

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



دارالمعارف

تصميم الغلاف والإخراج الفني :
عزيزة مختار

رقم الإيداع	٢٠٠٤/١٥٠٦٣
الترقيم الدولي	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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿ وَمَا يَعْزُبُ عَنْ رَبِّكَ مِنْ مِثْقَالِ ذَرَّةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا فِي السَّمَاءِ
وَلَا أَصْفَرُ مِنْ ذَلِكَ وَلَا أَكْبَرُ إِلَّا فِي كِتَابٍ مُبِينٍ ﴾ (يونس ٦١)

إهداء

إلى جيل الرواد من علماء الذرة المصريين والعرب
وعلى رأسهم :

الدكتور على مصطفى مشرفة

والكيميائى صلاح هدايت

والدكتور محمد النادى..

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

الدكتورة سميرة موسى

والدكتور يحيى المشد..

وإلى جيل قادم معقود عليه كثير من الآمال..

أهدى هذه الموسوعة

تقديم

تتطور العلوم النووية وتقاناتها بحثا وتطبيقا بصورة متسارعة ، وتجري البحوث والدراسات المتقدمة والعميقة في كل بلاد العالم تقريبا في هذا المجال ، ويحمل كل يوم جديد كشافا جديدا في العديد من مناحي التطبيق العملي للعلوم والتقانة النووية والإشعاعية . وفي ذات الوقت فإن تطوير الحياة الإنسانية يحتاج إلى المزيد من النجاحات والإنجازات في هذا الحقل الهام من العلوم التطبيقية .

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

وفي هذا الإطار فإن المطلب المتصاعد لتعريب العلوم الحديثة لتقريبها إلى أذهان أبناء لغة الضاد له ما يبرره على الصعيد العربي ، وفي نفس الوقت فإن العلوم النووية - على وجه الخصوص - تحتاج إلى بعث حركة نشيطة للتأليف والترجمة في مجالاتها المختلفة . وقد بدأت تبشیر هذه الحركة بصدور العديد من المراجع المؤلفة أو المترجمة باللغة العربية في المنطقة العربية . ومع ذلك فما زال هناك حاجة ماسة إلى إصدار موسوعة عربية في 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 في تجميع وتبويب وعرض مجموعة ضخمة من المصطلحات العلمية والفنية في مجال الطاقة الذرية باللغة العربية بصورة تدعو إلى التقدير والإعجاب وتدل على مدى الجهد الدءوب الذى بذله المؤلف في إعداد هذه الموسوعة ، التى نسال 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

مقدمة

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

أما بعد ، فقد دعت الحاجة اليوم أكثر من أى وقت مضى لمدارسه 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 وإلى 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 يعانىها طلاب العلم، من ترسيط الدونية والولاء والشعور بالاغتراب فى أوطانهم وبين أهليهم، ومن الهزيمة النفسية أمام لغة الأخر. وغنى عن القول أيضا أن تعليم اللغات الأجنبية فى المدارس - منفصلة عن العلوم - شئ 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 يعانىها الدارسين فى كليات العلوم والهندسة لهذه العلوم باللغة الأجنبية ، وللاحتياج الخاص لكل العاملين فى المنشآت 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 مسبوقه 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، أخذا 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 ، توصلت فيها جهود وحضارات ، كانت الحاجة هنا للتعريف بالعلوم الطبيعية والرياضية، أسسها، قوانينها، ورجالاتها. وفى نفس السياق أثرت أن أبرز جوانب المشاركة الفعالة لجهود الحضارة العربية والإسلامية ، والتى بلا شك كانت رافدا أساسيا تأسست عليه الحضارة الغربية المعاصرة، وملقنا النظر فى نفس الوقت - من ناحية - إلى أى مدى تتواصل الحضارات ، لا تتصادم كما أشاع ذلك نثر 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 نثر من

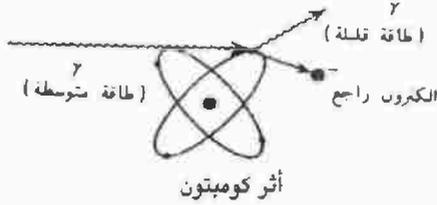
الأمة ربما يسهم فى تعزيز الثقة لديهم، كما يكون حافزا لأجيال اليوم والغد لتجاوز عقدة الانكسار والتخلف، وكى يستعيدوا - إن صدقت العزائم وتهيات الأسباب - زمام المبادرة فى صياغة مشروع حضارة الغد حاملين معهم مقومات رسالتهم من أجل صياغة حضارة العلم والرفاهية والعدل والسلام.

وأخيرا لا يسعنى إلا أن أقدم جزيل الشكر لكل من ساعدنى وشجعنى فى إتمام هذا العمل، وامدنى بأية إضافات أو استدراقات 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 بلوى محمود الشيخ

يصنف هذا التفاعل كعملية تبعثر غير مرن حيث يتغير فيه اتجاه الفوتون الوارد وطاقته (انظر مادة: أشعة جاما).



أثر كومبتون

الأثر الكهروضوئي The photoelectric effect

عندما يصدم شعاع جاما ذو الطاقة المناسبة (٠,٧ ميغاجا إلكترون فولت أو أقل) إلكترونات 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 المداري المنطلق فراغا في المدار الداخلي مما يؤدي إلى انتقال إلكترون من مدار أعلى إلى هذا الفراغ. يؤدي ذلك مثلا إلى إطلاق أشعة أكس المميزة لهذه الذرة. ويعد هذا التفاعل مفيدا في عمليات التدريع (عمل حواجز للحماية من الأشعاع) حيث يتم التخلص من شعاع جاما بشكل نهائي وفي عمليات المعالجة حيث يضع شعاع جاما كامل طاقته في المنطقة المراد علاجها.



الأثر الكهروضوئي

أثر الحصر Pinch effect

في تجارب الاندماج المحكوم هو الأثر الناتج عندما يحدث المجال الكهربائي المار خلال عمود بلازما مجالاً مغناطيسياً يحصر البلازما ويضغطها. (انظر: اندماج نووي، بلازما، قارورة مغناطيسية)

إثراء (تخصيب) اليورانيوم Enrichment

تتطلب معظم مفاعلات الطاقة النووية في العالم (باستثناء المفاعلات المبردة بالغاز ومفاعلات الكاندو التي تستخدم اليورانيوم الطبيعي) تزويدها بوقود من اليورانيوم تبلغ فيه نسبة النظير يو-٢٣٥ تركيز أعلى من ٠,٧٣٪ الموجود في الطبيعة. ويتم زيادة هذه النسبة باستخدام عمليات التخصيب لثرتفع من ٠,٧٪ إلى ٣٪ وهي النسبة المستخدمة في وقود مفاعلات الماء الخفيف. وأما في الاستخدامات العسكرية فيتم تخصيب اليورانيوم إلى درجات أعلى بكثير من النسبة

إشارة

Excitation

هو ذلك الأثر الذي يحدثه الإشعاع بالسادة عندما لا يكون قادرا على تأيينها. أي يحدث بشكل خاص عندما تكون الطاقة المكتسبة من الإشعاع أقل من طاقة التأيين، عندئذ تثار الذرة (تمنح طاقة) فينتقل إلكترون أو أكثر من مستوى طاقي إلى آخر أعلى، يعود بعدها إلى مستواه الأساسي مصدرا فوتونا ضوئيا. (انظر: ذرة، إشعاع، أيون، وتأيين، انبعاث الأشعة)

Doppler effect

أثر دوبلر

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

Zeeman effect

أثر زيمان

من المعروف أن الضوء الذي يشعه أي عنصر يحتوى على خطوط حادة ذات أطوال موجات محددة وترددات معينة هي من خصائص هذا العنصر. ومن الواضح أن مصدر الضوء هو ذرات العنصر ومردده حسب النظرية الكلاسيكية الحركات الدورية للشحنات داخل الذرة. ولما كانت الشحنات المتحركة تتأثر بالمجالين الكهربى والمغناطيسى فإنه في مقدورنا تغيير الضوء المنبعث بتعريض مصدر الإشعاع للمجالات الكهربائية والمغناطيسية، غير أن " فراداي " قد حاول عبثا إيجاد مثل هذا التأثير تجريبيا إذ وضع لهب صوديوم في مجال مغناطيسى 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.

Compton effect

أثر (مفعول) كومبتون

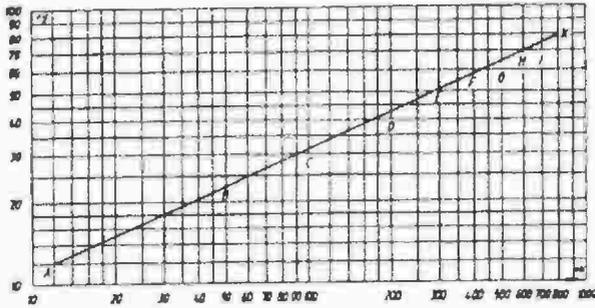
يحدث هذا الأثر عندما يصدم شعاع جاما متوسط الطاقة (١ ميغاجا إلكترون فولت) إلكترونات مداريا خارجيا مما يؤدي إلى انطلاقه من مداره. كما ينتقل جزء من طاقة شعاع جاما إلى الإلكترون المنطلق ويخرج من الذرة شعاع جاما ذو طاقة أقل باتجاه مغاير لجهة الورود.

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

الإحداثيات اللوغاريتمية

Logarithmic coordinates

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



رسم منحني بالاحداثيات اللوغاريتمية

Quantum statistics

الإحصاء الكمي

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

Bose – Einstein statistics إحصاء بوز - أينشتين

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

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

Combustion

احتراق

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

احتمال التسرب الرنيني

Resonance escape probability (p)

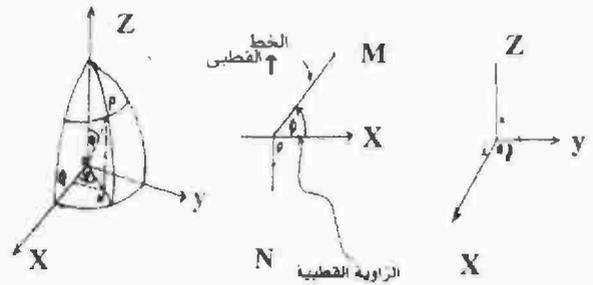
يعبر عن مدى احتمالية تهدة النيوترونات السريعة الى مدى الطاقة الحرارى دون الدخول فى تفاعلات فى مدى الامتصاص الرنيني. (انظر مادة: الامتصاص الرنيني)

Coordinates

الإحداثيات

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 لتحديد مكانها 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 الكروية

الاحداثيات القطبية

الاحداثيات المتعامدة

إحصاء فرمى - ديراك Dirac-statistics-Fermi

ميكانيكا الكم الإحصائية التي لا يمكن 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 تهيب 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 أو الوصول 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 المستقبلية، والغرض منها بيان مناسبة المواد لأداء وظيفتها المطلوبة. (انظر: اختبار غير إتلافي)

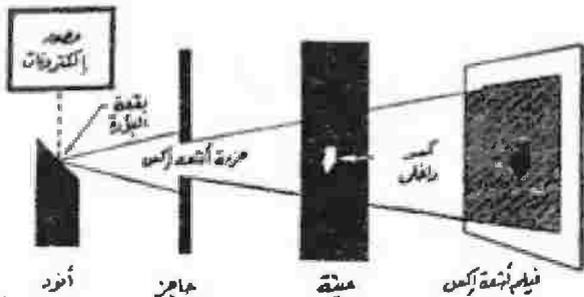
اختبار غير إتلافي Non destructive test

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 أو خارجية، أو قياس السمك، أو تعيين تركيب المادة وتكوينها، أو قياس خاصية من خواص الجسم أو الكشف عنها. ويمكن أن تكون طريقة الاختبار بصرية بسيطة. وقد تتضمن استخدام نوع من الطاقة الكهرومغناطيسية، 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 الانتشاروهي: 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 ودرا 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 جانبي 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).

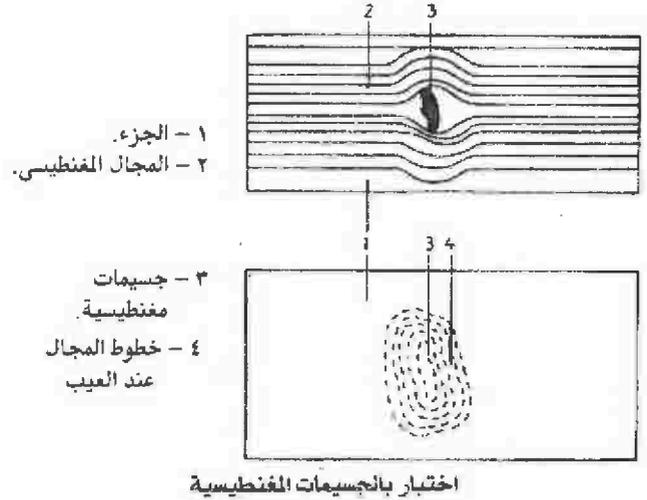


الخطوات الأساسية للتعريض للإشعاع السيني: بقعة البؤرة هى المساحة الصغيرة على الأنود أو الهدف لأنبوبة الأشعة السينية. ويترجم الأنود بالحزمة الإلكترونية فى الأنبوبة فتصبح هذه البقعة مصدر للإشعاع السيني، وتنقص شدة الأشعة السينية كلما مرت الأشعة خلال سمك العينة.

اختبار الدقائق (الجسيمات) المغنطيسية

Magnetic- particle testing

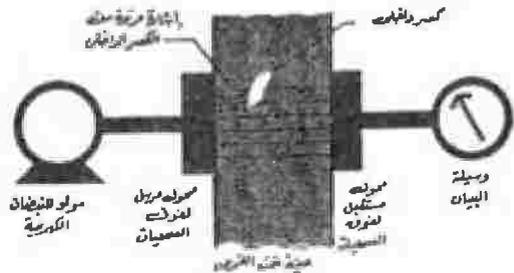
اختبار يجرى لتحديد العيوب السطحية والقريبة من السطح. وفيه يحث مجال مغنطيسي في الجزء المراد اختباره بواسطة تيارات كهربائية عالية الأمبيرية بحيث يقطع هذا المجال العيوب المتوقعة. وعند اعتراض عيب (انقطع) ما للمجال المغنطيسي في القطعة ينتج مجال تسري على السطح. فإذا نثرت جسيمات مغنطيسية (برادة حديدية مثلا) فوق السطح يحتجزها المجال التسري عند العيب فتكون دليلا مرثيا 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 تنتضج مواضع التصدع. وتحوى الترددات المستخدمة عادة ما يقع منها أعلى نطاق السمع (٢٠٠٠٠ سيكل في الثانية) ويمتد الى ما يقع منها في المدى ١٠ الى ٢٠ ميغا سيكل. وهذه الذبذبات هي المسماة فوق الصوتية (أو فوق السمعية).



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

Mixing test

اختبار المزج

يمكن قياس نسبة تواجد عنصر أو مركب في مادة ما أو في 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 الإشعاعي منسوبا إلى وزنها وبذلك يتم تحديد نسبة وكمية تواجد العنصر أو المركب في المزيج.

الاختبار النووي 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 الرؤوس 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.

وسع أن إدارة الأمن القومى الأمريكى فى عهد الرئيس بيلز 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 توجيهها مقمورا 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 مناهت أو رحلة أبولو. وتدعى الحكومة أن ثمة حاجة إلى توفير مقدرة الاختبار الافتراضى

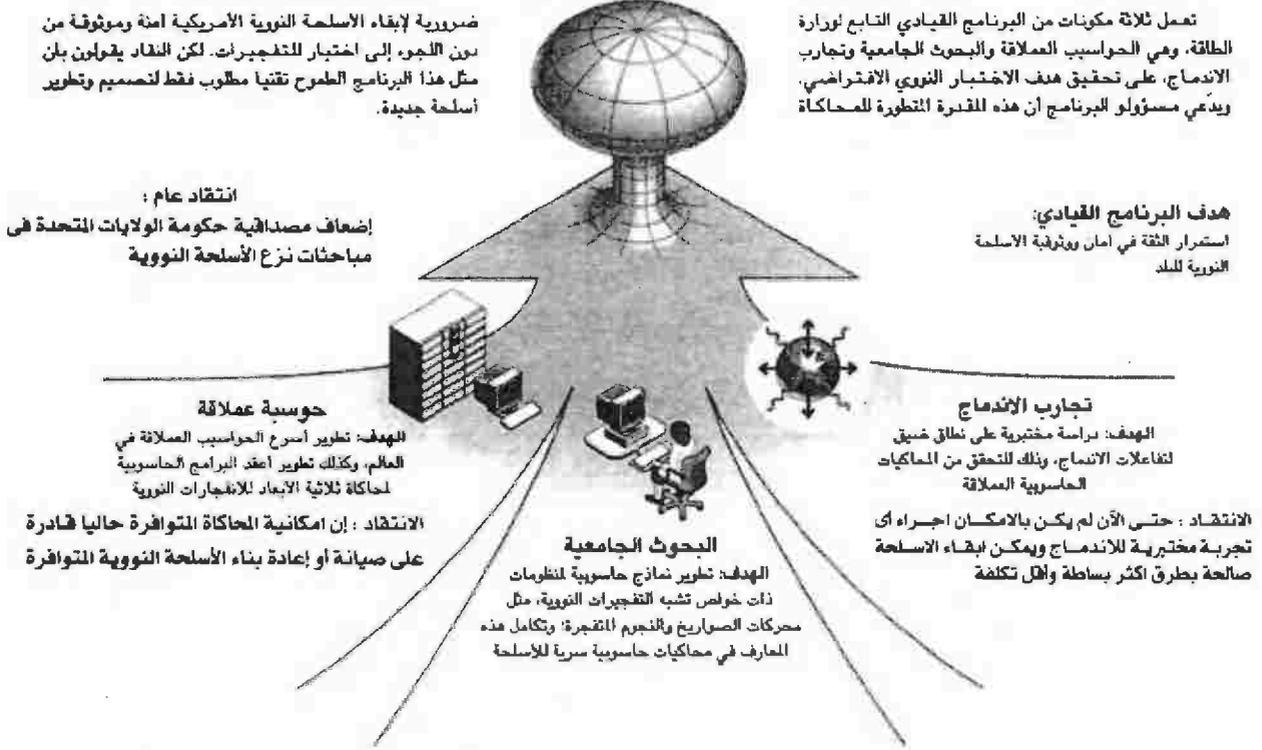
* The Comprehensive Test Ban Treaty

* The science-based stockpile stewardship and management program.

أدخلت على الأسلحة النووية والتي فرضتها تغيرات المتطلبات العسكرية، تنجز عمل التفجير النووي الفعلي المطلوب. ويمكن أيضا الاستفادة من مثل هذه الإمكانيات في تطوير أسلحة جديدة كليا مهيأة لاختبار التحقق من الانفجارات إذا ما اقتضت المهام المستقبلية للأمن القومي انسحابا سريعا من معاهدة حظر التجارب النووية.

للتحقق من أن مخزونات الأسلحة النووية يمكن نقلها وخزنها بشكل آمن في زمن السلم، وأنها ستؤدي أيضا مهمتها العسكرية في حال نشوب حرب نووية. ستحل الاختبارات الافتراضية virtual testing جزئيا على الأقل محل التفجيرات تحت الأرض للتأكد من أن التعديلات التي

مكونات وانتقادات اختبار نووي افتراضي



الانتقاد: إن نشر الأفكار العلمية المتطورة لظاهرة الانفجار النووي بين الجماعة العلمية المفتوحة، ليس في مصلحة أمن الولايات المتحدة أو الأمن العالمي

اختيار موقع المفاعل النووي

Reactor site selection

لخطورة موقع المفاعل النووي، وللمواقب التي قد تنجم على البيئة والرأى العام في حالة وقوع أى حادث نووي 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 التي 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 الإشعاعى.

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

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

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

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

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

رابعًا: 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 في تناول، المعالجة، التهوية، النقل، التخزين والدفن .

إدارة الوقود (تنظيم استخدام الوقود)

Fuel management

هي المسائل المتعلقة ب: كيف يحمل أو يتم تنظيم وضع الوقود فى المفاعل، وكيف يعاد تحميله، وكيف يمكن تحريك قضبان التحكم، وفى العموم كيف يمكن تغيير عناصر التحكم فى المفاعل لكى يحقق مهارة التشغيل الأمثل، والتأكد من نظام أمان التشغيل. وفى 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 تخصيباً تستبدل وتستبدل بتلك التى كانت فى الأطراف ذات التخصيب المرتفع، حيث يحل الوقود الجديد والمضاف محل المنقول الى القلب. ويوضع الوقود وإعادة التحميل بهذه الطريقة يكون توزيع قدرة المفاعل أكثر تفلطحاً واستواءً عما إذا كان توزيع الوقود منتظماً 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 معقولة.

(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 غالباً 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 (NO_3) إلى مكون آخر، عادة يكون أكسيد النيتروجين المتطاير. حيث يتم ذلك بطرق حرارية،

كيميائية، الكتروليتية electrolytic . ولأن إعادة معالجة الوقود النووى processing عادة تتم فى وسط من حمض النيتريك، فإن إزالة النترات تعد خطوة هامة فى معالجة النفايات.

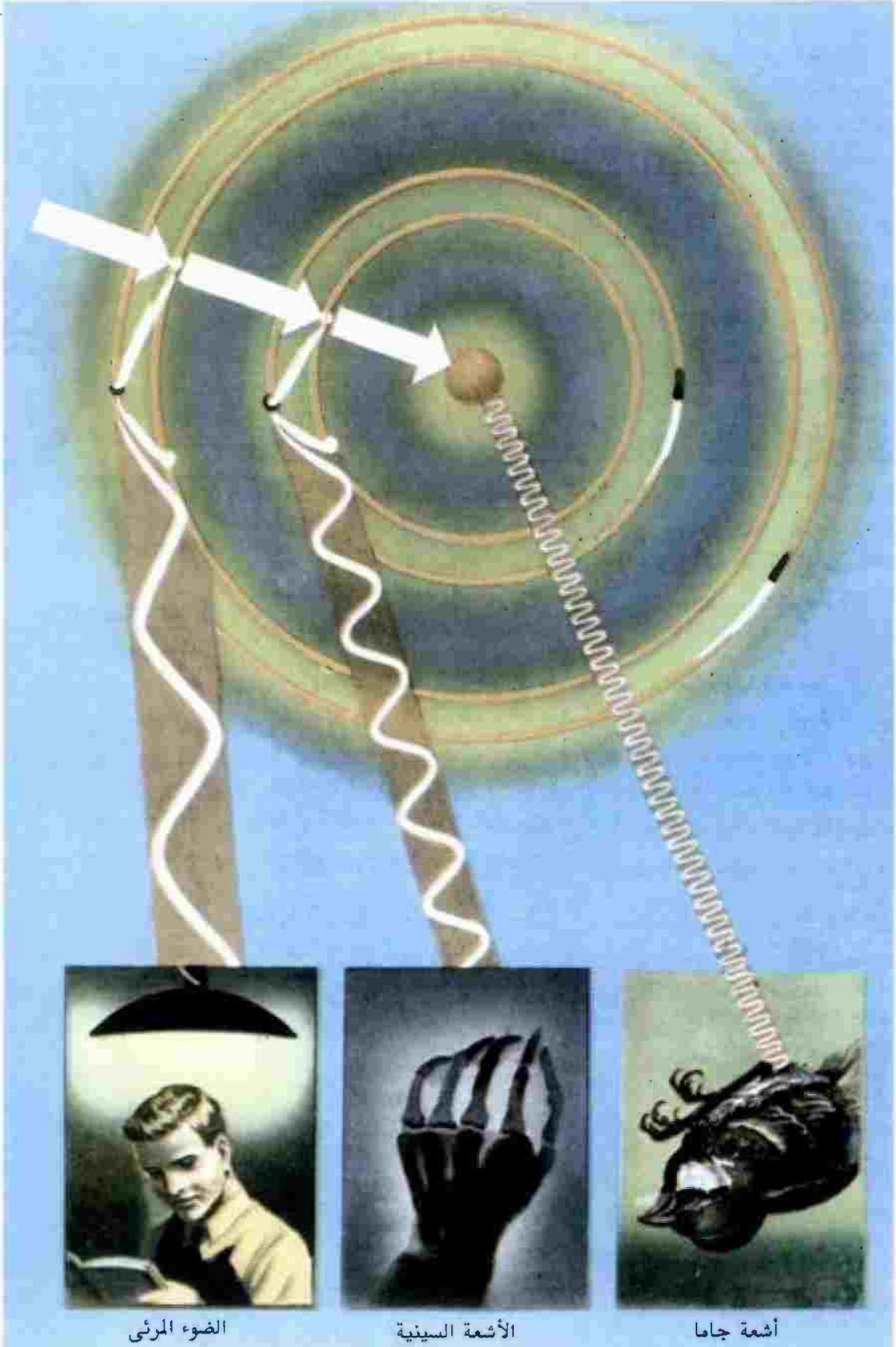
ازمة الصواريخ الكوبية Kobe rockets crisis

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 صاروخاً استراتيجياً (مع قطع الغيار) يحمل كل رأس منها ما يعادل ميجا طن من المواد المتفجرة، يتراوح مداها بين ١,٥٠٠ و ٣,٠٠٠ ميل، أى لديه قدرة ضرب واشنطن ومنشآت الصواريخ عابرة القارات فى غرب الوسط الأمريكى، إضافة لحوالى سبعين قذيفة تكتيكية تتضمن قنابل وصواريخ نووية وروسا 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 مكنمارة إلى ضرب الاتحاد السوفيتى بالرؤوس النووية وبذلك تبدأ الحرب النووية على نطاق واسع. أثناء الليلة السابقة لهذا التاريخ تم الاتفاق بين روبرت كنيدي وأنتولى دوبرنين عبر قناة الاتصال بأن تسحب الصواريخ السوفيتية من كوبا. بينما تتعهد الولايات المتحدة بعدم غزو كوبا، مع تعهد جانبي أيضاً 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)).

