة المميزة للتخانة المطلوبة يتم تصحيح قيمة تخانة المادة آليا.

ووفقا للمادة المراد قياس وتحديد ثخانتها يمكن استخدام منبع أشعة بيتا أو منبع أشعة جاما أو أنبوبة توليد أشعة سينية، أو استخدام مقاييس تبعثر أشعة بيتا Beta backscatter gauge أو مقاييس تبعثر أشعة جاما Gama backscatter gauge أو مقياس التفلور بالأشعة السينية.



مقياس بسيط لقياس السمك بالإشعاع. وبمرور الأشعة من المصدر من خلال المادة المفحوصة فإنها تتوهن. وبازدياد السمك تقل شدة الإشعاع الذى يصل إلى الكاشف، فإذا كانت قراءة الكاشف مغايرة بالنسبة لاختلافات السمك فإن قراءة الكاشف يمكن استخدامها كمقياس لسمك المادة المفحوصة.

مقياس التلألؤ (ومضات الضوء) Scintigram

سجل ميكانيكى أو فوتوغرافى يبين توزيع النويدات المشعة بداخل الكائنات الحية. فمثلا لاختبار الغدة الدرقية يقاس التلألؤ بمساعدة جهاز خاص يسمى "ماسح التلألؤ" يتولى مسح سطح حلق المريض بعد فترة معينة من أخذه لمحلول اليود المشع. وتبين النقط السوداء فى الرسم الناتج عن هذا القياس المناطق من الغدة الدرقية التى تشع إشعاعات ذات شدة عالية، بينما تظهر المناطق ذات النشاط الأقل على هيئة نقط أقل اسودادا. وبمساعدة هذا الرسم يتمكن الطبيب المعالج من الوقوف على وظيفة العضو الجارى فحصه، كما يتمكن من تشخيص المرض وتحديد العلاج المناسب.

مقياس التلوث Contamination meter

جهاز الكشف من بعد عن النشاط الجامى لنواتج الانشطار التى تعلق بالملابس والأدوات وغيرها. ويقدر هذا التلوث عادة بالملى رونتجن فى الساعة.

مقياس الجرعة (مجراع) Dosimeter

وسيلة لقياس أو تقييم التعرض الإشعاعى ، أو الجرعة المتصة أو الجرعة المكافئة ويطلق لقب دوزميتر حاليا على جهاز المجراع

الجيبى Pocket dosimeter. وهو عبارة عن غرفة تأين يحملها الشخص، وتحتوى على جهاز لقياس الإلكترونات. وتعرف دقة الجهاز على أن يعطى نفس النتائج عند إعادة القياس فى نفس المجال الإشعاعى. ويعبر عن الدقة من خلال الانحراف المعيارى لمجموعة من قيم الاستجابة حول القيمة المتوسطة. (انظر مواد: البطاقة الفيلمية ، ومقياس الجرعة ذو التألق الحرارى ، عداد جايجر).

مقياس النفاذية Penetrometer

وسيلة بسيطة لقياس قدرة نفاذ حزمة من أشعة اكس أو أى إشعاع نافذ آخر، وذلك بالمقارنة بين نفاذها من خلال مواد ماصة مختلفة.

مقياس الجرعة الجيبى (المجراع الجيبى)

Pocket dosimeter

جهاز لقياس جرعات الإشعاع التى يتعرض لها العاملون فى مختلف حقول الإشعاع فى حجم قلم الحبر العادى. ويستعمل عادة فى التعرض لأشعة جاما فقط. أما فى حالة أشعة بيتا أوالنيوترونات، فيستعمل نوع خاص آخر. ولا يمكن استخدامه لدة طويلة مثل الفيلم بادج، نظرا لحدوث تفريغ فيه بل يستخدم لمدة يوم أو عدة أيام على الأكثر، ولابد من شحنه وقراءته قبل البدء فى العمل بالإشعاع. وهو عبارة عن أنبوبة بهاحجم معين من الغاز بداخلها جزء معدنى يتصل محوره بخيط رفيع من الكوارتز ويغطى سطحها الداخلى بطبقة من الجرافيت لتوصيل الشحنات الكهربائية والتأثر بها، ويتحرك خيط الكوارتز على تدريج يمكن معايرته بالروتنجن أو الميللى رونتجن. وفى نهاية الانبوبة يوجد تليسكوب للتكبير ليسهل قراءة التدريج.

مجراع التألق الحرارى

Termoluminescent dosimeter TLD

مرقاب شخصى تحبس فيه الالكترونات المدرية وتزاح أو تحبس داخل بللورة مثل الكالسيوم المنشط بالمنجنيز، أو فلوريد الليثوم كنتيجة لتعرض البللورة للاشعاع المؤين، وبعد تسخين البللورة لدرجة حرارة معينة تنطلق الطاقة المخزنة من اراحة الالكترون على شكل ضوء مرئى، وتتناسب كمية الضوء الصادر عند تسخينها مع كمية الطاقة الممتصة من الاشعاعات. لذلك فإنه عند قياس كمية الضوء الصادر عند تسخين البللورة يمكن تحديد الجرعة الاشعاعية الممتصة، ويمكن استخدام المادة من جديد بعد تبريدها، وتقاس كمية الضوء بواسطة جهاز يحتوى على أنبوب التضاعف الفوتونى.

مقياس حيود النيوترونات

Neutron diffractometer

جهاز يستخدم فى تحليل حيود حزمة نيوترونية وذلك لقياس شدة النيوترونات الحائدة عند زوايا مختلفة.

مقياس الطيف الكتلى (إسبكترومتر)

Mass Spectrometer

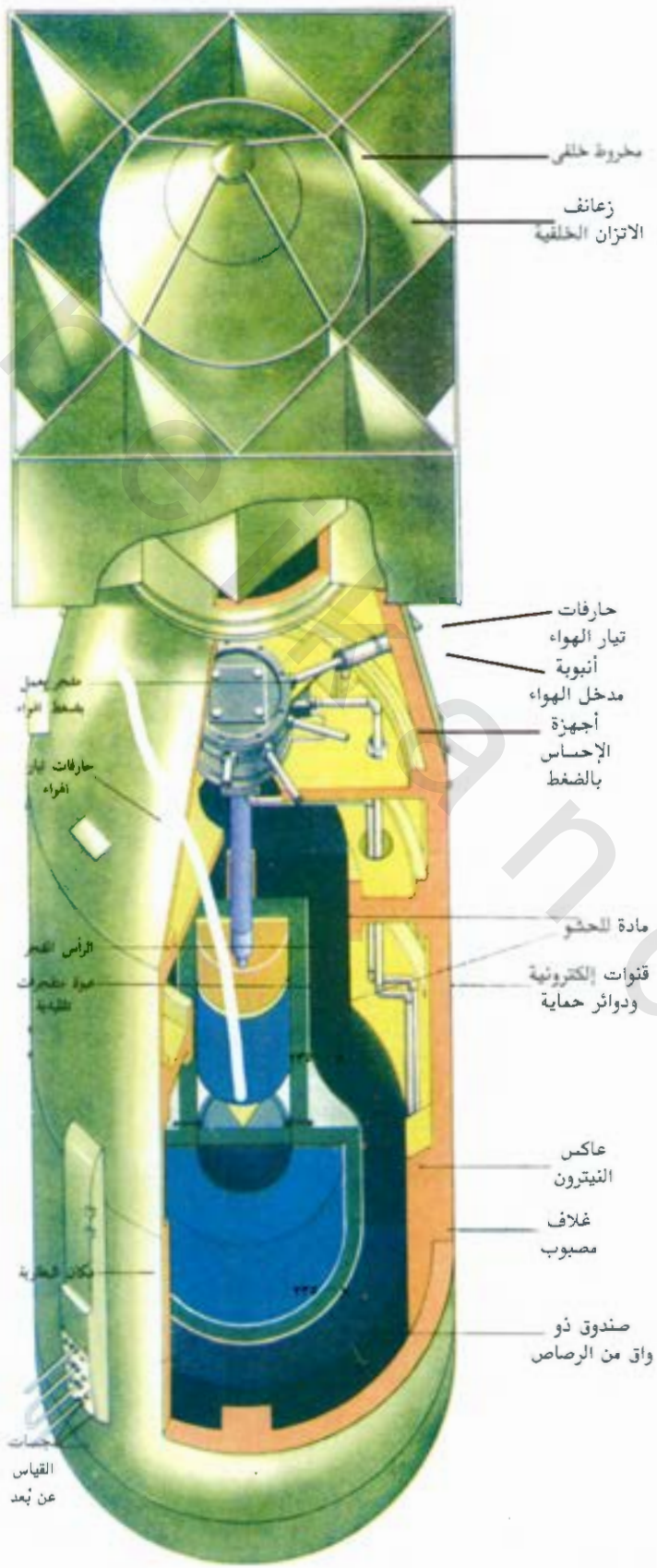
صمم مقياس الطيف الكتلى على أساس إطلاق شعاع حاد من الذرات أو الجزيئات فى مجال قوى، فيؤدى ذلك إلى انحراف ذرات أو جزيئات العناصر الخفيفة، انحرافا يختلف عن انحراف مثيلاتها من العناصر الثقيلة. وإذا شحنت الذرات أو الجزيئات كهربيا فيمكن استخدام المجال الكهربائى والمغنطيسى لإحداث الانحراف. وبمعرفة شدة هذا المجال بالضبط، يمكننا تحديد كتلة كل جسيم بدقة، استنادا إلى شكل المسار الذى اتخذه ذلك الجسيم.وتسمى الآلآت التى تستخدم اللوح الفوتوغرافى لاكتشاف انحراف الشعاع براسمات الطيف الكتلى (إسبكتروجراف). وتستخدم أنواع حديثة من مقياس الطيف الكتلى، مجالا مغنطيسيا عن مغنطيس كهربائى ذى قدرة عالية، لعمل انحراف للشعاع المتأين، وتلتقط وتكتشف الأيونات كهربائيا بوساطة "مضاعف إلكترونى"، بدلا من لوح تصوير، إذ يستطيع المضاعف الإلكترونى أن يكبر الإشارة الأصلية المنتجة بوساطة الأيونات، إلى مليون مرة، ويقوم جهاز إلكترونى آخر، بعرض نتائج التحليل. ويمكن استخدام حاسبات الكترونية للتحكم الإلى ومعايرة المعطيات. وقد سمح جهاز مقياس الطيف الكتلى، بقياس الأوزان الذرية بدقة، وكان ذلك أمرا هاما لاكتشاف وتحليل عناصر لم تكن قد اكتشفت بعد ، وخاصة النظائر، وكذلك التوسع فى دراسة الجدول الدورى. (انظر الصور الملونة)

مقياس المسح (الإشعاعى) Survay meter

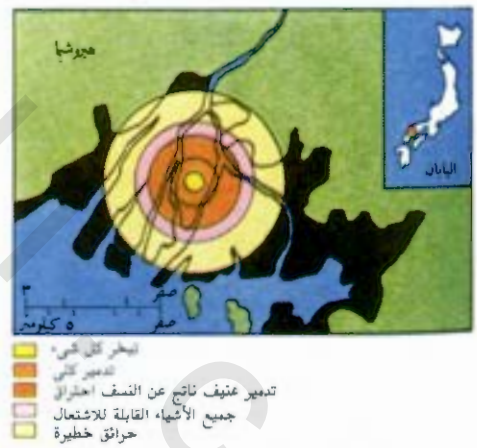
وسيلة تستخدم لقياس معدل التعرض الاشعاعى (روتنجن لكل ساعة)، فى النقطة التى تم فيها القياس. حيث تستخدم أجهزة المسح الإشعاعى فى قياس الإشعاع فى أماكن العمل المختلفة، مثل المفاعلات النووية، ومعامل إنتاج النظائر. وأى مكان به مجال

الاستخدام العسكرى للطاقة النووية

إن التفجيرات الاختبارية للأسلحة النووية التى كانت تُجرى تحت الارض والتى حظرتها حاليا معاهدة دولية ، تتجه إلى العالم الافتراضى للمحاكاة بوساطة حواسيب عملاقة.



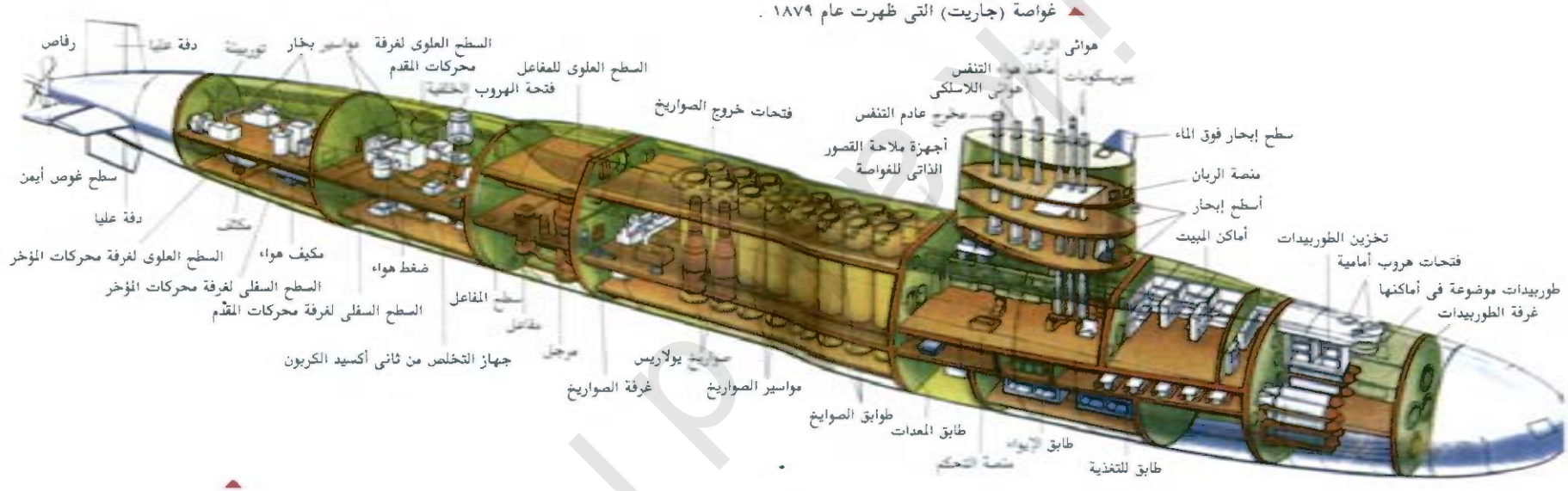
مقطع لمنظر من قنبلة اليورانيوم- ٢٣٥ المعروفة باسم «الفتى الصغير». شكل يبن سقوط القنبلة بطريقة صحيحة فوق منتصف «هيروشيما». وتبين هذهالخريطة ، مدى الدمار الذى لحق بهذه المدينة.



شكل يبين قنبلة البلوتونيوم المعروفة باسم«الرجل البدين». وهى من نفس الطراز الذى تم إسقاطه فوق مدينة «ناجازاكى».

القنبلة الذرية

▲ غواصة (جاريت) التى ظهرت عام ١٨٧٩ .



شكل تخطيطى لقطع فى غواصة من طراز (بولاريس) التى تعمل بالقدرة النووية. ولذلك يمكن ان تظل غاطسة عدة شهور متواصلة. وتسلح الغواصة بستة عشر صاروخا من طراز (بولاريس) مدى كل منها ٤٥٠٠ كيلو متر، بالإضافة إلى الطوربيدات التقليدية. ويمكن إطلاق الصواريخ من أعماق بعيدة تحت سطح الماء ، ويمكن أيضا أن تزود برءوس ذرية .

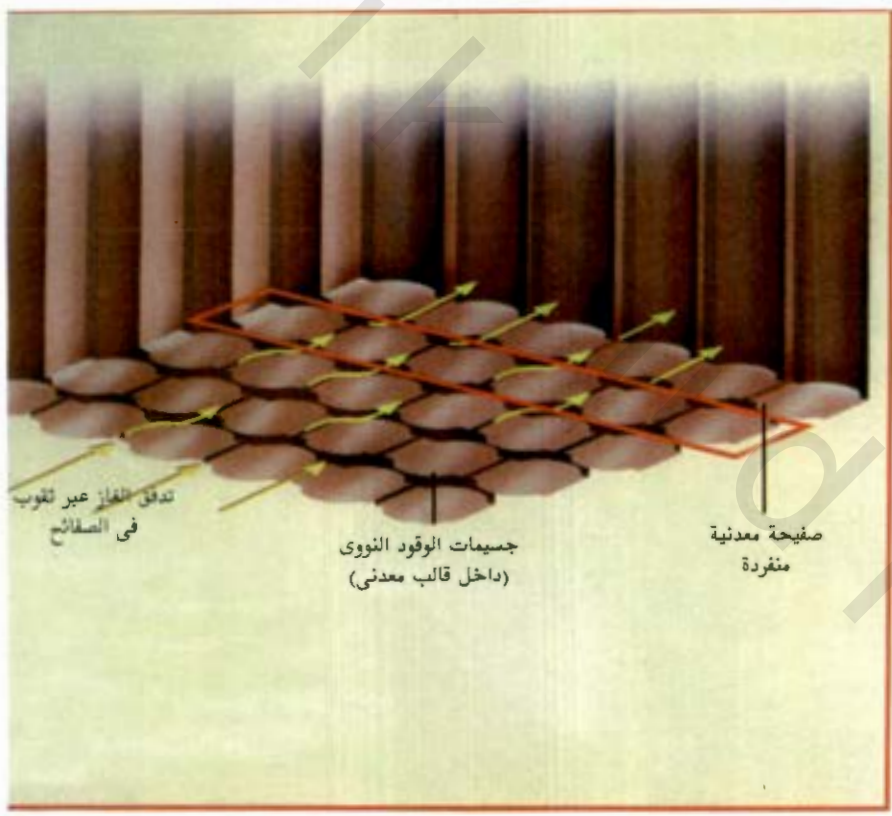
الغواصة النووية

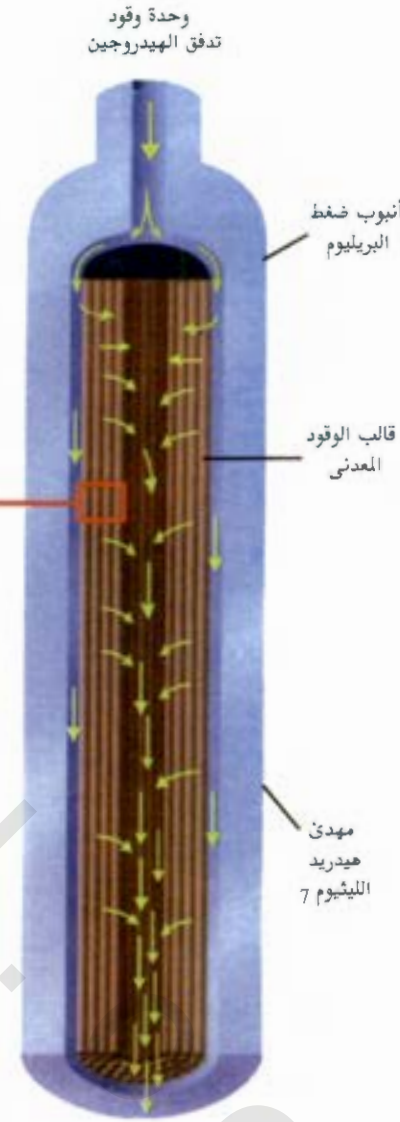
وسائل نقل الأسلحة النووية

(صراع التنافس بين الهند وباكستان)

إن وحدة الوقود fuel element هى واحدة من 37 وحدة يتكون منها المحرك الصاروخى النووى المتراص والهيدروجين السائل الذى يتدفق إلى وحدة الوقود. يتحول إلى غاز يجرى عبر لفة الوقود النووى (اللون البنى الفاتح) ونرى فى اليسار على نحو مفصل خمسا من طبقات الصفائح المعدنية للفة بعد ذلك ينطلق الغاز المسخن بإفراط نحو أسفل القنال المركزى ويخرج من وحدة الوقود محدثا الدفع .

تفاصيل لفة الوقود

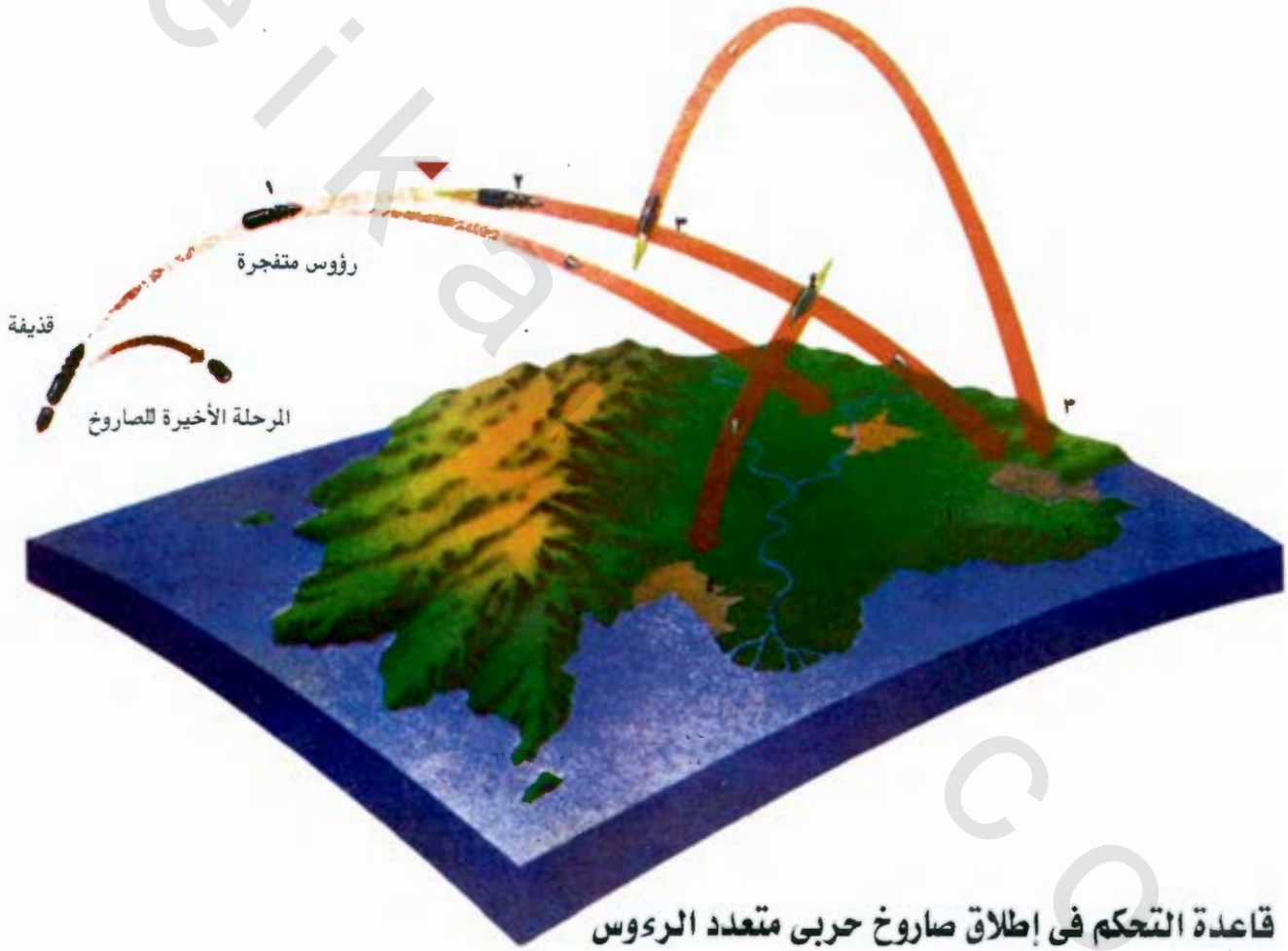




نظرية عمل الصاروخ النووى

obeikandl.com

صاروخ متعدد الرءوس النووية يوجه من قاعدة الإطلاق. وعندما تصل المرحلة الأساسية للصاروخ إلى غايتها، تستمر المركبة الحاملة للرءوس النووية فى التقدم، وينفصل الرأس الحربى الأولى. ثم تقوم المركبة بعد ذلك ، بسلسلة من المناورات، بحرق صاروخها ومحركها، ثم يقذف رأس متفجر فى كل مرحلة. وقد توجه الرؤوس جميعا نحو هدف واحد، أو نحو أهداف مختلفة، بعد فترة زمنية سبق تحديدها .



قاعدة التحكم فى إطلاق صاروخ حربى متعدد الرءوس

obeikan.com

هيئة الطاقة الذرية

المركز القومى للأمان النووى والرقابة الأشعاعية

مـــواد مشـــعة

RADIOACTIVE MATERIALS

شارة تحذير من خطر الإشعاع

obeikandl.com

اشعاعى. وهذه الأجهزة يمكن أن تكون متنقلة أو ثابتة حسب طبيعة العمل.

وهى أساسا تتكون من كاشف ودائرة إلكترونية لتكبير التيار أو الجهد، وجهاز لقياس شدة التيار الناتج عن الإشعاعات فى وحدة الزمن (عدد النبضات أو عدد هذه الإشعاعات فى وحدة الزمن). وتزود بعض أجهزة المسح الإشعاعى التى تعمل بالنظام النبضى بجهاز صوتى يصدر صوتا عندما تسجل نبضة فيه. وبالتالى يمكن التنبه إلى زيادة كثافة الإشعاعات صوتيا ودون الحاجة للنظر إلى قراءة الجهاز بين وقت وآخر وبالنسبة للإشعاعات السينية وإشعاعات جاما يفضل استخدام كاشف على شكل غرفة تأين أو كاشف وميضى. أما بالنسبة لأجهزة المسح لجسيمات بيتا وألفا فإنه من المفضل استخدام العداد التناسبى أو عداد جايجر ميللر. فى حين يستخدم كاشف تناسبى (أو عداد جايجر) مزود بطبقة دقيقة من البورون أو بغاز ثالث فلوريد البورون وذلك لاجراء المسح الإشعاعى للنيوترونات البطيئة والحرارية. أما بالنسبة للنيوترونات السريعة فإنه يفضل استخدام العدادات التناسبية المزودة بطبقة رقيقة من مادة غنية بالهيدروجين. وأحيانا تكون حجرة التأين أوأنبوبة "جيجر-ميلر" عبارة عن مجس (probe) متصل بالدائرة الكهربية اللازمة. والمجس هو الجزء الحساس فى الجهاز، فعندما يحدث تأين فى الحجم الحساس به نتيجة التعرض للإشعاع، فإن المجس يعطى دلالة كمية للإشعاع الموجود فى المكان. وغالبا ما يغطى المجس لحاجز متحرك ذى سمك مناسب، وذلك لقياس الأشعة المختلفة. فللتفرقة -مثلا- بين النيوترونات السريعة والبطيئة، يكون الحاجز من الكادميوم. وأنواع هذه الأجهزة كثيرة تم التعرض لها بهذه الموسوعة، مثل حجرة التأين، وعداد جيجر ميللر، والعدادات الوميضية، والكواشف شبه موصلة، وعدادات النيوترونات.

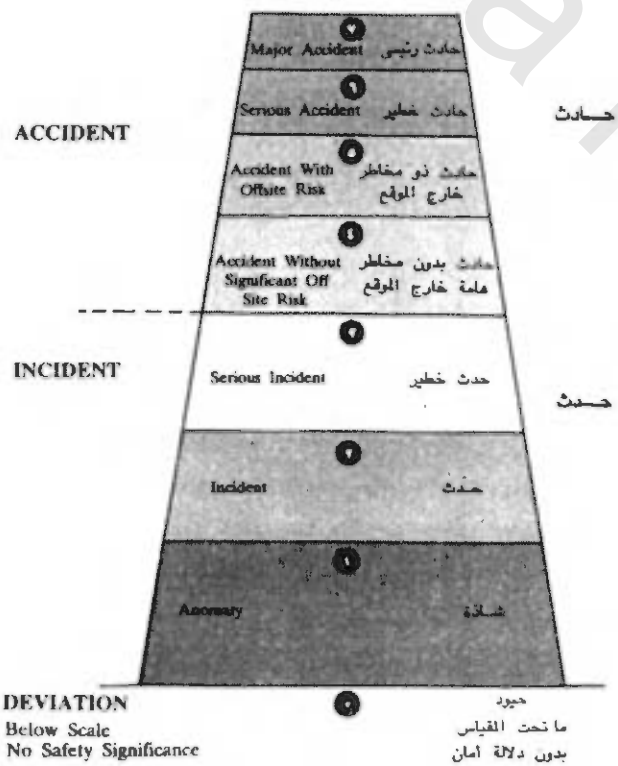
المقياس الدولى للوقائع النووية

The international nuclear event scale

المقياس الدولى للوقائع النووية هو أداة لتوصيل دلالات الأمان الخاصة بالوقائع المختلفة فى المنشآت النووية المسجلة للجمهور بطريقة نظامية ومتسقة. فمن خلال تصنيف الحوادث تبعا لمدى خطورتها يمكن للمقياس تسهيل التفاهم بين المتخصصين فى المجال النووى ووسائل الاعلام. تم تصميم المقياس بواسطة مجموعة خبراء دوليين بدعوة من الوكالة الدولية للطاقة الذرية ووكالة الطاقة النووية التابعة لمنظمة التنمية والتعاون الاقتصادى، حيث تم تصنيف الوقائع فى ٧ مستويات، وتعرف المستويات من ١-٣ بالأحداث Incidents ، والمستويات من ٤-٧ بالحوادث Accidents ووقائع ليس لها دلالات أمان تصنف بمستوى صفرأوما تحت المقياس وتعرف بالانحرافات أو الحيود Deviation . كما صنف المقياس الوقائع ذات المستويات السبعة، من خلال ثلاثة معايير أو مناسيب للأمان ، المعيار الأول : التأثير خارج الموقع ، والمعيار الثانى : التأثير داخل الموقع ، والمعيار الثالث : تردى مستوى الدفاع فى العمق. وعلى هذا الأساس فهناك الحدث الجدى (المستوى ٣) من حيث المعايير الثلاثة، الذى يصل إلى قرب مستوى الحادث لما له من تأثيرات قد تتسرب إلى خارج الموقع، أى تعرض الجمهور وإن كان فى حدود المسموح به أما أغلب تأثيراته فى حدود المعيارين الثانى والثالث ذات التأثيرات الصحية على العمال الناتجة عن الانتشار الشديد للتلوث. أما الحوادث فتقسم مستوياتها طبقا للمعيار الأول أى بمدى امتداد وجسامة خطورتها خارج الموقع، حيث يعرف أدناها بأنه ذوالتسرب الضئيل خارج الموقع (المستوى الرابع) ولكن تأثيرات داخل الموقع قد تشمل تدميرا ذو أهمية لقلب المفاعل مما ينتج عنه تعرضات قاتلة للعمال. أما معيارالحادث الرئيسى فهو التسرب الضخم خارج الموقع مما ينجم عنه آثار بيئية وصحية واسعة الانتشار (المستوى السابع) حيث تنصف حادثة محطة شرنوبيل كأوضح مثال لهذا المستوى.

المقياس الدولى للوقائع النووية

من أجل التوصيل الفورى لمعلومات ذات أهمية من ناحية الأمان النووى



مكافحة الآفات الحشرية(إشعاعيا)

Insect disinfistation

أدى استخدام الانسان للمبيدات الكيميائية فى القضاء على الحشرات الضارة إلى مخاطر جسيمة تهدد الانسان والبيئة. هذا

بالإضافة إلى قضاء هذه المبيدات على أعداد كبيرة من الحشرات النافعة وظهور سلالات جديدة من الحشرات الضارة المقاومة لهذه المبيدات. وقد أمكن للتقانة النووية، وخاصة الأشعة المؤينة أن تؤدى دورا هاما فى هذا المجال سواء فى تحسين البيئات الغذائية للأعداء الحيوية وإطالة فترة تخزينها أو فى زيادة كفاءة التربية على هذه البيئات، وحتى فى تسهيل إدخال أنواع جديدة من الأعداء الحيوية إلى بيئات لاتوجد فيها أصلا دون الخوف من احتمال إدخال عوائلها. ويكمن دور الاشعة المؤينة فى المكافحة البيولوجية للآفات الحشرية فى مجالات متعددة من أهمها، إصابة الحشرات بالعقم. وتعتمد هذه الطريقة على تربية أعداد هائلة من ذكور الحشرات ثم تعريضها إلى جرعات محددة من إشعاعات جاما كافية لجعلها عقيمة ثم إطلاقها إلى المناطق المحددة مسبقا للتنافس مع الذكور غير العقيمة على إناث الحشرات فتقل بذلك نسب تخصيب بيض إناث الحشرات وبالتالى يقل عدد الحشرات الناتجة.

مكافىء الديناميت TNT equivalent

مقياس للطاقة المنطلقة فى تفجير متفجر نووى بدلالة وزن الديناميت (وهى المتفجر الكيميائى المعروف باسم النتروتولين الثلاثى) الذى يحرر المقدار نفسه من الطاقة عندما ينفجر. ويعبر عنه عادة بالكيلو طن، أو الميجا طن. وعلاقة التكافؤ الديناميتى مبنية على حقيقة أن طن الديناميت يحرر طاقة قدرها بليون(10^9) سعر.

(انظر: عيار القنبلة النووية)

مكبر Amplifier

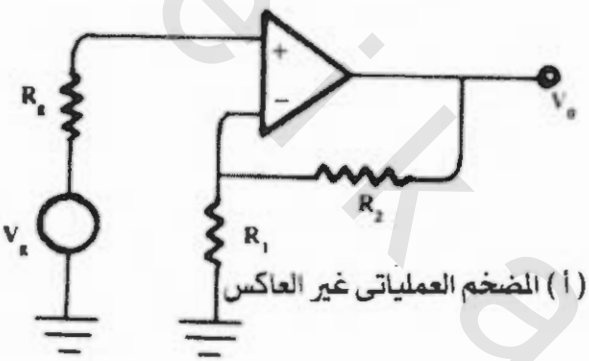
المكبر أدة تعطيها جهدا صغيرا متغيرا تحت قدرة منخفضة، فتعطيك جهدا متغيرا يحاكيه شكلا ولكنه يمتاز عنه بأنه أكثر ضخامة وأعلى قدرة. والتغييرات فى الجهد قد تكون مجرد تيار متردد بسيط جيبى ∿∿∿ أوتيارا مترددا معقدا ⎓⎓⎓ أو تغييرات فى تيار متجه ⎍⎍⎍ (وتسمى هذه التغييرات الأخيرة عادة " نبضات "). ويمكن أن تنشأ التغييرات الأولى من مولد ضعيف جدا، مثل ملف يدور فى مجال الأرض المغنطيسى أما التغييرات الثانية فيمكن أن تشمل تغيرات فرق الجهد فى ميكروفون أو تليفون تسقط عليه أمواج صوتية. أما الطراز الثالث من التغيرات فشائع فى الفيزياء النووية، ويمكن ان يمثل استجابة عداد جيجر لجسيم ذرى أو نووى. وكافة هذه التغيرات فى فروق الجهد يضمها اصطلاح واحد هو لفظ إشارة. والنوعان الأولان إشارات لتيار متردد، فى حين أن النوع الثالث إشارة لتيار نابض. ووظيفة المكبر العمل على زيادة سعة الاهتزازة فى هذه الإشارات.

المكبر التشغيلى (العملياتى)

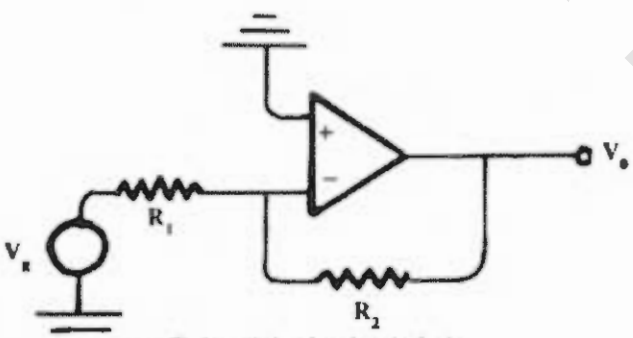
Operational amplifier

هو المكبر ذو التغذية العكسية السالبة Negative-feedback والتكبير gain العالى (فى حدود بضعة آلاف من المرات). يستخدم بصورة عامة فى تطبيقات القياسات والتحكم كما يستخدم فى الحاسبات الالكترونية analogue computers حيث يقوم هذا المكبربعدة عمليات مختلفة: كعمليات الضرب والجمع والطرح والمكاملة والمفاضلة لنبضة داخلة.

ومن أنواع هذه المكبرات ، المكبر العاكس inverting والمكبر غير العاكس noninverting. ويمكن بناء هذه المكبرات التشغيلية على شكل دوائر متكاملة integrated circuts(IC) واستخدامها فى بناء الكثير من الأجهزة الالكترونية.



(أ) المضخم العملياتى غير العاكس



(ب) المضخم العملياتى العاكس

المكبر التشغيلى

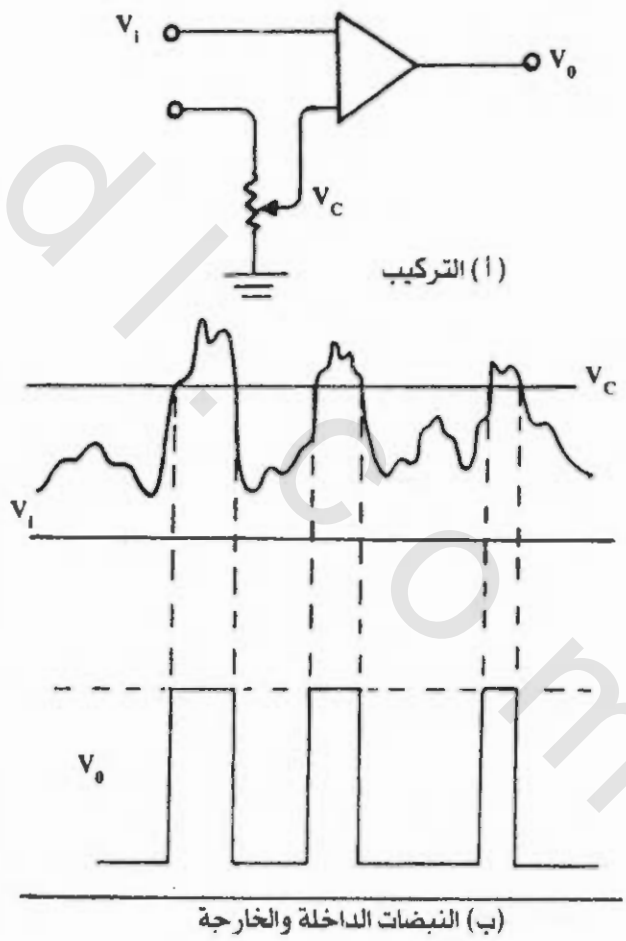
المكثفات Capacitors

يتكون المكثف من لوحين من مادة موصلة يفصلان بواسطة طبقة رقيقة من مادة عازلة قد تكون ورق ميكا، أو أنواعا مختلفة من البلاستيك، أو من الخزف، أو بعض أكاسيد المعادن. تستخدم المكثفات فى تخزين الشحنة الكهربية عند وجود فرق جهد بين الموصلات المتصلة بألواح المكثف. وعند توصيل طرفى المكثف ببطارية، فإن الالكترونات تبدأ فى التحرك من الطرف السالب للبطارية إلى أحد ألواح المكثف، أما الإلكترونات فى اللوح الآخر فيحدث لها تنافر مع الإلكترونات فى اللوح الأول وتتحرك فى اتجاه النهاية الموجبة للبطارية، ويحدث انخفاض فى سريان التيار ويقف

تماما عندما يكون فرق الجهد عبر ألواح المكثف مساوية لفرق الجهد بين طرفى البطارية. حيث يعبر عن السعة (C) capacitance بالمعادلة الآتية: C = Q / e ، حيث C هى سعة المكثف بوحدات الفاراد، Q هى الشحنة بوحدات الكولوم، e هى الجهد عبر المكثف.

المميز (منتخب ارتفاع الموجة) Discriminator

يستخدم هذا الجهاز فى بعض التطبيقات للتخلص من بعض النبضات ذات السعات المعينة الناتجة عن أحداث غير مرغوبة فيها. وهو عبارة عن دائرة الكترونية تنتقى نبضات إشارة طبقا لارتفاع النبضة أو الفولتية، وتستخدم لمحو عدات الإشعاع غير الأصلية أو إشعاع الخلفية، أو تستخدم أساسا للتحليل الطيفى للطاقة. حيث يستخدم المكبر التشغيلى operational amplifier لبناء هذا الجهاز. وكما يظهر فى الشكل المرافق ، عند توصيل النبضات إلى مدخل الجهاز Vi نقوم بضبط مستوى المميز Vc عن طريق مجزىء الجهد وبالتحريك إلى أعلى أو إلى أسفل ، نستطيع أن نختار المستوى المناسب الذى ينبغى أن نتخلص منه كما نحصل على خرج معين، وبالتالى ، فإننا نحصل فقط على نبضة خرج عندما تكون V i أكبر من Vc . ويعرف المميز فى هذه الحالة بالمميز التكاملى Integral discriminator .



(ب) النبضات الداخلة والخارجة

مناولات (أدوات المناولة والأداء) Manipulators

أجهزة ميكانيكية تستخدم للمناولة الآمنة للمواد المشعة، وغالبا يجرى تشغيلها عن بعد ومن وراء درع واقية.

منتج جانبى By-product material

أية مادة مشعة (سوى مادة المصدر أو المادة القابلة للانشطار) يتم الحصول عليها فى أثناء إنتاج أو استخدام مادة مصدرية أو مادة قابلة للانشطار. وتتضمن هذه المواد منتجات الانشطار وكثيرا من النظائر المشعة الأخرى المنتجة فى المفاعلات النووية.

منحيات تساوى الجرعة Isodose curves

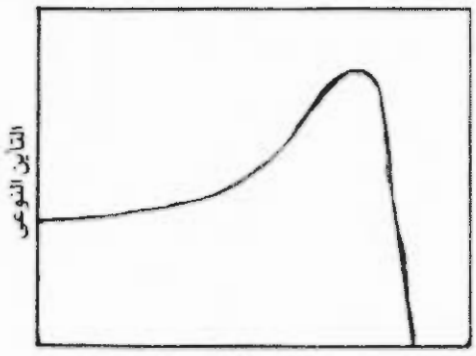
منحيات أو خطوط تصل بين النقط التى تصل إليها كميات متساوية من الطاقة الاشعاعية عند عمق معين من لنسيج الحيوى.

منشأة الدفن (للنفايات) Repository, waste

هى مستقر الحفظ والتخلص disposal الدائم والآمن للنفايات، حيث لا تكون هناك نية لاسترداد النفايات فى المستقبل ثانية. ويمكن أن هذا المدفن بالقرب أو تحت سطح المحيط أو تحت كمية ضخمة من الماء(coastal) مع وجود منفذ موصل من سطح الأرض وفى تجويف يستوعب كل مساحات الدفن تحت الماء. كما يمكن أن تكون هذه المنشأة تحت سطح الأرض geologic (عادة على مسافة لا تقل عن مئات الأمتار من سطح الأرض) وداخل تكوين جيولوجى مستقر لتوفير عزل طويل المدى للنويدات النووية عن الغلاف الحيوى. وعادة فإن مثل هذا المدفن الأرضى يستحدم لدفن النويدات المشعة لجسيمات الفا ، والنفايات عالية المستوى الاشعاعى.

منحنى براج Bragg Curve

هو منحنى يمثل تغير التأين النوعى لحزمة من الجسيمات المشحونة المنبعثة من مصدر معين كدالة المسافة التى تقطعها فى مادة الامتصاص. ويبين الشكل المرافق هذا المنحنى لجسيمات الفا فى هواء جاف، وعند درجة حرارة ١٥ درجة مئوية وضغط جوى اعتيادى (الظروف القياسية) ويلاحظ ازدياد التأين النوعى



منحنى براغ لجسيمات الفا فى الهواء

obeikandl.com

لهذه الجسيمات مع تقدمها فى الوسط، ويعود سبب ذلك إلى الانخفاض التدريجى لطاقة الجسيمات أى سرعتها، ويعل التأين النوعى إلى قيمة عظمى ٦٦٠٠ زوج أيونى/ مم عند طاقة تبلغ ٠,٧٥ م.ا.ف (مليون الكترون فلت) ثم ينخفض بشكل سريع حين يأسر جسيم الفا الكترونا فتقل شحنته وينقص بالتالى تأينه النوعى، حتى إذا اقتنص إلكترونا آخر أصبح ذرة متعادلة. إن هذا الهبوط المفاجىء فى التأين النوعى يدل على أن جميع جسيمات الفا المنبعثة من مصدر معين لها نفس الطاقة، وأنها توقفت عن إحداث التأين بعد أن قطعت نفس المسافة.

(انظر مادة: التأين النوعى)

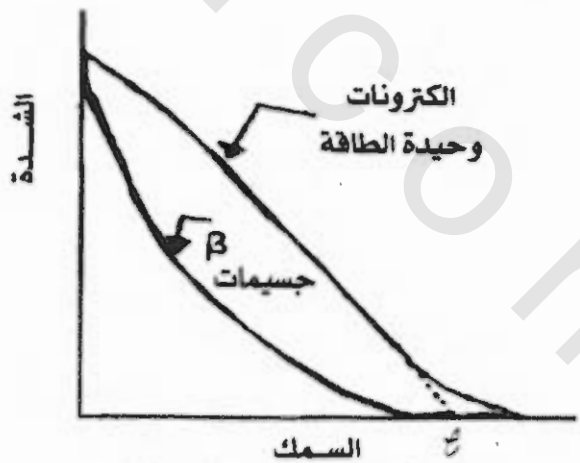
منحنى الامتصاص (النفاذية)

Absorption (Transmission) curve

عند مرور الالكترونات فى المادة يحدث تناقص فى الشدة على طول المسار ويعود ذلك إلى التشتت الذى تعانيه الالكترونات خلال المادة. فإذا رسم منحنى الامتصاص أو النفاذية الذى يمثل شدة الالكترونات كدالة للمسافة يلاحظ تناقص الشدة باستمرار. ويكون هذا التناقص تدريجيا فى حالة الالكترونات وحيدة الطاقة أما فى حالة أشعة بيتا منبعثة من مصدر مشع فإن هذا التناقص يكون فى البداية شديدا (ميل المنحنى يكون كبير فى البداية) وذلك بسبب سرعة امتصاص جسيمات بيتا ذات الطاقة المنخفضة فى الطيف، ويكون شكل منحنى النفاذية أسيا ويعطى بالمعادلة:

$$I = I_0 e^{-rx}$$

حيث I شدة أشعة بيتا بعد مرورها فى مادة الامتصاص، I_0 شدة أشعة بيتا قبل مرورها فى مادة الامتصاص، x سمك المدة الماصة بالسنتيمتر.



منحنى الامتصاص لجسيمات بيتا والكترونات وحيدة الطاقة

منحنى النجاة

Survival curve

منحنى يتم الحصول عليه برسم العلاقة البيانية بين عدد الكائنات الباقية على قيد الحياة أو نسبتها المئوية فى وقت معين، وجرعة الإشعاع. أو العلاقة البيانية بين عدد الكائنات الباقية على قيد الحياة فى فترات مختلفة بعد التعرض لجرعة إشعاع معينة. (انظر : جرعة قاتلة)

منظم الضغط

Pressurizer

وعاء ضغط يساعد فى التحكم فى ضغط الدائرة الأولية لمفاعلات الماء المضغوط. حيث يملأ جزئيا بماء مندفع، والجزء الآخر يملأ بالبخار وبغازات أخرى بالإمكان. ففى حالة ارتفاع الضغط فى دائرة المفاعل يضخ الماء برشاش إلى فراغ البخار حيث يعمل ذلك على تكثيف البخار كما يقل الضغط.

أما فى حالة انخفاض ضغط الدائرة فيتم تشغيل السخانات لزيادة محتوى البخار فى منظم الضغط، مما يؤدى إلى رفع ضغط الدائرة.

منشآت تشعيع

Irradiation installation

إنشاءات أو تجهيزات تشتمل على معجل جسيمات، أو جهاز أشعة سينية أو مصدر إشعاعى كبير. ويمكنه أن ينتج حقولا إشعاعية عالية. وتوفر الإنشاءات المصممة بشكل صحيح التدريع وغير ذلك من صور الوقاية. وهى مزودة بأجهزة الأمان مثل الأقفال المترابطة التى تمنع الدخول غير المقصود إلى المجال الإشعاعى العالى. وتشمل منشآت التشعيع منشآت للعلاج الخارجى الإشعاعى بالحزم الإشعاعية، ومنشآت لتعقيم المنتجات التجارية أو حفظها. وبعض المنشآت للتصوير بالأشعة للأغراض الصناعية.

المنشأة النووية

Nuclear facility

هى المنشأة والأرض المقامة عليها، والأبنية والأجهزة ، التى تنتج، وتستخدم، وتتداول وتخزن أو تدفن المواد المشعة بها، وعلى أى مقياس يتطلب الأمان. وتشمل المنشآت النووية ، مفاعلات الطاقة النووية، ومفاعلات الأبحاث النووية، والمرافق الحرجة، ومحطات التحويل، ومحطات إعادة التجهيز ومحطات فصل النظائرالمشعة، ومنشآت التخزين المستقلة. وأية منشأة أخرى أو مكان آخر تتواجد فيه مواد نووية جديدة أو مشعة أو كميات كبيرة من المواد المشعة.

منطقة قليلة السكان

Low population zone

منطقة تحيط بالمنشأة النووية حيث يحسن خفض الكثافة السكانية. ولكثافتها السكانية وعدد السكان ودورهما فى تهيئة الحيطة باحتمال معقول بحيث يمكن اتخاذ إجراءات الوقاية اذا ما وقع حادث خطير.

منطقة ممنوعة Exclusion area

منطقة تحيط بالمفاعل النووى مباشرة يحرم فيها سكن الآدميين لضمان الأمان فى حالة وقوع حادثة.

منظار فلورى Fluoroscope

جهاز بحائل فلورى مركب بطريقة مناسبة بالنسبة لأنبوبة أشعة اكس ويستخدم لرؤية الأعضاء الداخلية فى الجسم والتركيبات الداخلية فى الأجهزة والكتل المعدنية فى الحال، بطريقة غير مباشرة بواسطة أشعة إذ تتكون صورة فلورية هى فى الواقع صورة ظلية تحدثها أشعة أكس.

مؤثر لابلاس Laplacian operator

المؤثر التفاضلى ∇^2 الذى يعبر عن إجراء عمليتى التفارق والانحدار واحدة بعد الأخرى:

$$\nabla^2 = \overline{\nabla}.\overline{\nabla} = div(grad)$$
$$= \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

ولمؤثر لابلاس أهمية خاصة عند دراسة ميكانيكا الموائع وفى مجال الهندسة النووية ونظرية المفاعلات.

(انظر مادتى : انحدار مجال قياسى، وتفارق متجه).

مؤثر نابلا Operator nabla

متجه مركباته فى اتجاه المحاور الكرتيزية المتعامدة عبارة عن التفاضلات الجزئية:

١ – انحدار مجال قياسى f

$$grad \quad f = \overline{\nabla}.f$$

(انظر مادة : انحدار مجال قياسى)

٢ – تفارق مجال اتجاهى $\overline{R}$

$$div\ \overline{R} = \overline{\nabla}.\overline{R}$$

(انظر مادة : تفارق متجه)

٣ – دوران مجال اتجاهى $\overline{R}$

$$curl\ \overline{R} = rot\ \overline{R} = \overline{\nabla}.\overline{R}$$

(انظر مادة: دوران متجه)

ولمؤثر نابلا أهمية خاصة عند دراسة ميكانيكا الموائع وفى مجال الهندسة النووية ونظرية المفاعلات.

موجة انفجارية Blast wava

نبضة هوائية، تنتشر من انفجار، يزداد فيها الضغط زيادة حادة عند مقدمة كتلة الهواء المتحركة، وتصاحبها رياح شديدة وقتية. (انظر: موجة صدمة)

موجة صدمة Shock wava

نبضة ضغط فى الهواء أو الماء أو الأرض تنتشر نتيجة انفجار، ولها طوران: فى الطور الأول أو الموجب يرتفع الضغط بحدة إلى أن يصل إلى قمته ثم يهبط إلى الضغط الطبيعى فى الوسط المحيط، وفى الطور الثانى أو السالب ينخفض الضغط إلى مادون ضغط الوسط ثم يعود ثانية وتسمى موجة الصدمة فى الهواء عادة موجة لفحة.

مولد النبضات Pulse generator (pulser)

يستخدم لتوليد نبضات كهربية تحاكى تلك الناتجة عن كاشفات الإشعاع. ويمكن أن تكون هذه النبضات موجبة أو سالبة كما يمكن التحكم فى سعة النبضة عن طريق مفاتيح التحكم، حيث يمكن أن تتغير السعة بصورة مستمرة بدءا من الصفر وحتى القيمة العظمى التى تبلغ حوالى ١٠ فولت. ويمكن أن تولد بعض الأجهزة نبضات مباشرة ذات سعة محددة أو نبضات موهنة. يستخدم المولد فى معايرة الطاقة، حيث تغذى النبضات الناتجة عنه المضخمات الأولية كما يمكن أن تغذى هذه مباشرة المضخمات الرئيسية وبذلك تشكل ما يسمى بنبضات الاختبار.

مولد للنظير المشع Radioisotopic generator

مولد قوى صغير يحول الحرارة المتحررة فى أثناء الانحلال الاشعاعى إلى كهرباء مباشرة. وتنتج هذه المولدات بضعة واتات (جمع وات) من الكهرباء فقط بصفة عامة، ويستخدم فيها محولات حرارية كهربائية أو ثرميونية. وبعضها يعمل أيضا كمحولات الكتروستاتيكية لإنتاج فولتية صغيرة، ويسمى أحيانا بطارية ذرية. (انظر: بطارية نووية)

ميزر Maser

نوع من الموجات الكهرومغنطيسية أحادى التردد ومتحد الطور ينطلق من جزيئات المادة عند إثارتها بإشعاع من النوع نفسه تحت ظروف خاصة. (انظر مادة ليزر)

ميزون Meson

هو جسيم أولى تبلغ كتلته حوالى ٢٠٠ مرة قدر كتلة الالكترون ، وقد يكون موجبا أو سالبا. وهو يوجد فى الأشعة الكونية التى تسقط على الأرض باستمرار من الغلاف الخارجى المحيط بها. ويوجد منه

نوعان : ميوميزون (μ^- , μ^+)، وباى ميزون (π^0 , π^- , π^+)، وجميع هذه الجسيمات غير ثابتة.

ميزون باى (بيون) Pi-meson (Pion)

نوع من الميزونات متوسط عمره ٢٫٨ × ١٠$^{-٨}$ ثانية وكتلته ٢٧٠ مرة كتلة الالكترون. ويحدث لهذا النوع تبادل بين البروتونات والنيوترونات وينتج عن هذا التبادل القوى النووية المسئولة عن ربط مكونات النواة. وقد يحمل البايون الشحنة السالبة كما فى البايميزون السالب أوالشحنة الموجبة أو يكون متعادلا.

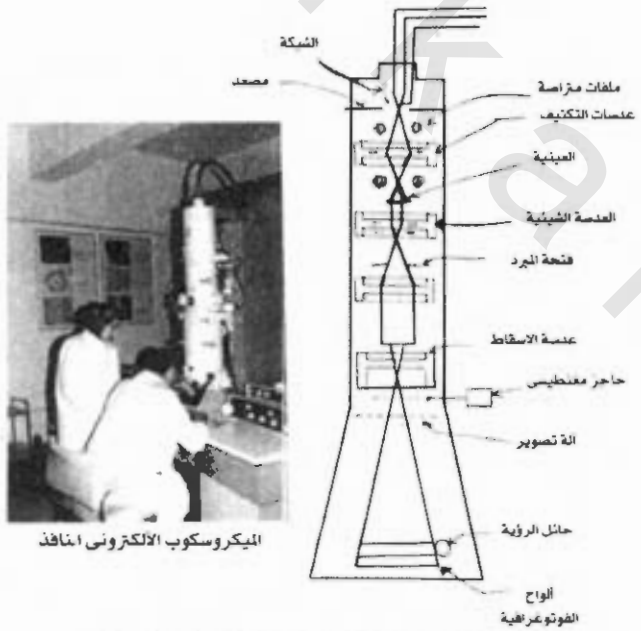
(انظر: ميزون)

الميكانيكا الموجية Wave mechanics

هى أسلوب جديد فى التفكير تصور فيها الجسيمات دون الذرية مثل الالكترونات والبروتونات بأنها ذات خصائص موجية، فالإكترونات لاتعالج كأنها جسيمات particles تتحرك فى مدارات ثابتة ولكنها تعالج كأنها موجة مستقرة. وعلى ذلك فيمكن التعبير عن الالكترون والجسيمات الأخرى بدالة موجية "بساى" Ψ كما يمكن التعرف على خصائص الالكترون مثل الطاقة، من دراسة الدالة الموجية للإلكترون. وهذه النظرية للتركيب الذرى وتركيب المادة بصفة عامة مبنية على افتراض أن أى جسيم متحرك بغض النظر عن طبيعته يرتبط به حركة موجية، كما أن أية حركة موجية يرتبط بها خواص جسيمية (الأشعة الكهرومغنطيسية) . وقد تم التأكد من هذا الافتراض تجريبيا، كما أمكن تطبيق هذه النظرية على الجسيمات الصغيرة نظرا لخواصها الموجية المميزة من ناحية الطول الموجى للحركة الموجية والتى تكون فى مدى الكشف التجريبى المتاح حاليا.

الميكروسكوب الالكترونى Electron microscope

إن جميع الظواهر تقريبا التى تلازم الضوء والأشعة السينية عادة، والتى تدخل فى دراسة علم البصريات يمكن مشاهدتها بالنسبة للإلكترون. فالإلكترونات يمكن أن تنعكس وتنكسر كما يحدث بها ظاهرتا التداخل والحيود إذا أردنا ذلك، كما يمكن تجميع الالكترونات المتفرقة من نقطة كمصدر بإمرارها فى مجالين كهربى ومغنطيسى فى وضع خاص بما يجعلهما يؤديان عمل العدسات ومن هنا تم الوصول إلى أحد الأجهزة العلمية الهامة وهو الميكروسكوب الالكترونى الذى تستعمل فيه حزمة من الالكترونات غير المرئية، بدلا من شعاع الضوء المرئى ويعمل للحصول على صورة مكبرة لجسم صغير جدا وتوضيح تركيبه الدقيق حيث يمكنه أن يكبر الأشياء ٢٠٠٠٠٠ مرة. وفى الميكروسكوب الالكترونى تقوم الملفات بوظيفة العدسات ويتم التركيز البؤرىfocusing بضبط التيارات الكهربائية المارة فى الملفات وبالتالى شدة المجالات. ويتم إبصار الصورة التى يكونها الميكروسكوب الالكترونى بواسطة الحزمة الإلكترونية الساقطة على شاشة فلورسنتية وعندما يتطلب الأمرالحصول على سجلات دائمة تستبدل بالشاشة لوحة تصوير فوتوغرافية. ويزود الميكروسكوب البصرى optical microscope المعروف بعدسات تعطى عادة تكبيرا يصل إلى حوالى ١٠٠٠ مرة. وفى هذه الظروف يمكن للرائى أن يتبين نقطتين تتباعدان بمسافة٠٫٢٥ ميكرون (١ميكرون=١/١٠٠٠مم) ولايمكنه ان يتبين النقط الأكثر قربا من ذلك ، مهما كان تكبير الصورة. وتتوقف قدرة التبيين لجميع الميكروسكوبات على الطول الموجى للمضىء Illuminant المستعمل، وعلى عرض مخروط المضىء الداخل إلى عدسة الشيئية objective . ويكون للحزمة الالكترونية طول موجى ٥ × ١٠ $^{-١١}$ سم تقريبا، أو واحد من مليون من الضوء المرئى فقط. وعلى ذلك يمكن عمل تبيين resolutionأكبر بكثير.



الميكروسكوب الالكترونى النافذ

رسم توضيحى لقائم الميكروسكوب الالكترونى

ميليكان ، روبرت (١٨٦٨ - ١٩٥٣)

Milikan , Robert

ولد العالم الأمريكى روبرت ميليكان فى مدينة موريسون بولاية الينوى فى ٢٢ مارس عام ١٨٦٨. حصل على درجة البكالوريوس فى الفيزياء من كلية اوبرلين عام ١٨٩١ ثم درجة الماجستير عام ١٨٩٣ ثم درجة الدكتوراه من جامعة كولومبيا عام ١٨٩٥. وفى الفترة من ١٨٩٦– ١٩٢١ قام الدكتور روبرت ميليكان بتدريس مادة الفيزياء بجامعة شيكاغو. اشتهر" ميليكان " ببحوثه الهامة حول تعيين شحنة الالكترون بدقة وكان الجهاز الذى ابتكره لهذا الغرض مكونا من لوحين من النحاس قطر كل منهما ٢٢سم وهما موضوعان فى الهواء والبعد بينهما ١.٥سم واللوحان موضوعان داخل صندوق يحتفظ

بقدر ثابت من الضغط ودرجة الحرارة وفى هذا الجهاز يستخدم آلة دقيقة لنثر رذاذ مؤلف من قطرات زيتية صغيرة داخل الصندوق. واللوحان مثبتان فى وضع أفقى وموصلان بطرفى بطارية واللوح العادى به عدة ثقوب يمر خلالها عدة قطرات من الزيت. وفى داخل هذا الجهاز يستعان بمصدر لأشعة إكس لتأيين الغاز الموجود بداخل الصندوق كما يستخدم منظار لمراقبة حركة قطرة الزيت وتسجيل سرعتها وهى محملة بالشحنات الكهربية. وفى هذه التجربة يتم ملاحظة معدل صعود وهبوط قطرة الزيت عند تغيير الجهد الكهربى. وبهذه الطريقة تمكن روبرت ميليكان من حساب شحنة الالكترون فى عام ١٩٠٩ وفى عام ١٩١٦ تحقق ميليكان من معادلة اينشتاين الخاصة بالكهرباء الضوئية والتى تنص على أن "الطاقة الخاصة بالالكترون الضوئى تتناسب مع تردد الاشعاع الساقط، والطاقة تساوى التردد مضروبا فى ثابت بلانك". كما استطاع روبرت ميليكان من حساب قيمة ثابت بلانك بدقة بالاستعانة بتغيير طاقة الالكترون وتردد الشعاع. كما كان له بحوث أيضا فى مجال الأشعة الكونية، وهو الذى أطلق عليها هذا الاسم نظرا لقدومها من الفضاء الخارجى ، كما وضع أيضا العديد من الكتب الجامعية فى مواد الفيزياء والميكانيكا والفيزياء الجزيئية والحرارة . حصل العالم الكبير على العديد من الجوائز والميداليات، كما حصل على جائزة نوبل عام ١٩٢٣ فى الفيزياء لتعيينه شحنة الالكترون وبحوثه فى التأثير الكهروضوئى والأشعة الكونية. توفى روبرت ميليكان فى ١٩ ديسمبر ١٩٥٣ بمدينة سان فرانسيسكو بولاية كاليفورنيا عن عمر يناهز ٨٥عاما.

مليكان يساعد فى وضع أجهزة القياس لقياس الأشعة الكونية فى البالون الطائر عام ١٩٣٨

(ن)

النادى الذرى Atomic club

تعد الولايات المتحدة الأمريكية أول مؤسسة للنادى الذرى بعد أن قامت بثلاث تفجيرات لقنابل ذرية عام ١٩٤٥ ، الأولى كانت تجربة اختبار لقنبلة ذرية بالقرب من قاعدة آلاموجوردو الجوية بولاية نيومكسيكو لأمريكية فى ١٦ يوليو . وبعد أقل من شهر – فى ٦ أغسطس بتوقيت اليابان شرقا – تم إلقاء قنبلة على مدينة هيروشيما، وبعدها بيومين ألقيت قنبلة أخرى على مدينة ناجازاكى. ثم تابعت باقى الدول لالتحاق به بعد ذلك، ففى سبتمبر ١٩٤٩ تمكن الاتحاد السوفيتى (السابق) من الانضمام إلى النادى الذرى بعد أن فجر أول قنبلة ذرية له فى صحراء سيبريا، ثم تمكنت بريطانيا – بمعاونة علمائها الذين عادوا من أمريكا بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية – من إتمام صناعة قنبلتها الذرية الأولى عام ١٩٥٢ وأجرت تجربتها التفجيرية فى صحراء استراليا. وفى عام ١٩٦٠ أجرت فرنسا تجربتها الذرية الأولى فى صحراء الجزائر، تلتها الصين الشعبية فى أكتوبر ١٩٦٩ ليرتفع عدد الدول، ثم فجرت الهند قنبلتها الذرية الأولى عام ١٩٧٩. وفى تطور فجائى قامت الهند وبعدها باكستان بإجراء عدة تجارب لقنابل ذرية وهيدروجينية فى مايو ١٩٩٨.