Decontamination إزالة التلوث (الإشعاعى)

تعرف بأنها العملية التى يخفض فيها نسبة الأشعة المؤينة الموجودة على الأسطح الملوثة حتى يصل إلى حد المستوى الإشعاعى المسموح به دولياً. ومن المعروف أن المواد المنشطة باستخدام النيوترونات لا يمكن أن يزول تلوثها حيث تصبح المادة المشعة جزءاً لا يتجزأ من المادة. وتهدف عملية إزالة التلوث إلى 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 طرقاً ميكانيكية كاستخدام تيار من الماء والبخار أو القذف والتدمير بكرات صغيرة من

الإشعاع وتطبيقاته

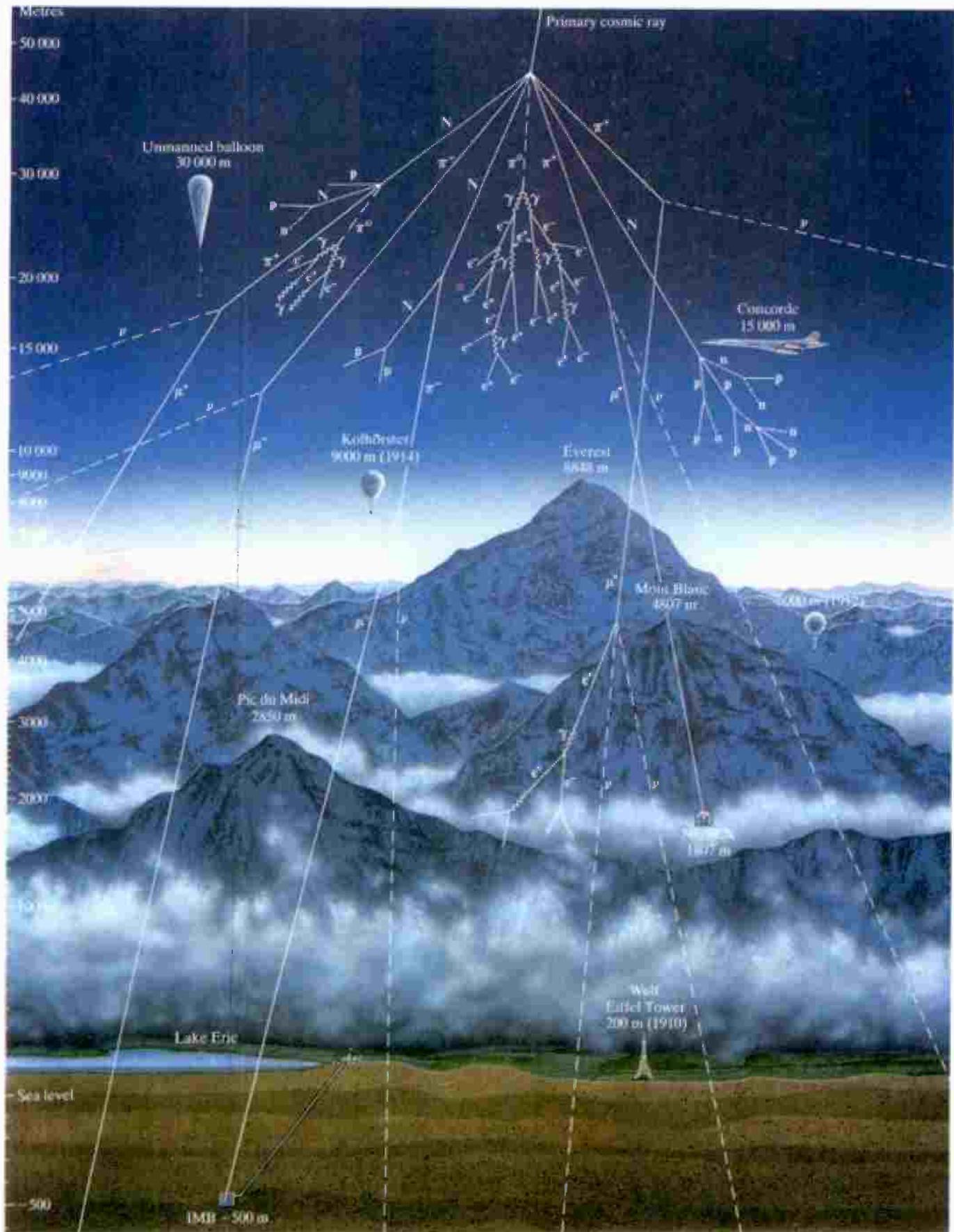


الضوء المرئي

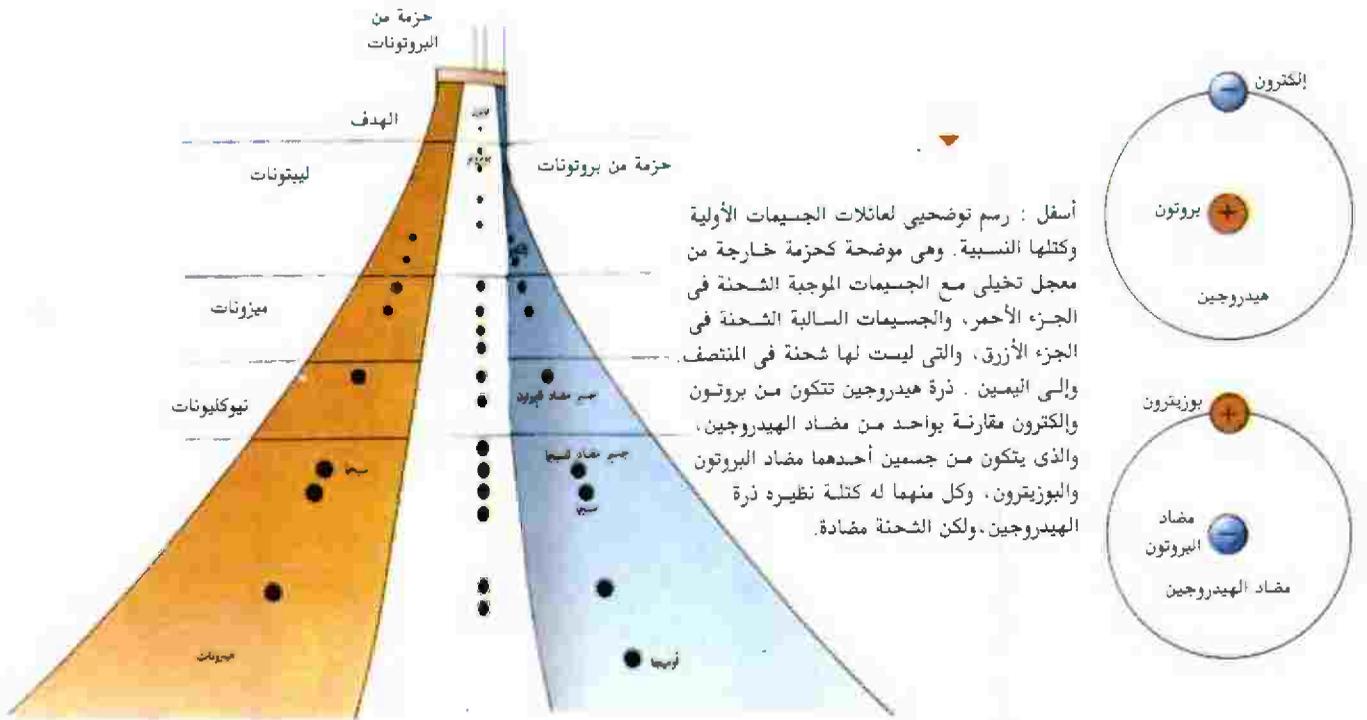
الأشعة السينية

أشعة جاما

الأشعة المختلفة ومصدرها من الذرة



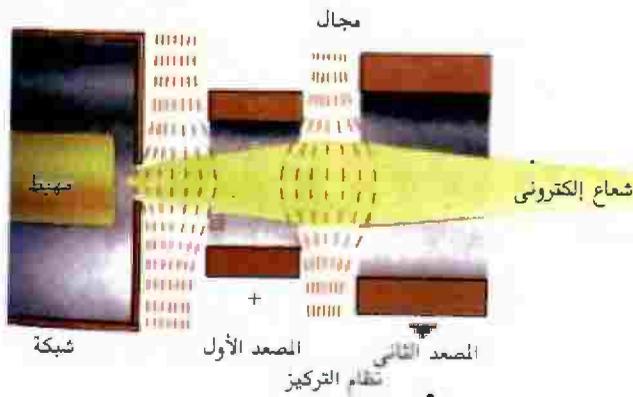
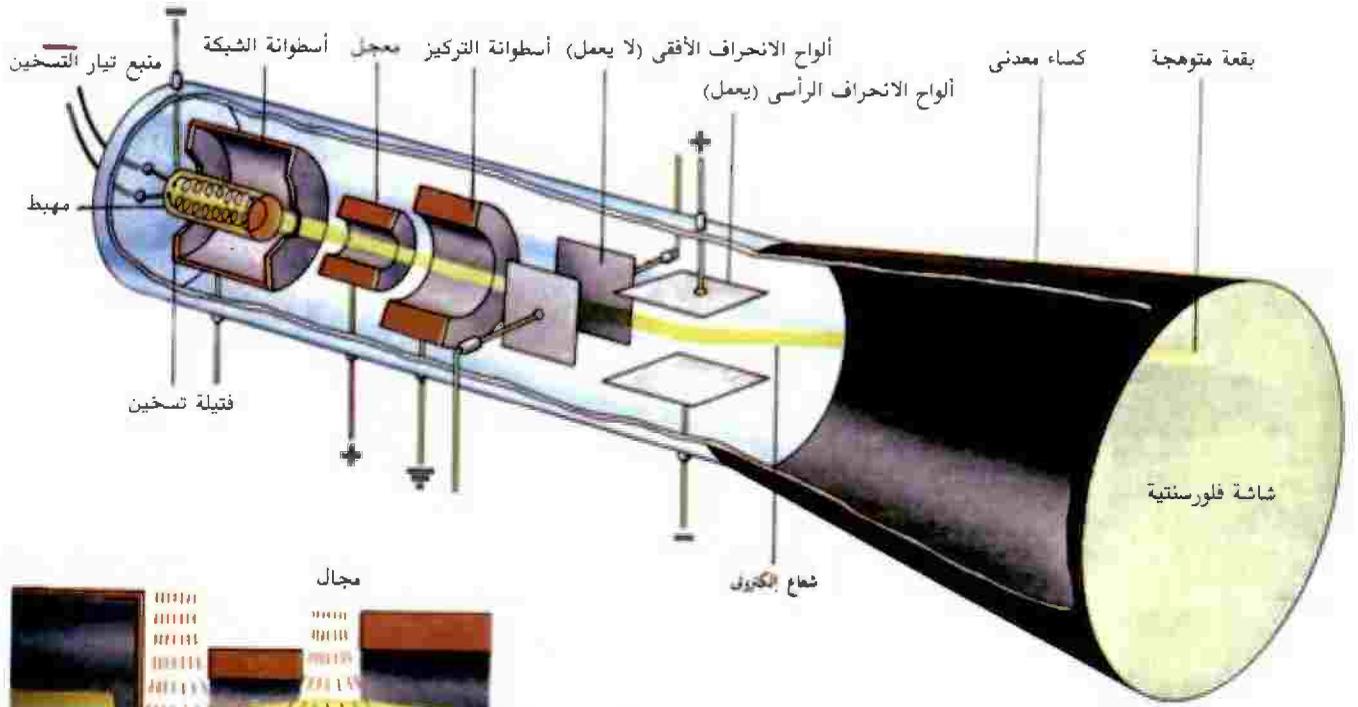
الأشعة الكونية ومصدرها الفضاء الخارجي



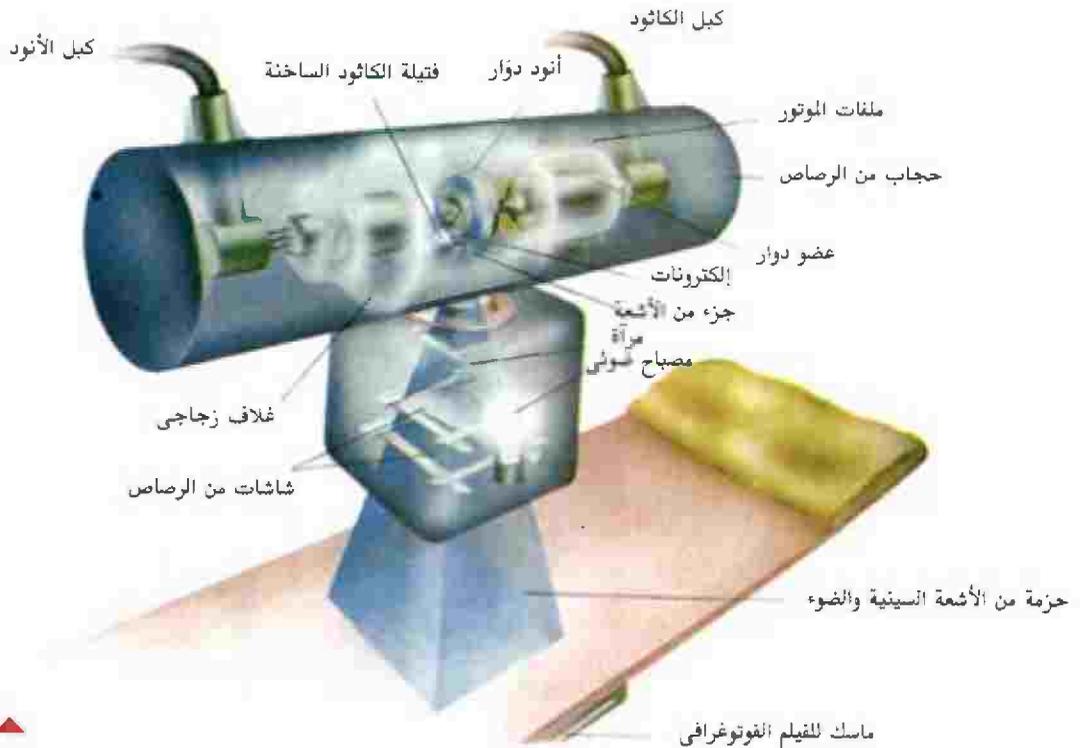
الجسيمات الأولية أبسط جسيمات المادة والإشعاع

	ليبتونات		كواركات	
شحنة كهربائية	e^- إلكترون	ν_e نوترينو الإلكترون	d تحت	u فوق
	μ^- ميون	ν_μ نوترينو الميون	s غريب	c فائق
	τ^- تاو	ν_τ نوترينو التاو	b قاع	t فوق
	-1	0	-1/3	+2/3

جسيم (الكوارك) المركب الأساسي للجسيمات المكونة لنواة الذرة

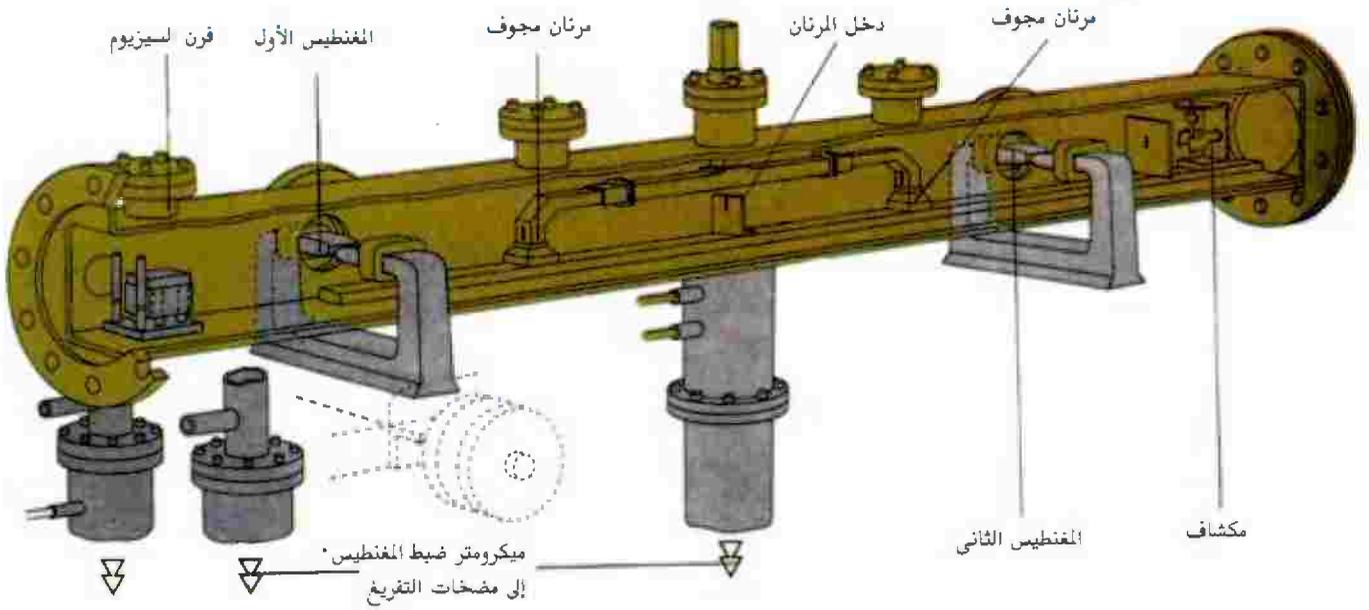


أنبوبة أشعة الكاثود (تستخدم فى البيان المرئى للدوائر الإلكترونية)

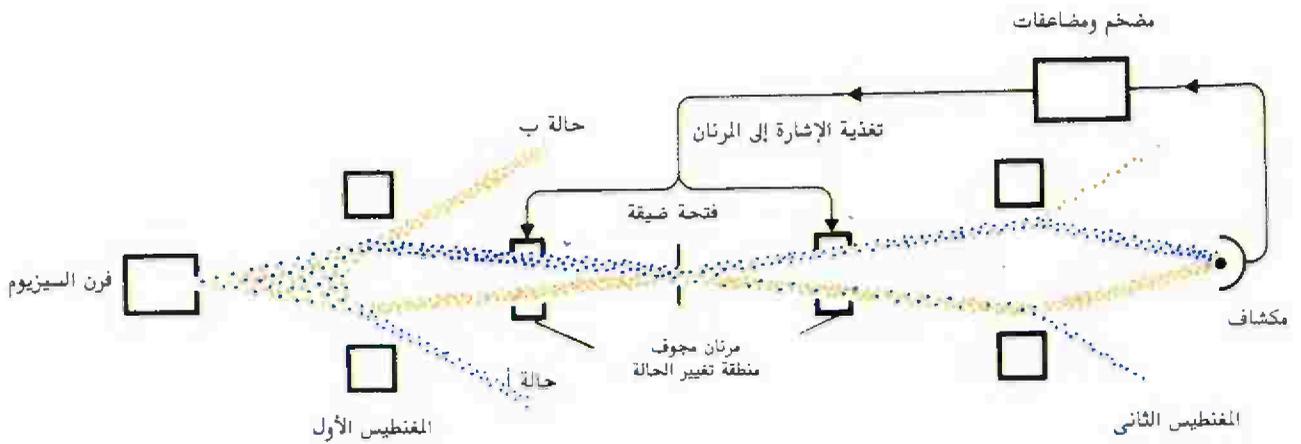


نموذج لماكينة أشعة اكس (السينية) التى يشيع استخدامها فى المستشفيات

تابع الإشعاع وتطبيقاته

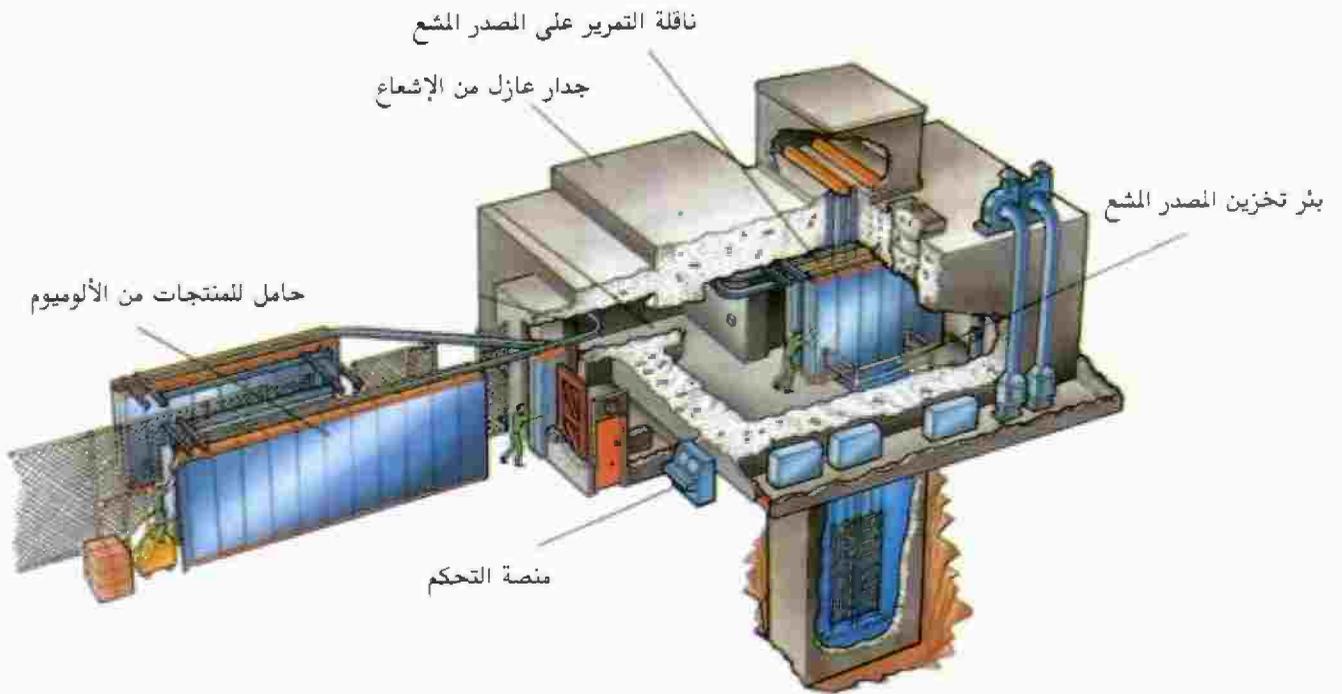


القواعد الأساسية لعمل الساعة الذرية. فإذا تمت موالفة المرنان مع تردد السيزيوم، أمكن بلوغ الحد الأقصى لعدد تغيرات الحالة. وفي هذه الحالة، يكون خرج التيار الكهربائي من المكشاف عند أقصى قيمة له. فإذا تغير التردد الرنان، انعدم خرج المكشاف، فيتم ضبط التردد أوتوماتيا.

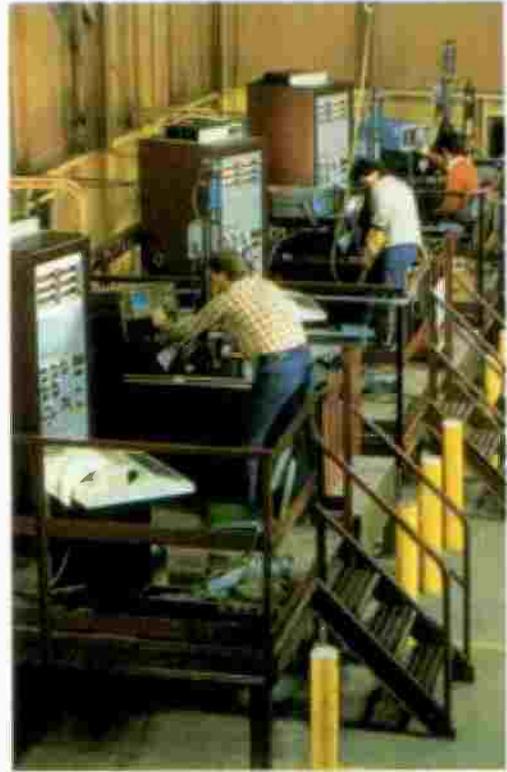


الساعة الذرية

وحدة جاما للتعقيم الإشعاعي

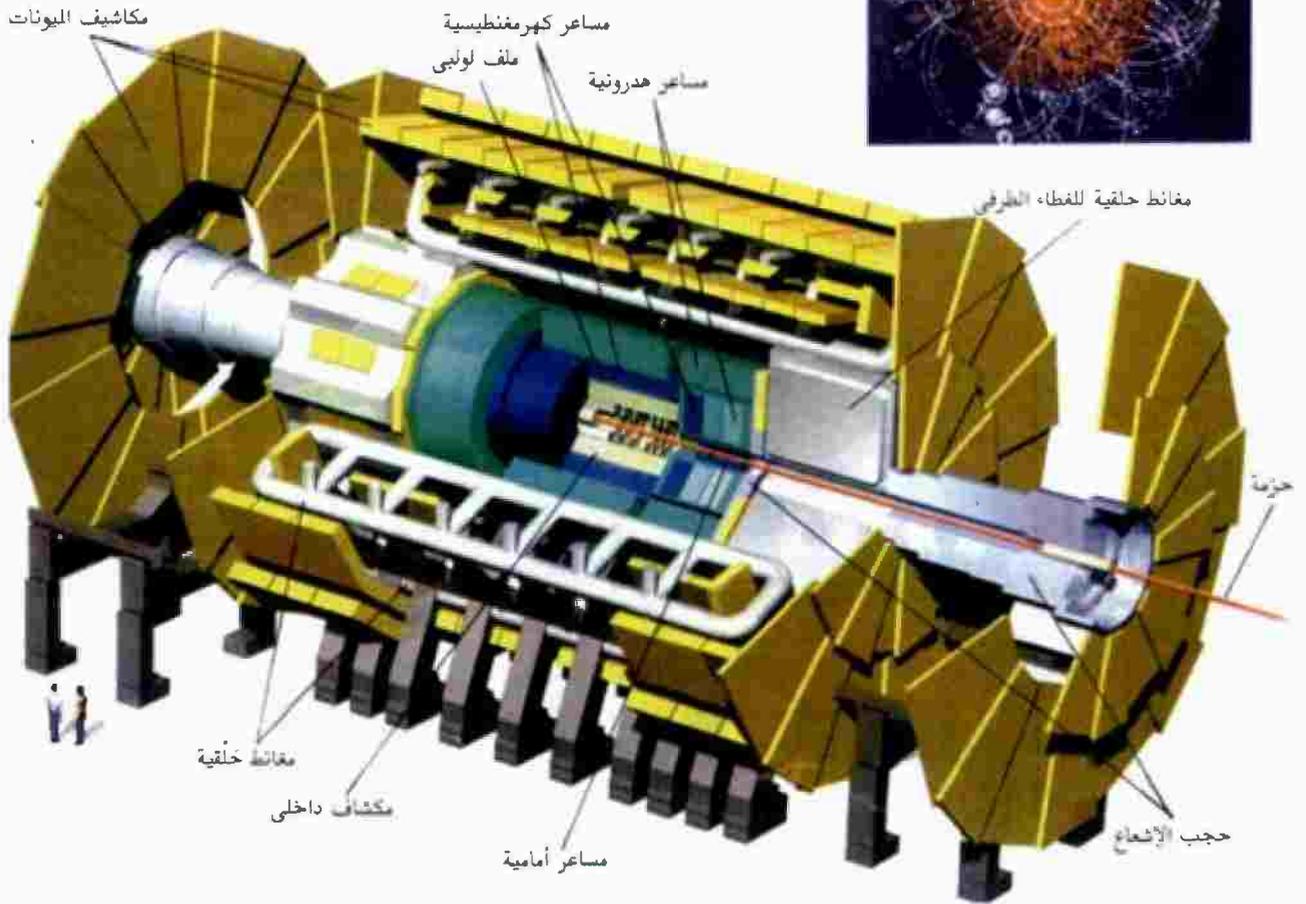
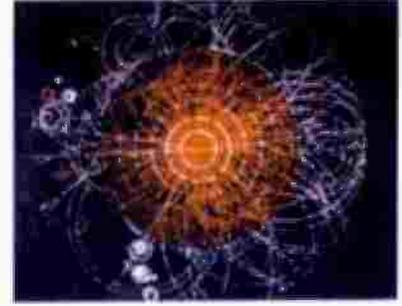
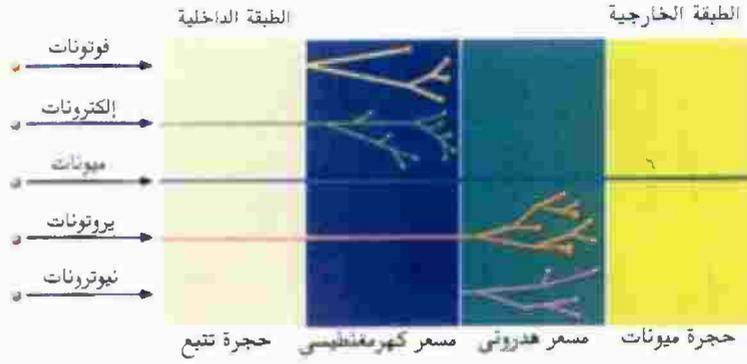


المواد التي تعقم بالإشعاع



إستخدام الإشعاع فى الاختبارات غير الإتلافية للمواد

يستخدم الكشاف ATLAS (في اليسار) نظامًا جديدًا لمغانط حلقيّة تتصادم البروتونات في مركز الكشاف فتنتج رذاذًا من الجسيمات. وتكشف طبقات الكشاف ATLAS المتمركزة أنواعًا مختلفة من الجسيمات فتتفني بعض هذه الطبقات مسارات الجسيمات بالضبط في حين تقيس بعضها الآخر (مقاييس كمية الحرارة) الطاقة التي تحملها. ويوضح الخطط المبسط (في الأسفل) كيف تعمل مثل هذه الطبقات. تحنى المغانط الحلقيّة مسارات الجسيمات المشحونة مما يتيح قياس كمية حركتها. وتبين الصورة (في الأسفل) بيانات محاكاة لتصادم ينحل فيه جسيم هيغز إلى أربعة ميونات (المسارات الصفراء).



مصادم الهدرونات الكبير بالقرب من جنيف

The Large Hadrom Collider (LHC)

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



الذرات المتعائلة في أعدادها الذرية وهي مختلفة في أوزانها الذرية . ولقد اطلق استون على هذه الذرات اسم " النظائر " . ولقد بين استون لماذا تظهر الكسور في الاوزان الذرية لبعض العناصر، وقد بين أنه يمثل متوسط الوزن الذري لهذه النظائر. حصل استون على جائزة نوبل في الكيمياء عام ١٩٢٢

لاكتشافه النظائر الخاصة بالعناصر باستخدام جهاز مطياف الكتلة الذي اضاف إليه بعض التطوير، كما منح ميدالية الجمعية الملكية عام ١٩٣٨ . توفي وليم استون في مدينة لندن في 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 أسر النوى للإلكترونات أو البروتونات.

أسر الكتروني K-capture

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

أسر النيوترون Neutron Capture

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

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

أسر طفيلي Parasitic Capture

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

الزجاج والحديد أو بالطحن والتقطيع لإزالة طبقة أو عدة طبقات وذلك في حالة الأسطح ذات الامتصاص العالي للمواد المشعة.

الاستخلاص بالمذيبات Solvent extraction

طريقة للفصل، والتي يتم فيها عادة خلط محلول مائي 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 النووي. 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 في حركة جسيم أو فوتون عند تصادم أحدهما بجسيم آخر أو هدف ما. ويقصد بالاستطارة في 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 في الاتجاه العام نحو المصدر. وادراك مقدار المرتد بالاستطارة أو قياسه بالضبط أمر هام عندما تحصى جسيمات بيتا بواسطة غرفة تآين. وذلك في أحوال العلاج بالإشعاع أو استخدام قنود السدك الصناعية المتضمنة نظائر مشعة. (انظر بعثرة عكسية)

استنفاد Depletion

النسبة المنوية للنقص في عدد الذرات القابلة للانشطار في مجموعات الوقود بالمفاعل النووي نتيجة لاستهلاكها في المفاعل (انظر مادة : اليورانيوم المستنفد) .

أستون ، وليم (١٨٧٧ – ١٩٤٥) Aston , William

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

أنمت الولايات المتحدة أثناء الحرب العالمية الثانية تكوين برنامجها العلمي التقني الذي أطلق عليه اسم منطقة مانهاتن Manhattan District . وقد أنفقت واشنطن حتى انتهاء البرنامج بليونين من الدولارات التي تعادل في عام ١٩٩٥ خمسة وعشرين بليون دولار. انتهى البرنامج عام ١٩٤٥ بإيجاد ثلاث نباتات انفجار ذرية، الأولى من نوع البندقية مؤلفة من قسمين متساويين بزنة ٢٥ كج من اليورانيوم المعنى إلى درجة عالية (حيث تكون نسبة U-235 أكبر من ٩٠٪ بالمقارنة مع حوالي ٠.٧٪ في اليورانيوم الطبيعي) يوضعان في نهاية ماسورة البندقية، إذا صح التعبير. ويندمج النصفان بزمن من رتبة الميكروثانية بحدث انفجاري هائل وإعطاء طاقة انفجارية تعادل من ١٣ كيلوطن من المتفجر TNT . وقد نفذ هذا الانفجار فوق هيروشيما في شهر أغسطس من ذلك العام " اينولا غاي E.Gay " من سلاح الجو الأمريكي بطائرة B.29. (بدون إجراء تجربة منفصلة).

استعمل في النوع الثاني من النباتات عنصر جديد من صنع الانسان و البلوتونيوم الذي يتم إنتاجه في المفاعلات النووية بامتصاص كل ذرة من U-238 - الذي يشكل الجزء الأعظم من اليورانيوم الطبيعي - نيترونا. كان إنتاج Pu-239 أسهل إذ أمكن فصل العنصرين المختلفين اليورانيوم والبلوتونيوم كيميائيا. أما فصل النظيرين U-235, U238 فهو 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 بإشارة الكترونية نحو مركز الكرة خلال لحظة. أطلق على العملية اسم انبجار implosion التي تتطلب معدن بلوتونيوم مستقرا بشكل كاف. استعملت واحدة من القنبلتين الأوليين من هذا النوع في اختبار تفجير في نيومكسيكو. كان كود التجربة ترينيتي. وأجريت قبل استخدام القنبلة الثانية في مهاجمة ناجازاكي، وقيل إن القنبلة أنتجت ما يعادل ١٨ كيلوطن من TNT.

أنشأت الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي (السابق) عدة مفاعلات كبيرة من اليورانيوم الطبيعي مهداة بالجرافيت، لإنتاج عدة أطنان من البلوتونيوم الصالح للأسلحة. وكذلك أنشأت عدة محطات كبيرة لإغناء اليورانيوم بطريقة الانتشار الغازي في التحضير لإنتاج ضخم من القنابل الذرية. أصبح الأمر أسهل كما ظهر من أية طريقة أخرى، بعد التوصل إلى تقانة القنبلة الهيدروجينية التي 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 المعنى استعمل أيضا في آلية الانبجار. ويتقدم

تقانة الالكترونات فإن التصاميم الحالية لعلوم المواد ونتيجة للاختبارات النووية العديدة، التي 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 هي، قذيفة الدفع القذاف W-48 التي قطرها أقل من ١٥٥ ملم وطولها أصغر من المتر تقريبا ووزنها يبلغ حوالي ٥٥ كج يبرود انفجاري يبلغ حوالي الكيلوطن. هناك أسباب للاعتقاد بأن بعض الرؤوس الحربية النووية الحديثة أصغر وأخف حتى من القذيفة W-48. إن القدرة على وضع اميجا طن (أومليون طن) مما يعادلها من ال ت.ن.ت، في رأس حربي. أوأحد مضاعفاته، على رأس قذيفة عابرة للقارات ICBM لتقدم مدھش في التقانة إذا ما قورن مع ما يسمى بالولد الصغير «Little Boy» الأول 13 kt الذي قطره ٧٠م وطوله ٣ أمتار ووزنه ٤ أطنان.

قيل في مؤتمر بوتسدام إن الرئيس ترومان ألح عن نجاح تجربة القنبلة الذرية إلى المارشال ستالين وأن هذا الأخير لم يظهر كبير اهتمام، وقد علق الأمريكيان 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 في تلك الشبكة. لم يكن ستالين على غير علم بمشروع القنبلة فحسب، بل كان واعيا ببعض تفاصيل تجربة ترينيتي. وقيل بأن ستالين أجرى اتصالا هاتفيا من بوتسدام مع " لافرتسي بيريا L. Beria " في موسكو. المسئول عن برنامج القنبلة السوفيتية طالبا منه أن يبلغ " إيغور كورشاتوف " I. Khurchatov " الفيزيائي المسئول عن القنبلة. وجوب الإسراع في عمله. حيث تم أول اختبار نووي للسوفيت في عام ١٩٤٩.

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

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

٤٧٥ كيلو طن لسافة 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 إنتاج نوع معين من التأثيرات يلائم الاستخدام الدفاعى لها.

وقد جرى فى " مختبر لورانس 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 لإنتاج 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 ما يتعلق بأجهزة التفجيرات النووية ابتداء من إجراء أية أبحاث. ومرورا باستحداثها. أو تصنيعها. أو تكديسها 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 Telatelolco Convention (معاهدة تلاتيلولكو)

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 وشيلي واكوادور تصريحها أظهرو فيه استعدادهم لتوقيع اتفاقية متعددة الأطراف. يقررون فيها التمسك ببقاء أمريكا اللاتينية منطقة خالية من الأسلحة 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. فى النطاق الإقليمى تهدف المعاهدة إلى بقاء دول القارة خالية من الأسلحة 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 أمريكا اللاتينية، لتشجيعها 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 المسؤوليات والواجبات بين الدول النووية وغير النووية.

إشارة تنبيه

Alarm Signa

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

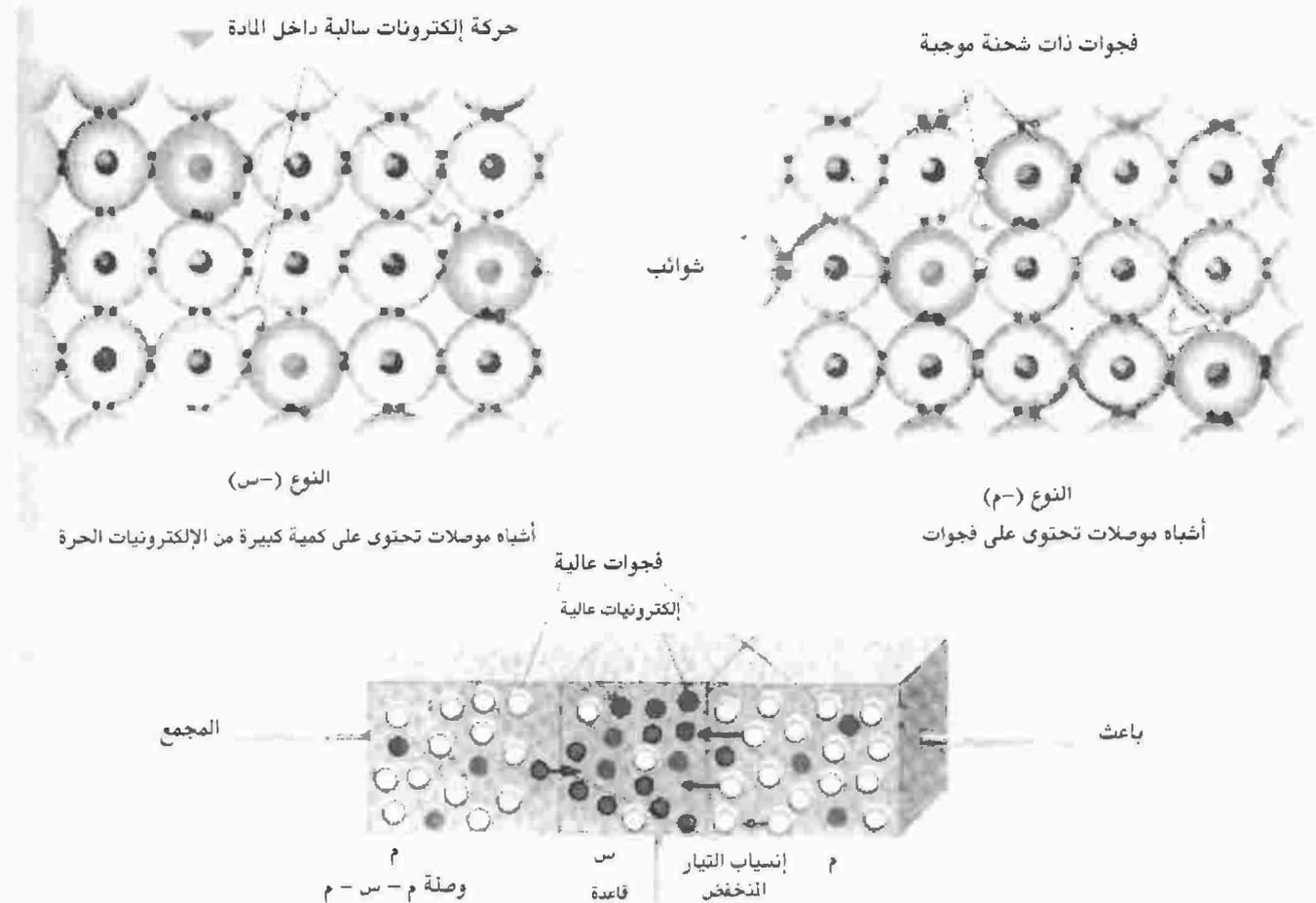
أشباه الموصلات

Semiconductor

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

ويمكن اعتبار الفجوة ، عبارة عن ذرة ينقصها إلكترون واحد ، فإذا سخنت بلورة 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 في التوصيل . وتزداد عملية الاتحاد في مناطق التشويه في البلورة ، وعلى الأسطح ، وفي بعض مواقع ذرات الشوائب.

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



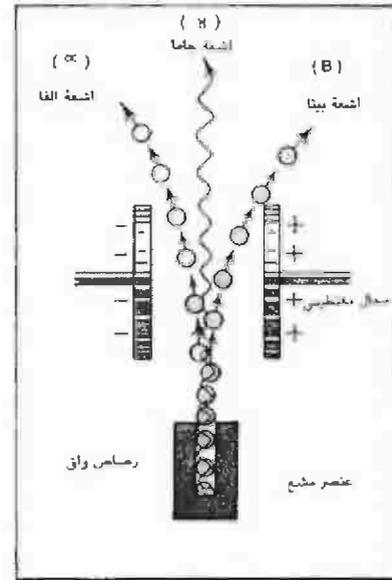
مواد شبه موصلة من النوع (س) والنوع (م). وتخلق الشوائب تقعا أو زيادة في الإلكترونات داخل التركيب الشبكي. وتستطيع الإلكترونات الحرة أن تنحرف خلال المادة. وتكون الفجوات نطاقا ناقصا ، فتجذب إلكترونات من الذرات المجاورة. فينساب تيار موجب ظاهري. وتستخدم هذه الخواص ، في صناعة ترانزيستور الوصلة من النوع (م - س - م) الموضح هنا. بأقل انحياز أمامي 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.

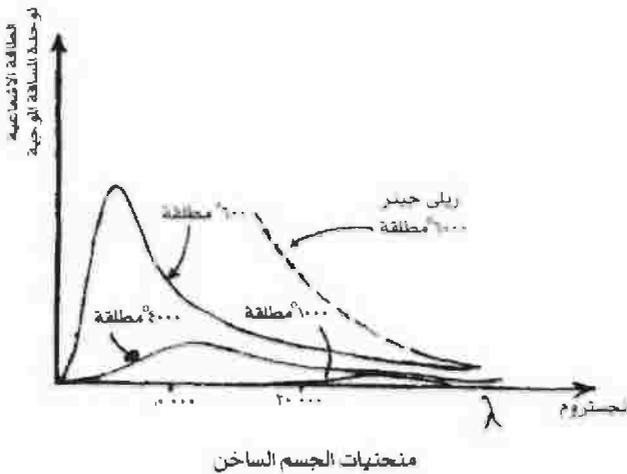
(انظر مواد: تأين، وإثارة. إلكترون فولت).



الإشعاع المنبعث من عنصر مشع وأنواعها

كثيرا 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 سطح 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 علاقة 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 «كمية الطاقة».



Beta (β) - radiation

إشعاع بيتا

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 المدارات فإن ذلك يمكن أن يفقد جسيم بيتا نصف طاقته عند تصادمه مع الإلكترون، وهذا يؤدي إلى أن يكون انتقال جسيمات بيتا فى الماء 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 ميغا إلكترون فولت فى الماء أو فى طبقة الجلد البشرى حوالى ٠.٧ سم.

إشعاع أحادى الطاقة Monoenergetic radiation

الإشعاع الجسمى 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 الموجية القصيرة برفع درجة الحرارة. فعند درجة حرارة ١٠٠٠ درجة مطلقة (كلفن °K) تقع النهاية العظمى للطاقة عند الطول الموجى ٢٩٠٠٠° أ (°A) (فى المنطقة الحمراء). ولا يوجد إلا قدر يسير من الطاقة المرئية. ويبدو لون الجسم أحمر داكنا. وفى درجة ٤٠٠٠° كلفن (ك) تقع النهاية العظمى عند ٨٠٠٠° أ وتزداد

Thermal radiation

إشعاع حرارى

إشعاع كهرومغناطيسى 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.

Cerenkov Radiation

إشعاع شيرنكوف

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 شيرنكوف أهمية فى عمليات الكشف عن لجسيمات المشحونة ذات الطاقات العالية، والشروط الوحيد الذى يجب أن يتحقق فى هذه الجسيمات هو أن تزيد سرعاتها على سرعة الضوء فى نفس الوسط.

Prompt radiation

إشعاع فوري

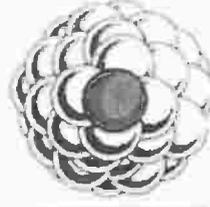
إشعاع ينتج من كل من عمليتى الانشطار أو الاندماج الأوليين، وسمى بهذا الاسم تمييزا له من منتجات الانشطار وسلاسل انحلالها والتفاعلات الأخرى المتأخرة.

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 الكهرومغناطيسى. 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 الكترونها 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، وبالتالي 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 تنتقل من الأشعة الحرارية (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 تتفتت، تبعث حولها بالجزيئات التى تتكون منها. والطاقة متولدة نتيجة لهذا الانفجار. تنتشر على شكل إشعاعات

حسيم بيتا



قبل انطلاق حسيم بيتا



بعد انطلاق حسيم بيتا

إشعاع بيتا

Gamma (γ) radiation

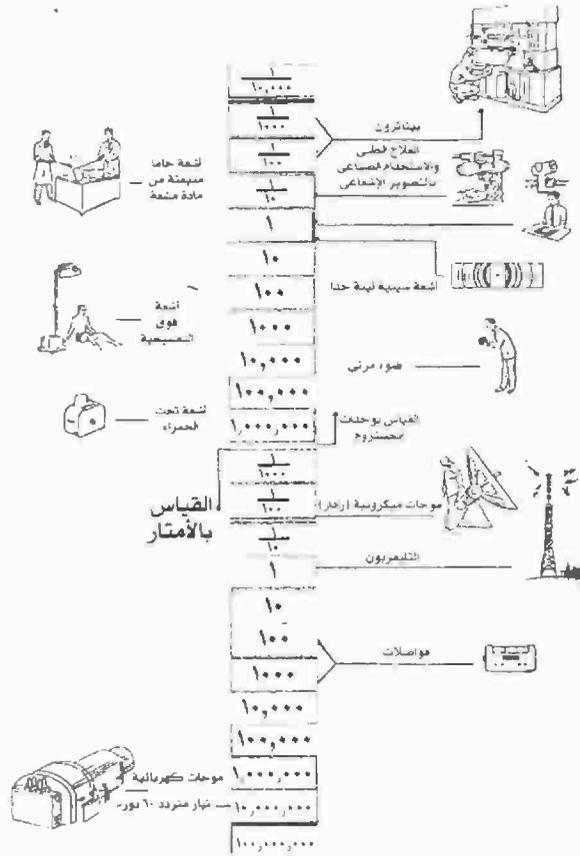
أشعة جاما

تعتبر أشعة جاما ، صورة من صور الإشعاع الكهرومغناطيسى، مثل الأشعة السينية (أشعة إكس) وتصحبها طاقة تتراوح بين ٠.٠١٥ ، 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 معتمدة 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 إلى بروتون والكترون ونيوتريينو. ويغادر الجسيمان الأخيران النواة (وعندئذ يسمى الالكترن حسيم بيتا) مختلفى النواة. بطاقة فائضة تنبعث كفوتون لأشعة جاما.



حافة مكشاف آلة تصوير بنشع جاما، كل فتحة بها شبك من بللورات يوديد الصوديوم، التى تحول أشعة جاما إلى ضوء مرئى يتم كشفه. بواسطة أجهزة مضاعفة الصورة. وتحول إلى إشارات كهربائية. تعرض كتحليل منخفض لصوره شعاع جاما الذى يطلق نظائر مشعة داخل جسم المريض.

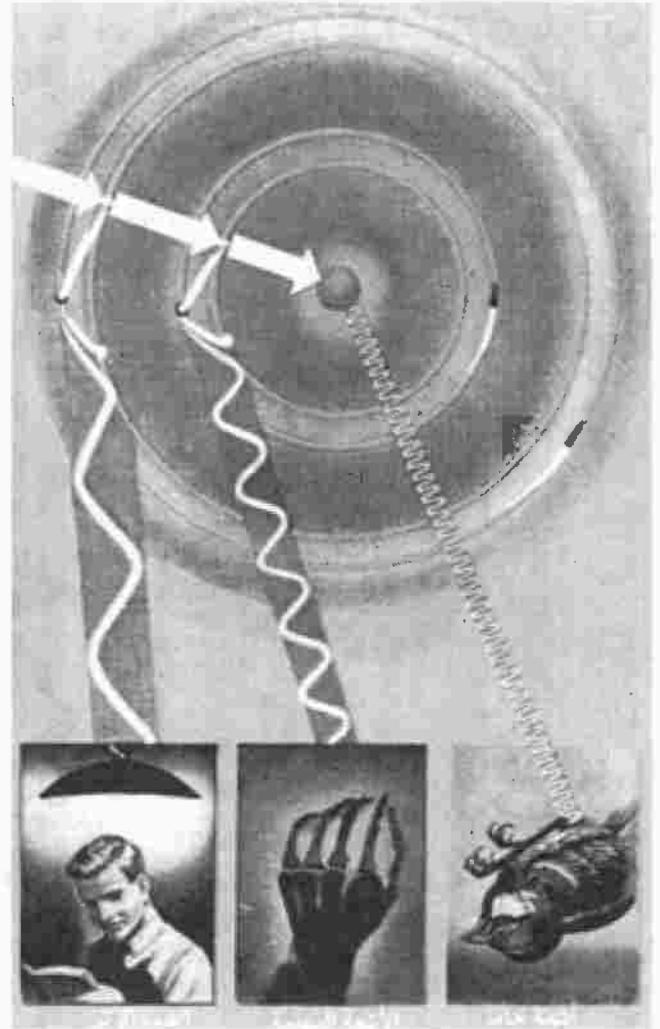
الهرتزية، إلى أن تصل إلى رقم هائل قدره ٣٠٠ طيار مليار ذبذبة (طول الموجة حوالي جزء من مليار جزء من المليمتره في أشعة جاما .
(انظر شكل ب الطيف الكهرو مغنطيسى)



شكل (ب) الطيف الكهرومغناطيسى 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 و ١٠ نانومتر (النانومتر = جزء من الف مليون من متر)، 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 بقصرها على الاصطدام بأنود فلزى. ويمكن التحكم بكثافة حزمة الأشعة السينية وبطاقة فوتوناتها عن طريق التحكم بالتيار الإلكتروني . كما يمكن الاستدلال على وجود الأشعة السينية بسهولة، بواسطة لوح فوتوغرافى حسس. وإذا كانت الاستخدامات الطبية للأشعة السينية هي الأكثر شيوعا. فإن القدرة الكبيرة لهذه الأشعة على اختراق الاجسام تعد خاصية هامة فى التطبيقات الصناعية. حيث يستفاد بها فى عمليات فحص واختبار



شكل (أ) الأشعة الكهرومغناطيسية 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 كهربي. 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 ترددتها 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 بعارة أصح فى طيف كبير الاتساع. وعدد ذبذباتها يختلف من ١٠٠٠٠ ذبذبة فى الثانية (طول الموجة ٣٠ كم) . فى الموجات

وتقع تقديرات طاقات الأشعة الكونية في حدود ١٢١٠ الى ١٨١٠ إلكترون فولت. ويرجع الفضل في معرفتنا بالأشعة الكونية الى تطور ثلاثة أنواع من أجهزة الكشف بخلاف الالكترسكوب (الكشاف الكهربى). تلك هي 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 وميونات 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 كيلومترا).

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 فتتحدد فى انخفاض شدة الإشعاع. ولذلك تحتاج أفلام أشعة اكس الى تعريضها للأشعة لفترة طويلة.

أشعة ألفا Alpha (α) radiation

هى عبارة عن نواة ذرة الهيليوم المكونة من بروتونين ونيوترونين وهى بذلك جسيمات موجبة الشحنة ، وتمتيز 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 ميغا إلكترون فولت حوالى ٣.٥ سم فى الهواء ولذلك لا تستطيع جسيمات ألفا أن تخترق شريحة رقيقة 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 رُئى 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، و ٨ نيوترونات. وكذلك الكالسيوم الذى تحتوى نواته على ٢٠ بروتوناً 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 لها 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 إلكترونات، والغلاف O على ٥٠ إلكترونات، والغلاف P على ٧٢ إلكترونات، والغلاف Q على ٩٨ إلكترونات. 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

محتفظا بسرعه الأصلية في اتجاهه الأصلي وقد يقتلع النوكليون من الهدف أيضا في بعض الأحيان.

Exa Joule (EJ)

إكسا جول

وحدة طاقة عالية جدا تساوي ١ بليون ١٠ جيجا جول . أى أنها تكافئ ١٠^{١٨} جول وهو ما يكافئ طاقة ٢٣.٥ مليون طن من البترول.

ALARA

(as law as reasonably achievable)

الأرا

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

Al-battani

البتانى (٨٥٠ - ٩٢٩م)

هو محمد بن عبد الله بن سنان بن جابر الحراني، المعروف باسم (البتانى). ولد فى بتان بحران، والغالب أنه ولد عام ٨٥٠ م ، وتوفى بالعراق عام ٩٢٩ م . ويعتبرالبتانى من أعظم فلكى العالم. إذ وضع فى هذا الميدان (ميدان الفلك) نظريات عديدة هامة كما وضع أرساده 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 المعامس. وأول من قال بفكرة الظل كنسبة مثلثية، وباصطلاح جيب التمام، وأول من استخدم المثلث المستوي لمعرفة ارتفاع الشمس، ومن أوائل من حاولوا إيجاد طول السنة الشمسية، وقدره بـ ٣٦٥ يوما، وه ساعات، 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 أوروبا 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 أوروبية عدة، وظلت نظرياته معمولا بها فى أوروبا. حتى القرن الخامس عشر الميلادى. بالإضافة إلى إنجازات البتانى الفلكية والرياضية التى مهدت السبيل لكثير من التطورات فى علوم الفلك والرياضيات.

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 " هي 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 الإشعاع الثالث بالمصدقة 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 الجنوبي. وتهدف الأفرا خاصة إلى تحقيق مايلي: 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. وبعد 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 ونيجريا 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 المقررة 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 تبني 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.

افتلاع (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

إلكترون

Electron

جسيم كهربي أولي يحمل شحنة سالبة قدرها الوحدة ويوجد في طبقات الذرات الموجودة خارج النواة وفي الكهربياء السكونية (الاستاتيكية أو السريانية (الديناميكية). وتسبح الإلكترونات في الذرة في مدارات لها حول النواة. ويحتفظ بهذه الإلكترونات في مداراتها حول النواة، بقوة الجذب الكهرومغناطيسية الموجودة بين الشحنة النسائية التي يحملها الإلكترون، وبين الشحنة الموجبة في النواة. مثلما يبقى القمر معلقا في مداره بقوى الجاذبية بينه وبين الأرض. أما في الذرات الأثقل وزنا والتي يصل عدد الإلكترونات بها الى تسعين إلكترونًا، فإنها يمكن أن تسبح في سحابة حول النواة. مثلها مثل الدوامة، وفي حركة انتقالية من مدار الى آخر، أقل في المستوى، فتفقد جزءا من طاقتها على هيئة الضوء المعتاد، وأيضا على هيئة الأشعة السينية. وكذلك فإن سحابة الإلكترونات للذرات المختلفة وطريقة اتصال بعضها ببعض هي التي تكسب المادة الخواص الكيميائية الخاصة بها والتي تميزها عن غيرها من المواد. والإلكترون جسيم حامل للكهرباء، ينساب الملايين منه في الثانية عند سريان تيار كهربي خلال مصباح كهربائي قدرته ١٠٠ واط. وكتلة الإلكترون لا تزيد على $١٠^{-٣٠}$ جرام وهي تساوي $١٨٣٧/١$ من كتلة البروتون، كما يبلغ نصف قطر الإلكترون من الصغر $١٠^{-١٣}$ م.

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

الإلكترونات الداخلية والإلكترونات التكافؤ

Atomic Kernels and Valence electrons

عند تفاعل ذرات العناصر بعضها مع بعض فإن الإلكترونات الموجودة في مستويات الطاقة الخارجية هي التي سوف تشترك في هذه التفاعلات حيث إنها توجد في المنطقة الخارجية من الذرة كما أن طاقتها المنخفضة تكون مناسبة لعملية التغيير في المدارات. أما الإلكترونات الموجودة في المدارات الداخلية (القريبة من النواة) فإنها لا تدخل بدرجة كبيرة في هذه التفاعلات. وتمييزا للمدارات التي تدخل في التفاعلات الكيميائية عن تلك التي لا تدخل في التفاعلات الكيميائية، فإنه يطلق على الخارجية بمدارات التكافؤ

valence orbitals وعلى الإلكترونات الموجودة في هذه المدارات بالإلكترونات التكافؤ valence electrons أما بقية المدارات والإلكترونات الداخلية فيطلق عليها الجزء الداخلي أو قلب الذرة atomic kernel.

كما يعبر التكافؤ في العناصر التي لها القدرة على تكوين روابط أيونية أو تساهمية، وهي العناصر التي تحتوي على إلكترون فردي في حالة عدم ازدواج في 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 في نفس الذرة إلى منسوب منخفض من مناسب الطاقة فيها دون أن ينبعث فوتون. وحيث إنه لا يخرج أي إشعاع خارج الذرة فهذا الانتقال هو في الواقع انتقال لا إشعاعي. ويسمى هذا التأثير "بتأثير أوجير"، كما يسمى الإلكترون المنبعث في هذا الانتقال بـ"إلكترون أوجير" نسبة إلى العالم الفيزيقي أوجير (١٩٢٥م).

إلكترون فولت

Electron volt

هي وحدة قياس طاقة الإشعاع، وهي عبارة عن كمية الطاقة التي يكتسبها أو يفقدتها الكترون عند اجتيازه فرق جهد مقداره فولت واحد، وهي وحدة صغيرة للغاية تعادل ١,٦ $\times 10^{-19}$ جول (الجول هو وحدة الطاقة في النظام العالمي للوحدات).

الكتروليت

Electrolyte

وسط أو محلول يوصل الكهرباء نتيجة حدوث تحلل أو تغيير كيميائي يترتب عليه تحرك الأيونات ورسوبها وتضاعفها عند الألكتروليتين وفق قانوني فرداي في التحلل الكهربائي.

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

Ebn El-hytham, Al-Hasan

يعد أبو علي الحسن بن الحسن بن الهيثم من أكبر علماء الشرق والغرب ورائد علم الضوء في مستهل القرن الحادي عشر الميلادي حيث فاق جميع معاصريه وخاصة في ميدان البصريات. كما يعتبر ابن الهيثم المؤسس الأول لعلم الضوء الحديث وعنه أخذ باكون ونيوتن وكيلر. فمن أهم إنجازاته، المسألة التي يعرفها علماء الطبيعة باسم مسألة ابن الهيثم، وكان لهذه المسألة أثرها في تطور علم الضوء وعلم الهندسة، وعلاقتها ببعضهما. وقد جمع ابن الهيثم في مسألته هذه بين الرياضيات والفيزياء. وكان لهذا الجمع أثره على التقدم العلمي 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

التي يمكن بواسطتها التأكد من أنه في كل الأحوال وفي ظروف العمل الطبيعية وعند حدوث أي حوادث غير عادية فإن الحرارة الناتجة عن النشاط الإشعاعي يتم التخلص منها بأفضل صورة وبأسرع وقت ممكن.

اتفاقية الأمان النووي

Convention on Nuclear safety

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

امتزاز (انتشاف)، ادمصاص Sorption

عامل مهم ناتج عن التفاعلات التي تحدث في المسام أو على سطوح الجوامد. كما أن استخدامه يمنع مشكلة التمييز الفني بين الامتصاص والادمصاص. فالامتصاص يشير عادة إلى التفاعلات التي تحدث غالباً داخل مسام الجوامد، وفي هذه الحالة تتناسب قدرة المادة في الحالة الجامدة للامتصاص مع حجمها. أما ادمصاص فيشير إلى التفاعلات التي تحدث على سطوح الجوامد. لأن قدرة المادة الجامدة للادمصاص مع مساحة سطحها الفعال. ومثالاً للعملية الأخيرة، التبادل الأيوني فحيث تشغل الأيونات المواقع المشحونة على السطح فإنها تزاح بأيونات من المحلول. ويشمل المصطلح العام «انتشاف» كلتا الظاهرتين: الامتصاص والادمصاص. إذ يمكن حدوثهما معاً في وقت واحد، أو حينما يصعب التمييز بينهما.