د. النادى ، محمد (١٩١٨ – ٢٠٠١)

Mohammed El Nadi

فى ٢٧ يناير ١٩١٨ ولد العالم المصرى الدكتور محمد عبد المقصود النادى فى بلدة منية سمنود بمحافظة الدقهلية، واستكمل تعليمه ما قبل الجامعى بتفوق ملحوظ، ثم التحق بكلية العلوم جامعة القاهرة ، وتخرج منها عام ١٩٤٠ بدرجة امتياز مع مرتبة الشرف الأولى ، ثم حصل على درجة الماجستير فى ١٩٤٥ ، ليسافر بعدها فى بعثة إلى إنجلترا للحصول على درجة دكتوراه فى الفيزياء النظرية، حيث حصل عليها عام ١٩٤٨ فى جامعة لندن، ثم حصل على الدكتوراه فى العلوم عام ١٩٦٨ فى جامعة القاهرة. ولقد أجرى الدكتور النادى عقب حصوله على درجة الدكتوراه فى لندن بحوثا على الأشعة الكونية مع العالم الإنجليزي الكبير باول الحاصل على جائزة نوبل. ثم عين الدكتور النادى أستاذا بقسم الفيزياء بجامعة القاهرة عام ١٩٦١ . وانتدب لقسم الفيزياء النووية بمركز البحوث النووية بأنشاص فى الفترة

د. محمد عبد المقصود النادى
(١٩١٨ – ٢٠٠١)

(١٩٦٠–١٩٧٠) وقد أشرف سيادته على العديد من رسائل الماجستير والدكتوراه التى أجريت فى هيئة الطاقة الذرية والجامعات المصرية، كما أجريت تحت إشرافه بحوث عديدة فى الطبيعة النووية باستخدام معجل الفاندجراف فى مركز البحوث النووية بأنشاص. كذلك قام بإنشاء معمل بحوث الطاقة العالية بكلية العلوم – جامعة القاهرة بمعاونة أحد أبنائه هو المرحوم الدكتور عمر الفاروق.

ولقد اكتشف الدكتور النادى بمعاونة تلامذته جسيمًا جديدًا أطلق عليه اسم "كايرون" نسبة إلى اسم مدينة القاهرة وهذا الجسيم متعادل الشحنة وكتلته حوالى ٣ أضعاف كتلة الإلكترون. حصل العالم الكبير د. محمد النادى على جائزة الدولة التشجيعية ثلاث مرات فى سنوات ١٩٥٤ ، ١٩٦٠ ، ١٩٦٥ وكذلك حصل على وسام الاستحقاق من الطبقة الأولى. كما حصل العالم الكبير على جائزة الدولة التقديرية فى العلوم فى عام ١٩٧٨. وفى عام ١٩٩٩ حصل د. النادى على جائزة مبارك فى العلوم وهى أعلى جائزة فى مصر. توفى الدكتور النادى يوم الأحد ١٨ نوفمبر من عام ٢٠٠١.

النتاج Yield

الطاقة الكلية المتحررة فى تفجير نووى، يعبر عنها عادة بأطنان مكافئة من الديناميت (أى كمية الديناميت التى تنتج كمية مناظرة من الطاقة). ويعتبر النتاج المنخفض عادة هو ما يقل عن ٢٠ كيلو طن، النتاج متوسط الانخفاض من ٢٠ إلى ٢٠٠ كيلو طن ، والنتاج المتوسط من ٢٠٠ كيلو طن إلى ميجا طن واحد. ولم يتفق بعد على لفظ عيارى لوصف النتاج الذى يزيد عن ميجا طن واحد. (قارن: عيار القنبلة النووية)

نتاج الانشطار Fission Yield

مقدار الطاقة المنطلقة من الانشطار فى انفجار نووى حرارى (اندماج)، وذلك تمييزا لها عن الطاقة المنطلقة من الاندماج. وهو أيضا مقدار (النسبة المئوية) ما ينتجه الانشطار من نوع معين من النويدات.

نجم نووى Nuclear star

يطلق على حدث يظهر فى الألواح الفوتوغرافية أو فى الغرف السحابية على هيئة مجموعة من مسارات جسيمات متأينة تنبعث من نقطة واحدة. وهو يدل إما على انحلالات متتابعة لذرة نشيطة إشعاعيا وإما على تفاعلات نووية تحدث بفعل جسيمات الأشعة الكونية. وينجم عنها خروج جسيمات أو إشعاعات نووية متتابعة تظهر على شكل نجم فى الألواح الفوتوغرافية.

النسبة النظيرية Isotopic Ratio

العدد النسبى لذرات نظيرين أو أكثر لعنصر فى الصورة التى يوجد عليها فى الطبيعة.

نسبة الامتصاص التفاضلى
Differential absorption ratio

نسبة التركيز لنظير ما فى أحد أعضاء الجسم أو أنسجته إلى ما يصبح عليه هذا التركيز إذا ما انتشرت كمية النظير نفسها فى الجسم كله انتشارا منتظما.

نشاط إشعاعى مستحث Induced radioactivity

نشاط إشعاعى يحدث عندما ترجم المواد بنيوترونات، مثل التى تنتج من الانفجار النووى أو داخل المفاعل، أو عندما ترجم بالجسيمات المشحونة التى تنتج فى المعجلات.

نشاط نوعى Specific activity

النشاط الإشعاعى الذى يبديه نظير مشع لعنصر ما لكل وحدة وزن من ذلك العنصر فى العينة. وهو النشاط لوحدة الكتلة من نويدة مشعة خالصة، وهو أيضا النشاط لوحدة الوزن من أى عينة من مادة مشعة.

نصف قطر التصادم النيوترونى
Neutron collision radius

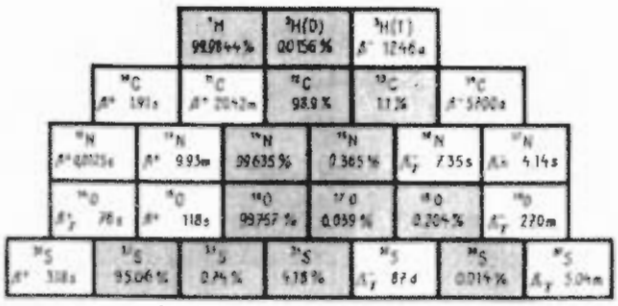
نصف قطر النواة الذى يتحدد من تجارب نفاذ النيوترونات السريعة خلال النوى. ويتميز من نصف القطر الإلكترونى الذى يتحدد من استطارة الإلكترونات السريعة من النواة.

نظائر Isotopes

النظائر هى أشكال من الذرات تحتوى أنويتها على نفس العدد من البروتونات وبذلك فهى تنتمى لنفس العنصر الكيميائى، ولكنها تختلف فى عدد النيوترونات التى تحتويها، وبذلك فهى تختلف فى رقم الكتلة. ويوصف العنصر فى تلك الحالة بأن له عدة نظائر. وتحمل نظائر العنصر نفس الخواص الكيميائية كما أن بعض النظائر وخاصة الثقيلة لا توجد فى الطبيعة بصفة عامة ولكنها تنتج صناعيا باستخدام المفاعلات والمعجلات النووية. وتوجد أغلب العناصر الكيميائية فى الطبيعة على هيئة مخاليط لنظائر مختلفة. ولا تتغير النظائر الثابتة بينما تتغير النظائر المشعة خلال وقت معين (وهو عمر النصف) وتنبعث منها إشعاعات. وأغلب العناصر الكيميائية التى لها أعداد ذرية زوجية لها عدة نظائر ثابتة (فمثلا للأكسجين ثلاثة عناصر O^{16}, O^{17}, O^{18})، أما العناصر التى لها أعداد ذرية فردية فلها نظير أو نظيران ثابتان على الأكثر. والعناصر التى لها أعداد ذرية أعلى من ٨٣ مثل الراديوم واليورانيوم تكون كل نظائرها مشعة. ويوجد للعناصر المعروفة اليوم وعددها ١١٢ عنصرا نحو من ٣٠٠ نظير ثابت، وأكثر من ١٠٠٠ نظير مشع، ٥٠ منها فقط توجد فى الطبيعة. وهناك مجالات كبيرة لاستخدام النظائر الثابتة والمشعة فى الصناعة والبيولوجيا والطب وغيرها، فهى تستخدم فى حل مشاكل القياس، ودراسة التفاعلات الكيميائية والظاهر الفسيولوجية فى النبات والحيوان والإنسان، وفى ضبط جودة الإنتاج الصناعى وفى تحويل المواد..الخ.

النظائر الثابتة Stable isotopes

تتكون العناصر الكيميائية من مخاليط من نظيرين أو أكثر. فمثلا يتكون النيتروجين الموجود فى الطبيعة من النظير الثابت N^{14} بنسبة ٩٩.٦٣٥٪ والنظير الثابت N^{15} بنسبة ٠.٣٦٥٪. ويمكن زيادة نسبة N^{15} لتصل إلى ١٠٪ وذلك باستخدام طرق فصل النظائر. كما يمكن تمييز هذا النوع من النيتروجين الطبيعى بطرق تحليل النظائر. كذلك يمكن تتبع مساره بطرق كيميائية وحيوية وفيزيائية. وتستخدم النظائر الثابتة فى حالات كثيرة، فقد أصبحت وسائل ضرورية لحل كثير من مشاكل الأبحاث الحديثة. ويمكن استخدام النظائر الثابتة فى أى مختبر كيميائى عادى بدون اتخاذ احتياطات خاصة للوقاية. كما أنه عند استخدام النظائر الثابتة، لاتحدث التغيرات الكيميائية التى تصاحب دائما استخدام النظائر المشعة. ولذلك يمكن استخدام التجهيزات المرقومة بالنظائر الثابتة بدون تردد فى البحوث الفسيولوجية فى الإنسان والحيوان. ونظرا لأن عمر النصف للنظائر المشعة المعروفة لعنصرى الأكسجين والنيتروجين –اللذين لهما أهمية بيولوجية كبيرة– قصير جدا، فإنه لايمكن استخدامها عمليا. ولذلك يجب أن يستخدم هذان العنصران بالنظائر الثابتة N^{15}, O^{18} أو O^{17}.



النظائر الثابتة (المستطيلات المظللة) والنظائر غير الثابتة «النويدات المشعة»، (المستطيلات البيضاء) لعدد قليل من العناصر الهامة.

نظائر مشعة Radioisotopes

تنقسم النظائر إلى نوعين: يعرف النوع الأول بالنظائر المستقرة، بينما يعرف النوع الثانى بالنظائر غير المستقرة أو النظائر المشعة. وتنقسم النظائر المشعة إلى نظائر طبيعية موجودة فى الطبيعة منذ

خلقها الله تعالى ، وأخرى صناعية يمكن أن ينتجها الإنسان ليستخدمها فى الأغراض المختلفة. والنظائر المشعة هى نظائر غير ثابتة تتفكك نوياتها بمرور الزمن وينتج عن ذلك إطلاق إشعاعات ذرية (وهى إما جسيمات مثل أشعة الفا وبيتا أو موجات كهرومغناطيسية مثل أشعة جاما) وتكوين نويات جديدة التى تكون إما ثابتة أو مشعة تتفكك بدورها وتعطى نويات جديدة مع إطلاق الأشعة الذرية وهكذا. ولقد وصل عدد النظائر المشعة إلى حوالى ١٠٠٠ فى عام ١٩٨٨ ويتراوح زمن العمر لهذه النظائر ما بين أجزاء من المليون من الثانية إلى أكثر من ألف مليون سنة. ولهذه النظائر استخدامات هامة، فبعضها يستخدم فى الطب، حيث يتطب نظائر ذات عمر نصف قصير أثناء العلاج، كذلك هناك بعض الاستعمالات التى تتطلب نظائر ذات عمر نصف طويل كالتى تستخدم فى التأريخ الزمنى والبطاريات النووية والساعات..الخ. هذا ولقد اتسع نطاق استخدام النظائر المشعة حتى شمل كل فروع البحث والإنتج.

مركز الشرق الأوسط الإقليمى للنظائر المشعة للدول العربية

Middle Eastern Regional Radioisotopes Center For Arab Countries

أنشىء هذا المركز فى جمهورية مصر العربية (الجمهورية العربية المتحدة حينئذ) بناء على طلب تقدمت به إلى الوكالة أعلنت فيه استعدادها لتحويل مركزها الوطنى للنظائر المشعة ومنشئاته إلى مركز إقليمى. وقرر مجلس محافظى الوكالة الدولية للطاقة الذرية الموافقة على هذا الطلب فى ٢٣ يونيو ١٩٦٠ . وفى ١٤ سبتمبر ١٩٦٢ وافق المجلس المذكور على الاتفاقية الخاصة بإنشاء مركز الشرق الأوسط الإقليمى للنظائر المشعة للدول العربية، على أن يكون مقره الرئيسى مدينة القاهرة.

وقد حددت المادة الثالثة من الاتفاقية أهداف ووظائف المركز فى القيام بتدريب المتخصصين على تطبيقات النظائر المشعة، وإجراء البحوث المتصلة بطرق استخدام النظائر المشعة. وتشجيع تطوير استعمالات النظائر المشعة فى الدول التى يخدمها المركز. وقد حددت هذه المادة النشاط والوظائف التى يباشرها المركز بما يعود على الدول المضيفة والدول المشتركة بالمنفعة ، إذ نصت المادة الثالثة الفقرة أ على ضرورة "مراعاة احتياجات الدول المضيفة والدول المشتركة عن طريق تنظيم برامج عامة وخاصة على تطبيقات النظائر المشعة فى الطب والزراعة والصناعة والطبيعة والصحة والوقاية من الإشعاعات" كما نصت الفقرة ب من هذه المادة على أن إجراء البحوث يكون فى المجالات التى تهم الدول المضيفة والدول المشتركة.

وقد نص البند الثالث عشر من الاتفاقية أن للمركز طابعا دوليا وله شخصية قانونية. وقد منحته الدولة المضيفة مقره وممتلكاته ومشتملاته كما منحته المزايا والحصانات الضرورية لتشغيله، طبقا لما جاء باتفاقية الحصانات الخاصة بالوكالة الدولية للطاقة الذرية. كما تمنح الدولة المضيفة أيضا لمجلس الإدارة والموظفين بالمركز والزائرين من الخارج الامتيازات والحصانات اللازمة لأداء وظيفتهم.

النظائر المشعة وإنتاج النفط

Radioisotopes and Crude Oil Production

تستخدم النظائر المشعة والكواشف الإشعاعية فى مجال التنقيب عن النفط واستخراجه وفى مجال الكشف عن طبيعة وتكوين الطبقات الجيولوجية ضمن الآبار، كاستخدام كواشف أشعة جاما فى تسجيل النشاط الإشعاعى الطبيعى للطبقات الصخرية لآبار النفط. كما يستخدم منبع أشعة جاما فى تحديد طبيعة الطبقات فى آبار النفط إذ تدل كثافة الأشعة المنعكسة والمتبعثرة الساقطة على الكاشف على مقدار مسامية وكثافة الطبقة المجاورة لهما، وبإنزال منبع نيترونات سريعة إلى البئر مع كاشف نترونات بطيئة يمكن تحديد الطبقات الحاملة للماء أو النفط نتيجة لوجود المواد الهيدروجينية التى تقوم بامتصاص طاقة النيترونات وإبطائها بفاعلية أكبر من المواد الأخرى. كما تستخدم النظائر المشعة فى رسم مخططات الطبقات المنفذة الحاملة للنفط وفى تحديد المسارات التى يتدفق عبرها النفط مبتعدا عن موقع البئر أو مجموعة الآبار فى الموقع وذلك بحقن مادة سائلة موسومة بمادة مشعة أو غاز موسوم بمادة مشعة حيث تتوزع هذه المادة السائلة أو الغاز فى كامل الطبقات المنفذة المتصلة مما يمكن رسم مخطط لها بإنزال كواشف أشعة فى آبار الحقل، كما تستخدم النظائر المشعة فى اكتشاف التسرب النفطى من الأنابيب فى حال وجوده من خلال حقن خط النفط بمادة مشعة ذات عمر نصف قصير ومع وجود كاشف يقوم بقياس النشاط الإشعاعى المتسرب من الخط إلى التربة المحيطة يمكن تحديد مكان التسرب من خلال قراءة المستوى الإشعاعى للمناطق التى يمر بها خط الأنابيب.

نظام التبريد الطارئ لقلب المفاعل

Emergency core cooling system

نظام صمم لتبريد قلب المفاعل، ويشمل أيضا آلية إضافية تعمل على إيقاف المفاعل فور اندلاع أى حادثة ، مثل حدوث شرخ بخط أنابيب دائرة التبريد ، أو توقف أى من أنظمة التحكم فى دائرة التبريد الأولية، وبالتالى الحيلولة دون الارتفاع الحاد فى درجة حرارة غلاف الوقود.

نظام مفاعل بدورة ثنائية

Dual - cycle - reactor system

نظام مفاعل توربينى يولد فيه جزء من البخار الذى يغذى التوربين فى المفاعل مباشرة، ويولد جزء آخر فى مبادل حرارى

منفصل، فهو جمع بين نظامى المفاعلات بالدورة المباشرة والدورة غير المباشرة.

نظام مفاعل بدورة مباشرة
Direct-cycle reactor system

نظام محطة قوى نووية يدور فيها المبرد أو المائع ناقل الحرارة خلال المفاعل أولا ثم إلى توربين مباشر. (قارن : نظام مفاعل بدورة غير مباشرة)

نظام مفاعل بدورة غير مباشرة
Indirect-cycle reactor system

نظام مفاعل ينقل فيه المبادل الحرارى الحرارة من مبرد المفاعل إلى مائع آخر ويقوم هذا المائع الثانى بدفع توربين. (انظر: نظام مفاعل بدورة مغلقة، نظام مفاعل بدورة مباشرة)

نظام مفاعل بدورة مفتوحة
Open-cycle reactor system

نظام مفاعل يمر المبرد فيه خلال قلب المفاعل مرة واحدة ثم يتم التخلص منه. (قارن: نظام مفاعل بدورة مغلقة).

نظام مفاعل بدورة مغلقة
Closed-cycle reactor system

تصميم مفاعل تنتقل فيه حرارة الانشطار الأولية إلى خارج قلب المفاعل لإنتاج شغل مفيد بواسطة مبرد يدور فى مسار مغلق تماما يتضمن مبادلا حراريا.

(انظر: نظام مفاعل بدورة مباشرة، نظام مفاعل بدورة غير مباشرة، نظام مفاعل بدورة مفتوحة)

نظرية التبادل النظائرى
Isotopic exchange theory

تنفرد النظائر المشعة لمختلف العناصر بخاصية التشابه التام فى جميع الخصائص الكيميائية والبيولوجية مع نظائرها الثابتة (غير المشعة) الموجودة طبيعيا فى أى نظام حيوى. وبالتالى فإن حدوث التبادل بين العنصر الطبيعى الثابت مع نظيره المشع لا يحدث أى تغيير أو اضطراب فى النظام الحيوى من الناحية الكيميائية أو البيولوجية. ولكن عن طريق الإشعاع التى يتميز بها النظير المشع فإنه يمكن اقتفاؤه وتقديره عمليا عن طريق أجهزة القياس الإشعاعى. وتعتبر هذه النظرية أحد الأسس العلمية لتقنية اقتفاء الأثر بالنظائر المشعة.

(انظر مواد : ذرات موسومة ، عنصر كاشف)

نظرية التخفيف النظائرى
Isotopic dilution concept

تعتمد هذه النظرية على فكرة خلط كمية معلومة من عنصر مرقوم (Labelled element) ذى نشاط إشعاعى معلوم إلى نظام حيوى يحتوى على كمية غير معلومة من نفس العنصر المضاف بحيث إنه بعد عملية الخلط والوصول إلى حالة التجانس التام (حالة الاتزان) يمكن الحصول على قيمة للنشاط الإشعاعى مخالفة للقيمة المعلومة المضافة وتتناسب هذه القيمة عكسيا مع كمية العنصر غير المعلومة سابقا والموجودة طبيعيا فى النظام الحيوى المراد اختباره. وتعتبر هذه النظرية أحد الأسس العلمية لتقنية اقتفاء الأثر. (انظر مواد : ذرات موسومة ، عنصر كاشف)

النظرية الحركية للغازات
Kinetic theory of gases

تعتبر جزيئات الغاز دقائق صلبة مرنة فى حالة حركة مستمرة تتصادم بعضها البعض كما كرات البلياردو وكذلك بجدران الإناء الذى يحتوى على الغاز. ويعزى ضغط الغاز فى الإناء إلى هذه الاصطدامات بين الغاز وجدران الإناء.

نظرية ديراك
Dirac's theory

حصل ديراك على معادلة تحدد حركة الإلكترون. وسرعان ما اكتشف أن للمعادلة حلين، أى إنه بالإضافة إلى الإلكترون (تحديد حركة الإلكترون) ، يمكن أن تستعمل هذه المعادلة لتحديد جسيم آخر. ولقد نتج عن ذلك أن هذا الجسيم يجب أن يكون مماثلا تماما للإلكترون وشحنته الكهربية موجبة. ولم يثبت صحة ذلك إلا بعد اكتشاف وجود البوزيترون فى الأشعة الكونية، كما تم العثور فى غرفة ويلسون على آثار جسيمات يمكن أن تكون للإلكترون فقط ولكنها ذات شحنة موجبة . وبعد أن أكدت التجربة باستخدام غرفة ويلسون صحة هذه النظرية، حصل ديراك (٢٨ عاما) على جائزة نوبل. وبدراسة آثار البوزيترونات فى غرفة ويلسون اكتشف الفيزيائيون فورا أن الإلكترون و لبوزيترون يقضى كل منهما على الآخر عند التقائهما. (حيث إن كتلة كلا الجسيمين قد تحولت إلى شكل آخر للمادة هى الطاقة التى يمكن حسابها بواسطة معادلة آينشتين) :

(ط = ك × ع^{٢}).

نظرية الكم
Quantum theory

النظرية التى بحسبها تنبعث طاقة الإشعاع ذى التردد المعلوم ، وتمتص على هيئة كميات منفصلة كل منها كم محدود قائم بذاته

لا يتجزأ. كما أن الذرة هى وحدة بناء المادة ، فإن "الكم" هو الوحدة العددية للطاقة. وحيث أنه لا يوجد ½ ذرة أوكسجين مثلا، ولكن يوجد: ١ ذرة ، ٢ ذرة .. ، فكذلك لا يوجد: ٢/١ "كم" من الطاقة ولكن يوجد: "كم"، ٢ "كم" ، ٣ " كم" ...الخ. ولقد ظهرت هذه النظرية على يد ماكس بلانك عام ١٩٠٠م

(انظر مادة : ماكس بلانك).

نظرية النسبية Theory of Relativity

المبدأ الذى ينص على تكافؤ صيغ القوانين الفيزيقية مهما اختلفت حركات الراصدين لها ، أو بالأحرى مهما اختلفت حركات المراجع التى تسند تلك القوانين إليها. حيث بين البرت آينشتين صاحب النظرية أنه من المستحيل معرفة أن جسيما ما فى حالة حركة أو سكون إلا بالرجوع وملاحظة جسيم آخر قريبا منه. ولقد اعتقد الكثير منذ عدة قرون أن الأرض ساكنة لا تتحرك حتى اكتشفت حركتها عندما رصد علماء الفلك الكواكب والنجوم. ولو كانت الأرض تدور وحدها فى الفضاء لما أمكن على الإطلاق معرفة إن كانت تتحرك أم لا. كما يمكن ملاحظة الشىء نفسه فى حالة راكب القطار وراكب المصعد، إذ لا يشعران بالحركة إلا بالنظر من النافذة . كما بين آينشتين أن سرعة الضوء ثابتة على الدوام. كما أثبت آينشتين أن الزمان مقدار متغير فى الكون مثل المكان وأن الزمان هو تعبير عن انتقالات رمزية فى المكان. والزمن المعروف بالساعة ، واليوم والشهر والسنة ما هو إلا مصطلحات ترمز إلى دوران الأرض حول نفسها فى مدة يوم أو ٢٤ ساعة وكذلك دوران الأرض حول الشمس فى مدة تعادل مدة سنة أى ٣٦٥ يوما، كذلك يختلف الزمن على الأرض عن الزمن فى الكواكب الأخرى. كما بين آينشتين أن الأجسام التى تسير بسرعة تقارب سرعة الضوء تزداد كتلتها بنسبة كبيرة وقد تحقق هذا فى مجال البحوث النووية فى المعجلات النووية فقد تبين أن زيادة سرعة البروتونات والإلكترونات تضاعف من كتلتها. لقد استدعى ذلك تغيير تصميم المعجلات ذات الطاقة العالية لتسمح بتعجيل البرتونات ومواجهة الزيادة فى الكتلة ومن هذه المعجلات السنكروتون والسنكروسيكلوترون والمعجل الخطى.

النظرية النسبية الخاصة (أو المحدودة)

Special (or restricted) theory of relativity

نظرية ابتكرها البرت أينشتين عام ١٩٠٥، لها أهمية عظيمة فى الفيزيقا الذرية والنووية، وهى مفيدة بصفة خاصة فى دراسات الأجسام المتحركة بسرعات تقرب من سرعة الضوء. ومن بين نتائج هذه النظرية نتيجتان لهما تطبيق فى الفيزيقا النووية، ومؤداها:

١- أن كتلة الجسم تزداد بزيادة سرعته.

٢- أن الكتلة والطاقة متكافئتان.

نظم القياس System of measurement

للقياس نظامان دوليان أساسيان:

النظام المترى، وفيه يستخدم المتر وأجزاؤه العشرية ومضاعفاته لقياس الأطوال، والكيلوجرام وأجزاؤه العشرية ومضاعفاته لقياس الأوزان، والثانية ومضاعفاتها لقياس الزمن.

والنظام البريطانى، وفيه تقاس الأطوال بالبوصة ومضاعفاتها، والأوزان بالباوند (الرطل) ومضاعفاتها، والزمن بالثانية ومضاعفاتها.

النفايات المشعة Radioactive waste

تعرف الوكالة الدولية للطاقة الذرية النفايات المشعة على أنها أى مادة تحتوى على نظائر مشعة ، أو ملوثة بهذه النظائر، ولها مستويات إشعاعية تفوق المستويات الإشعاعية المقبولة من الجهات التنظيمية ولا يبدو لها منفعة فى الوقت الحاضر أو المستقبل المنظور. وتأتى النفايات المشعة من الأنشطة التالية:

١ - عمليات التنقيب على اليورانيوم.

٢ - عمليات دورة الوقود النووى.

٣ - تشغيل المحطات النووية.

٤ - الإيقاف النهائى للمحطات النووية وإزالة التلوث.

٥ - استخدام النظائر فى الطب أو فى البحث العلمى أو غير ذلك.

٦ - إنتاج الأسلحة النووية.

ومن العوامل التى تدخل فى تصنيف النفايات المشعة ما يلى:

١ - نوع النويدات المشعة وتركيزها فى النفايات.

٢ - العمر النصفى للنويدات المشعة.

٣ - الحالة الفيزيائية للنفايات من حيث السيولة والصلابة والغازية.

٤ - طرق المعالجة والحفظ.

٥ - احتمال الانتشار فى البيئات المجاورة.

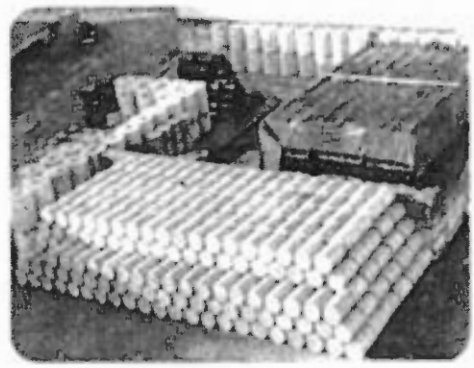
٦ - مصدر النفايات.

النفايات المشعة ذات المستويات الإشعاعية المنخفضة

Low level wastes, (LLW)

وهى النفايات التى تحوى كميات مهمة من النظائر المشعة طويلة الأمد. وتنتج هذه النفايات عن الأنشطة النووية السلمية فى الصناعة والطب والبحث العلمى وتشغيل المحطات النووية، ويمكن أن تشمل هذه النفايات القفازات المستخدمة فى تناول المواد المشعة والزجاجيات والأدوات الصغيرة والورق والمرشحات الملوثة. ويجرى

التخلص منها على نطاق واسع عن طريق الدفن السطحى أو الدفن القريب من السطح ، وفق قواعد ودراسات معينة.



تخزين النفايات منخفضة المستوى الإشعاعى ←

نفايات منخفضة المستوى الإشعاعى يمكن التعامل معها يدويا ←

النفايات المشعة ذات النشاط المتوسط

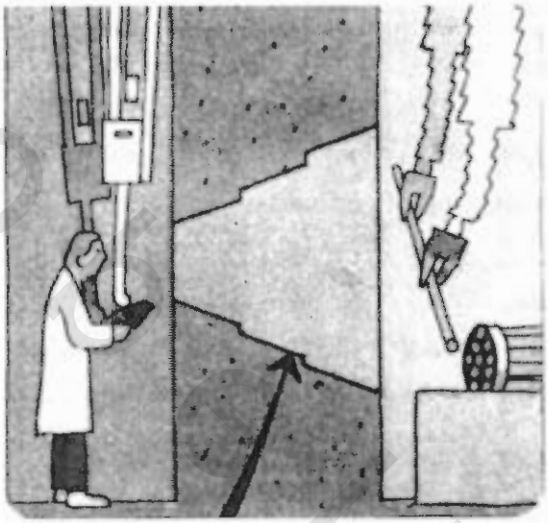
Intermediate level wastes , (ILW)

وتمتاز بأنها ذات مستويات إشعاعية ومحتوى حرارى متوسط مقارنة بالنفايات عالية الإشعاعية ، وهى تتطلب الحذر واستخدام الحواجز الواقية أثناء النقل والتداول. تشمل هذه النفايات نفايات المفاعلات النووية والأجهزة والمعدات المستخدمة لبعض العمليات فيها. ويلزم للتخلص منها اللجوء إلى عمليات معالجة مناسبة لتقليل مستوى نشاطها الإشعاعى وتقليص حجمها ومن ثم التخلص منها باستخدام طرق مشابهة لطرق التخلص من النفايات منخفضة الإشعاعية.

النفايات المشعة ذات النشاط المرتفع

High level wastes (HLW)

تنتج من عمليات إعادة معالجة الوقود المستنفذ فى المحطات النووية والتى تتم بقصد استخلاص اليورانيوم والبلوتونيوم منه . وتحتوى هذه النفايات على العناصر المشعة الناتجة من الانشطار النووى والتى تكون عادة عالية الإشعاعية وذات محتوى حرارى كبير وتعمر لمدة طويلة. وفى العادة تعامل هذه النفايات بتزجيجها فى مكعبات صلبة من الزجاج وتخزن لمدة طويلة (حوالى عشر سنوات) قبل إخضاعها لعمليات التخلص النهائى حيث تدفن فى مستودعات معزولة جيدا فى عمق الأرض.

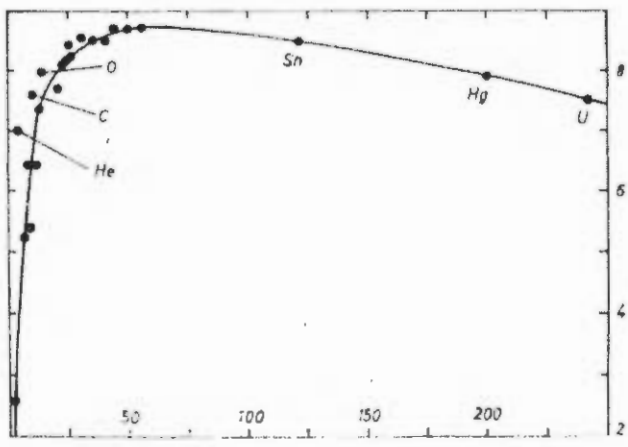


نفايات عالية المستوى الإشعاعى ←

جدار واق سميك من الخرسانة يتخلله نافذة من زجاج خاص ويتم التعامل مع النفايات بواسطة جهاز للتحكم عن بعد

النقص الكتلى Mass defect

يمكن النظر إلى النقص الكتلى، الذى يبين الفرق بين العدد الكتلى والوزن الذرى، على أنه يمثل طاقة تنطلق عند إضافة البروتونات والنيوترونات إلى النواة. فإذا أضيفت هذه الطاقة إلى النواة مرة أخرى فإن الجسيمات سوف تفقد رباطها فى هذه الحالة، ولذلك فإن النقص الكتلى ما هو إلا مقياس مدى ثبات أو استقرار النواة. ومن المفيد جدا دراسة النقص الكتلى لجميع العناصر المعروفة، ورسم المنحنى الذى يمثل تغير هذا النقص بتغير الوزن الذرى. حيث يبين هذا المنحنى أن النقص الكتلى للعناصر الخفيفة يزداد بسرعة بازدياد الوزن الذرى حتى يصل الأخير إلى ٦٠ حيث ينخفض النقص الكتلى بعد ذلك ببطء – ومعنى ذلك أن أقوى رباط بين الجسيمات هو الذى



منحنى النقص الكتلى

يحدث فى النواة التى يبلغ وزنها الذرى ٦٠ ، وأنه يمكن انبعاث طاقة اذا تحولت نواة ذات وزن ذرى منخفض إلى نواة ذات وزن ذرى مرتفع (اندماج نووى)، ومن ناحية أخرى يمكن أيضا انبعاث طاقة بتحطيم نواة ذات وزن ذرى كبير إلى نواة ذات وزن ذرى منخفض (انشطار نووى).

النقل الآمن للمواد ذات النشاط الإشعاعى
Safe transporting of radioactive material

تنقل المواد المشعة بالطرق البرية والبحرية والجوية بين مختلف دول العالم. وتعتمد تعليمات النقل الآمن الصادرة عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية على فلسفة أن تكون المواد المشعة المنقولة مغلفة بعناية لتعطى الوقاية الكافية ضد أخطار هذه المواد تحت كل ظروف النقل بما فى ذلك الحوادث المتوقعة، كما تقع مسئولية التغليف على عاتق المرسل لهذه المواد. والتغليف كما عرفته الوكالة الدولية: " هو تجميع مكونات الطرود ووضع الإشارات والتعليمات اللازمة عليه بهدف احتواء المادة المشعة ومنعها من الانتشار وإعطاء كافة البيانات الرئيسية حولها دون العمل على فتح التغليف أو إتلافه" وتختلف متطلبات التغليف الموضحة بتعليمات الوكالة وفقا لدرجة الخطورة الناتجة عن المواد المشعة المنقولة. حيث تتلخص فلسفة تعليمات النقل الآمن فى: أنه يجب التعامل مع طرود المواد المشعة كطرود المواد الخطرة الأخرى، كما أن الوقاية الإشعاعية فى النقل تعتمد على تصميم الطرد وحالته وبشكل أساسى وليس على إجراءات النقل الإدارية، أى إنه يجب الاعتماد أثناء عملية النقل على التحضير الجيد للطرود أكثر من الاعتماد على الناقلين. ومن أجل حماية الأفراد الناقلين والبيئة المحيطة من انتشار المواد المشعة فى حالة الحوادث، وتجنب الأخطار الناجمة من التعرض للإشعاعات الصادرة من الطرد ومن احتمالات حدوث التفاعل المتسلسل (الحرجية) للمواد المنقولة، وتجنب أخطار تعرض السطوح الخارجية للطرد لدرجات حرارة عالية وما يترتب على ذلك من تحطم لمكونات الطرد واحتمال انتشار الملوثات المشعة. أى من أجل تحقيق كل ذلك فقد راعت تعليمات النقل الآمن تطبيق الخطوات الآتية: التأكد من شروط تصميم الوعاء الحاوى المحققة للوقاية الكافية، تخفيض المستوى الإشعاعى الخارجى للطرود باستخدام الدروع المناسبة، ملاءمة نوع الطرد المستخدم للمواد المراد نقلها ووفق الشروط والمعايير الناظمة لذلك، والتصميم الجيد للطرود يحول دون ارتفاع حرارة السطح الخارجى للطرد والمخاطر المترتبة على ذلك.

تعليمات نقل المواد المشعة بقناة السويس
Radioactive Materials transport Regulations in Suez Canal

تتضمن " اللائحة العامة فى شأن تنظيم إجراءات الوقاية من الأخطار المترتبة على إدخال المواد ذات النشاط الإشعاعى فى جمهورية مصر العربية وعلى نقلها عبر أراضيها " الصادرة من مؤسسة الطاقة الذرية، ملحقا خاصا بتنظيم إجراءات الوقاية من الأضرار التى تنشأ عن نقل المواد النووية عبر قناة السويس. وتقضى هذه التعليمات بموافاة السكرتير العام لمؤسسة الطاقة الذرية المصرية ببيان عن شحنات المواد المشعة المراد نقلها عبر القناة ، قبل وصول السفينة حاملة الشحنة للمياه الاقليمية، أو تقديمها لمندوب المؤسسة. أما فى حالة نقل المواد الانشطارية عبر القناة فتقضى المادة الرابعة من هذه التعليمات بأن يخطر السكرتير العام ببيانها قبل تحميل السفينة من ميناء الشحن ولا يسمح بعبور مثل هذه المواد إلا بعد أخذ موافقة صريحة على العبور من مؤسسة الطاقة الذرية. كما وضعت التعليمات نظاما لرسو السفن التى تحمل مواد نووية فى الأماكن المخصصة للسفن التى تحمل مواد خطرة عند مدخلى القناة، وكذا نظمت وضع هذه السفن فى آخر القافلة أثناء العبور. وقد تضمنت التعليمات نصوصا تلزم خضوع السفن التى تعبر قناة السويس لنظام فحص -من الناحية الوقائية - تقرره مؤسسة الطاقة الذرية. كما تضمنت نصا "يعطى الحق لهذه المؤسسة فى التصرف المطلق فى شحنة المواد ذات النشاط الإشعاعى من حيث منعها من العبور أو إنزالها من السفينة إذا تبين لها خطورتها".

النماذج النووية
Nuclear models

ذكر بور أنه إذا اكتسبت الإلكترونات فى مدار ما طاقة فإنها تقفز إلى مدارات أكثر بعدا عن النواة - كذلك يمكن أن تكتسب لنواة طاقة بواسطة التصادم، وفى هذه الحالة توصف النواة بأنها فى حالة "منشطة" ، وقد وضعت نماذج نووية كثيرة لشرح هذه الطاقة - فقد مثل بور النواة بكيس من الرمل أطلق عليه طلقة عيارية فتوزعت الطاقة الحركية للطلقة بسرعة وانتظام على جميع جسيمات الرمل. كذلك وضع فرنكل (١٨٩٤ - ١٩٥٢) نموذج "نقطة السائل" الذى يعتبر من أوائل النماذج النووية والذى صادف نجاحا كبيرا فى وصف الانشطار النووى وتفكك الذرة. فقد افترض فرنكل أن الجسيم الذى يحترق الذرة إما أن يؤدى إلى تذبذب قطرة السائل التى تمثل النواة وبذلك تنقسم إلى قسمين، أو أن ترفع درجة حرارة القطرة بما يؤدى إلى تبخر الذرة. وقد دلت التجارب على أن النواة تتحلل إما إلى جسيمين متساويين فى الوزن تقريبا (الانشطار النووى) أو إلى أجزاء تطرد من النواة (نيوترونات مثلا) أو إلى سلسلة من الشظايا الصغيرة. ويمكن تسجيل مثل هذا التحلل على لوحة فوتوغرافية حيث يظهر على هيئة نجوم نووية يمكن تحليلها. فمثلا إذا امتصت نواة اليورانيوم ٢٣٨ جسيمات الفا فإنها تتفكك إلى نواة تنجستن ١٨٧ و٢٠ بروتونا و٣٥ نيوترونا. وطبق للنظريات الحالية فإنه توجد مستويات مختلفة للطاقة فى النواة، مثل تلك التى توجد فى السحابة الإلكترونية حول النواة. ولقد كان لجهود العالمين جنست (المولود سنة ١٩٠٧) وجوبرت ماير (المولود ١٩٠٦) أثر كبير فى توضيح وتطوير تلك النظرية مما أدى إلى منحهما جائزة نوبل عام ١٩٦٤.

نموذج المجموعات المتعددة Multi group model

المفاعل النووى الذى يقسم فيه الفيض الإلكترونى إلى مراحل لكل منها مدى محدد من الطاقة.

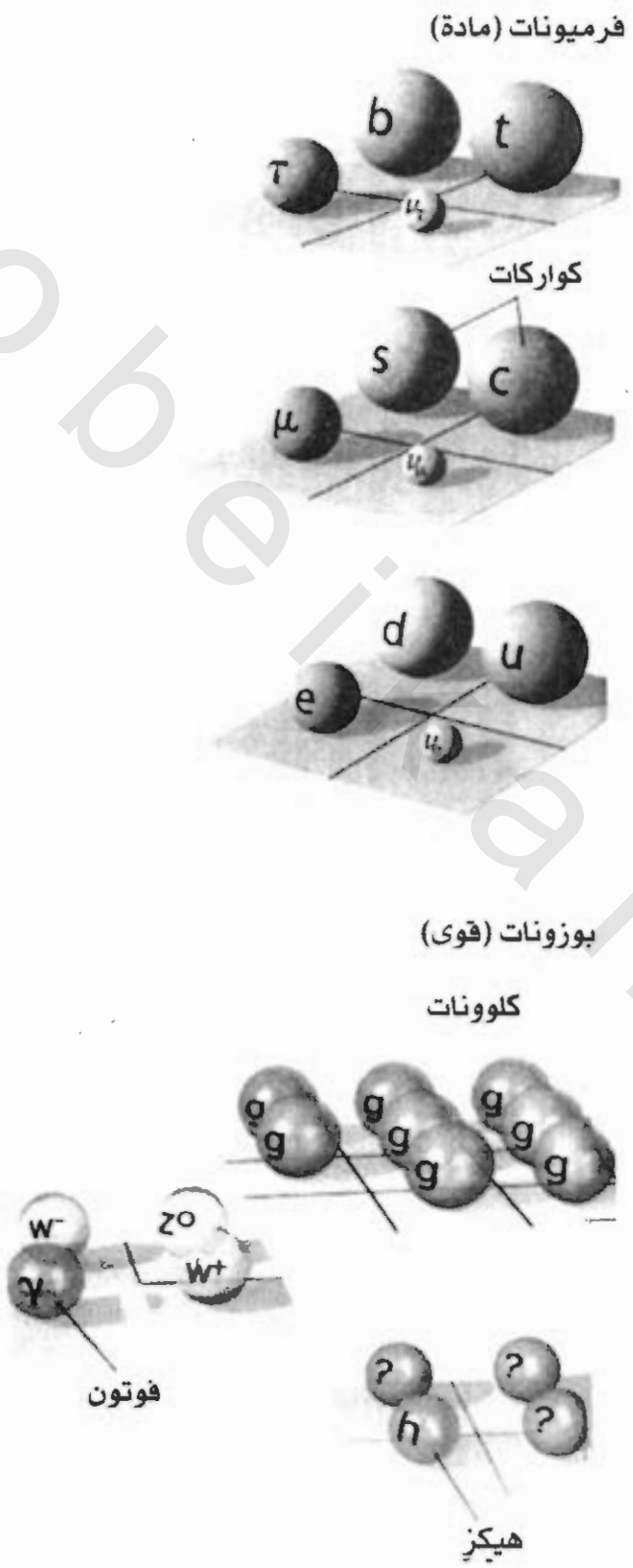
النموذج المعيارى Standard Model

يوصف النموذج المعيارى بصورة بارعة الإيجاز جميع مكونات المادة المعروفة نزولا حتى 10^{-18} متر ، وثلاثا من القوى الأربع التى تتحكم فى سلوكها. إن مكونات المادة هى ستة جسيمات تدعى لبتونات وستة تدعى كواركات. وتؤثر إحدى القوى، وهى المعروفة بالقوة الشديدة فى الكواركات فتربطها ببعضها بعضا لتشكل مئات الجسيمات المعروفة باسم هدرونات. فالبرتون والنيوترون هما هدرونان يربطهما معا أثر متبق من القوة الشديدة ليشكلا النوى الذرية. أما القوتان الأخريان فهما الكهرومغطيسية والقوة الضعيفة التى تعمل فى مدى قصير جدا فقط ولكنها هى المسئولة عن الاضمحلال الإشعاعى بيتا، وهى أساسية لدورة وقود الشمس. ويفسر النموذج المعيارى بصورة أنيقة هاتين القوتين على أنهما قوة كهرضعيفة "موحدة " تقيم علاقة بين خواصهما على الرغم من كونهما جد مختلفتين ظاهريا.

توجد جسيمات المادة فى ثلاث عائلات من أصل أربع ، تختلف كل عائلة عن غيرها فى الكتلة فقط، وتتألف المادة كلها الموجودة حولنا من جسيمات العائلة ذات الكتلة الأخف. وهذه الجسيمات هى الكواركات "العلوية" والكواركات "السفلية" والإلكترونات والنيوترينوهات الإلكترونية. ولما كانت عائلتا جسيمات المادة الأخريان سريعتى الزوال فإنهما لا توجدان إلا لبرهات قصيرة بعد أن تولدا نتيجة للتصادمات العالية الطاقة (لكن النيوترينوهات ذات عمر طويل).

إن الكواركات تلتصق ببعضها بوساطة القوة الشديدة التى تحملها الكلوونات لتشكل "الهدرونات" التى تضم البروتونات والنيوترونات التى تتحد بدورها لتشكل النوى الذرية. وتدور الإلكترونات، التى تجذبها إلى هذه النوى القوة الكهرومغناطيسية التى تحملها (جسيمات الضوء) الفوتونات، حول النوى لتشكل الذرات والجزيئات، أما التأثر الضعيف الذى تحمله جسيمات Z, W فيساعد على مد الشمس بالوقود، وهو المسؤول حين تضمحل نواة ذرية فتصدر إلكترونا ونيوترينو.

أما الثقالة، وهى أضعف القوى، فهى مألوفة لدينا أكثر من غيرها لأنها تؤثر فى الكتلة ونحن نعيش على جسم ذى كتلة كبيرة جدا هو كوكب الأرض. ويفترض أن تكون الجسيمات المسماة كرافيتونات gravitons هى التى تحمل قوة الثقالة، لكنها لم تكتشف حتى الآن، لأن القوة ضعيفة جدا، والكرافيتونات لم تُضمّن بعد بصورة ملائمة فى النموذج المعيارى.



إن كل منظومة المادة والقوى(ما عدا الثقالة) محتواة فى عدد قليل من المعادلات البسيطة المشتقة من دالة (" لا جرانجيان " المنظومة the system' Lagrangian) والتى تنتظم حول مبدأ أساسى واحد (يعرف بالتناظر المعيارى المحلى local gauge symmetry .

أما لماذا توجد فى الطبيعة ثلاث عائلات للمادة فهو سؤال من أسئلة عدة لم يجب عنها النموذج المعيارى. وباعتبار هذا النموذج أحد أعظم الانتصارات الفكرية لعلوم القرن العشرين فإنه لابد أن يكون نقطة انطلاق لوصف أكثر كمالا لقوى الطبيعة. (انظر: كوارك).

نواتج انشطارية Fission products

هى نواتج مشعة من عمليات انشطار الأنوية الثقيلة فى المفاعل النووى، بالإضافة لنويدات تكونت من التحلل الإشعاعى لهذه النويدات الناتجة من الانشطار. وهذه النواتج فى معظم الأحيان لا تدخل ضمن دائرة تبريد المفاعل، إلا فى حالة تمزق غلاف الوقود، وبالتالى فإن وجودها قد يعتبر مؤشرا على تمزق هذا الغلاف. وفى المقابل فإن تمزق الغلاف يعتبر مؤشرا أيضا على حدوث تولد للهيدروجين . وهذه النواتج من الإمكان التمييز بينها وبين نواتج التنشيط التى تظهر عادة فى دائرة تبريد المفاعل، بواسطة تكنولوجيا العد القياسى فى المختبرات.

نواة مركبة (نواة وسطى)

Compound nucleus (intermediate)

نواة مثارة تتكون كمرحلة وسطى فى تفاعل نووى مستحث، وتتميز بعمر طويل إذا قورن بالزمن الذى يستغرقه عادة جميع نووى فى اختراقه للنواة.

نويدة Nuclide

مصطلح عام يطلق على جميع الصور الذرية، وغالبا ما يستخدم خطأ مرادفا " لنظير"، الذى له تعريف محدود، ففى حين أن النظائر هى الصور المختلفة للعنصر الواحد (ومن ثم عائلة نويدات)، ولها جميعا العدد الذرى نفسه وعدد البرتونات نفسه، نجد أن النويدات تشمل جميع الصور النظيرية لجميع العناصر. وتميز النويدات بعدد ما تحتويه من البروتونات والنيوترونات وما يكمن فيها من الطاقة. (انظر: عنصر، نظائر).

النيتروجين-١٥ Nitrogen-15

للنتروجين ستة نظائر تختلف فى أوزانها الذرية، منها أربعة نظائر مشعة ذات عمر نصف قصير جدا ونظيران ثابتان يوجدان فى الطبيعة بنسبة ثابتةnatural abundance . ونظرا لقصر مدة عمر النصف فإنه يتعذر استخدام نظائر النتروجين المشعة، ولهذا فقد استخدم الباحثون النظير ^{15}N كعامل مكمل مخصب يضاف إلى النتروجين العادى ^{14}N الموجود طبيعيا فى التربة أو السماد أو أى كائن بيولوجى. وهذا ما يعبر عنه بالترقيم (labelling .. وبتقدير كمية عنصرى النتروجين الثابتين (^{15}N ، ^{14}N) فى المنتج النهائى، وباستخدام النسبة فيما بين عنصرى النتروجين الثابتين مع الأخذ فى الاعتبار النسبة الموجودة فى الطبيعة ونسبة التخصيب أمكن استخلاص المعادلات اللازمة لحساب النتائج المراد الحصول عليها.

ومن المعروف سلفا أن دورة النتروجين فى الطبيعة تشتمل على العديد من التحولات الديناميكية من الحالة الأيونية إلى المركبات العضوية فى التربة أو النبات أو الحيوان أو الإنسان نتيجة للعمليات الحيوية والبيوكيميائية والفسيولوجية، ثم تعود إلى حالتها الأولى نتيجة لعمليات التحلل بواسطة الكائنات الحية الدقيقة. وتحدث جميع هذه العمليات فى أطوار متداخلة معقدة تتفاوت فى إمكانية تقدير كمية كل منها وتحديد الصور المتواجدة عليها (معدنية عضوية، غازية) ، الأمر الذى يتعذر معه إمكانية متابعة ودراسة تحولات النتروجين فى التربة وكميات النتروجين الممتصة بواسطة النبات من مختلف مصادره (تربة وسماد وهواء) وغير ذلك مما يتعلق بدراسة كفاءة الأسمدة النيتروجينية الكيميائية أو الحيوية..الخ وغير ذلك باستخدام طرق التحليل الكيميائية التقليدية. ولهذا استحدث العلماء استخدام نظير النتروجين ^{15}N فى تقدير النتروجين للحصول على نتائج كمية على درجة عالية من الدقة والكفاءة . ومن هنا أصبح نظير النتروجين الثابت ^{15}N من أهم الطرق الحديثة والدقيقة لمتابعة دورة النتروجين الكونية وأثرها فى البيئة، هذا بالإضافة إلى الدراسات والبحوث المتعلقة بالمحافظة على البيئة عموما. فهناك ضرورة للعمل على تخفيض نسبة الفواقد النيتروجينية سواء فى المياه السطحية أو الجوفية (نترات) أو على هيئة انبعاثات من الأكاسيد النيتروجينية فى الجو.

النيوترون Neutron

جسيم أولى له كتلة أكبر قليلا من البروتون، ويوجد فى نواة كل ذرة أثقل من الهيدروجين. والنيوترون الحر غير مستقر ويتحلل بعمر نصف١٣ دقيقة إلى إلكترون وبروتون ونيوترينو. والنيوترونات هى التى تتسبب فى سلسلة الانشطار النووى فى المفاعل النووى. والنيوترونات تؤين المادة والأنسجة بصورة غير مباشرة، كما أنها تشكل خطرا كبيرا على الأجسام الحية، حيث لا تحدث تأينا وتلفا للخلايا عند مرورها فحسب، وإنما تسبب تحول جزء من الكائن الحى إلى مصدر مشع (مثل الكالسيوم فى العظام) مسببة تلفا وأضرارا شديدة ودائمة.

النيوترونات الحرارية Thermal neutrons

هى نيوترونات فى حالة توازن حرارى مع الوسط المحيط به والنيوترونات الحرارية هى تلك النيوترونات التى تبطئ بفعل المهدئ إلى سرعة متوسطة تبلغ ٢٢٠٠ متر فى الثانية (عند درجة الحرارة العادية) بعد أن كانت متحركة أصلا بالسرعات العالية جدا التى

انطلقت بها من الانشطار. وهذه السرعات الحرارية مماثلة لسرعة الجزيئات فى درجات الحرارة العادية.

والنيوترونات الحرارية أيضا، هى التى تبلغ طاقتها ٠,٠٢٥ إلكترون فلت ، ووجد أن أغلب نوى الذرات لها مقطع عرضى cross section كبير لأسر هذه النيوترونات وبالتالى فإن احتمال هذه التفاعلات يكون أكبر من غيرها. والنيوترونات الحرارية لها فعالية كبيرة للتحول النووى وعلى عكس العديد من الجسيمات الدقيقة الأخرى لا تعطى النواة إلا بعض طاقتها الحركية ، ونتيجة لذلك يؤسر النيوترون مكونا نظيرا جديدا وتنطلق أشعة جاما.

النيوترونات فوق الحرارية Epithermal neutrons

يطلق على النيوترونات التى طاقتها أكبر من طاقة النيوترونات الحرارية بالنيوترونات فوق الحرارية Epithermal neutrons، وللنيوترونات فوق الحرارية دور هام فى التفاعلات النووية التى تستخدم فى دراسة التحليلات المختلفة.

النيوترونات السريعة Fast neutrons

هى النيوترونات التى تبلغ طاقتها بين ٠,٥ كيلو إلكترون فلت إلى ١٠ ميجا إلكترون فلت. والنيوترون السريع له فرصة صغيرة على إحداث التصادم (التشتت) غير المرن ، أى إنه ينفذ فعلا فى النواة ويحث نواة مركبة غير مستقرة كالتى تصادفها فى جميع التحولات المستحثة. ويعتبر إنتاج النيوترونات عند هذا المدى قليلا نسبيا، كما يصعب الكشف عنها بأجهزة الكشف المباشر.

نيوترونات الانشطار Fission Neutrons

النيوترونات التى تتولد نتيجة حدوث الانشطار النووى.

نيترونات فورية Prompt neutrons

نيوترونات تنبعث عقب الانشطار النووى مباشرة، وأطلق عليها هذا الاسم تمييزا لها من النيوترونات الآجلة التى تنبعث بعد فترة ما من حدوث الانشطار. وتكون النيوترونات الفورية أكثر من ٩٩٪ من نيوترونات الانشطار.

نيوترونات متأخرة Delayed neutrons

نيوترونات تنبعث من منتجات الانشطار المشعة فى المفاعل على مدى ثوان أو دقائق بعد حدوث الانشطار. وتبلغ نسبة النيوترونات المتأخرة أقل من١٪، فمعظم النيوترونات فورية. والنيوترونات المتأخرة تكون اعتبارات هامة فى تصميم المفاعل، والتحكم فيه.(انظر: دولار)

نيوترينو Neutrino

جسيم غير مشحون تبلغ كتلته السكونية قدرا من الصغر لا يعتد به، إذ لا تكاد تبلغ جزءا من الفى جزء من الكتلة السكونية للإلكترون، ينبعث عند انطلاق جسيم من جنس النجاترون (إلكترون سالب) من بعض العناصر ذات الفاعلية الإشعاعية.

(هـ)

هان ، أوتو (١٨٧٩ – ١٩٦٨) Hann, Otto

أوتو هان(١٨٧٩ – ١٩٦٨)

ولد العالم " اوتو هان " فى ٨ مارس ١٨٧٩ فى مدينة فرانكفورت بألمانيا وقد بدأ فيها حياته التعليمية وفى عام ١٨٩٧ ذهب إلى مدينة هامبورج ثم إلى ميونيخ لدراسة الكيمياء وفى عام ١٩٠١ حصل اوتو هان على درجة الدكتوراه فى الكيمياء العضوية من جامعة هامبورج.

سافر أوتوهان إلى لندن فى عام ١٩٠٤ لشغفه بدراسة العناصر المشعة، وعمل مع الدكتور وليم رامزاى وقد استطاع اكتشاف الثوريوم المشع، ثم سافر إلى جامعة ماكجيل فى مونتريال عام ١٩٠٥ مع العالم الكبير رذر فورد حيث توصل إلى اكتشاف عنصر الاكتينيوم المشع ، وعاد إلى برلين عام ١٩٠٦ واكتشف العنصر المشع ميزوثوريوم، ومواصلا بحوثه فى مجال الكيمياء الإشعاعية بعد أن انضمت إليه العالمة النمساوية "ليز ميتنر". وبعد الاكتشاف الفريد للنيترون، اهتم أوتو هان ومعه زميله فرتز ستراسمان بفحص نتيجة قذف نواة ذرة اليورانيوم بالنيوترونات، ودهشوا لاكتشافهم وجود الباريوم من بين نواتج التفاعل نظرا لصغر عدده الذرى وهو ٥٦ وهو أكبر من نصف العدد الذرى لليورانيوم ونشروا تلك النتيجة فى يناير ١٩٣٩ دون تفسيرها لعدم اعتقادهم فى انشطار اليورانيوم. حيث قامت العالمة السويدية "ليزميتنر" مع ابن أختها الفيزيائى "اوتو روبرت فريتش" بقراءة هذه النتائج وتأكدوا بعد إجراء مزيد من البحوث أن نتيجة هذا التفاعل الحصول على عديد من النيوترونات أكبر من العدد اللازم لبداية الانشطار. كما أكدت النتائج إمكانية الحصول على تفاعل متسلسل وهو الذى كان مفتاح اكتشاف الطاقة الذرية والقنبلة الذرية.

حصل "هان" على جائزة نوبل فى الكيمياء عام١٩٤٤ لبحوثه المتميزة التى أدت إلى اكتشاف ظاهرة الانشطار النووى، ثم عمل رئيسا لمعهد ماكس بلانك فى الفترة(١٩٤٨-١٩٦٠).كانت وفاة العالم أوتو هان عام١٩٦٨فى مدينة جوتنجن بالمانيا عن عمر يناهز٨٩ عاما.

هدف Target

المادة المعرضة للرجم بالجسيمات (كما فى المعجل) أو للتشعيع (كما فى مفاعل البحوث) لاستحداث تفاعل نووى. وهو أيضا نويدة سبق أن تعرضت للرجم أو التشعيع.

هليوم Helium (He)

عنصر غازى بالغ الخفة لا لون له ، يستخدم فى المناطيد الحديثة لأنه أخف من الهواء وغير قابل للاحتراق أو الانفجار. رقمه الذرى (٢). نواة ذرة الهليوم - وهى تعرف بجسيم أو أشعة الفا - تتكون من بروتونين ونيوترونين، ويستفاد منها فى التجارب التى تستخدم فيها نظائر مشعة.

هون Pig

وعاء قوى التدريع يستخدم لنقل المواد المشعة أو تخزينها.

هيئة (قالب، نموذج) النفايات Waste form

هى النفايات فى شكلها الفيزيائى والكيميائى بعد معالجتها أوتهيئتها (لتصبح منتجا صلبا) وقبل عملية التعبئة.

الهيئة الدولية لوحدات الإشعاع

International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU)

هى الهيئة الدولية التى تقوم بالمراجعة المستمرة للوحدات التى يقاس بها الإشعاع ، والمنوط بها وضع التوصيات المختلفة المتعلقة بهذه الوحدات.

الهيئة العربية للطاقة الذرية

Arabic atomic energy commission

هيئة تعمل فى نطاق جامعة الدول العربية ونشأت فى إطار قرار صادر عن اجتماع الملوك والرؤساء العرب فى الإسكندرية عام ١٩٦٤ بإنشاء المجلس العلمى العربى المشترك لاستخدام الطاقة الذرية للأغراض السلمية. وقد تطور هذا المجلس بعد ذلك حثيثا مع الوقت حتى صدر قرار من مجلس الجامعة فى الدورة ٧٧ بتاريخ ٢٦ مارس ١٩٨٢ بإنشاء الهيئة العربية للطاقة الذرية فى اطار اتفاقية للتعاون العربى فى مجال الاستخدام السلمى للطاقة الذرية فى تونس. وقد نشأت الهيئة وبدأت عملها عام ١٩٨٩ فى مدينة تونس. وتهدف الهيئة إلى المساهمة فى تنمية المجتمع العربى ومسايرة التقدم العلمى عن طريق التمكن من البحوث والتقنيات الذرية وتطبيقاتها الذرية من خلال : المساعدة على توفير إمكانات البحث العلمى والتقنى فى حقل الطاقة الذرية فى الدول الأعضاء، والتنسيق بين جهود الدول العربية ونشاطاتها فى العلوم الذرية بحثا وتقنية وصناعة واستخداما، وإنشاء المعاهد والمراكز المتخصصة لإجراء البحوث والتطبيقات التى تستلزم توحيد الجهود العربية ولا تتطلب التكرار، وإعداد وتدريب القوى البشرية المؤهلة فى الاختصاصات المختلفة المطلوبة، وإعداد الخطط وتنفيذها بالطرق التى تقررها الهيئة لتوفير المواد والخامات الذرية اللازمة للصناعة الذرية وتطبيقاتها السلمية، وضع التعليمات الخاصة بالوقاية من الإشعاعات المؤينة وبأمان المنشآت الذرية والحماية المادية وتكوين جهاز عربى للتنظيم النووى ووضع نظام طوارئ نووى وتقديم المعونة الفنية للدول العربية فى حالة الحوادث النووية، ونشر المعلومات العلمية والتقنية ونتائج البحوث وتبادل المنشورات والمطبوعات والوثائق.

هيبرون Hyperon

جسيم من نوع الجسيمات الأولية قصيرة العمر، كتلته تفوق كتلة البروتون، وتقل عن كتلة الديوترون، وجميع الهيبرونات غير مستقرة وينتج عن اضمحلال نوكليون.

الهيكل الرقابى والتنظيمى Regulatory body

هو الهيئة أو النظام المؤسسى المصمم بواسطة حكومة الدولة أو الولاية ، التى تملك السلطة القانونية فى القيام بعمليات الترخيص للأنشطة النووية، من أجل إعطاء التراخيص وبذلك يتم تنظيم اختيار المواقع ، والتصميم ، والإعداد للتشغيل والمزاولة ، والتشغيل، والإيقاف النهائى، وإذا تتطلب الأمر مراقبة العمليات التالية للمنشآت النووية . وهذه الهيئة يمكن أن تكون مستقلة داخل المؤسسات العاملة فى المجال النووى ويكون لها السلطة القانونية فى تنظيم مختلف العمليات المرتبطة بالبرنامج النووى.

(و)

وابل أوجير (وابل ممتد)
Extensive shower (Auger shower)

وابل من وابلات الأشعة الكونية مصدره إلكترون أو فوتون عالى الطاقة فى طبقات الجو العليا ، يتضاعف مكونا إلكترونات وفوتونات بتفاعلات متعاقبة ، فيتكون بذلك وابل يمتد على مساحة واسعة ويقال له أحيانا وابل أوجير نسبة إليه ، أو وابل هوائى . وإذا امتد على مساحة واسعة جدا سمى وابلا هوائيا ضخما.

واط Watt

وحدة قدرة تساوى ١/٧٤٦ من قدرة حصان أو تساوى "جول" واحدا فى الثانية. كما إن الشغل ، او المقدار الكلى للطاقة ، الذى يؤديه واط واحد لمدة ساعة واحدة يسمى : واط/ساعة.

وحدة التعرض Exposure unit (x-unit)

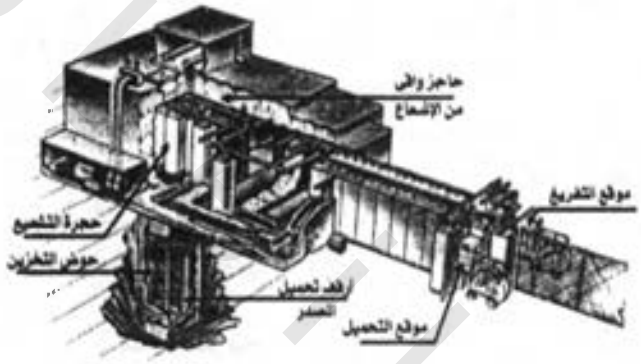
هى مقياس لكثافة تدفق الفوتونات ، ويمكن تعريفها بأنها كمية أشعة جاما أو الأشعة السينية التى تنتج فى كمية من الهواء مقدارها كيلوجرام واحد أيونات (موجبة أو سالبة) تحمل شحنة مقدارها كولوم واحد.

وحدة التعرض= ١ كولوم لكل كيلو جرام هواء . ويمكن تحويل وحدة التعرض إلى وحدات الطاقة المتصة لوحدة الكتلة بمعلومية الشحنة

$1.6 * 10^{19}$ C كولوم ، كما أن متوسط الطاقة التى تحدث تأين فى الهواء هى ٣٤ إلكترون فولت.

وحدة جاما التشعيعية Irradiation gamma unit

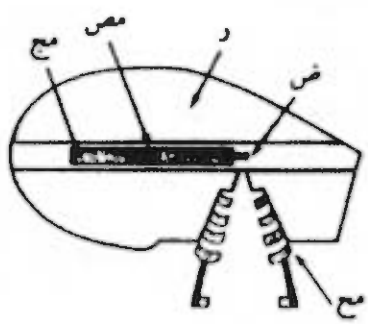
هى وحدة كوبالت-٦٠ مشعات جاما الصناعية، التى تستخدم فى العمليات التشعيعية الكبيرة ومنها حفظ الغذاء والتعقيم والعمليات الأخرى. حيث تتكون الوحدة من غرفة مدرعة بحوائط خرسانية سميكة(٢ متر)، تشمل مكونات الوحدة الرئيسية: المصدر المشع، تختلف قوته باختلاف عدد الوحدات المشعة لكوبالت -٦٠ التى توضع داخل إطارات فى حامل يرتفع وينخفض من مكان التخزين الموجود فى بئر الماء. وتشمل مجموعة السير الناقل حيث تتحرك عبوات وكميات المنتجات إلى داخل غرفة التشعيع أوتوماتيكيا عن طريق سير حامل مثبت. ويكون مرور المنتج خلال المجال الإشعاعى داخل غرفة التشعيع بمعدل تحكم دقيق ضمانا لامتصاص الجرعة الإشعاعية المطلوبة. كما تشمل لوحة تحكم لمراقبة المتغيرات التى تتحكم فى تشغيل المصدر الإشعاعى وفى متابعة عملية المعالجة الإشعاعية. تتراوح قوة المصادر الإشعاعية بين عدة آلاف كورى وأكثر من ٢ ميجا كورى. وفى حالة دخول الأفراد إلى الغرفة يخزن المصدر المشع فى قاع بئر فى أرضية غرفة مملوءة بالماء حيث إن الماء يمتص الطاقة ويحمى البيئة من الإشعاع.



شكل وحدة جاما لتعقيم المواد الطبية .

وحدة الكوبالت المشع Irradiated Cobalt unit

يطلق مصطلح وحدة الكوبالت على نظام هندسى كندى. وهذا النظام يتكون من اسطوانة من الرصاص سميكة مجوفة من الداخل. وبالقرب من ثُلث الاسطوانة الأسفل يوجد مصدر الكوبالت المشع، وهى على شكل إبر طويلة موزعة على شكل دائرة. وعلى طول المسافة من مركز المصدر وحتى قرب قمة الأسطوانة الرصاصية يتحرك مصعد صغير كهربيا. هذا بالإضافة إلى وجود تدريع رصاص اسفل منطقة تواجد المصدر المشع وكذلك هناك تدريع رصاص عند قمة الاسطوانة الرصاصية. كما أن الجهاز مزود بساعة لتحديد زمن التعرض. وتستخدم الوحدة فى عمل دراسات وبحوث فى مجال تأثير أشعة جاما على المواد المختلفة، كما تستخدم فى دراسات الفيزياء والكيمياء وعلوم الحياة والعلوم الهندسية.



يصور أساس وحدة علاج الكوبلت-٦٠، بوضع المصدر المشع الكبير من الكوبلت (مص) فى متحرك (مج) ومحاط بكتلة من الرصاص (ر) ويرى المصدر فى موضع الأمان، ويوجد ضوء موضعى (ض) مثبت فى نهاية المجر يضئ أسفل المجمع (مج) فيظهر المساحة التى ستعالج. وعند تشغيل الوحدة يتحرك مجر المصدر حتى المصدر المجمع ويشغل المكان (ض)فى الصورة فتمر أشعة جاما خارج المجمع لمعالجة المريض.

وحدة السيزيوم Cesium-137 Unit

السيزيوم عنصر من العناصر المتوسطة وله عدة نظائر منها نظير – ١٣٣ وله عدد من النظائر المشعة أهمها نظير السيزيوم – ١٣٧ والذى نحصل عليه من نواتج انشطار اليورانيوم، بعد عمليات استخلاص معقدة. ويتميز هذا النظير بأن عمر النصف له ٣٠ سنة وأن ثابت جاما له ٠,٣ رونتجن لكل ساعة، لكل كورى على بعد متر من المصدر. وينطلق منه إشعاع جاما بطاقة مقدارها ٠,٦٦ مليون إلكترون فولت. وتستخدم مصادر السيزيوم ذات النشاط الإشعاعى الضعيف فى التجارب المعملية والأبحاث. كما تستخدم المصادر ذات النشاط الإشعاعى القوى فى مجالات اختبارات الجودة والكشف عن اللحام، وتستخدم – مثل وحدات الكوبالت – فى الدراسات الخاصة بتأثير أشعة جاما على المواد. كما تستخدم أيضا إبر السيزيوم فى علاج الأورام السرطانية، حيث توضع داخل الأورام السرطانية بعمليات جراحية خاصة وتترك بالمريض لعدة أيام.

وحدة الكتلة الذرية Atomic mass unit

كتلة جزء من ستة عشر جزءا من كتلة ذرة أوفر نظائر الأكسجين وجودا فى العالم الطبيعى وتساوى١,٦٥٧ × ١٠$^{-٢٤}$ من الجرام.

وحدة الوزن الذرى Atomic weight unit

جزء من ستة عشر جزءا من متوسط وزن ذرة الأكسجين بجملة نظائره المختلفة فى الماء العذب الطبيعى وتساوى ١,٦٦٠ × ١٠ $^{-٢٤}$ من الجرام.

وزن ذرى Atomic Weight

وزن ذرة ما بالنسبة لذرات أخرى. والأساس الذى تخذ فى الوقت الحاضر لمقياس الأوزان الذرية هو الكربون، فلقد خصص لأكثر نظائر هذا العنصر شيوعا، وزن ذرى مقداره ١٢ ووحدة المقياس ١/١٢ من وزن ذرة الكربون–١٢ أو كتلة بروتون أو نيوترون تقريبا. والوزن الذرى لأى عنصر يساوى تقريبا المجموع الكلى للنيوترونات والبروتونات الموجودة فى نواته.

وسيلة نووية Device, nuclear

متفجر نووى يستخدم فى الأغراض السلمية، أو الاختبارات، أوالتجارب. ويستخدم هذا الاصطلاح لتمييز هذه المتفجرات عن الأسلحة النووية التى هى وحدات معبأة معدة للنقل أو للاستخدام بمعرفة القوات العسكرية.

وسيلة نقل الأسلحة النووية

Nuclear weapons transportation means

تتضمن وسائل نقل الأسلحة النووية، إما وسائل نقل جوية أووسائل نقل صاروخية أو نظم نقل تكتيكية. وتشمل وسائل النقل الجوية: قاذفات القنابل الثقيلة بعيدة المدى، قاذفات القنابل متوسطة المدى ومقاتلات قاذفة قادرة على حمل أسلحة نووية. وتشمل وسائل النقل الصاروخية على صواريخ أرض أرض ذوات المدى المختلف باعتبارها وسيلة نقل رئيسية لتكتسب الرؤوس النووية التى تحملها الصواريخ ملامح السلاح المطلق. أما نظم النقل التكتيكية فتشمل مدفعية ذات تسليح نووى، الغام نووية وصواريخ قصيرة المدى.

الوصلة الثنائية Junction Diode

تتكون الصمامات الثنائية لأشباه الموصلات من وصلة ثنائية عبارة عن بللورة سالبة n-type وبللورة موجبة p-type . وقبل عملية الالتصاق تكون كل من البللورة السالبة (n) والبللورة الموجبة (p) متعادلة ، وعلى ذلك فإن كثافة الشحنة (p) تكون متساوية فى البللورتين . وعند الالتصاق تنتقل الإلكترونات من البللورة السالبة عبر منطقة الاتصال وتملأ فجوات البللورة فى المنطقة القريبة من منطقة الاتصال، لذلك تنشأ منطقة على جانبى خط الاتصال خالية تماما من حاملات الشحنة. وعلى ذلك فإن كثافة الشحنة تكون بحيث تحمل المنطقة على جانبى الاتصال فى البللورة السالبة شحنة موجبة (+) بينما المنطقة المقابلة فى البللورة الموجبة تحمل شحنة سالبة (–) . ونتيجة لفقد البللورة السالبة بعض إلكتروناتها. تكتسب هذه جهدا موجبا. بينما البللورة الموجبة تكتسب جهدا سالبا لانتقال بعض الإلكترونات إليها. ونتيجة لذلك يتولد فرق جهد بينهما يتزايد تدريجيا حتى يصل إلى حد معين يكفى لمنع عبور المزيد من الإلكترونات من البللورة السالبة إلى البللورة الموجبة. ويعرف فرق الجهد عندئذ بالجهد الحاجز Parrier potential .

وضع (تحديد موضع) وقود المفاعل Positioning

هذه الكلمة تحمل معانى مختلفة فى تكنولوجيا وقود المفاعل:

١– ففى تحليلات الجودة أو ضبط جودة قضبان الوقود أو وحدات الوقود، تعنى وضع أو مكان قضيب الوقود فى وحدة الوقود. وفى بعض المفاعلات مثل مفاعلات الماء المغلى يوجد قضبان للوقود ذات خصائص نووية مختلفة فى الوحدة الواحدة. حيث إن ضبط الموضع الصحيح لقضيب الوقود يعنى أهمية خاصة فى تلك الحالات.

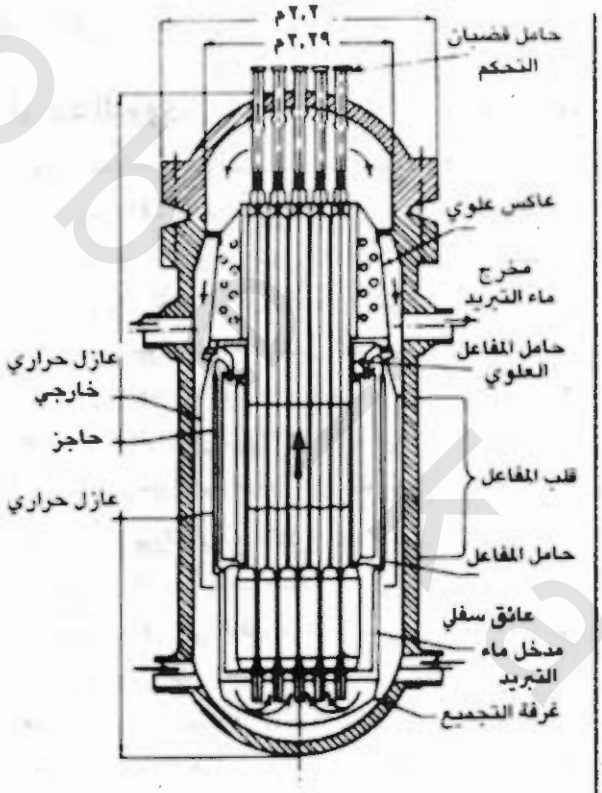
٢– فى إدارة الوقود (FUEL MANAGEMENT) تعنى مكان وحدة الوقود فى تشكيل قلب المفاعل.

وعاء أرنبى Rabbit

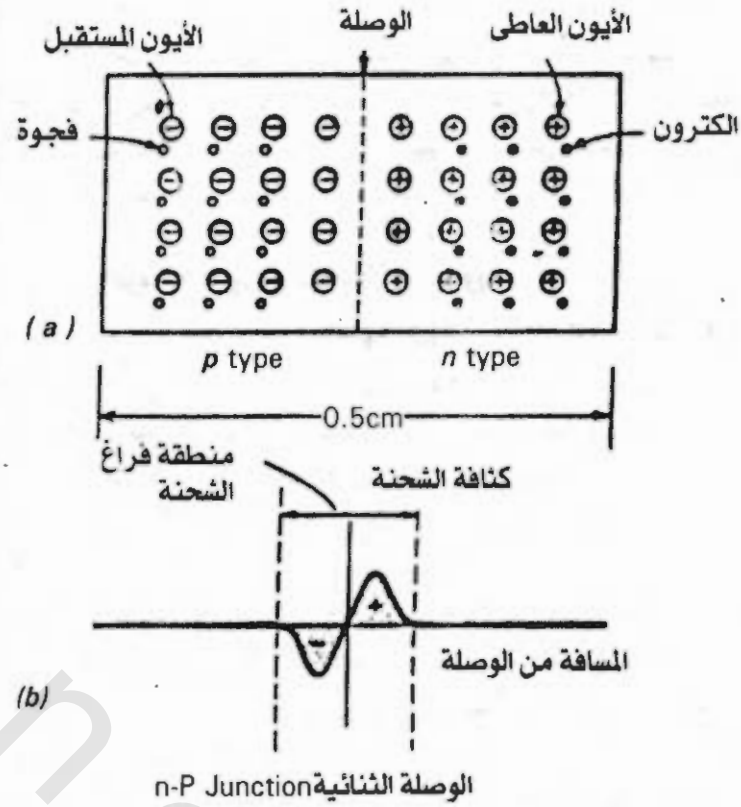
وسيلة لنقل عينة بسرعة من مكان (من باطن مفاعل بحوث مثلا) إلى مكان آخر (إلى معمل كيمياء إشعاعية مثلا). وتتكون الأوعية الأرنبية فى غالبيتها من أسطوانة صغيرة من الألومنيوم، أوالبلاستيك، تدفع داخل ماسورة طويلة بفعل ضغط الهواء.

وعاء الضغط Pressure vessel

هو الوعاء الذى يحيط بقلب المفاعل ، ويصنع عادة من الحديد غير القابل للصدأ والذى قد يزيد سمكه على ١٢ بوصة، وهو مصمم ليتحمل ضغوطا أكثر من ٣٠٠٠رطل على البوصة المربعة ودرجات حرارة تزيد عن ٢٠٠٠ درجة فهرنيت. ووعاء الضغط مصمم بحيث يسمح بمرور أنابيب التبريد والكابلات ودوائر الحماية وخلافه خارج الوعاء ويغطى وعاء الضغط من الخارج بالعوازل الواقية.



وعاء الضغط لمفاعل مبرد بالماء



الوصلة الثنائية n-P Junction

(a) الوصلة قبل الالتصاق (b) كثافة الشحنات الكهربية بعد الالتصاق

وليدة Daughter

نويدة تتكون من الاضمحلال الإشعاعى لنويدة أخرى، تسمى فى هذا المجال المنتجة أو الأم. (انظر: سلسلة إشعاعية)

وقف سريع Scram

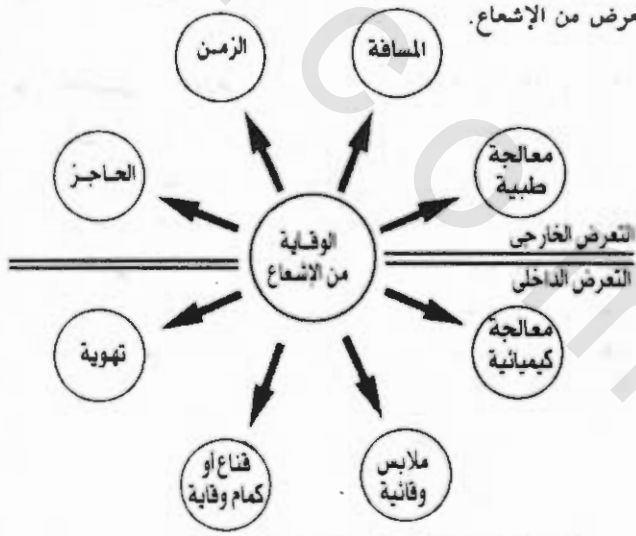
وقف عمل المفاعل النووى فجأة، ويتم عادة بادخال قضبان الأمان، ويقوم عامل تشغيل المفاعل أو أجهزة التحكم التلقائية بإبطال المفاعل إبطالا سريعا، فى حالة الطوارئ، أو عند حدوث انحرافات عن التشغيل العادى. (انظر: تفاعل نووى، انشطار نووى، المفاعل النووى)

وقف نهائى للتشغيل Decommissioning

تعنى فى الصناعة النووية ، الإجراءات التى تتخذ فى نهاية عمر عطاء المنشأة النووية ، من أجل إيقافها عن الخدمة بالطريقة التى تحقق الوقاية الكافية والأمان لكل القائمين على الإزالة ومع عدم تلوث البيئة المحيطة.والهدف النهائى لهذه الإجراءات هو منع التسرب غير

وقاية إشعاعية Radiation protection

تشريعات ولوائح توضع لحماية الجمهور والعاملين بالمعامل والمصانع من الإشعاع، وتعنى أيضا الإجراءات التى تتخذ لتقليل التعرض من الإشعاع.



شكل يوضح سبل الوقاية من مخاطر التعرض الخارجى والداخلى للاشعاعات

المحكوم أو استخدام الموقع بعد إزالة المفاعل. وتظل الحاجة لتحقيق هذا الهدف مدة تتراوح من بضع إلى مئات السنوات.وطبقا للمتطلبات القانونية والتنظيمية للمسئول بالولاية أو الدولة يمكن إيقاف المنشأة النووية أو باقى أجزائها إذا لم تكن مندمجة مع منشأة جديدة أو موجودة. وهذا التعريف لا ينطبق على المنشئات النووية المستخدمة فى استخراج أو طحن أو دفن المواد الإشعاعية .

الوقود النووى Nuclear fuel

من أهم المواد الانشطارية اليورانيوم ٢٣٥ والبلوتونيوم ٢٣٩ واليورانيوم ٢٣٣ ، واليورانيوم ٢٣٥ موجود فى الطبيعة بنسبة ٠,٧١٪ أما البيوتونيوم ٢٣٩ واليورانيوم ٢٣٣ فمن الممكن تكوينهما عن طريق مايسمى بالمواد الخصبة. أى تلك المواد التى تتحول إلى مواد انشطارية عندما تمتص نيوترونا واحدا مثل اليورانيوم ٢٣٨ الذى يتحول إلى عنصر البلوتونيوم وكذلك الحال بالنسبة إلى عنصر الثوريوم٢٣٢الذى يتحول إلى عنصر اليورانيوم٢٣٣ ، لذلك توجد دورتان هامتان للوقود النووى وهما: دورة اليورانيوم ودورة الثوريوم.

تعد دورة اليورانيوم هى الأكثر شيوعا ويتكون الوقود النووى فيها من اليورانيوم٢٣٨ مع عنصر انشطارى مثل اليورانيوم٢٣٥ فإذا كانت نسبة اليورانيوم٢٣٥فى الوقود هى نسبته فى الطبيعة أطلق على الوقود النووى وقود اليورانيوم الطبيعى مثل الذى يستخدم فى مفاعلات الماء الثقيل "الكندو" أوأحيانا فى المفاعلات المهدأة بالجرافيت. وإذا زادت نسبة اليورانيوم٢٣٥ فى الوقود عن نسبته فى الطبيعة فيقال إن الوقود مثرى أو مخصب أى مثرى بالنظير٢٣٥. ويستخدم الوقود المخصب فى مفاعلات الماء المضغوط ومفاعلات الماء المغلى. ومن مميزات الوقود المثرى هو صغر حجم المفاعل وعلو كثافته الحرارية فضلا عن إمكان استخدام المواد ذات الخصائص الميكانيكية والحرارية العالية بالرغم من الارتفاع النسبى فى معدل امتصاصها للنيوترونات.

وقود محترق Burn-up fuel

مصطلح يستخدم للإشارة إلى عملية استهلاك وقود المفاعل أوالطاقة المستفادة من هذه العملية. فعند اختبار وقود المفاعل المستخدم، يقصد به نسبة ذرات الوقود النووى التى تعرضت للانشطار. وفى حالة مفاعلات القوى يستخدم للتعبير عن كمية الطاقة المنطلقة لكل وحدة الكتل من الوقود النووى فى المفاعل. ويعبر عن الأخير عادة بوحدات ميجا وات – يوم/لكل طن من اليورانيوم. (MW.d /TU).

وقود مستهلك (مستنفذ القوة) Spent fuel

هى وحدات وقود المفاعل النووى التى تعرضت للإشعاع فى المفاعل ، والتى استعملت إلى الحد الذى لم يعد استخدامها فى المستقبل فاعلا ومفيدا.

الوكالة الدولية للطاقة الذرية
International Atomic Energy Agency (IAEA)

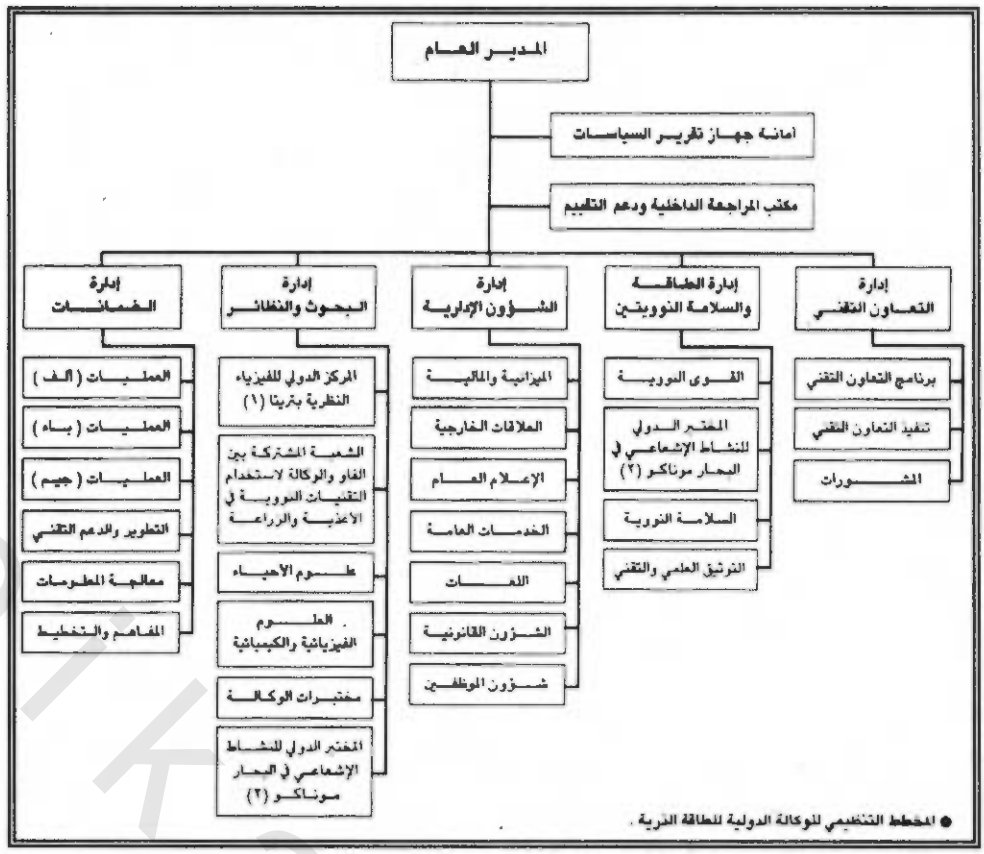
إحدى الوكالات التابعة للأمم المتحدة ، التى تعنى بالاستخدامات السلمية لهذه الطاقة فى شتى المجالات العلمية. وقد تأسست فى ٢٩ يوليو ١٩٥٧ بناءا على قرار الجمعية العامة لهيئة الأمم المتحدة بغرض توسيع ودفع عجلة الاستخدامات السلمية للطاقة الذرية فى العالم. وتعد الوكالة مركزا دوليا للخبرة فى المجالات السلمية للطاقة الذرية، ومن خلال برامجها المختلفة تقوم الوكالة بتزويد الدول الأعضاء بالاستشارات الفنية والعلمية ، وتدعم البحوث والمشاريع، وتقيم المؤتمرات والندوات ، وتقدم المنح التدريبية والبحثية.

الوكالة الأوربية للطاقة النووية
European Atomic Energy Agency (EAEA)

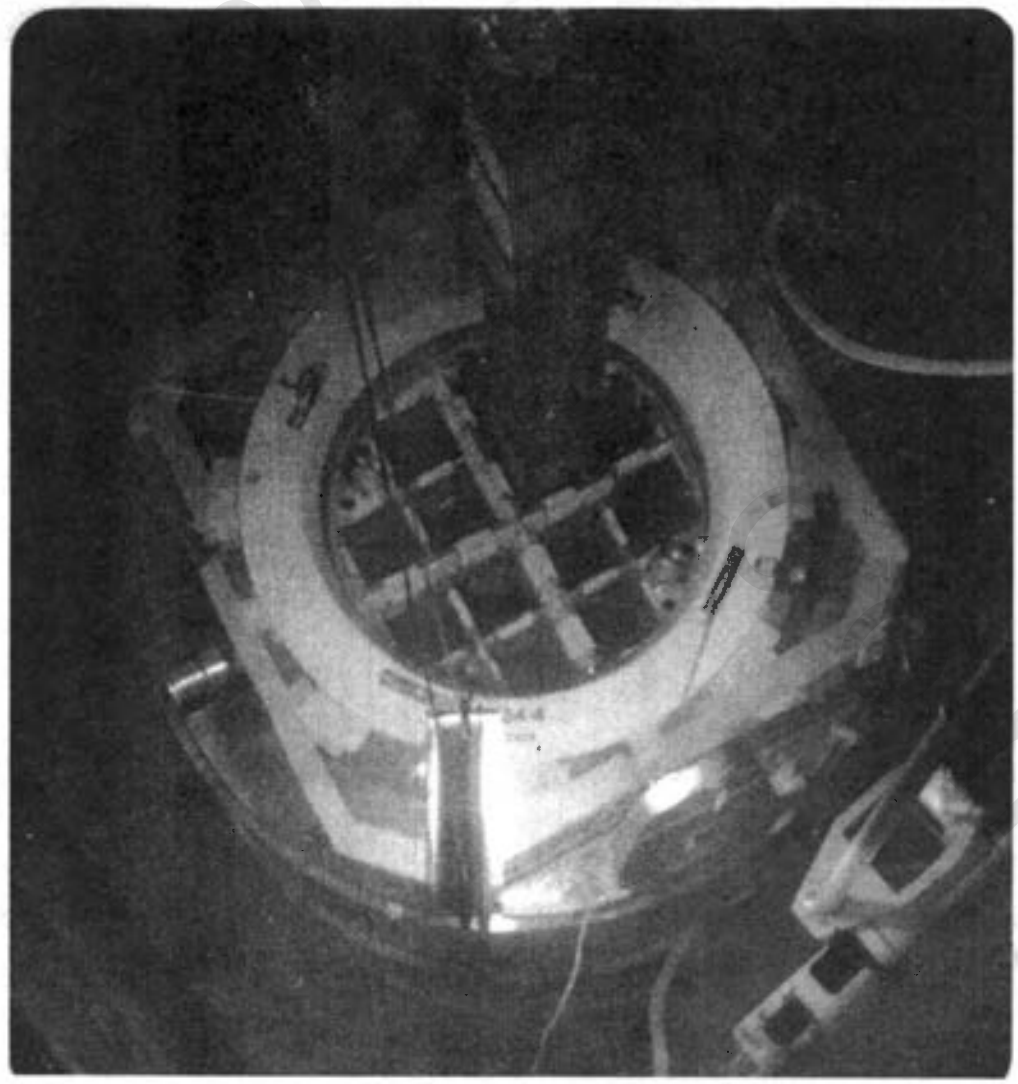
فى السابع عشر من ديسمبر ١٩٥٧ ، أنشأت "المنظمة الأوربية للتعاون الاقتصادى"، الوكالة الأوروبية للطاقة النووية، واضعة بذلك أساسا لتعاون سبع عشرة دولة فى غرب أوربا فى مجال الطاقة الذرية. وقد نصت المادة ١٠١ من النظام الأساسى للوكالة أنها "تهدف إلى زيادة إنتاج واستخدام الطاقة النووية فى الأغراض السلمية بواسطة الدول الأعضاء، بالتعاون بين هذه الدول. وتنسيق الجهود التى تبذل فى المجالات الوطنية.ولا تقتصر أعمال المنظمة فى سبيل تحقيق ذلك على كتابة ودراسة التقارير وتنسيق القواعد واللوائح التى تضعها الدول الأوربية فى هذا المجال، بل تتعدى ذلك كله إلى تشجيع تقدم العلوم النووية ببذل جهود عملية فى ميادين البحث والصناعة". لتطوير التعاون بين الدول الأوربية من غرف المؤتمرات إلى المعامل والمشاريع الصناعية النووية. ولقد ركزت الوكالة دورها فى ثلاث وظائف: أولها توحيد جهود الدول الأوربية، وثانيها، تنسيق الجهود التى تبذلها الدول الأعضاء فى ميدان الأبحاث النووية، وثالثها، العمل على خلق الظروف المناسبة لتنمية الاستخدام السلمى للطاقة النووية.

وندسكيل ، حادثة Windscale , Accident

وقعت هذه الحادثة بمفاعل وندسكيل ببريطانيا عام ١٩٥٧، وهذا المفاعل يستخدم اليورانيوم الطبيعى كوقود والجرافيت كمهدئ للنيوترونات والغاز كمبرد لقلب المفاعل، ولقد وقعت هذه الحادثة بسبب تعطل بعض أجهزة التحكم أثناء التشغيل مما نتج عنه خروج كمية من نواتج الانشطار، وقد تمت عملية حصر شامل للمنطقة المحيطة بالمفاعل والأشخاص المقيمين على مقربة منه، وكانت هناك على وجه الخصوص عملية حظر لتصدير الألبان المنتجة فى الإقليم حول المنشأة النووية، وعند فحص ٢٣٨ شخصا وجد أن ١٢٦ منهم قد أصيب بتلوث إشعاعى خفيف. وأعلى درجة تلوث ظهرت هى ١٦ ريم.



● المخطط التنظيمي للوكالة الدولية للطاقة الذرية .



إخراج الوقود المستنفذ من قلب المفاعل

(لا)

لا فلزات Non-metal

عناصر كيميائية ليست جيدة التوصيل للكهرباء والحرارة . وفى التفاعلات الكيميائية تنزع اللافلزات إلى اكتساب إلكترونات مكونة بذلك أيونات سالبة. وهى تعد من العناصر المكونة للأحماض (على خلاف العناصر المكونة للقواعد التى هى الفلزات).

(ى)

اليود – ١٣١ Iodine - 131

اليود عنصر له عديد من النظائر، المستقر منها وغير المستقر. وهو أحد نواتج الانشطار النووى ولكونه قابلا للتطاير يسهل عليه الانتشار من موقع لآخر. كما يتميز اليود بصغر عمر النصف له الذى يصل إلى ثمانية أيام، كما تنطلق منه أشعة بيتا وأشعة جاما بطاقة منخفضة (٣٦ و. مليون إلكترون فولت). يستخدم اليود المشع فى التشخيص والعلاج وذلك لصفاته الجيدة وأهمها تركيزه فى الغدة الدرقية. ولحاجة الجسم لكمية معينة منه فإذا زادت عن الاحتياج خرج الزائد منها من المنافذ الطبيعية للجسم. ولذا كان تناول كمية من مركبات اليود على صورة بودرة أو كبسولة يعمل على وقاية الأفراد من اليود المشع عند حدوث حادث نووى يصاحبه إطلاق نواتج الانشطار فى الجو.

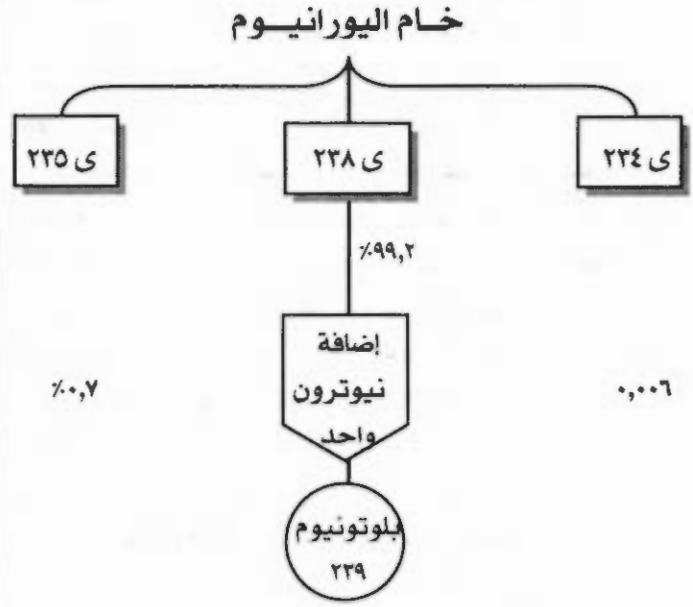
منظمة اليوراتوم (الجماعة الأوربية للطاقة الذرية) EURATOM
(European Atomic Energy Community)

كان قيام " اليوراتوم " فى اليوم الأول من يناير ١٩٥٨ خطوة فى سبيل قيام الولايات المتحدة الأوروبية، كاتحاد فيدرإلى يربطه التعاون من أجل استخدام الطاقة النووية فى الأغراض السلمية. ففى شهر أبريل ١٩٥٦ اشترك مندوبو ست دول أوروبية فى تحضير مشروع لإنشاء السوق المشتركة والجماعة الأوروبية للطاقة الذرية. ووقعت اتفاقية روما بين هذه الدول لإنشاء اليوراتوم والسوق المشتركة فى مارس ١٩٥٧ . وبدأت هاتان المنظمتان فى العمل فى اليوم لعاشر من يناير ١٩٥٨ وهذه الدول أعضاء اليوراتوم هى: بلجيكا، وفرنسا، وألمانيا الفيدرالية (الغربية سابقا)، وإيطاليا، لكسمبورج، وهولندا. ونصت المادة الأولى فى المعاهدة على أن " الجماعة سوف تعمل على رفع مستوى المعيشة فى الدول الاعضاء، وتشجيع التبادل التجارى مع الدول الأخرى بخلق الظروف المناسبة لإنشاء ونمو الصناعات النووية". وتباشر منظمة اليوراتوم نشاطها فى عدة مجالات حددتها المعاهدة ، تتضمن الأبحاث والصناعات، والصحة العامة والأمن، والإمداد بالمواد، والسياسة الخارجية المتعلقة بوظائفها كما حددتها الاتفاقية. كما يعمل اليوراتوم على زيادة وتطوير الصناعات النووية، وخلق الظروف المناسبة لذلك، بتوفير المعلومات، وإنشاء سوق نووية مشتركة، ووضع برامج استثمار مناسبة، وتوفير المعدات والآلات اللازمة. وبالإضافة إلى ذلك، يضع اليوراتوم نظام إشراف صحة السكان وتوفير أمنهم من الأخطار النووية. كما تقوم اليوراتوم بتوزيع المواد النووية والإشراف عليها، والتنسيق بين حجم الصناعات النووية التى تشرف عليها، وقدر المواد التى فى حوزتها، وتوفير نظام تداول المواد النووية وذلك عبر أجهزة فرعية خاصة بالتوزيع والرقابة. وتكمن قوة منظمة اليوراتوم دون المنظمات الأخرى، فيما اتفق عليه هؤلاء الأعضاء من إنشاء مجلس أبحاث مشتركة، ووضع نظام ينفذه الأعضاء مختارين لتجميع المعلومات والبيانات، وإنشاء جهاز مشترك يشرف على تجميع الخامات والمواد النووية وتنظيم تبادلها بين الأعضاء، والملكية المشتركة للمواد الانشطارية، واتباع سياسة خارجية موحدة فى هذا المجال.

يورانيوم Uranium

عنصر فلزى ذو نشاط إشعاعى وفعالية كيميائية. اكتشف عام ١٧٨٩ على يد العالم الألمانى كلابروت Klaproth، وقد أطلق عليه اسم يورانيوم لتخليد ذكرى اكتشاف الكوكب أورانوسUranus، وقد اعتقد كلابروت أنه حصل على فلز اليورانيوم. ولكنه ظهر فيما بعد أنه استطاع فقط أن يحصل على أكسيد اليورانيوم (يوأ٢ – UO2)، ولم يتم فصل الفلز إلا عام ١٨٤١ . يوجد فى الطبيعة فى الحجر

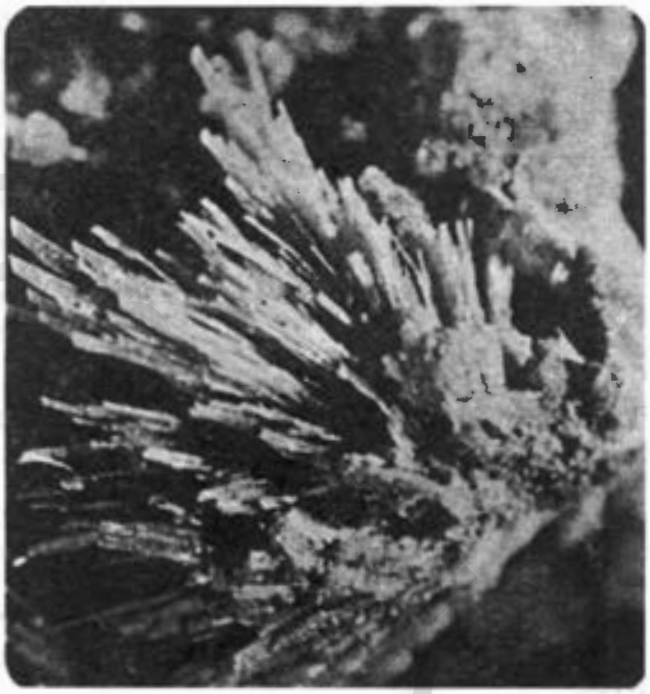
الرملى وحصى الكوارتز، ومتحدا بالأوكسجين فى بعض المعادن مثل: الكرنوتيت والبتشبلند (أكسيد اليورانيوم).



لليورانيوم ثلاثة نظائر طبيعية كتلتها الذرية: ٢٣٤/٢٣٥ / ٢٣٨ . رمزه "يو"، ومن ناحية خواصه الطبيعية ، فعدده الذرى: ٩٢، وزنه الذرى ٢٣٨,٠٣ ، نقطة الانصهار ١١٣٣ ^{0}م، ونقطة الغليان .. ٣٨ ^{0} م ، والكثافة ٥.و ١٩ جم/ سم^{3} . واليورانيوم قابل للسحب Ductile (يمكن سحبه على شكل أسلاك) ، وقابل للطرق Malleable (يسهل تشكيله) ومن ناحية المظهر فهو فلز فضى لامع. أما خواصه الكيميائية فهو فلز ذو قابلية للتفاعل. إذا سخن يتحد مباشرة مع الأكسجين ومع الهالوجينات (الفلور، الكلور، البروم، واليود). وعند٢٥٠– ٣٠٠ درجة مئوية يتحد مع الأيدروجين مكونا الأيدريد UH_3 . ويكون مع الأحماض أملاح ثلاثية ورباعية التكافؤ . وسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) مركب يغلى فى درجة حرارة منخفضة، وذو أهمية فى فصل U235 عن U238 .

منظر لنجم يورانيوم بمستوى سطح الأرض

يمكن فلق (شطر) جميع ذرات اليورانيوم–٢٣٥ عند قذف نواها بنيوترونات تتحرك بسرعة البلازما.



الشكل البللورى لخام اليورانيوم

يورانيوم أكتينى Actinouranium

الاسم الشائع لنظير اليورانيوم الذى عدده الكتلى ٢٣٥ وعمره النصفى ٨,٨ ٥ ١٠ ^ عام ، وهو الأصل الطبيعى لسلسلة الاكتنيوم الإشعاعية.

يورانيوم منضب (أو مستنفد) Depleted Uranium

يورانيوم يحتوى على النظير، يورانيوم–٢٣٥ بنسبة مئوية أقل من ٠,٧ ٪ التى يوجد بها هذا النظير فى اليورانيوم الطبيعى، ويحصل عليه من عناصر الوقود المستعملة ، أو كذيول منتجة جانبيا، أومتخلفات فى عملية فصل نظائر اليورانيوم. حيث يجمع المادة المستنفدة والمحتوية على يورانيوم –٢٣٨ لتحويلها إلى معدن البلوتونيوم المخلق لاستخدامه كوقود فى مفاعلات التوليد السريع. كما يستخدم أحيانا لكثافته العالية (ضعف كثافة الماء ١٩ مرة) لصنع مثل أوزان الجيروسكوب والموازين المقابلة والصفائح الواقية من الإشعاع للحماية من الأشعة السينية عالية الطاقة، أو أشعة جاما، كما يستفاد منه فى قليل من السبائك الخاصة . هذا ولا يزال تستخدم بعض مركباته لإكساب السيراميك المصقول ألوانا بديعة.

وأخيرا تم استخدامه عسكريا: فى تدريع الدبابات من سلسلة طراز(إبرام M1) وفى صنع القذائف الدينامية من عيارى١٠٥ مليمترات، ١٢٠مليمتر لسلسلتى الدبابات من طراز (M1) و(M60)، وفى مقذوبات برادلى من عيار ٢٥ ملليمتر ومقذوفات الطائرات من

عيار ٣٠ ملليمتر، إضافة إلى الصواريخ الدينامية ذات القدرة الفائقة على اختراق المدرعات والحصون، والقذائف الباليستية ذاتية الدفع. وقذيفة اليورانيوم المنضب إذا استخدمت ضد دبابة ما فإنها تمزق فيها وتشتعل ذاتيا إلى آلاف الدرجات الحرارية وتدمر الدبابة على الفور، كما تطلق فى الهواء أكاسيد اليورانيوم، الذى باستنشاقه يتم الإصابة بمشاكل صحية فى الكلى والكبد، كما أن الحرارة الفائقة تؤدى إلى تلاصق جزيئات اليورانيوم المنضب التى عند استنشاقها أيضا تلتصق بالرئتين وتسبب السرطان بعد فترة ما. ولقد تم استخدامه فى حرب الخليج الثانية (بين العراق والكويت) وفى حروب البلقان الأخيرة – كوسوفا – حيث أثار استخدامه ردود فعل واسعة.

د. يحيى المشد (١٩٣٢ – ١٩٨٠) Yahia El-Mashad

د. يحى المشد
(١٩٣٢ – ١٩٨٠)

ولد الدكتور يحيى المشد بمدينة بنها عام ١٩٣٢ ، حصل على بكالوريوس الهندسة قسم كهرباء جامعة الإسكندرية بتفوق، وقام بالتدريس فترة فى جامعة الإسكندرية، سافر فى بعثة عام ١٩٥٦ إلى موسكو وتخصص فى مجال التصميم والتحكم فى المفاعلات النووية وحصل على شهادة الدكتوراه. عمل فترة فى مؤسسة الطاقة الذرية فى أنشاص، عين بعدها فى قسم الهندسة النووية بجامعة الإسكندرية. تم إعارته إلى جامعة التكنولوجيا ومؤسسة الطاقة الذرية العراقية بعد أن شارك هناك فى مؤتمر علمى ببغداد عام ١٩٧٣. رغم عروض عديدة لمنحه الجنسية الأوروبية منها رفضه الجنسية النرويجية بعد أن قام بالتدريس فترة بمعاهدها. تولى اصلاح مفاعل أوزيراك الذى قامت إسرائيل بتدميره. ترأس د. يحى المشد البرنامج النووى العراقى– الفرنسى المشترك، ونجح – بجهوده فى الحصول على اليورانيوم المخصب من فرنسا، إلى جانب الحصول على اليورانيوم الذى تحتاجه العراق بعد نجاح د. يحيى المشد فى شراء أسهم الحكومة الإيرانية باسم حكومة العراق بعد تسديد ديون ايران لدى شركة الكونسورتم الفرنسية لإنتاج اليورانيوم تسلمها مندوب البرنامج فى العراق. كلفته الحكومة العراقية بالسفر إلى فرنسا للتأكد من مطابقة كمية اليورانيوم للمواصفات المتفق عليها قبل تصديرها إلى العراق. قامت السفارة الفرنسية بحجز الحجرة رقم ١٩٠٤ بفندق المريديان فى باريس، وفجأة تم العثور عليه مذبوحا فى غرفته! أجمعت التحاليل على أن الموساد الإسرائيلى هو المتهم الأول، وكان وراء اغتياله . وأكدت تحقيقات إدارة المكتب الثانى الفرنسى (المخابرات) أن ساقطة فرنسية تسللت إلى حجرة نوم د.المشد إلا أن العالم المصرى قام بطردها من الحجرة ، وعرف أن الساقطة توجهت بعد ذلك إلى مقر الموساد الإسرائيلى فى باريس وأبلغت المسئولين فيه أن العالم المصرى لايمكن استخدام النساء فى إغرائه، كما أنه لم يستسلم أمام بريق المال. وقالت تقارير الأمن الفرنسى إن اثنين من رجال الموساد صعدا بطريقة ما إلى غرفة د. المشد وانهال الاثنان عليه وهو مستغرق فى النوم بآلة حادة مما أدى إلى مصرعه فى الحال ودون أن يحس أحد من المسئولين بالفندق أو نزلائه بما حدث.يومها أذاع التليفزيون الفرنسى فى المساء تقريرا مصورا عن الحادث وعلق عليه بقوله.."إن الضحية كان من العلماء العرب المشهود لهم بالكفاءة النادرة فى العلوم النووية، والاعتقاد السائد بين المسئولين الفرنسيين بأن الحادث سوف يؤخر إنتاج العرب للقنبلة الذرية سنوات وسنوات"، أما صحيفة "يديعوت احرنوت" فقد علقت فى مقالها الافتتاحى تحت عنوان "الأوساط كلها فى إسرائيل تلقت نبأ الاغتيال بسرور"!.

ملحق جداول

الكميات الفيزيائية

obeikandl.com

obeikandl.com

(١) جدول الحروف الهجائية اليونانية

N	γ	نيو	Λ	α	الفا
Ξ	ξ	اكساى	B	β	بيتا
O	ο	اميكرون	Γ	γ	جاما
Π	π	باى	Δ	δ	دلتا
P	ρ	رو	E	ɜδ	بسلون
Σ	σ	سيجما	Z	ζ	زيتا
T	τ	تو	H	η	ايتا
ν	υ	أوبسيلون	Θ	θ	ثيتا
Φ	φ	فاى	I	ι	يوتا
X	χ	كاى	K	κ	كابا
Ψ	ψ	بساى	Λ	λ	لامدا
Ω	ω	أوميجا	M	μ	ميو

(٢) جدول المقاطع المستخدمة مع الوحدات وقيمتها

E	10^{18}	Exa	اكسا
p	10^{15}	Peta	بيتا
T	10^{12}	Tera	تيرا
g	10^{9}	Giga	جيجا
M	10^{6}	Mega	ميجا
k	10^{3}	Kilo	كيلو
h	10^{2}	Hecto	هكتو
da	10	Deka	ديكا
d	10^{-1}	Deci	ديسى
c	10^{-2}	Centi	سنتى
m	10^{-3}	milli	مللى
μ	10^{-6}	Micro	ميكرو
n	10^{-9}	Nano	نانو
P	10^{-12}	Pico	بيكو
F	10^{-15}	Femto	فيمتو
a	10^{-18}	Atto	أتو

obeikandl.com

(٣) الثوابت الأساسية Fundamental constants

الكمية	الرمز	القيمة
وحدة الكتل الذرية	و . ك . ذ - amu	١٠ * ١,٦٦٠٥٣ $^{-٢٧}$ ج ٩٣١,٤٨١ م.أ.ف
عدد أفوجادرو	ن - N_A	١٠ * ٦,٠٢٤٧٢ ^{٢٣} جرام وزن ذرى
ثابت بولتزمان	ك - k	١٠ * ١,٣٨٠٦٢ $^{-١٦}$ ارج/درجة (erg/^{0}K)
كتلة الالكترون فى حالة السكون	m_e - ك$_e$	١٠ * ٩,١٠٩٥٦ $^{-٢٨}$ جم ١٠ * ٥,٤٨٥٩٣ $^{-٤}$ و.ك.ذ
الشحنة الالكترونية	e	١٠ * ٤,٨٠٢٨٨ $^{-١٠}$ وك س esu
كتلة النيوترون فى حالة السكون	M_n	١٠ * ١,٦٧٤٩٢ $^{-٢٤}$ ج ١,٠٠٨٦٦٥ و.ك.ذ ٩٣٩,٥٥٣ م . ا .ف
كتلة البروتون فى حالة السكون	M_p	١٠ * ١,٦٧٢٦١ $^{-٢٤}$ ج ١,٠٠٧٢٧٧ و.ك.ذ ٩٣٨,٢٥٩ م.ا.ف

(٤) عوامل تحويلات الطاقة Energy conversion factors

ارج *erg*	جول *joule*	كليو وات ساعة *kilowatt-hour*	جرام-كالبورى *gram-calorie*	وحدة حرارية بريطانية *Btu*	مليون الكترون فلت(م.ا.ف) *MeV*
١	١٠ $^{-٧}$	١٠ * ٢,٧٧٨ $^{-١٤}$	١٠ * ٢,٣٨٨ $^{-٨}$	١٠ * ٩,٤٧٨ $^{-١١}$	١٠ * ٦,٢٤٢ ^{٥}
١٠ ^{٧}	١	١٠ * ٢,٧٧٨ $^{-٧}$	٠,٢٣٨٨	١٠ * ٩,٤٧٨ $^{-٤}$	١٠ * ٦,٢٤٢ ^{١٢}
١٠ * ٣.٦ ^{١٣}	١٠ * ٣,٦ ^{٦}	١	١٠ * ٨,٥٩٨ ^{٥}	٣٤١٢	١٠ * ٢,٢٤٧ ^{١٩}
١٠ * ٤,١٨٧ ^{٧}	٤,١٨٧	١٠ * ١,١٦٣ $^{-٦}$	١	١٠ * ٣,٩٦٨ $^{-٣}$	١٠ * ٢,٦١٣ ^{١٣}
١,٠٥٥	١.٥٥	١٠ * ٢,٩٣١ $^{-٤}$	٢٥٢,٠	١	١٠ * ٦,٥٨٦ ^{١٥}
١٠ * ١,٦٠٢ $^{-١٣}$	١٠ * ١,٦٠٢ $^{-١٣}$	١٠ * ٤,٤٥٠ $^{-٢٠}$	١٠ * ٣,٨٢٦ $^{-١٤}$	١٠ * ١,٥١٨ $^{-١٦}$	١

(٥) عوامل تحويلات القدرة

واط watt	كيلو واط kilowatt	ميجا واط megawatt	و.ح.ب/ساعة Btu/hr	م . ا.ف/ثانية Mev/sec
١	$١٠^{-٣}$	$١٠^{-٦}$	٣,٤١٢	$١٠^{-١٣}$ ١٠٥٦,٢٤٢
$١٠^{٣}$	١	$١٠^{-٣}$	٣٤١٢	$١٠^{-١٥}$ ١٠٥٦,٢٤٢
$١٠^{٦}$	$١٠^{٣}$	١	$١٠^{٦}$ ١٠٥٣,٤١٢	$١٠^{-١٨}$ ١٠٥٦,٢٤٢
٠,٢٩٣١	$١٠^{-٤}$ ١٠٥٢,٩٣١	$١٠^{-٧}$ ١٠٥٢,٩٣١	١	$١٠^{-١٢}$ ١٠٥١,٨٢٩
$١٠^{-١٣}$ ١٠٥١,٦٠٢	$١٠^{-١٦}$ ١٠٥١,٦٠٢	$١٠^{-١٩}$ ١٠٥١,٦٠٢	$١٠^{-١٣}$ ١٠٥٥,٤٦٦	١

obeikandl.com

(٦) جدول العناصر الكيميائية* (حسب الترتيب الأبجدى الإنكليزى)

اسم العنصر		رمزه		العدد الذرى	الوزن الذرى أو عدد الكتلة
انكليزى	عربى	انكليزى	عربى		
Actinium	أكتنيوم	Ac	كت	89	227
Aluminium	ألومنيوم	Al	لو	13	26.98
Americium	أمريسيوم	Am	مر	95	243
Antimony	أنتيمون	Sb	نت	51	121.76
Argon	أرجون	Ar	جو	18	39.944
Arsenic	زرنيخ	As	ز	33	74.91
Astatine	أستاتين	At	ستا	85	210
Barium	باريوم	Ba	با	56	137.36
Berkelium	بركليوم	Bk	بك	97	249
Beryllium	بيرليوم	Be	بير	4	9.013
Bismuth	بزموث	Bi	بز	83	209.00
Boron	بورون	B	ب	5	10.82
Bromine	بروم	Br	بر	35	79.916
Cadmium	كادميوم	Cd	كد	48	112.41
Calcium	كالسيوم	Ca	كا	20	40.80
Californium	كاليفورنيوم	Cf	كف	98	249
Carbon (graphite)	كربون	C	ك	6	12.011
Cerium	سريوم	Ce	سر	58	140.13
Cesium	سيزيوم	Cs	سز	55	132.91
Chlorine	كلور	Cl	كل	17	35.457
Chromium	كروم	Cr	كر	24	52.01
Cobalt	كوبلت	Co	كو	27	58.94
Copper	نحاس	Cu	نح	29	63.54
Curium	كوريوم	Cm	كم	96	243
Dysprosium	ديسبروسيوم	Dy	يس	66	162.51
Einsteinium	أينشتينيوم	E	ش	99	254
Erbium	إربيوم	Er	بيو	68	167.27

(*) الجداول الفنية، أنجلبرت جرايتنز، ص ٢٤١.

اسم العنصر		رمز		العدد الذرى	الوزن الذرى أو عدد الكتلة
انكليزى	عربى	انكليزى	عربى		
Europium	هيروبيوم	Eu	هر	63	152
Fermium	فرميوم	Fm	فم	100	225
Fluorine	فلور	F	فل	9	19
Francium	فرنسيوم	Fr	فر	87	223
Gadolinium	جدولينيوم	Gd	جد	64	157.26
Gallium	جاليوم	Ga	جا	31	69.72
Germanium	جرمنيوم	Ge	جر	32	72.60
Gold	ذهب	Au	ذ	79	197.0
Hafnium	هفنيوم	Hf	هف	72	178.50
Helium	هليوم	He	هـ	2	4.003
Holmium	هلميوم	Ho	هو	67	164.94
Hydrogen	هيدروجين	H	يد	1	1.0080
Indium	انديوم	In	ند	49	114.82
Iodine	يود	I	ى	53	126.91
Iridium	إريديوم	Ir	يم	77	192.2
Iron	حديد	Fe	ح	26	55.58
Krypton	كربتون	Kr	كير	36	83.80
Lanthanum	لنثانوم	La	لن	57	138.92
Lead	رصاص	Pb	ر	82	207.21
Lithium	ليثيوم	Li	لث	3	6.940
Lutecium	لوتسيوم	Lu	لت	71	174.99
Magnesium	مغنسيوم	Mg	مع	12	24.32
Manganese	منجنيز	Mg	م	25	54.94
Mendelevium	مندليفيوم	Mv	مف	101	265
Mercury	زئبق	Hg	ى	80	200.61
Molybdenum	مولبيدنيوم	Mo	مو	42	95.95
Neodymium	نيوديميوم	Nd	نيو	60	144.27
Neon	نيون	Ne	نى	10	20.183
Neptunium	نبتونيوم	Np	نب	93	237
Nickel	نيكل	Ni	نك	28	58.71

اسم العنصر		رمز		العدد الذرى	الوزن الذرى أو عدد الكتلة
انكليزى	عربى	انكليزى	عربى		
Niobium	نيوبيوم	Nb	نيب	41	92.91
Nitrogen (Azot)	نتروجين (أزوت)	N	ن	7	14.008
Nobelium	نوبليوم	No	نل	102	253
Osmium	أوزميوم	Os	مز	76	190.2
Oxygen	أوكسجين	O	أ	8	16.000
Palladium	بلديوم	Pd	بلد	46	106.4
Phosphorous (Yellow)	فوسفور	P	فو	15	30.975
Platinum	بلاتين	Pt	بلا	78	195.08
Plutonium	بلوتونيوم	Pu	بلو	94	242
Polonium	بولونيوم	Po	بل	84	210
Potassium	بوتاسيوم	K	بو	19	39.100
Praseodymium	براسوديميوم	Pr	بس	59	140.92
Promethium	بروميثيوم	Pm	مث	61	145
Protactinium	بروتكتنيوم	Pa	بت	91	231
Radium	راديوم	Ra	را	88	226.05
Radon	رادون	Rn	د	86	222
Rhenium	زنيوم	Re	نيم	75	186.22
Rhodium	روديوم	Rh	يمو	45	102.91
Rubidium	روبيديوم	Rb	بيد	37	85.48
Ruthenium	روثينيوم	Ru	ثم	44	101.1
Samarium	ساماريوم	Sa	سم	62	150.35
Scandium	سكانديوم	Sc	سك	21	44.96
Selsnium	سلنيوم	Se	سل	34	78.96
Silicon	سليكون	Si	س	14	28.09
Silver	فضة	Ag	ف	47	107.880
Sodium	صوديوم	Na	ص	11	22.991
Strontium	أسترونشيوم	Sr	ست	38	87.63
Sulphur (Yellow)	كبريت	S	كب	16	32.006
Tantalum	تنتالم	Ta	تا	73	180.95

اسم العنصر		رمزه		العدد الذرى	الوزن الذرى أو عدد الكتلة
انكليزى	عربى	انكليزى	عربى		
Technetium	تكنتيوم	Tc	تك	43	99
Tellurium	تيلوريوم	Te	تيل	52	127.61
Terbium	تربيوم	Tb	تر	65	158.93
Thallium	ثاليوم	Ti	ثا	81	204.39
Thorium	ثوريوم	Th	ثو	90	232.05
Thulium	ثليوم	Tm	ثل	69	168.94
Tin	قصدير	Sn	ق	50	118.70
Titanium	تيتانيوم	Ti	تى	22	47.90
Tungsten	تنجستن (ولفرام)	W	تن	74	183.76
Uranium	يورانيوم	U	يو	92	238.07
Vanadium	فاناديوم	V	فا	23	50.95
Xenon	زينون	Xe	نو	54	131.30
Ytterbium	يتربيوم	Yb	يت	70	173.04
Yttrium	يتريوم	Yt	يتر	39	88.92
Zinc	خارصين (زنك)	Zn	خ	30	65.38
Zirconium	زركونيوم	Zr	كن	40	91.22

obeikandl.com

(٧) السلاسل الإشعاعية

(١) سلسلة الاكتنيوم

العنصر	الرمز		الإشعاع المنبعث		العمر النصفى
يورانيوم	٢٣٥ يو	α	٧,١٣ × ١٠ ^٨		عام
ثوريوم	٢٣١ ثو	β	٢٥,٦		ساعة
بروتواكتنيوم	٢٣١ بت	α	٢,٤٣ × ١٠ ^٤		عام
أكتنيوم*	٢٢٧ كنت	β α	(٩٨,٨٪) (١,٢٪)	٢١,٨	عامًا
ثوريوم	٢٢٧ ثو	α	١٨,٤		يومًا
فرانسيوم	٢٢٣ فر	β	٢١		دقيقة
راديوم	٢٢٣ را	α	١١,٧		يومًا
رادون	٢١٩ د	α	٣,٩٢		ثانية
بولونيوم*	٢١٥ بل	α β	(~ ٥ × ١٠ ^-٤ ٪) (~ ٥ × ١٠ ^-٤ ٪)	١,٨٣ × ١٠ ^-٣ ١,٨٣ × ١٠ ^-٣	ثانية ثانية
رصاص	٢١١ ر	β	٣٦,١		دقيقة
استاتين	٢١٥ ستا	β	~ ١٠ - ٤		ثانية
بزموث*	٢١١ بز	α β	(٩٩,٧٪) (٠,٣٪)	٢,١٦	دقيقة
بولونيوم	٢١١ بل	α	٠,٥٢		ثانية
ثاليوم	٢٠٧ ثا	β	٤,٧٨		دقيقة
رصاص	٢٠٧ ر	مستقر			–

(*) يضمحل بانبعاث كل من ألفا وبيتا بنسب محددة من أحداث الاضمحلال كما هو مبين.

obeikandl.com

(٢) سلسلة الثوريوم

العنصر	الرمز		الإشعاع المنبعث	العمر النصفى
ثوريوم	٢٣٥ يو	α	$١٠ \times ١,٣٩$	عام
راديوم	٢٢٨ ر	β	٦,٧	أعوام
أكتنيوم	٢٢٨ كنت	β	٦,١٣	ساعة
ثوريوم	٢٢٨ ثو	α	١,٩١	عام
راديوم	٢٢٤ را	α	٣,٦٤	أيام
رادون	٢٢٠ د	α	٥٢	ثانية
بولونيوم	٢١٦ بل	α	٠,١٦	ثانية
رصاص	٢١٢ ر		١٠,٦	ساعة
بزموث*	٢١٢ بز	β (٦٦,٣٪)	٦٠,٥	دقيقة
		α (٣٣,٧٪)		
بولونيوم	**٢١٢ بل**	α	$١٠ \times ١,٣^{-٧}$	ثانية
ثاليوم	٢٠٨ ثا	β	٣,١	دقيقة
رصاص	٢٠٨ ر	مستقر		

(*) يضمحل بانبعاث كل من ألفا وبيتا بنسب محددة من أحداث الاضمحلال كما هو مبين.

obeikandl.com

(٣) سلسلة النبتونيوم

العنصر	الرمز		الإشعاع المنبعث		العمر النصفى
بلوتونيوم	٢٤١ بلو	β	١٣,٢		عامًا
أمريسيوم	٢٤١	α	٤٦٢		عامًا
نبثونيوم	٢٣٧ بنت	α	$٢,٢٠ \times ١٠^{٦}$		عام
بروتواكتنيوم	٢٣٣ بت	β	٢٧,٤		يوم
يورانيوم	٢٣٣ بو	α	$١,٦٢ \times ١٠^{٥}$		عام
ثوريوم	٢٢٩ ثو	α	$٧,٣٤ \times ١٠^{٣}$		عام
راديوم	٢٢٥ را	β	١٤,٨		يومًا
أكتنيوم	٢٢٥ كت	α	١٠,٠		أيام
فرانسيوم	٢٢١ فم	α	٤,٨		دقيقة
استاتين	٢١٧ ستا	α	$١,٨ \times ١٠^{-٢}$		ثانية
بزموث*	٢١٣ بز	β α	(٩٨٪) (٢٪)	٤٧	دقيقة
بولونيوم	٢١٣ بل	α	$٤,٢ \times ١٠^{-٦}$		ثانية
ثاليوم	٢٠٩ ثا	β	٣,٢		دقيقة
رصاص	٢٠٩ ر	β	٣,٣٢		ساعة
بزموث	٢٠٩ بز	مستقر			

(٥) يضمحل بانبعاث كل من ألفا وبيتا بنسب محددة من أحداث الاضمحلال كما هو مبين.

obeikandl.com

(٤) سلسلة اليورانيوم

العنصر	الرمز		الإشعاع المنبعث		العمر النصفى
يورانيوم	٢٣٨ يو	α	٤,٥١ × ١٠^{٩}		عام
ثوريوم	٢٣٤ ثو	β	٢٤,١		يومًا
بروتواكتنيوم**	٢٣٤ بت	α	١,١٨		دقيقة
يورانيوم	٢٣٤ يو	α	٢,٤٨ × ١٠^{٥}		عام
ثوريوم	٢٣٠ ثو	α	٨٠ × ١٠^{٤}		عام
راديوم	٢٢٦ را	α	١,٦٢ × ١٠^{٣}		عام
رادون	٢٢٢ د	α	٣,٨٢		أيام
بولونيوم*	٢١٨ بل	α (٪٩٩,٩٨) β (٪٠,٠٢)	٣,٠٥		دقيقة
رصاص	٢١٤ ر	β	٢٦,٨		دقيقة
استاين	١٢٨ ستا	α	٢		ثانية
بزموث*	٢١٤ بز	β (٪٩٩,٩٦) α (٪٠,٠٤)	١٩,٧		
بولونيوم	٢١٤ بل	α	١,٦ × ١٠$^{-٤}$		ثانية
ثاليوم	٢١٠ ثا	β	١,٣٢		دقيقة
رصاص	٢١٠ ر	β	١٩,٤		عامًا
بزموث*	٢١٠ بز	β (~٪١٠٠) α (٢ × ١٠$^{-٤}$٪)	٥,٠٠		أيام
بولونيوم	٢١٠ بل	α	١٣٨,٤		يومًا
ثاليوم	٢٠٦ ثا	β	٤,٢٠		دقيقة
	٢٠٦ ر	مستقر			–

(**) يجرى البروتواكتنيوم أيضا عملية تحول أيسومرى فى ٠,١٢% من أحداث الاضمحلال. ويتخذ الايسومر لعنصر ٢٣٤ بت حالة طاقة منخفضة. وبعد ذلك تضمحل بانبعاث بيتا بعمر نصفى مدته ٧,٦ ساعة لتكوين ٢٣٤ يو.