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

من أكثر الكتب استيفاء لبحوث الضوء وأرفعها قدراً، وهو لا يقل مادة وتبويبا عن الكتب العالمية إن لم يفق بعضها. قال ابن الهيثم بانتشار الضوء على خطوط مستقيمة في كل الاتجاهات، ودرس ظاهرة الانعكاس على السطوح المصقولة، ووجد أن زاوية السقوط والانعكاس تقعان في ذات المستوى وهما متساويان. وفتن ابن الهيثم إلى أن الضوء ينفذ في الأجسام الشفافة، ولا ينفذ في الأجسام المعتمة وأن الجسم الشفاف وسط ينتشر خلاله الضوء دون أن يبدل صفاته، وأن الضوء يقع على الأجسام المعتمة فينعكس منها متجهاً إلى العين التي وصفها وأبان تشريحها وكيفية تكوين الصورة على شبكة العين. وعرف ابن الهيثم أن الضوء ينعطف على سموت خطوط مستقيمة عندما يعادف جسماً ذا شفافية مخالفة لشفافية الجسم الذي هو به، وبذلك يكون ابن الهيثم قد أحاط علماً بالخطوط الشعاعية وانعكاسها وانكسارها وانعطفها ومواقعها وزواياها. درس ابن الهيثم الانعكاس على المرآة الكروية كما تعرض لكيفية عمل المرايا المحرقة حيثما تعكس أشعة الشمس وتوجهها إلى بقعة محددة، كذلك فطن ابن الهيثم إلى اختلاف انعكاس الضوء بتباين كثافة طبقات الهواء، وتمكن من حساب ارتفاع طبقة الهواء الخارجي المحيطة بالكرة الأرضية، وتوصل إلى أنها تبلغ ١٥ كيلومتراً وهو رقم غاية في الدقة، وقد بنى حساباته على أساس اختلاف مدى انكسار الضوء في الطبقات المختلفة الكثافة. ويعد كتاب المناظر من أروع الكتب في القرون الوسطى والذي أحدث انقلاباً في علم البصريات حيث أبطل علم المناظر الذي وضعه اليونان كما اعتمد عليه علماء أوروبا لعدة قرون في استقصاء معلوماتهم عن الضوء. كما يدل هذا الكتاب على أن ابن الهيثم عرف الطريقة العلمية كما سبق بأكون في إنشائها، بل زاد على طريقة بأكون. فلقد قال بالأخذ بالاستقراء والقياس وبالتمثيل وضرورة الاعتماد على الواقع الموجود على المنوال المتبع في البحوث العلمية الحديثة.

Nuclear safety

أمان نووي

يهدف الأمان النووي إلى توفير الظروف والوسيل والوسائل اللازمة التي تضمن أنه في حالة التشغيل العادي للمنشأة النووية. أو في حالات الحوادث، يكون الخارج من المواد المشعة في المنطقة المحيطة بالمنشأة أقل قدر استطاع وفي كل الأحوال أقل بكثير من الكمية التي يمكن أن تسبب ضرراً سواء بالنسبة للعاملين في المنشأة أم بالنسبة للسكان الذين يقيمون حول المنشأة النووية أم بالنسبة للمنشأة نفسها. ومن ذلك يتضح أن الأمان النووي لا يقوم على تجاهل الأخطار التي تمثلها الطاقة النووية ولكنه عملية تعريف بالأخطار المحتملة وضمان تدبير الاحتياطات الكافية لمواجهة كل خطر من هذه الأخطار وذلك على الوجه التالي: أولاً، التحكم في التفاعل المتسلسل باستخدام التأثيرات العكسية والصفات الطبيعية للتفاعل. ثانياً، وضع عدد من الحواجز بين المواد ذات النشاط الإشعاعي والمنطقة المحيطة بالمنشأة النووية. ثالثاً، وضع نظم الأمان

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

امتصاص الأشعة

Absorption of radiation

عند مرور حزمة من الأشعة التي تحتوى على عدة أطوال موجية على طبقة شفافة من مادة صلبة، سائلة أو غازية يلاحظ أن بعض هذه الموجات ذات طول موجي معين قد ازلت من الحزمة نتيجة لامتصاصها. وفي هذه الحالة فإن طاقة الأشعة قد انتقلت إلى الذرات أو الجزيئات في العينة، ويكون نتيجة لذلك انتقال هذه الجسيمات من مستوى الطاقة العادى الذى توجد فيه (الحالة العادية ground state) إلى مستويات طاقة أعلى (الحالة المثارة excited state) ويلاحظ أن فترة حياة هذه الجسيمات المثارة تكون صغيرة جدا حيث تبلغ حوالى 10^{-10} من الثانية ولذلك تفقد الجسيمات هذه الطاقة وتعود إلى حالتها الطبيعية، وهناك عدة وسائل تفقد بها طاقة الإثارة ويتوقف ذلك على تركيب هذه الوحدات الكيميائية. والطريقة الشائعة هي انطلاق الطاقة في صورة حرارة. وفي بعض الحالات قد تحدث تغيرات كيميائية للوحدات المثارة كما هو في التفاعلات الكيميائية الضوئية photochemical reaction وفي حالات أخرى فإن طاقة الإثارة قد يعاد إشعاعها في صورة أشعة كهرومغناطيسية غالبا ما يكون ترددها أقل من تردد الأشعة الممتصة كما هو في الانبعاث الفلوروسنس والفوسفورنس.

لكل من الذرات، الجزيئات والأيونات عدد محدود من مستويات الطاقة، وهذه الجسيمات في حالتها العادية توجد في المستوى الأقل من الطاقة. ولكي تتم عملية الامتصاص يجب أن تكون طاقة الفوتون $h\nu = h\nu$ مساوية لتفروق في الطاقة بين مستوى الحالة العادية والحالة المثارة ($E_2 - E_1 = \Delta E$) أى إنه لكي تتم عملية الامتصاص يجب أن يكون $E = \Delta E$ ونظرا لأن الفروق في الطاقة ΔE تعتبر خاصية مميزة لكل نوع من الذرات والجزيئات. فإن تردد الأشعة الممتصة يكون وسيلة لتمييز وتقدير محتويات العينة من المركبات. وعمليا ترسم العلاقة بين الامتصاص كدالة في الطول الموجى أو التردد، ويطلق على المنحنى الناتج طيف الامتصاص absorption spectra. ومنه يمكن تحديد تردد الأشعة التي يحدث عندها الامتصاص ثم ربط طاقة هذه الأشعة بمستويات الطاقة في الذرات والجزيئات (تركيب الذرات والجزيئات). ويستفاد من هذه الظاهرة في التطبيقات العملية للإشعاع. ومن الاستخدامات العملية لامتصاص الإشعاع: قياس النخانة (السمك). قياس الكثافة. قياس تحديد مستوى السائل.

وقياس الرطوبة وقد تم التعرض لهذه التطبيقات في الموسوعة. (انظر مادة: منحنى الامتصاص).

امتصاص رنيني

Resonance absorption

ظاهرة تكون في مستويات طاقة معينة للنيوترونات الساقطة. وتفسر ذلك، أن نويات معينة لها مستويات غير مترابطة أو منفصلة ملائمة الإثارة. فعندما تكون طاقة النيوترون الساقط هي 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 في مقطع الأسر لهذه النظائر. وهذه القمم التى تظهر في منحنيات المقاطع المستعرضة يشار إليها بقمم الرنين. وكل المواد تكون لها هذه القمم، ولكن في المواد الخفيفة يكون الرنين غير ملحوظ، أو متسع القمم، أو ذا منحنيات ناعمة.

انبعاث الأشعة

Emission of radiation

إن وجود الذرات أو الجزيئات في مستوى الطاقة المرتفعة نتيجة للإثارة الإلكترونية لا يستمر إلا فترة زمنية صغيرة جدا 10^{-10} من الثانية تعود بعدها الذرات والجزيئات إلى حالتها العادية حيث تفقد طاقة الإثارة في 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 الكهرومغناطيسية. وإذا كانت الوحدات الكيميائية منفصلة عن بعضها كما في الحالة الغازية للمادة فتتصرف هذه الوحدات كأنها أجسام مستقلة ويكون الانبعاث في هذه الحالة في صورة عدد محدود من الموجات الكهرومغناطيسية ويكون الطيف الناتج طيفا غير مستمر ويطلق عليه الطيف الخطى line spectrum. والطيف المستمر continuous spectrum من ناحية أخرى هو الطيف الذى يظهر في صورة حزم كل حزمة تحتوى على عدة أطوال موجية قريبة جدا في أطوال موجاتها، حيث ينتج هذا الطيف في حالة المواد الصلبة والسائلة والتي تكون فيها الذرات قريبة جدا بحيث يصعب أن تتصرف كأنها وحدات مستقلة، كما ينتج أيضا في حالة الجزيئات التى تحتوى على عدد كبير من مستويات الطاقة والتي تكون طاقتها متقاربة.

والطيف المستمر والطيف الخطى لهما أهمية فى التحاليل الكيميائية ويعتبر الطيف المستمر أساسا للتحليل بواسطة الانبعاث الفلورى والفوسفورى للجزيئات. ومن ناحية أخرى يستخدم الطيف الخطى فى التعرف على الوحدات الكيميائية لنتائج 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 . وتتفاقم 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 لامتناس الحرارة المنبعثة منه والمنطلقة إلى الوسط المحيط بالمواد المشعة.



Cathode ray tube

أنبوبة أشعة الكاثود

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 الجهة 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 الإلكتروني، ويمكن التحكم فى شدة هذا الشعاع، بوساطة وحدات مثبتة داخل القاذف الإلكتروني. ولاتقدم المكونات السابقة بمفردها بيانا مرئيا مفيدا لأن الشعاع الإلكتروني يتشتت بعد خروجه من القاذف الإلكتروني فتنتشر هذه الإلكترونات لتصنع بقعة باهتة كبيرة على الشاشة لهذا لابد أن تركز هذه الإلكترونات بأسلوب تركيز يجعل الشعاع الإلكتروني 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)

Discharge tube

أنبوب تفريغ

منذ أكثر من قرن مضى، قام ثلاثة من جهايدة علماء الكهرباء: فاراداي 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 الإلكترونيين، 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 الإلكترونيين، والفلطية، ونوع الغاز المستخدم، وضغطه. وقد نتج عن هذه الأبحاث المبكرة مجال واسع من النبايط 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 الترموأيونية (الأنابيب المفرغة)، والأضواء الوامضة ذات الشدة العالية. ولما كانت أغلب الغازات عازلة جيدة للتيار الكهربائى، لذلك فإنه لى 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 صغيراً جداً، يمكن قياسه بصعوبة. وكلما زاد الجهد المسلط، زادت احتمالات تعجيل الإلكترونات 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 الإلكترونيين، حاملا تيارا كبيرا جدا. خلال ممر مؤين تماما، بجهد قليل جدا. وهذا غير مسموح به فى أنابيب التفريغ العادية.

(انظر: كروكس، وليام)

Photomultiplier tube

أنبوب تضخيم ضوئى

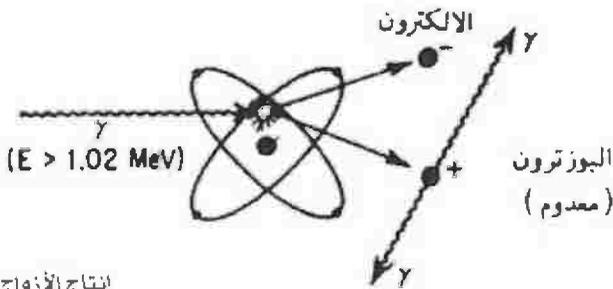
عندما يرتطم شعاع ضوئى (فوتونات) بمادة معينة، ترفع الطاقة المصاحبة لهذا الارتطام طاقة إلكترونات المادة المقذوفة، مما يمكن هذه الإلكترونات، من التخلص من تأثير الذرة التى تنتمى إليها. وبعد أن تتحرر هذه الإلكترونات من الذرة، فإنها ترفى دائرة كهربائية، بحيث ينتج فيها تيار كهربائى، يتناسب مع شدة الشعاع الضوئى 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، يتحرر $4 \times 4 = 16$ إلكترون. أى أن 16 إلكترونات، وفى الدينود الثالث، يمتد $4 \times 4 \times 4 = 64$ إلكترونات، أى 64 إلكترونات. فإذا كانت الخلية تحتوى على 11 دينودا، فإن عدد الإلكترونات التى تسبب مرور تيار كهربائى فى دائرة خارجية، يكون (4^{11}) إلكترونات، أى أكثر قليلا من 4 ملايين ضعف عدد

٢ - مجموعة من المواد القابلة للانحطاط حلقة الشكل غالبا ذات تزويد عال توضع في المفاعل الحرارى لإحداث زيادة محلية فى فيض النيوترونات السريعة لاستخدامها فى إجراء التجارب.

Pair Production

إنتاج الأزواج

يحدث هذا التفاعل فقط بسبب أشعة جاما ذات طاقة أعلى من ١.٠٢٢ مليون إلكترون فولت. فعند مرور شعاع جاما ذات 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 يؤدي إلى اختفاء كل الجسيمين وانطلاق شعاعى جاما بطاقة لكل منهما تساوى ٠.٥١١ مليون إلكترون فولت.



إنتاج الأزواج

Production of isotopes

إنتاج النظائر

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 يؤدي إلى عدم استقرارها فتضطر إلى قذف جسيمات أو كوانتا. وتكون النويات الناتجة إما مستقرة وإما مشعة تبعاً لطبيعة النواة الأصلية ونوع وطاقة الجسيمات المحتجزة. وتجهز النظائر المشعة (النويدات) فى مفاعل نووى أو بمساعدة معجلات الجسيمات.

Uranium production

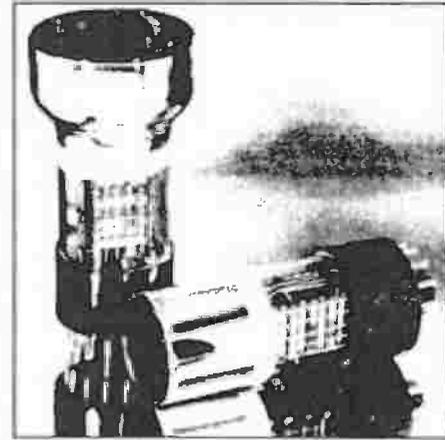
إنتاج اليورانيوم

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 تركيبه وكمياته (mining). وبعد الدراسات الاقتصادية تبدأ عمليات الإنتاج الحقيقى بطحن الخامات (milling) فى سلسلة من المطاحن لتكون على شكل حبيبات دقيقة لتجرى عليها عمليات الإنابة لاستخلاص

الفوتونات التى ترتطم بالمهبط. وكلما زاد عدد الإلكترونات الثانوية. زادت قدرة المضاعفة، أو التكبير. وفى النهاية تنجذب كل الإلكترونات المضاعفة إلى آخر لوح فى الأنبوب، وهو المصد. 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.

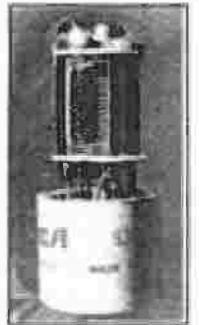
ومن أهم تطبيقات التضخيم الضوئى. الكشف، والتخمين الكمى للإشعاع المنبعث من المواد المشعة. وفيه يوضع الجهاز بحيث يرتطم الإشعاع المراد قياسه، بزجاج شاشة مغطاة بالفوسفور. وهو مادة تشع ضوءا عند معالجتها بالإشعاع. وتوضع الشاشة قريبا من أنبوب التضخيم الضوئى، وعلى اتصال به. ويسمح للضوء المنبعث من الفوسفور، بالارتطام بالمهبط الضوئى، فيرفع هذا الارتطام إلكترونات ضوئيا أو أكثر. ثم تزيد عملية التضاعف الضوئى. انسياب الإلكترونات، بمعامل يساوى مليوناً 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 النسوى، بمطلق الوميض، والعدادات. وللديوتات (التي تعتق أكثر من إلكترون فى كل مرة، يصطدم إلكترون واحد) ←

أنبوب تضخيم ضوئى له ديسك ذو سطح انبعث ثانوى، مصنوع من السيزيوم والأنتيمون، وجهد التشغيل اللازم لهذا الأنبوب ١٢٥٠ فولت، وحساسيته ٨٠ أمبير/نوم



Doughnut = donut = toroid

أنبوبة حلقة

١ - أنبوبة مفرغة حلقة الشكل تستخدم فى جهاز البيئاترون والسنكروترون تعجل فيها الإلكترونات.

البيولوجية، وبصفة عامة كلما زادت قيمة انتقال الطاقة الخطى زادت الفعالية البيولوجية النسبية للإشعاع في تلك المادة.

Heat transfer

انتقال الحرارة

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

Angstrom

أنجستروم (رمزه \AA أو \AA)

وحدة للطول تستخدم في قياس الإشعاع الكهرمغناطيسي، ويساوي 10^{-10} من السنتيمتر. ولقد أطلق عليها هذا الاسم تكريماً لعالم القياسات الطيفية السويدي أ.ي. أنجستروم.

انحدار (تدرج) مجال قياسي

Gradient of a scalar field

متجه مركباته تساوي معدلات التغير في الدالة القياسية f على طول اتجاه المركبة. وبالتالي فمركباته في اتجاه المحاور الكرتيزية المتعامدة هي على الترتيب:

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

حيث f هي دالة المجال القياسي ويرمز له بالرمز:

$$\text{grad } f = \nabla \cdot f$$

Standard deviation

الانحراف المعياري

في القياسات الإشعاعية، يعبر عن دقة أجهزة القياس الإشعاعي من خلال الانحراف المعياري لمجموعة من قيم الاستجابة حول القيمة المتوسطة. أي يستخدم الانحراف المعياري كمعيار للتراوحات الإحصائية حول القيمة المتوسطة. ويعرف الانحراف المعياري على أنه الجذر التربيعي للانحرافات عن القيمة الحقيقية المأخوذة لأكثر عدد من القياسات.

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

وذلك للقيم الكبيرة N .

وفي الحالة عندما يكون عدد المشاهدات محدوداً حيث N غير معروفة، يعرف الانحراف المعياري بالتعبير:

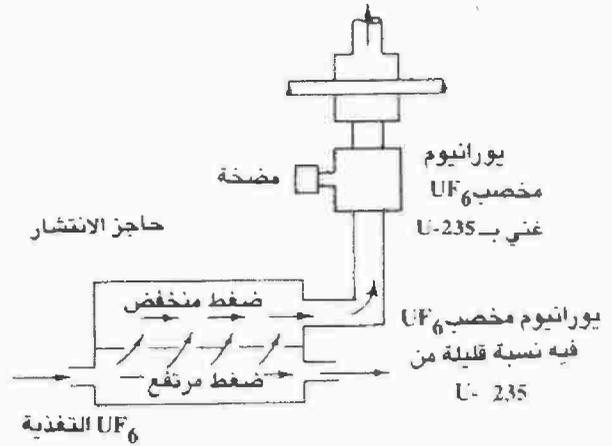
$$\sigma_n^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (\bar{n} - n_i)^2$$

اليورانيوم على هيئة أكاسيد لها الصيغة الكيميائية (U_3O_8) التي تحول إلى ما يسمى بالكعكة الصفراء Yellow cake التي قد تصل نسبة اليورانيوم الطبيعي فيها إلى 0.85٪.

الانتشار الغازي (طريقة)

Gaseous diffusion, method

من أقدم الطرق المستخدمة في تخصيب اليورانيوم، وتعتمد على الحركة التفاضلية للجزيئات الأقل كتلة عند مرورها خلال حاجز مسامي يقع بين وسطين يختلف الضغط بينهما، وتتم عملية الفصل في جهاز يزود باليورانيوم في شكل غازي هو سداس فلوريد اليورانيوم UF_6 . ويحدث الفصل بتوظيف فرق الضغط لينتشر الغاز من خلال المسامات الموجودة على سطح أنبوب التزويد، فالغاز المتكون من جزيئات مختلفة تتوزع طاقته بالتساوي بين جزيئاته، وعند تساوي الطاقات يكون للنظير الأخف سرعة أكبر. وكما هو معلوم من العلاقة بين الطاقة والسرعة والكتلة ($E=mv^2/2$)، v تمثل السرعة، فإن الجزيئات الخفيفة تتمكن من النفاذ خلال الحاجز المسامي بدرجة أسرع من الجزيئات الثقيلة، أي إن معدل انتشار سداس فلوريد اليورانيوم $235U$ سوف يكون أسرع من سداس فلوريد اليورانيوم $238U$ ، ويتم فصل نظيري اليورانيوم وتحقيق زيادة تركيز اليورانيوم. ويتطلب الوصول إلى نسبة التخصيب 3٪ المطلوبة في مقاعلات الماء الخفيف، توفر شدد من وحدات لفصل المرحلة تصل إلى المئات أو الآلاف في حالة التخصيب لنسب مرتفعة.



طريقة التخصيب بالانتشار الغازي

Swelling of fuel

انتفاخ (تورم) الوقود

هو الزيادة في حجم قضبان الوقود النووي نتيجة للتشعيع، وتعتمد أساساً على كمية النواتج الانشطارية المنتجة.

Linear energy transfer

انتقال الطاقة الخطى

مقياس لقدرة المادة البيولوجية على امتصاص الإشعاع المؤين. وهو طاقة الإشعاع المفقودة في كل وحدة طولية من المسار خلال المادة

Fusion

اندماج نووى

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 جزئ واحد، هو البروتون، ولكن هناك أشكالاً أخرى، أو نظائر، يرتبط فيها البروتون بنيوترون أو اثنين، وتسمى هذه النظائر بالترتيب: الديترون، والتريبتون.

ومن ناحية الطاقة المحررة، يكون اندماج الديترون والتريبتون الأكثر إعتماداً للطاقة، إذ ينتج عن اندماجهما نواة هيليوم، ونيوترون، وطاقة تساوى ١٧.٦ مليون إلكترون فولت (أو ١٧.٦ ميغا إلكترون فولت) من الطاقة. فإذا أمكن إدماج نوى الهيدروجين الموجودة فى جالون ماء فى عملية تفاعل اندماجى، فإن ذلك بحرر طاقة أكبر من الطاقة المحررة من احتراق مليون جالون من البنترول. 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، وفي 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^{21} أيون/سم^٣.

٣ - يجب أن يكون زمن الاحتواء Confinement للأيونات عند هذه الدرجات من الحرارة والكثافة فى حدود عُشر الثانية حتى يصبح هناك احتمال كبير للتفاعل، وعموماً يجب أن يكون حاصل ضرب كثافة الأيونات الندمجة فى زمن الاحتواء فى حدود 10^{21} أيون ثانية / سم^٣.

Smoke detectors

إنذار الحريق

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 مؤدياً إلى خلخلة تيار التوازن بين حجرتى التأين فى الدائرة الكهربائية ويصدر نتيجة ذلك تحذير صوتى أو ضوئى.

حيث يمكن أن يكون N عدداً صغيراً نسبياً من القياسات. باستخدام n لدينا N-1 كميات مستقلة بدلاً من N. ومن الواضح أن ملاحظة وحيدة لا تعطى فكرة عن دقة القياس إلا بفروض خاصة. (انظر مادة: القيمة المتوسطة)

Anderson, C.D

أندرسون، كارل ديفيد



ولد العالم الأمريكى أندرسون فى مدينة نيويورك بالولايات المتحدة الأمريكية فى ٣ سبتمبر ١٩٠٥، أتم دراسته الجامعية فى معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا عام ١٩٢٥، ثم حصل على درجة الدكتوراه فى العلوم عام ١٩٣٠، كما حصل على الأستاذية

عام ١٩٣٩. قام مع روبرت ميليكان كارل ديفيد أندرسون (١٩٠٥-١٩٩٠) 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 نظراً لأن أثره فى غرفة السحاب أطول عشرات المرات من أثر البروتونات فهذا يؤكد أنه ليس بروتوناً. ولقد تأكد أندرسون 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 سكوبيلزىن. ومن فرنسا فردريك جوليو وايرين كورى، حيث توصل وايرين وزوجها إلى البوزيترون باستخدام أشعة جاما المنبعثة من الراديوم بدلاً من استخدام الأشعة الكونية. وقد تبين لهما أن البوزيترون ينطلق من ذرات العناصر إذا كان الإشعاع الساقط عليها يزيد قوته عن مليون ونصف مليون إلكترون فولت. كذلك استطاع أندرسون فى الفترة من ١٩٣٦-١٩٣٨ من اكتشاف وجود جسيم يسمى الميزون ضمن الأشعة الكونية وهذا الجسيم تتراوح كتلته بين كتلة الإلكترون والبروتون. حصل أندرسون على جائزة نوبل فى الفيزياء عام ١٩٣٦ لاكتشافاته الهامة فى الأشعة الكونية وتعرفه على البوزيترون والميزون وتنبئه بالمادة المضادة. توفى أندرسون فى ١١ يناير ١٩٩١ فى مدينة سان مارينو بولاية كاليفورنيا.

Excursion

اندلاع

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

انشطار نووى

Fission

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

ويحدث الانشطار النووي عند أسر نوى ذرات اليورانيوم لنيوترونات مكونة نظائر جديدة أقل توازناً، وكمثال لذلك فإنه عندما تأسر نواة اليورانيوم 235 أحد النيوترونات يتكون اليورانيوم 236 الذى سرعان ما ينشطر إلى نواتين من الوزن المتوسط أو يتفكك مصدراً جسيمات ليكون نظائر لعناصر أخرى. ومن نواتج عملية الانشطار انطلاق طاقة إجمالية تقدر بحوالى 200 ميجا إلكترون فولت (200 م إ ف) تتوزع على نواتج الانشطار وشظاياها. 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 235 انشطاراً، فإنه يمكن حساب الطاقة الكلية المنطلقة كما يأتي:

الطاقة المنطلقة فى الانشطار الواحد (للذرة)

$$= 200 \text{ م. إ. ف}$$

$$= 200 \cdot 17 \cdot 10^{-10} \text{ إرجا}$$

$$= 3.2 \cdot 10^{-8} \text{ إرجا}$$

والرطل الواحد = 454 جم = 235 / 454 جرام جزئى (مول)

$$\text{وعدد الذرات فى الرطل} = (235 / 454) \cdot 6.02 \cdot 10^{23}$$

$$= 1.16 \cdot 10^{24} \text{ ذرة}$$

$$\text{الطاقة الكلية المنطلقة} = 1.16 \cdot 10^{24} \cdot 3.2 \cdot 10^{-8}$$

$$= 3.7 \cdot 10^{16} \text{ إرجا}$$

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

انشطار تلقائى

Spontaneous fission

انشطار يحدث بدون عامل خارجى، وثمة نظائر ثقيلة عديدة تنحل أساساً بهذه الكيفية مثل الكاليفورنيوم - 252 والكاليفورنيوم - 254. وتحدث هذه العملية بين الحين والحين فى جميع المواد القابلة للانشطار بما فيها البورانيوم - 235.

انشطار نووى ثنائى

Binary fission

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

انشطار نووى ثلاثى

Ternary fission

واحدة من صور الانشطار النووي والذى ينتج عنه ثلاثة من نواتج الانشطار. إحدى هذه النواتج أحياناً هو الهيدروجين فى شكل التريتيوم. والانشطار الثلاثى يحدث تقريباً مرة من كل 12000 حادثة انشطار فى المفاعل.

انشطار نووى مدعوم بمعجل

Nuclear fission supported by accelerator

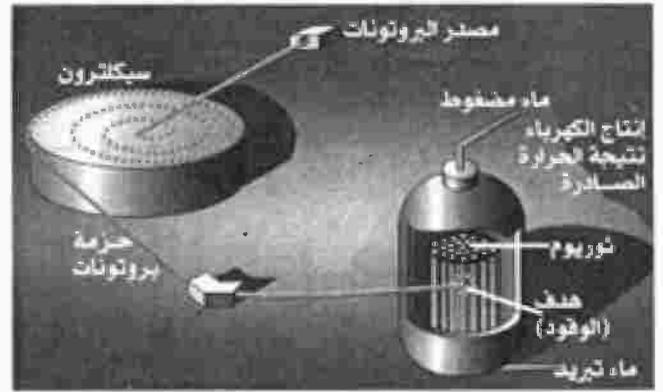
قدم الإيطالى كارلو روبيا Carlo Rubbia الحائز على جائزة نوبل لعام 1984 لاكتشافه جسيمات Z, W اقتراحاً فى نهاية عام 1993 يفتح آفاقاً جديدة أمام إنتاج الطاقة النووية. ثم أجرى فى العام التالى فريق من الباحثين تجارب للتحقق من أن كسب الطاقة هو ذلك الذى توقعته الحسابات.

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

بما أن سلسلة التفاعل النووى يتطلب سيلاً مستمراً من النيوترونات الجديدة فإنه، عند وقف المسرع، تضعف التفاعلات وبالتالي تخمد. وإن استحضار النيوترونات من الخارج يقدم مزايا أخرى، فهو يسمح على وجه الخصوص، بتحقيق حلم قديم وهو استخدام الثوريوم كوقود نووى. عند حبس النيوترونات القادمة من الخارج، يتحول الثوريوم 232 إلى ثوريوم 233 ومن ثم إلى بروتكتينيوم 233، وهو عنصر ينشطر عفويًا إلى عنصر اليورانيوم 233. يحرق هذا النظير عالى الانشطار من اليورانيوم نيوترونات تنتج، بإبقائها على التفاعلات المتسلسلة، ذرات يورانيوم 233 أخرى انطلاقاً من الثوريوم. من الصعب الحصول على تجديد فائق فى مفاعل عادى يعمل بمزيج من اليورانيوم والثوريوم. وذلك لأن عدد النيوترونات المتحررة عن تفاعلات الانشطار أصغر من أن يعوض. بالحصر. فقد النيوترونات المحتوم. وبالمقابل، تظهر الحسابات أنه فى «مضخم الطاقة» ينشأ بسرعة نسبية توازن بين اليورانيوم 233 والثوريوم 232. ويتم ذلك كما لو أن هذا الأخير وقود نووى حقيقى.

إن إحدى أكبر مزايا حلقة الثوريوم هى التوليد الضعيف جداً للبلوتونيوم، أقل بألف إلى عشرة آلاف مرة مما يولده مفاعل تقليدى، وكذلك تخفيض إنتاج النفايات الأخرى (اللاكتينيدات) تخفيضاً كبيراً. ومن الأوراق الرباحة الأخرى التى تمتلكها تقانة «الثوريوم»، وجود هذا العنصر بوفرة على الأرض فهو لا يتواجد سوى بشكل واحد وهو الجيد أى الثوريوم 232. لا تحتاج هذه التقانة إلى إغناء لأن اليورانيوم 232، العنصر الانشطاري، يكون فى نظام توازن وبذلك يتجدد كلما ازداد احتراقه، بالمقابل، وبعد فصل منتجات الانشطار (السموم)، يمكن إعادة معالجة جميع اللاكتينيدات. الأمر الذى يقودنا إلى تقانة بدون نفايات عملياً وبالتالى نظيفة. وقد عزمنا 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 سرعات تؤمن حزمة من البروتونات طاقتها قرابة ١.٥ جيجا إلكترون فولت GeV وشدتها مرتفعة جدا قرابة ٢٥٠ ملي أمبير، كما تتوقع استخدام وقود سائل (الأملاح المنصهرة). للوصول إلى هذا الهدف. تتطلب هذه المشاريع وفق تقديرات واضعها، عشرين عاما من التطوير التقني ابتداء من منتصف تسعينات القرن العشرين.



يعتمد مبدأ إنتاج الطاقة النووية الذي أوصى به كارلورويبا على استخدام معجل بروتونات لقذف الهدف، الأمر الذي ينتج عنه نوترونات. تفيد هذه الأخيرة بإجراء تفاعلات الانشطار في قلب مفاعل تقليدي لكن باستخدام الثوريوم كوقود له. كانت الفكرة مؤخرا موضع اختبار تجريبي استخدم فيه اليورانيوم الطبيعي عوضا عن الثوريوم. تؤكد التجارب صلاحية المحاكيات العددية التي أجريت.

انفجار

وأبل من جسيمات كثيرة من الأشعة الكونية ينتشر فيغطي مساحة كبيرة. ويتولد هذا الوابل في طبقات الجو العليا من جسيم من الأشعة الكونية ذي طاقة عالية تتراوح قيمتها بين 10^{10} - 10^{11} إلكترون فولت.

انفجار نووي Nuclear explosion

التفجيرات النووية إما أن تكون: جوية (عالية أو منخفضة) أو انفجارات سطحية، فوق سطح الأرض أو على سطح الماء، أو انفجارات تحت السطح. سواء تحت سطح الأرض أو تحت سطح الماء، ويتوقف اختيار نوع الانفجار على عوامل منها: الغرض من استخدام السلاح النووي. وموقع الأهداف النووية. وفي حالة انفجار قنبلة ذرية في الهواء مثلا كانتى أقيمت على هيروشيما، يمكن أن يحدث ما يلي: فعند بداية الانفجار يظهر ضوء شديد أقوى بكثير من ضوء الشمس يمكنه أن يسبب فقد البصر لمسافة تصل إلى ١٥ كيلو مترا يلي هذا الضوء بعد لحظات سكون، سماع صوت مخيف يشبه الرعد الشديد. ويبدأ التفجير بظهور كرة النار في موقع التفجير وهذه الكرة تأخذ في 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 عظاما ويذوب ذوبانا وتنصهر التربة والرمال وتتحول إلى مادة أشبه بالزجاج. كذلك تسبب كرة النار وما تبعته من حرارة شديدة في اشتعال كل ما هو قابل للاشتعال ثم تأخذ هذه الكرة في التمدد وتفقد بالتدريج حرارتها وتتكون سحابة ذرية على شكل عامود أبيض ذي قمة ثليجية قطرها الذي يصل إلى ٢ كيلو متر وهى على شكل نبات عش الغراب وارتفاعها يصل إلى حوالي ١٢ كيلو مترا. هذا ويصاحب التفجير رياح شديدة تسبب انتشار السحابة الذرية في الجو وتعمل على تلوث البيئة بالإشعاع الذري لفترة تصل لعدة سنوات. كذلك يصاحب التفجير الذري ضغط شديد يصل إلى حوالي 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 الفوري والحرائق في مساحة كبيرة حول منطقة الانفجار. أما في حالة تفجير القنابل الهيدروجينية، فتصل موجة الضغط إلى حوالي ٥٠ كيلومترا ودائرة الحروق الشديدة تصل إلى ٤١ كيلو مترا، أما الحروق المتوسطة فتصل إلى مدى ٥٧ كيلو مترا، ومدى التعرض لأشعة حاملا يصل إلى ١٠ كيلو مترات. (انظر مادتي : 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 المحرث" وفي 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 لتفريج 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 الموانئ والبحيرات الصناعية وتشبيد خزانات لتخزين السيول وتغيير مجارى الأنهار وعمل إجراءات حفر عديقة 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

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

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، الممين)

محلل ارتفاع النبضات Pulse height analyzer

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

أنود Anode

فى الصمامات الإلكترونية: القطب الكهربائى الموجب الذى تتجه إليه 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 أوبنهايمر
(١٩٠٤ - ١٩٩٧)

ولد عالم الفيزياء روبرت أوبنهايمر فى مدينة نيويورك فى ٢٢ أبريل ١٩٠٤ وأنهى دراسته الجامعية فى جامعة هارفارد عام ١٩٢٥. وسافر إلى بريطانيا للعمل فى معمل رذرفورد بجامعة كامبردج فى إنجلترا حيث قام مع العالم الكبير ديسراك 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 الفلترات بجامعة شيكاغو وبمقام 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

١ - الانفعال الطولى: وهو التغيير فى الطول نتيجة تأثير قوة معينة على الطول الأسمى.

٢ - الانفعال الحجمى: وهو التغيير فى الحجم للجسم نتيجة تأثير قوة معينة على الحجم الأسمى.

٣ - انفعال القص وهو التشوه الحادث فى الجسم نتيجة تأثير قوة فى نفس مستوى القوة. ويقاس بالتغير الزاوى لمستوى الجسم عن الوضع الأسمى.

انكماش الأطوال المتحركة

Contraction of moving lengths

فى نظرية النسبية الخاصة لأينشتين، ليس للطول صفة مطلقة كما هى الحال فى الميكانيكا الكلاسيكية. وتبعاً 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 ساكناً،

l طول الجسم نفسه إذا تحرك بسرعة v ،

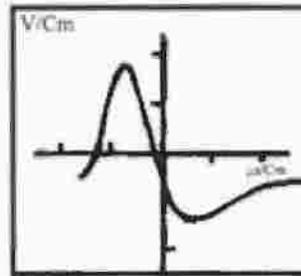
c سرعة الضوء.

Pulses types

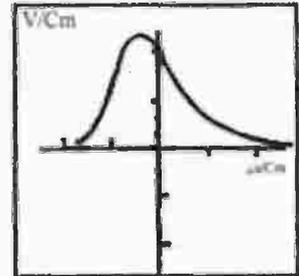
أنواع النبضات

هناك نوعان رئيسيان من النبضات :

١ - النبضات الخطية Linear signals



(ب) نبضة ثنائية القطب



(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 الذى نحن بصدد الكشف عنه. وتتراوح سعة هذه النبضات بين الصفرة-١٠ فولت ونتج غالباً عن المضخات الأولية والرئيسية. وتكون موجبة أو سالبة وحيدة القطب unipolar أو ثنائية bipolar.

والكاليوم-٤٠ متساويان في عدد النيوترونات (٢٠) ومختلفان في عدد البروتونات ١٩ ، ٢٠ على التوالي.

ايسومرات نووية Nuclear isomers

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

أينشتين، ألبرت (١٨٧٩ - ١٩٥٥) Einstein , Albert



ألبرت أينشتين
(١٨٧٩ - ١٩٥٥)

ولد ألبرت أينشتين " عام ١٨٧٩ بمدينة أولم " بألمانيا لوالدين ألمانيين، ينحدران من أصل يهودي. وقد تلقى تعليمه الأولي في مدينة " ميونخ " ثم في 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 البوليتكنيك الفيدرالي في زيورخ بسويسرا، وبعد تخرجه في عام

١٩٠١، حصل على الجنسية السويسرية وبعد وصول " هتلر إلى السلطة في أوروبا كان في الولايات المتحدة الأمريكية فقرر البقاء فيها واكتسب الجنسية الأمريكية عام ١٩٤٠.

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

وقد ساعدت النظرية الخاصة " لأينشتين "، على حل هذا التناقض، إذ حوت النظرية مفهوما جديدا للميكانيكا، ترتب عليه البرهنة على وجود تكافؤ أساسي 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

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

حصل أوبنهايمر على وسام الاستحقاق من الرئيس الأمريكي هاري ترومان عام ١٩٤٦، ثم عمل رئيسا للجنة الطاقة الذرية الأمريكية في الفترة ١٩٤٦-١٩٥٢ حيث عمل على تطوير القدرات النووية الحربية للولايات المتحدة وخاصة الأسلحة النووية التكتيكية. في عام ١٩٦٣ كرمه الرئيس كينيدي ومنحه أكبر تقدير علمي في الولايات المتحدة وهي جائزة " انريكو فيرمي ". توفي روبرت أوبنهايمر في فبراير ١٩٦٧ بعد نجاحه في تصنيع أول قنبلة ذرية.

أوزيراك، المفاعل العراقي Ozirak

هو مفاعل أبحاث عراقي من إنتاج فرنسي كان تحت التشغيل حينما قامت إسرائيل، لمحاولة منها لتدمير البرنامج النووي العراقي واجهاضه في مراحله الأولى. وفي عملية أطلقت عليها " العملية الجراحية " أو عملية بابل . قامت في السابع من يونيو ١٩٨١ ثمان طائرات إف-١٦ وست طائرات من طراز إف-١٥ بمهاجمة المفاعل العراقي، حيث أصابته إصابة مباشرة بفعل قنابلها شديدة الانفجار إلا أن قائد العملية الكولونيل رثيف راز كان يعلم أن هذه العملية لن تقضي على البرنامج النووي العراقي تماما. وفي تصريح لرئيس وزراء إسرائيل حينئذ مناحم بيغن قال فيه: (سنضرب أي مفاعل تحاول العراق بناءه مرة أخرى، ولو قامت السعودية ببناء مفاعل سوف ندمره). وتدخل حالة ضرب المفاعل العراقي ضمن السيناريوهات المحتملة لتهديد إسرائيل أي دولة عربية تبني هذا البرنامج، وذلك حتى تحافظ على احتكارها النووي. ولا يغيب عن الأذهان أنه استمررا 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 إلى فرق الأمم المتحدة بعد الانتهاء من الحرب بالإجهاد على باقي 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 في تاريخها، تهديدا نوويا فعليا.

إيسوبار Iso-bar

نويذة من بين مجموعة من النويدات المتساوية في العدد الكتلي والمختلفة في الشحنة.

إيسوتون Isotone

نويذة من عدة نويدات تتساوى في عدد النيوترونات ولكنها تختلف في عدد البروتونات التي تحتويها انويتها. فالپوتاسيوم-٣٩

تفسيراته عن " الحركة البرونية ". وكان تفسير " أينشتين " للظاهرة الكهروضوئية، نقطة تحول في 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 الضوئي). ومن ثم أمكن تقدير الضوء "كمياً". كما هي الحال مع المواد. وقد عرض " نيلز بور " - قبل ذلك بخمس سنين - طريقة مشابهة لتقدير طاقة الإلكترونات الموجودة داخل النواة كميًا، ومن هنا أصبح الجو مهيأ لنشوء النظرية الكمية. وتعد كل من نظرية النسبية والنظرية الكمية، من الإسهامات الهامة للغاية، في إرساء قواعد علم الفيزياء في القرن العشرين.

وكان " أينشتين " معروفًا بما يعتره من حالات الشرود الذهني. حتى إن سيرته الذاتية الخاصة، مترعة بالعديد من النوادر التي تزوي عن ذلك. ومن هذه النوادر: ما يروى أن أحد تلاميذه، لفت نظره في أحد الأيام. إلى عدم ارتدائه جوارب. وقد لاحظ " أينشتين " - للمرة الأولى في حياته، أن الجوارب تعد أحد أنواع الملابس التي تستهلك بسرعة. ولذلك قرر- منذ تلك الحادثة - ألا يرتدى جوارب طول حياته.

ويذكر أنه حينما أصبح معروفًا على وجه التحقيق، عام ١٩٣٩، أن العلماء الألمان يبذلون جهودهم للتوصل إلى تحقيق عمليات الانشطار الذري، التي يمكن أن تؤدي إلى صنع القنبلة الذرية. قام بإرسال خطابه الشهير إلى الرئيس الأمريكي " روزفلت "، ونتيجة لهذا الخطاب، أنشئ " مشروع مانهاتن "، الذي أسفر عن تمكن الأمريكيين من إحراز قصب السبق في مجال صناعة القنبلة الذرية. قبل أن يتمكن العلماء الألمان من ذلك. هذا وقد توفي " أينشتين " عام ١٩٥٥ بمدينة " برنستون " في ولاية " نيوجرسي ".

Ion

أيون

إذا اكتسبت أو فقدت الذرة إلكترونًا أو أكثر، سيظهر عليها شحنة كهربائية سالبة أو موجبة، وعندئذ تسمى "أيونًا". كما يمكن

أن يحدث ذلك في حالة الجزيئات وفي هذه الحالة يتكون ما يسمى "أيون جزيء". ويسمى الأيون المشحون بشحنة سالبة "أنيون". أما المشحون بشحنة موجبة فيسمى "كاتيون". وفي الرموز الكيميائية، تكون الأيونات مصحوبة بعلامات - أو + إشارة إلى الشحنة الكهربائية. وبعبارة أخرى، فإن علامة واحدة زائدة (+) تشير إلى أن الذرة، أو مجموعة الجزيء، كون ناقصة إلكترونًا واحدًا، ولذلك تكون شحنتها النهائية أحادية موجبة. وتدل علامتا ناقص (- -) على وجود إلكترونين إضافيين على الأيون السالب.

وتعتبر حركة الأيون. هنا وهناك بوساطة مجالات كهربائية ومغناطيسية، سمة بارزة هامة من سماته. ففي المجال الكهربائي، يتحرك الأيون بطول خطوط المجال الكهربائي (في اتجاه يعتمد على ما إذا كان موجبًا أو سالبًا)، بينما يتحرك في المجال المغنطيسي: دائريًا أو حلزونيًا حول خطوط المجال. ولهذا الأمر أهمية لدى العلماء. ويثبت مثلاً، أن اتحاد نوعين من المجالات، سوف يصنف مخلوطًا من الأيونات المختلفة، وفقًا لنسبة شحنتها إلى كتلتها. كذلك فإن اتحاد مجال كهربائي بآخر مغنطيسي، يمكن أن يستفاد به أيضًا لبحث الأيونات (خاصة أيونات وبرتونات الهيدروجين) في معجل للجسيمات، لزيادة سرعتها، حتى تدانى سرعة الضوء. وتستخدم هذه الأيونات التي تنطلق بسرعة عالية، بهدف يكون معدنا في العادة. ويساعد التفاعل الناتج، على دراسة مجموعة من غرف الاشتعال مثلاً. وتعتمد غرف الاشتعال نفسها، على تأين الغاز. ليزود بداية الاشتعال، الذي يزيد فجأة بين لوحين معدنيين متوازيين، عندما تستخدم نبضات ذات جهد عدل، وهكذا يشير إلى مسار الجسيم المشحون.

وفي الحقيقة، تعتمد معظم الأنواع الأخرى من كاشفي الجزيئات المشحونة أساسًا على التأين بطريقة أو بأخرى. (انظر مواد: الكواشف النووية، والغازية).

(ب)

Balmarz, accident بالومارز، حادثة

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

Proton بروتون

جسيم دون ذرى يحمل شحنة موجبة تساوى في القيمة شحنة الإلكترون إلا أن كتلته أكبر بحوالى ١٨٤٠ مرة من كتلة الإلكترون. وهو عبارة عن نواة ذرة الهيدروجين المعتاد ويوجد منه واحد على الأقل في 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 النيوترونات. على سبيل أمثال. 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، بانبعث 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 نشط 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 لتمييز 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 وليبيريا واتحاد الملايو وموناكو وبنما والفلبين والبرتغال ومصر ويوجوسلافيا) قبل التلّفك)، وأيدتها خمسون دولة منها بريطانيا وفرنسا واليابان ومعظم

Bone seeker باحث (رائد) عن العظام

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

Barn بارن

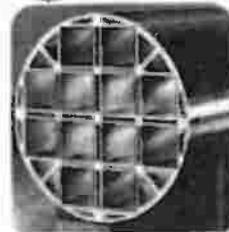
وحدة مساحة تساوى ١٠ سم^٢ وهى مساحة مقطع ذرة الأيدروجين، واتخذت كوحدة لتقدير قيمة المقاطع المستعرضة لمختلف الأنوية.

Barions الباريونات

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

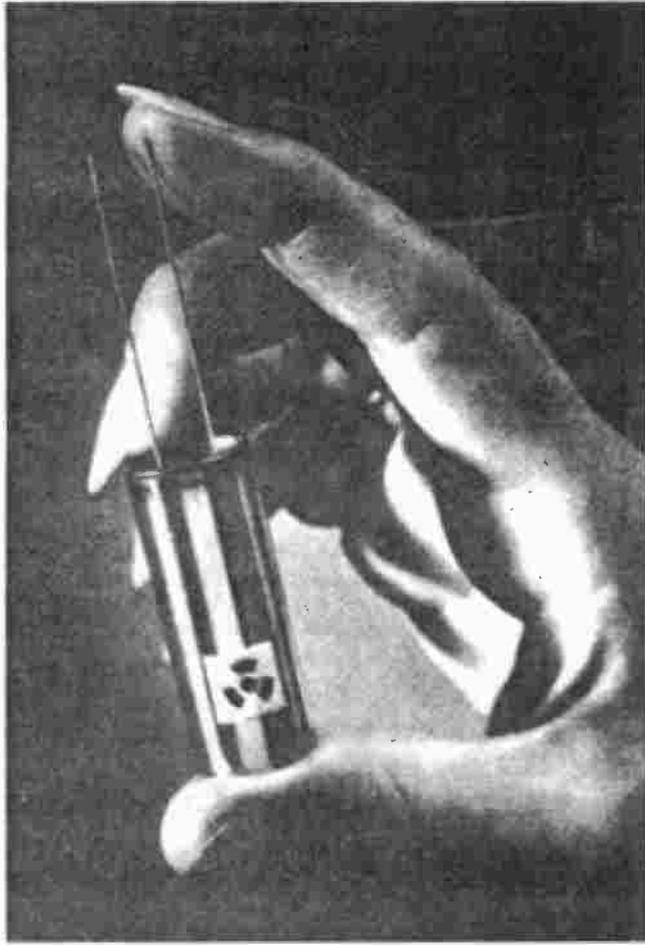
Cask, waste برميل (النفايات)

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



الجسم الرئيسى لنوعاء النقل

أوالجمال المغنطيسى. ومن أهم هذه النيوكليدات المشعة المستخدمة: السترونشيوم ٩٠ والبلوتونيوم ٢٣٨.



بطارية نووية

بطانة (النفائيات) Liner, waste

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

(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

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 ركزت 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 أى 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.

Neutron optics

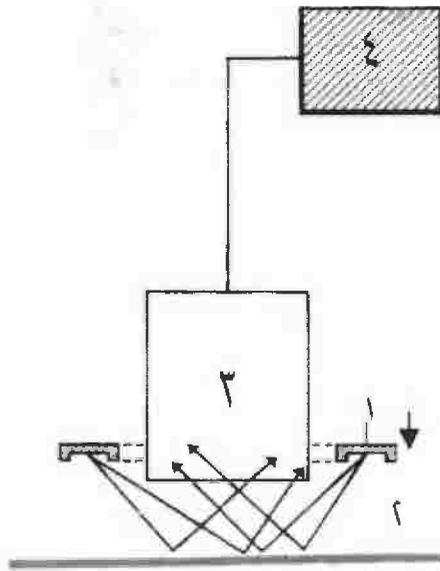
بصريات نيوترونية

فرع من علم البصريات يختص بدراسة مسارات الحزم النيوترونية.

Nuclear battery

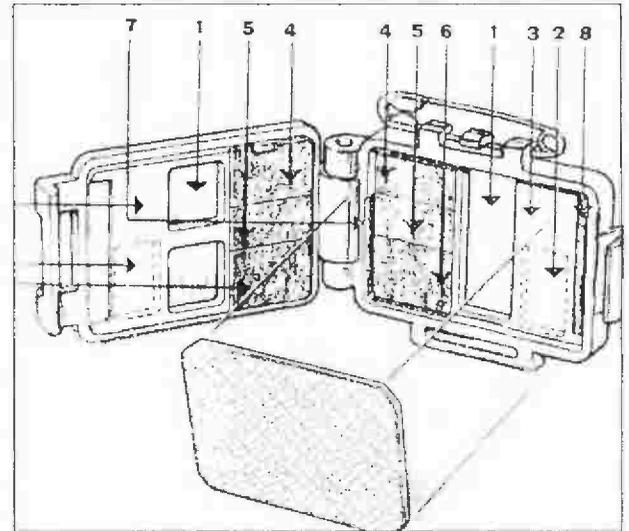
بطارية نووية

بطاريات تستخدم النيوكليدات المشعة كمصدر للطاقة الكهربائية حيث يستفاد من الطاقة الحرارية المتولدة من تحول النيوكليدات المشعة لتوليد الطاقة الكهربائية من خلال تكوين المزوج الحرارى. ويعد عالم الطبيعة الإنجليزي "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: ثقاء الأشعة الصادرة وشمولها لجسيمات 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



التشتت العكسي
 ١ - مصدر للإشعاع
 ٢ - الشيء المراد قياسه
 ٣ - مستقبل الإشعاع
 ٤ - مجموعة قياس إلكترونية

قياس شدة العتامة فيه بواسطة جهاز قياس عتامة الفيلم Densitometer. ويتم تحويل شدة العتامة إلى الجرعات الإشعاعية المتصلة باستخدام منحني معايرة، الذي يمثل العلاقة بين درجة الفيلم والجرعة الإشعاعية. وفي البطاقة الفيلمية يوجد جزء مفتوح لامتناس كل أنواع الأشعة، وجزء خفيف من البلاستيك؛ يسمح 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 السمكية.
- ٤ - سبيكة الألمنيوم والنحاس.
- ٥ - مرشح الكاديوم والرصاص.
- ٦ - مرشح القصدير والرصاص.
- ٧ - حافة واقية من الرصاص.
- ٨ - مرشح الأندريوم.

Crystals

بللورات

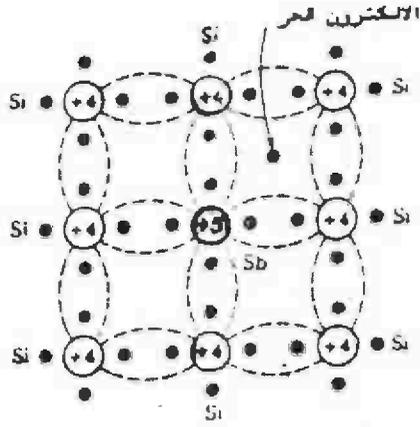
يمكن تقسيم المواد الجامدة (الصلبة) جميعا إلى نوعين: نوع متبلور وآخر غير متبلور. وتستقر الذرات أو الجزيئات في حالة التركيب البلوري، مرتبة في صورة نمطية، في نسق منظم يعرف بالهيكل البلوري. بينما في حالة المواد الجامدة غير المتبلورة لا يمكن تمييز أي ترتيب لها على الإطلاق. وفي الحقيقة فإن جميع المواد مرتبة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

ومن حيث التركيب الذري للبلورات، فيوجه عام، فإن المواد الصلبة تكون كثافتها أكبر من كثافة السوائل أو الغازات، ويرجع السبب في ذلك، إلى أن الذرات أو الجزيئات في المواد الصلبة تتراص بجوار بعضها، وتتدانس بحيث تصبح المسافة عادة بين الذرات مساوية لأنصاف أقطار هذه الذرات وهي تساوي عدة أعشار من النانومتر (والنانومتر = 10^{-9} من المتر).

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

البعثرة (التشتت) العكسية Back scattering

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

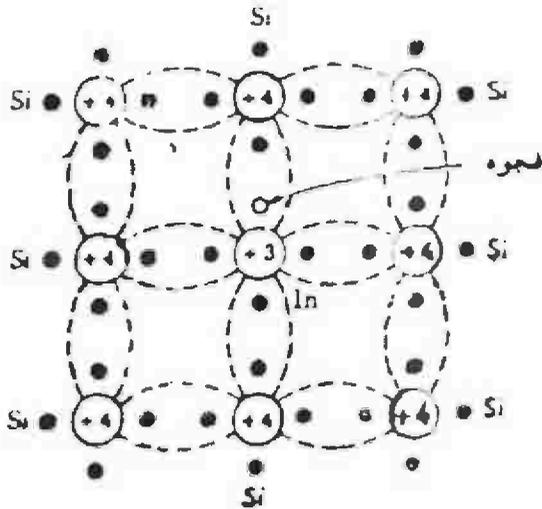


البلورة السالبة (N-type) تتكون من ذرات السليكون وفيها إحدى ذرات السليكون أزيلت، وأحلت بذرة خماسية التكافؤ وهي الأنتيموني.

البلورة الموجبة

Positive or Acceptor crystal (P-type)

في حالة إضافة نسبة صغيرة من عنصر ثلاثي التكافؤ مثل البورون أو الجرمانيوم (B) أو الجاليم (G) Gallium إلى بلورة السيليكون أو الجرمانيوم، فإن ثلاثة روابط تكون كاملة، حيث تحتوي كل منها على إلكترونين بينما الرابطة الرابعة تحتوي على إلكترون واحد. وبذلك يتضح أن البلورة وكأن بها فجوة خالية هي مكان لإلكترون غير موجود، وهكذا التركيب البلوري يسمح بانتقال أحد الإلكترونات من رابطة مجاورة ليملاً هذه الفجوة تاركاً في مكانه الأصلي فجوة جديدة تسمح بانتقال إلكترون آخر من رابطة مجاورة ليملاً هذه الفجوة تاركاً مكانه فجوة ثالثة. وهكذا يبدو كأن الفجوات تتحرك داخل البلورة بسهولة ويصبح السليكون أو الجرمانيوم في هذه الحالة موصلًا بدرجة أكبر للكهربية. ويطلق على هذا النوع من البلورات بالبلورة الموجبة أو (P-type).



البلورة الموجبة (P-type) فيها إحدى ذرات السليكون أزيلت وأحل مكانها ذرة ثلاثية التكافؤ وهي ذرة الأنديموم.

الفيزيائية، 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 البلورة زادت الذرات اهتزازًا، وكلما كبرت سعة الذبذبة حتى تتغلب على قوى التماسك بينها وبين بعضها، فينفرد عقدها، ويتحطم النسق البلوري حتى تنصهر البلورة تمامًا. وعلى وجه العموم، فإن المواد التي تكون بين ذراتها وجزيئاتها أقوى الروابط تكون لها أعلى نقاط انصهار. ويعتبر الناس من أكثر المواد البلورية الطبيعية المعروفة للإنسان صلادة، وينصهر عند 3700°C (٦٦٩٢ ف).

ويكون من الصعب عادة التمييز بين البلورات المختلفة، إذ يكون مطروحا عدم انتظام شكلها الخارجي، مما يتناقض مع التماثل الداخلي للبلورة. ولتعمق أكثر داخل البلورة فإن عالم البلورات يستخدم عادة تقنيات الأشعة السينية.

ويمكن تنفيذ عملية التبلور صناعياً. حيث تحدث عملية التبلور عادة عندما يتم تبريد محلول مركز أو مصهور. وفي بعض الحالات يكون ضروريا وضع جسيم دقيق من المادة الجامدة في المحلول. ويكون هذا الجسيم الدقيق هو النواة التي تنمو حولها البلورة. ومن الممكن تكوين البلورة على نواة مادة أخرى. فمثلاً يستخدم يوديد الفضة لتكوين الثلج اصطناعياً. على شكل سحب. تنهمر منها الأمطار مداراً.

البلورة السالبة

Negative or Doner crystal (n-type)

إذا تكونت بلورات أشباه الموصلات مثل السليكون أو الجرمانيوم من محلول يحتوي على نسبة ضئيلة من ذرات عنصر خماسي التكافؤ مثل الزرنيخ (As) أو الأنتيموني (Sb) Antimony. فإن البلورات الناتجة تحتوي على بعض ذرات العنصر خماسي التكافؤ. وفي هذه الحالة فإن أربعة من الإلكترونات الخمسة في العنصر خماسي التكافؤ تشترك في تكوين الروابط، بينما لا يدخل الإلكترون الخماسي في تكوينها، ويصبح بذلك بمثابة إلكترون حر يعمل على نقل التيار الكهربائي، ونتيجة لذلك تصبح البلورة موصلة بدرجة أكبر للكهربية. والطاقة اللازمة لتحرير الإلكترون الخامس في حدود 0.05 إلكترون فولت للسليكون، و 0.01 إلكترون فولت للجرمانيوم. ويطلق على هذا النوع من البلورات بالبلورات السالبة أو (n-type).

بلمرة مستحثة بالإشعاع

Radiation - induced polymerization

هناك العديد من المركبات العضوية والتي يؤدي تعرضها للإشعاع إلى إكسابها صفات أفضل. ومن تلك المركبات البوليمرات (تستخدم كلمة بوليمر، لوصف الجزيئات الكبيرة التي تتكون من سلسلة أو شبكة من وحدات متكررة. وتكون البوليمرات إما طبيعية وإما صناعية، وأيضا عضوية أو غير عضوية) مثل البولي اثيلين والبولي فاينيل كلوريد والتي تكتسب مقاومة أكبر للحرارة وللتآكل الكيميائي وتكون أكثر صلابة. وتتكون المادة الأصلية من هذه المركبات من سلاسل طويلة ومتوازية من الجزيئات، ويباعد الإشعاع على ربطها عرضيا في عملية تسمى بالربط العرضي أو المقطعي. وقد أثبتت الدراسات الاقتصادية أن استخدام الإشعاع في صناعة الكوابل العازلة والمصنوعة من مادة البولي اثيلين في اليابان بالإضافة إلى جودته فإنه أقل تكلفة، حيث تكلف إنتاج المتر الواحد من المادة العازلة ٢,٦ دولار مقارنة بـ ٣,١٤ دولارات باستخدام الطرق الكيميائية.