(*) يضمحل بانبعاث كل من ألفا وبيتا بنسب محددة من أحداث الاضمحلال كما هو مبين.

obeikandl.com

٨ – منتجات الانشطار الأولية الأساسية

النظير	الرمز	عمر النصف
سترونشيوم–٨٩	ست–٨٩ ^{89}Sr	٥٣ يومًا
سترونشيوم –٩٠	ست– ٩٠ ^{90}Sr	٢١ عاما
ايتريوم - ٩٠	يتر – ٩٠ ^{90}Y	٦٤,٢ ساعة
ايتريوم – ٩١	يتر – ٩١ ^{91}Y	٥٧ يومًا
زركونيوم – ٩٥	كن – ٩٥ ^{95}Zr	٦٥ يومًا
نيوبيوم – ٩٥ (كولومبيوم)	نيب – ٩٥ ^{95}Nb	٣٥ يومًا
مولبيدنيوم– ٩٩	مو – ٩٩ ^{99}Mo	٦٨,٣ ساعة
روثينيوم –١٠٣	ثم – ١٠٣ ^{103}Ru	٣٩,٨ يومًا
روثينيوم – ١٠٦	ثم– ١٠٦ ^{106}Ru	١ عام
روديوم – ١٠٣	رو–١٠٣ ^{103}Rh	٥٧ دقيقة
روديوم –١٠٦	رو– ١٠٦ ^{106}Rh	٣٠ دقيقة
تليريوم – ١٣٢	تلر– ١٣٢ ^{132}Te	٧٧,٧ ساعة
يود– ١٣١	ى– ١٣١ ^{131}I	٨,١ يومًا
يود – ١٣٢	ى– ١٣٢ ^{132}I	٢,٤ ساعة
زينون– ١٣٣	نو– ١٣٣ ^{133}Xe	٥,٢٧ يومًا
سيزيوم –١٣٧	سز– ١٣٧ ^{137}Cs	٣٠ عاما
باريوم – ١٣٧	با–١٣٧ ^{137}Ba	٢,٦ دقيقة
باريوم – ١٤٠	با– ١٤٠ ^{140}Ba	١٢,٨ يومًا
لانثانوم –١٤٠	لن – ١٤٠ ^{140}La	٤٠ ساعة
سيريوم –١٤١	سر – ١٤١ ^{141}Ce	٣٢,٥ يومًا
سيريوم – ١٤٤	سر– ١٤٤ ^{144}Ce	٢٩٠ يومًا
باراسيوديميوم– ١٤٣	بس– ١٤٣ ^{143}Pr	١٣,٧ يومًا
اباراسيوديميوم– ١٤٤	بس– ١٤٤ ^{144}Pr	١٧,٥ دقيقة
نيوديميوم– ١٤٧	نيو–١٤٧ ^{147}Ne	١١ يومًا
بروميثيوم– ١٤٧	مث – ١٤٧ ^{147}Pm	٢,٦ عام
بروميثيوم– ١٤٩	مث – ١٤٩ ^{149}Pm	٥٤ ساعة

(٩) أمثلة لبعض النظائر المشعة واستخداماتها المختلفة

النظير المشع	الاستخدام
أميرسيوم-٢٤١	أجهزة الإنذار ضد الحريق
أميرسيوم-٢٤١+بريليوم	قياس نسبة الرطوبة-حفر آبار البترول والغاز
الذهب- ١٩٨	الأبحاث واقتفاء الأثر
الكربون- ١٤	الأبحاث واقتفاء الأثر
الكوبالت ٥٧، ٥٨، ٦٠	تشخيص الأمراض وفى الصناعة
الكروم-٥١	تشخيص الأمراض
السيزيوم-١٣٧	قياس نسبة الرطوبة-علاج الأمراض - حفر آبار البترول والغاز- قياس الكثافة وتحديد المستوى
الجاليوم- ٦٧	تشخيص الأمراض
ترتيوم	الأبحاث واقتفاء الأثر- حفر آبار البترول والغاز
اليود- ١٢٥	استخدامات طبية- الأبحاث واقتفاء الأثر
اليود- ١٣١	تشخيص وعلاج الأمراض
الريديوم-١٩٢	حفر آبار البترول والغاز
كريبتون-٨٥	قياس السمك
نيوديميوم- ١٤٧	الأبحاث واقتفاء الأثر
سترونشيوم-٩٠	قياس السمك
تكنيتيوم	تشخيص الأمراض
ثاليوم-٢٠١	تشخيص الأمراض

١٠ – تصنيف الكواشف الإشعاعية

(أ) تصنيف الكواشف حسب طبيعة تفاعل الإشعاع مع المادة

التفاعل	وسط الكاشف	نتيجة التفاعل (مخرج الكتشف)	نوع الكاشف
التأين	- غاز - صلب	نبضات تيار كهربية	- كواشف غازية - كواشف انصاف نواقل
إثارة الذرات والجزئيات	صلب – سائل	ومضة من الضوء	الكواشف الوميضية
تحول كيميائى	صلب – سائل	تغير فى اللون	كواشف الأثر الضوئى
خلق مصايد من الالكترونات	صلب	لإصدار ضوء أو جسيمات	كواشف التألق الضوئى كواشف التألق الحرارى
خلق عيوب	صلب	أثر يدل على التفاعل	كواشف الأثر الصلبة

(ب) تصنيف الكواشف حسب طريقة الكشف

النموذج	كشف حدث فرد	كشف عدد من الجسيمات
كهربائى	حجرة التأين عداد تناسبى عداد جايجر – ميللر عداد نصف ناقل حجرة الشرارة	حجرة التأين
ضوئى	عداد وميض عداد شيرنكوف مستحلب التصوير حجرة الضباب حجرة الفقاعات حجرة الشرارة	الاسوداد التصويرى تخرب المادة الكواشف الكيميائية

١١ - جدول المقارنة بين أنواع المفاعلات المنتشرة فى العالم

م	الخواص	عنصر المفاضلة	مفاعلات التبريد الغازى والجرافيت	مفاعلات الماء العادى المضغوط	مفاعلات الماء العادى المغلى	مفاعلات الماء الثقيل
١	نوع الوقود	عدم وجود احتكار الوقود	يورانيوم طبيعى لا يخضع لاحتكار الدول الكبرى.	الوقود مخصب ولايمكن استغناء الدول الكبرى عن هذا الوقود	الوقود مخصب ويستورد من الدول الكبرى	يورانيوم طبيعى ولا يخضع لاحتكار الدول الكبرى ويمكن الارتفاع بدرجة حرارة الوقود أعلى من المبرد غازيا نظرا لإمكان استخدام أكسيد اليورانيوم
٢	معدل لاحتراق	ارتفاع معدل الاحتراق	معدل احتراق منخفض	معدل احتراق مرتفع مرتفع	معدل احتراق مرتفع	معدل احتراق منخفض ولكنه أكبر من مفاعلات الغاز
٣	شحن الوقود فى المفاعل	قلة التعطل بسبب شحن المفاعلات بالوقود	يتم شحن الوقود أثناء العمل	لا يمكن تزويده بالوقود إلا بعد إيقاف المفاعل	لا يمكن تزويده بالوقود إلا بعد إيقاف المفاعل	يمكن شحنه بالوقود أثناء العمل
٤	المهدىء	رخص الثمن وإمكان معالجته أو تعويضه	الجرافيت غالى الثمن فلا يمكن تغييره وينتهى عمر المفاعل بفساده	رخيص الثمن فهو الماء العادى	رخيص الثمن فهو الماء العادى	لا يمكن تلافى فقدان كميات من الماء الثقيل المرتفع الثمن ويمكن تعويضه وكذلك يمكن معالجته
٥	المبرد	رخيص الثمن	رخيص الثمن ولذا فهو غير ذى أهمية	رخيص الثمن فهو الماء العادى	رخيص الثمن فهو الماء العادى	ماء ثقيل فى الدائرة الأولى مرتفع الثمن
٦	ضغط الدائرة الأولى	الانخفاض مع عدم إنقاص الكفاءة الحرارية	تعمل على ضغط منخفض مع درجات حرارة عالية	ضغط وعاء المفاعل كبير لينتج بخار على ضغط مناسب	ضغط وعاء المفاعل أقل من وعاء الماء المضغوط لإنتاج نفس البخار	المشاكل التكنولوجية التى تعترض بناء أوعية ضغط كبيرة تتحمل ضغط مرتفع حدث من الارتفاع بقدراتها ويفضل عندئذ أنابيب الضغط

م	الخواص	عنصر المفاضلة	مفاعلات التبريد الغازى والجرافيت	مفاعلات الماء العادى المضغوط	مفاعلات الماء العادى المغلى	مفاعلات الماء الثقيل
٧	درجة حرارة المبرد	الارتفاع	درجة حرارة المبرد بدون الحاجة إلى الارتفاع بالضغط	لا يمكن الوصول إلى بخار ذو درجة حرارة مناسبة بدون ارتفاع كبير فى الضغط	درجة حرارة اقل قليلا من حالة الماء المضغوط لإنتاج نفس البخار	
٨	الحجم	الصغر	كبير الحجم وثقيل جدا ويحتاج لأساسات مكلفة	صغير الحجم والوزن وبالتالى فأساساته غير مكلفة نسبيا	صغير الحجم والوزن وبالتالى أساساته غير مكلفة	أصغر من مفاعلات الغاز ولكن قلبه اكبر من مفاعلات الماء التى تستخدم اليورانيوم المخصب ولذا فتكاليف أساساته متوسطة
٩	كثافة الطاقة أى ما تولده وحدة المحترق من الطاقة الحرارية فى قلب المفاعل	الارتفاع	كثافة طاقة منخفضة نسبيا	كثافة طاقة مرتفعة	كثافة طاقة مرتفعة	كثافة طاقة منخفضة ولكن اكثر ارتفاعا من المبرد غازيا
١٠	إتاحة القدرة	ارتفاع معدل الإتاحة	معدل مرتفع من ناحية الإتاحة المستمرة وثبات القدرة المتاحة	معدل إتاحة منخفض نسبيا بسبب فترات الشحن وانخفاض القدرة المتاحة أثناء إعادة الشحن	معدل إتاحة منخفض نسبيا بسبب فترات الشحن وانخفاض القدرة المتاحة أثناء إعادة الشحن	معدل مرتفع من ناحية الإتاحة المستمرة وثبات القدرة المتاحة
١١	تغير الحمل	الاستجابة للتشغيل على أحمال صغيرة	يستجيب لتغير الحمل بسهولة	لا يجارى تغير الحمل بشكل مناسب	لا يجارى تغير الحمل بشكل مناسب	يجارى تغير الحمل
١٢	البخار المنتج	ارتفاع الضغط	تنتج بخار محمص عند ضغوط متوسطة	تنتج بخارا غير محمص وربما رطب	تنتج بخارا غير محمص	يعطى بخارا منخفض الجودة نظرا لضرورة استخدام دائرة ثانوية
١٣	التشغيل	أمان التشغيل	دائرة غير مباشرة للبخار ولذا فمحطة التوليد خالية من التلوث	دائرة غير مباشرة للبخار، ومحطة التوليد خالية من التلوث	دائرة مباشرة للبخار ولذا يكون البخار ملوثا	دائرة غير مباشرة للبخار ولذا فمحطة التوليد خالية من التلوث الإشعاعى

م	الخواص	عنصر المفاضلة	مفاعلات التبريد الغازى والجرافيت	مفاعلات الماء العادى المضغوط	مفاعلات الماء العادى المغلى	مفاعلات الماء الثقيل
١٤	التحكم	سهولة التحكم	سهل التحكم نظرا لكبر المعامل الحرارى سالب الفاعلية	سهل التحكم نظرا لكبر المعامل السالب للفاعلية	غير سهل التحكم بسبب وجود فجوات بخار متغيرة	سهل التحكم نظرا لكبر المعامل السالب للفاعلية
١٥	وعاء الاحتواء	عدم الحاجة إليه	ليس له لزوم	يلزمها وعاء لعملها عند ضغوط مرتفعة	يلزمها وعاء احتواء لعمله عند ضغوط مرتفعة	يلزمها وعاء احتواء لعمله عند ضغوط عالية
١٦	الكفاءة	ارتفاع الكفاءة	كفاءة منخفضة لارتفاع القدرة المستهلكة فى الأجهزة المستخدمة فى تشغيل المحطة	كفاءة متوسطة	كفاءة متوسطة نسبيا	كفاءة منخفضة عن مفاعلات الماء العادى
١٧	إقامة المحطة بالموقع	عدم الحاجة لخبرات خاصة	يحتاج لكثير من الخبرات الخاصة لأن كثيرا من الأجزاء مصنع فى الموقع	يورد أكثر أجزائها كامل التصنيع وتركب فى الموقع	يورد أكثر أجزاؤها كاملة التصنيع وتركب فى الموقع	يورد أكثر أجزائها كاملة التصنيع وتركب فى الموقع
١٨	التكاليف الإنشائية	رخص التكاليف	تكاليف باهظة للإنشاء	تكاليف إنشاء مناسبة ولكن أكثر من الماء المغلى	تكاليف إنشاء مناسب	تكاليف باهظة للإنشاء لاستخدام كثير من المواد الخاصة المكلفة
١٩	تكاليف إنتاج القوى	رخص القدرة المنتجة	غير اقتصادى للحجم الصغير والمتوسط	اقتصادى للأحجام المتوسطة	اقتصادى للأحجام الصغيرة ولمتوسطة	غير اقتصادى للأحجام الصغيرة

١٢ - جدول يبين الأشعة المؤينة : مصادرها، آثارها، والوقاية منها

نوع الإشعاع	ماهيته	مصادره	آثاره	الوقاية منه
جسيمات الفا	عبارة عن نواة ذرة الهليوم وهي جسيمات موجبة الشحنة، وتتوقف بمجرد أن تعترضها قطعة من الورق. ولايتجاوز أقصى مسار لها فى الهواء بضعة سنتيمترات	تصدر جسيمات الفا عن التفكك الاشعاعى لبعض النظائر الطبيعية مثل الراديوم واليورانيوم والرادون. ومثل هذه المواد متوفرة بشكل عام فى كل مكان بدرجات متفاوتة.	تحدث جسيمات الفا تأينا كثيفا على طول مساره، ومن هنا كانت هذه الاشعة شديدة الضرر بالخلايا الحية التى تلامسها. حيث يمكن لهذه الجسيمات إذا ما ولدت داخل الجسم أن تقتل الخلية أو تحدث بها تخريبا قد يصل إلى تحويلها إلى خلية سرطانية. وهذا بالطبع يعتمد على طاقة الجسيمات وعلى مكان حدوث التخريب داخل الخلية.	يمكن ايقاف هذه الجسيمات عن طريق ورقة رقيقة. وخطرها سطحى لذا يتوجب الحذر عند التعامل مع مواد مشعة مصدرة لهذه الجسيمات لئلا تحدث أى تلوث. أما إذا أخذت عن طريق الفم فالخطر منها كبير وخاصة إذا كان عمر النصف للمصدر طويلا. لذلك يجب الابتعاد قدر الامكان عن التعامل بمثل هذه المواد وارتداء الألبسة الخاصة خلال أوقات العمل.
جسيمات بيتا	عبارة عن الكترونات سالبة ذات منشأ نووى (أى من نواة الذرة). أصغر من جسيمات الفا بكثير لذلك فهى أكثر نفاذية، وأقصى مجال لها فى الهواء يقدر بحوالى مترين.	تصدر هذه الجسيمات من بعض النظائر المشعة مثل الرصاص Pb^{214}، والبزموت Bi^{214} وهى متوفرة فى كل مكان بدرجات متفاوتة.	تعتبر جسيمات بيتا أقل ضررا من جسيمات الفا حيث إن قدرتها على إحداث تأيينات أقل من جسيمات الفا، ولكن قدرة جسيمات بيتا على النفاذ إلى داخل الجسم تجعل خطورة هذه الجسيمات يأتى من المنابع الخارجية والداخلية.	تأتى خطورة جسيمات بيتا من قدرتها على اختراق سمكا أكبر نسبيا داخل الجسم. لذا فيجب الابتعاد قدر الامكان عن التعامل مع هذه المواد وتقليل فترة التعرض لها إلى أقل فترة ممكنة.
أشعة جاما	وهى أشعة كهرمغناطيسية ذات طاقة عالية جدا مقارنة بالأشعة الضوئية فلها قدرة كبيرة على اختراق المادة والأنسجة الحية. ومسارها فى الهواء فائق الحد لإيقافها تماما يجب أن يعترضها كتلة من الرصاص يبلغ سمكها فى بعض الأحيان ٢٢ سم.	ترافق هذه الأشعة عادة جسيمات الفا وبيتا وهى عبارة عن انتقال النواة من حالة مثارة إلى حالة أقل إثارة أو إلى الحالة المستقرة لبعض النظائر المشعة (منشأ نووى)	نظرا لكون أشعة جاما غير مشحونة كهربائيا فإنها تؤين المادة بشكل غير مباشر عن طريق طرد الالكترونات من المادة التى امتصتها (للفعل الكهروضوئى). فقدرة أشعة جاما على تأيين المادة ضعيفة مقارنة بجسيمات بيتا.	يكمن خطر هذه الاشعة فى إمكانية اختراقها داخل جسم الإنسان. تستخدم المواد ذات الكثافة العالية كالكونكريت والرصاص للدروع الواقية منها. حيث يمكن استعمال درع من الرصاص يصل سمكه فى بعض الاحيان إلى ٢٠ سم. وبشكل عام للوقاية من الاشعاع يجب: ١- عدم استخدام المنابع المشعة الا عند الضرورة. ٢ - الابتعاد ما أمكن عنها. ٣- استخدام التدريع المناسب. ٤ - محاولة جعل زمن التعرض أقل ما يمكن.

نوع الإشعاع	ماهيته	مصادره	آثاره	الوقاية منه
الأشعة السينية	وهى أشعة كهرومغنطيسية نحصل عليها بواسطة أنبوب الأشعة السينية الحاوية على منبع للالكترونات وهدف، يمكن التحكم بكثافة حزمة الأشعة السينية وبطاقة فوتوناتها عن طريق التحكم بالتيار الالكترونى وبالجهد المطبق.	تنتج الأشعة السينية من انتقال الكترون مدارى فى مدار ذى طاقة عالية إلى مدار ذى طاقة منخفضة(المنشأ غير نووى). ويمكن الحصول عليها بواسطة استعمال أنبوب توليد الأشعة السينية، المعجلات الخطية، المعجلات الدائرية. يمكن أن تكون ذات طاقة منخفضة، متوسطة أو عالية.	تستخدم هذه الاشعة بشكل أساسى فى المستشفيات بهدف التصوير الاشعاعى أو المعالجة الاشعاعية. يمكن أن يكون لها أثر سيىء إذا تعرض المريض إلى جرعات عالية.	تشابه هذه الأشعة أشعة جاما، ولكنها تحتاج إلى تدريع وحذر عند تشغيل الجهاز فقط. ويجب أن يقف مشغلوا هذه الأجهزة خلف حاجز رصاصى أو أن يرتدوا ألبسة واقية.

obeikandl.com

١٣ - جدول يبين الأشعة غير المؤينة : مصادرها، أثارها ، والوقاية منها

نوع الاشعاع	بعض مصادر التعرض للاشعاع	الآثار الرئيسية	الوقاية منه
الأشعة فوق البنفسجية (UV)	أشعة الشمس، القوس الكهربائى، اللحام، المصابيح المبيدة للجراثيم، الضوء الأسود المستخدم فى الطباعة الزرقاء ، مؤسسات تنظيف وغسل الملابس، طلاء المؤشرات بالمواد المضيئة، مصابيح الأشعة فوق البنفسجية.	التهاب ملحمة وتصلب العين، إمكانية حدوث حروق شمس مؤلمة وسرطان جلد.	ارتداء النظارات الشمسية ذات المواصفات الجيدة، ارتداء الملابس التى تغطى أكبر أجزاء من الجسم، استخدام الزيوت الشمسية الواقيةsun screens
الأشعة المرئية والليزر	المستخدمة فى صناعة البناء كخطوط التوجيه، وفى الطب الجراحى وفى الاتصالات وكتابة المستندات الخطية، كما تستخدم فى أعمال التنقيب وفى المجالات التى يجرى فيها استخدام حزم الأشعة ذات الطاقة العالية.	ذات خطورة عالية على العين لأنها تعمل على تركيز الضوء على شبكية العين بشكل حاد.	الابتعاد عن مسار حزمة الليزر وعدم النظر إليها، وارتداء النظارات الواقية.
الأشعة تحت الحمراء (IR)	تنطلق من جميع الأجسام المسخنة، ويتعرض لخطرها عمال اللحام وصناعة الفولاز ونافخو الزجاج. كما تستخدم فى أعمال التنقيب وفى المجالات التى يجرى فيها استخدام حزم الأشعة ذات الطاقة العالية.	إمكانية التأثير على بعض أجزاء العين كما يتعرض العاملون لما يعرف بالساد الحرارى.	ارتداء النظارات الشمسية والقفازات والابتعاد عن المصدر الضوئى كلما أمكن.
الموجات الميكروية	تستخدم فى الأغراض العسكرية والاتصالات الملاحية وأجهزة الرادار وفى أفران الطهى، وعمليات التجفيف والعلاج الطبى بالإنفاذ الحرارى.	العين ولخصيتين أسرع الأعضاء تأثرا بها، أما الآثار الوراثية والآثار المترتبة على تراكم الجرعات منخفضة المستوى فهى غير معروفة. كذلك فإن مولدات الأمواج الميكروية قد تطلق الأشعة السينية.	التقليل قدر الإمكان من استخدام مثل هذه الأجهزة والابتعاد عن المصادر التى تطلق هذه الأمواج وعدم الاقتراب إلا عند الضرورة.
الموجات اللاسلكية (RP)	تستخدم معدات التسخين العاملة بالموجات اللاسلكية فى تقسية المعادن ولحامها. كما يمكن استخدامها فى أعمال النجارة، والتصفيح والتغرية. كما تستخدم فى تعقيم الحاويات واللحام الحرارى وفى معالجة اللدائن البلاستيكية.	مخاطر التشغيل الخاطىء وإمكانية التعرض للصدمات الكهربائية والحروق. وقد تؤدى الصدمات الكربائية إلى موت العامل فى حالات معينة.	عدم استخدام مثل هذه الأجهزة دون الإلمام بطريقة التشغيل ومعرفة الأخطار الناجمة عن الاستخدام الخاطىء، كما يجب تجنب الاستخدام لفترة زمنية طويلة.

جدول (١٤) تأثير التشعيع على المواد المختلفة

مبتدى فيض النيوترونات السريعة المجمعة نيوترون/سم٢	المادة	التأثير
$١٠^{١٤}$	أشباه الموصلات : (جيرمانيوم–سليكون) – زجاج عادى	–فقد القدرة على التكبير. – التلوين – تكوين تشبيحات ملونة
$١٠^{١٥}$	بولى ميثيل ميث كريليت ومواد السليلوز	فقد قوى الشد.
$١٠^{١٦}$	- الماء والسوائل العضوية الأقل ثباتا. - مطاط طبيعى وبيوتيلى.	- تكوين الغاز. - فقد المرونة.
$١٠^{١٧}$	- السوائل العضوية. - المطاط البيتيلى. - بولى إيثلين .	- تكوين غاز وزيادة اللزوجة. - تليين. - فقدان قوة الشد.
$١٠^{١٨}$	– المعادن مليئة بالبوليمرات.	- فقدان قوى الشد. - تغيرات كبيرة وتصلد.
$١٠^{١٩}$	- الزيوت الهيدروكربونية. - بولى ستيرين.	- زيادة فى اللزوجة. - فقدان قوى الشد.
$١٠^{٢٠}$	- المعادن الفلزية. - الصلب الكربونى. - السراميك. - سبائك الزركونيوم. - الصلب الكربونى. - الصلب الذى لايصدأ.	- زيادة فى قوة بداية الانفعال. - نقص فى قوة الصدم. - قلة فى التوصيل الحرارى والكثافة والبلورة. - نقصان فى اللدونة وزيادة فى قوة بداية الانفعال. - نقصان فى اللدونة وزيادة فى قوة بداية الانفعال. - زيادة فى اللدونة والهشاشية. - نقصان فى اللدونة وزيادة فى قوة بداية الانفعال.
$٢٠^{٢١}$	- سبائك الألومنيوم. - سبائك الزركونيوم. - سبائك النيكل.	- نقص شديد فى اللدونة. - نقص محسوس فى اللدونة. - زيادة فى الانتفاخ ونقصان اللدونة.

obeikandl.com

جدول (١٥) تصنيف النظائر بالنسبة إلى سميتها الاشعاعية[1]

الصنف ٤ سمية قليلة Class 4 Slight toxicity	الصنف ٣ سمية متوسطة Class 1 Moderate toxicity	الصنف ٢ سمية عالية Class 2 High toxicity	الصنف الأول سمية عالية جدا Class 1 Very high toxicity
H-3	Na-22, 24	Ca-45	Sr-90 + Y-90
Be-7	P-32.,S-35	Fe-59	Pb-210+(Bi-210 + E)
C-14	Cl-36,K-42	Sr-89	PO-210
F-18	Sc-46, 47,45	Y-91	At-211
Cr-51	V-48, Mn-52, 54,56	Rh-106	Ra-226 +55% daughter Ac-227
Ti-201	Fe-55,Co-58, 60	I-131	U-233
	Ni-59, Cu-64	Ba-140+La-140	Pu-239
	Zn-65, Ga-72	Ce-144+Pr-144	Am-241
	As-74, 76	Sm-151	Cm-242
	Br-82, Rb-86	Eu-154	
	Zr-95+Nb-95,	Tm-170	
	Nb-95, Mo-99	Th-234+Pa-234	
	Tc-96, Rh-105	natural thorium.	
	Pd-103+Rh-103	Natural uranium	
	Ag-105, 111		
	Cd-109+Ag-109		
	Sn-113, Te-127, 129		
	I-132, Cs-137+Ba137		
	La-140, PR-143		
	Pm-147,Ho-166		
	Lu-177,Ta-182		
	W-181,Re-183		
	Ir-190, 192,Pt191,193		
	Au-196,198,199		
	Ti-200, 202,204		
	Pb-203		

(١) ترتيب النظائر فى كل صنف طبقا لزيادة الرقم الذرى. والتصنيف طبقا لتوصيات الوكالة الدولية للطاقة الذرية– سلسلة الأمان –١٥.

obeikandl.com

جدول (١٦) تصنيف المختبرات وكميات النويدات المشعة المناسبة[1]

سمية النويدات المشعة Toxicity	نوع المختبر Type of laboratory		
	الصنف الأول[2]	الصنف الثانى[3]	الصنف الثالث[4]
الصنف الأول السمية عالية جدا	أعلى من ٣٧ ميجا بيكريل (١ مللى كورى)	٣,٧ – ٣٧ ميللى بكريل (100 μ Ci –1mCi)μ	أقل من ٠,٣٧ ميجا بيكريل (10 μCi)
صنف ٢ : السمية عالية	أعلى من ٣,٧ جيجا بيكريل (١٠٠ ميللى كورى)	37MBq- ٣,٧٠ GBq (1- 100 mCi)	أقل من ٣٧ ميجا بيكريل (١ ميللى كورى)
صنف ٣ السمية متوسطة	أعلى من ٣٧٠ جيجا بيكريل (١٠ كورى)	3.7 – 370 GBq (100 mCi- 10 Ci)	أقل من ٣,٧ جيجا بيكريل (100 ميللى كورى)
الصنف الرابع السمية منخفضة	أعلى من ٣٧ تيرا بيكريل (١٠٠٠ كورى)	0.37- 37 TBq (10 – 1000 Ci)	أقل من ٣٧٠ جيجا بيكريل (١٠ كورى)

(١) الأرقام المذكورة تستعمل للعمليات الكيميائية الرطبة، وفى العمليات الجافة يمكن تطبيق عوامل التعديل: ١- فى حالة التخزين فى أماكن مغلقة ذات تهوية يضرب فى ١٠٠ ،٢- فى حالة كمياء رطبة بسيطة-نشاط نوعى منخفض١٠، ٣- رطوبة معقدة أو عملية جافة بسيطة٠,١ ، ٤- عمليات جافة مع وجود غبار ٠,٠١ .

(٢) هذا النوع مصمم بصورة خاصة وهو مزود بمجموعة أجهزة ومعدات كاملة يتمكن العاملون بواسطتها من التعامل والمعالجة الآمنة للمستويات العالية النشاط الاشعاعى.

(٣) تتوفر فى هذا النوع الوسائل العملية المشابهة لأى مختبر كيميائى عالى النوعية.

(٤) وهى مختبرات عادية غير مصممة أصلا لاستخدام المواد السامة.

obeikandl.com

جداول (١٧) الجسيمات الأولية*

LEPTONS — ١- لبتونات

NAME	SYMBOL	PHYSICAL PROPERTIES: MASS	LIFETIME	CHARGE	SPIN	DISCOVERY: DATE	BY WHOM	SOURCE	DETECTOR	NATURE & ROLE
ELECTRON	e^-	0.511 MeV	Stable	−1	½	1897	J. J. Thomson	Cathode ray tube	Fluorescent glass	Lepton of 1st generation; constituent of atoms; carrier of electricity
POSITRON	e^+	0.511 MeV	Stable	+1	½	1932	C. Anderson	Cosmic radiation	Cloud chamber	Lepton of 1st generation; antiparticle of electron; formed in cosmic ray showers
MUON & ANTIMUON	μ^- μ^+	105.6 MeV	2×10^{-6}s	−1 +1	½	1937	S. Neddermeyer & C. Anderson	Cosmic radiation	Cloud chamber	Leptons of 2nd generation; decay products of pions, kaons, etc.; components of cosmic rays
TAU & ANTITAU	τ^- τ^+	1.784 GeV	3×10^{-13}s	−1 +1	½	1975	M. Perl's team at SLAC	Electron–positron annihilation	Electronic	Leptons of 3rd generation
ELECTRON NEUTRINO & ANTI-NEUTRINO	ν_e $\bar{\nu}_e$	0 (?), <50 eV	Stable (?)	0	½	1956	E. Cowan & F. Reines	Nuclear reactor	Antineutrino capture detected by liquid scintillator	Leptons of 1st generation; produced by, & probe of, weak interaction
MUON NEUTRINO & ANTI-NEUTRINO	ν_μ $\bar{\nu}_\mu$	0 (?), <0.5 MeV	Stable (?)	0	½	1962	M. Schwartz & team from BNL & Columbia	Decays of pions produced at accelerator	Regenerated muon detected by spark chamber	Leptons of 2nd generation; produced by, & probe of, weak interaction
TAU NEUTRINO & ANTI-NEUTRINO	ν_τ $\bar{\nu}_\tau$	0 (?), <70 MeV	Stable (?)	0	½	—	—	—	Inferred from tau decay; no direct regeneration	Leptons of 3rd generation

* The Particle Explosion; F. close, ete.

obeikandl.com

QUARKS

۲ - کوارکات

NAME	SYMBOL	PHYSICAL PROPERTIES				DISCOVERY			NATURE & ROLE
		MASS	LIFETIME	CHARGE	SPIN	DATE	BY WHOM	HOW	
UP & ANTI-UP	u $\bar{u}$	~5 MeV	Stable*	$+\frac{2}{3}$ $-\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$	1964	Gell-Mann & Zweig quark model	Direct observation in 1968–72: electron scattering at SLAC, neutrino scattering at CERN	Quarks of 1st generation; up is constituent of protons, neutrons, & other particles
DOWN & ANTI-DOWN	d $\bar{d}$	~10MeV	Variable*	$-\frac{1}{3}$ $+\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	1964	Gell-Mann & Zweig quark model	Direct observation in 1968–72: electron scattering at SLAC, neutrino scattering at CERN	Quarks of 1st generation, down is constituent of protons, neutrons, & other particles
STRANGE & ANTI-STRANGE	s $\bar{s}$	~100 MeV	Variable*	$-\frac{1}{3}$ $+\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	1964	Gell-Mann & Zweig quark model	Direct observation in 1968–72: electron scattering at SLAC, neutrino scattering at CERN	Quarks of 2nd generation; constituents of strange particles
CHARM & ANTICHARM	c $\bar{c}$	~1.5 GeV	Variable*	$+\frac{2}{3}$ $-\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$	1974	B. Richter & team at SLAC, S. Ting & team at BNL	Inferred from J/psi (1974), charmed baryon (1975), charmed meson (1976), & charmonium spectroscopy	Quarks of 2nd generation; constituents of charmed particles
BOTTOM (or BEAUTY) & ANTI-BOTTOM	b $\bar{b}$	~4.7 GeV	Variable*	$-\frac{1}{3}$ $+\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	1977	L. Lederman & team at Fermilab	Inferred from upsilon (1977), & bottomonium spectroscopy	Quarks of 3rd generation; constituents of bottom particles
TOP (or TRUTH) & ANTITOP	t $\bar{t}$	>30 GeV	Variable*	$+\frac{2}{3}$ $-\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$	1984 (?)	C. Rubbia & UA1 team at CERN	Inferred from decay of W into top & bottom particles	Quarks of 3rd generation; constituents of top particles

(*As quarks occur only in pairs (mesons) or triplets (baryons), their lifetimes are variable, depending on the nature of the individual meson or baryon. The up quark, being the lightest, is as stable as the proton which contains it.)

obeikandl.com

GAUGE BOSONS

۳ - بوزونات

NAME	SYMBOL	PHYSICAL PROPERTIES				DISCOVERY				NATURE & ROLE
		MASS	LIFETIME	CHARGE	SPIN	DATE	BY WHOM	SOURCE	DETECTOR	
PHOTON	γ	0	Stable	0	1	1923	A. Compton; (implied: A. Einstein, 1905)	X-rays scattered from atomic electrons	Crystal spectr-ometer	Carrier of electromagnetic force; 'packet' of electromagnetic radiation
W (W-plus) (W-minus)	W^+ W^-	83 GeV	10^{-25}s	+1 −1	1	1983	UA1 & UA2 teams at CERN	Proton–antiproton annihilation	Electronic	Carriers of weak force (along with Z)
Z	Z	93 GeV	10^{-25}s	0	1	1983	UA1 & UA2 teams at CERN	Proton–antiproton annihilation	Electronic	Carrier of weak force (along with W^+ & W^-)
GLUON	g	0	Stable	0	1	1979	Teams at DESY	Electron–positron annihilation	Electronic	8 types of gluon; carriers of strong (colour) force

obeikandl.com

MESONS

٤ - ميزونات

NAME	SYMBOL	PHYSICAL PROPERTIES					DISCOVERY				NATURE & ROLE
		MASS	LIFETIME	CHARGE	SPIN	QUARK CONTENT	DATE	BY WHOM	SOURCE	DETECTOR	
PION (pi-zero)	π^0	135 MeV	0.8×10^{-16}s	0	0	$u\bar{u}$ or $d\bar{d}$	1949	R. Bjorkland & team at LBL	Interactions of protons from accelerator	Tantalum converter & proportional counters	Involved in nuclear binding; decays into photons; a source of cosmic gamma rays
PION (pi-plus)	π^+	140 MeV	2.6×10^{-8}s	+1	0	$u\bar{d}$	1947	C. Powell & group at Bristol	Cosmic radiation	Emulsion	Involved in nuclear binding
PION (pi-minus)	π^-			−1		$d\bar{u}$					
KAON (K-zero)	K^0	498 MeV	Short: 10^{-10}s*, Long: 5×10^{-8}s*	0	0	$d\bar{s}$	1947	G. Rochester & C. Butler	Cosmic radiation	Cloud chamber	Strange meson
KAON (K-plus)	K^+	494 MeV	1.2×10^{-8}s	+1	0	$u\bar{s}$	1947	G. Rochester & C. Butler	Cosmic radiation	Cloud chamber	Strange mesons
KAON (K-minus)	K^-			−1		$s\bar{u}$					
J/PSI	J/ψ	3.1 GeV	10^{-20}s	0	1	$c\bar{c}$	1974	B. Richter & team at SLAC, S. Ting & team at BNL	Interactions of protons from accelerator (Ting), electron–positron annihilation (Richter)	Electronic (Ting & Ritcher)	First known member of charmonium family
D (D-zero)	D^0	1.87 GeV	10^{-12}s	0	0	$c\bar{u}$	1976	G. Goldhaber & team at LBL & SLAC	Electron–positron annihilation	Electronic	Charmed mesons
D (D-plus)	D^+		4×10^{-13}s	+1		$c\bar{d}$					
UPSILON	Υ	9.46 GeV	10^{-20}s	0	1	$b\bar{b}$	1977	L. Lederman & team at Fermilab	Interactions of protons from accelerator	Electronic	First known member of bottomonium family

(*The K^0 and the $\bar{K}^0$ form a quantum system whose superposition yields two physical particles, the short-lived K^0_S and the long-lived K^0_L, which reveal matter–antimatter asymmetry (CP violation).)

obeikandl.com

BARYONS

۵ - باریونات

NAME	SYMBOL	PHYSICAL PROPERTIES					DISCOVERY				NATURE & ROLE
		MASS	LIFETIME	CHARGE	SPIN	QUARK CONTENT	DATE	BY WHOM	SOURCE	DETECTOR	
PROTON	p	938.3 MeV	Stable (?). $>10^{32}$ years	+1	½	uud	1911–19	E. Rutherford	Alpha scattering from atomic nuclei	Scintillator	Charged constituent of atomic nuclei
ANTIPROTON	$\bar{p}$	938.3 MeV	Same as proton	−1	½	$\bar{u}\bar{u}\bar{d}$	1955	E. Segrè & team at LBL	Interactions of protons from accelerator	Scintillation & Čerenkov counters	Antiparticle of proton
NEUTRON	n	939.6 MeV	In nuclei: stable; Free: 15 minutes	0	½	ddu	1932	J. Chadwick	Beryllium bombarded with alpha particles	Ionization chamber	Neutral constituent of atomic nuclei
ANTI-NEUTRON	$\bar{n}$	939.6 MeV	Same as neutron	0	½	$\bar{d}\bar{d}\bar{u}$	1956	B. Cork & team at LBL	Interactions of protons from accelerator	Liquid scintillator	Antiparticle of neutron
LAMBDA	Λ	1.115 GeV	2.6×10^{-10}s	0	½	uds	1951	C. Butler & group at Manchester	Cosmic radiation	Cloud chamber	Strange baryon; replaces neutron in nuclei to make hypernuclei
ANTI-LAMBDA	$\bar{\Lambda}$	1.115 GeV	Same as lambda	0	½	$\bar{u}\bar{d}\bar{s}$	1958	D. Prowse & M. Baldo-Ceolin at LBL	Interactions of pion beam produced from accelerator	Emulsion	Antiparticle of lambda
SIGMA (sigma-plus)	Σ^+	1.189 GeV	0.8×10^{-10}s	+1	½	uus	1953	G. Tomasini & Milan–Genoa team	Cosmic radiation	Emulsion	Strange baryon
SIGMA (sigma-minus)	Σ^-	1.197 GeV	1.5×10^{-10}s	−1	½	dds	1953	W. Fowler & team at BNL	Interactions of kaon beam produced from accelerator	Diffusion cloud chamber	Strange baryon
SIGMA (sigma-zero)	Σ^0	1.192 GeV	6×10^{-20}s	0	½	uds	1956	R. Plano & team at BNL	Interactions of kaon beam produced from accelerator	Bubble chamber	Strange baryon

obeikandl.com

تابع - باریونات

NAME	SYMBOL	PHYSICAL PROPERTIES					DISCOVERY				NATURE & ROLE
		MASS	LIFETIME	CHARGE	SPIN	QUARK CONTENT	DATE	BY WHOM	SOURCE	DETECTOR	
								Manchester			
XI (xi-zero)	Ξ^0	1.315 GeV	3×10^{-10}s	0	$\frac{1}{2}$	uss	1959	L. Alvarez & team at LBL	Interactions of kaon beam produced from accelerator	Bubble chamber	Strange baryon
OMEGA MINUS	Ω^-	1.672 GeV	0.8×10^{-10}s	−1	$\frac{3}{2}$	sss	1964	V. Barnes & team at BNL	Interactions of kaon beam produced from accelerator	Bubble chamber	Strange baryon; confirmed theory of Eightfold Way
CHARMED LAMBDA	Λ_c	2.28 GeV	2×10^{-13}s	1	$\frac{1}{2}$	udc	1975	Team at BNL	Interactions of neutrino beam produced from accelerator	Bubble chamber	Charmed baryon

obeikandl.com

obeikandl.com

دليل اعلام العلماء

الصفحة	المقابل العربى	الاسم الانجليزى
١٢٠	عبد السلام الباكستانى	Abdu Salam
٢٦	البتانى	Al-battani
٨٥	الخوارزمى	AL-khawarismi
٨٤	عبد الرحمن الخازن	Al-khazen
١٥٨	المجريطى	Al-magrity
٣٣	اندرسون ، كارل ديفيد	Anderson , C.D
٩٧	الراصد، تقى الدين	Al-Rased, Tkey aldeen
١٠٦	السموال المغربى	Al-Smawaal Al-Magriby
١٧	استون ، وليم	Aston , William
٤٧	بيكرل ، هنرى	Becquerel , Henri
٤٧	بيته ، هانز	Bethe , Hans
٤٥	بلاكيت ، باتريك	Blackett, Patrick
٤٣	بور ، نيلز	Bohr , Niels
٤٦	محمد البوزجانى	Bosgani Mohamed
١٥٠	كوكروفت ، جون دوجلاس	Cockroft , John
١٤٥	كروكس ، وليام	Crookes, William
١٤٩	كورى ، بييروماري	Curie, P .& M
٩٢	دى بروجلى، لويس فيكتور	De broglie , Louis Victor
٩٢	دى هيفيسى ، جورج	De Hevesy , George
٨٣	جابر بن حيان	Ebn Hiyan Gaber
٢٧	الحسن بن الهيثم	Ebn Elhytham Hasan
١١٠	احمد بن شاكر	Ebn Shaker Ahmed
٣٧	ينشتين ، البرت	Einstein , Albert
١٨٤	د. محمد النادى	El-nadi Mohammed
١٣٢	فيرمى ، انريكو	Fermi, Enrico
٧٦	جيلمان ، موارى	Gell-mann , Murray
١٢٩	غياث الدين	Geyath El-dein
١٩٣	هان ، اوتو	Hann,Otto
١٥٣	لورانس ، ارنست	Lawrence , Ernest
٧٦	جوليو كورى ، فردريك	Joliot , Frederic
١٢٣	على مصطفى مشرفة	Mesharrafa. A.M

obeikandl.com

Milikan , Robert	ميليكان ، روبرت	١٨٢
Plank , Max	بلانك ، ماكس	٤٦
Oppenheimer, Robert	اوبنهايمر، روبرت	٣٦
Rutherford, Ernest	رذر فورد ، ارنست	٩٨
Rontgen, Wilhelm Conrad	رونتجن ، وليلم كونراد	٩٩
Sameira Mosa	سميرة موسى	١٠٧
Seaborg , Glen	سيبورج ، جلين	١٠٨
Shadwick , James	شادويك ، جيمس	١١٠
Teller , Edward	تيلر ، ادوارد	٦٩
Thomson, Sir Joseph Tohn	ج.ج. طومسون ، سير جوزيف جون	١١٧
Zewail Ahmed	احمد زويل	١٠١
Yahia El-mashad	د. يحيى المشد	٢٠٢

obeikandl.com

فهرس انجليزى - عربى

(A)

المصطلح الانجليزى	المقـــــابل العـــربى	الصفحة
Absorber	ماص	١٠٦
Absolute zero	الصفر المطلق	١١٣
Absorbed Dose	الجرعة الممتصة	٧٣
Absorption	الامتصاص	٢٩
Absorption of radiation	امتصاص الاشعة	٢٩
Absorption coefficient	معامل الامتصاص	١٦٦
Absorption cross-section	مقطع عرضى للامتصاص	١٧٥
Absorption (Transmission) curve	منحنى الامتصاص (النفاذية)	١٨٠
Absorptivity	قوة الامتصاص	١٣٩
Accelerators	معجلات	١٦٨
Accident	الحادث	٧٧
Accident risk analysis	تحليل مخاطر الحوادث	٥٤
Actinide series	سلسلة الاكتينيدات	١٠٥
Actinium series (sequence)	سلسلة (متتابعة) الاكتينيوم:	١٠٤
Acivation	تنشيط	٥٣
Activation analysis	تحليل بالتنشيط	٥٣
Activation cross-section	مقطع عرضى للتنشيط	١٧٤
Activity	فاعلية	١٣٠
Actinouranium	يورانيوم اكتينى	٢٠١
Air-borne radioactivity	تركيز النشاط الاشعاعى فى الهواء	٥٧
AFRA	((الافرا)) اتفاقية التعاون الاقليمية الافريقية	٣٦
Afterheat	حرارة لاحقة	٨١
Air monitor	جهاز مراقبة الهواء	٧٥
Air pressure	ضغط الهواء	١١٥
ALARA	الارا	٣٦
Alarm Signal	اشارة تنبيه	٣٠
Al-battani	البتانى (٨٥٠ - ٩٢٩ م)	٣٦
Algebra and Equalization	الجبر والمقابلة	٧٢
Age equation	معادلة العمر	١٦٥
Al-Khazen, Abdel-Rahman	الخازن، عبد الرحمن	٨٤
Al-Khawerismi	الخوارزمى	٨٥
Alloy	سبيكة	١٠٤
Al-magrity	المجريطى	١٥٨
Al-mohammadia, accident	المحمدية ، حادثة	١٦٠

Alpha radiation	اشعة الفا	٢٥
Al-Rased Tkey alDeen	الراصد، تقى الدين	٩٧
Al-Smawaal, Al-Magriby	السموال المغربى	١٠٦
Alternating current (AC)	التيار المتردد	٦٩
A. M. Mesharrafa	على مصطفى مشرفة	١٢٣
Amplifier	مكبر	١٧٨
Angstrom	انجشتروم (رمزه أو أ)	٣٢
Anderson , C.D	اندرسون ، كارل ديفيد	٣٣
Anode	انود	٣٦
Annual equivalent dose limit	الحد السنوى للجرعة المكافئة	٨٠
Antimatter (Antiparticles)	مادة ضديدة (جسيمات ضديدة)	١٥٥
Arabic atomic energy commission	الهيئة العربية للطاقة الذرية	١٩٤
Ash	رماد (مخلفات)	٩٩
Assembly	تجميعه	٥١
Aston,William	استون، وليم	١٧
Asymptote	خط مقارب	٨٤
Attenuation	توهين	٦٨
Atom	ذرة	٩٣
Atomic clock	ساعة ذرية	١٠٣
Atomic cloud	سحابة ذرية	١٠٤
Atomic Kernals and Valence electrons	الالكترونات الداخلية والكترونات التكافؤ	٢٧
Atomic stopping power	قدرة الايقاف الذرى	١٣٦
Atomic bomb	القنبلة الذرية	١٣٧
Atomic bomb titer	عيار القنبلة الذرية	١٢٥
Atomic club	النادى الذرى	١٨٤
Atomic mass unit	وحدة الكتلة الذرية	١٩٦
Atomic stopping power	قدرة الايقاف الذرى	١٣٦
Atomic weight	وزن ذرى	١٩٦
Atomic weight unit	وحدة الوزن الذرى	١٩٦
Atmosphere	غلاف الارض الجوى	١٢٨
Atmospheric pressure	الضغط الجوى	١١٤
Auger electron	الكترون اوجير	٢٧
Automatic control	تحكم آلى اوتوماتيكى	٥٢
Avogadro's numbers	عدد افوجادرو	١٢١

(B)

المصطلح الانجليزى	المقابل العربى	الصفحة
Background	الخلفية	٨٥
Background radiation, natural	الخلفية الاشعاعية، الطبيعية	٨٥
Back scattering	بعثرة (تشتت) عكسية	١٧
Balomarz, accident	بالومارز، حادثة	٣٩
Barn	بارن	٣٩
Barions	الباريونات	٣٩
Barrier	حاجز	٧٧
Baruch plan	خطة باروخ	٨٥
Beam	شعاع	١١١
Beam hole	ثقب الحزمة	٧١
Bessel's equation	دالة بيسل	٨٨
Becquerel (Bq)	بيكرل	٤٨
Becquerel , Henri	بيكرل ، هنرى	٤٧
Beta-decay	تحلل بيتا	٥٣
Beta (B) radiation	اشعاع بيتا	٢١
Beta sources	مصادر اشعة بيتا	١٦٢
Betatron	بيتاترون	٤٧
Bethe , Hans	بيثه ، هانز	٤٧
Bevatron	بيفاترون	٤٧
Beyonis Eyris, accident	بيونس ايرس، حادثة	٤٨
Blackett, Patrick	بلاكيت ، باتريك	٤٥
Blanket	دثار	٨٨
Blast wave	موجة انفجارية	١٨١
Binary fission	انشطار نووى ثنائى	٣٤
Binding energy	طاقة الترابط	١١٥
Biological half-life	عمر النصف البيولوجى	١٢٣
Biological shield	درع بيولوجى	٨٩
Biosphere	الغلاف الحيوى	١٢٨
Bitumen	البيوتمين (القار، للنفايات)	٤٨
Body burden	حمل الجسم	٨٣
Bohr , Niels	بور ، نيلز	٤٣
Boiling water reactor (BWR)	مفاعل الماء المغلى	١٧٤
Bombardment	قصف	١٣٦
Bone seeker	باحث عن العظام	٣٩
B 61-11 bomb	قنبلة ب ٦١-١١	١٣٧
Bone seeking element	العنصر الباحث عن العظام	١٢٤
Boson	بوزون	٤٤
Boson Z	بوزن زد	٤٤

Bose-Einstein condensate (BEC)	كثافات بوز - اينشتاين	١٤٣
Bosgani, Mohamed	البوزجاني، محمد	٤٦
Bose- Einstein statistics	احصاء بوز- اينشتين	١٢
Boster Bomb	قنبلة البوستر	١٣٨
Brachytherapy	علاج عن قرب	١٢٢
Bragg Curve	منحنى براج	١٧٩
Bragg rule	قاعدة براج	١٣٥
Bremsstrahlung	اشعة الكبح	٣٥
Brokcel Convention	اتفاقية بروكسل . (الخاصة بتشغيل السفن النووية)	٣٩
Bubble chamber	غرفة فقاعية	١٣٧
Burnable poison	سم قابل للحرق	١٠٦
Burn-up fuel	وقود محترق	١٩٨
Burn (of skin)	حرق (الجلد)	٨١
Burst	انفجار	٣٥
By-product material	منتج جانبى	١٧٩

(C)

المقابل الانجليزى	المقابل العربى	الصفحة
Cadmium	الكادميوم	١٤٢
Calcination, waste	تحميص (النفايات)	٥٣
Californium-252	كاليفورنيوم -٢٥٢	١٤٢
Canadian deuterium uranium reactor (CANDU)	مفاعلات الديوتيريم يورانيوم الكندية (مفاعل الماء الثقيل)	١٧٣
Capacitance	سعة كهربائية	١٠٤
Capacitors	المكثفات	١٧٨
Capture	اسر	١٧
Carbon-14	الكربون - ١٤	١٤٥
Carbon cycle	دورة كربونية	٩٠
Carbon dating	تأريخ كربونى	٤٩
Carrier	حامل	٨٠
Cascade	تضاعف (تعاقبية)	٦١
Cask, waste	برميل (النفايات)	٣٩
Cathode ray tube	انبوبة اشعة الكاثود	٣٠
Centrifuge	طرد مركزى (طاردة مركزية)	١١٦
Centrifugation ,method (CEN)	طريقة الطرد المركزى	١١٦
Cerenkov Radiation	اشعاع شيرنكوف	٣٢
CERN	المختبر الاوروبى لفيزياء الجسيمات سيرن	١٦٠
Cesium- 137 Unit	وحدة السيزيوم ١٣٧	١٩٦
Chadwick , James	شادويك ، جيمس	١١٠
Chain Reaction, nuclear	تفاعل نووى متسلسل	٦٣

Charge– exchange phenomenon	ظاهرة تبادل الشحنة	١١٨
Chemical shim	ضابط كيميائى	١١٤
Chemistry	كيمياء	١٥١
Chopper	قطاع	١٣٧
Chornobyl, accident	شرنوبيل ، حادثة	١١١
chromosome	صبغيـة	١١٢
Cromosphere	الغلاف الملون (كروموسفير)	١٢٩
Cladding	تغليف	٦٢
Clean bomb	قنبلة نظيفة	١٣٨
Closed-cycle reactor system	نظام مفاعل بدورة مغلقة	١٨٧
Closed sources	مصادر مغلقة	١٦٤
Cloud chamber	غرفة سحابية (غرفة ويلسون)	١٢٦
Cobalt-60	كوبالت المشع	١٤٩
Cobalt bomb	قنبلة الكوبلت	١٣٨
Cockroft , John	كوكروفت ، جون دوجلاس	١٥٠
Cockcroft-Walton accelerator	معجل كوكروفت وولتن	١٦٩
Coffin	تابوت	٤٩
Coincidence circuits	دائرة التزامن	٨٧
Collision	تصادم	٦٠
Combustion	احتراق	١٢
Commissioning	اعداد للتشغيل (المنشاة النووية)	٢٥
Complementarity principle	مبدا التتـام	١٥٦
Comprehensive test ban treaty (CTBT)	معاهدة الحظر الشامل لتجارب الاسلحة النووية	١٦٧
Compton effect	اثـر(مفعول) كومبتـون	١١
Compound nucleus (intermediate)	نواة مركبة (نواة وسطى)	١٩٢
Conditioning, waste	تجهيز (النفايات)	٦٧
Contamination meter	مقياس التلوث	١٧٦
Container, waste	حاوية (النفايات)	٧٧
Contraction of moving lengths	انكماش الاطوال المتحركة	٣٦
Control rods	قضبان التحكم	١٣٦
Coolant	مبـرد	١٥٧
Coordinates	الاحداثيات	١٢
Cosmic rays	اشعة كونية	٢٤
Conservation of energy	بقاء الطاقة	٤٣
Conservation of matter	بقاء المادة	٤٣
Conservation of momentum	بقاء كمية الحركة	٤٣
Convention on assistance on nuclear accident or radiological emergency	اتفاقية تقديم المساعدة فى حالة وقوع حادث نووى أو طارئ اشعاعى (١٩٨٦)	٧٧
Convention on early notification of nuclear accident	اتفاقية التبليغ المبكر عن وقوع حادث نووى	٧٧

Convention on nuclear safety	اتفاقية الامان النووى	٢٨
Conversion	تحويل اليورانيوم	٥٤
Converter reactor	مفاعل محول	١٧٤
Corrosion	تاكل	٤٩
Counter	عداد	١٢٠
Crimes detection	الكشف عن الجريمة	١٤٦
Critical size	الحجم الحرج	٨٠
Criticality	حرجية	٨١
Criticality accident " Tocay mura"	حادث الحرجية فى اليابان ((توكاى ميورا))	٧٨
Critical group	مجموعة حرجة	١٥٨
Cromosphere	الغلاف الملون (كروموسفير)	١٣٩
Crookes, William	كروكس ، وليام	١٤٥
Crystals	بللورات	٤١
Cumullative dose	جرعة متراكمة	٧٣
Current (electric)	التيار (الكهربائى)	٦٨
Current density	كثافة التيار	١٤٤
Curie	كورى	١٤٩
Curie, P .& M	كورى ، بييروماري	١٤٩
Cyclotron	سيكلوترون	١٠٩

(D)

المصطلح الانجليزى	المقابل العربى	الصفحة
Daughter	وليدة	١٩٧
De broglie , Louis Victor	دى بروجلى، لويس فيكتور	٩٢
Decontamination	ازالة التلوث (الاشعاعى)	١٦
Dee	دى	٩١
Device, nuclear	وسيلة نووية	١٩٦
De Hevesy , George	دى هيفيسى ، جورج	٩٢
Defensive nuclear weapons	اسلحة نووية دفاعية	١٩
Deformation	تشوه	٦٠
Deformation energy	طاقة التشوه	١١٦
Degree of freedom	درجة الحرية	٨٩
Delayed neutrons	نيوترونات متاخرة	١٩٢
Deoxyribonucleic Acid (DNA)	حامض ديوكسى ريبونيوكليك - اسيد (د. ن . ا)	٧٩
Denitration	ازالة النترات	١٦
Depletion	استنفاد	١٧
Depleted Uranium	يورانيوم منضب	٢٠١
Density gaging	تحديد الكثافة	٥١
Deterministic Effects	التاثيرات الحتمية العتبية	٤٩

Determination of nutriet elements for plant	تحديد عناصر تغذية النبات	٥١
Deuteron	ديوترون	٩٢
Diffusion length	طول مسار الانتشار (للنيوترونات الحرارية)	١١٧
Differentiation	التفاضل	٦٢
Differential Equation	المعادلات التفاضلية	١٦٤
Differential absorption vatio	نسبة الامتصاص التفاضلى	١٨٥
Diffraction (of light)	حيود الضوء	٨٣
Digestion,acid	احماض هاضمة	١٣
Diode	صمام ثنائى	١١٣
Dirac statistics – Fermi	احصاء فرمى - ديراك	١٣
Dirac's theory	نظرية ديراك	١٨٧
Direct-cycle reactor system	نظام مفاعل بدورة مباشرة	١٨٧
Dirty bomb	قنبلة قذرة	١٣٨
Discharge tube	انبوب تفريغ	٣٠
Discriminator	المميز (منتخب ارتفاع الموجة)	١٧٩
Dispersion	تشتت	٥٩
Disintegration constant = decay constant	ثابت التفتت او الاضمحلال	٧٠
Divergence of a vectors	تفارق متجه	٦٢
Dollar	دولار	٩١
Doppler coefficient	معامل دوبلر	١٦٦
Doppler effect	اثر دوبلر	١١
Dose	الجرعة	٧٢
Dosimeter	مقياس الجرعة (مجراع)	١٧٦
Doubling time	زمن التضاعف	١٠١
Dual- cycle -reactor system	نظام مفاعل بدورة ثنائية	١٨٦
Duality of waves and particles	الخاصية الثنائية (للامواج والجسيمات)	٨٤
Doughnut= donut = toroid	انبوبة حلقية	٣١

(E)

المصطلح الانجليزى	المقابل العربى	الصفحة
Ebn El-hytham, Al-Hasan	ابن الهيثم ، حسن	٢٧
Ebn-Hayyn, Gaber	ابن حيان ، جابر	٨٣
Ebn Shaker, Ahmed	بن شاكر ، احمد	١١٠
Effective dose	الجرعة الفعالة	٧٢
Einstein , Albert	اينشتين ، البرت	٢٧
Elastic Scattering	التشتت المرن	٥٩
Elasticity	مرونة	١٦١
Electric charge	شحنة كهربية	١١١

Electrolysis	تحليل بالكهرباء	٥٣
Electromagnetic Radiation	اشعاع كهرومغناطيسى	٢٢
Electromagnetism	الكهرومغناطيسية	١٤٧
Electro-magnetic force	قوة المغنطيسية الكهربية	١٤٠
Electromotive force (e.m.f)	القوة الدافعة الكهربية	١٤٠
Electrolyte	الكتروليت	٢٧
Electron configuration	التوزيع الالكترونى	٦٧
Electron microscope	ميكروسكوب الكترونى	١٨٢
Electron spin	لف الالكترون	١٥٢
Electron volt	الكترون فولت	٢٧
Elements	العناصر	١٢٣
Elementary charge	الشحنة الاولية	١١١
Elementary particles	جسيمات اولية	٧٤
Elementary primary function	الدوال الاولية الاساسية	٨٧
Elnadi, Mohammed	د. النادى ، محمد	١٨٤
Emergence exposure	تعرض طارئ	٦١
Emergence plans	خطط الطوارئ	٨٥
Emergency core cooling system	نظام التبريد الطارئ لقلب المفاعل	١٨٦
Emission of radiation	انبعاث الاشعة	٢٩
Energy	طاقة	١١٥
Energy of resonance absorption	طاقة الامتصاص الرنينى	١١٥
Endoergic reaction	تفاعل ماصا للطاقة	٦٣
Enrichment	اثراء (تخصيب) اليورانيوم	١١
Epithermal neutrons	النيوترونات فوق الحرارية	١٩٣
Equation of continuity	معادلة الاستمرار	١٦٥
Euler equations	معادلات اويلر	١٦٤
Exa Joule (EJ)	اكسا جول	٢٦
Excitation	اثارة	١١
Excess reactivity	تفاعلية زائدة	٦٣
Excited state	حالة متارة	٧٩
Exclusion area	منطقة ممنوعة	١٨١
Excursion	اندلاع	٣٣
Exoergic reaction	تفاعل منتج للطاقة	٦٣
Exponential function	الدالة الاسية	٨٨
Exposure	التعرض	٦١
Exposure unit (x- unit)	وحدة التعرض	١٩٥
Exosphere	الغلاف الجوى الخارجى	١٢٨
External doses	الجرعات الخارجية	٧٣
Extensive shower (Auger shower)	وابل اوجير (وابل ممتد)	١٩٥
EURATOM (European Atomic Energy Community)	منظمة اليوراتوم (الجماعة الاوربية للطاقة الذرية)	٢٠٠

(F)

المصطلح الانجليزى	المقابل العربى	الصفحة
Radioactive Fallout	تساقط مشع	٥٨
Fatigue	الكلل (فى المواد)	١٤٦
Fast breeder reactor	مفاعل مولد سريع	١٧٤
Fast fission factor (ε)	عامل الانشطار بالنيوترونات السريعة	١١٩
Fast neutrons	النيوترونات السريعة	١٩٣
Fermi, Enrico	فيرمى ، انريكو	١٣٢
Fermi plot	خط فرمى	٨٤
Fermions	فيرمونات	١٣٢
Fertile material	مادة خصبة	١٥٥
Fick's law	قانون فيك	١٣٦
Fire ball	كرة النار	١٤٥
Film badge	بطاقة فيلمية لقياس الجرعات	٤٠
Film marker	راقم الفيلم	٩٦
Fissile (fissionable)material	مادة قابلة للانشطار	١٥٥
Fission	انشطار نووى	٣٤
Fission Bomb F.F.F- Fusion- Fission	القنبلة الانشطارية - الاندماجية - الانشطارية	١٣٨
Fission cross-section	مقطع عرضى للانشطار	١٧٥
Fission Neutrons	نيوترونات الانشطار	١٩٣
Fission fragments	جسيمات انشطارية	٧٤
Fission products	نواتج انشطارية	١٩٢
Fission yield	نتاج الانشطار	١٨٤
Flash burn	حرق ومضى	٨٢
Flow Measurement	قياس التدفق	١٤١
Fluidized bed reactor	مفاعل الحوض المتمائع	١٧٣
Fluoroscope	منظار فلورى	١٨١
Flux (neutron)	فيض (نيوترونى)	١٣٤
Food preservation	حفظ الاغذية	٨٢
Fuel channel	قناة الوقود	١٣٧
Fuel clad	غلاف الوقود (النووى)	١٢٩
Fuel element	عنصر (مجموعة) الوقود	١٢٥
Fuel management	ادارة الوقود (تنظيم استخدام الوقود)	١٦
Function	الدالة	٨٧
Fusion	اندماج نووى	٣٣
Fusion reactor	مفاعل الاندماج	١٧١
Fluorescence	الفلورية	١٣٠

obeikandi.com

(G)

المصطلح الانجليزى	المقابل العربى	الصفحة
Gamma constant	ثابت جاما	٧٠
Gamma γ - Decay	تحلل جاما	٥٣
Gamma radiation	اشعة جاما	٢٢
Gamma- ray camera	جهاز تصوير باشعة جاما	٧٤
Gamma ray capsule	كبسولة اشعة جاما	١٤٣
Gania, accident	جانيا، حادثة	٧٢
Gas - cooled reactor	المفاعلات المبردة بالغاز	١٧٤
Gaseous diffusion, method	الانتشار الغازى (طريقة)	٣٢
Gas Filled detectors	كواشف غازية	١٤٨
Gauging	تحديد	٥١
Gawareiz, accident	جواريز، حادثة	٧٦
Geiger Counter	عداد جايجر	١٢١
Geiger formula	معادلة جايجر	١٦٥
Geologic formation	تكوينات جيولوجية	٦٥
Gellmann , Murray	جيلمان ، موارى	٧٦
Genetic effects of radiation	تاثيرات وراثية للاشعاع	٥٠
Generation time	زمن التوليد	١٠١
General law of gases	القانون العام للغازات	١٣٥
Geometry	تركيب هندسى	٥٧
Geyath El-dein	غياث الدين	١٢٩
Glueballs	كرات كلوونية	١٤٥
Glove box	صندوق قفازى	١١٣
Gradient of a scaler field	انحدار (تدرج) مجال قياسى	٣٢
Graph	شكل بيانى	١١١
Graphite	جرافيت	٧٢
Gravity constant	ثابت الجاذبية	٧٠
Gravity force	قوة الجاذبية	١٣٩
Gray (GY)	جراى	٧٢
Ground state	حالة ارضية صفرية	٧٩
Ground zero	صفر ارضى	١١٣

(H)

المصطلح الانجليزى	المقابل العربى	الصفحة
H – Bomb	القنبلة الهيدروجينية	١٣٩
Half- life (Physical)	عمر النصف الفيزيقى	١٢٣
Half thickness	سمك النصف	١٠٦
Hann,Otto	هان ، اوتو (١٨٧٩ - ١٩٦٨)	١٩٣
Hardening	تصليد(تقسية)	٦٠
Health physics	فيزياء صحية	١٣٤
Heat transfer	انتقال الحرارة	٣٢
Heat exchanger	مبادل حرارى	١٥٧
Heat sink	مصب الحرارة	١٦٤
Heavy water	الماء الثقيل	١٥٥
Helium (He)	هليوم	١٩٤
Herditary effects of radiation	تاثيرات وراثية للاشعاع	٥٠
High level wastes (HLW)	النفايات المشعة ذات النشاط المرتفع	١٨٩
Higgs boson	بوزون هيكز	٤٤
Hood	مدخنة واقية	١٦٠
Hot cells	خلايا حارة	٨٥
Hot chamber	غرفة ساخنة	١٢٦
Hot channel factors	عامل القناة الحارة (المفاعل)	١١٩
Hot Laboratory	معمل حار	١٧٠
Hot solid radiation	اشعاع الجسم الساخن	٢١
Hund's rule	قاعدة هوند	١٣٥
Hyperon	هيبرون	١٩٤