بلوتونيوم

Plutonium

عنصر يتم إنتاجه بقذف عنصر اليورانيوم بالنيوترونات. ويقصد به عادة النظير الإنشطاري (بلوتونيوم-٢٣٩) حيث يتم إنتاجه في المفاعلات كما يمكن استخدامه كوقود في مفاعلات القوى العملاقة لتوليد الكهرباء وفي 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 الذي يصل نصف عمره إلى حوالي ٢٥ ألف سنة وترجع أهميته إلى شدة قابليته للانشطار تحت تأثير النيوترونات البطيئة بنسبة أكبر من اليورانيوم ٢٣٥ ولهذا السبب فإن البلوتونيوم ٢٣٩ يستخدم في صناعة الأسلحة النووية ويتم الحصول عليه في المفاعلات النووية بكميات كبيرة جدا. وذلك بقذف اليورانيوم ٢٣٨ بالنيوترونات.

بقاء الطاقة

Conservation of energy

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

بقاء المادة

Conservation of matter

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

(انظر مادة : طاقة الترابط).

Conservation of momentum بقاء كمية الحركة

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

Bohr , Niels

بور، نيلز (١٨٨٥ - ١٩٦٢)



نيلز بور (١٨٨٥ - ١٩٦٢)

ولد " بور " بكونينهاجن لأسرة متقدمة الذكاء، عرفت بشغفها الشديد بالعلم، وكان متفوقا و متميزا في علم الفيزياء، وهو لا يزال طالبا. وقد سافر "بور" بعد حصوله على الدكتوراه عام ١٩١١ ليعمل بانجلترا، فعمل أولا مع "العالم" جى. جى. طومسون" في معمل "كافنديش" بكامبريدج، وفي عام ١٩١٢ عمل مع "ارنست رادرفورد" في معمل بعض التجارب التي أدت إلى التوصل

إلى مفهوم جديد عن كنه الذرة. ووفقا لمفهوم العالم "رادرفورد"، 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 في فقدانها بعض الطاقة، وتتحرك حركة مغزلية بطيئة. في 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 في الذرة. باكتشاف العالم "ماكس بلانك" عام ١٩٠٠. وهو أن الطاقة ليست مستمرة، ولكن تأتي 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 في مدارات بعينها، كل منها يقابل مستوى مختلفا للطاقة. ويشع الإلكترون أو يمتص كمية معينة من الإشعاع - كمية من الطاقة - فقط. عندما يقفز بين مدارين، أو مستويين مختلفين للطاقة. وقد أثبت العالم " نيلز بور" أن تردد الإشعاع الممتص أو المشع. يقابل مقدار الاختلاف في 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" في علم الفيزياء لعام ١٩٢٢ عن اكتشافاته في مجال الذرة.

وفي عام ١٩٢٠ أقيم معهد لعلم الفيزياء بكونينهاجن خاصا به، وفيه بدأ ينظر إلى نواة الذرة. كقطرة من سائل، حيث تمتص الجسيمات عندما تقذف بالإلكترون. ثم تشع ثانية جسيمات أخرى. وفي حالة النوى الثقيلة. فإنه من المحتمل أن تنقسم النواة إلى جزئين. وفي عام ١٩٣٨ لاحظ الفيزيقيان الألمانيان "اوتوهان" و"فريتز ستراسمان" أن

وميكانيكا الكم، وهكذا يمكن في تصادم جسيمات جديدة عالية الاستطاعة جدا «خلق» جسيمات جديدة بدءا من الطاقة الأولية، وهذا يوضح علاقة أينشتاين الشهيرة $E = mc^2$ التي تربط الكتلة والطاقة بسرعة الضوء، c ففي هذا النوع من التفاعلات، ليس ما يحفظ هو الكتلة، بل الطاقة.

البوزون Z ثقيل جدا فهو أثقل بـ ١٠٠ مرة من البروتون وينبغى «لصنعه» في خلال تصادم إلكترون - بوزترون («حادثة» تحدث في الياقوت العادي) تزويد الحزم بطاقة تساوى على الأقل ما يكافئ كتلة Z ، فإن أحكمت طاقة المعجل على هذه الكتلة تولدت البوزونات Z التي يمكن دراسة خواصها بنواتج تفككها.

وفي الواقع، البوزون Z غير مستقر ويعيش هنيهة صغيرة جدا، والمادة العادية التي تركيب منها مكونة من نوى وإلكترونات مستقرة وبالمقابل فإن معظم الجسيمات التي تنتج في المختبرات أو التي تولدها الأشعة الكونية تتفكك وديمومتها متباينة كثيرا، ففي حالة البوزون Z إنه مرتبة 10^{-24} ثانية ومن الواضح أن هذا الزمن غير مقيس: ففي سلم مقاييسنا سرعان ما يتفكك البوزون Z منتجا زوجا من اللبتونات أو زوجا من كوارك - مضاد كوارك. إن اللبتونات (الإلكترونات، الميونات والتاوتات) سهلة الكشف، أما الكواركات فلا تلاحظ في الحالة الحرة، فهي تتخفى في دفق الجسيمات. إن الديمومة القصيرة جدا للجسيمات، Z و W تجعل كتلتها غير معينة تماما فالجسيم غير المستقر يتصف بكتلة «وسطي» و «عرض في الكتلة» مرتبط عمره بعلاقة هايزنبرج الشهيرة. فالبوزون Z ، الذي كتلته $91.19 \text{ GeV}/c^2$ ، يتصف بعرض في الكتلة قدره $2.49 \text{ GeV}/c^2$ وهذا العرض يؤثر بخاصة في 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 في كتلته. أضف إلى ذلك أن هذا التجاوب حاد جدا لأن وجود البوزون Z يضاعف احتمال تفاعل الإلكترونات والبوزيتونات ٤٠٠٠ مرة، إذا فإنتاج البوزونات Z أسهل نسبيا.. وفعلا فإن إنتاج الجسيمات الأولية وتفككها يخضعان إلى ميكانيكا الكم الذي لا يفصح إلا عن احتمالات التفاعلات. (انظر: القوى النووية الضعيفة).

بوزون هيكرز Higgs boson

يعتقد أن هذا البوزون هو الذي يعطى الجسيمات كتلتها، ويكسر التناظر بين التفاعل الكهرومغناطيسي والتفاعل الضعيف. ولا تعرف كتلة بوزون هيكرز هذا، ولكن يعتقد أنها قريبة من مائة جيجا إلكترون فولت، وأنها حتما أكبر من ٦٠ ج أ. ف. وإذا كان بوزون هيكرز أثقل من ضعف كتلة البوزون المتوسط الشعاعي. الذي كتلته قريبة من ٨٠ ج أ. ف. والذي يكون موجب الشحنة، أو سالبها، أو عديمها.

اليورانيوم ينقسم فعلا بهذه الطريقة. وقد أطلقت زميلة له وهي «ليز ميثز» وابن أخيها «أوتوفريش» على تلك العملية اسم انشطار. واستنتجت أيضا أن كمية من الطاقة سوف تنطلق. وقد تلقى بور هذا التطور عام ١٩٣٩، وأثناء وجوده بمدينة «برينستون» بالولايات المتحدة مع «جون ا. هويلر» قام بعمل حساباته التي تؤكد أن النظير: يورانيوم ٢٣٥ هو الذي 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 في التمهيد لصنع القنبلة الذرية، في الوقت الذي سعى فيه للتحكم في مثل هذه القوة الهائلة المدمرة.

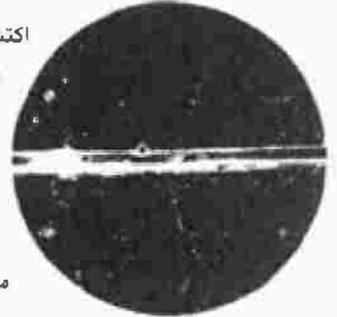
وقد أيد سياسة الانفتاح، التي تقضى بألا تحتفظ دولة واحدة بالتقدم سرا دون غيرها من الدول. وبعد الحرب عاد بور إلى كوبنهاجن عام ١٩٥٠ وساهم في تكوين المركز الأوربي للأبحاث النووية، وفي عام ١٩٥٧ منح «بور» الجائزة الأولى عن: الذرة من أجل السلام.

Positron

بوزيترون

هي إلكترونات موجبة، عندما تصطدم تحت ظروف خاصة مع الإلكترونات يختفى إلكترونين وينبعث فوتونان. وهذه العملية يطلق عليها «إندثار» (فناء) الإلكترون والفوتونات التي تنبعث تسمى الإشعاع الفاني.

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.



Positronium

بوزترونيوم

جسيم يتكون من بوزترون وإلكترون يدور أحدهما حول الآخر لفترة وجيزة جدا تسبق تلاشيها معا وظهور كمية طاقة تساوي ١٠٢٢ ميجا إلكترون فولت.

Boson

بوزون

جسيم كمية حركته الزاوية h حيث n عدد صحيح أو صفر. h ثابت بلانك. ويخضع البوزون لقانون بوز - أينشتاين الإحصائي.

Boson Z

البوزون زد

تصف فيزياء الجسيمات الأولية عالم ما تحت النوى الميكروسكوبي. الذي يخضع لقوانين نظرية النسبية الخاصة

بتحويله إلى جزيئات مشحونة عن طريق التفريغ لشديد للغاز الموجود في 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 يودى 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 الايدرودينامية المغنطيسية، والمنابع البلازمية للطاقة الكهربائية) (انظر مواد: الإندماج النووى، الدورة الكربونية)

بلاكيت، باتريك (١٨٩٧-١٩٧٤) Blackett, Patrick

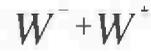


باتريك بلاكيت
(١٨٩٧ - ١٩٧٤)

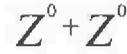
ولد باتريك بلاكيت فى مدينة لندن فى ١٨ نوفمبر ١٨٩٧ وتعلم فى الكلية الحربية البحرية وعين ضابطا بعد تخرجه عام ١٩١٤، ثم التحق بجامعة كامبردج عام ١٩١٩ وتخرج بامتياز فى الفيزياء عام ١٩٢١ ثم عمل مع ارنست رذرفورد بمعمل كافندش. أجرى بحثا مع زميله العالم الإنجليزي الكهالينى وهى خاصة بتطوير غرفة

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 أنوية ذرات النيتروجين وتحولها إلى أنوية 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 ما يؤكد صحة نظرية اينشتين فى إثبات تحول الطاقة إلى مادة. لقد كان للعالم الإنجليزي بحوث هامة أهلته للحصول على 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.

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



بوزون هيكلز ← أو



والبوزون المتوسط الشعاعى الحيدارى Z^0 يتفكك إلى ميونين:



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 سلام 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 هيكلز.

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 وبيرى كورى عام ١٨٩٨ وأطلقت عليه مارى هذا الاسم نسبة إلى بلدها بولندا، وله خواص البيزموث، ويستخدم كمصدر لإنتاج أشعة الفا حيث يتحلل إلى عنصر الرصاص Lead مصدرا أشعة الفا. وللنظير (PO^{210}) عمر نصف 138 يوم.

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 بتأين الغاز العادى. أى

بلانك، ماكس (١٨٥٨ – ١٩٤٧)

Plank , Max



ماكس بلانك

(١٨٥٨ – ١٩٤٧)

يعرف " ماكس بلانك " بأنه صاحب " النظرية الكمية للإشعاع الكهرومغناطيسي " وقد عرضها أول مرة، في اجتماع للجمعية الفيزيائية الألمانية عقد في ديسمبر عام ١٩٠٠.

ولد "ماكس بلانك" في مدينة "كيل" الألمانية عام ١٨٥٨، ثم انتقل مع عائلته إلى "ميونخ"، حيث التحق بمدارسها، ثم درس بجامعةها، وبعد

فترة رحل إلى جامعة "برلين"، كي يتلمذ على يد كبار علماء الفيزياء في عصره، أمثال "هيرمان فون هيلمهولتز"، "جوستاف كيرشوف". وقد اهتم "بلانك"، طوال حياته الحافلة، اهتماما خاصا بالحرارة، التي تعرف حاليا باسم الديناميكا الحرارية، حتى أنه تقدم لنيل درجة الدكتوراه. برسالة وأبحاث تدور جميعا حول هذا الموضوع. وكان من نتيجة ذلك، أن أصبح استادا في جامعة "برلين". وعلى النقيض من معظم العلماء، لم يبرز التفكير العلمي، الذي ينسب بالفخر إلى صاحبه "بلانك"، في رأس هذا العالم، إلا بعد أن تقدم به العمر، وبلغ ٤٢ عاما. ويتمثل هذا التفكير العلمي، في توصله إلى اكتشاف النظرية الكمية للطاقة، التي نال عنها جائزة "نوبل" عام ١٩١٨. وكان بلانك أول من تحقق من حتمية وجود الطاقة التي نحملها جميع الموجات الكهرومغناطيسية (مثل الضوء، أو الحرارة، أو موجات ايراديو) 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 التي سبق أن لفظها "نيوتن".

وبالرغم من الانقلاب الذي حققه " بلانك " بنظريته الكمية على فيزيقا " نيوتن " التقليدية، إلا أنه ظل يعاني طيلة حياته بالشعور بالأسف العميق على التصدع الذي كان يعتقد أن نظريته قد أحدثته في علم الفيزياء. وحتى وفاته - قد اقترب عمره من التسعين - ناوم على الجهاد للتوفيق بين الفيزيكا التقليدية التي آمن بها وقام على تدريسها. وبين الفيزيكا الحديثة التي أرسى قواعدها.

بلاوشير

Plowshare

برنامج وضعته لجنة الطاقة الذرية الأمريكية للبحث والتطوير في 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 ٤:٢ .

البوزجاني، محمد (٢٢٨-٢٢٨هـ) (١٩٣٩-١٩٩٨م)

Bosgani, Mohamed

هو محمد بن محمد بن يحيى بن إسماعيل بن عباس البوزجاني، وكنيته أبو الوفا. ولد بمدينة بوزجان وتوفي ببغداد عن عمر بلغ ستين عاما.

درس الرياضيات على عمه المغازلي، وخاله ابن عتبية، وأخذ الهندسة عن الساوردي، وابن كرنيب، ثم رحل إلى بغداد وتابع دراسته لعلوم الرياضات والفلك. وفي عام ٣٧٧ هـ صار من أعضاء مرصد شرف الدولة البويهية.

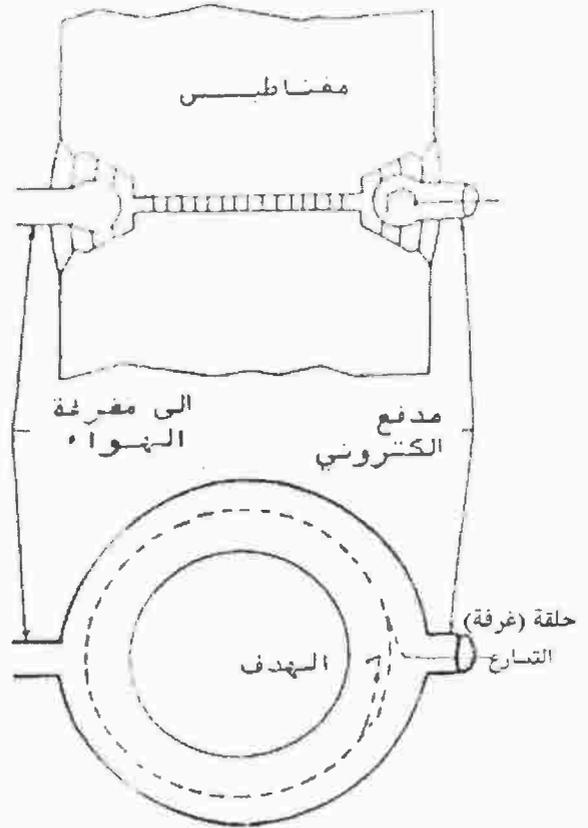
ويعد البوزجاني أول من وضع النسبة المثلثية، أو الظل. في الهندسة المستوية واستخدمها في حل المسائل الرياضية. وحل البوزجاني معادلتين جبريتين حلا هندسيا، واستطاع أن يجد حلولا جديدة تتعلق بالقطع المكافئ. وكان البوزجان من الذين مهدوا لعلماء أوروبا ليتقدموا بالهندسة التحليلية خطوات قادتهم إلى حساب التفاضل والتكامل. نجح في كشف بعض العلاقات بين الجيب والمماس والقاطع، ونظائرهما الهندسية، وهو الذي اكتشف في 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 ٣٠ دقيقة بدقة تامة، وحتى الرقم الثامن من الكسر العشري. كذلك ابتكر البوزجاني طرقا في كيفية الرسم باستخدام بعض آلات الرسم، مما يحتاج إليه الصانع في أعمال الهندسة. مثل رسم المثلثات داخل المربعات، والمربعات داخل المخمسات... ومعظمها طرق مازالت تدرس في العالم إلى الآن. واكتشف البوزجاني قبل العالم " تيخوبراهي " الدانمركي معادلة ثلاثية تتضح بموجبها مواقع القمر. وهي معادلة ادعاها هذا العالم الدانمركي لنفسه. ترك البوزجاني مؤلفات عديدة ففي علم الرياضات مثل: " الأرثماطيقى " أي الحساب. " في تركيب أداة الوفاق في المربعات"، " والمدخل الحفظي في الارثماطيقى في الحساب"، و "رسالة في النسب والتعريفات" و " حساب المثلثات".

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

بياترون

Betatron

معجل حثي للإلكترونات تتخذ الإلكترونات فيه مدارا دائريا ثابتا بفعل مجال مغنطيسي، ويعمل الفيض المغنطيسي المتغير على إمداد الإلكترونات بالقوة الدافعة الكهربائية المعجلة. وهذا الجهاز لا يضم مجالا كهربائيا عالي التردد إنما يستغل فيه كون المجال المغنطيسي H المتغير يخلق مجالا كهربائيا E يحث هو نفسه مجالا مغنطيسيا H يميل إلى مقاومة تغير H، ومنطقة التعجيل على هيئة حلقة موضوعة بين قطبي مغنطيسي كهربائي والتشكيل الجانبي للقطين يضمن استقرار مسار الجسيم المكهرب ويناسب هذه الجهاز بشكل خاص تعجيل إلكترونات وهي تقذف داخل البياترون بطاقة مقدارها ٦٠ كيلو إلكترون فولت على الدار الذي ينبغي أن تقطعه والذي تعجل عليه بواسطة المجال الكهربائي المحث واصطدامها بهدف يصحبه ظهور أشعة جاما عالية الطاقة يمكن استخدامها في نفس الوقت مع الجسيمات المادية لتحطيم النوى (التفاعلات الضوئية النووية).



رسم تخطيطي لمعجل البياترون

بيته، هانز

Bethe, Hans

ولد العالم هانز بيته في مدينة ستراسبورج بألمانيا في ٢ يوليو ١٩٠٦. درس في جامعات فرانكفورت وميونخ. ثم درس الطبيعة النظرية في ميونيخ وتوبنجن في الفترة ١٩٣٠-١٩٣٣، عمل مع إرنست رذرفورد. في عام ١٩٣٨ نشر هانز بيته جزءاً من النظرية التي سببت له شهرة كبيرة. وهي التي تتعلق بدراسة مصدر طاقة

الشمس والنجوم. حيث بينت أبحاثه أن الطاقة الشمسية تنبع في ست خطوات متتالية من التفاعلات النووية الحرارية. وهي تعرف بدورة الكربون نظراً لأن الكربون والنيوتروجين 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. وفي أثناء الحرب العالمية الثانية عمل "بيته" رئيساً لقسم الطبيعة النظرية بمعمل لوس الاموس التابع لمشروع مانهاتن الذي توصل إلى تصنيع القنبلة الذرية. وفي عام ١٩٥٨ عمل مستشاراً علمياً في المجالات النووية بمدينة جنيف، وفي عام ١٩٦١ حصل على جائزة انريكو فيرمي من لجنة الطاقة الذرية. وفي عام ١٩٦٧ نال جائزة نوبل في الفيزياء لبحوثه في مجال طاقة الشمس والنجوم.



Bevatron

بيفاترون

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

بيكرل، هنري (١٨٥٢-١٩٠٨)



هنري بيكريل
(١٨٥٢ - ١٩٠٨)

ولد "بيكرل" في باريس في عائلة عرفت بالبحث العلمي والإبتكار. ودرس في "مدرسة العلوم التطبيقية" الهندسة، والتحق عام ١٨٧٤ بمدرسة الجسور والكباري، ليصبح في عام ١٨٧٨ مساعداً في "متحف التاريخ الطبيعي". منح درجة الدكتوراه عام ١٨٨٨ عن رسالة قدمها حول امتصاص البلورات للضوء.

أول من اكتشف النشاط الإشعاعي عام ١٨٩٧ عندما وجد أن أحد خامات اليورانيوم (٩٢) يعطي إشعاعاً غير مرئي يؤثر على الألواح الفوتوغرافية بصورة ضبابية تكونت على لوح فوتوغرافي ترك لأيام قليلة تحت بعض أملاح اليورانيوم في الدرج. في فبراير ١٨٩٦.



أول دليل لبيكريل على ظاهرة النشاط الإشعاعي. صورة ضبابية تكونت على لوح فوتوغرافي ترك لأيام قليلة تحت بعض أملاح اليورانيوم في الدرج. في فبراير ١٨٩٦.

Bitumen

البيتومين (الجار، للنفائات)

يتألف القار، من الناحية الكيميائية؛ من خليط مركب من الهيدروكربونات (مركبات من الكربون والهيدروجين)، حيث يستمد معظم الإنتاج العالمي 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 التي يوجد بها في الطبيعة طوال آلاف السنين كمادة لاصقة تمنع نفاذ الماء، تتميز بانخفاض ثمنها، وهي ميزة تتيح استخدام القار في العديد من الاستخدامات المتنوعة. ويستخدم البيتومين كمادة لاصقة قى تثبيت وشل فاعلية (immobilization) النفائات النووية منخفضة ومتوسطة المستوى الإشعاعي.

Radiobiology

بيولوجيا إشعاعية

فرع من البيولوجيا يبحث فيه عن تأثيرات الإشعاع في 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 في المادة والطاقة في الكائنات والتغيرات في الجينات.

Beyonis Eyris, accident

بيونس ايرس، حادثة

حدث عام ١٩٨٣ في التشكيل الحرج critical assembly RA-2 في بيونس ايرس بالأرجنتين - حدث انفجار نتيجة لعدم اتباع قواعد الأمان خلال خطوات تعديل قلب التشكيل الحرج نتج عنها وفاة مسئول التشغيل والذي كان يبعد حوالي 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 الدولي للوقائع النووية)

الضوئية. أثناء الدراسات لتى كان يجربها 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 الألماني "رونجن"، ولم تكن هناك أية ظروف غير عادية، فيما خلا وجود اللقافة 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. لا بد 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، ورتزفورد، 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 ومارى كورى" فى الفيزياء تقديرا لجهودهم وأبحاثهم الجليلية فى مجال الفاعلية الإشعاعية. كما أصبح 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.

Becquerel (Bq)

بيكرل

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

(ت)

التأثيرات احمرار الجلد والحروق الإشعاعية والمرض الإشعاعي وفقد المناعة الناتج عن استنزاف كرات الدم البيضاء....

تأثيرات ذاتية للإشعاع

Somatic effect of radiation

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

Stochastic Effects التأثيرات غير العتبية

وهي التأثيرات التي لا يوجد لها حدا من التعرض الإشعاعي، بمعنى أنه يمكن لأصغر جرعة إشعاعية من الناحية النظرية أن تحدث هذه التأثيرات التي قد تكون جسمية مثل مرض السرطان أو وراثية مثل التشوهات التي 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.

Carbon dating تأريخ كاربوني

فى عام ١٩٤٧ توصل عالم الكيمياء الأمريكى "ولارد لىبى" 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 التي ماتت منذ عشرات الآلاف من السنين. ولقد بين " لىبى " 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 التي 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 " لىبى " 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

Corrosion

تاكل

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

Stress corrosion

تاكل إجهادى

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

Coffin

تابوت

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

Radiation effects

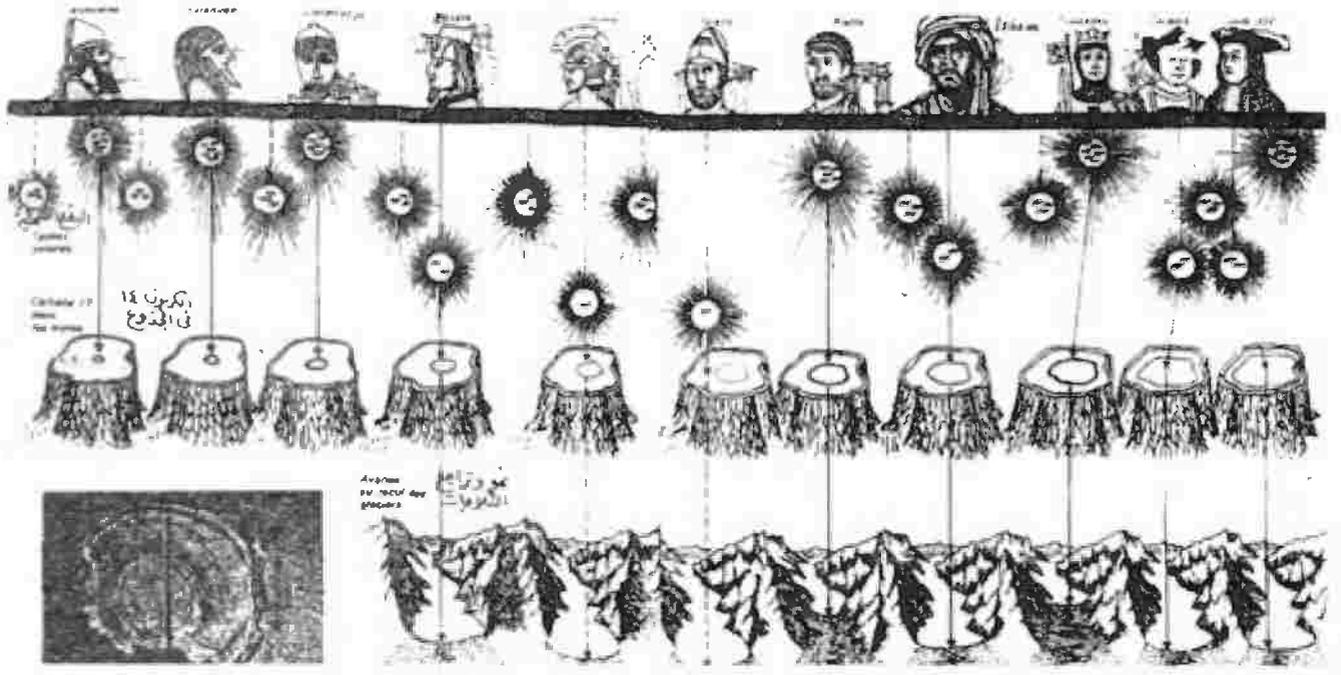
تأثيرات الإشعاع

يمكن إجمال التأثيرات التي 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 يؤدي إلى تحطيم الرابطة الجزيئية وكسر الأواصر الكيميائية، وهناك التأثير البيوكيميائى وما يسببه من تأثير حرارى وحروق. ثالثا : التأثيرات الفيزيائية وتشمل: التأثير الحرارى حيث ترتفع درجة حرارة المادة المتصلة للإشعاع، والتأثير الفوسفورى، حيث تطلق المادة ضوءاً مرئياً عند تعرضها للإشعاع، والتأثير على الأفلام الفوتوغرافية حيث يظهر اللوح الفوتوغرافى أسود بعد تعريضه للإشعاع وتحميضه وتثبيتته، وتأثيرات فيزيائية أخرى كتغير اللون أو ازدياد معامل التوصيل الكهربائى. رابعا: تأثيرات ميكانيكية وميتالورجية مثل زيادة الصلابة والإجهاد والتغير فى التركيب البلورى للمادة. خامسا: التحولات النووية: عندما تتحول نوى ذرات المادة المعرضة للإشعاع المناسب إلى عناصر أخرى بواسطة التفاعلات النووية.

Deterministic Effects التأثيرات الحتمية العتبية

وهي التأثيرات التي تتولد فى الشخص المعرض للإشعاع عندما تصل الجرعة الإشعاعية حدا معيناً يطلق عليه اسم العتبية . ومن هذه



التأريخ الكربوني

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

نتاج كل عملية زوجًا من حوامل الشحنة (إلكترون - أيون). ويمكن للأيونات أن تتكون من الذرات بعدة طرق ، فمثلا بالتفاعل الكيميائي ، أو بالتسخين ، أو بالإشعاع (أشعة اكس ، أشعة جاما ، وهكذا) أو بالتصادم. وهذا التفاعل (التأين) هو الأساس في عمل الكواشف كلها وخاصة الكواشف من أنصاف النواقل والكواشف الغازية.

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

تأثيرات وراثية للإشعاع

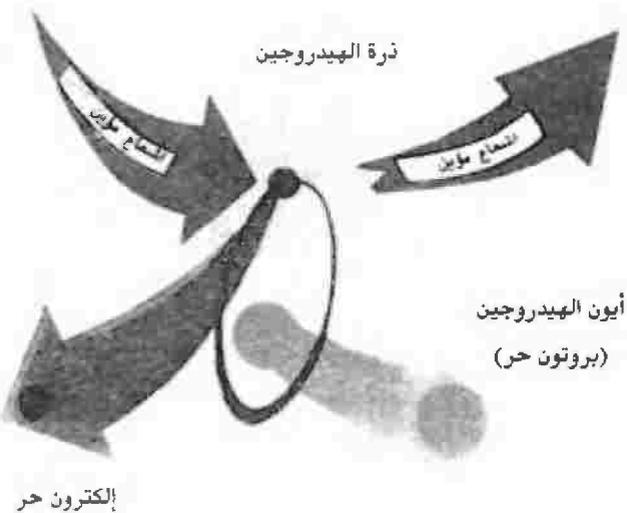
Herditary effects of radiation

هي التأثيرات العشوائية التي تحدث في ذرية الشخص المتعرض للإشعاع. وتنقسم الآثار الوراثية إلى مجموعتين رئيسيتين، تحدث الأولى نتيجة وقوع خلل في الكروموسومات يتمثل في حدوث تغيير في عددها أو تغيير في تركيبها. أما المجموعة الثانية فتنتج عن حدوث طفرات في الموروثات ذاتها. وهناك صعوبة في دراسة الآثار الوراثية للإشعاع وذلك بسبب ضآلة المعلومات المتوفرة عن التلف الوراثي، 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.

Ionization

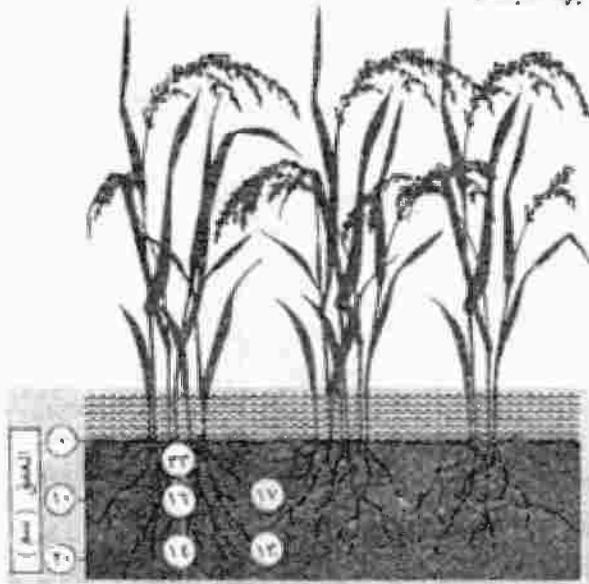
تأين

التأين هو العملية التي تجعل ذرة متعادلة كهربائيا تتخلى عن إلكترون أو أكثر من الإلكترونات المحيطة بالنواة ، ومن ثم يكون



كيفية حدوث عملية التأين

وذلك بخلط نظير مشع مثل الفوسفور (فو-٣٢) مع الأسمدة وإضافته للتربة، ثم تحديد كمية الفوسفور المتص في النبات (وقد يتم ذلك عن طريق الرش على الأوراق). وبذلك أمكن للعلماء تحديد كميات الأسمدة الضرورية للنبات وكذلك دراسة عمليات البناء والتمثيل الضوئي ونمو الجذور وغيرها من العمليات، كما أفاد كثيرا في ترشيد استخدام الأسمدة وتعميق فهم العمليات الفسيولوجية التي يقوم بها النبات.



تحديد كمية الفوسفور ٣٢ المتص في النبات

تحديد الكثافة Density gauging

تستخدم مقاييس تحديد الكثافة في القياس والتحكم المستمر بكثافة المادة المتدفقة أو بالنسبة المثوية للتغذية بالمواد على خطوط الإنتاج أو بكمية المواد التي 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 العالي والتحكم بتدفقها. ويتواجد أنواع عديدة من مقاييس تحديد الكثافة منها من يستخدم منبع أشعة جاما ومنها من يستخدم منبع نيوترونات ومنها ما يستخدمها معا. وفي المقاييس التي 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 توأجه. ومن المقاييس ما يعتمد على الاستفادة من البعثة العكسية لأشعة جاما الصادرة عن منبع مشع ذى طاقة عالية (كوبلت ٦٠، ١.٣ مليون إلكترون فلت)، حيث تعد كثافة هذه الأشعة المنعكسة أو المتبعثة هي قياس لكثافة ولمسامية هذا الوسط ومن ذلك نموذج يستخدم في قياس كثافة سطح التربة ونموذج آخر يستخدم في قياس وتحديد الكثافة

Specific Ionization

تأين نوعى

يطلق على عدد الأزواج الأيونية التي تتولد في وحدة الأطوال من مسار جسيمات مؤينة في المادة.

وقد وجد أن هذا المقدار يزداد بزيادة شحنة الجسيمات وكتلتها، إذا نجد أن جسيم ألفا ذا طاقة تبلغ ميجا إلكترون فلت يُكوّن 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 في المقدار: $W = dE/dN$ وهو متوسط فقد الطاقة لتكوين زوج أيونى. (انظر مادة : قدرة الإيقاف)

Justification

تبرير الممارسة

على طالب الترخيص المكاني أن يقدم إلى الجهة المسؤولة 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 التي تخسرها نتيجة تدريب وإعداد الأفراد ثم وفاتهم وعدم الاستفادة منهم.

Assemlly

تجميعية

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

Gauging

تحديد

قياس سمك، أو كثافة، أو كمية 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 سمدى معين

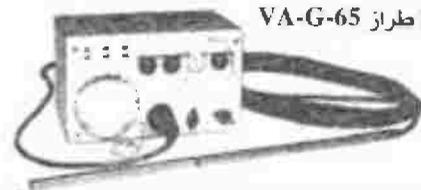
للتحكم الأتوماتي، على ٦ سمات أساسية: المادة، والعمليّة، وأداة الاستشعار، وأداة الخرج، والبرنامج العام، وعقل الإنسان إلى. وترتبط هذه السمات الأساسية بحالة الترموستات على النحو التالي: تمثل الكهرباء أو الإمداد بالغاز: المادة، ويمثل الخرج الحراري: العمليّة؛ ويمكن أن تتخذ أداة الاستشعار، أحد صور النبايط 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 إلى، هو الوصلة بين مقبض التحكم، وأداة الخرج، وبين أداة الاستشعار.

وهناك ثلاثة أنواع متميزة من الأتمتة (التحكم الأتوماتي): أتمتة أمر، وأتمتة بالتغذية الأمامية، وأتمتة بالتغذية المرتدة. ففي الأتمتة الأمر، لا يكون لأدوات الاستشعار أى تأثير على قدرة إصدار أوامر لعقل الإنسان إلى. 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 إلى، وتقع معظم مكينات التشغيل الأتوماتي بالعدد، فى نطاق هذا القطاع. أما الأتمتة بالتغذية الأمامية، وهى الشكل الثانى لعمليات الأتمتة، يتم استشعار المعلومات المطلوبة من المواد الداخلة، مع ضبط العمليّة التالية، بحيث تأخذ التغيرات الحادثة فى هذه المعلومات فى حساباتها. وتعتمد كثير من العمليات الصناعية

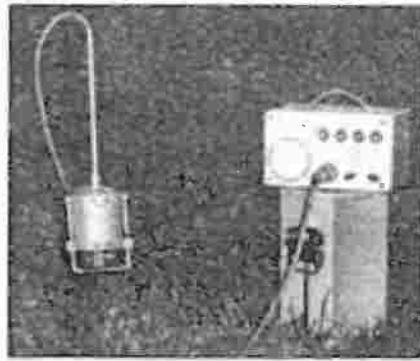


حجرة التحكم الآلى لأحد المفاعلات النووية

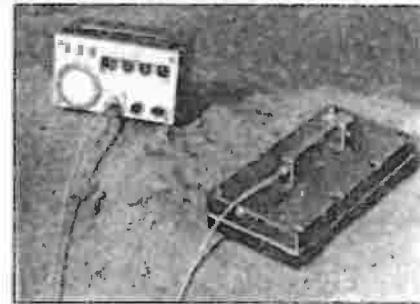
تحت سطح التربة بإدخال المنبع المشع والكاشف فى عمق التربة. وفى حالة المقياس التى تستخدم منبع نيوترونات توضع المادة المراد اختبارها بين منبع نيوترونات مصدر للنيوترونات السريعة وذات طاقة عالية، وبين كاشف نيوترونات، وباصطدام النيوترونات مع ذرات العناصر الخفيفة للمادة، تمتص طاقتها وتتحول إلى نيوترونات حرارية (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 ٢٠,٠٠٠ سم. ويبلغ الحد الأقصى لنشاط مصدر الإشعاع حوالى ١٠ مليون كورى (كوبلت ٦٠).



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

مقاييس تحديد الكثافة

تحكم (آلى) أوتوماتيكي Automatic control

يمكن تعريف التحكم الأتوماتي - أو الأتمتة - بأنه تكتيك استبدال الإشراف البشرى بالإشراف بالروبوت (الإنسان إلى). وهناك أربعة مجالات رئيسية متميزة يتطور التحكم الأتوماتي خلالها بمعدل سريع: إنتاج وتصنيع المواد الخام، وهندسة وتشكيل الأجزاء الصناعية، وعمليات التوزيع والاتصالات، والمجالات 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 عمليّة أوتوماتية تتسم بالكفاءة. وإمكانية التمويل عليها، محل التحكم والإشراف من جانب العنصر البشرى. وبوجه عام. يعتمد أى نظام

Activation

تنشيط

عملية جعل مادة ما مشعة برمجها بالنيوترونات أو البروتونات أو الجسيمات النووية الأخرى، وتسمى أيضا عملية تنشيط إشعاعي. (انظر: التحليل بالتنشيط الإشعاعي)

Activation analysis

تحليل بالتنشيط

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

التحليل بالتنشيط النيوتروني

Neutron activation analysis

تعتبر تقنية التحليل بالتنشيط النيوتروني من الطرق التحليلية الحساسة واللاتخریبية، حيث يستخدم التنشيط النيوتروني لأغراض التحليل الكيفي والكمي لتحديد التركيب العنصري لـ مختلف أنواع العينات وتركيزات صغيرة جدا (أ.ث). تعتمد تقنية التحليل بالتنشيط النيوتروني على إحداث تفاعلات نووية في نيوكليدات العينة التي تتحول إلى نيوكليدات مشعة والتي تعرف من أشعة جاما المنبعثة عنها وهكذا يتم التحليل الكيفي من معرفة هذه النيوكليدات المشعة وبالتالي معرفة العناصر المؤدية إلى تشكلها، كما يتم التحليل الكمي لهذه العناصر من معرفة شدة نشاطها الإشعاعي ومعدل تشكلها.

Spectroscopic analysis

التحليل الطيفي

ترتبط طرق التحليل الطيفي للذرات بالانتقالات الإلكترونية بين مستويات الطاقة في أغلفة التكافؤ ومستويات الطاقة الأعلى في الذرات، نتيجة لامتناس أو امتصاص الطاقة. ويشمل التحليل الطيفي للذرات ثلاث طرق هي: الامتناس الذري، الانبعاث الذري، والانبعاث الفلوروسنسي.

Electrolysis

تحليل بالكهرباء

حدوث تحلل أو تغير كيميائي بمرور التيار الكهربي في المحلول، وذلك وفق قانوني فراداي. حيث ينص القانون الأول، على أن كمية المادة التي تنفصل من أي محلول تتوقف فقط على مجموع الشحنت المارة خلال الدائرة. كما ينص القانون الثاني، على أن الكتلة المنفصلة نتيجة لمرور شحنة كهربية تتناسب مع المكافئ الكيميائي (الوزن الذري/ تكافؤ العنصر).

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

Beta-decay

تحلل بيتا

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

Gamma γ - Decay

تحلل جاما

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

Radiolysis

تحليل إشعاعي

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

Radon breath analysis

تحليل التنفس الرادوني

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

Calcination, waste

تحميص (النفائيات)

عملية تستلزم تبخير محلول النفائيات لدرجة جفاف مناسبة وعندئذ يسخن المتبقي بشدة في الهواء لإنتاج أكاسيد من المكونات المعدنية.

تحليل المنسوب المنخفض

Low-level analysis (Low –level counting)

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

تحليل مخاطر الحوادث Accident risk analysis

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

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

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 في الولايات المتحدة الأمريكية هو ١٥ مليون حادثة في السنة. وإن هناك حادثة قاتلة من كل ٣٠٠ حادثة. فعندئذ تكون المخاطر الاجتماعية:

$$\text{الخطر} = 15 \cdot 10^6 \text{ (حادثة / السنة) } \cdot (300 \text{ حادثة} / \text{وفاة} / \text{حادثة}) = 50000 \text{ وفاة / السنة.}$$

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

وتحديد عواقب الحادثة الذي يؤدي إلى تسربات متعددة يتم اختصاره في مخطط يطلق عليه " شجرة الحدث " وهو المخطط الذي يتكون من التفريعات المختلفة للعواقب المتوقعة للحوادث.

تحويل اليورانيوم Conversion

أحد مراحل دورة الوقود النووي، حيث يتم فيها تحويل اليورانيوم المخضب إلى الصورة الكيميائية التي سيدخل بها إلى المفاعل لكي يتحمل تأثير الإشعاع، وفي نفس الوقت يسهل تشكيله. وقد وجد أن أفضل صورة كيميائية هي شاني أكسيد

اليورانيوم UO₂، وهو مسحوق أسود يحتوي على ٨٨٪ يورانيوم وكثافته حوالي ١١ جم/سم^٣، ودرجة انصهاره ٢٨٠٠ درجة مئوية.

تحويلات لورنتس Lorentz transformation

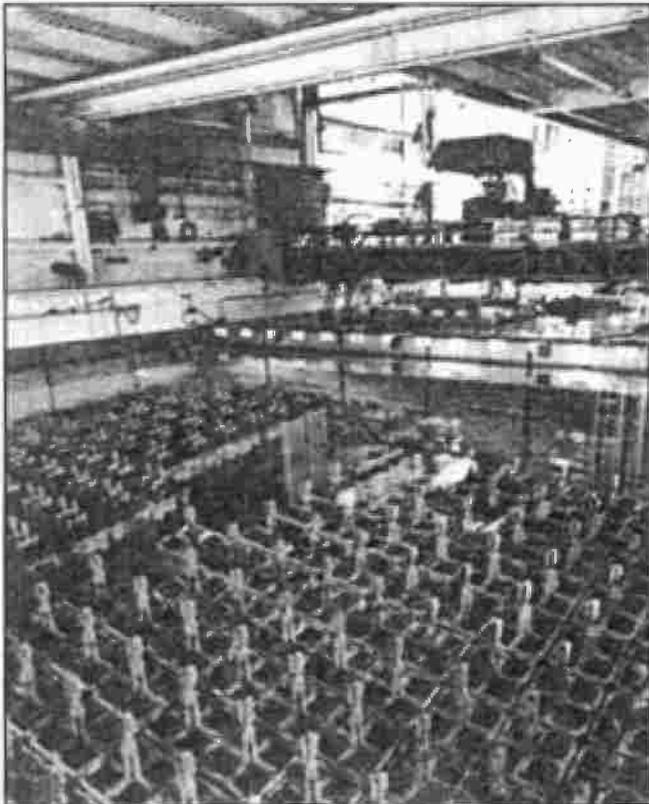
علاقات بين الإحداثيات المكانية والزمانية لحادث ما بالنسبة لمشاهد O وآخر متحرك O' بسرعة v:

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

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

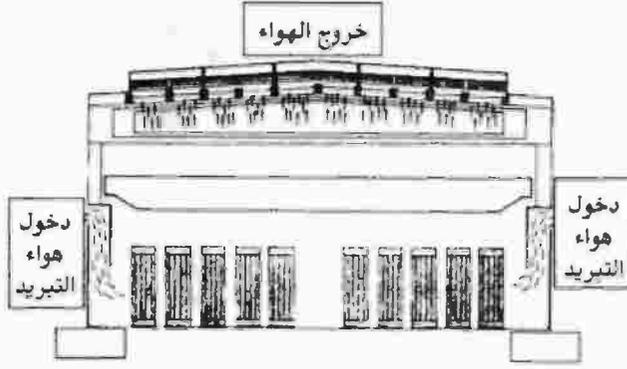
التخزين المرحلي للوقود المستنفذ Spent fuel storage

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



حوض تخزين مرحلي للوقود المستنفذ

ثانيهما: طريقة التخزين الجاف، وفيها يحفظ الوقود فسي تجهيزات هندسية خاصة (داخل أوعية خاصة للتخزين الجاف أو داخل نفس أوعية نقل الوقود) ويبرد بالهواء الذي 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 النهائي (للنفايات عالية الإشعاع)

Ultimate disposal

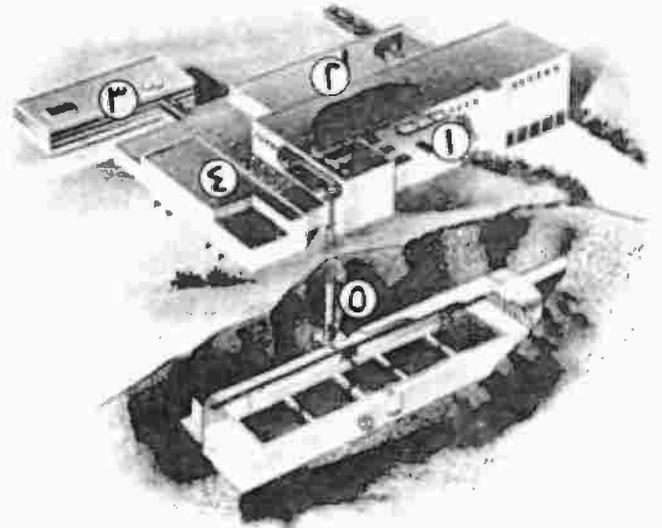
تهدف عملية التخزين النهائي للنفايات عالية الإشعاع إلى منع تسربها أو تسرب الإشعاعات الصادرة منها إلى الإنسان أو إلى طعامه وشرابه، وذلك لفترات زمنية طويلة. وقد وجد أن أكثر الطرق فاعلية من النواحي الاقتصادية والتكنولوجية والبيئية لتحقيق ذلك هو حفظ النفايات في صورة مركبات عديمة الذوبان في الماء داخل أوعية شديدة المقاومة للتآكل ثم دفنها في الأعماق الجيولوجية المستقرة التي 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- التي تعتبر أقوى أنواع الإشعاعات النووية قدرة على النفاذية- تمتص كاملة في سمك في حدود بضعة أمتار في مثل هذه التكوينات الجيولوجية. وعلى ذلك يبقى عاملا مهما في 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 والتي تمنع وصول الإشعاعات

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 الإشعاعي 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 المرحلي. وذلك تمهيدا للتعامل معه بإحدى الاستراتيجيتين: إما بمعالجته والاستفادة من المواد النافعة به، أو نقله إلى أماكن التخزين النهائية. ويدخل في تحديد هذه الاستراتيجيات الاعتبارات الاقتصادية والتكنولوجية والبيئية والسياسية. ويتم التخزين للوقود المستنفد في تجهيزات هندسية تعد وفقا لمعايير أمان صارمة بغرض حماية الإنسان والبيئة، ويتوافر في هذه التجهيزات وسيلة تبريد للوقود أثناء تخزينه. ويوجد في العالم حاليا طريقتان رئيسيتان للتخزين المؤقت للوقود المستنفد:

أولاهما: طريقة التخزين المائي وفيه يحفظ الوقود مغمورا في 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.

للتشغيل. والتدنية كعمارة يشمل إنقاص المصدر، إعادة التدوير، إعادة الاستخدام، والمعالجة المأخوذة في الاعتبار لمواد النفايات الثانوية وأيضا الأولية.
انظر: اختزال الحجم (النفايات)، تسكين (النفايات).

Interference

تداخل

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

Neutron flux

تدفق (فيض) نيوتروني

عدد النيوترونات التي تنفذ من وحدة المساحات في وحدة الزمن.

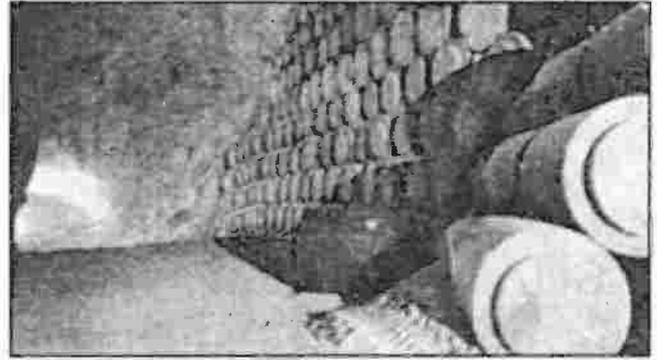
Transistors

الترانزستور

يتكون الترانزستور أو وصلة الترانزستور ثنائية القطب Bipolar junction transistor (BJT) من بلورة من السيليكون (أو الجرمانيوم) عبارة عن ثلاث طبقات. النوع الأول عبارة عن طبقة موجبة P موجودة بين طبقتين سالبتيين n، وفي هذه الحالة يطلق على الترانزستور (n-p-n). أما النوع الثاني فتكون فيه الطبقة السالبة n موجودة بين طبقتين موجبتين (p-n-p). وفي كتا الحالتين يكون سمك الطبقة الوسطى صغيرا جدا. وتعرف ثلاث الطبقات في الترانزستور بالباعث Emitter، والقاعدة Base، والجامع Collector.

فإذا وصل الترانزستور (n-p-n) بدائرة خارجية بحيث يكون التوصيل أماميا، أي 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 في

أوالمواد المتعة إلى الإنسان. وأهم هذه الحواجز: الحاجز الإشعاعي لأول، احتواء النفايات في صورة مركبات صلبة عديمة الذوبان في الماء. والحاجز الإشعاعي الثاني، أوعية حفظ النفايات. الحاجز الإشعاعي الثالث، مواد الحشو حول أوعية حفظ النفايات، الحاجز الإشعاعي الرابع، التكوينات الجيولوجية.



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



مخزن نفايات نووي طبيعي يرجع تاريخه ١٧٠٠ مليون عام بالجابون ولم يتسرب منه أي مواد مشعة ضارة بالإنسان أو البيئة.

Time lag

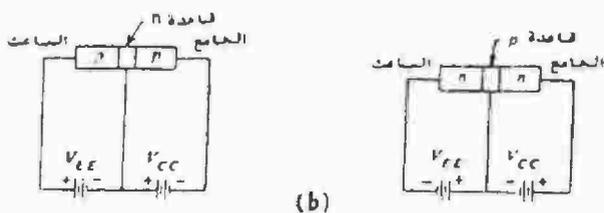
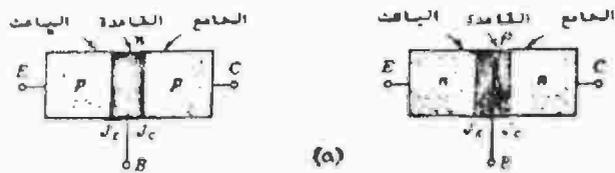
تخلف زمني

الفترة الزمنية التي تعضى بين وقوع الحدث وبين ظهور أثره.

Minimization, waste

تدنية (النفايات)

هو المفهوم الذي يتضمن اختزال النفايات من حيث الكمية والفاعلية إلى أقل مستوى معقول يمكن إنجازها. ومراعاة تدنية النفايات يبدأ من تصميم المنشأة النووية. وانتهاء بالوقف النهائي



الترانزستور

به الشخص، فإذا كان الاستخدام طبييا يجب توفير التأهيل المطلوب للاختصاص في هذا التخصص. وفي حالة الأبحاث العلمية يطبق عليه نفس الشروط الواجب توافرها عند الاستخدام الصناعي.

Siting Licence

الترخيص المكانى

تمنح الجهة المسؤولة 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.

Geometry

تركيب هندسى

التشكيل الفراغى للمركبات المكونة لتجربة أو جهاز ما، أو النموذج الذى ترتب طبقا له تلك المركبات، أو العلاقة القرعية 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 المثوية للإشعاع الذى يصل إلى الحجم الحساس من العداد بعد خروجه من العينة. (انظر: شبكة)

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 ألفا 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. وإزالة 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).

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 فوجود 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).

Tritium (H³)

تريتيوم

هو ثالث نظائر الهيدروجين وأثقلها، وهو نظير مشع له عمر نصف ١٢ و ٢٦ 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. ويحدث 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

تركيز المواد المشعة في الماء

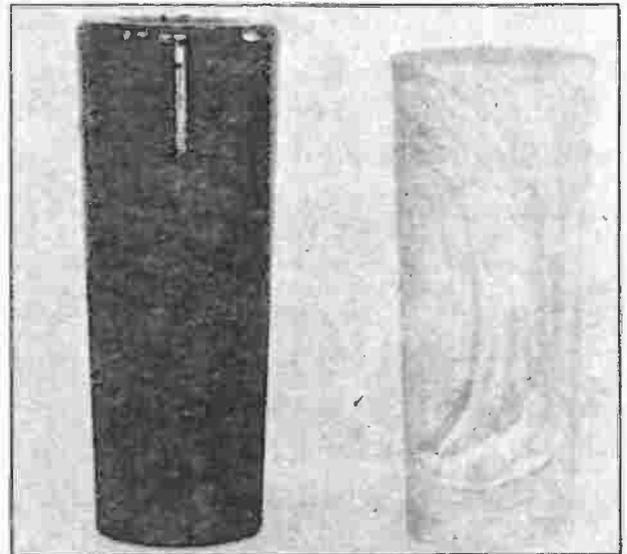
Water radioactivity content

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 في الماء عن حد معين يصبح الماء غير قابل للاستعمال أى الشرب.

وللهيدروجين نظائر ثلاث : الأول وهو العادى وبنواته بروتون واحد، والثانى وبنواته بروتون واحد ونيوترون 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 نيوترون ويطلق عليه التريوم، ويتميز عن النظيرين الآخرين بأن نواته غير مستقرة . أى أنه مشع والماء المتكون من اتحاد الهيدروجين ٣ مع الأوكسجين 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 لتر أو كورى لكل جرام.

ترجيح (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 قداماء المصريين استطاعوا عمل مشغولات زجاجية ملونة احتفظت بجميع خواصها وألوانها الطبيعية منذ أكثر من ٣٥٠٠ سنة وقاومت كافة عوامل التآكل. وفى حالة تخزين الوقود المستنفذ 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 كهربي).

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

تزييح (تزييت أو تشحيم) Lubrication

استخدام مادة تزييت أو تشحيم بين الأسطح الاحتكاكية لعناصر مكيئة 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 التزييح تكون فى الغالب سوائل لها خصائص للزوجية 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 عن 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 ببطة 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 النارية على الممارسة أقل حدة مما يلزم للترخيص.

متسلسلة Series

للتغلب على الصعوبات المرتبطة بعملية إجراء التكمال كان نيوتن وليبيتز يعبران عن الدالة الكاملة 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

Dispersion

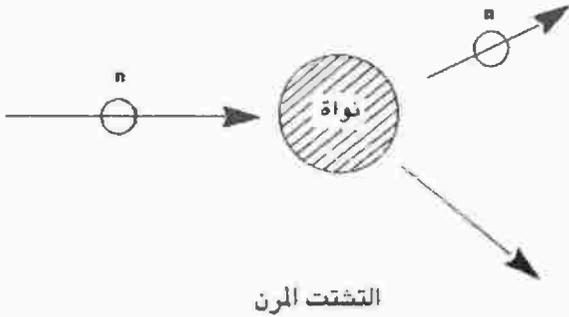
تشتت

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

Elastic Scattering

التشتت المرن

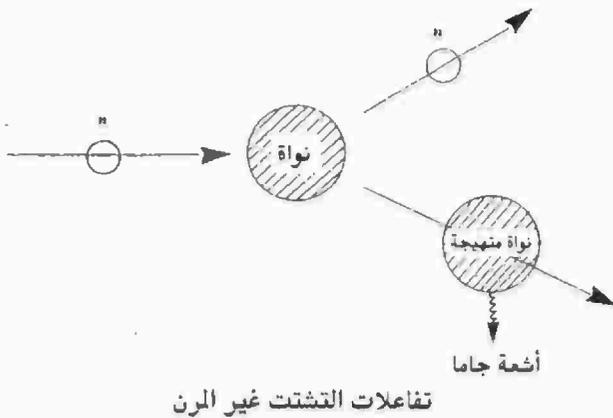
أحد تفاعلات النيوترونات مع المادة ، وفيه ينحرف النيوترون عن مساره فقط ولا يخسر من طاقته شيئا كما أن هذا النوع من التصادم لا يؤدي إلى أي تأثير في الذرة التي دخلت فيه.



Inelastic Scattering

التشتت غير المرن

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



Spallation

تشظي

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

قواعد الجبر، بدون فرض أى شرط، على المجاميع اللانهائية فمن الممكن أن تقع 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:

$$u_1, u_2, u_3, \dots, u_n, \dots \quad (1)$$

سنجمع هذه الأعداد حسب هذا الترتيب المعطى، فنحصل على متتابعة جديدة ... $s_1, s_2, s_3, \dots, s_n, \dots$ حيث:

$$s_1 = u_1,$$

$$s_2 = u_1 + u_2,$$

$$s_3 = u_1 + u_2 + u_3,$$

$$\dots \dots \dots$$

$$s_n = u_1 + u_2 + u_3 + \dots + u_n, \quad (2)$$

$$\dots \dots \dots$$

وتختصر عملية تشكيل هذه المجاميع وتكتب على صورة العبارة:

$$u_1 + u_2 + u_3 + \dots + \dots, \quad (3)$$

التي تسمى بالمتسلسلة اللانهائية أو باختصار "المتسلسلة". وتسمى الأعداد ... u_1, u_2, u_3, \dots بحدود المتسلسلة، ويسمى المجموع

$$S_n = u_1 + u_2 + u_3 + \dots + u_n$$

بالمجموع الجزئى للمتسلسلة (ويسمى العدد $S_1 = u_1$ بالمجموع الجزئى الأول،

$$S_2 = u_1 + u_2 \text{ بالمجموع الجزئى الثانى، } S_3 = u_1 + u_2 + u_3$$

بالمجموع الجزئى الثالث وهكذا).