(I)

المصطلح الانجليزى	المقابل العربى	الصفحة
Immobilization	تسكين (شل فاعلية ، تثبيت ، توقيف) ، النفايات	٥٩
Implosion weapon	سلاح باطنى الانفجار	١٠٥
Incident	حدث (عارض)	٧٧
Indicator (Radioactive tracer)	عنصر كاشف (مقتفى مشع)	١٢٤
Indirect-cycle reactor system	نظام مفاعل بدورة غير مباشرة	١٨٧
Induced radioactivity	نشاط اشعاعى مستحث	١٨٥
Inelastic Scattering	تشتت غير المرن	٥٩
Infinite multiplication constant	ثابت التكاثر اللانهائى	٧٠
Initial nuclear radiation	اشعاع نووى اولى	٢٥
Integration	التكامل	٦٥

Integrated neutron flux	فيض نيوترونى متكامل	١٣٤
Interference	تداخل	٥٦
Interim storage	التخزين المؤقت (للوقود المستنفد)	٥٥
Intensity	شدة	١١١
Intermediate level wastes , (ILW)	النفايات المشعة ذات النشاط المتوسط	١٨٩
Internal exposure	تعرض داخلى	٦١
International Atomic Energy Agency (IAEA)	الوكالة الدولية للطاقة الذرية	١٩٨
International community for radiation protection (ICRP)	اللجنة الدولية للحماية من الاشعاع	١٥٢
International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU)	الهيئة الدولية لوحدات الاشعاع	١٩٤
Inverse Square Law	قانون التربيع العكسى	١٣٥
Iodine-131	اليود ١٣١	٢٠٠
Ion	ايون	٣٨
Ion engine	محرك ايونى	١٥٩
Ion exchanger	المبادل الايونى	١٥٦
Ionization	تاين	٥٠
Ionization chamber	حجرة التاين	٨٠
Ionization Guage	مقياس التاين	١٧٥
Irradiation	تشعيع	٦٠
Irradiated Cobalt unit	وحدة الكوبالت المشع	١٩٥
Irradiation installation	منشآت تشعيع	١٨٠
Irradiation gamma unit	وحدة جاما التشعيعية	١٩٥
Isobar	ايسوبار	٣٧
Isodose Chart	خريطة تساوى الجرعة	٨٤
Isodose curves	منحيات تساوى الجرعة	١٧٩
Isointensity contours	خطوط تساوى الشدة	٨٤
Isotone	ايسوتون	٣٧
Isotope farm	مزرعة نظائر	١٦١
Isotopes	نظائر	١٨٥
Isotopic Ratio	النسبة النظيرية	١٨٥
Isotopic dilution concept	نظرية التخفيف النظائرى	١٨٧
Isotopic exchange theory	نظرية التبادل النظائرى	١٨٧
Isotope seperation	فصل النظائر	١٣٠

obeikandi.com

(J)

المصطلح الانجليزى	المقابل العربى	الصفحة
Jet nozzle ,method (JN)	طريقة الفوهة	١٣١
Joliot , Frederic	جوليو كورى ، فردريك	٧٦
Joule	جول	٧٦
Junction Diode	الوصلة الثنائية	١٩٦
Justification	تبرير الممارسة	٥١

(K)

المصطلح الانجليزى	المقابل العربى	الصفحة
K-capture	اسر الكترونى	١٧
Kaon	كاون	١٤٣
Keishytim, Accident	كيشيتم ، حادثة	١٥٠
Kinetic energy	طاقة حركية	١١٦
Kinetic theory of gases	النظرية الحركية للغازات	١٨٧
Kobe rockets crisis	ازمة الصواريخ الكوبية	١٦

(L)

المصطلح الانجليزى	المقابل العربى	الصفحة
Labelled molecule	جزىء مرقوم	٧٣
Lanthanide series	سلسلة اللانثانيدات	١٠٥
Laplace equation	معادلة لابلاس	١٦٥
Large Hadror Collider	مصادم الهدرونات الكبير	١٦٣
Laser	الليزر (اشعة)	١٥٣
Laser , method	طريقة الليزر (التخصيب)	١٥٤
Latent heat	حرارة كامنة	٨٠
Lattice	شبيكة (نظام تشابكى)	١١١
Lawrence , Ernest	لورانس ، ارنست	١٥٣
Lead castle	حصن (درع) رصاصى	٨٢
Leaching	ارتشاح	١٦
Leak detection	كشف التسرب	١٤٦
Leakage spectrum	طيف التسرب	١١٨
Lepton	لبتون	١٥٢
Level checking (Level gauge)	ضبط المنسوب (مقياس المستوى)	١١٤

Lethal dose	جرعة قاتلة	٧٣
Light speed	سرعة الضوء	١٠٤
Light speed constant	ثابت سرعة الضوء	٧٠
Lighting star	شهاب	١١٢
Light year	السنة الضوئية	١٠٨
Linear Accelerator	المعجل الخطى	١٦٨
Linear energy transfer	انتقال الطاقة الخطى	٣٢
Liner, waste	بطانة ، النفايات	٤٠
Load factor	عامل الحمل	١١٩
Logarithm	اللوغاريتمات	١٥٢
Logarithmic coordinates	الاحداثيات اللوغاريتمية	١٢
Logarithmic function	الدالة اللوغاريتمية	٨٨
Loop	عروة	١٢١
Lorentz transformation	تحويلات لورنتس	٥٤
Loss of coolant accident (LOCA)	حادث فقدان المبرد	٧٨
Low-level analysis (Low –level counting)	تحليل المنسوب المنخفض	٥٤
Low level wastes, (LLW)	النفايات المشعة ذات المستويات الاشعاعية المنخفضة	١٨٨
Low population zone	منطقة قليلة السكان	١٨٠
Low Yield Nuclear Weapon (LYNW)	رءوس نووية تكتيكية (اسلحة نووية صغيرة ذات حصيلة منخفضة)	٩٦
Lubrication	تزليج (تزييت اوتشحيم)	٥٨
Luminescence	استضاءة	١٧

(M)

المصطلح الانجليزى	المقابل العربى	الصفحة
Macroscopic cross-section	المقطع العرضى الميكروسكوبى	١٧٥
Magic numbers	اعداد سحرية	٢٥
Magnetic bottle	قارورة مغنطيسية	١٣٥
Magnetic field	المجال المغنطيسى	١٥٧
Magnetic mirror	مرآة مغنطيسية	١٦٠
Magnetic- particle testing	اختبار الدقائق (الجسيمات) المغنطيسية	١٤
Manhatan project	مشروع مانهاتان	١٦٢
Marine nuclear propulsion	الدفع النووى البحرى	٨٩
Manipulators	مناولات (ادوات المناولة والاداء)	١٧٩
Maser	ميزر	١٨١
Mass	كتلة	١٤٣
Mass defect	النقص الكتلى	١٨٩
Mass spectrograph	سبكتروجراف الكتلة (مصور الطيف الكتلى)	١٠٤

Mass spectrometer	مقياس الطيف الكتلى (اسبكترومتر)	١٧٦
Mass spectrum	طيف الكتلة	١١٨
Materials testing	اختبار المواد	١٣
Mathematics	الرياضيات	١٠٠
Maximum credible accident	اقصى حادث معقول	١٦
Maxwell- Boltizman distribution	توزيع ماكسويل - بولتزمان	٦٧
Mean free path	الطول المتوسط للمسار الحر	١١٧
Mean value	القيمة المتوسطة	١٤١
Mechanical properties	خواص ميكانيكية	٨٦
Median lethal dose	جرعة اماتة النصف	٧٣
Median lathal time	زمن هلاك النصف	١٠١
Mesharrafa, A.M	مشرفة، على مصطفى	١٢٣
Meson	ميزون	١٨١
Metal	فلز	١٣٠
Middle Eastern Regional Radioisotopes Center For Arab Countries	مركز الشرق الاوسط الاقليمى للنظائر المشعة للدول العربية	١٨٦
Migration area	مساحة الرحلة	١٦١
Milikan , Robert	ميليكان ، روبرت	١٨٢
Minimization, waste	تدنية (النفايات)	٥٦
Minkowski space	عالم منكوفسكى رباعى الابعاد	١١٨
Mixing test	اختبار المزج	١٤
Moderator coefficient	معامل المهدئ	١٦٧
Moisture measurement	قياس الرطوبة	١٤١
Molecule	جـزىء	٧٣
Momentum	كمية الحركة	١٤٧
Monitor	مرقب (جهاز مراقبة)	١٦١
Monoenergetic radiation	اشعاع احادى الطاقة	٣١
Multi channel analyser	المحلل متعدد القنوات	١٦٠
Multigroup model	نموذج المجموعات المتعددة	١٩١
Multiplication factor (constant)	ثابت المضاعفة = عامل التكاثر	٧١
Mutation	طفرة	١١٦

obeikandl.com

(N)

المصطلح الانجليزى	المقابل العربى	الصفحة
Natural circulation reactor	مفاعل ذو دورة طبيعية	١٧٣
Negative temperature coefficient activity	معامل التفاعلية السالب	١٦٦
Negative or Doner crystal (n-type)	البللورة السالبة	٤٢
Neptunium series (sequence)	سلسلة (متتابعة) النبتونيوم	١٠٥
Navier-stokes equations	معادلات نافير وستوك	١٦٥
Neutrino	نيوترينو	١٩٣
Neutron	النيوترون	١٩٢
Neutron absorber	ماص للنيوترونات	١٥٦
Neutron activation analysis	التحليل بالتنشيط النيوترونى	٥٣
Neutron bomb	قنبلة نيوترونية	١٣٩
Neutron Capture	اسر النيوترون	١٧
Neutron cycle	دورة نيوترونية	٩٠
Neutron collision radius	نصف قطر التصادم النيوترونى	١٨٥
Neutron diffractometer	مقياس حيود النيوترونات	١٧٦
Neutron detectors	كاشفات النيوترونات	١٤٢
Neutron flux	تدفق (فيض) نيوترونى	٥٦
Neutron hardening	تصلد (تقسية) نيوترونى	٦٠
Neutron optics	بصريات نيوترونية	٤٠
Neutron Radiography	تصوير نيوترونى	٦١
Neutron source	مصدر نيوترونى	١٧٤
Nitrogen-15	النيتروجين - ١٥	١٩٢
Non destructive test	اختبار غير اتلافى	١٣
Non-metal	لا فلزات	٣٠٠
Non- proliferation treaty (NPT)	معاهدة عدم انتشار الاسلحة النووية	١٦٧
Nuclear battery	بطارية نووية	٤٠
Nuclear cross section	المقطع العرضى النووى	١٧٤
Neutron diffractometer	مقياس حيود النيوترونات	١٧٦
Nuclear detector	كاشف نووى	١٤٢
Nuclear emulsion	مستحلب نووى	١٦١
Nuclear energy	طاقة نووية	١١٦
Nuclear explosion	انفجار نووى	٣٥
Nuclear facility	المنشاة النووية	١٨٠
Nuclear fission supported by accelerator	انشطار نووى مدعوم بمعجل	٣٤
Nuclear fuel	الوقود النووى	١٩٨
Nuclear fuel cycle	دورة الوقود النووى	٩١
Nuclear induction	حث نووى	٨٠

Nuclear isomers	ايسومرات نووية	٣٧
Nuclear magniting resonance	رنين نووى مغناطيسى	٩٩
Nuclear models	النماذج النووية	١٩٠
Nuclear physics	فيزيقا نووية	١٣٤
Nuclear potential	جهد نووى	٧٥
Nuclear power plants	محطات القوى النووية	١٥٨
Nuclear power plant safety	سلامة المحطات النووية	١٠٥
Nuclear Reaction	التفاعل النووى	٦٣
Nuclear reactor	مفاعل نووى	١٧٠
Nuclear Rocket	صاروخ نووى	١١٢
Nuclear safe gurde	ضمانات نووية	١١٥
Nuclear safety	امان نووى	٢٨
Nuclear star	نجم نووى	١٨٤
Nuclear ship	سفينة نووية	١٠٤
Nuclear submarine	غواصة نووية	١٢٩
Nuclear submarine accidents	حوادث الغواصات النووية	٧٨
Nuclear superheating	تسخين فائق نووى	٥٩
Nuclear weapons	الاسلحة النووية	١٨
Nuclear weapons free zone convention of Afric	معاهدة اخلاء افريقيا من الاسلحة النووية	١٩
Nucleonics	علم النويات (علم النوكليونات)	١٢٢
Nuclide	نويدة	١٩٢

(O)

المصطلح الانجليزى	المقابل العربى	الصفحة
Open-cycle reactor system	نظام مفاعل بدورة مفتوحة	١٨٧
Oppenheimer, Robert	اوبنهايمر، روبرت (١٩٠٤-١٩٦٧)	٣٦
Operational amplifier	المكبر التشغيلى (العملياتى)	١٧٨
Operator nabla	مؤثر نابلا	١٨١
Optimization	الحالة المثلى للحماية الاشعاعية	٧٩
Oscilloscope	راسم الذبذبات	٩٥
Ozirak	اوزيراك ، المفاعل العراقى	٣٧
Overpressure	فرط الضغط	١٣٠

(P)

المصطلح الانجليزى	المقابل العربى	الصفحة
Packing fraction	كسر التعبئة	١٤٦
Parasitic capture	اسر طفيلى	١٧
Parent atom	الذرة الام (او المنتجة)	٩٣
Pair Production	انتاج الازواج	٣١
Particle	جسيم	٧٤
Partial cross-section	المقطع العرضى الجزئى	١٧٤
Partial test ban treaty (PTBT)	معاهدة الحظر الجزئى لتجارب الاسلحة النووية	١٦٧
Particle Physics	فيزياء الجسيمات	١٣٤
Pauli exclusion principle	قاعدة بولى	١٣٥
Penetrometer	مقياس النفاذية	١٧٦
Perfect gas (Ideal)	غاز كامل (الغاز المثالى)	١٢٦
Period	دورة	٩٠
Periodic	حركة دورية	٨١
Periodic table of element	الجدول الدورى للعناصر	٧٢
Permissible dose	الجرعة المسموح بها	٧٣
Personal license (licence)	الترخيص الشخصى	٥٧
Personal monitor	مرقب شخصى	١٦١
Phantom	فانتوم (فى الفيزيقا الاشعاعية)	١٣٠
P^H	الرقم (الاس) الايدروجينى	٩٩
Phase	طور	١١٧
Phosphorescence	الفوسفورية	١٣١
Photoelectric effect	الاثر الكهروضوئى	١١
Photomutiplier tube	انبوب تضخيم ضوئى	٣٠
Photon	الفوتون	١٣١
Photosphere	الغلاف الضوئى(فوتوسفير)	١٢٨
Physical properties	خواص فيزيقية	٨٦
Physics	فيزياء (فيزيقا)	١٣٢
Pig	هون	١٩٤
Pile (nuclear reactor)	ركام (مفاعل) نووى	٩٩
Pi- meson (Pion)	ميزون ((باى)) (بيون)	١٨٢
Pinch effect	اثر الحصر	١١
Plank's constant(h)	ثابت بلانك	٧٠
Plank , Max	بلانك ، ماكس	٤٦
Plant factor	عامل المحطة	١١٩
Plant Hyperbreed	تهجين النبات	٦٦

Plasma	بلازما	٤٥
Plutonium	بلوتونيوم	٤٣
Plowshare	بلاوشير	٤٦
pocket dosemeter	مقياس الجرعة الجيبى	١٧٦
Polonium	البولونيوم	٤٥
Pool reactor	مفاعل بركة	١٧١
Positioning	وضع (تحديد موضع) وقود المفاعل	١٩٦
Positive charge	شحنة موجبة	١١١
Positive or Acceptor crystal (P-type)	البللورة الموجبة	٤٢
Positron	بوزيترون	٤٤
Positronium	بوزترونيوم	٤٤
Potential difference (Volt)	فرق الجهد (فولت)	١٣١
Power	قدرة	١٣٦
Power density	كثافة القدرة	١٤٤
Power coefficient	معامل القدرة (الاستطاعة)	١٦٦
Power reactor	مفاعل قدرة	١٧٣
Pressure-tube reactor	مفاعل انبوبة الضغط	١٧١
Pressure vessle	وعاء الضغط	١٩٧
Pressurized water reactor (PWR)	مفاعل الماء المضغوط	١٧٣
Pressurizer	منظم الضغط	١٨٠
Primary cosmic rays	اشعة كونية ابتدائية	٢٥
Principle of indeterminancy (Uncertainty principle)	مبدأ اللايقين (أو التشكك)	١٥٦
Production of isotopes	انتاج النظائر	٣١
Production reactor	مفاعل انتاج	١٧١
Prompt criticality	حرجية فورية	٨١
Prompt radiation	اشعاع فورى	٢٢
Proportional Counters	العداد التناسبى	١٢٠
Protective action guide (PAG)	دليل العمل الوقائى	٩٠
Proton	بروتون	٣٩
Proton – synchrotron	سنكروترون بروتونى	١٠٨
Pulse generator (pulser)	مولد النبضات	١٨١
Pulse height	ارتفاع النبضة	٣٦
Pulse height analyzer	محلل ارتفاع النبضات	١٥٩
Pulsed reactor	مفاعل نابض	١٧٣
Pulse shaping	تشكيل النبضات	٦٠
Pulses types	انواع النبضات	٣٦
PUREX Process	عملية البلوتويورانيوم	١٢٣

(Q)

المصطلح الانجليزى	المقابل العربى	الصفحة
Quality control (QC)	ضبط الجودة	١١٤
Quality factor	عامل النوع	١١٩
Quanti statistics	الاحصاء الكمى	١٢
Quantim	الكم او الكمة	١٤٦
Quantum coolants	مبردات كمومية	١٥٧
Quantum theory	نظرية الكم	١٨٧
Quenching circuit	دائرة اخماد	٨٧
Quark	كوارك	١٤٧
Q- value	طاقة التفاعل	١١٦

(R)

المصطلح الانجليزى	المقابل العربى	الصفحة
Rabbit	وعاء ارنبى	١٩٦
Radiation	اشعاع	٢١
Radiation absorbed dose (Rad)	راد	٩٥
Radiation burn	حرق اشعاعى	٨٢
Radiation chemistry	كمياء الاشعاع	١٥١
Radiation damage	تلف الاشعاع	٦٦
Radiation density	كثافة الاشعاع	١٤٣
Radioactive dust	غبار مشع	١٣٦
Radiation effects	تاثيرات الاشعاع	٤٩
Radiation emergency	طوارىء اشعاعية	١١٦
Radiation equivalent man (Rem)	الجرعة المكافئة	٧٣
Radiation illness	مرض اشعاعى	١٦٠
Radiation – induced polymerization	بلمرة مستحثة بالاشعاع	٤٣
Radiation interactions with human cells	تفاعل الاشعاع مع الخلايا	٦٣
Radiation monitoring	الرصد الاشعاعى	٩٨
Radiation pressure	ضغط اشعاعى	١١٤
Radiation protection	وقاية اشعاعية	١٩٧
Radiation Sickness	داء الاشعاع	٨٧
Radiation survay	مسح اشعاعى	١٦٢

Radiation Shielcing	الحواجز (الدروع) الواقية من الاشعاع	٨٣
Radiation standards	معايير الاشعاع	١٧٠
Radiation sterilization (Radappertisation)	تعقيم بالاشعاع	٦١
Radiation survey	مسح اشعاعى	١٦٢
Radiation therapy	علاج بالاشعاع	١٢٢
Radiation warning symbol	شارة تحذير من الاشعاع	١١٠
Radiation weighting factor	عامل الاشعاع المرجح	١١٩
Radioactive chain (radioactive family)	سلسلة مشعة (ذات فاعلية اشعاعية)	١٠٦
Radioactive Contamination	التلوث الاشعاعى	٦٦
Radioactive decay	التفكك(تحلل) الاشعاعى	٦٤
Radioactive decay law	قانون التفكك الاشعاعى	١٣٥
Radioactive dust	غبار مشع	١٢٦
Radioactive equilibrium	توازن الفاعلية الاشعاعية	٦٧
Radioactive fall-out	تساقط مشع	٥٨
Radioactive materials pathways to man	مسارات المواد المشعة إلى الانسان	١٦١
Radioactive poison	سم اشعاعى	١٠٦
Radioactive standard	معيار الفاعلية الاشعاعية	١٧٠
Radioactive material transport regulations in Suez Canal	تعليمات نقل المواد المشعة بقناة السويس	١٩٠
Radioactive waste	النفايات المشعة	١٨٨
Radioactivity concentration guide	دليل تركيز اشعاعى	٩٠
Radiobiology	بيولوجيا اشعاعية	٤٨
Radioecology	علم البيئة الاشعاعى	١٢٢
Radioisotopes	نظائر مشعة	١٨٥
Radioisotopes and Crude Oil Production	النظائر المشعة وانتاج النفط	١٨٦
Radioisotopic generator	مولد للنظير المشع	١٨١
Radiolysis	تحليل اشعاعى	٥٣
Radiosensitivity	حساسية اشعاعية	٨٢
Radium	الراديوم	٩٥
Radon	الرادون	٩٥
Radon breath analysis	تحليل التنفس الرادونى	٥٣
Rang – energy relation	العلاقة بين المدى والطاقة	١٢٥
Reactivity (ρ)	التفاعلية	٦٣
Radiobiology	بيولوجيا اشعاعية	٤٨
Radiology	راديولوجيا (علم الاشعاع)	٩٥
Radiography	تصوير اشعاعى	٦١
Radiometer	راديومتر (مقياس الاشعاع)	٩٥
Radioresistance	مقاومة اشعاعية	١٧٤
Radio titration	معايرة اشعاعية	١٧٠
Rang	مدى	١٦٠
Reactivity coefficients	معاملات التفاعلية	١٦٦
Reactor containment	حاوية المفاعل	٨٠

Reactor core	قلب المفاعل	١٣٧
Reactor shield	درع المفاعل	٨٩
Reactor Simulator	محاكى المفاعل	١٥٨
Reactor site selection	اختيار موقع المفاعل النووى	١٥
Recycling	اعادة الدورة	٩١
Reflector	عاكس	١١٨
Registration	التسجيل	٥٨
Regulatory body	الهيكل الرقابى والتنظيمى	١٩٤
Relative biological effectiveness (RBE)	فعالية بيولوجية نسبية	١٣٠
Relaxation distance	مسافة الاسترخاء	١٦١
Relocation (of fuel-pellet segment)	ترحيل (فى اجزاء اقراص الوقود)	٥٧
Repository, waste	منشاة الدفن (للنفايات)	١٧٩
Reprocessing	معالجة معادة (او عادة المعالجة)	١٦٦
Research reactor	مفاعل بحوث	١٧١
Residence time	زمن الاستيطان	١٠١
Residual nuclear radiation	اشعاع نووى متخلف	٢٥
Resonance	رنين	٩٩
Resonance absorption	امتصاص رنينى	٢٩
Resonance escape probability (p)	احتمال التسرب الرنينى	١٢
Rest mass	كتلة السكون	١٤٣
Reversibility	العكوسية	١٦٩
Rontgen (R)	الرونتجن	١٠٠
Rontgen, Wilhelm Conrad	رونتجن ، وليلم كونراد	٩٩
Rotation of vector (Curl)	دوران المتجه	٩٠
Rutherford, Ernest	رذر فورد ، ارنست	٩٨

(S)

المصطلح الانجليزى	المقابل العربى	الصفحة
Safe nuclear explosion	نفجار نووى سلمى	٣٥
Safe transporting of radioactive material	النقل الامن للمواد ذات النشاط الاشعاعى	١٩٠
Safety analysis reports	تقارير تحليل الامان	٦٤
Salting Bomb	القنابل المملحة	١٣٨
Sameira Mosa	سميرة موسى	١٠٧
San Loran, accident	سان لوران ، حادث	١٠٣
Seaborg , Glen	سيبورج ، جلين	١٠٨
Seal	مانع تسرب	١٥٦
Sealed source	المصدر المختوم	١٦٤
Seed and blanket	قلب ذو بذرة (وغطاء)	١٣٧

Segregation, waste	عزل (النفايات)	١٢٢
Semiconductor	اشباه الموصلات	٢٠
Self-luminous device	جهاز الاضاءة الذاتى	٧٥
Semiconductor detectors	كواشف انصاف نواقل	١٤٨
Separative work	جهد الفصل	٧٥
Series	متسلسلة	٥٨
Series in natural radioactive	سلاسل التفتت الاشعاعى	١٠٤
Scaler product	حاصل الضرب القياسى لمتجهين	٧٩
Scattering	استطارة	١٧
Scanning radioisotope	مسح النظائر المشعة	١٦٢
Scavenging	تطهير (تنقية)	٦١
Scattering cross-section	مقطع عرضى للاستطارة	١٧٥
Scintigram	مقياس التلالؤ (ومضات الضوء)	١٧٥
Scintiscanner	ماسح التلالؤ(الوميضى)	١٥٥
Scintillation detectors	الكواشف الوميضية	١٤٨
Scenario, worst case	سيناريو أسوأ حالة (للحوادث النووية)	١٠٩
Schottky effect	ظاهرة شوطكى	١١٨
Scram	وقف سريع	١٩٧
Shells	اغلفة	٢٥
Sherenkov, Counter	عداد، شرنيكوف	١٢١
Shim rod	قضيب ضابط	١٣٧
Shock wave	موجة صدمة	١٨١
Short circuit	دائرة قطع	٨٧
Sievert (SV)	سيفرت	١٠٩
Single channel analyzer	المحلل وحيد القناة	١٥٩
Siting Licence	الترخيص المكانى	٥٧
Smoke detectors	انذار الحريق	٣٣
SNAP	سناب	١٠٧
Soil radioactivity content	تركيز المواد المشعة فى التربة	٥٧
Solidification	تصلب، تجمد (النفايات)	٦٠
Solvent extraction	استخلاص المذيب	١٧
Somatic effect of radiation	تاثيرات ذاتية للاشعاع	٤٩
Sorption	امتزاز (انتشاف)	٢٨
Sound speed	سرعة الصوت	١٠٤
Spallation	تشظى	٥٩
Spark chamber	غرفة الشرارة	١٢٧
Specific activity	فاعلية نوعية	١٣٠
Specific Ionization	تاين نوعى	٥١
Specific power	قدرة نوعية	١٣٦
Mass Spectrometer	مقياس الطيف الكتلى (اسبكترومتر)	١٧٦
Special (or restricted) theory of relativity	النظرية النسبية الخاصة (أو المحدودة)	١٨٨
Specific Waler	نشاط نوعى	١٨٥

Spectral shift reactor	مفاعل الازاحة الطيفية	١٧١
Spectroscopic analysis	التحليل الطيفى	٥٣
spectrum	طيف	١١٨
Spent fuel	وقود مستهلك (مستنفد القوة)	١٩٨
Spent fuel storage	التخزين المرحلى للوقود المستنفد	٥٤
Spontaneous fission	انشطار تلقائى	٣٤
Stable isotopes	النظائر الثابتة	١٨٥
Standard deviation	الانحراف المعيارى	٣٢
Standard Model	النموذج المعيارى	١٩١
Start Conventions	معاهدات ستارت	١٦٧
Statistical physics	فيزياء احصائية	١٣٤
Steel	فولاذ (صلب)	١٣١
Stochastic Effects	التاثيرات غير العتبية	٤٩
Stopping power	قدرة الايقاف	١٣٦
Stratosphere	الغلاف الجوى الطبقى	١٢٨
Strain	انفعال	٣٥
Strange particles	جسيمات غريبة	٧٤
Stress corrosion	تآكل اجهادى	٤٩
Stress corrosion cracking	صدع (أوشرخ) اجهاد التآكل	١١٣
Stripping	اقتلاع (استخلاص ، انتزاع ، تعرية)	٢٦
Strong nuclear forces	قوى نووية شديدة	١٤٠
Subatomic particles	جسيمات دون ذرية	٧٤
Sun	شمس	١١٢
Superheating	تسخين فائق	٥٩
Survay meter	مقياس المسح (الاشعاعى)	١٧٧
Survival curve	منحنى النجاة	١٨٠
Swelling of fuel	انتفاخ (تورم) الوقود	٢٢
Synchrotron	سينكروترون	١٠٨
System of measurement	نظم القياس	١٨٨

(T)

المصطلح الانجليزى	المقابل العربى	الصفحة
Tagged atoms (Labelled)	ذرات موسومة (مرقومة)	٩٣
Taillings	مخلفات	١٦٠
Taillings impoundment	مجمع المخلفات	١٥٨
Tank reactor	مفاعل صهريجى	١٧٣
Target	هدف	١٩٤
Teller , Edward	تيلر ، ادوارد	٦٩
Telateloco convention	معاهدة اخلاء امريكا اللاتينية من الاسلحة النووية (معاهدة تلاتيلولكو)	١٩

Teletherapy	علاج من بعد	١٢٢
Temperature	درجة الحرارة	٨٩
Temperature coefficient of reactivity	معامل التفاعلية الحرارى	١٦٦
Ternary fission	انشطار نووى ثلاثى	٢٤
Test reactor	مفاعل اختبار	١٧٣
Tevatron	التيفاترون	٦٩
The international nuclear event scale	المقياس الدولى للوقائع النووية	١٧٧
Theory of Relativity	نظرية النسبية	١٨٨
Thermal burn	حرق حرارى	٨٢
Thermal column	عمود حرارى	١٢٢
Thermal efficiency	كفاءة حرارية	١٤٦
Thermal emission	الانبعاث الحرارى	٣٠
Thermal radiation	اشعاع حرارى	٢٢
Thermal reactor	مفاعل حرارى	١٧١
Thermal neutrons	النيوترونات الحرارية	١٩٢
Thermal shield	درع حرارى	٨٩
Thermal utilization factor (f)	عامل الانتفاع الحرارى	١١٩
Thermocouple	مزدوج حرارى	١٦١
Thermoluminescent dosimeter (TLD)	مجراع التألق الحرارى	١٧٦
Thermosphere or Lonosphere	الغلاف الجوى المتأين	١٢٨
Thickness gaging	مقياس تحديد التخانة (السمك)	١٧٥
Thomson, Sir Joseph John	ج.ج. طومسون ، سير جوزيف جون	١١٧
Thorium	ثوريوم	٧١
Thorium series (Sequence)	سلسلة متتابع الثوريوم	١٠٤
Three Mile Island (TMI) , Accident	جزيرة الاميال الثلاثة ، حادثة	٧٤
Threshold dose	الجرعة العتبية	٧٣
Time lag	تخلف زمنى	٥٦
Time of flight spectrometer	مطياف زمن الطيران	١٦٤
Timing	التوقيت	٦٨
Tissue weighting factor	عامل النسيج المرجح	١١٩
TNT equivalent	مكافيء الديناميت	١٧٨
Transplutonium element	عنصر ما وراء البلوتونيوم (ترانسبلوتونى)	١٢٤
Triage	تصنيف ثلاثى	٦١
Transistors	الترانزستور	٥٦
Total cross-section	المقطع العرضى الكلى	١٧٥
Towl, accident	تـول (حادثة)	٦٨
Transuranium elements	عناصر ماوراء اليورانيوم	١٢٤
"Treatment" radioactive waste.	معالجة (النفايات)	١٦٥
Tritium (H3)	تريتيوم-٣	٥٧
Triode (Amplifier)	صمام ثلاثى (مكبر)	١١٣
Troposphere	الغلاف الجوى الاسفل	١٢٨

(U)

المصطلح الانجليزى	المقابل العربى	الصفحة
Ultimate Disposal (H.L. Waste)	التخزين النهائى (للنفايات عالية الاشعاع	٥٥
Ultrasonic testing	اختبار الموجات فوق الصوتية	١٤
Uranium	يورانيـوم	٢٠٠
Uranium hexaflouride	سادس فلوريد اليورانيوم (يوفل٦)	١٠٣
Uranium production	انتاج اليورانيوم	٣١
Uranium series (sequence)	سلسلة (متتابعة) اليورانيوم	١٠٥
Uranium trioxide	ثالث اوكسيد اليورانيوم (يوا٣)	٧١

(V)

المصطلح الانجليزى	المقابل العربى	الصفحة
Valve	صمام (محبس)	١١٣
Valve Thermionic	صمام ثرميونى	١١٣
Van Allen radiation belt	حزام فان الن	٨٢
Van De Graff Accelerator	معجل الفان دى جراف	١٦٩
Vapor suppression	كبت البخار	١٤٣
Variation of mass	تغير الكتلة	٦٢
Vault	قبو (المفاعل)	١٣٦
Vector	الكمية المتجهة	١٤٧
Vector product	حاصل الضرب الاتجاهى لمتجهين	٧٩
Vienna Convention on civil liability of nuclear damage	اتفاقية فيينا (الخاصة بالمسئولية المدنية عن اضرار الطاقة الذرية)	١٣٤
Virtual Nuclear Testing	الاختبار النووى الافتراضى	١٤
Void coefficient	معامل الفقاعات	١٦٦
Volume reduction	تقليص الحجم (النفايات المشعة)	٦٥

(W)

المصطلح الانجليزى	المقابل العربى	الصفحة
Waste characterization	توصيف النفايات	٦٨
Waste form	هيئة (قالب، نموذج)النفايات	١٩٤
Waste management, radioactive	ادارة النفايات المشعة	١٦
Water boiler	غلاية ماء	١٢٩
Water pressure	ضغط الماء	١١٥
Water radioactivity content	تركيز المواد المشعة فى الماء	٥٨

Watt	واط	١٩٥
Wave length	طول الموجة	١١٧
Wave mechanics	الميكانيكا الموجية	١٨٢
Wave movement	الحركة الموجية	٨١
Weak nuclear forces	قوى النووية الضعيفة	١٤٠
Wet criticality	حرجية رطبة	٨١
Whole body counter	عداد الجسم الكامل	١٢٠
Windscale , Accident	وندسكيل ، حادثة	١٩٨

(X)

المصطلح الانجليزى	المقابل العربى	الصفحة
X- Ray	اشعة اكس (الاشعة السينية)	٢٣
X-ray camera	جهاز الاشعة السينية	٧٥
X- ray testing	اختبار بالاشعة السينية	١٣

(Y)

المصطلح الانجليزى	المقابل العربى	الصفحة
Yahia El-mashad	د. يحيى المشد	٣٠٢
Yield	النتاج	١٨٤
Yellow Cake	الكعكة الصفراء (العجينة الصفراء)	١٤٦

(Z)

المصطلح الانجليزى	المقابل العربى	الصفحة
Zeeman effect	اثر زيمان	١١
Zirconium	زركونيوم	١٠١
Zircaloy	زركالوى	١٠١

openkanal.com

فهرس الجداول الملحقة

جدول الحروف الهجائية اليونانية ٢٠٥

جدول المقاطع المستخدمة مع الوحدات وقيمتها ٢٠٥

جدول الثوابت الأساسية ٢٠٦

جدول عوامل تحويلات الطاقة ٢٠٦

جدول عوامل تحويلات القدرة ٢٠٧

جدول العناصر الكيميائية ٢٠٨

جدول السلاسل الإشعاعية ٢١٢

سلسلة الاكتنيوم ٢١٢

سلسلة الثوريوم ٢١٣

سلسلة النبتونيوم ٢١٤

سلسلة اليورانيوم ٢١٥

منتجات الانشطار الأولية الأساسية ٢١٦

أمثلة لبعض النظائر المشعة واستخداماتها ٢١٧

تصنيف الكواشف الإشعاعية :

حسب طبيعة تفاعل الاشعاع مع المادة ٢١٨

حسب طريقة الكشف ٢١٨

جداول المقارنة بين أنواع المفاعلات النووية المنتشرة فى العالم ٢١٩

الأشعة المؤينة (مصادرها، آثارها، الوقاية منها) ٢٢٢

الأشعة غير المؤينة (مصدرها، آثارها، الوقاية منها) ٢٢٤

تأثير التشعيع على المواد المختلفة ٢٢٥

تصنيف النظائر بالنسبة إلى سميتها الإشعاعية ٢٢٦

تصنيف المختبرات وكميات النويدات المشعة المناسبة ٢٢٧

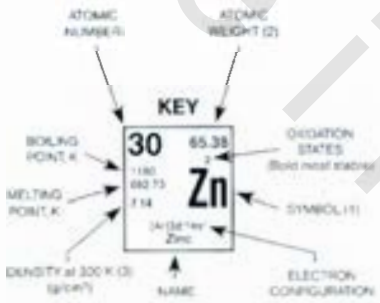
جداول الجسيمات الأولية ٢٢٨

- خريطة النظائر

obeikandl.com

دليل استخدام
خارطة النويدات

obeikandl.com

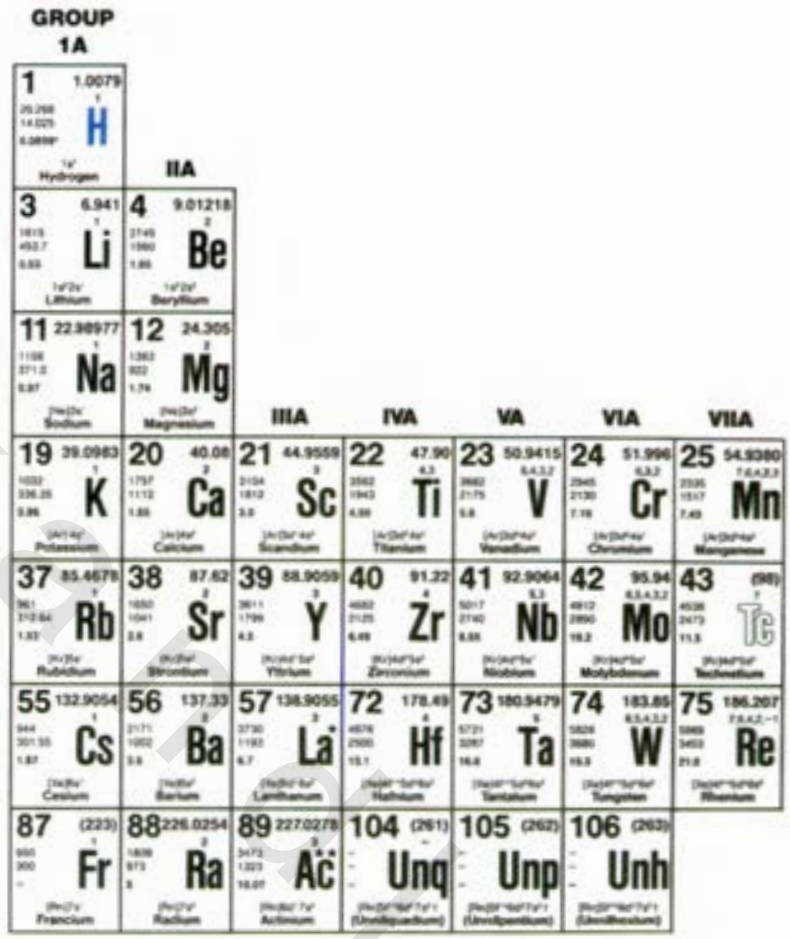


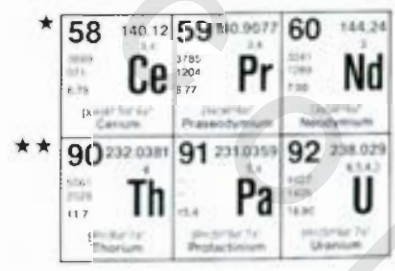
NOTES:

(1) Black—solid
Green—gas
Blue—liquid
Outline—artificially prepared

(2) Based upon carbon-12. () indicates most stable or best known isotope.

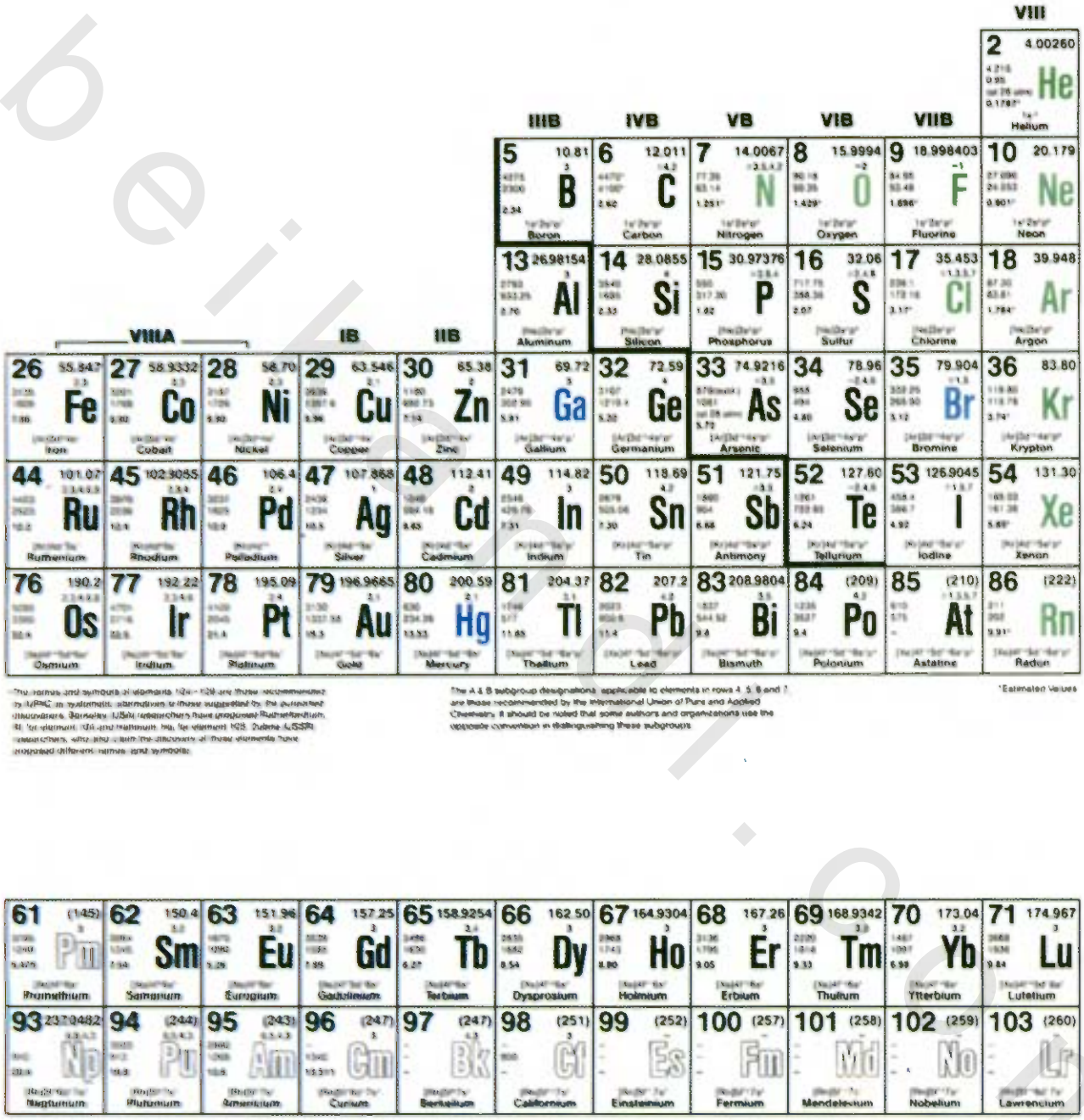
(3) Entries marked with asterisks refer to the gaseous state at 273 K and 1 atm and are given in units of g/l.





obeikandl.com

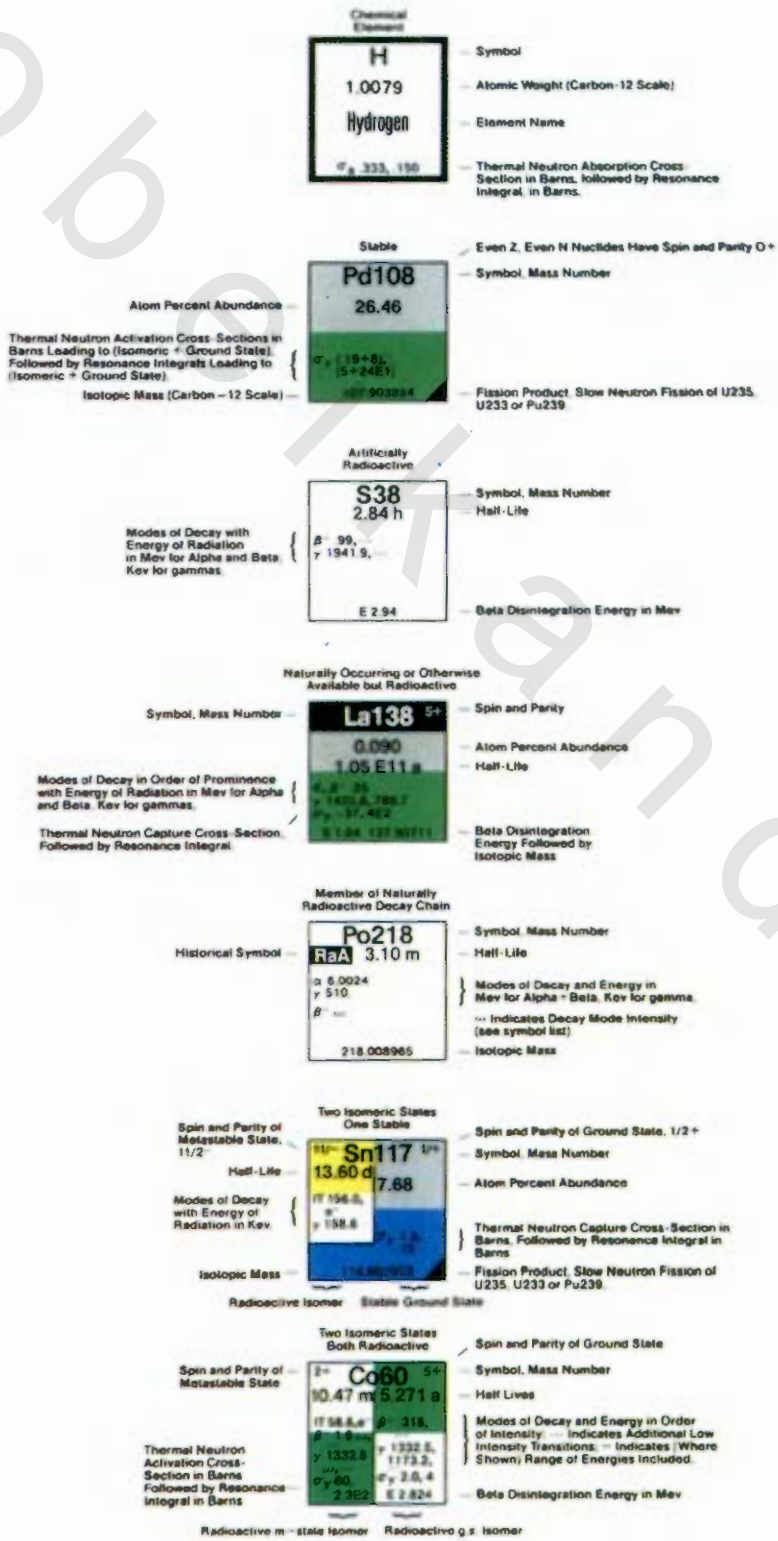
الجدول الدورى للعناصر



The A & B subgroup designations, applicable to elements in rows 4, 5, 6 and 7, are those recommended by the International Union of Pure and Applied Chemistry. It should be noted that some authors and organizations use the opposite convention in labeling these subgroups.

*Estimated Values

دليل استخدام خارطة النويدات



Displacements Caused by Nucle Bombardment Reactions

	α , 3n	α , 2n ³He, n	α , n	
	p , n	p , γ d , n ³He, np	α , np t , n ³He, p	
	p , pn γ , n n , 2n	Original Nucleus n , n	d , p n , γ t , np	t , p
p , α	n , t γ , np n , nd	n , d γ , p n , np	n , p t , ³He	
	n , α n , n ³He	n , ³He n , pd		

Relative Locations of the Products of Various Nuclear Processes

			³He in	α in
	β⁻ out	p in	d in	t in
	n out	Original Nucleus	n in	
t out	d out	p out	β⁺ out ε	
α out	³He out			

obeikandl.com

SYMBOLS

RADIATIONS AND DECAY

α	alpha particle
β^-	negative electron
β^+	positron
γ	gamma ray
n	neutron
p	proton
d	deuteron
t	triton
€	electron capture
IT	isomeric transition
D	delayed radiation
SF	spontaneous fission
E	disintegration energy
e^-	conversion electron
$\beta^-\beta^-$	double beta-decay
C14	particle emission
Ne	particle emission

TIME

μs	microseconds (1.0E-6 sec.)
ms	milliseconds (1.0E-3 sec.)
s	seconds
m	minutes
h	hours
d	days
a	years

OTHER SYMBOLS

[illegible]	absolute abundance less than 1%
[illegible]	absolute abundance less than 10E3%
[illegible]	absolute abundance less than 10E6%
E	indicates exponential format, e.g., 1.06E11a is 1.06×10^{11} years
↔	indicates assignment to metastable (m) and ground (g) state states inconclusive
↕	indicates assignment of m_2 and m_1 states inconclusive
χ	unspecified number of particles of a given type emitted, e.g., χp

COLORS USED FOR HALF LIVES
(APPEAR IN UPPER HALF OF NUCLIDE BLOCK)

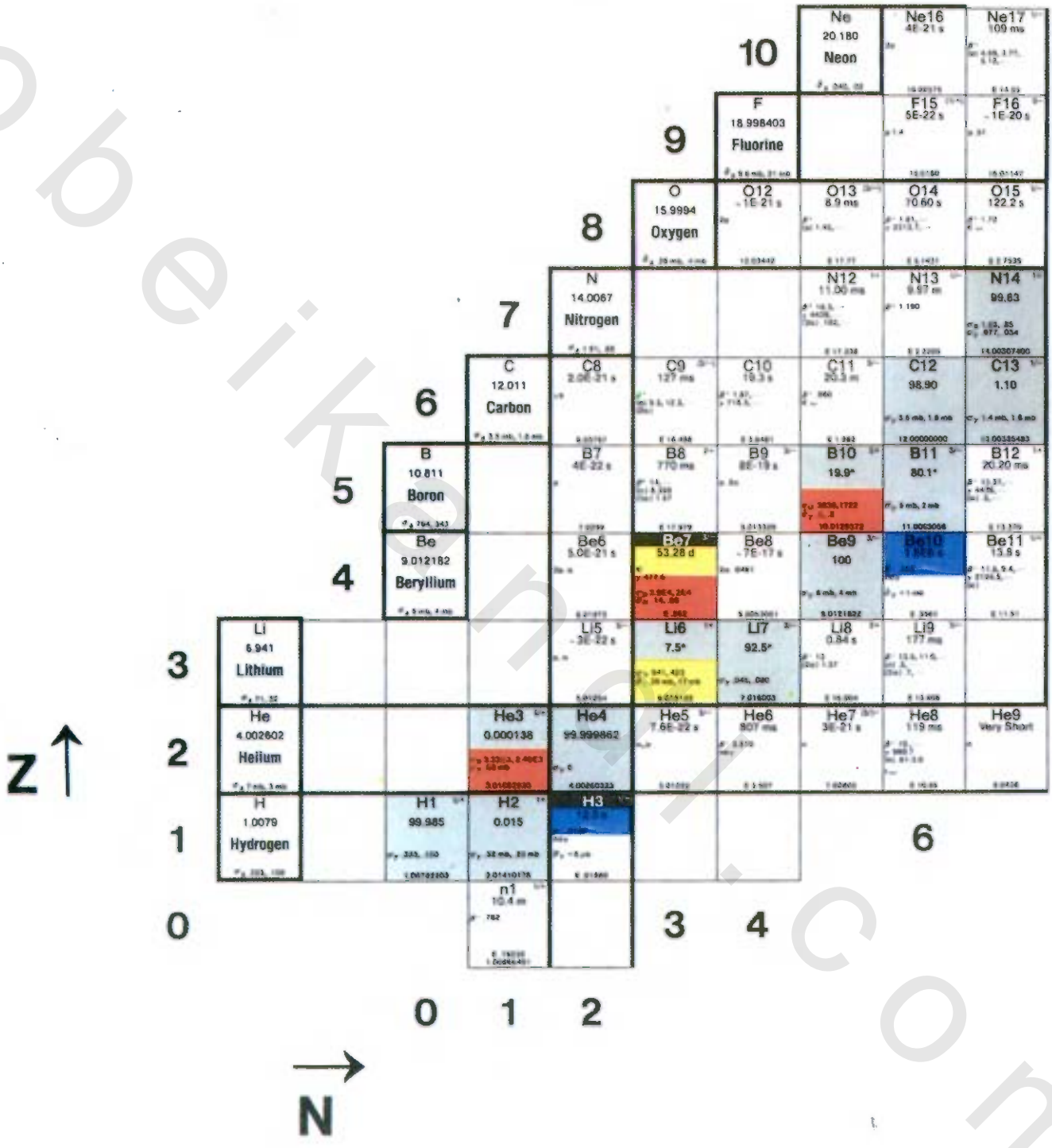
- 1 DAY TO 10 DAYS
- 10 DAYS TO 100 DAYS
- 100 DAYS TO 10 YEARS
- 10 YEARS TO 5E8 YEARS
- > 5E8 YEARS OR STABLE

COLORS USED FOR NEUTRON ABSORPTION PROPERTIES
(APPEAR IN LOWER HALF OF NUCLIDE BLOCK)

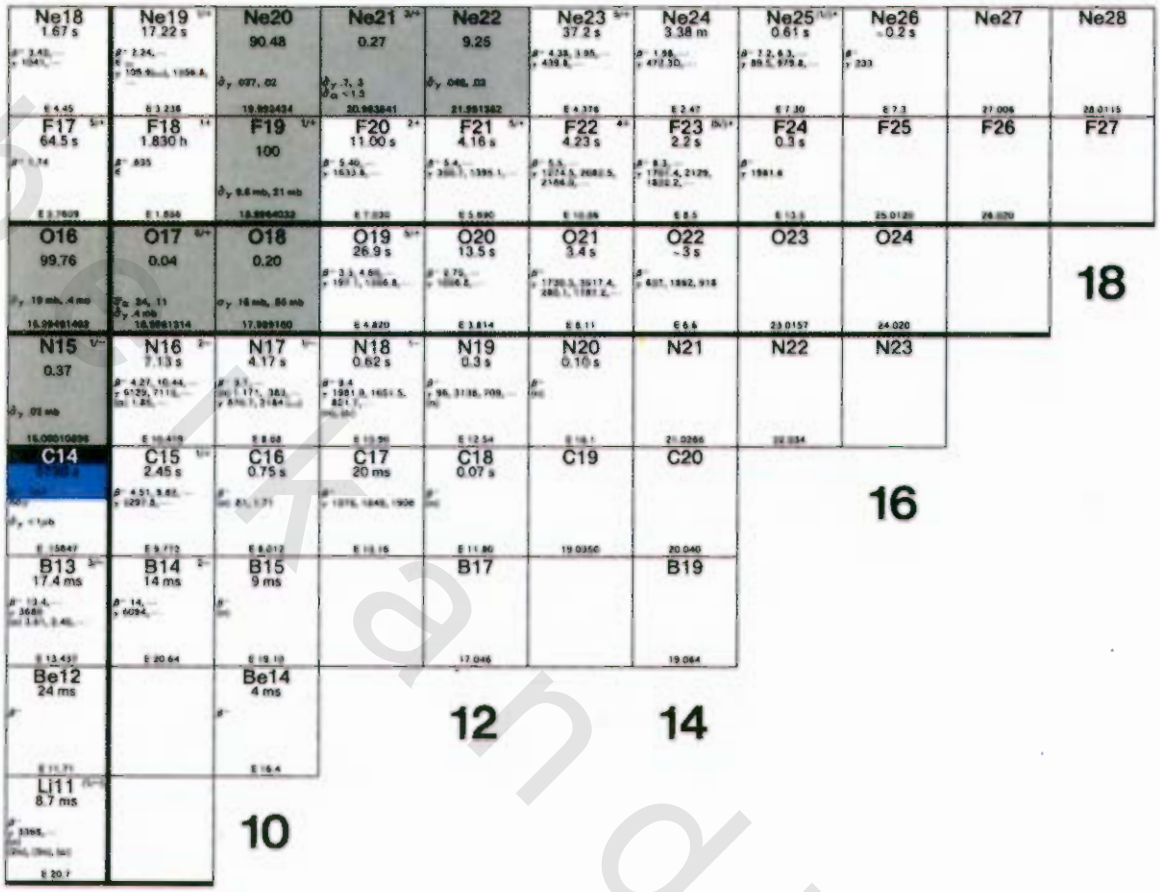
- 10 BARNS TO 100 BARNS
- 100 BARNS TO 500 BARNS
- 500 BARNS TO 1000 BARNS
- > 1000 BARNS

obeikandl.com

خارطة النويدات

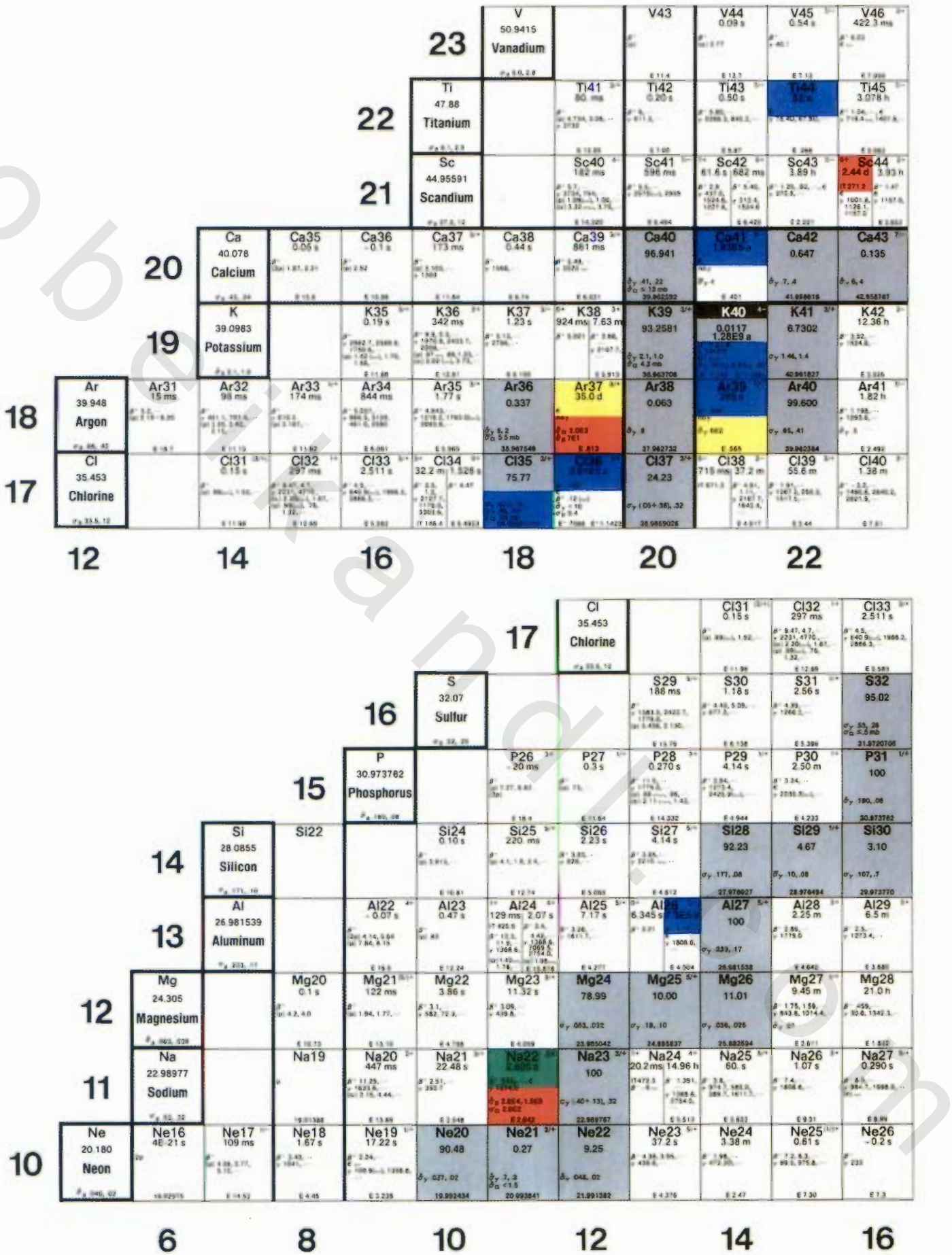


obeikandl.com

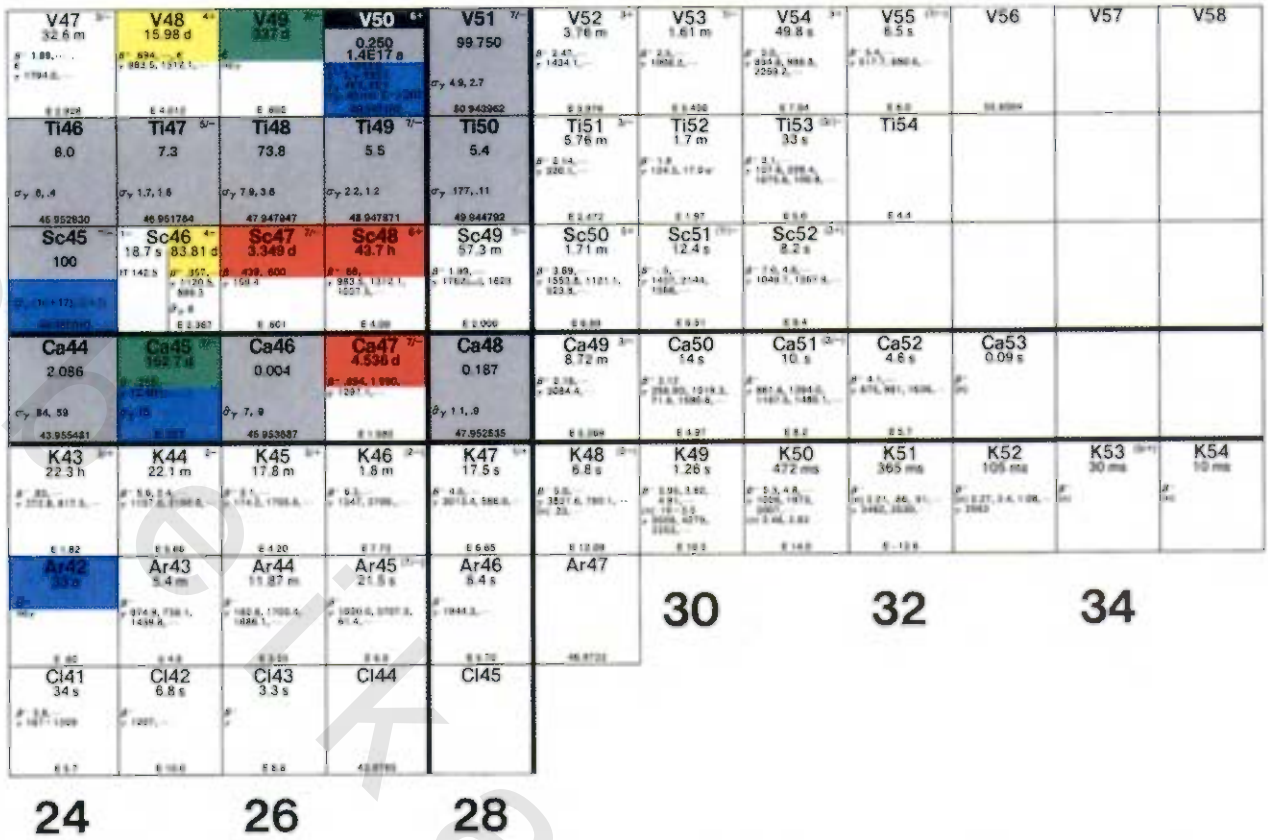


*Significant differences in these abundance values have been observed in some samples, see page 8 for discussion.

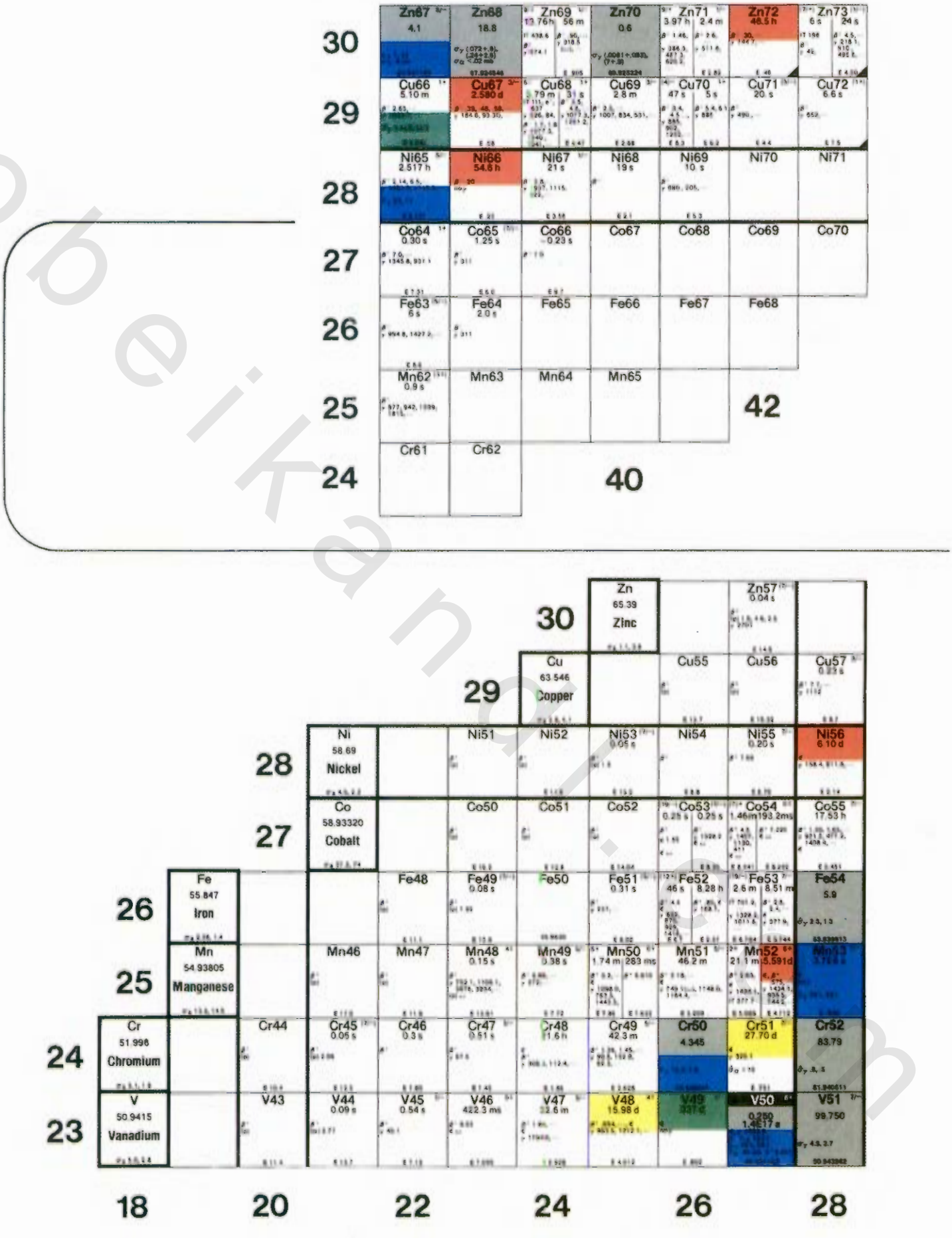
opekandi.com


23
V
50.9415
Vanadium
V43
V44
0.09 s
V45
0.54 s
V46
422.3 ms
22
Ti
47.88
Titanium
Ti41
80. ms
Ti42
0.20 s
Ti43
0.50 s
Ti44
63 a
Ti45
3.078 h
21
Sc
44.95591
Scandium
Sc40
182 ms
Sc41
596 ms
Sc42
61.6 s
682 ms
Sc43
3.89 h
Sc44
2.44 d
3.93 h
20
Ca
40.078
Calcium
Ca35
0.05 s
Ca36
- 0.1 s
Ca37
175 ms
Ca38
0.44 s
Ca39
861 ms
Ca40
96.941
Ca41
1.0E5 a
Ca42
0.647
Ca43
0.135
19
K
39.0983
Potassium
K35
0.19 s
K36
342 ms
K37
1.23 s
K38
924 ms; 7.63 m
K39
93.2581
K40
0.0117
1.28E9 a
K41
6.7302
K42
12.36 h
18
Ar
39.948
Argon
Ar31
15 ms
Ar32
98 ms
Ar33
174 ms
Ar34
844 ms
Ar35
1.77 s
Ar36
0.337
Ar37
35.0 d
Ar38
0.063
Ar39
269 a
Ar40
99.600
Ar41
1.82 h
17
Cl
35.453
Chlorine
Cl31
0.15 s
Cl32
297 ms
Cl33
2.511 s
Cl34
32.2 m; 1.526 s
Cl35
75.77
Cl36
Cl37
24.23
Cl38
715 ms; 37.2 m
Cl39
55.6 m
Cl40
1.38 m
12
14
16
18
20
22

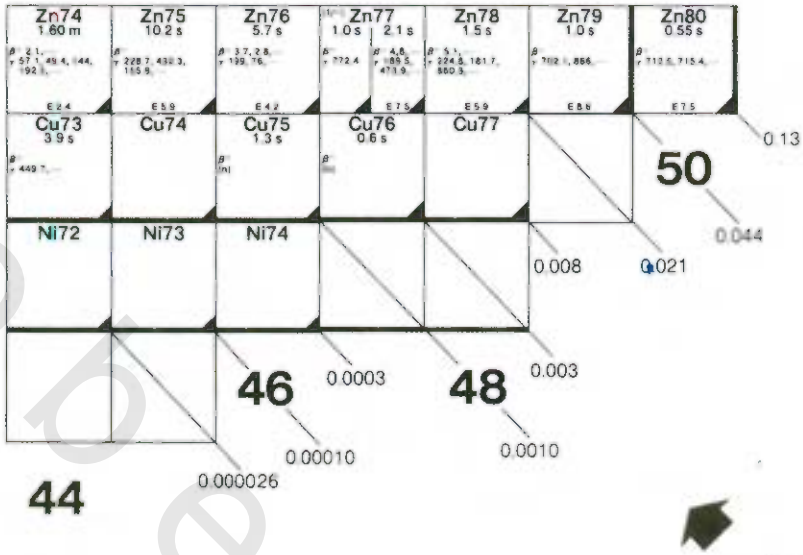
17
Cl
35.453
Chlorine
Cl31
0.15 s
Cl32
297 ms
Cl33
2.511 s
16
S
32.07
Sulfur
S29
188 ms
S30
1.18 s
S31
2.56 s
S32
95.02
15
P
30.973762
Phosphorus
P26
- 20 ms
P27
0.3 s
P28
0.270 s
P29
4.14 s
P30
2.50 m
P31
100
14
Si
28.0855
Silicon
Si22
Si24
0.10 s
Si25
220. ms
Si26
2.23 s
Si27
4.14 s
Si28
92.23
Si29
4.67
Si30
3.10
13
Al
26.981539
Aluminum
Al22
- 0.07 s
Al23
0.47 s
Al24
129 ms; 2.07 s
Al25
7.17 s
Al26
6.345 s
Al27
100
Al28
2.25 m
Al29
6.5 m
12
Mg
24.305
Magnesium
Mg20
0.1 s
Mg21
122 ms
Mg22
3.86 s
Mg23
11.32 s
Mg24
78.99
Mg25
10.00
Mg26
11.01
Mg27
9.45 m
Mg28
21.0 h
11
Na
22.98977
Sodium
Na19
Na20
447 ms
Na21
22.48 s
Na22
2.605 a
Na23
100
Na24
20.2 ms; 14.96 h
Na25
60. s
Na26
1.07 s
Na27
0.290 s
10
Ne
20.180
Neon
Ne16
4E-21 s
Ne17
109 ms
Ne18
1.67 s
Ne19
17.22 s
Ne20
90.48
Ne21
0.27
Ne22
9.25
Ne23
37.2 s
Ne24
3.38 m
Ne25
0.61 s
Ne26
- 0.2 s
6
8
10
12
14
16



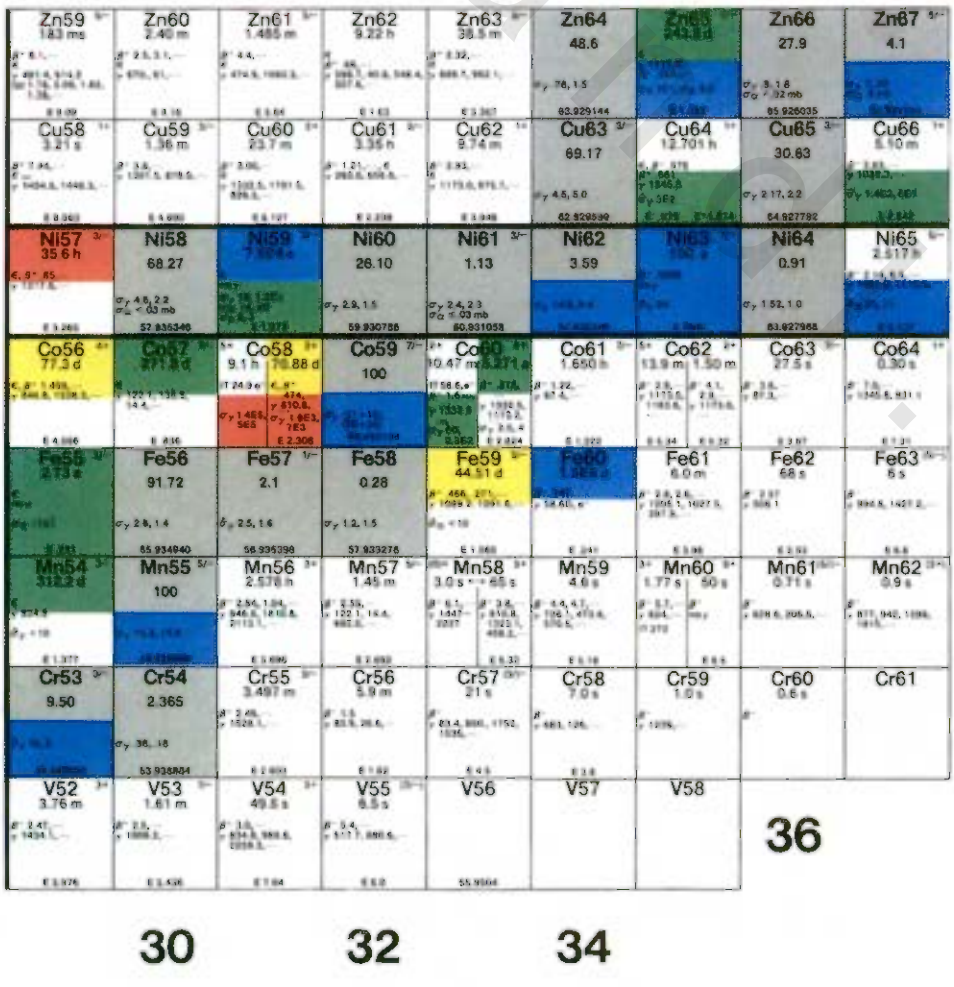
OneTikaPoi.com



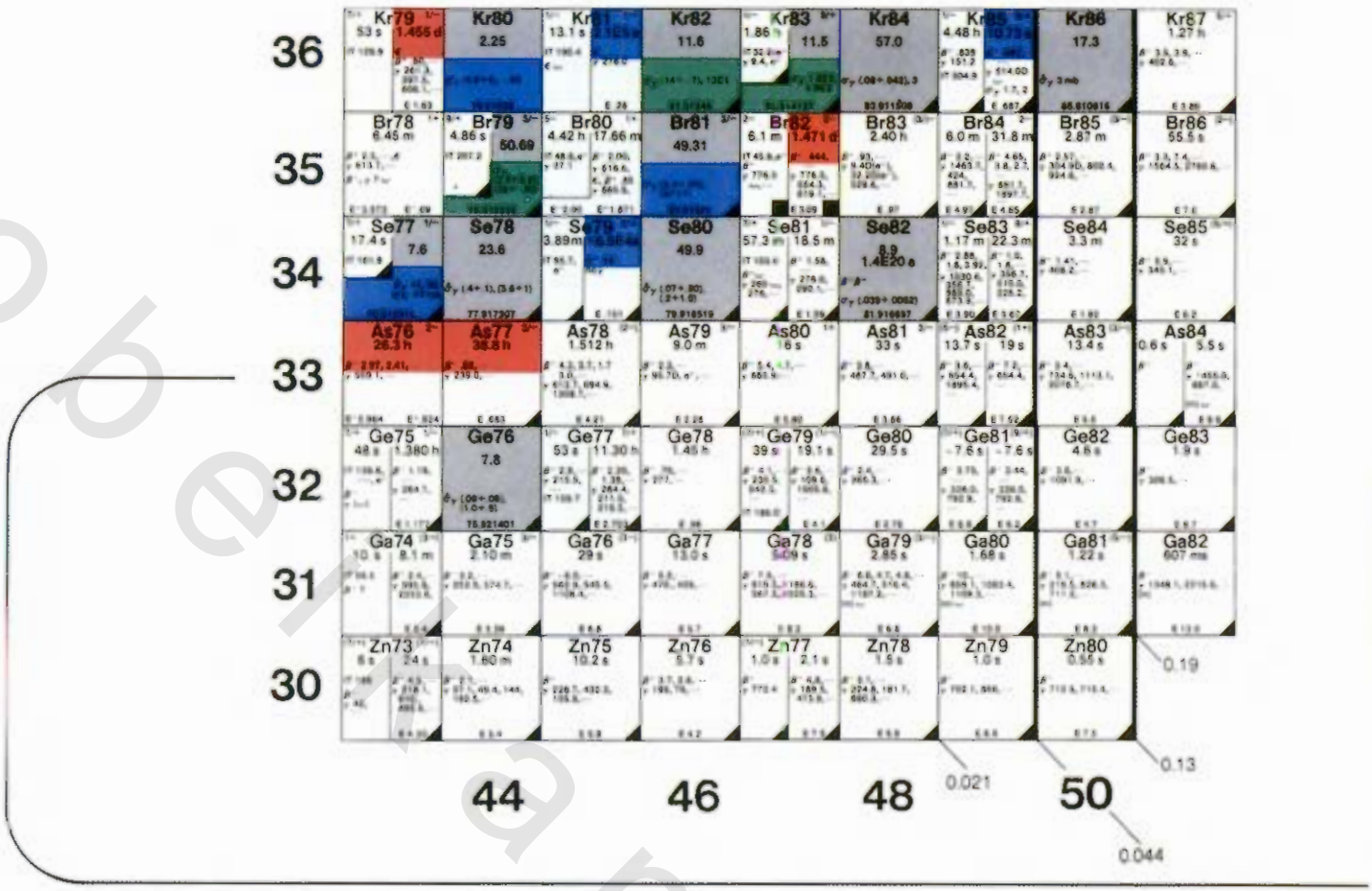
obeikandl.com

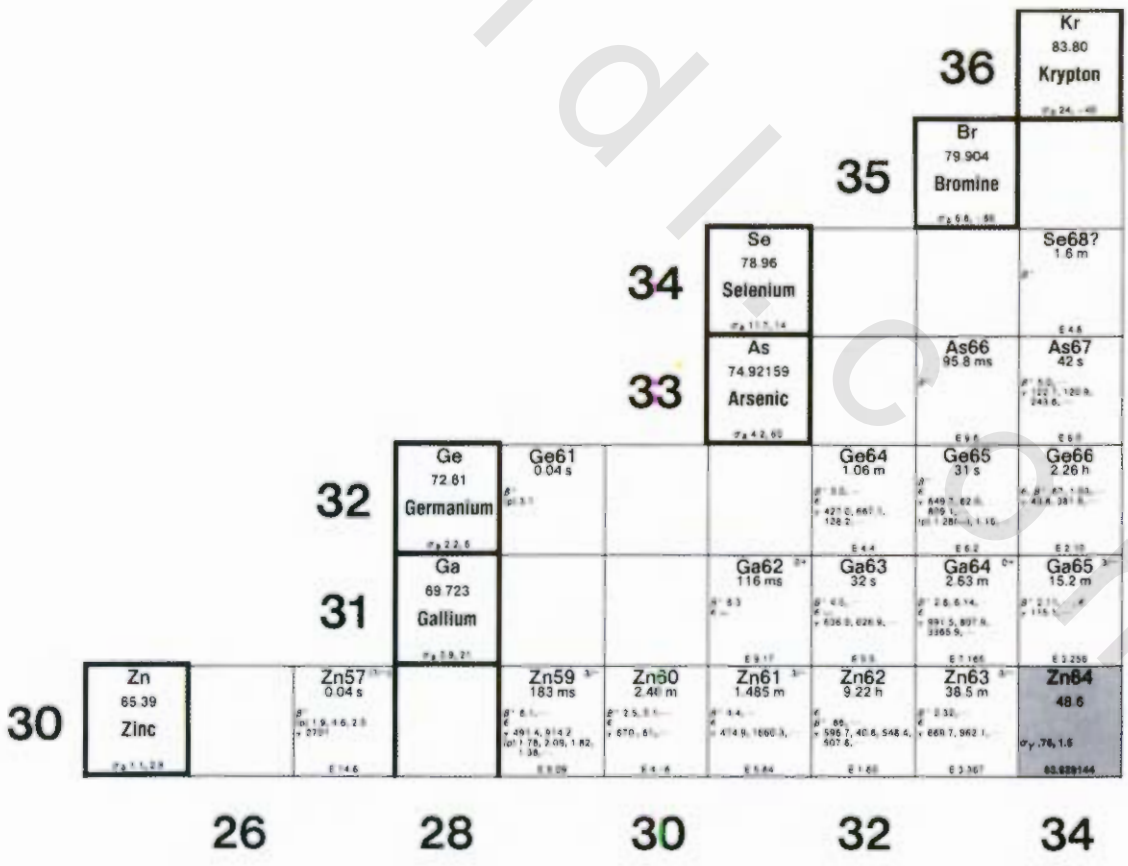


FISSION YIELDS
FROM URANIUM 235

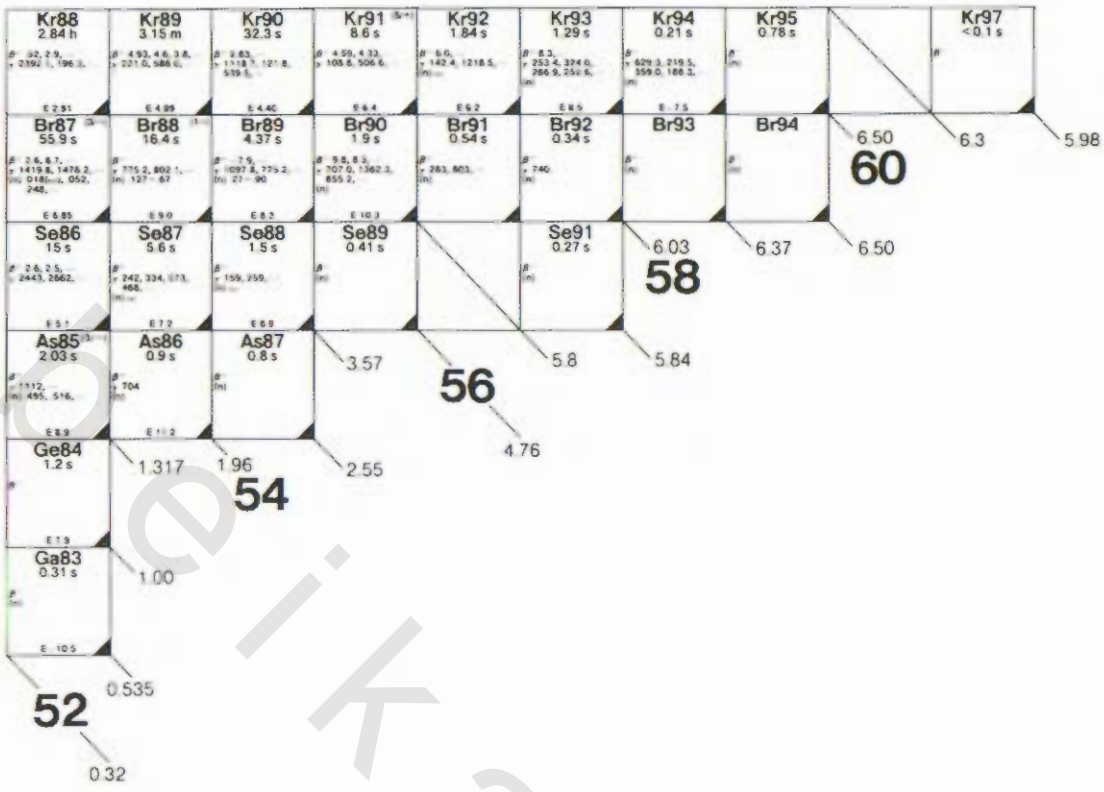


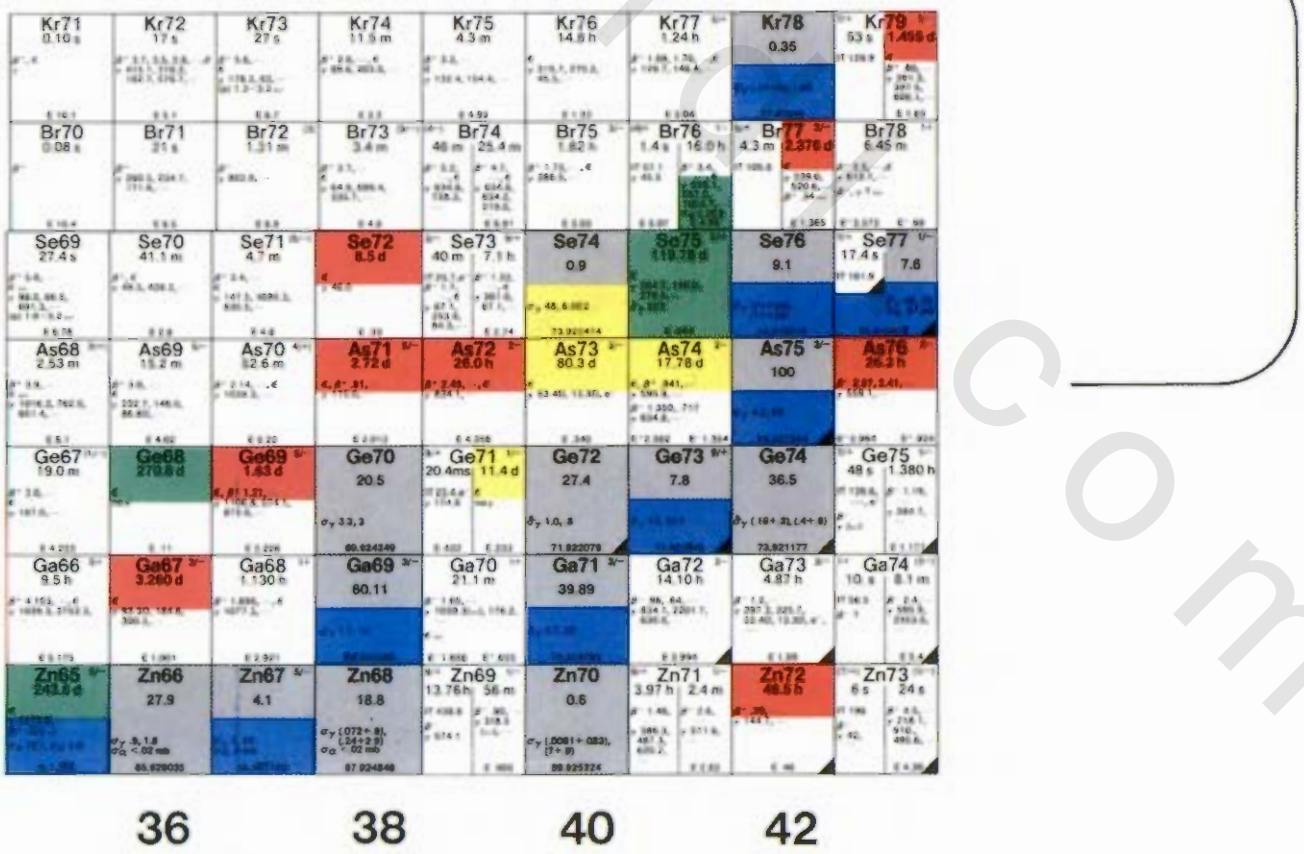
obeikandl.com

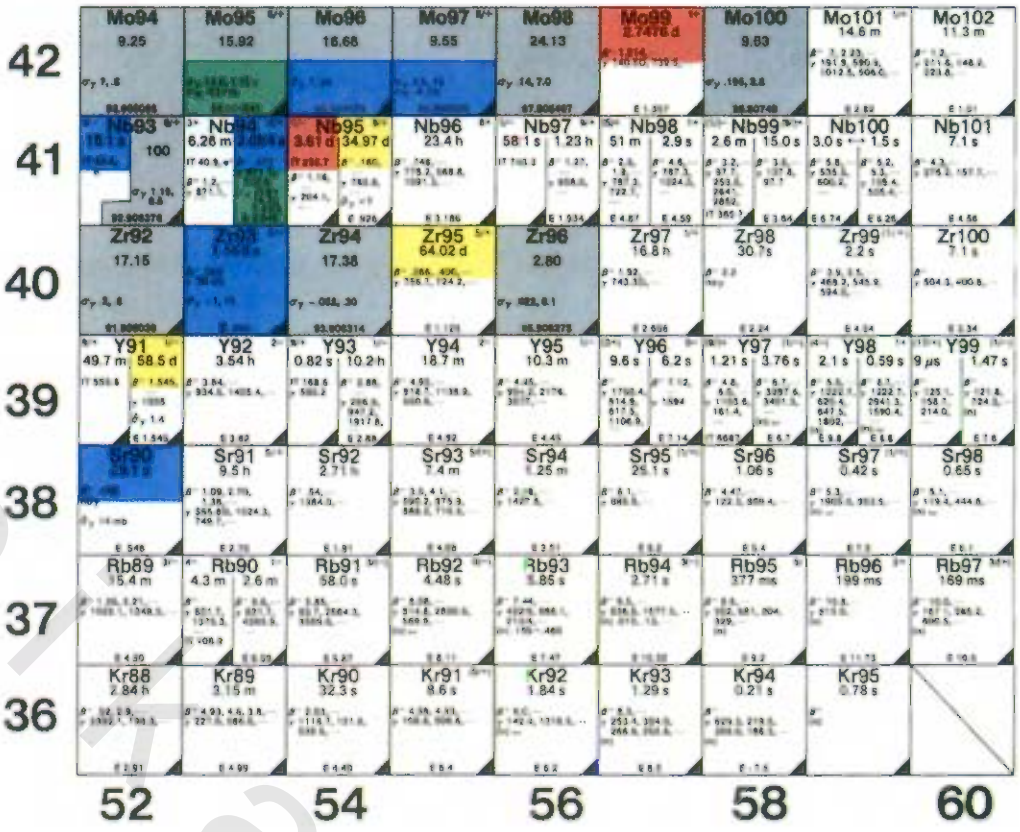




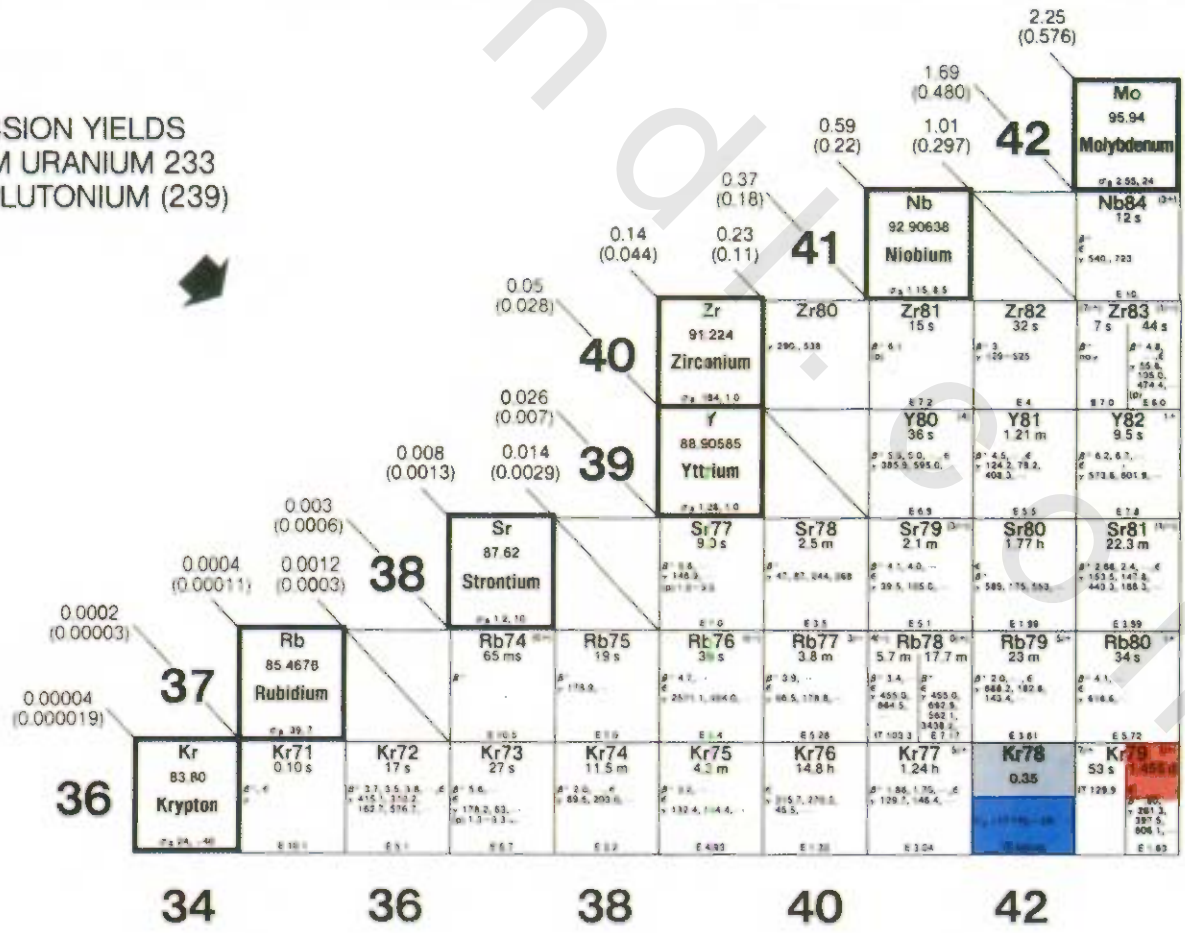
open and loam


Kr88 2.84 h
Kr89 3.15 m
Kr90 32.3 s
Kr91 8.6 s
Kr92 1.84 s
Kr93 1.29 s
Kr94 0.21 s
Kr95 0.78 s
Kr97 <0.1 s
Br87 55.9 s
Br88 16.4 s
Br89 4.37 s
Br90 1.9 s
Br91 0.54 s
Br92 0.34 s
Br93
Br94
6.50
60
6.3
5.98
Se86 15 s
Se87 5.6 s
Se88 1.5 s
Se89 0.41 s
Se91 0.27 s
6.03
58
6.37
6.50
As85 2.03 s
As86 0.9 s
As87 0.8 s
3.57
56
5.8
5.84
Ge84 1.2 s
1.317
1.96
54
2.55
4.76
Ga83 0.31 s
1.00
0.535
52
0.32

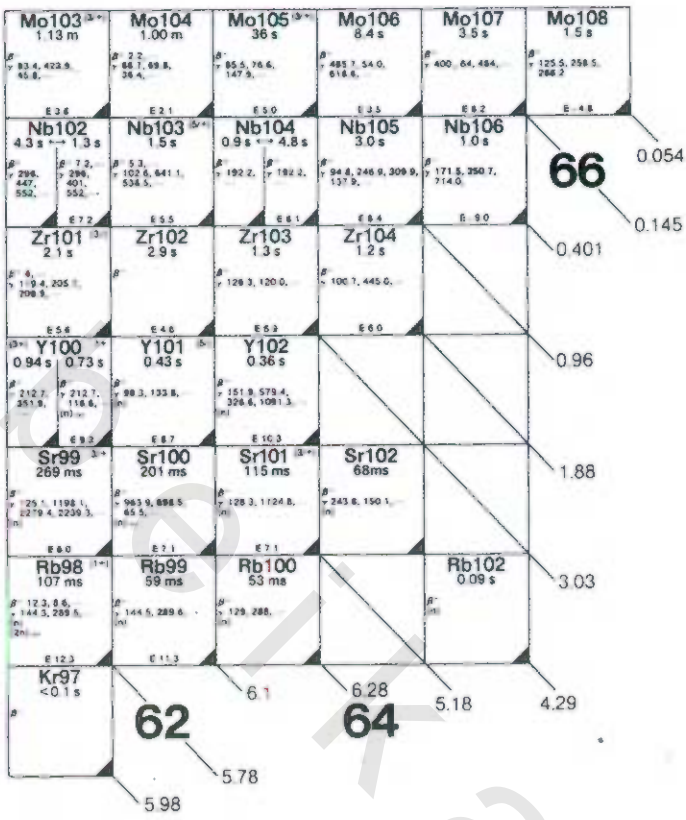

Kr71 0.10 s
Kr72 17 s
Kr73 27 s
Kr74 11.5 m
Kr75 4.3 m
Kr76 14.8 h
Kr77 1.24 h
Kr78 0.35
Kr79 53 s
1.455 d
Br70 0.08 s
Br71 21 s
Br72 1.31 m
Br73 3.4 m
Br74 46 m
25.4 m
Br75 1.62 h
Br76 1.4 s
16.0 h
Br77 4.3 m
2.376 d
Br78 6.45 m
Se69 27.4 s
Se70 41.1 m
Se71 4.7 m
Se72 8.5 d
Se73 40 m
7.1 h
Se74 0.9
Se75 119.78 d
Se76 9.1
Se77 17.4 s
7.6
As68 2.53 m
As69 15.2 m
As70 52.6 m
As71 2.72 d
As72 26.0 h
As73 80.3 d
As74 17.78 d
As75 100
As76 26.3 h
Ge67 19.0 m
Ge68 270.8 d
Ge69 1.63 d
Ge70 20.5
Ge71 20.4ms
11.4 d
Ge72 27.4
Ge73 7.8
Ge74 36.5
Ge75 48 s
1.380 h
Ga66 9.5 h
Ga67 3.260 d
Ga68 1.130 h
Ga69 60.11
Ga70 21.1 m
Ga71 39.89
Ga72 14.10 h
Ga73 4.87 h
Ga74 10 s
8.1 m
Zn65 243.8 d
Zn66 27.9
Zn67 4.1
Zn68 18.8
Zn69 13.76 h
56 m
Zn70 0.6
Zn71 3.97 h
2.4 m
Zn72 46.5 h
Zn73 6 s
24 s
36
38
40
42



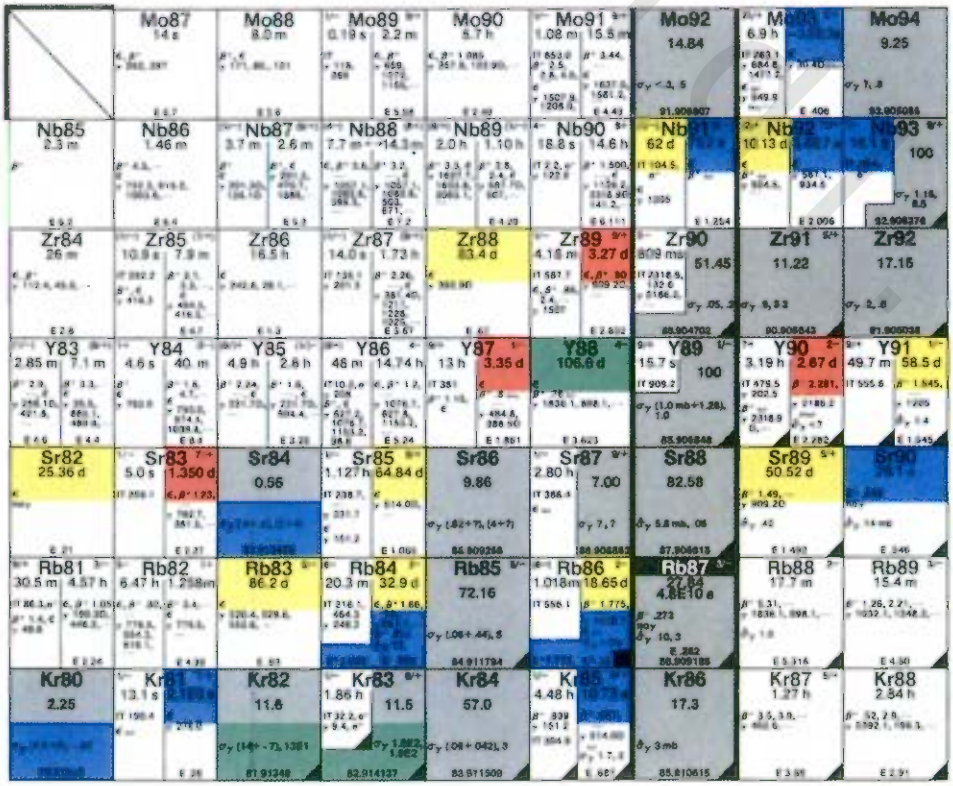
FISSION YIELDS
FROM URANIUM 233
AND PLUTONIUM (239)

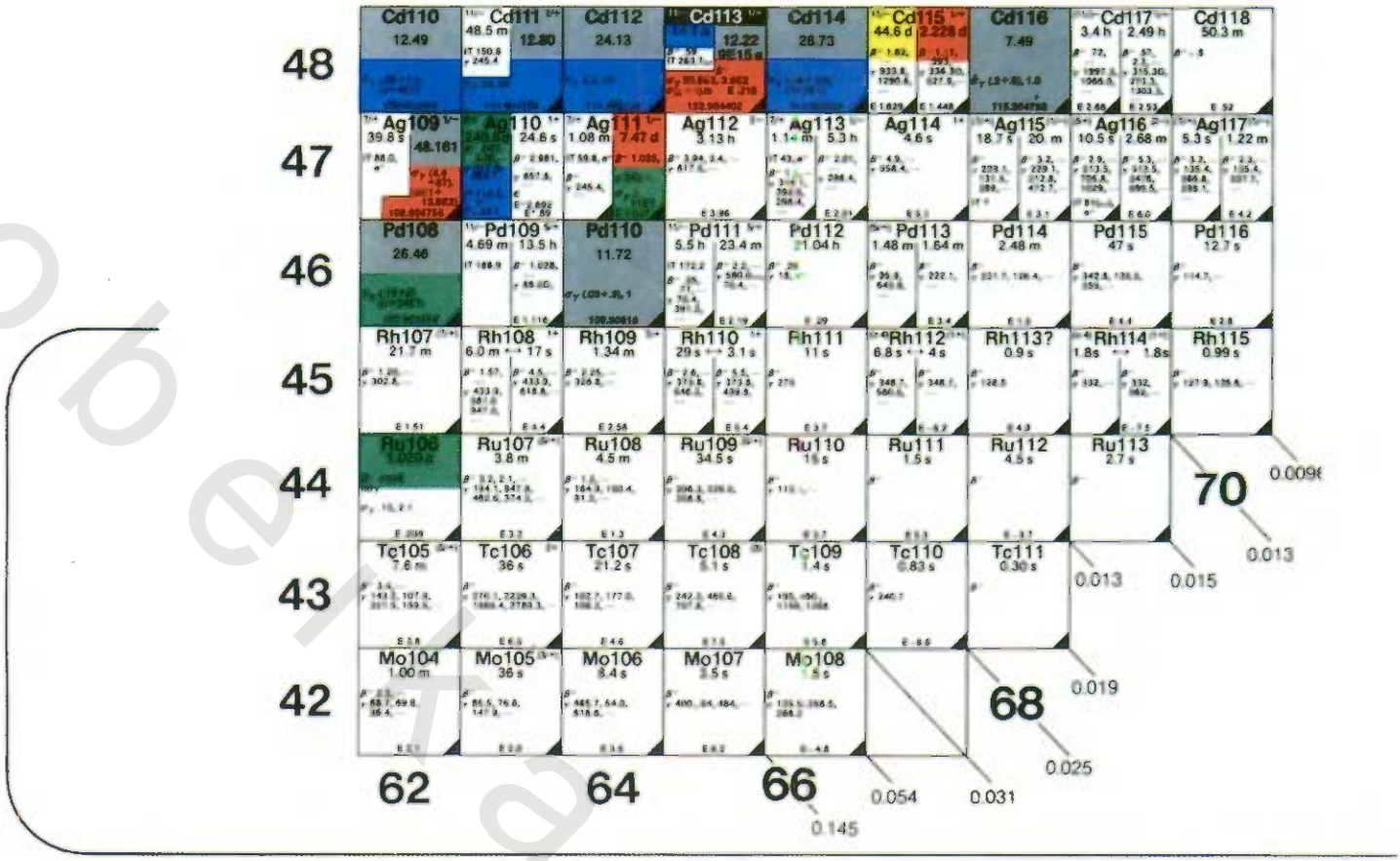


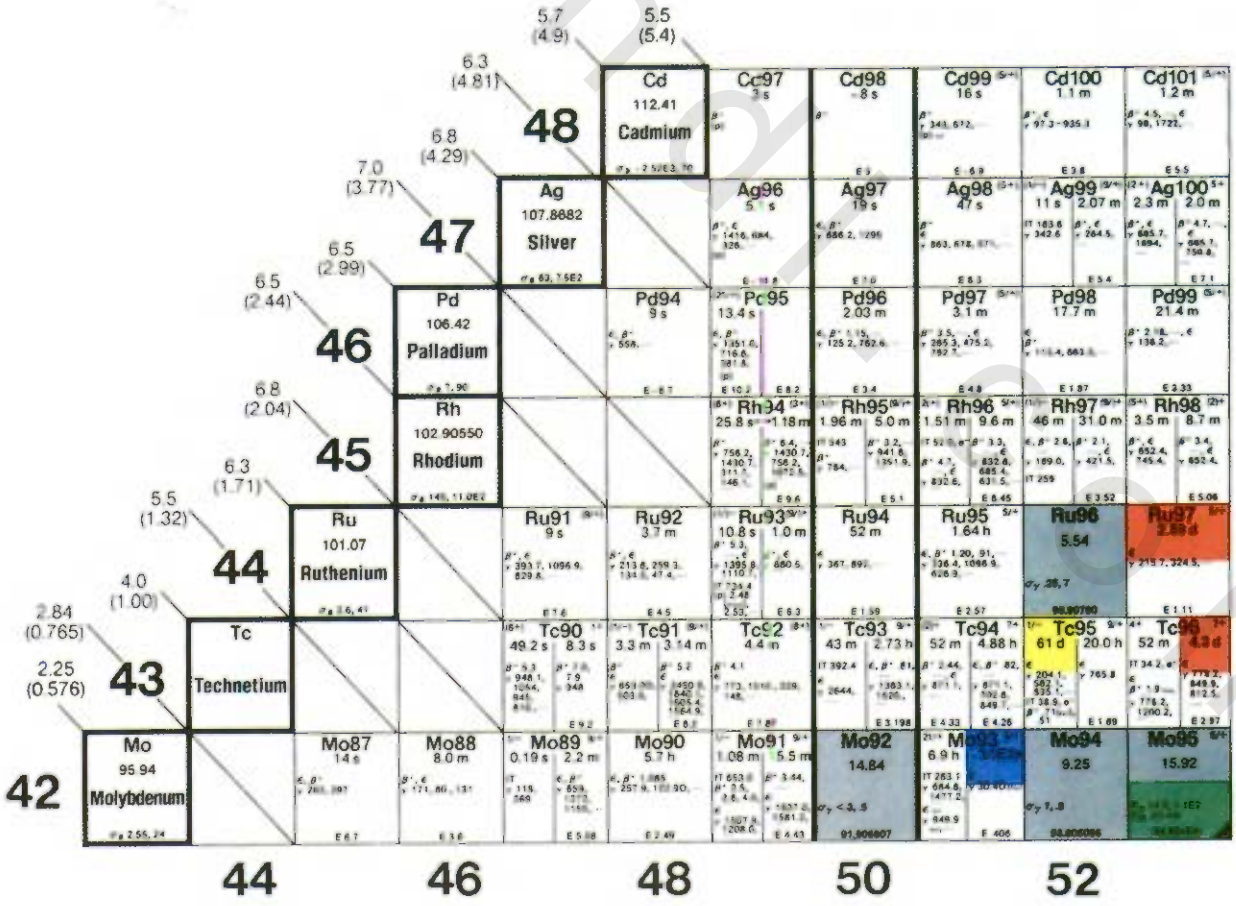
openandi.com

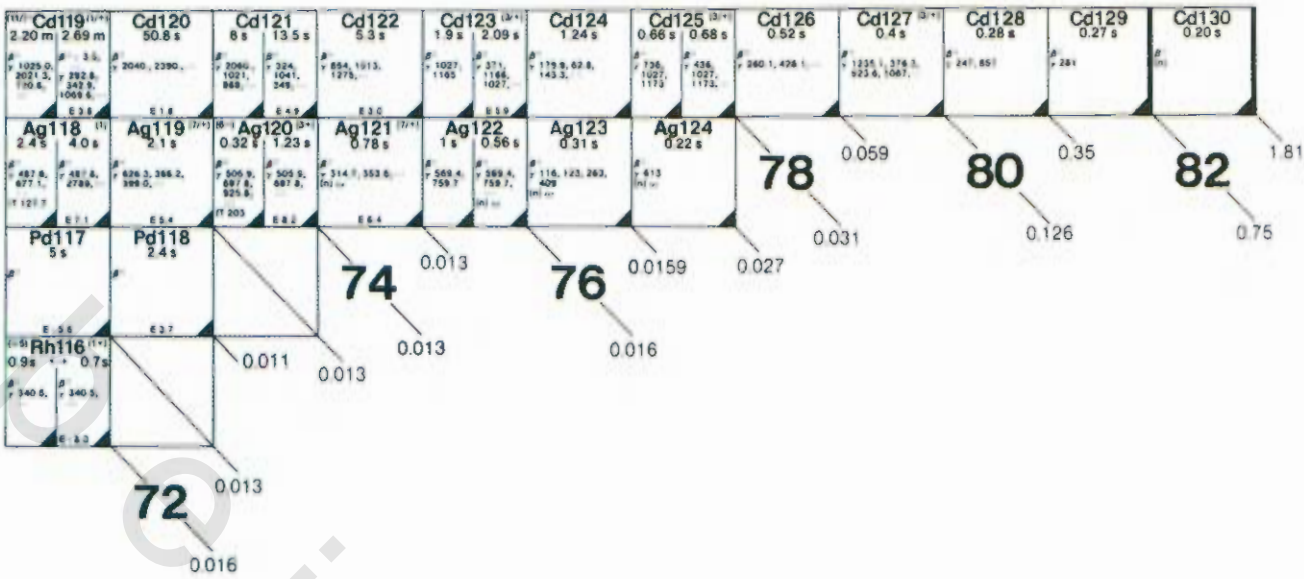


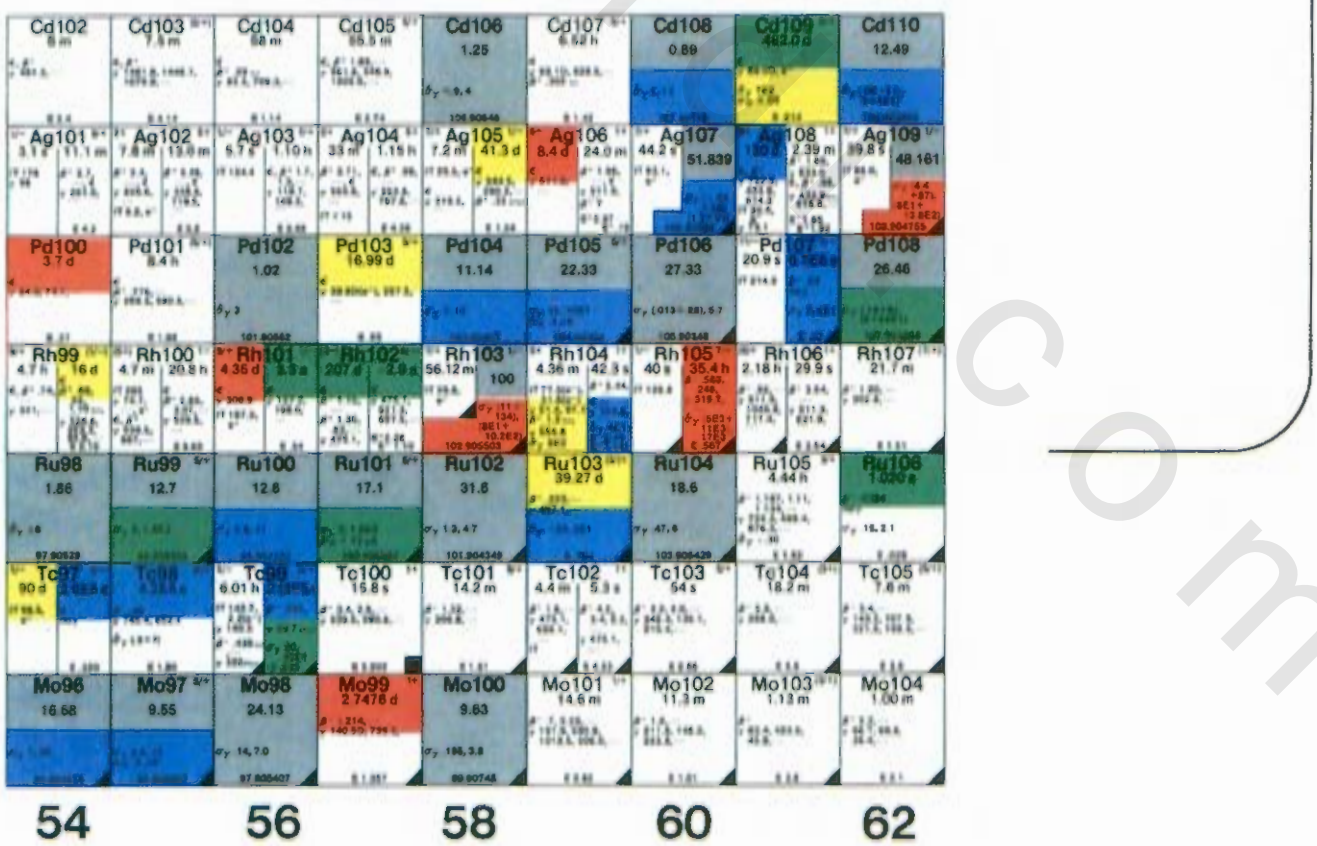
FISSION YIELDS
FROM URANIUM 235



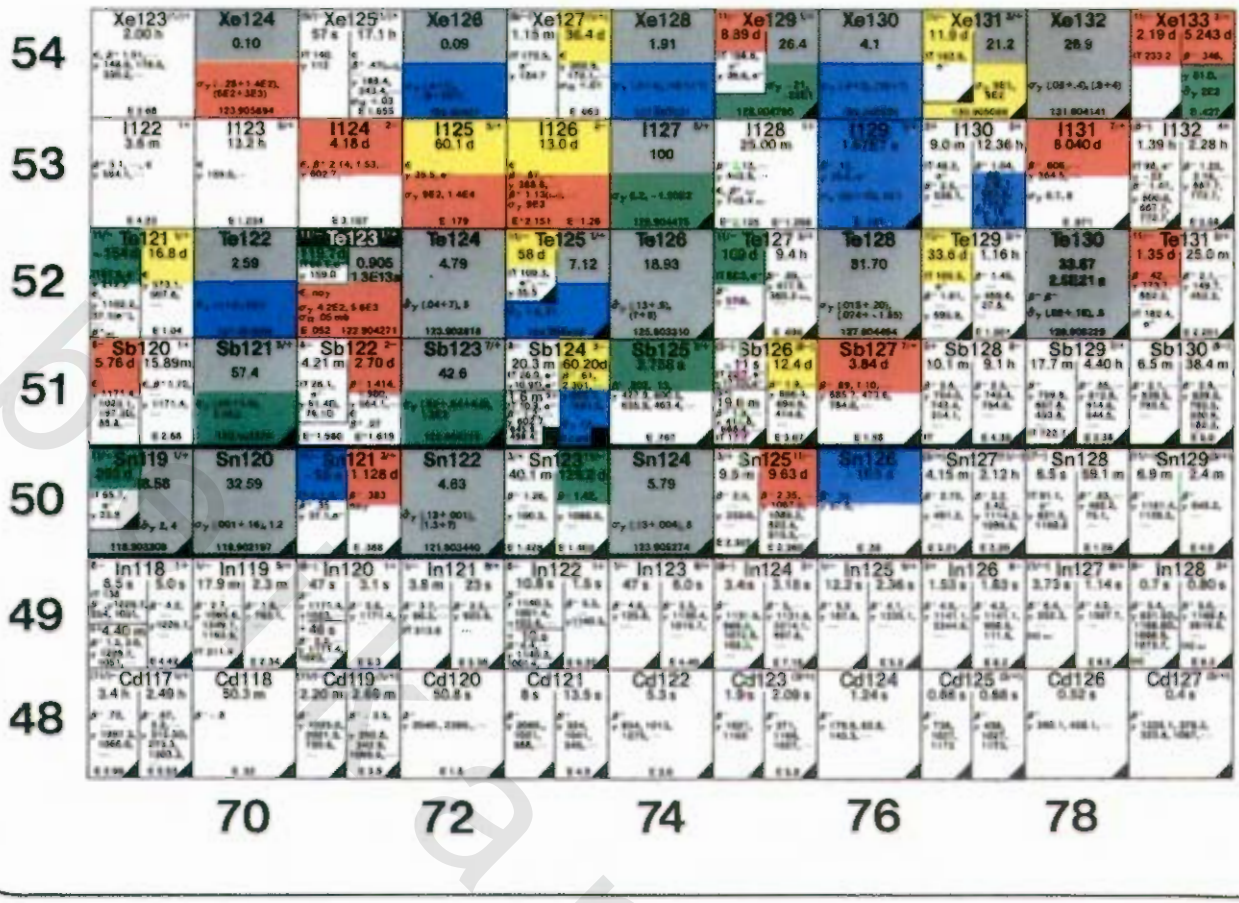

48
47
46
45
44
43
42
62
64
66
68
70
Cd110 12.49
Cd111 48.5 m
Cd112 24.13
Cd113 12.22
Cd114 28.73
Cd115 44.6 d 2.228 d
Cd116 7.49
Cd117 3.4 h 2.49 h
Cd118 50.3 m
Ag109 39.8 s 48.161
Ag110 24.6 s
Ag111 7.47 d
Ag112 3.13 h
Ag113 1.14 m 5.3 h
Ag114 4.6 s
Ag115 18.7 s 20 m
Ag116 10.5 s 2.68 m
Ag117 5.3 s 1.22 m
Pd108 26.46
Pd109 4.69 m 13.5 h
Pd110 11.72
Pd111 5.5 h 23.4 m
Pd112 21.04 h
Pd113 1.48 m 1.64 m
Pd114 2.48 m
Pd115 47 s
Pd116 12.7 s
Rh107 21.7 m
Rh108 6.0 m ↔ 17 s
Rh109 1.34 m
Rh110 29 s ↔ 3.1 s
Rh111 11 s
Rh112 6.8 s ↔ 4 s
Rh113? 0.9 s
Rh114 1.8 s ↔ 1.8 s
Rh115 0.99 s
Ru106 1.020 a
Ru107 3.8 m
Ru108 4.5 m
Ru109 34.5 s
Ru110 11 s
Ru111 1.5 s
Ru112 4.5 s
Ru113 2.7 s
Tc105 7.6 m
Tc106 36 s
Tc107 21.2 s
Tc108 5.1 s
Tc109 1.4 s
Tc110 0.83 s
Tc111 0.30 s
Mo104 1.00 m
Mo105 36 s
Mo106 8.4 s
Mo107 3.5 s
Mo108 1.5 s
0.0098
0.013
0.015
0.019
0.025
0.031
0.054
0.145


5.7 (4.9)
5.5 (5.4)
6.3 (4.81)
6.8 (4.29)
7.0 (3.77)
6.5 (2.99)
6.5 (2.44)
6.8 (2.04)
6.3 (1.71)
5.5 (1.32)
4.0 (1.00)
2.84 (0.765)
2.25 (0.576)
48
47
46
45
44
43
42
Cd 112.41 Cadmium
Ag 107.8682 Silver
Pd 106.42 Palladium
Rh 102.90550 Rhodium
Ru 101.07 Ruthenium
Tc Technetium
Mo 95.94 Molybdenum
44
46
48
50
52
Cd97 3 s
Cd98 8 s
Cd99 16 s
Cd100 1.1 m
Cd101 1.2 m
Ag96 5 s
Ag97 19 s
Ag98 47 s
Ag99 11 s 2.07 m
Ag100 2.3 m 2.0 m
Pd94 9 s
Pd95 13.4 s
Pd96 2.03 m
Pd97 3.1 m
Pd98 17.7 m
Pd99 21.4 m
Rh94 25.8 s 1.18 m
Rh95 1.96 m 5.0 m
Rh96 1.51 m 9.6 m
Rh97 46 m 31.0 m
Rh98 3.5 m 8.7 m
Ru91 9 s
Ru92 3.7 m
Ru93 10.8 s 1.0 m
Ru94 52 m
Ru95 1.64 h
Ru96 5.54
Ru97 2.83 d
Tc90 49.2 s 8.3 s
Tc91 3.3 m 3.14 m
Tc92 4.4 m
Tc93 43 m 2.73 h
Tc94 52 m 4.88 h
Tc95 61 d 20.0 h
Tc96 52 m 4.3 d
Mo87 14 s
Mo88 8.0 m
Mo89 0.19 s 2.2 m
Mo90 5.7 h
Mo91 1.08 m 5.5 m
Mo92 14.84
Mo93 6.9 h 30 40 a
Mo94 9.25
Mo95 15.92

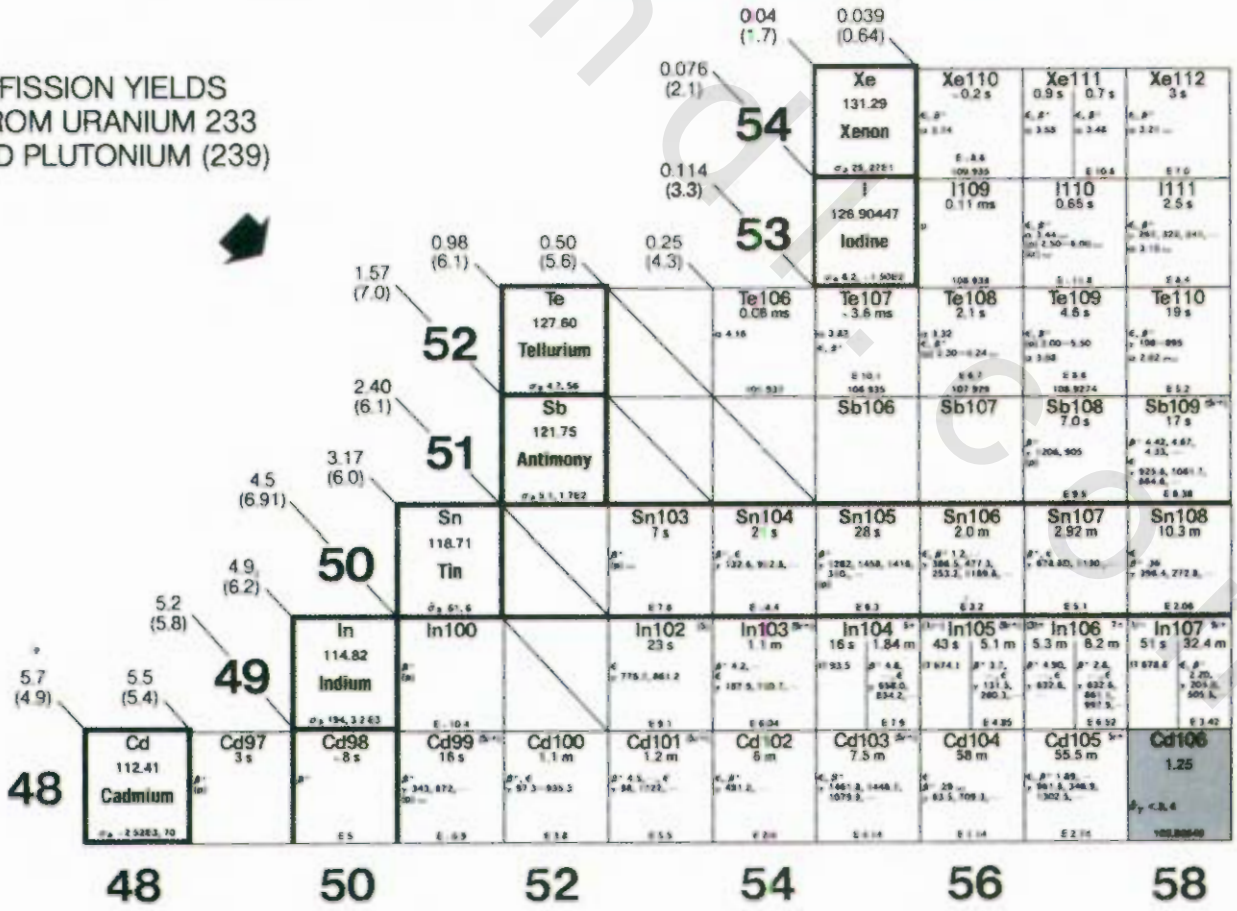

Cd119 2.20 m 2.69 m
Cd120 50.8 s
Cd121 6 s 13.5 s
Cd122 5.3 s
Cd123 1.9 s 2.09 s
Cd124 1.24 s
Cd125 0.66 s 0.68 s
Cd126 0.52 s
Cd127 0.4 s
Cd128 0.28 s
Cd129 0.27 s
Cd130 0.20 s
Ag118 2.45 s 4.0 s
Ag119 2.1 s
Ag120 0.32 s 1.23 s
Ag121 0.78 s
Ag122 1 s 0.56 s
Ag123 0.31 s
Ag124 0.22 s
Pd117 5 s
Pd118 2.4 s
Rh116 0.9 s 0.7 s
78
80
82
74
76
72
0.059
0.35
1.81
0.031
0.126
0.75
0.013
0.0159
0.027
0.011
0.013
0.013
0.016
0.013
0.016

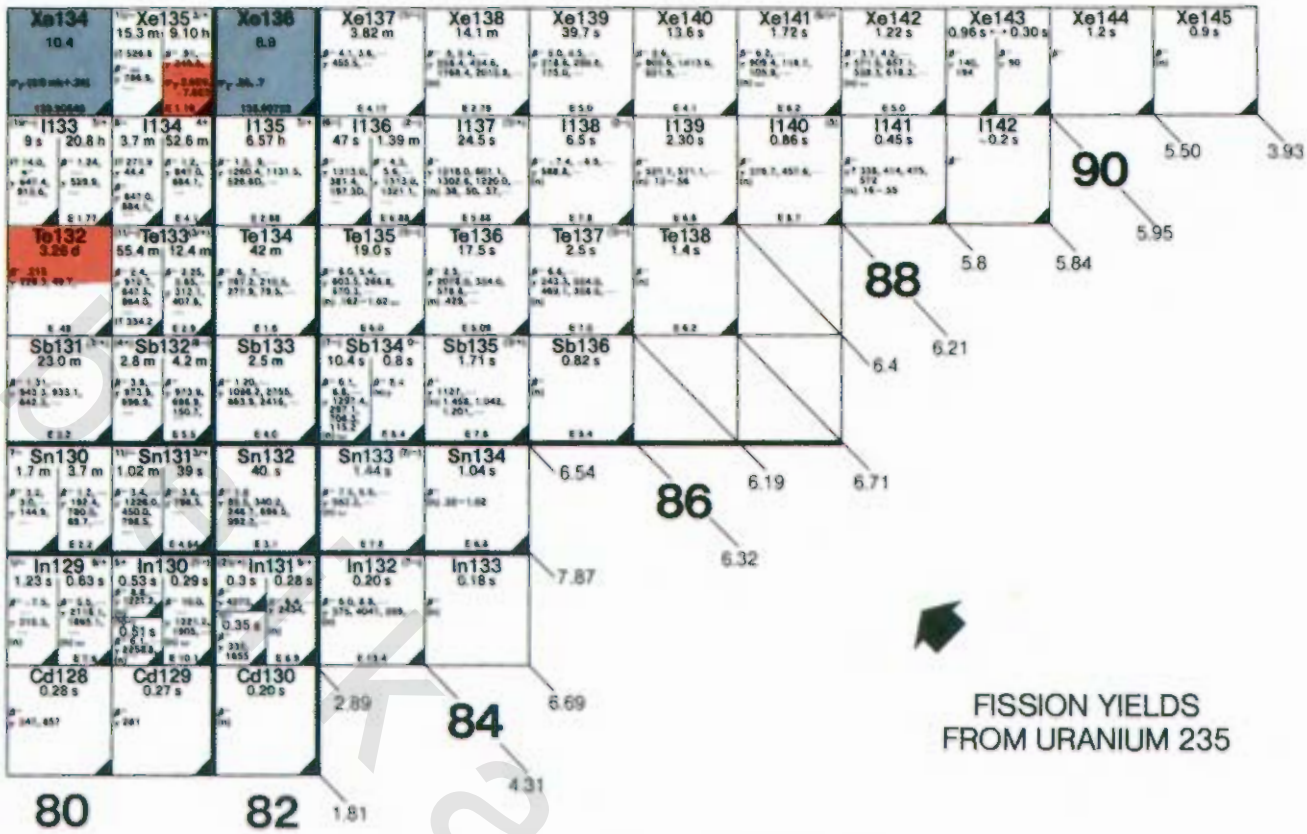

Cd102
Cd103 7.8 m
Cd104 58 m
Cd105 55.5 m
Cd106 1.25
Cd107 6.52 h
Cd108 0.89
Cd109 462.6 d
Cd110 12.49
Ag101 3.1 s 11.1 m
Ag102 7.8 m 13.9 m
Ag103 5.7 s 1.10 h
Ag104 33 m 1.15 h
Ag105 7.2 m 41.3 d
Ag106 8.4 d 24.0 m
Ag107 44.2 s 51.839
Ag108 130 s 2.39 m
Ag109 39.8 s 48.161
Pd100 3.7 d
Pd101 8.4 h
Pd102 1.02
Pd103 16.99 d
Pd104 11.14
Pd105 22.33
Pd106 27.33
Pd107 20.9 s
Pd108 26.46
Rh99 4.7 h 16 d
Rh100 4.7 m 20.8 h
Rh101 4.35 d 3.9 a
Rh102 207 d 2.9 a
Rh103 56.12 m 100
Rh104 4.36 m 42.3 s
Rh105 40 s 35.4 h
Rh106 2.18 h 29.9 s
Rh107 21.7 m
Ru98 1.86
Ru99 12.7
Ru100 12.6
Ru101 17.1
Ru102 31.6
Ru103 39.27 d
Ru104 18.6
Ru105 4.44 h
Ru106 1.020 a
Tc97 90 d
Tc98
Tc99 6.01 h
Tc100 16.8 s
Tc101 14.2 m
Tc102 4.4 m 5.3 s
Tc103 54 s
Tc104 18.2 m
Tc105 7.6 m
Mo96 16.68
Mo97 9.55
Mo98 24.13
Mo99 2.7476 d
Mo100 9.63
Mo101 14.6 m
Mo102 11.3 m
Mo103 1.13 m
Mo104 1.00 m
54
56
58
60
62

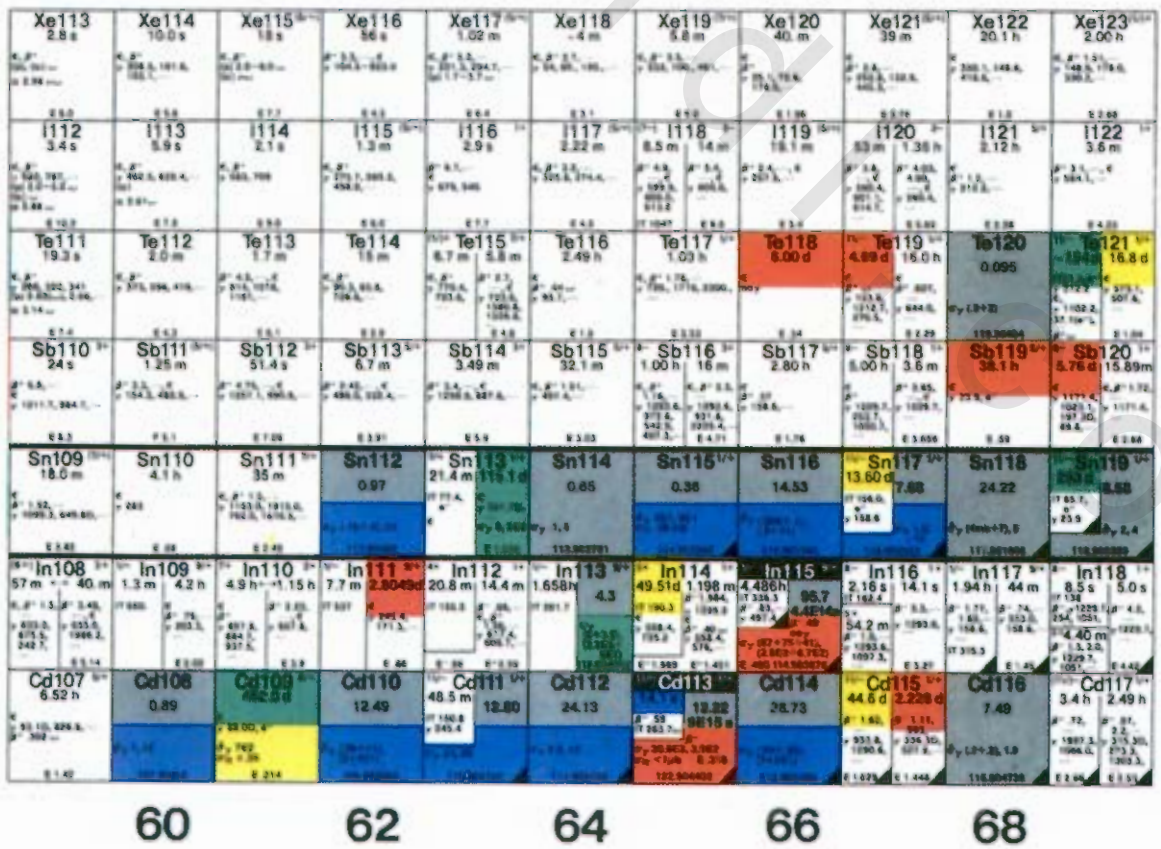
obeikan.com

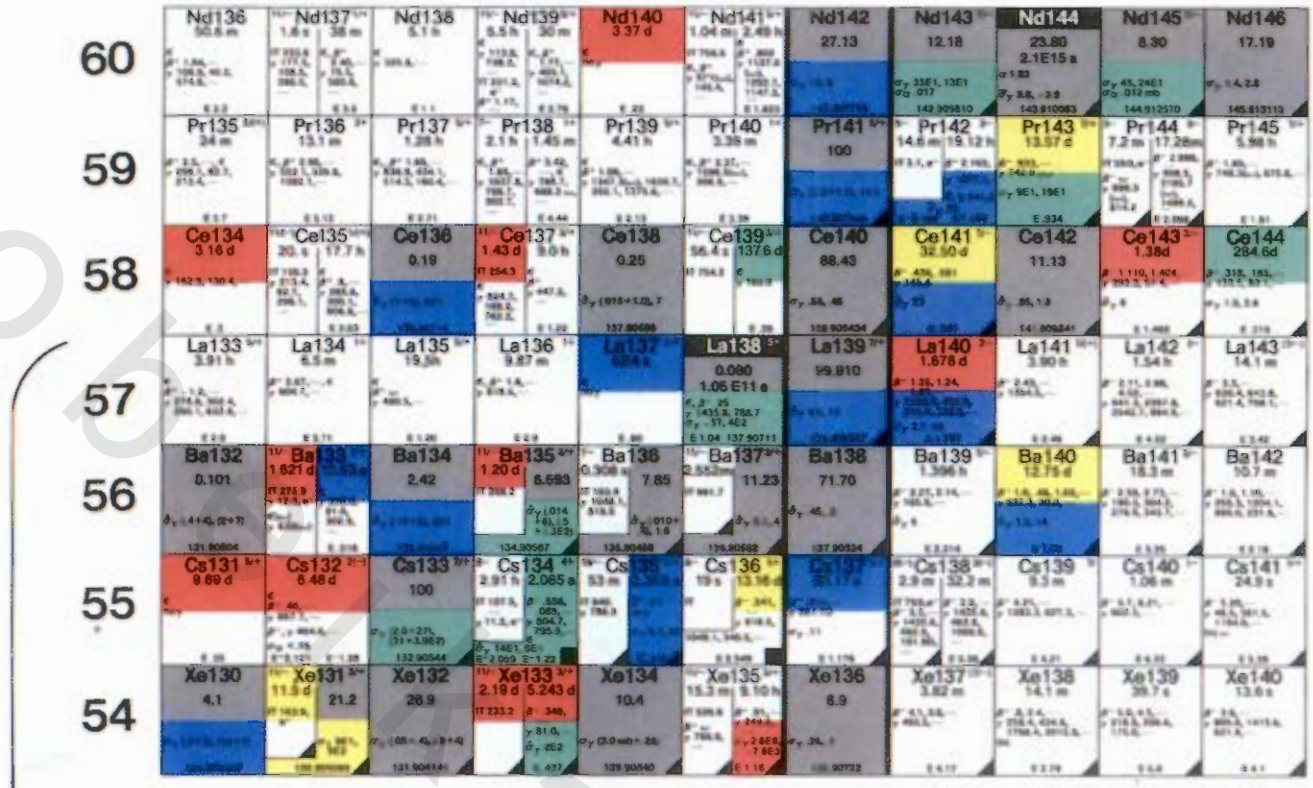


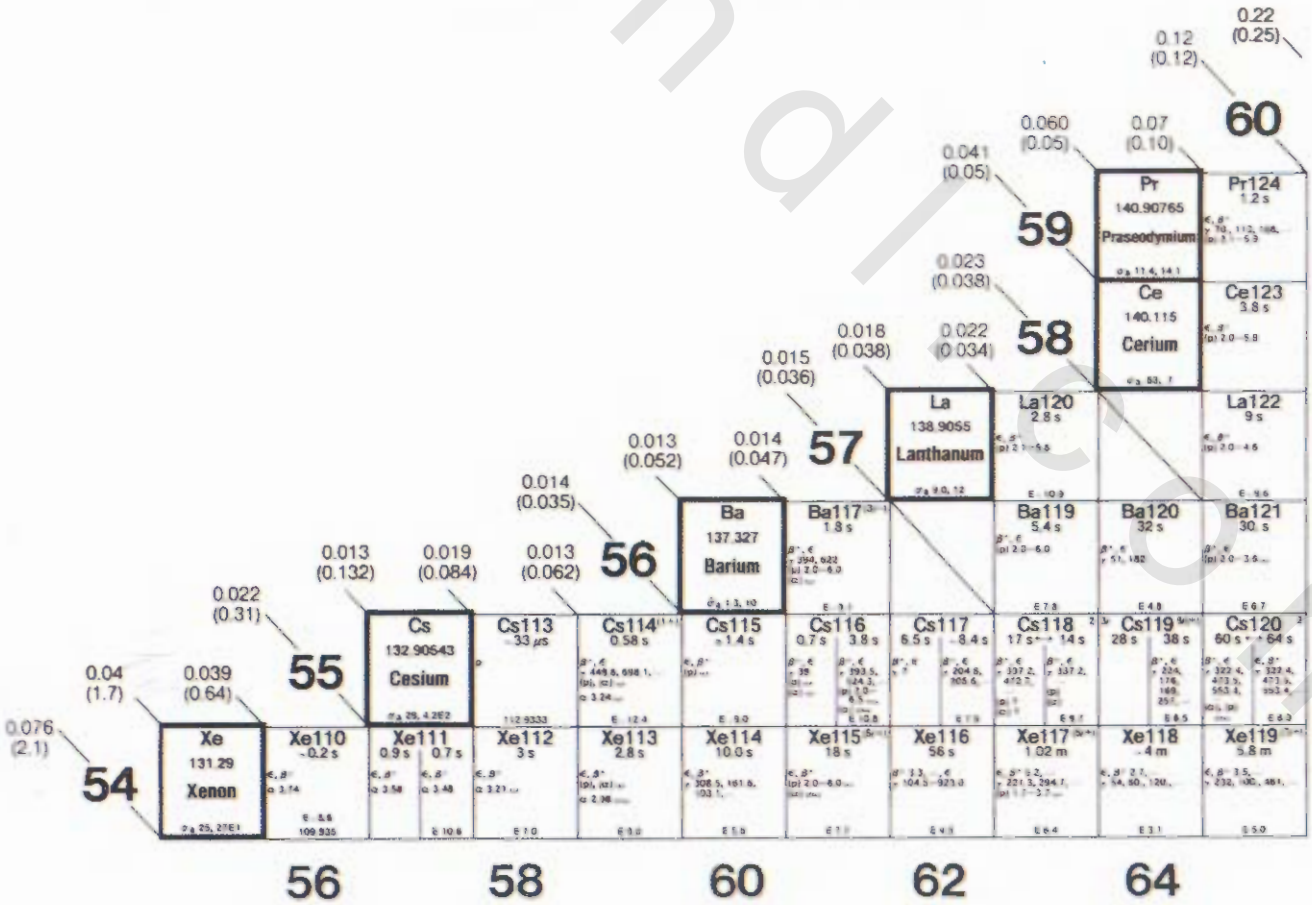
FISSION YIELDS
FROM URANIUM 233
AND PLUTONIUM (239)



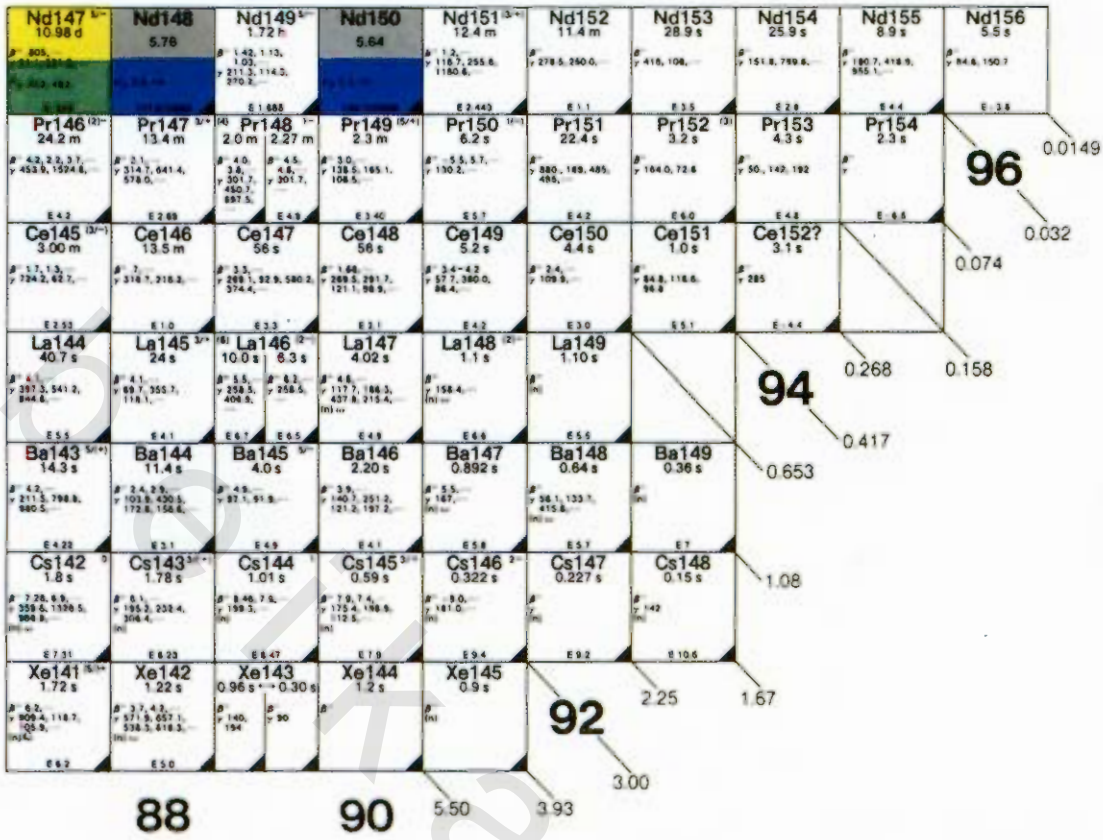

Xe134 10.4
Xe135 15.3 m 9.10 h
Xe136 8.9
Xe137 3.82 m
Xe138 14.1 m
Xe139 39.7 s
Xe140 13.6 s
Xe141 1.72 s
Xe142 1.22 s
Xe143 0.96 s 0.30 s
Xe144 1.2 s
Xe145 0.9 s
I133 9 s 20.8 h
I134 3.7 m 52.6 m
I135 6.57 h
I136 47 s 1.39 m
I137 24.5 s
I138 6.5 s
I139 2.30 s
I140 0.86 s
I141 0.45 s
I142 ~0.2 s
Te132 3.26 d
Te133 55.4 m 12.4 m
Te134 42 m
Te135 19.0 s
Te136 17.5 s
Te137 2.5 s
Te138 1.4 s
Sb131 23.0 m
Sb132 2.8 m 4.2 m
Sb133 2.5 m
Sb134 10.4 s 0.8 s
Sb135 1.71 s
Sb136 0.82 s
Sn130 1.7 m 3.7 m
Sn131 1.02 m 39 s
Sn132 40 s
Sn133 1.44 s
Sn134 1.04 s
In129 1.23 s 0.63 s
In130 0.53 s 0.29 s
In131 0.3 s 0.28 s
In132 0.20 s
In133 0.18 s
Cd128 0.28 s
Cd129 0.27 s
Cd130 0.20 s
90
88
86
84
82
80
5.50
3.93
5.95
5.84
5.8
6.21
6.4
6.71
6.19
6.54
6.32
7.87
6.69
4.31
2.89
1.81
FISSION YIELDS
FROM URANIUM 235

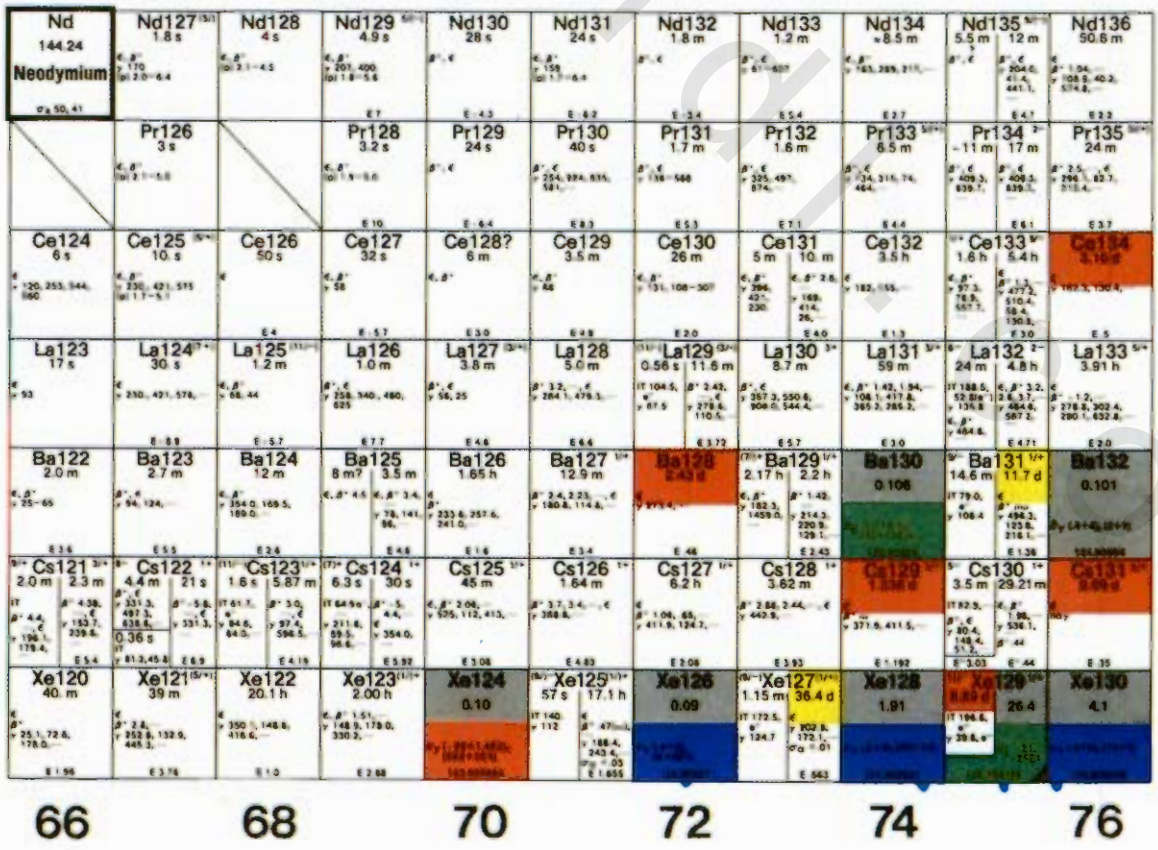

Xe113 2.8 s
Xe114 10.0 s
Xe115 18 s
Xe116 56 s
Xe117 1.02 m
Xe118 ~4 m
Xe119 5.8 m
Xe120 40 m
Xe121 39 m
Xe122 20.1 h
Xe123 2.00 h
I112 3.4 s
I113 6.9 s
I114 2.1 s
I115 1.3 m
I116 2.9 s
I117 2.22 m
I118 8.5 m 14 m
I119 19.1 m
I120 53 m 1.35 h
I121 2.12 h
I122 3.6 m
Te111 19.3 s
Te112 2.0 m
Te113 1.7 m
Te114 15 m
Te115 6.7 m 5.8 m
Te116 2.49 h
Te117 1.03 h
Te118 6.00 d
Te119 4.69 d 16.0 h
Te120 0.095
Te121 16.8 d
Sb110 24 s
Sb111 1.25 m
Sb112 51.4 s
Sb113 6.7 m
Sb114 3.49 m
Sb115 32.1 m
Sb116 1.00 h 16 m
Sb117 2.80 h
Sb118 5.00 h 3.6 m
Sb119 38.1 h
Sb120 5.76 d 15.89 m
Sn109 18.0 m
Sn110 4.1 h
Sn111 35 m
Sn112 0.97
Sn113 21.4 m 115.1 d
Sn114 0.65
Sn115 0.36
Sn116 14.53
Sn117 13.60 d 7.68
Sn118 24.22
Sn119 293 d 8.58
In108 57 m 40 m
In109 1.3 m 4.2 h
In110 4.9 h 1.15 h
In111 7.7 m 2.8049 d
In112 20.8 m 14.4 m
In113 1.658 h 4.3
In114 49.51 d 1.198 m
In115 4.486 h 96.7
In116 2.16 s 14.1 s
In117 1.94 h 44 m
In118 8.5 s 5.0 s
Cd107 6.52 h
Cd108 0.89
Cd109 462.6 d
Cd110 12.49
Cd111 48.5 m 12.80
Cd112 24.13
Cd113 12.22
Cd114 28.73
Cd115 44.6 d 2.228 d
Cd116 7.49
Cd117 3.4 h 2.49 h
60
62
64
66
68

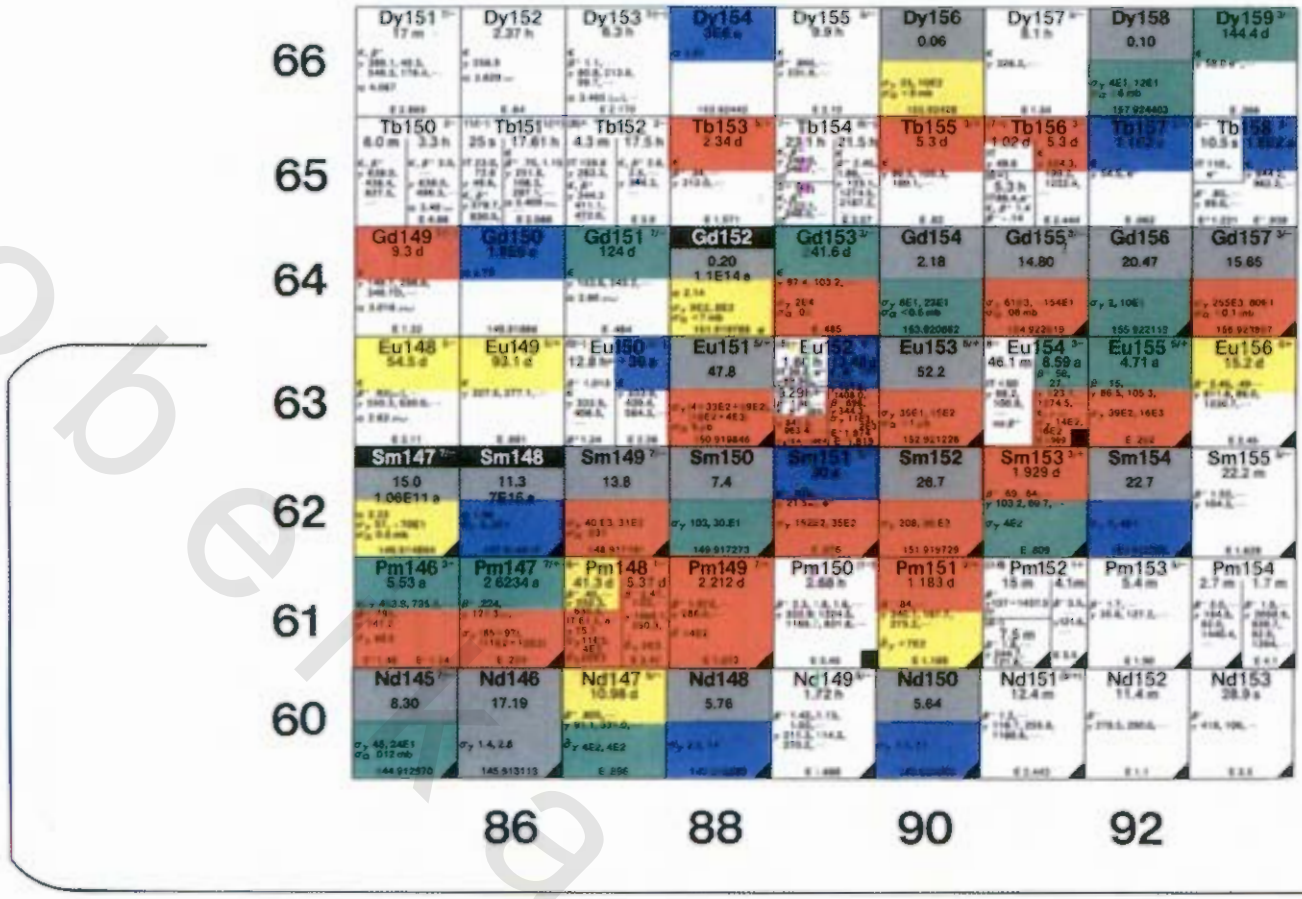


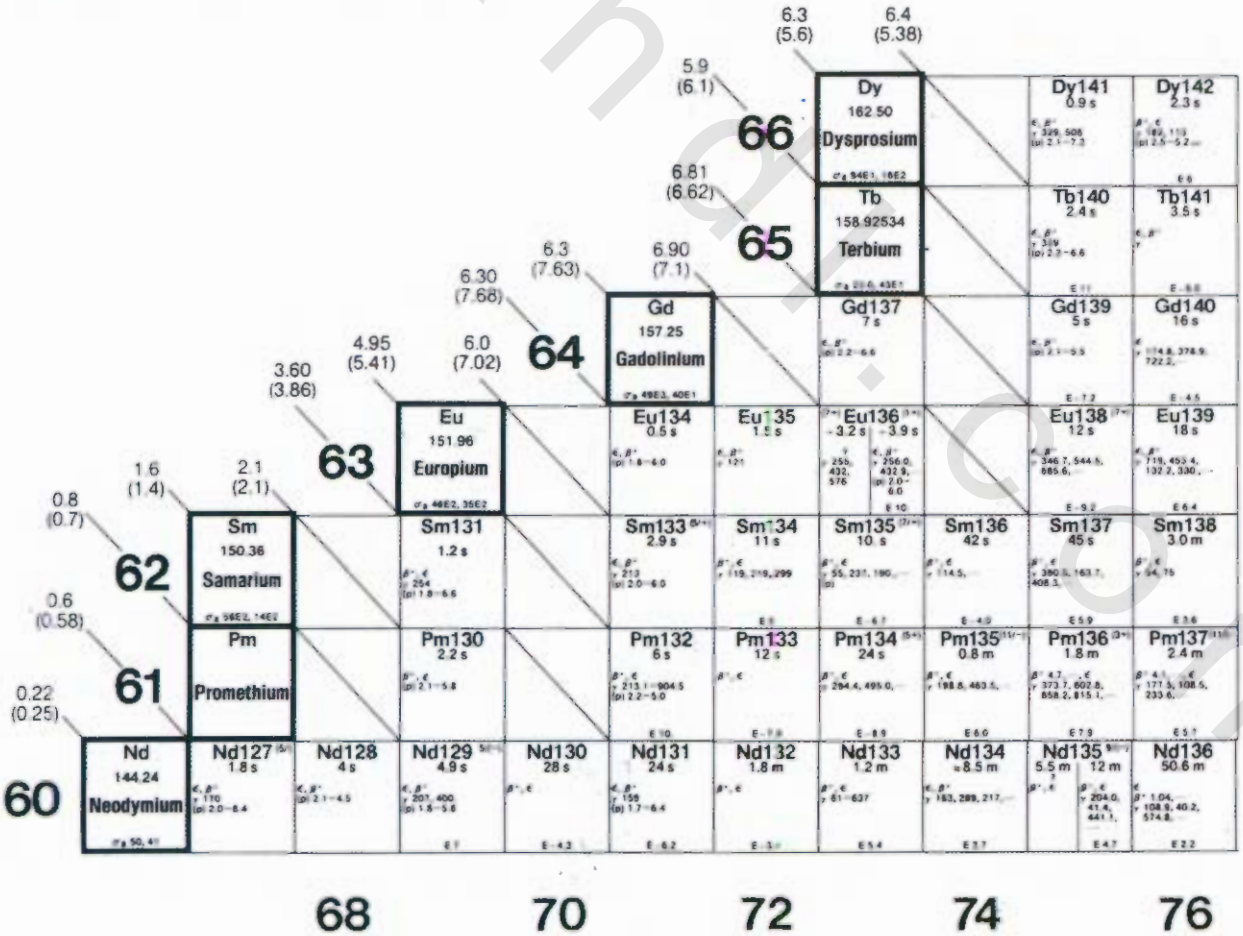


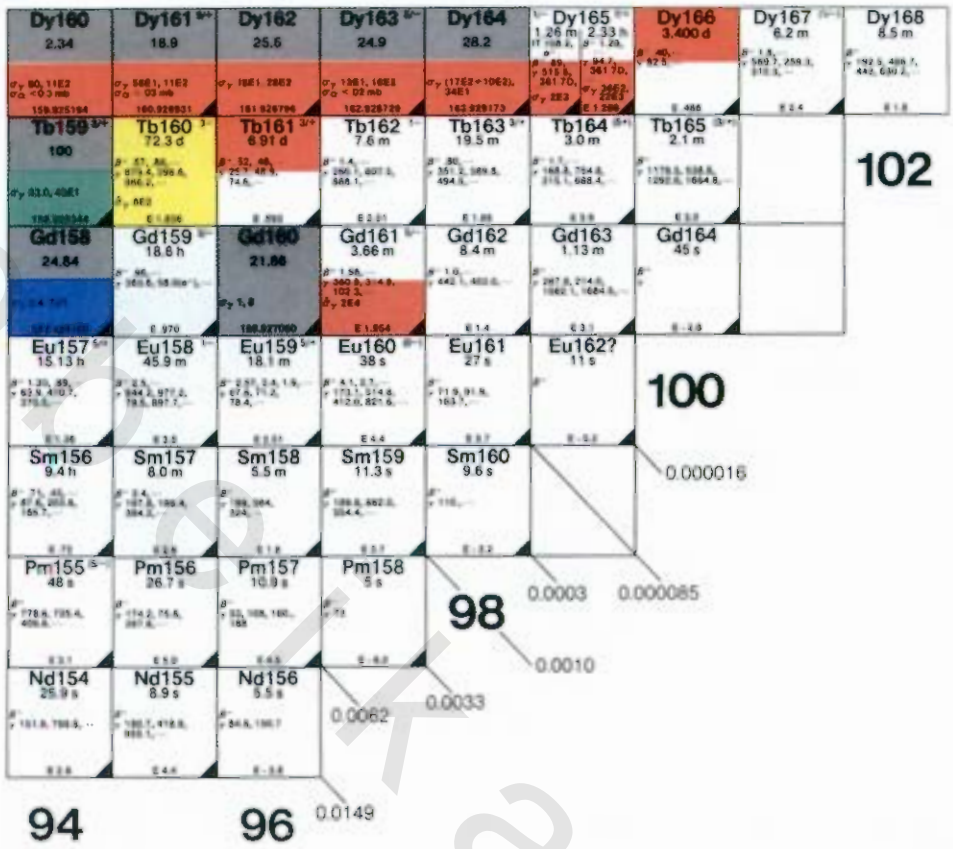
obtainandlearn.com

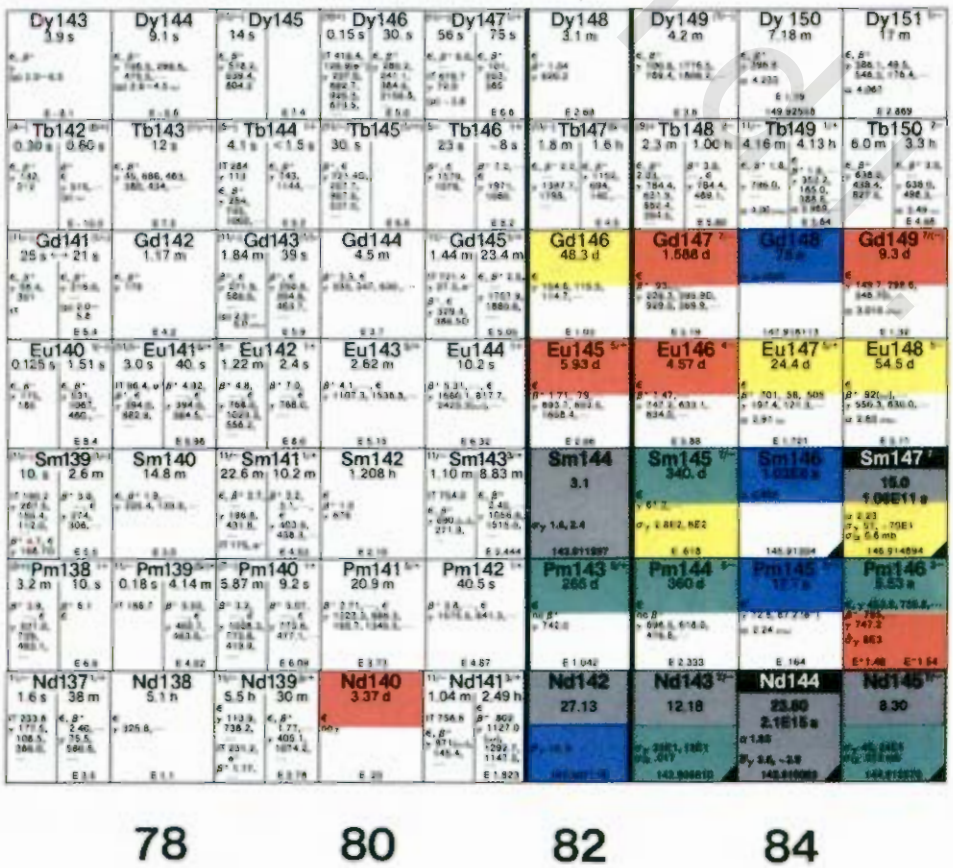

Nd147 10.98 d
Nd148 5.76
Nd149 1.72 h
Nd150 5.64
Nd151 12.4 m
Nd152 11.4 m
Nd153 28.9 s
Nd154 25.9 s
Nd155 8.9 s
Nd156 5.5 s
Pr146 24.2 m
Pr147 13.4 m
Pr148 2.0 m 2.27 m
Pr149 2.3 m
Pr150 6.2 s
Pr151 22.4 s
Pr152 3.2 s
Pr153 4.3 s
Pr154 2.3 s
96
0.0149
0.032
Ce145 3.00 m
Ce146 13.5 m
Ce147 56 s
Ce148 56 s
Ce149 5.2 s
Ce150 4.4 s
Ce151 1.0 s
Ce152? 3.1 s
0.074
La144 40.7 s
La145 24 s
La146 10.0 s 6.3 s
La147 4.02 s
La148 1.1 s
La149 1.10 s
94
0.268
0.158
0.417
Ba143 14.3 s
Ba144 11.4 s
Ba145 4.0 s
Ba146 2.20 s
Ba147 0.892 s
Ba148 0.64 s
Ba149 0.36 s
0.653
Cs142 1.8 s
Cs143 1.78 s
Cs144 1.01 s
Cs145 0.59 s
Cs146 0.322 s
Cs147 0.227 s
Cs148 0.15 s
1.08
Xe141 1.72 s
Xe142 1.22 s
Xe143 0.96 s 0.30 s
Xe144 1.2 s
Xe145 0.9 s
92
2.25
1.67
3.00
5.50
3.93
88
90

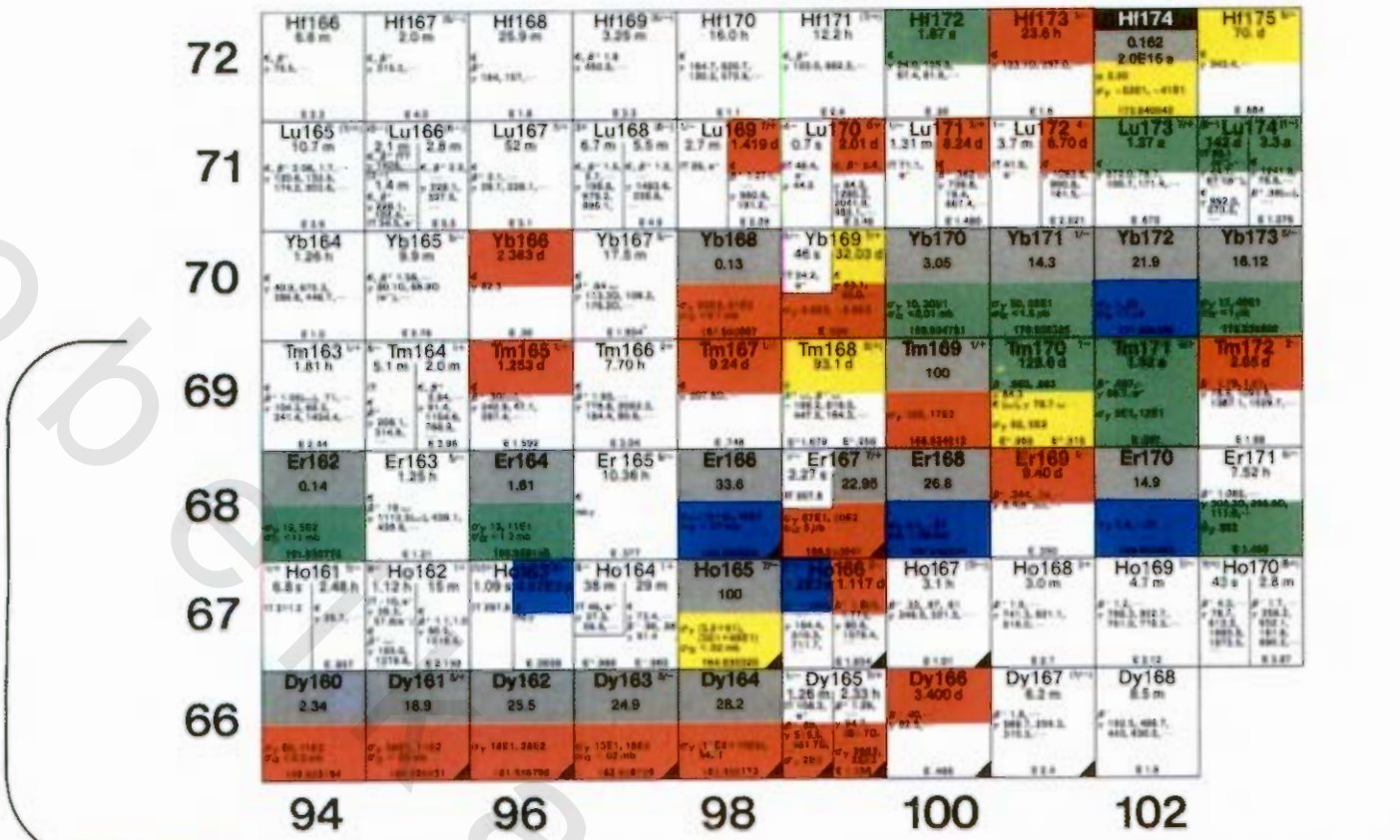

Nd
144.24
Neodymium
Nd127 1.8 s
Nd128 4 s
Nd129 4.9 s
Nd130 28 s
Nd131 24 s
Nd132 1.8 m
Nd133 1.2 m
Nd134 ≈8.5 m
Nd135 5.5 m 12 m
Nd136 50.6 m
Pr126 3 s
Pr128 3.2 s
Pr129 24 s
Pr130 40 s
Pr131 1.7 m
Pr132 1.6 m
Pr133 6.5 m
Pr134 ~11 m 17 m
Pr135 24 m
Ce124 6 s
Ce125 10 s
Ce126 50 s
Ce127 32 s
Ce128? 6 m
Ce129 3.5 m
Ce130 26 m
Ce131 5 m 10 m
Ce132 3.5 h
Ce133 1.6 h 5.4 h
La123 17 s
La124 30 s
La125 1.2 m
La126 1.0 m
La127 3.8 m
La128 5.0 m
La129 0.56 s 11.6 m
La130 8.7 m
La131 59 m
La132 24 m 4.8 h
La133 3.91 h
Ba122 2.0 m
Ba123 2.7 m
Ba124 1.2 m
Ba125 8 m? 3.5 m
Ba126 1.65 h
Ba127 12.9 m
Ba128
Ba129 2.17 h 2.2 h
Ba130 0.106
Ba131 14.6 m 11.7 d
Ba132 0.101
Cs121 2.0 m 2.3 m
Cs122 4.4 m 21 s
Cs123 1.6 s 5.87 m
Cs124 6.3 s 30 s
Cs125 45 m
Cs126 1.64 m
Cs127 6.2 h
Cs128 3.62 m
Cs129
Cs130 3.5 m 29.21 m
Cs131
0.36 s
Xe120 40. m
Xe121 39 m
Xe122 20.1 h
Xe123 2.00 h
Xe124 0.10
Xe125 57 s 17.1 h
Xe126 0.09
Xe127 1.15 m 36.4 d
Xe128 1.91
Xe129 26.4
Xe130 4.1
66
68
70
72
74
76


66
65
64
63
62
61
60
Dy151 17 m
Dy152 2.37 h
Dy153 6.3 h
Dy154 3.0E6 a
Dy155 9.9 h
Dy156 0.06
Dy157 8.1 h
Dy158 0.10
Dy159 144.4 d
Tb150 3.3 h
Tb151 17.61 h
Tb152 17.5 h
Tb153 2.34 d
Tb154 21.5 h
Tb155 5.3 d
Tb156 5.3 d
Tb157
Tb158 1.5E2 a
Gd149 9.3 d
Gd150 1.8E6 a
Gd151 124 d
Gd152 0.20 1.1E14 a
Gd153 241.6 d
Gd154 2.18
Gd155 14.80
Gd156 20.47
Gd157 15.65
Eu148 54.5 d
Eu149 93.1 d
Eu150 12.8 h 36 a
Eu151 47.8
Eu152 13.54 a
Eu153 52.2
Eu154 46.1 m 8.59 a
Eu155 4.71 a
Eu156 15.2 d
Sm147 15.0 1.06E11 a
Sm148 11.3 7E15 a
Sm149 13.8
Sm150 7.4
Sm151 90 a
Sm152 26.7
Sm153 1.929 d
Sm154 22.7
Sm155 22.2 m
Pm146 5.53 a
Pm147 2.6234 a
Pm148 41.3 d 5.37 d
Pm149 2.212 d
Pm150 2.68 h
Pm151 1.183 d
Pm152 15 m 4.1 m
Pm153 5.4 m
Pm154 2.7 m 1.7 m
Nd145 8.30
Nd146 17.19
Nd147 10.98 d
Nd148 5.76
Nd149 1.72 h
Nd150 5.64
Nd151 12.4 m
Nd152 11.4 m
Nd153 28.9 s
86
88
90
92

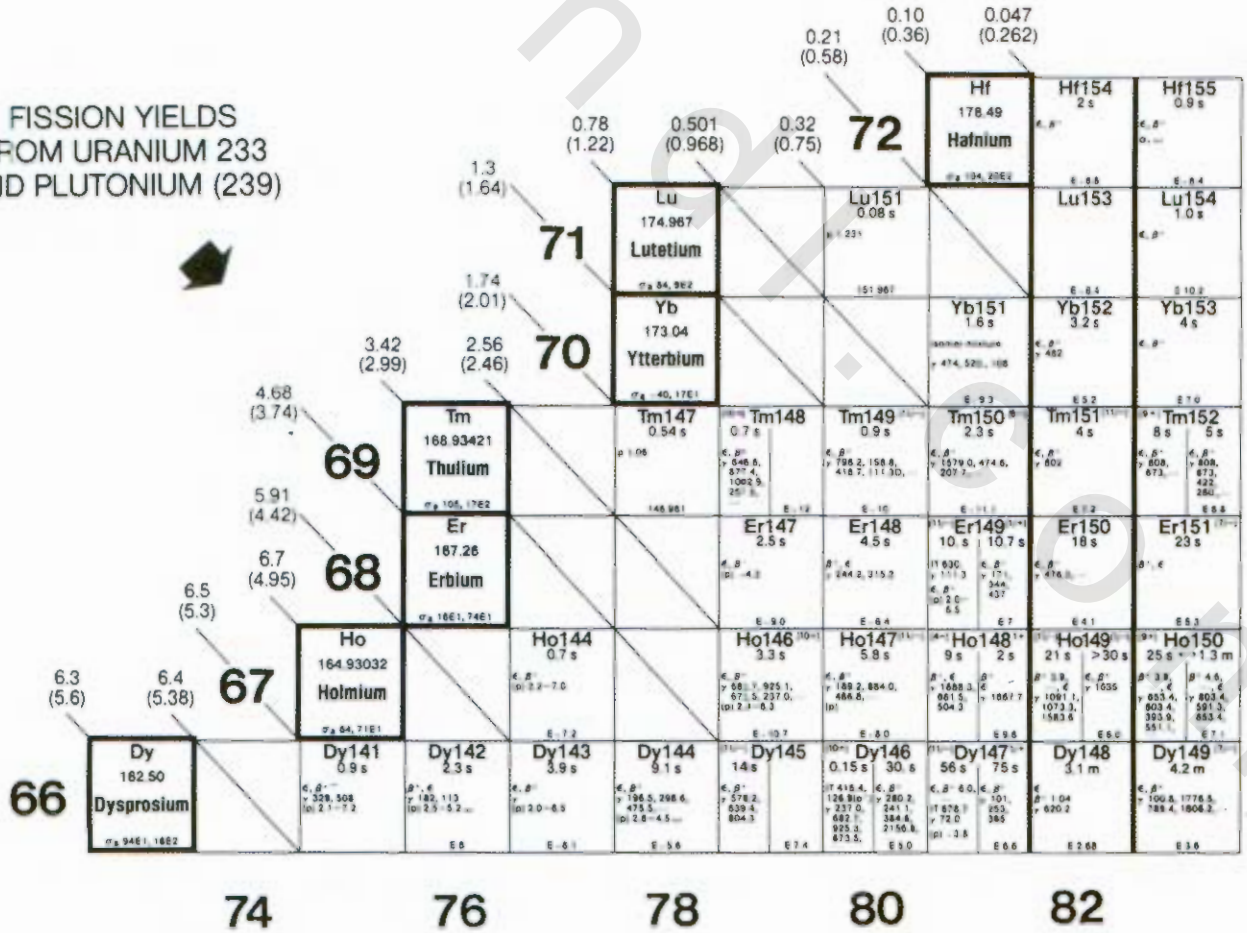

66
65
64
63
62
61
60
Dy 162.50 Dysprosium
Tb 158.92534 Terbium
Gd 157.25 Gadolinium
Eu 151.96 Europium
Sm 150.36 Samarium
Pm Promethium
Nd 144.24 Neodymium
6.3 (5.6)
6.4 (5.38)
5.9 (6.1)
6.81 (6.62)
6.90 (7.1)
6.3 (7.63)
6.30 (7.68)
6.0 (7.02)
4.95 (5.41)
3.60 (3.86)
2.1 (2.1)
1.6 (1.4)
0.8 (0.7)
0.6 (0.58)
0.22 (0.25)
Dy141 0.9 s
Dy142 2.3 s
Tb140 2.4 s
Tb141 3.5 s
Gd137 7 s
Gd139 5 s
Gd140 16 s
Eu134 0.5 s
Eu135 1.5 s
Eu136 -3.2 s -3.9 s
Eu138 12 s
Eu139 18 s
Sm131 1.2 s
Sm133 2.9 s
Sm134 11 s
Sm135 10 s
Sm136 42 s
Sm137 45 s
Sm138 3.0 m
Pm130 2.2 s
Pm132 6 s
Pm133 12 s
Pm134 24 s
Pm135 0.8 m
Pm136 1.8 m
Pm137 2.4 m
Nd127 1.8 s
Nd128 4 s
Nd129 4.9 s
Nd130 28 s
Nd131 24 s
Nd132 1.8 m
Nd133 1.2 m
Nd134 ≈8.5 m
Nd135 5.5 m 12 m
Nd136 50.6 m
68
70
72
74
76


Dy160 2.34
Dy161 18.9
Dy162 25.6
Dy163 24.9
Dy164 28.2
Dy165 1.26 m 2.33 h
Dy166 3.400 d
Dy167 6.2 m
Dy168 8.5 m
Tb159 100
Tb160 72.3 d
Tb161 6.91 d
Tb162 7.6 m
Tb163 19.5 m
Tb164 3.0 m
Tb165 2.1 m
102
Gd158 24.84
Gd159 18.6 h
Gd160 21.86
Gd161 3.66 m
Gd162 8.4 m
Gd163 1.13 m
Gd164 45 s
Eu157 15.13 h
Eu158 45.9 m
Eu159 18.1 m
Eu160 38 s
Eu161 27 s
Eu162? 11 s
100
Sm156 9.4 h
Sm157 8.0 m
Sm158 5.5 m
Sm159 11.3 s
Sm160 9.6 s
0.000016
Pm155 48 s
Pm156 26.7 s
Pm157 10.9 s
Pm158 5 s
0.0003
0.000085
98
0.0010
Nd154 25.9 s
Nd155 8.9 s
Nd156 5.5 s
0.0033
0.0062
0.0149
94
96

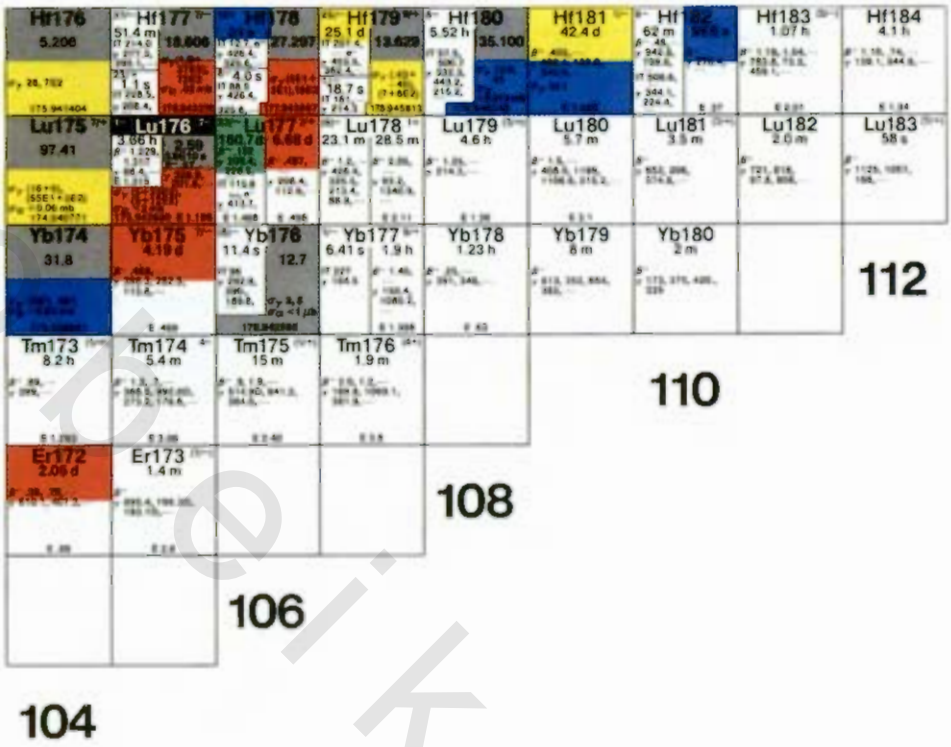

Dy143 3.9 s
Dy144 9.1 s
Dy145 14 s
Dy146 0.15 s 30. s
Dy147 56 s 75 s
Dy148 3.1 m
Dy149 4.2 m
Dy 150 7.18 m
Dy151 17 m
Tb142 0.30 s 0.60 s
Tb143 12 s
Tb144 4.1 s < 1.5 s
Tb145 30. s
Tb146 2.3 s ~8 s
Tb147 1.8 m 1.6 h
Tb148 2.3 m 1.00 h
Tb149 4.16 m 4.13 h
Tb150 6.0 m 3.3 h
Gd141 25 s 21 s
Gd142 1.17 m
Gd143 1.84 m 39 s
Gd144 4.5 m
Gd145 1.44 m 23.4 m
Gd146 48.3 d
Gd147 1.586 d
Gd148 78 a
Gd149 9.3 d
Eu140 0.125 s 1.51 s
Eu141 3.0 s 40. s
Eu142 1.22 m 2.4 s
Eu143 2.62 m
Eu144 10.2 s
Eu145 5.93 d
Eu146 4.57 d
Eu147 24.4 d
Eu148 54.5 d
Sm139 10. s 2.6 m
Sm140 14.8 m
Sm141 22.6 m 10.2 m
Sm142 1.208 h
Sm143 1.10 m 8.83 m
Sm144 3.1
Sm145 340. d
Sm146 1.03E8 a
Sm147 15.0 1.06E11 a
Pm138 3.2 m 10. s
Pm139 0.18 s 4.14 m
Pm140 5.87 m 9.2 s
Pm141 20.9 m
Pm142 40.5 s
Pm143 265 d
Pm144 360 d
Pm145 17.7 a
Pm146 5.53 a
Nd137 1.6 s 38 m
Nd138 5.1 h
Nd139 5.5 h 30 m
Nd140 3.37 d
Nd141 1.04 m 2.49 h
Nd142 27.13
Nd143 12.18
Nd144 23.80 2.1E15 a
Nd145 8.30
78
80
82
84

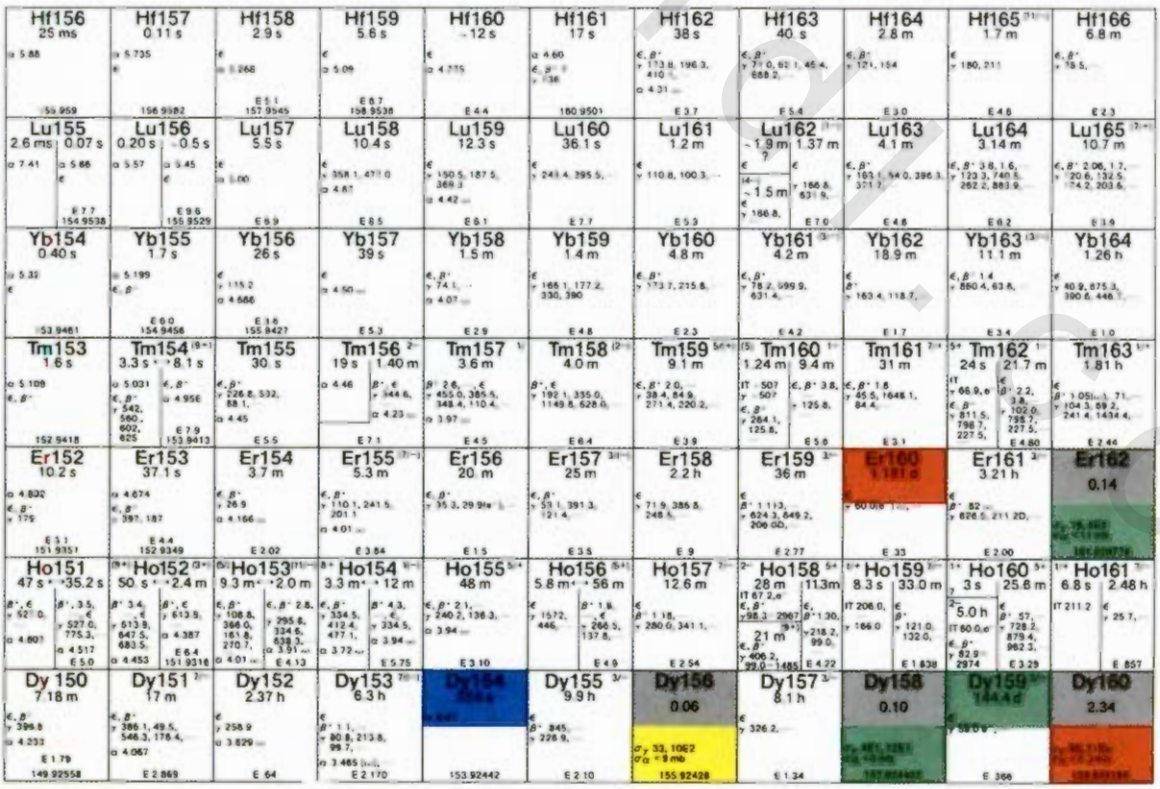


FISSION YIELDS
FROM URANIUM 233
AND PLUTONIUM (239)

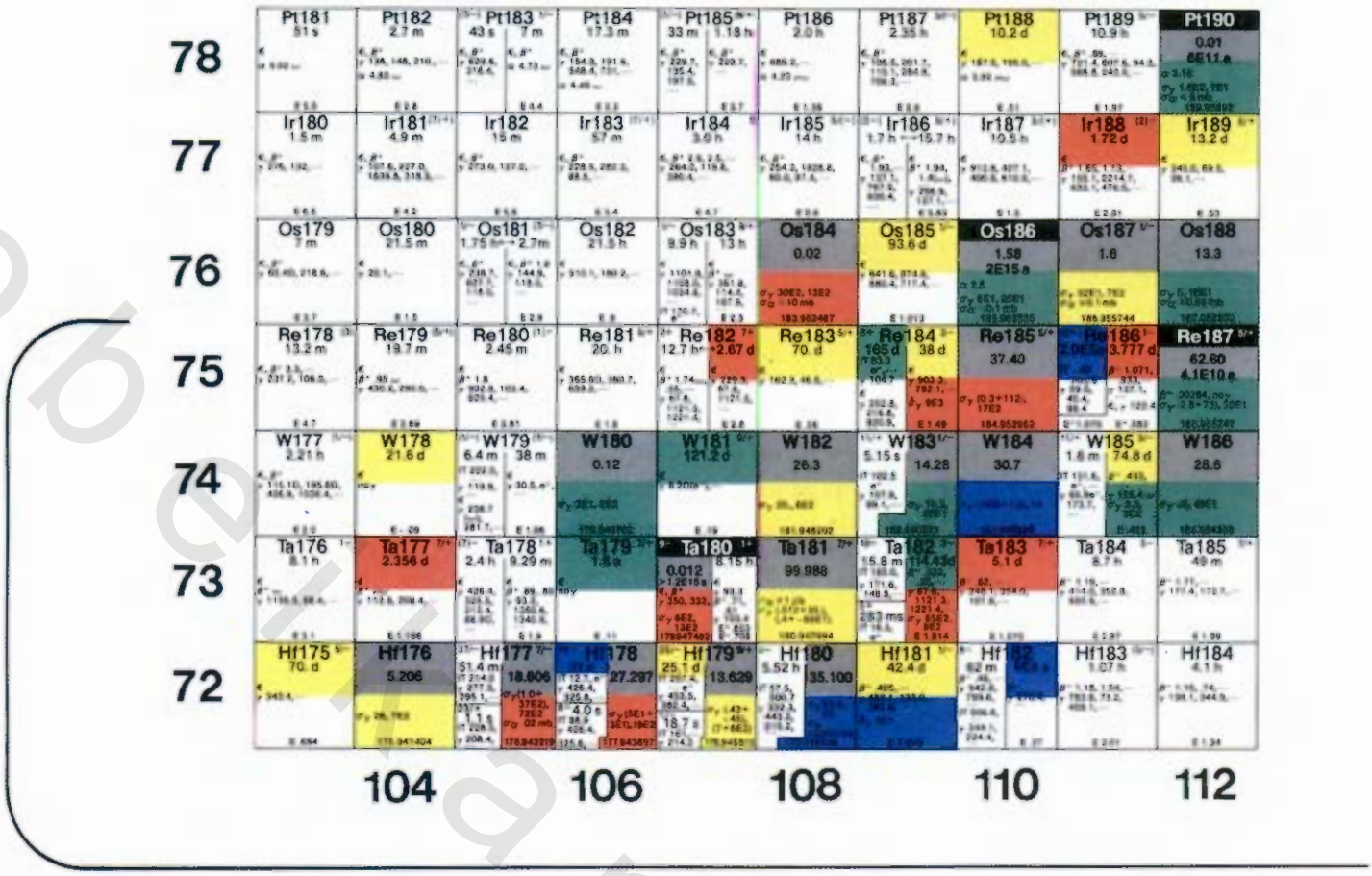


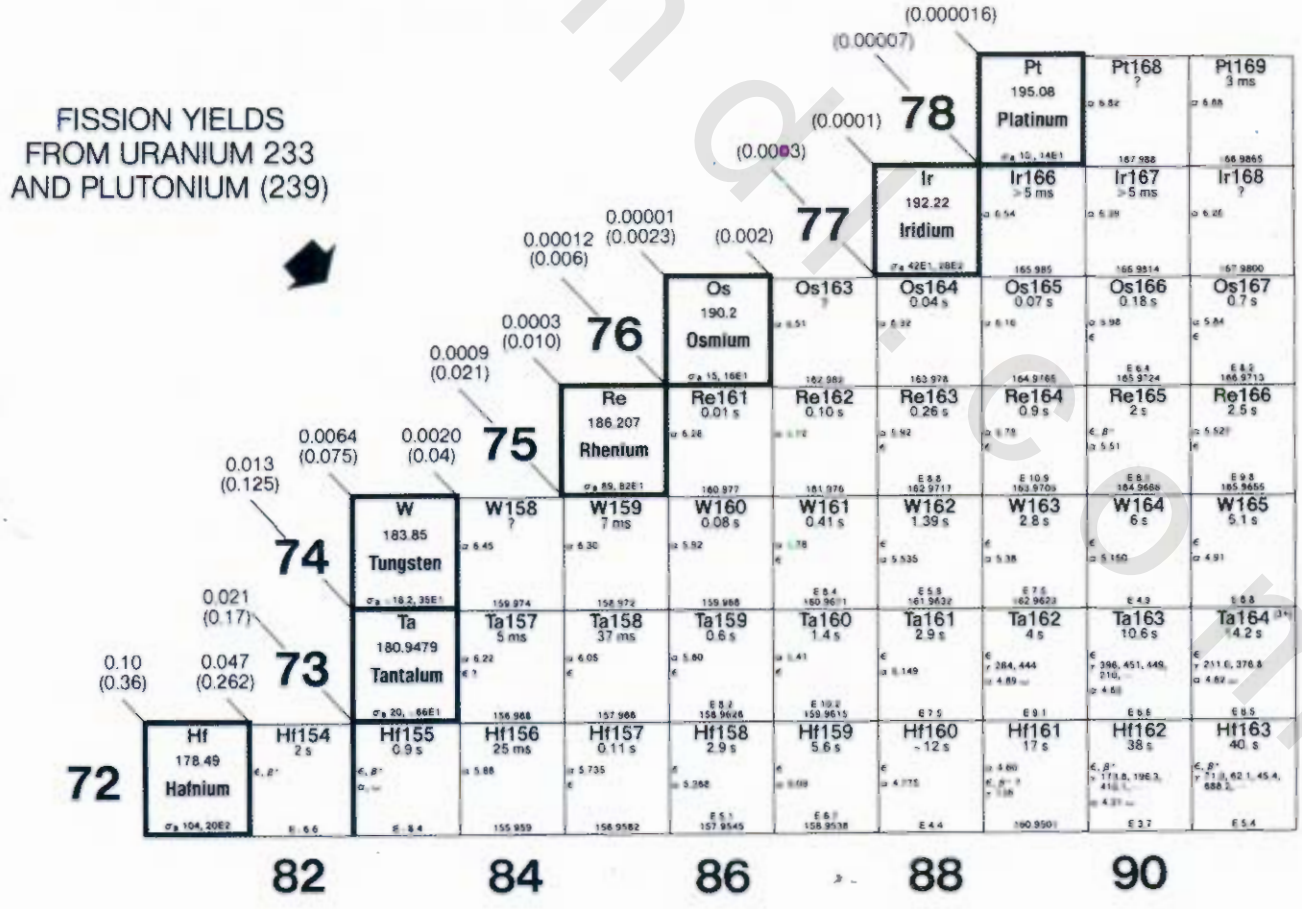
open-range.com

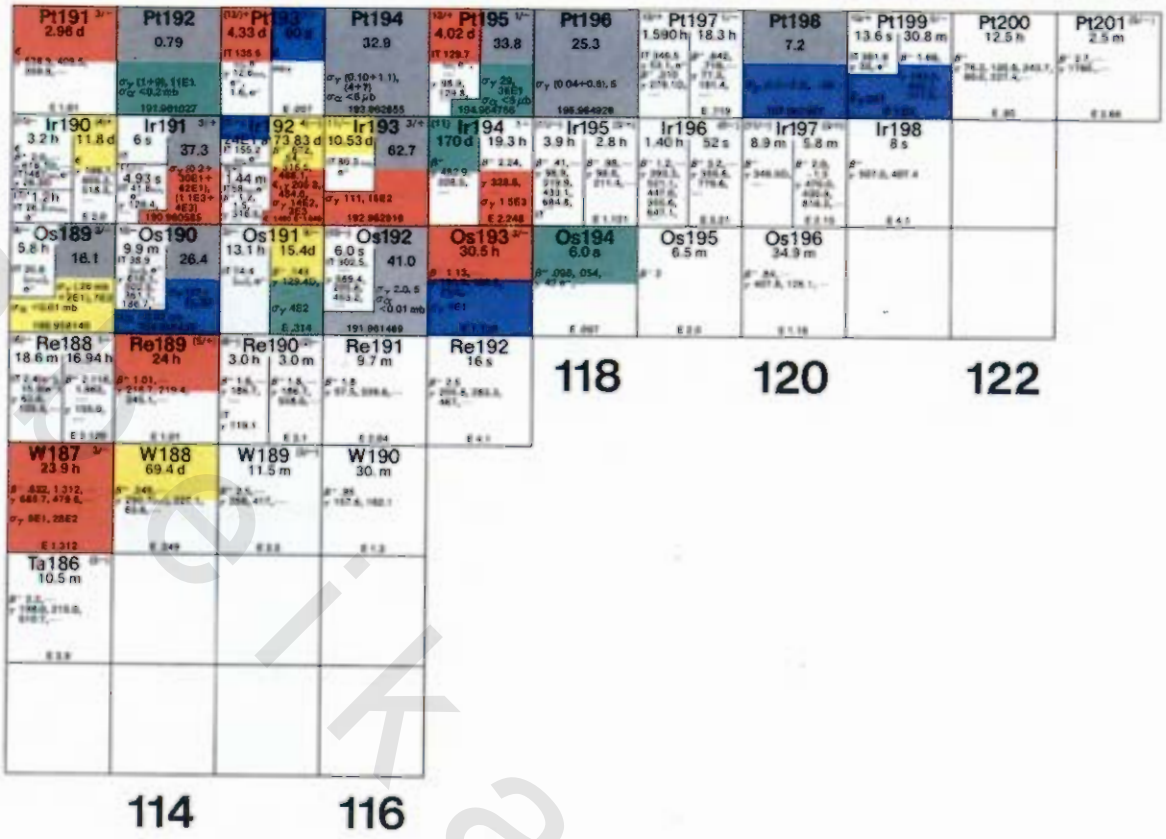


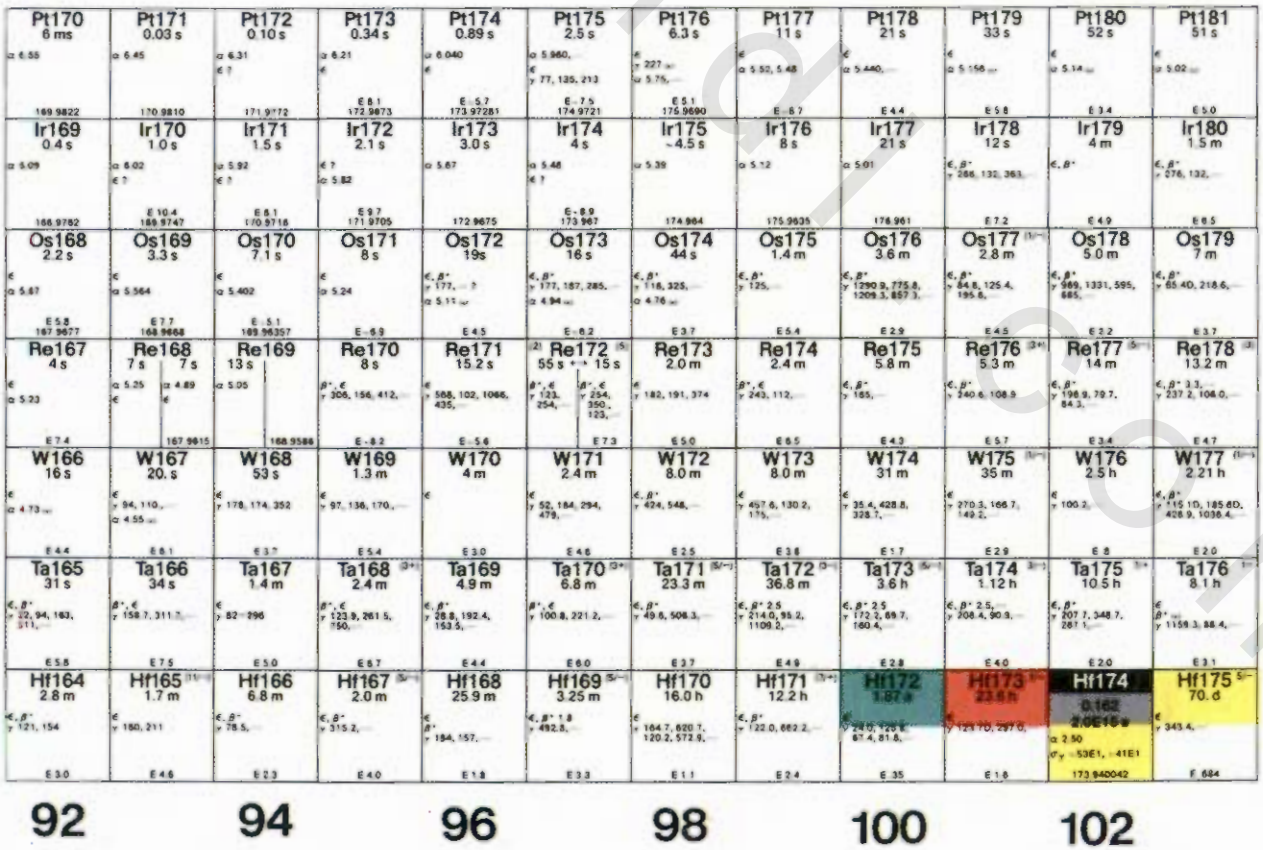


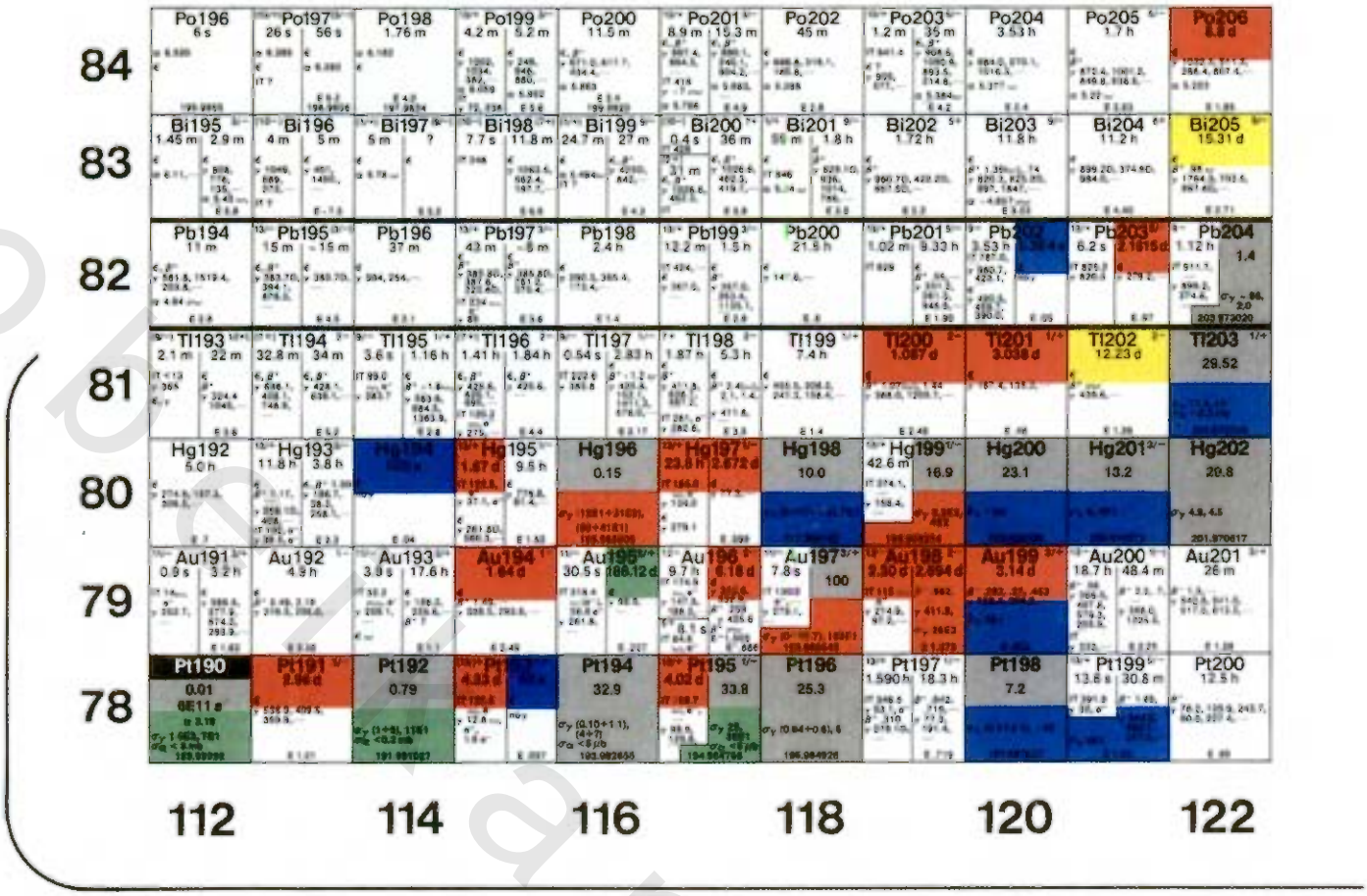
opelikanazi.com

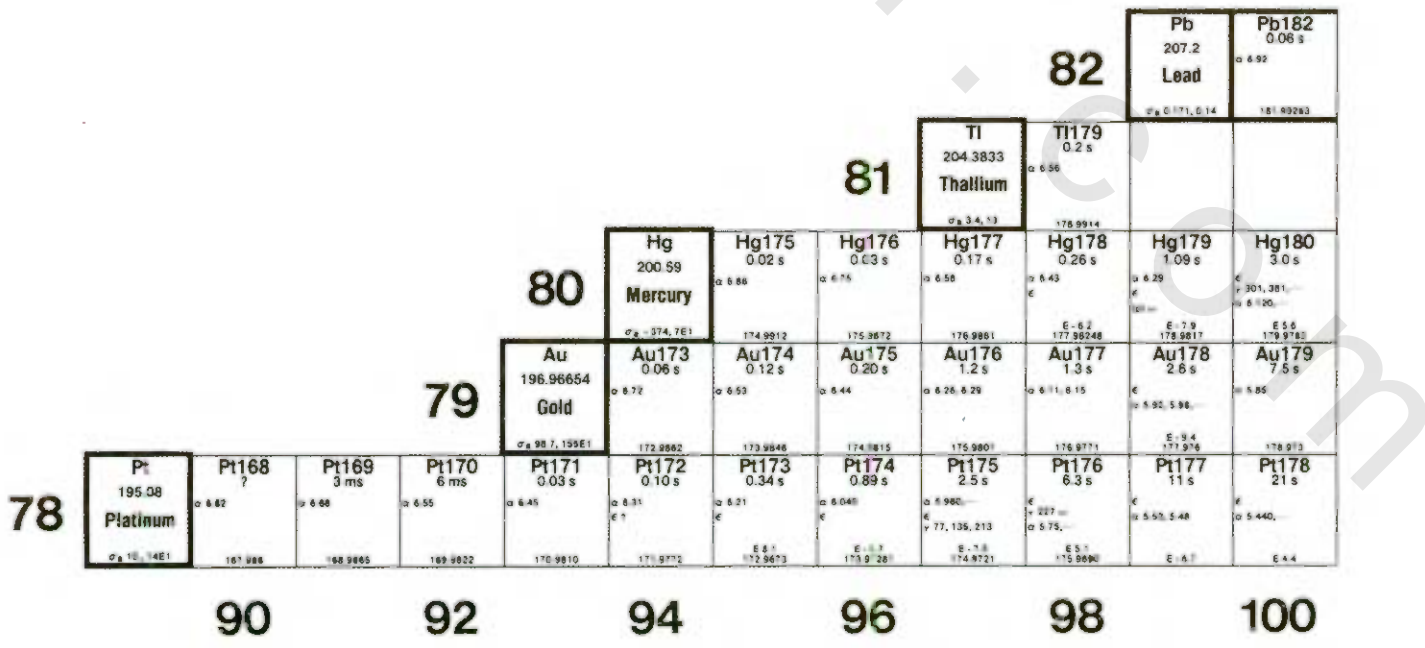

78
77
76
75
74
73
72
104
106
108
110
112

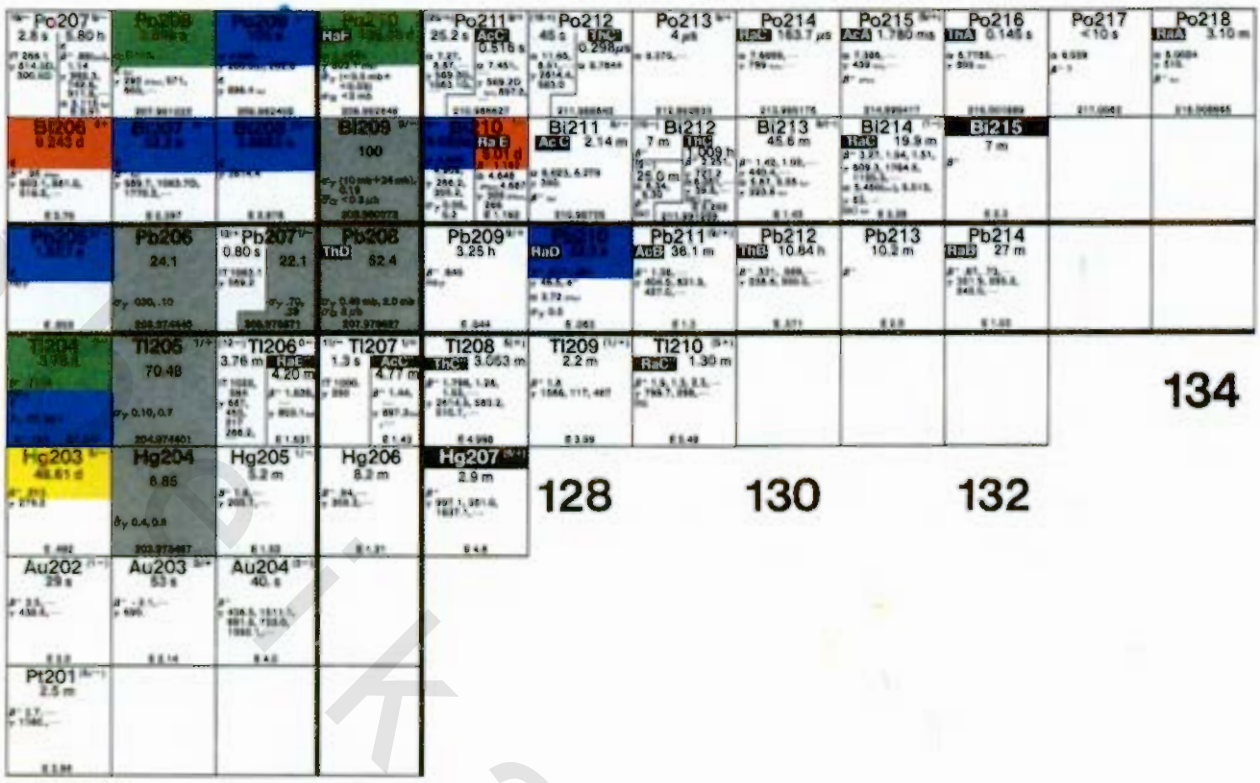

FISSION YIELDS
FROM URANIUM 233
AND PLUTONIUM (239)
(0.000016)
(0.00007)
(0.0001)
(0.0003)
0.00001
(0.0023)
0.00012
(0.006)
(0.002)
0.0003
(0.010)
0.0009
(0.021)
0.0064
(0.075)
0.0020
(0.04)
0.013
(0.125)
0.021
(0.17)
0.10
(0.36)
0.047
(0.262)
78
77
76
75
74
73
72
Pt
195.08
Platinum
Ir
192.22
Iridium
Os
190.2
Osmium
Re
186.207
Rhenium
W
183.85
Tungsten
Ta
180.9479
Tantalum
Hf
178.49
Hafnium
82
84
86
88
90

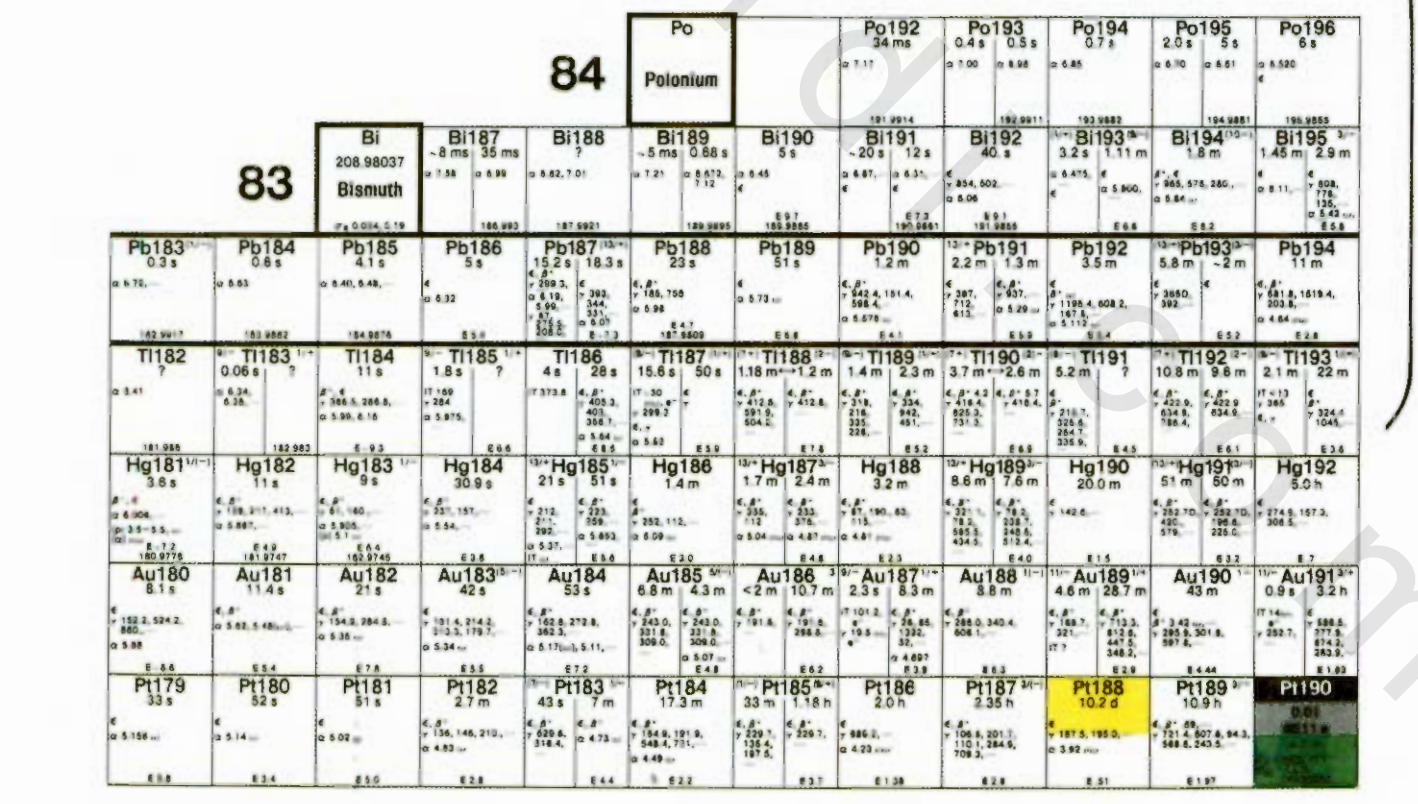

Pt191 2.96 d
Pt192 0.79
Pt193 4.33 d
Pt194 32.9
Pt195 4.02 d
33.8
Pt196 25.3
Pt197 1.590 h
18.3 h
Pt198 7.2
Pt199 13.6 s
30.8 m
Pt200 12.5 h
Pt201 2.5 m
Ir190 3.2 h
11.8 d
Ir191 6 s
37.3
4.93 s
Ir192 73.83 d
Ir193 10.53 d
62.7
Ir194 170 d
19.3 h
Ir195 3.9 h
2.8 h
Ir196 1.40 h
52 s
Ir197 8.9 m
5.8 m
Ir198 8 s
Os189 5.8 h
16.1
Os190 9.9 m
26.4
Os191 13.1 h
15.4d
Os192 6.0 s
41.0
Os193 30.5 h
Os194 6.0 s
Os195 6.5 m
Os196 34.9 m
Re188 18.6 m
16.94 h
Re189 24 h
Re190 3.0 h
3.0 m
Re191 9.7 m
Re192 16 s
W187 23.9 h
W188 69.4 d
W189 11.5 m
W190 30. m
Ta186 10.5 m
114
116
118
120
122

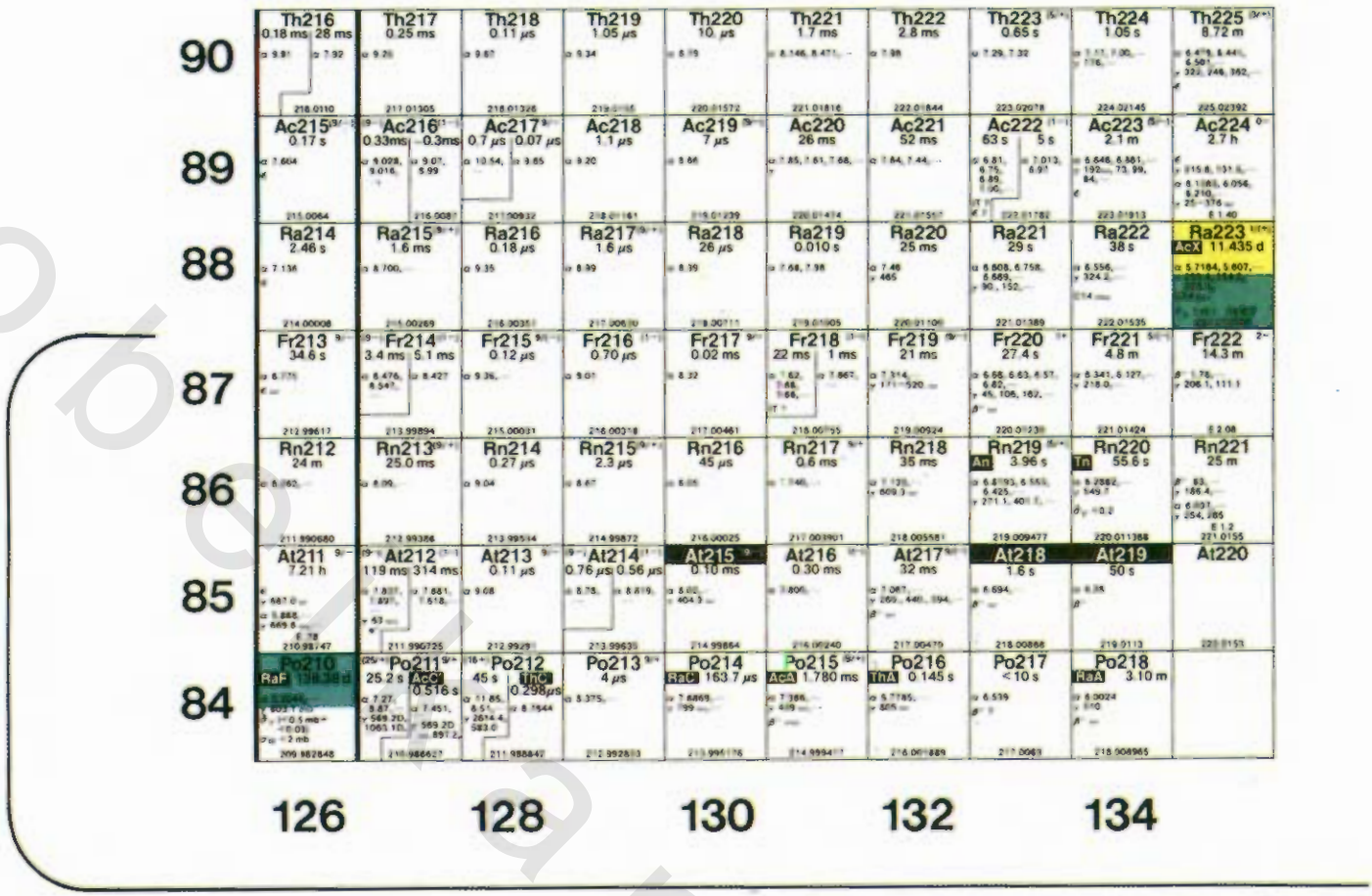

Pt170 6 ms
Pt171 0.03 s
Pt172 0.10 s
Pt173 0.34 s
Pt174 0.89 s
Pt175 2.5 s
Pt176 6.3 s
Pt177 11 s
Pt178 21 s
Pt179 33 s
Pt180 52 s
Pt181 51 s
Ir169 0.4 s
Ir170 1.0 s
Ir171 1.5 s
Ir172 2.1 s
Ir173 3.0 s
Ir174 4 s
Ir175 ~4.5 s
Ir176 8 s
Ir177 21 s
Ir178 12 s
Ir179 4 m
Ir180 1.5 m
Os168 2.2 s
Os169 3.3 s
Os170 7.1 s
Os171 8 s
Os172 19s
Os173 16 s
Os174 44 s
Os175 1.4 m
Os176 3.6 m
Os177 2.8 m
Os178 5.0 m
Os179 7 m
Re167 4 s
Re168 7 s 7 s
Re169 13 s
Re170 8 s
Re171 15.2 s
Re172 55 s 15 s
Re173 2.0 m
Re174 2.4 m
Re175 5.8 m
Re176 5.3 m
Re177 14 m
Re178 13.2 m
W166 16 s
W167 20. s
W168 53 s
W169 1.3 m
W170 4 m
W171 2.4 m
W172 8.0 m
W173 8.0 m
W174 31 m
W175 35 m
W176 2.5 h
W177 2.21 h
Ta165 31 s
Ta166 34 s
Ta167 1.4 m
Ta168 2.4 m
Ta169 4.9 m
Ta170 6.8 m
Ta171 23.3 m
Ta172 36.8 m
Ta173 3.6 h
Ta174 1.12 h
Ta175 10.5 h
Ta176 8.1 h
Hf164 2.8 m
Hf165 1.7 m
Hf166 6.8 m
Hf167 2.0 m
Hf168 25.9 m
Hf169 3.25 m
Hf170 16.0 h
Hf171 12.2 h
Hf172 1.87 a
Hf173 23.6 h
Hf174
0.162
2.0E15 a
Hf175 70. d
92
94
96
98
100
102

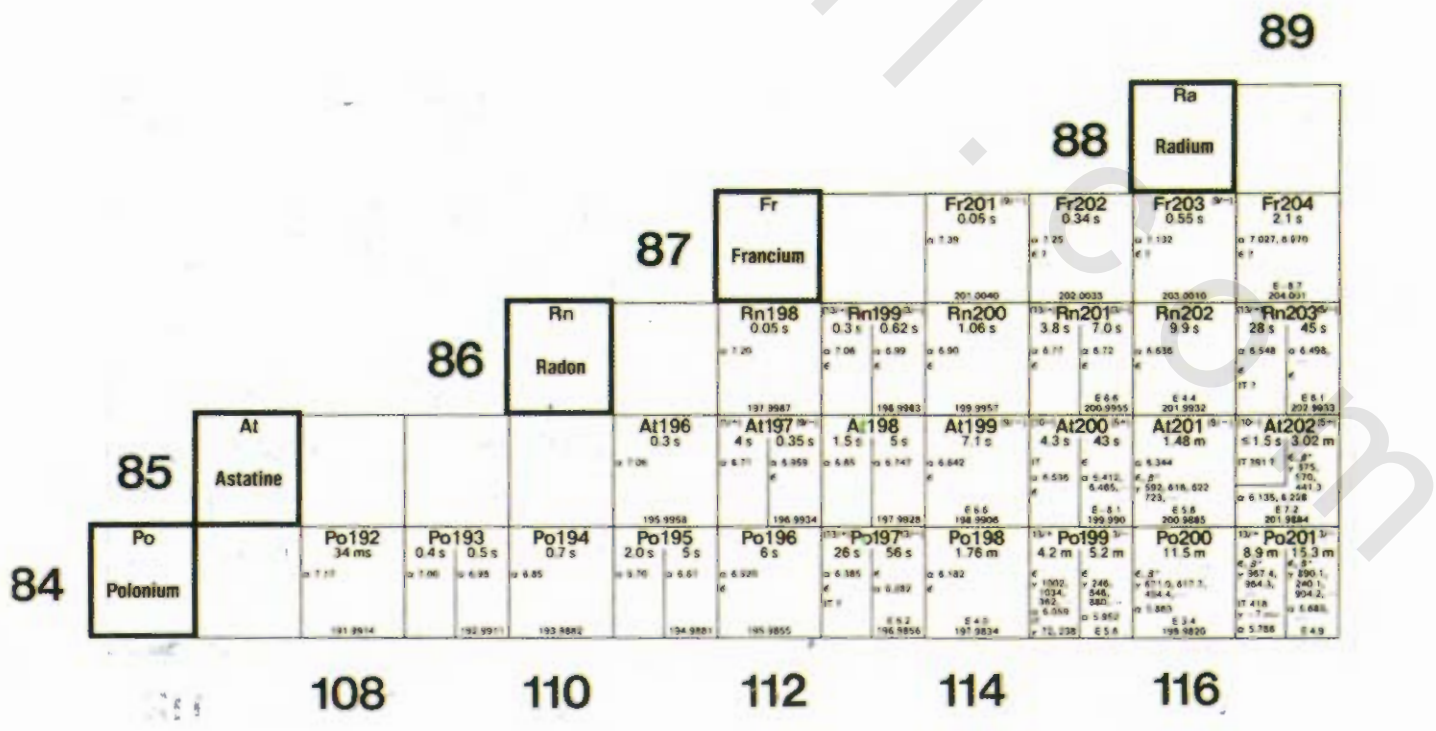

84
83
82
81
80
79
78
112
114
116
118
120
122

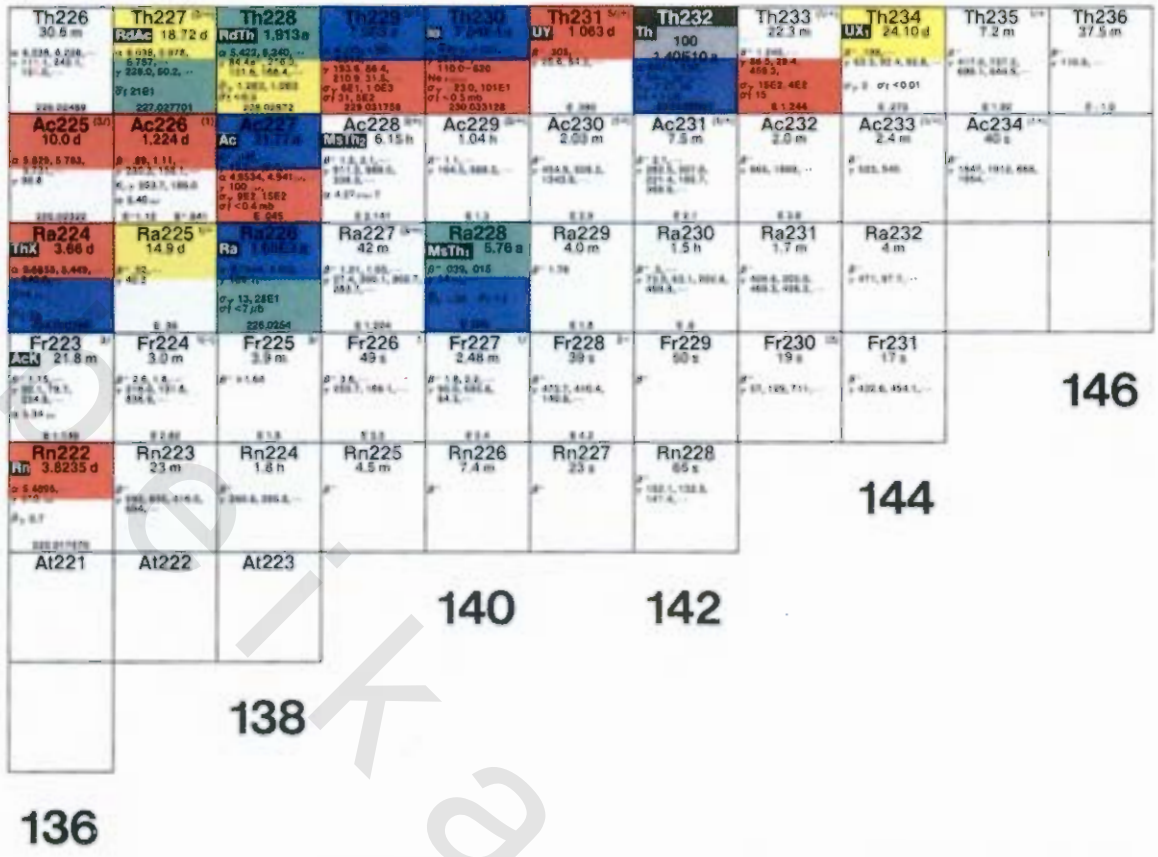

82
81
80
79
78
Pb
207.2
Lead
Pb182
0.06 s
Tl
204.3833
Thallium
Tl179
0.2 s
Hg
200.59
Mercury
Au
196.96654
Gold
Pt
195.08
Platinum
90
92
94
96
98
100

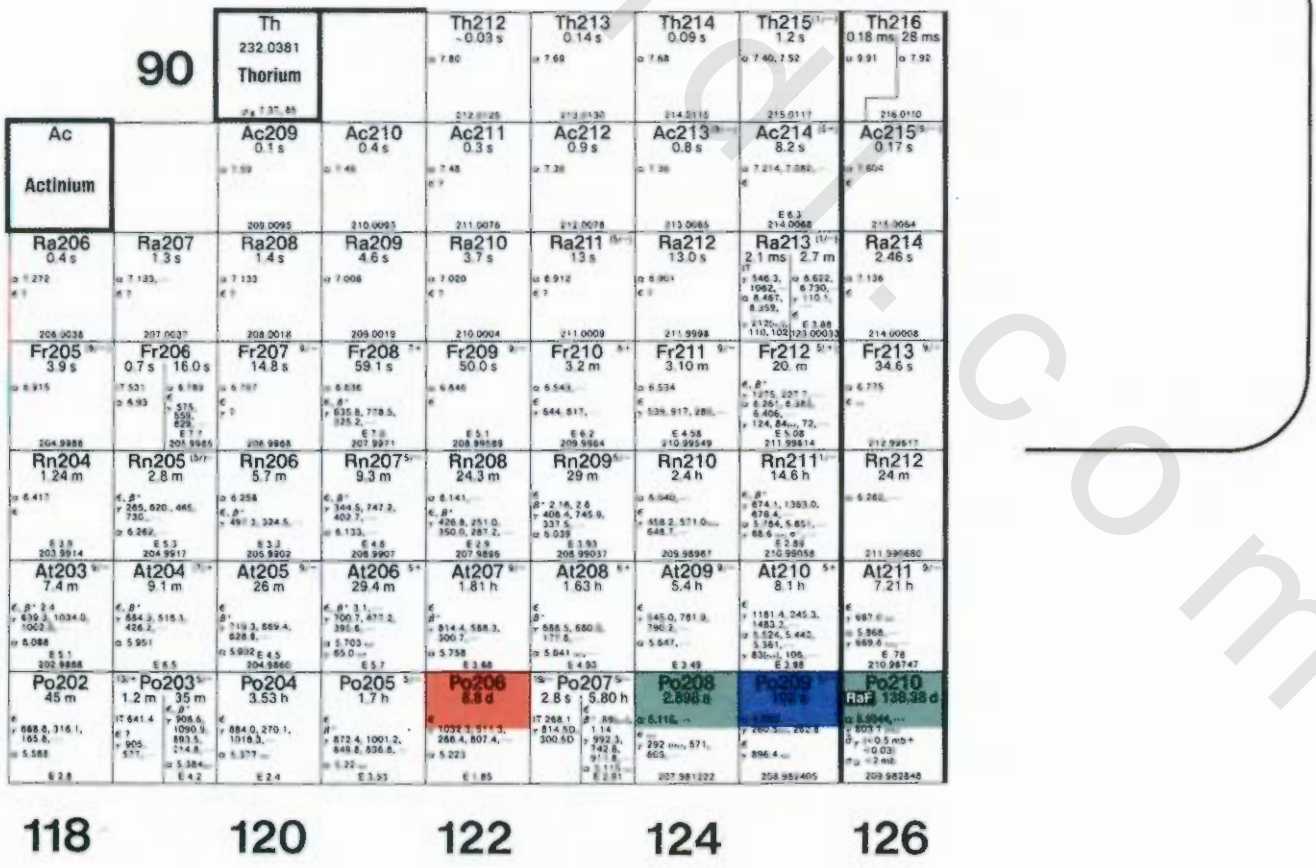

Po207 2.8 s 5.80 h
Po211 25.2 s AcC 0.516 s
Po212 45 s ThC' 0.298 µs
Po213 4 µs
Po214 RaC 163.7 µs
Po215 AcA 1.780 ms
Po216 ThA 0.145 s
Po217 < 10 s
Po218 RnA 3.10 m
Bi209 100
Bi210 RaE 5.01 d
Bi211 AcC 2.14 m
Bi212 7 m ThC 1.009 h
Bi213 45.6 m
Bi214 RaC 19.9 m
Bi215 7 m
Pb206 24.1
Pb207 0.80 s 22.1
Pb208 ThD 52.4
Pb209 3.25 h
Pb210 RaD 22.3 y
Pb211 AcB 36.1 m
Pb212 ThB 10.64 h
Pb213 10.2 m
Pb214 RaB 27 m
Tl205 70.48
Tl206 3.76 m RaE 4.20 m
Tl207 1.3 s AcC" 4.77 m
Tl208 ThC" 3.053 m
Tl209 2.2 m
Tl210 RaC" 1.30 m
Hg203 46.61 d
Hg204 6.85
Hg205 5.2 m
Hg206 8.2 m
Hg207 2.9 m
Au202 29 s
Au203 53 s
Au204 40. s
Pt201 2.5 m
124
126
128
130
132
134

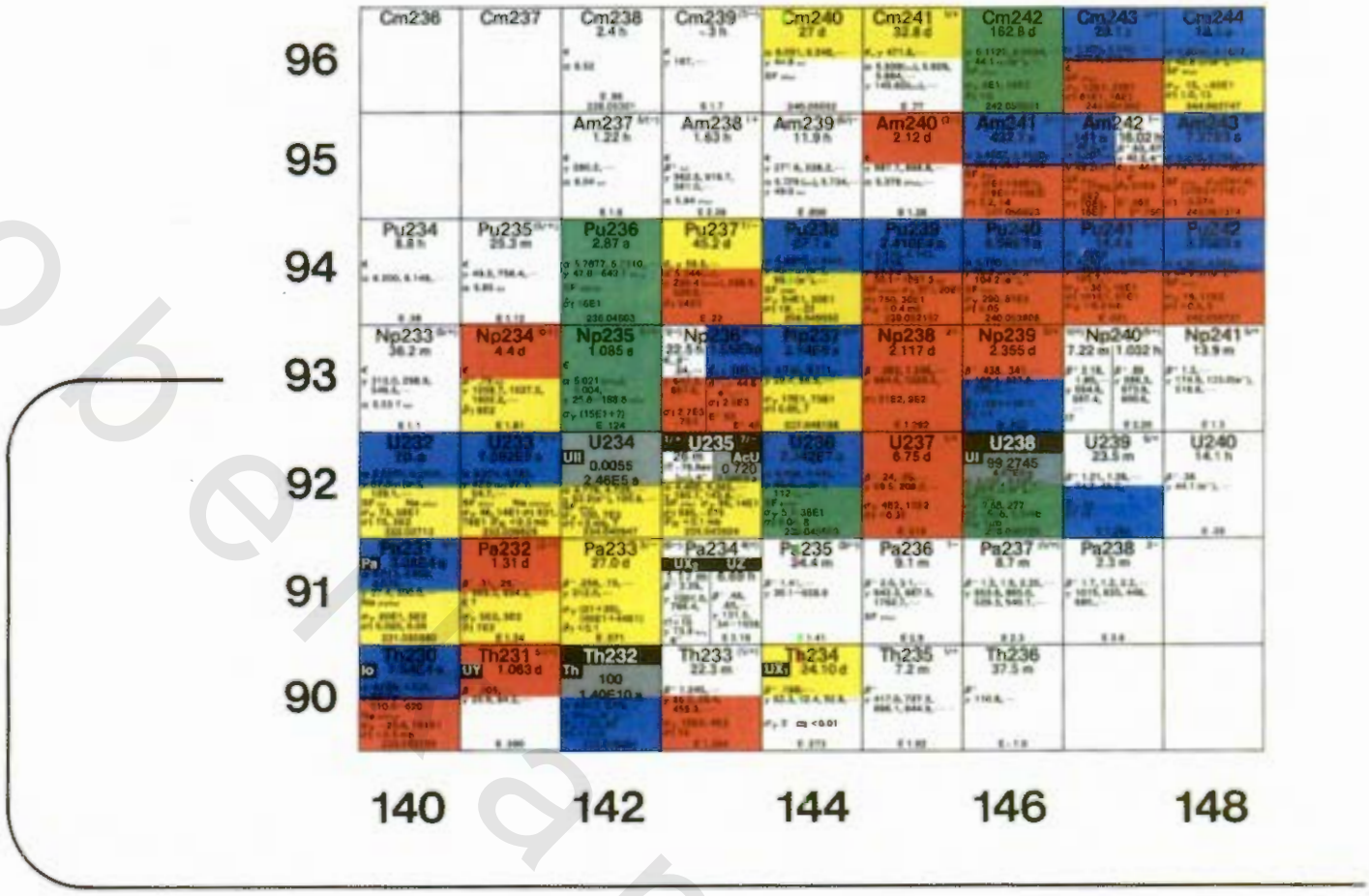

84
Po
Polonium
Po192 34 ms
Po193 0.4 s 0.5 s
Po194 0.7 s
Po195 2.0 s 5 s
Po196 6 s
83
Bi
208.98037
Bismuth
Bi187 ~8 ms 35 ms
Bi188 ?
Bi189 ~5 ms 0.68 s
Bi190 5 s
Bi191 ~20 s 12 s
Bi192 40. s
Bi193 3.2 s 1.11 m
Bi194 1.8 m
Bi195 1.45 m 2.9 m
Pb183 0.3 s
Pb184 0.6 s
Pb185 4.1 s
Pb186 5 s
Pb187 15.2 s 18.3 s
Pb188 23 s
Pb189 51 s
Pb190 1.2 m
Pb191 2.2 m 1.3 m
Pb192 3.5 m
Pb193 5.8 m ~2 m
Pb194 11 m
Tl182 ?
Tl183 0.06 s ?
Tl184 11 s
Tl185 1.8 s ?
Tl186 4 s 28 s
Tl187 15.6 s 50 s
Tl188 1.18 m 1.2 m
Tl189 1.4 m 2.3 m
Tl190 3.7 m 2.6 m
Tl191 5.2 m ?
Tl192 10.8 m 9.6 m
Tl193 2.1 m 22 m
Hg181 3.6 s
Hg182 11 s
Hg183 9 s
Hg184 30.9 s
Hg185 21 s 51 s
Hg186 1.4 m
Hg187 1.7 m 2.4 m
Hg188 3.2 m
Hg189 8.6 m 7.6 m
Hg190 20.0 m
Hg191 51 m 50 m
Hg192 5.0 h
Au180 8.1 s
Au181 11.4 s
Au182 21 s
Au183 42 s
Au184 53 s
Au185 6.8 m 4.3 m
Au186 < 2 m 10.7 m
Au187 2.3 s 8.3 m
Au188 8.8 m
Au189 4.6 m 28.7 m
Au190 43 m
Au191 0.9 s 3.2 h
Pt179 33 s
Pt180 52 s
Pt181 51 s
Pt182 2.7 m
Pt183 43 s 7 m
Pt184 17.3 m
Pt185 33 m 1.18 h
Pt186 2.0 h
Pt187 2.35 h
Pt188 10.2 d
Pt189 10.9 h
Pt190
102
104
106
108
110
112

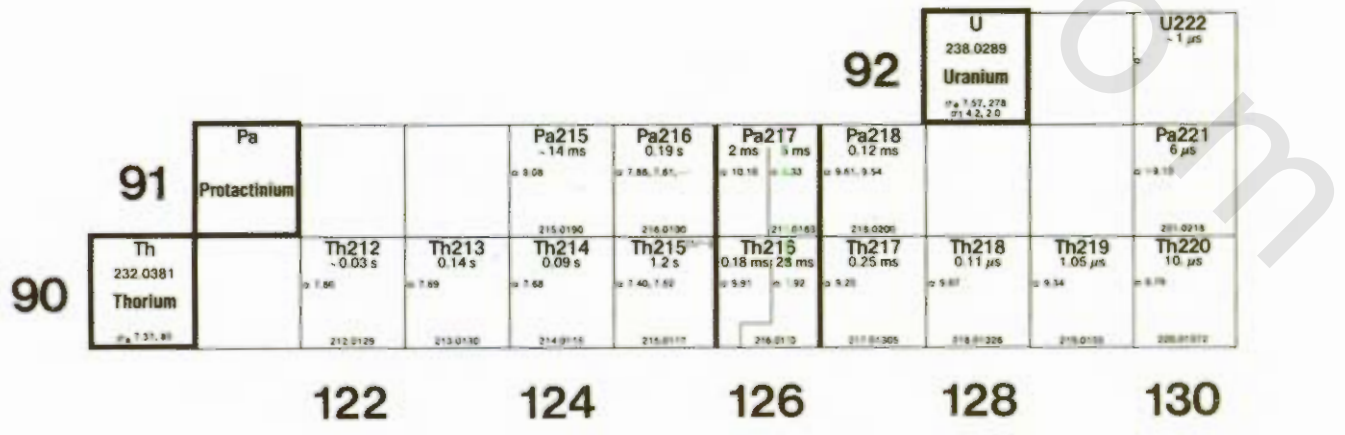

90
89
88
87
86
85
84
126
128
130
132
134


89
88
Ra
Radium
87
Fr
Francium
86
Rn
Radon
85
At
Astatine
84
Po
Polonium
108
110
112
114
116

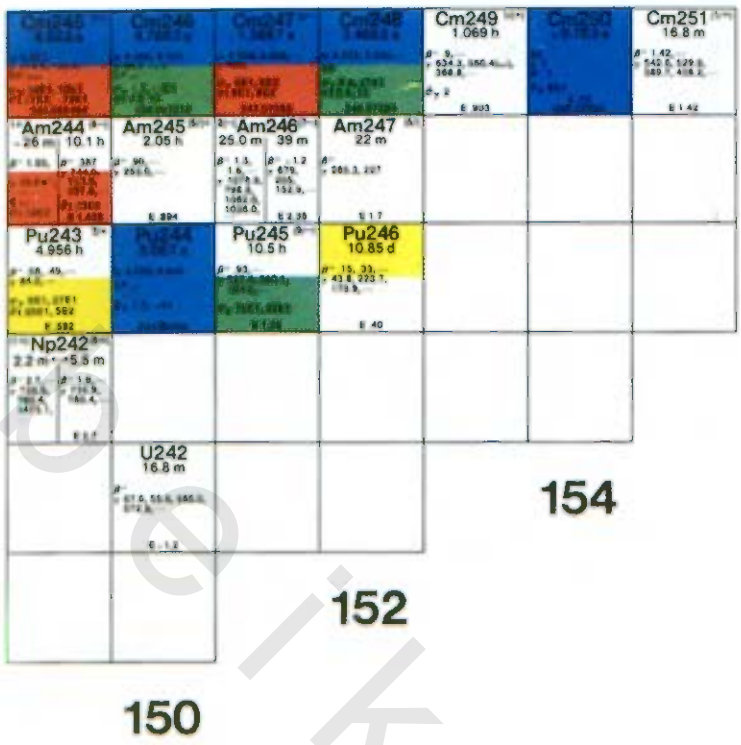

Th226 30.6 m
Th227 RdAc 18.72 d
Th228 RdTh 1.913a
Th230 Io
Th231 UY 1.063 d
Th232 Th 100 1.40510 a
Th233 22.3 m
Th234 UX1 24.10 d
Th235 7.2 m
Th236 37.5 m
Ac225 (α) 10.0 d
Ac226 (β⁻) 1.224 d
Ac227 Ac 21.77 a
Ac228 MsTh2 6.15 h
Ac229 1.04 h
Ac230 2.09 m
Ac231 7.5 m
Ac232 2.0 m
Ac233 2.4 m
Ac234 40 s
Ra224 ThX 3.66 d
Ra225 14.9 d
Ra226 Ra 1600 a
Ra227 42 m
Ra228 MsTh1 5.76 a
Ra229 4.0 m
Ra230 1.5 h
Ra231 1.7 m
Ra232 4 m
Fr223 AcK 21.8 m
Fr224 3.0 m
Fr225 3.9 m
Fr226 49 s
Fr227 2.48 m
Fr228 39 s
Fr229 50 s
Fr230 19 s
Fr231 17 s
Rn222 Rn 3.8235 d
Rn223 23 m
Rn224 1.8 h
Rn225 4.5 m
Rn226 7.4 m
Rn227 23 s
Rn228 65 s
At221
At222
At223
146
144
140
142
138
136

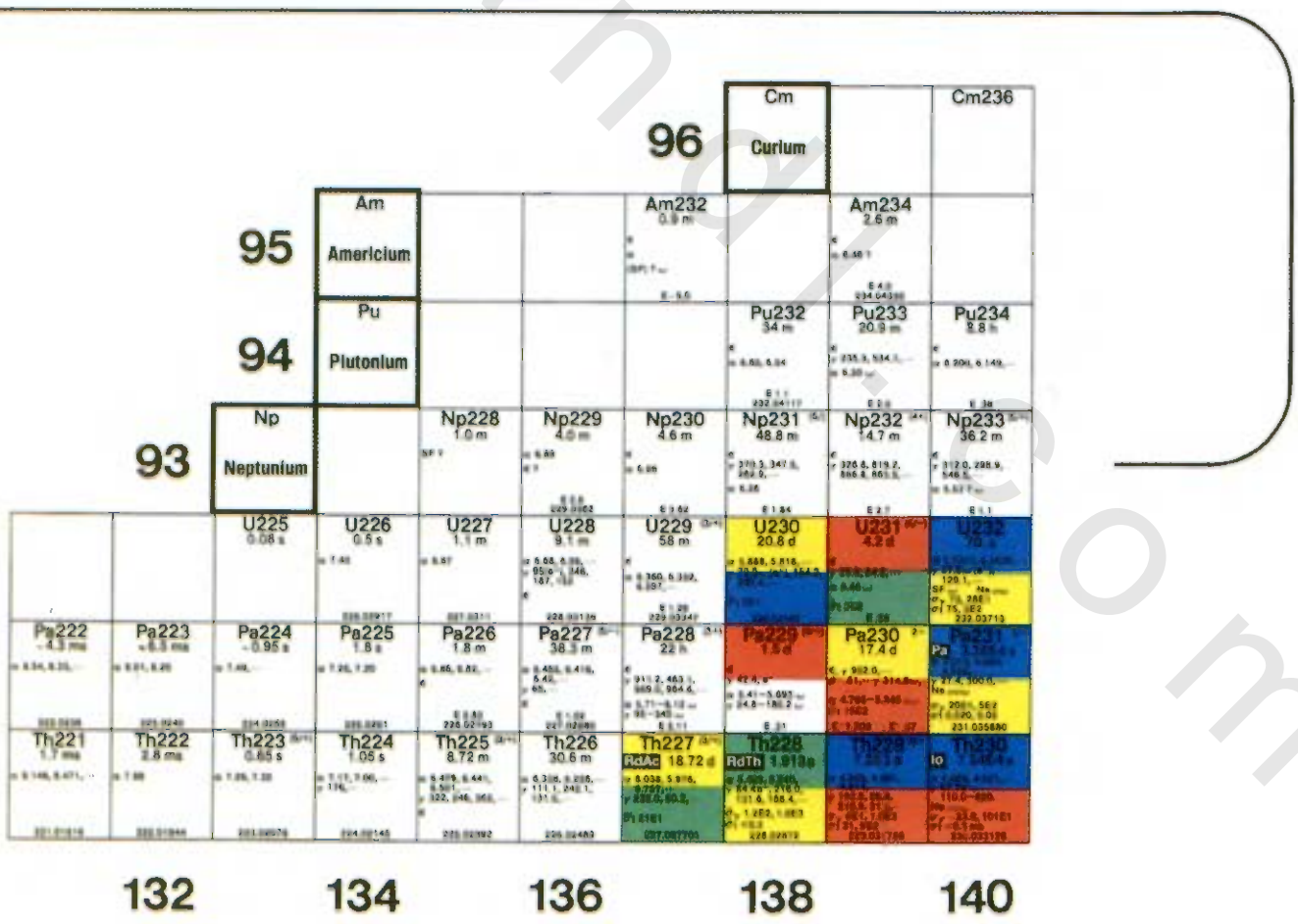

90
Th 232.0381 Thorium
Th212 ~0.03 s
Th213 0.14 s
Th214 0.09 s
Th215 1.2 s
Th216 0.18 ms 28 ms
Ac Actinium
Ac209 0.1 s
Ac210 0.4 s
Ac211 0.3 s
Ac212 0.9 s
Ac213 0.8 s
Ac214 8.2 s
Ac215 0.17 s
Ra206 0.4 s
Ra207 1.3 s
Ra208 1.4 s
Ra209 4.6 s
Ra210 3.7 s
Ra211 13 s
Ra212 13.0 s
Ra213 2.1 ms 2.7 m
Ra214 2.46 s
Fr205 3.9 s
Fr206 0.7 s 16.0 s
Fr207 14.8 s
Fr208 59.1 s
Fr209 50.0 s
Fr210 3.2 m
Fr211 3.10 m
Fr212 20. m
Fr213 34.6 s
Rn204 1.24 m
Rn205 2.8 m
Rn206 5.7 m
Rn207 9.3 m
Rn208 24.3 m
Rn209 29 m
Rn210 2.4 h
Rn211 14.6 h
Rn212 24 m
At203 7.4 m
At204 9.1 m
At205 26 m
At206 29.4 m
At207 1.81 h
At208 1.63 h
At209 5.4 h
At210 8.1 h
At211 7.21 h
Po202 45 m
Po203 1.2 m 35 m
Po204 3.53 h
Po205 1.7 h
Po206 8.8 d
Po207 2.8 s 5.80 h
Po208 2.898 a
Po209 103 a
Po210 RaF 138.38 d
118
120
122
124
126



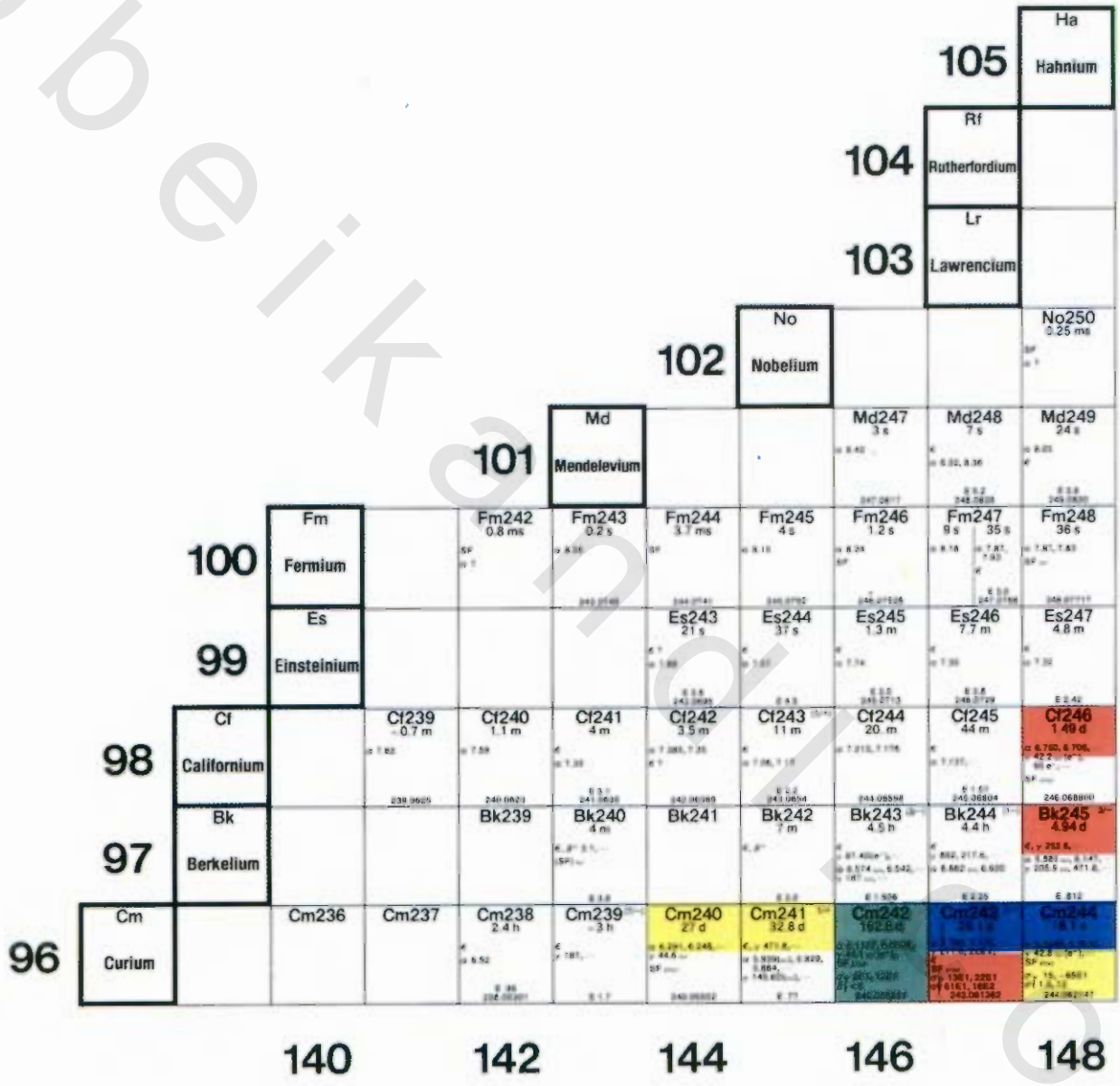


openpandl.com





obeikandl.com



obeikandl.com

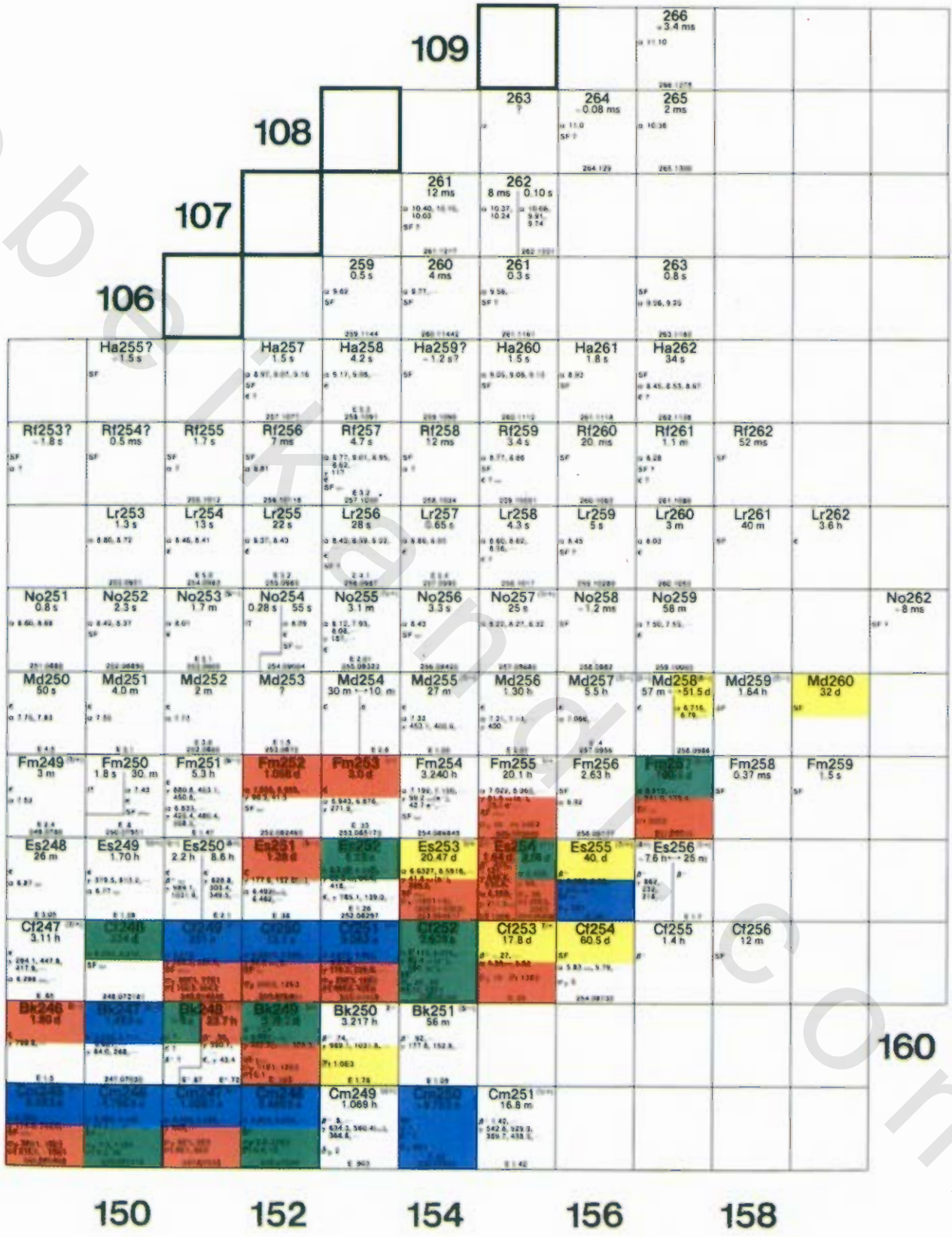

109
108
107
106
266 ≈3.4 ms
263 ?
264 ≈0.08 ms
265 2 ms
261 12 ms
262 8 ms 0.10 s
259 0.5 s
260 4 ms
261 0.3 s
263 0.8 s
Ha255? ~1.5 s
Ha257 1.5 s
Ha258 4.2 s
Ha259? ~1.2 s?
Ha260 1.5 s
Ha261 1.8 s
Ha262 34 s
Rf253? ~1.8 s
Rf254? 0.5 ms
Rf255 1.7 s
Rf256 7 ms
Rf257 4.7 s
Rf258 12 ms
Rf259 3.4 s
Rf260 20. ms
Rf261 1.1 m
Rf262 52 ms
Lr253 1.3 s
Lr254 13 s
Lr255 22 s
Lr256 28 s
Lr257 0.65 s
Lr258 4.3 s
Lr259 5 s
Lr260 3 m
Lr261 40 m
Lr262 3.6 h
No251 0.8 s
No252 2.3 s
No253 1.7 m
No254 0.28 s 55 s
No255 3.1 m
No256 3.3 s
No257 25 s
No258 ~1.2 ms
No259 58 m
No262 ~8 ms
Md250 50 s
Md251 4.0 m
Md252 2 m
Md253 ?
Md254 30 m ~10. m
Md255 27 m
Md256 1.30 h
Md257 5.5 h
Md258 57 m ~51.5 d
Md259 1.64 h
Md260 32 d
Fm249 3 m
Fm250 1.8 s 30. m
Fm251 5.3 h
Fm252 1.058 d
Fm253 3.0 d
Fm254 3.240 h
Fm255 20.1 h
Fm256 2.63 h
Fm257
Fm258 0.37 ms
Fm259 1.5 s
Es248 26 m
Es249 1.70 h
Es250 2.2 h 8.6 h
Es251 1.38 d
Es252
Es253 20.47 d
Es254
Es255 40. d
Es256 ~7.6 h ~25 m
Cf247 3.11 h
Cf248
Cf249
Cf250
Cf251
Cf252
Cf253 17.8 d
Cf254 60.5 d
Cf255 1.4 h
Cf256 12 m
Bk246 1.80 d
Bk247
Bk248 23.7 h
Bk249
Bk250 3.217 h
Bk251 56 m
Cm249 1.089 h
Cm251 16.8 m
160
150
152
154
156
158

chart of the Nuclides

obeikandl.com