Superheating

تسخين فائق

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

Nuclear superheating

تسخين فائق نووى

تسخين البخار الناتج فى المفاعل تسخيناً فائقاً 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 وكبسيتها. والفرض من التجميد الإقلال من خطورة التسرب وشل الفاعلية، أو انتشار النويدات المشعة وذلك أثناء التناول، والنقل، والتخزين والدفن.

تشعيع

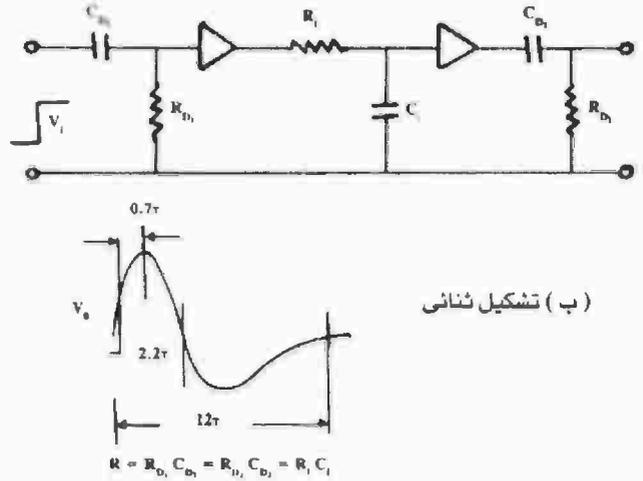
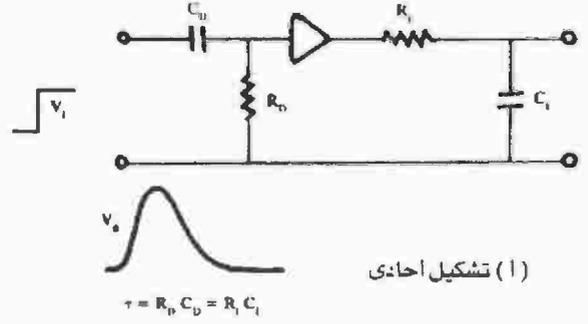
Irradiation

تعريض مادة أو جسم للإشعاعات المؤينة وحصولها على جرعة من الإشعاعات بهدف تغيير موصفاتها أو خصائصها أو إنتاج مادة مشعة منها.

تشكيل النبضات

Pulse shaping

نحتاج أحيانا إلى تشكيل نبضة الدخل بحيث تأخذ شكلا مناسباً لتشغيل جهاز إلكتروني معين. ومن الأشكال المألوفة للنبضات: الشكل الجاوسي (Gaussian shape) أو القريب منه. وتتركب دائرة تشكيل النبضات من مقاومات ومكثفات متصلة مع مكبر عملياتي. ومن الدوائر ما نحصل منها على تشكيل أحادي، ومنها ما نحصل منها على تشكيل ثنائي.



تشكيل النبضات

تشوه

Deformation

تغير شكل جسم مرن تحت تأثير الإجهادات المسلطة. وهناك التشوه اللدن plastic الذي يبقى بعد تسليط الإجهاد ثم إزالته. كما هناك التشوه المرن elastic وهو التغير في الأبعاد الناتج عن إجهاد ما، والذي يزول بعد زوال الإجهاد.

تصادم

Collision

اقتراب اثنين أو أكثر من الجسيمات أو الفوتونات أو الذرات أو النوى من بعضها البعض اقتراباً وثيقاً، يمكن أن تتبادل في أثناءه كميات مثل الطاقة وكمية التحرك والشحنة.

التصلب (التقسية) بأشعة النيوترون

Neutron radiation hardening

في صناعة المفاعلات الذرية نجد أن أشعة النيوترونات لها القدرة على تغيير خواص المواد الصلبة حيث تستطيع النيوترونات السريعة أن تطرد الذرات من مكانها في التركيب الهيكلي، والذرة التي طردت من مكانها يمكنها أن تثبت نفسها بين ذرتين من ذرات الهيكل. وللنيوترون الذي غير اتجاهه القدرة على أن يقذف بالذرات الأخرى من أماكنها وهذه الذرات المقذوفة لا تستمر في أماكن بين غيرها من الذرات في الهيكل الفراغي بل نتيجة اكتسابها طاقة حركة من النيوترون، تقذف بغيرها من الذرات من أماكنها في هيكل البلورة، وهكذا ينشأ عدد من الأماكن الخالية في الهيكل الفراغي وعدد من الذرات في أماكن بين الذرات الأخرى في الهيكل البللوري (عيوب فرنكل) قبل أن تستنفذ طاقة حركة النيوترون المكتسبة. وهذه العيوب يمكن أن تشد الهيكل البللوري وبذلك تجعل الفلز (أو السبيكة) صلباً قابلاً للكسر بسهولة كما لو كان قد تعرض لتشكيل على البارد. وكلما نشأت المواضع الخالية في الهيكل البللوري 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 التي توجد داخل المفاعل (مفاعل القوى) يمكن للذرات أن تتجول ويمكنها أن تعالج "عيوب فرنكل" في البلورة، ولهذا السبب يجب جعل العينات التي 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 النيوتروني 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) نيوتروني Neutron hardening

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

تصليد (تقسية) Hardening

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

تصلب، تجمد (النفائيات) Solidification

تسكين وتثبيت الموانع (الغازات، السوائل)، بتحويلها إلى صورة النفائيات عادة بغرض إنتاج مادة ثابتة بنيانياً، حتى تكون الأسهل في

النيوترونات كالكاديوم والبورون فإن التصوير الإشعاعي النيوتروني يصبح مفضلاً. وتتكون مصادر النيوترونات من عنصري الأنتيمون والبريليوم، حيث تقوم أشعة جاما المنبعثة من الأنتيمون ١٢٤ بإحداث تفاعل مع البريليوم ٩ ليصدر نيوترون. يستخدم التصوير النيوتروني في فحص قضبان الوقود النووي، وفي اكتشاف الصدوع والشقوق في توربينات الغاز، وفي تحديد التآكل في أجزاء الطائرات إلى غير ذلك من الاستخدامات.

تضاعف (تعاقبية) Cascade

ترتيب لوحات معدات فصل النظائر تتصل فيه الوحدات بعضها ببعض. ففي العادة يمكن للجهاز الواحد أو العملية الواحدة أن ينتج كمية صغيرة فقط من الفصل النظيري، 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 الغازي. (انظر: فصل النظائر)

تطهير (تنقية) Scavenging

في الكيمياء، استخدام راسب غير معين لإزالة نويذة مشعة غير مرغوبة، أو أكثر، من محلول عن طريق الامتصاص أو المشاركة في الترسيب. وفي الفيزيكا 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 غالباً في الهواء. وفي عام ١٨٩٦ وبعد اكتشاف أشعة رونتجن (الأشعة السينية) لاحظ رونتجن أن هذه الأشعة قادرة على إحداث تأين في الغازات وقد كانت هذه الملاحظة هي بداية تصميم جهاز قياس يعتمد على القابلية لتوليد شحنات كهربائية في 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 داخلي Internal exposure

هو التعرض الإشعاعي الذي ينتج عن دخول النويدات المشعة للجسم سواء عن طريق البلع أو التنفس أم الجروح.

تعقيم بالإشعاع

Radiation sterilization (Radappertisation)

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

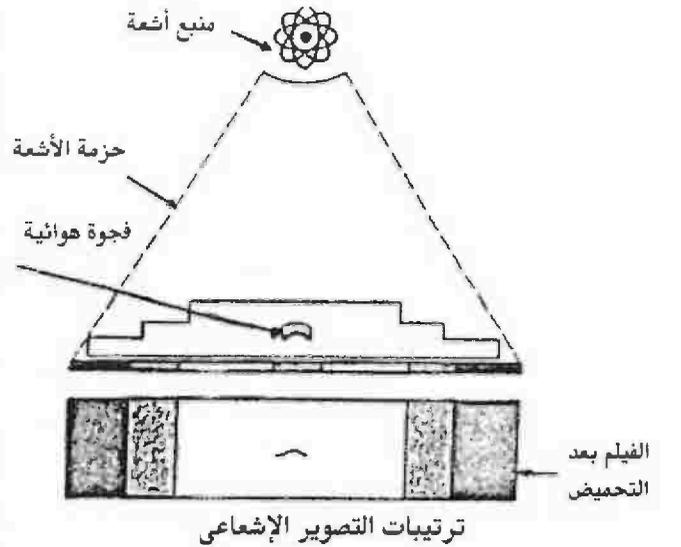
التناول وأقل قابلية للتشتت والتبعثر من السائلة. وهناك بعض وسائل تسكين النفايات السائلة النموذجية مثل، التحميص والتجفيف والسمنتة cementation، والطلاء بالبيتومين، (البتمنة) والتزجيج. انظر: تسكين النفايات، والتهئية.

تصنيف ثلاثي Triage

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

تصوير إشعاعي Radiography

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



تصوير نيوتروني 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 التي تأسر

Variation of mass

تغير الكتلة

في نظرية النسبية الخاصة لأينشتاين، تعبر كتلة جسم ما نتيجة لحركته تبعاً للمعادلة:

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

حيث m_0 كتلة الجسم ساكناً، m كتلته متحركاً بسرعة v ، c سرعة الضوء.

Divergence of a vectors

تفارق متجه

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

$$\text{div } \vec{R} = \nabla \cdot \vec{R} = \frac{\partial R_x}{\partial x} + \frac{\partial R_y}{\partial y} + \frac{\partial R_z}{\partial z}$$

(انظر نادة : مؤثر نابلا).

Differentiation

التفاضل

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

$$\begin{aligned} y &= f(x) && \text{فإذا كان} \\ y + \Delta y &= f(x + \Delta x) \\ \Delta y &= f(x + \Delta x) - f(x) \\ \frac{\Delta y}{\Delta x} &= \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x} \end{aligned}$$

ويسمى $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ متوسط تغير الدالة ويدل هندسياً على $\tan \theta$ أي ميل وتر المنحنى الواصل بين النقطتين P, Q ، وبالنسبة للمنحنى الواحد يختلف $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ باختلاف النقطة $P(x, y)$ وأيضاً باختلاف Δx .

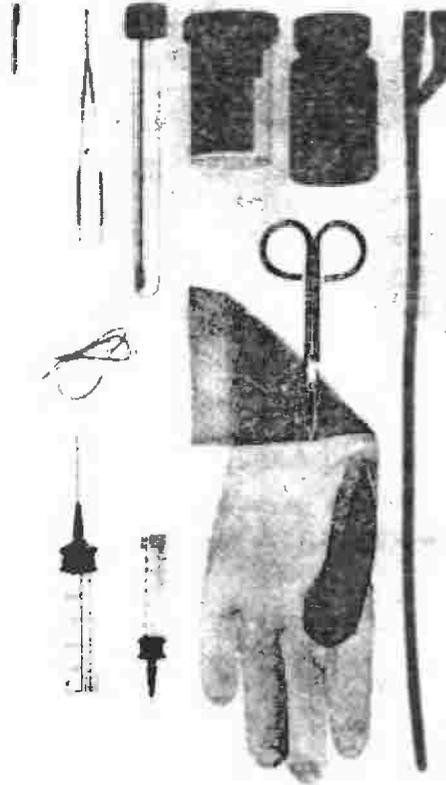
وإذا صغرت Δx صفراً لانهاياً فإن قيمة $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ عندما تصبح $\Delta x = 0$ تسمى معدل تغير الدالة $y = f(x)$ بالنسبة للمتغير (x) .

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

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

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

(انظر : وحدة جاما)



بعض الأدوات الجراحية التي تستخدم الإشعاعات في تعقيمها

Cladding

تغليف

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

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 رياضي لذلك تستعمل في بعض الأحيان رموز أخرى للدلالة على $\frac{dy}{dx}$ مثل :

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

التفاعلية

Reactivity (ρ)

مقدار بعد - انحراف - المفاعل النووي 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} هي عامل التكاثر الفعال . حيث تحدث الحالة الثابتة للمفاعل النووي عندما يكون عامل التكاثر الفعال K_{eff} يساوي الوحدة. وهذا يعني ثبات القدرة للمفاعل.

تفاعلية زائدة

Excess reactivity

تفاعلية أكبر-من تلك التفاعلية اللازمة للوصول إلى الحرجية. وتنمى التفاعلية في المفاعل (استخدام وقود إضافي) للتعويض عن الوقود المحترق وتراكم سموم منتجات الانشطار في 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 الأحياء الإشعاعي تفاعل الإشعاع مع الخلايا إلى ثلاث فترات:

الأولى وهي فترة العمليات الفيزيائية والتي يتم خلالها مرور الإشعاع في الوسط (الخلايا) ويحدث عمليات التأين لذرات الوسط في فترة زمنية صغيرة للغاية واحد من مليون المليون من الثانية. والفترة الثانية وهي فترة العمليات الكيميائية والتي يتم خلالها عمليات تكوين الشق الحر والذي بدوره يعمل على تكسير الروابط بين الجزيئات. ويتم ذلك خلال فترة زمنية صغيرة واحد من المليون من الثانية. أما الفترة الثالثة والأخيرة فهي فترة العمليات الحيوية والتي 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 الخارجي لأشعة اكس وأشعة جاما ذات الطاقة العالية، كما يزيد الضرر عند حدوث تعرض داخلي من

أشعة ألفا أو أشعة بيتا. ولا يظهر التأثير الإشعاعي المباشر إلا عند التعرض لجرعة عالية جدا وقد يظهر متأخرا عندما تكون جرعة التعرض منخفضة جدا. كما إن التأثير الإشعاعي إحصائي ، 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 نووي يأخذ قدرا من طاقة الحركة أكبر مما ينتج من طاقة .

تفاعل منتج للطاقة Exoergic reaction

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

التفاعل النووي Nuclear Reaction

التفاعلات التي تحدث بين النواة والجسيمات أو الأشعة ، حيث تتشكل نوى جديدة وجسيمات وأشعة أخرى. ويتم التفاعل النووي خلال زمن من مرتبة 10^{-10} ثانية أو أقل. وتحتاج الجسيمات المشحونة (α, p, \dots) إلى طاقات عالية لكي تتمكن من دخول التفاعل نووي نتيجة التنافر الكولومبي بين النوى والجسيمات موجبة الشحنة. أما النيوترون، فهو جسيم مادي غير مشحون ، يستطيع أن يصل إلى النواة دون أن يتأثر بالإلكترونات المحيطة، وينتج من التفاعل في الحالة العامة جسيمات مشحونة وفوتونات:

$$[(n, \alpha) , (n, P)] \text{ ، وأحيانا نيوترونات إضافية}$$

$(n, 2n)$ ، $(n, 3n)$ [neutron- producing generation] يستفاد من

التفاعل النووي في كشف النيوترونات وفي المفاعلات النووية.

تفاعل نووي متسلسل Chain Reaction, nuclear

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

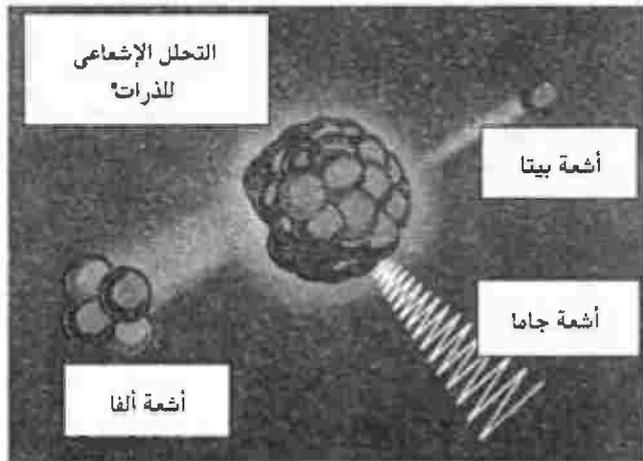
ويمكن توضيح عملية تفتيت النوى الثقيلة، مثل نوى اليورانيوم أو البلوتونيوم، بواسطة ما يسمى " نموذج قطرة السائل". ويحدث التفتيت ، عندما يلتحق نيوترون إضافي بالبروتونات والنيوترونات التي تشغل النواة فعلا، ويسبب اضطرابها ، تماما مثل عملية إضافة كمية زائدة من السائل ، إلى قطرة منه ، لتشوّه شكلها عن الشكل الكروي ، إلى شكل الدمبلز (كرتان حديديتان يربط بينهما قضيب تمرن بهما العضلات). وفي النهاية، تنقسم إلى قطرتين صغيرتين، وهكذا فإن النيوترون الإضافي ، يشوه النواة فيسبب انقسامها إلى نوى أصغر حجما. ونتيجة لذلك ، يتم اعتناق الطاقة.

التفكك (تحلل) الإشعاعي Radioactive decay

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

وقد وجد بعد ذلك أن جميع النظائر التي 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 استقراراً. إن عملية التحلل الإشعاعي للنواة هي عملية لا يمكن فيها تحديد اللحظة التي تتفكك فيها نواة معينة، لذا تستخدم الطرق الإحصائية لحساب النشاط الإشعاعي ويبرز هنا مصطلح يعرف بعمر النصف وهو الزمن اللازم لتفكك نصف عدد النوى في مادة مشعة.

انظر: قانون الاضمحلال الإشعاعي



التحلل الإشعاعي 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 عموماً، كما يمثل الأساس للتشغيل الآمن للمفاعل. ويخدم هذا التقرير الأغراض التالية:

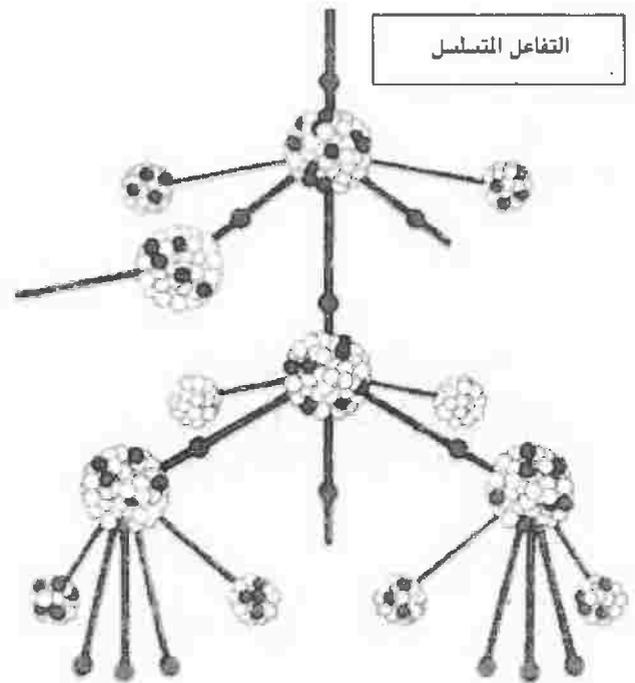
- ١- مساعدة المصمم في اختيار المكونات (كل على حدة) بشكل متكامل وبطريقة صحيحة.
- ٢- معالجة جميع عناصر الأمان والتأكد من أن تحاليل الأمان متوافقة مع التصميم المقترح.
- ٣- تقديم مساعدة لفنبي التشغيل وفي مجال التدريب والتعرف على إنشاءات الموقع وضمان تنفيذ شروط التشغيل ومدى تنفيذ المتطلبات أثناء العمر الافتراضى للمفاعل (أو للمنشأة).

ويعتبر التفاعل المتسلسل، متيسراً إذ تنزع أعداد كبيرة من النيوترونات إلى الانطلاق أثناء تحطم النواة الكبيرة. وتأتي تلك النيوترونات من عملية التفكك نفسها، وتتناثر من النوى الصغيرة أثناء رسوبها، لتستقر في مستوى ثابت. ويمكن لتلك النيوترونات، أن تنجذب بواسطة نوى أخرى ثقيلة، مسببة انشطارات إضافية، وإنتاج نيوترونات أخرى، تقوم بمواصلة التفاعل المتسلسل.

وتتضاعف العملية بسرعة كبيرة، إذا وجدت كمية كافية من النوى الثقيلة. فمثلاً، ينتج عن تفكك اليورانيوم ٢٣٥ نيوترون أو ثلاثة متطابقة، وبوجود كمية كافية من اليورانيوم، يستطيع النيوترون، أن يقطع عدة ستميمترات، ثم يدخل بعد ذلك إلى نواة أخرى، ويبدأ انشطار جديد. ويمكن بناء تفاعل متسلسل، مكون من مليون نواة للانشطار الواحد. وفي الأسلحة النووية الأخرى، وأيضاً في المفاعلات النووية.

ولكى يوطد التفاعل المتسلسل، لابد من وجود قدر كاف من الكتلة، ويعرف "بالكتلة الحرجة" لأكثر من واحد من النيوترونات، التي 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 في صورة "تفاعل متسلسل غير متحكم فيه".

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



تفاعل نووى متسلسل

٤- بإجراء التكامل للمعادلة (٢) على الحدود $t_0 = 0$ ، t_1 ، t_0 ، N ، N_0 حيث

$$-N_0 \int_{N_0}^N \frac{dN}{N} = \int_{t_0}^{t_1} \lambda dt \quad (5)$$

$$\ln \left(\frac{N_0}{N} \right) = \lambda(t - t_0) \quad (6)$$

حيث: N_0 العدد الأصلي، N عدد الذرات الباقية عند الزمن t .

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

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

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

التكوينات الجيولوجية Geologic formations

تشكل التكوينات الجيولوجية المستخدمة في التخزين النهائي 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 والكيميائية للصحور 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 الصحور والمياه الجوفية، وتخيل ما يمكن حدوثه عند دفن النفايات المصحوبة بانبعاث حرارة نتيجة التحلل الإشعاعي لها. وتختر التكوينات الجيولوجية المناسبة لحفظ أوعية النفايات عالية الإشعاع عادة على عمق مئات الأمتار، لتكون بعيدة تماما عن القشرة الأرضية وبذلك تضمن ثبات واستقرار هذه التكوينات الجيولوجية ملايين السنين.

ووجد بالذکر أنه منذ ١٧٠٠ مليون سنة نشأ مفاعل نووي طبيعي في ترسيبات من اليورانيوم قرب موقع "أوكلو" بدولة الجابون بغرب أفريقيا، واستمر نشاط هذا المفاعل حوالي مائة ألف عام ونتج عنه - كأى مفاعل نووي - تولد كميات من البلوتونيوم وأظهرت الدراسات والبحوث أن هذا البلوتونيوم لم يتسرب على الإطلاق من موقع تكونه، بل استمر في تحلله الإشعاعي البطيء جدا، وتحوله إلى مواد غير مشعة في نفس موقع تكونه. وهذه الحقيقة تؤكد كفاءة وفعالية تخزين النفايات عالية الإشعاع في التكوينات الجيولوجية المناسبة.

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

Volume reduction

تقليل الحجم

إحدى طرق المعالجة التي 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 هي الدمج الميكانيكي (بالانضغاط) compaction، (الإحالة للرماد (incineration)، أو التبخير. واختزال حجم النفايات ينتج عنه زيادة مقابلة في تركيز للنويدات المشعة. واختزال الحجم يمكن إنجازه أيضا من خلال إزالة التلوث أو خلال تجنب تولد النفايات.

Integraton

التكامل

" 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:

$$-N_1 \int_{N_1}^{N_2} \frac{dN}{N} = \int_{t_1}^{t_2} \lambda dt \quad (3)$$

$$\ln \left(\frac{N_1}{N_2} \right) = \lambda(t_2 - t_1) \quad (4)$$

تلف الإشعاع

Radiation damage

مصطلح عام يطلق على آثار الإشعاع المختلفة في 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 التي تستخدم في أبنية المفاعل النووي فإنه يمكن إضعافها إلى مدى بعيد بتأثير الفيض النيوتروني ذي الطاقات العالية، التي غالباً ما تؤدي إلى كلل المادة fatigue. ومن المعروف أن العيوب التي تنجم من التشعيع هي نتيجة تتابع لإزاحة الذرات في الشكل البلوري ومن المعروف أيضاً أن هناك طاقة معينة لإزاحة الذرة تسمى مبتدى الطاقة مكافئة إلى مبتدى جرعة النيوترونات، وفي حالة ما تكون الطاقة أقل من مبتدى تدفق النيوترونات أو جرعة النيوترونات الكلية، يكون التشعيع قليلاً ومن الناحية الأخرى عندما تكون الطاقة أعلى من هذا المبتدى فإن تأثير التشعيع يكون واضحاً ويمكن رؤيته أو قياسه. ويمكن أن تظهر تأثيرات الإشعاع على المواد في كل من الخواص النووية، والحرارية والكيميائية، والميكانيكية، والطبيعية. ومن المعروف أن نسبة العيوب المستحدثة بالإشعاع تعتمد على عدة عوامل منها: تدفق النيوترونات، طاقة الشعاع، درجة التشعيع وخواص المادة (التركيب البلوري - ذرات الشوائب - عناصر السبائك - المعالجة الحرارية... الخ). وقد أظهرت التجارب العملية التي أجريت على معظم المواد المعدنية أن تأثير التشعيع يزداد مع جرعة النيوترونات حتى الوصول إلى حالة التشعيع لحد التلف.

كما أن المواد يمكن أن تتأثر أيضاً بالإشعاع المؤين، مثل إشعاع جاما وأشعة إكس. مثل العيوب التي تنتج في البلورات غير العضوية مثل NaCl، ويطلق عليها المراكز الملونة color centers عند تشعيع البلورات بأشعة إكس.

كما ينتج التلف الإشعاعي في الأنظمة الحيوية Organisms نتيجة لتأثيرات التأين في الخلايا. ويزداد خطر الإشعاع بزيادة الجرعات الإشعاعية، حيث إن تلف عدد كبير من الجزيئات في الخلية يمكن أن يؤدي إلى موت الخلية. كما أن موت العديد من الخلايا يمكن أن يؤدي إلى التلف الذي لا يمكن استعادته irreversible للنظام الحيوي. كما يمكن أن يؤدي التلف الإشعاعي إلى الإصابة بالسرطان. وينقسم التلف الإشعاعي في الأنظمة الحيوية إلى نوعين: تلف وراثي genetic damage، وتلف جسدي (ذاتية) somatic damage.

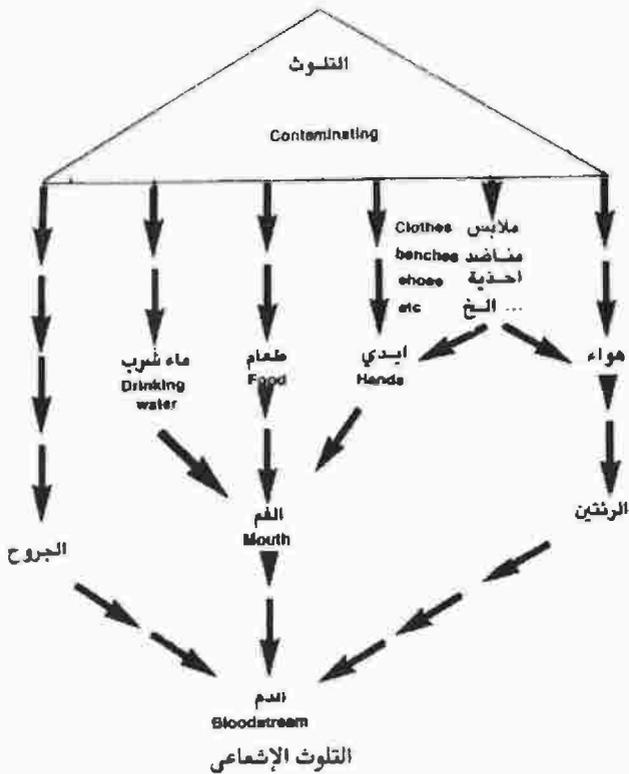
(انظر: تأثيرات الإشعاع، التصليد بأشعة النيوترون، تأثيرات ذاتية للإشعاع، تأثيرات وراثية) وانظر الجداول الملحقه (١٤): وتأثير التشعيع على المواد المختلفة.

التلوث الإشعاعي Radioactive Contamination

يقال تلوثت المادة إشعاعياً إذا تسربت إليها مادة مشعة ولم يكن ذلك مقصوداً أو مرغوباً فيه، ويطلق التلوث الإشعاعي أيضاً على انتشار المواد المشعة في الأماكن التي يخشى من أضرارها فيها على

الإنسان أو المواد المخزونة، أو يترتب على انتشارها فيها الإخلال بالتجارب أو الأجهزة أو ما أشبه ذلك.

ويصدر التلوث الإشعاعي عن مصادر طبيعية أو مصادر صناعية. والمصادر الطبيعية، منها ما يصدر عن الأشعة الكونية التي تصل إلى الأرض من الفضاء الخارجي وتلك الإشعاعات الصادرة من التربة، حيث تحتوى القشرة الخارجية للكرة الأرضية على كميات ضئيلة من اليورانيوم والثوريوم المشع، أو تلك الموجودة في جسم الإنسان لاحتوائه على كميات ضئيلة من النظائر المشعة مثل الكربون-١٤ والپوتاسيوم-٤٠ التي تدخل الجسم عن طريق الغذاء أو الغازات المشعة. أما المصادر الصناعية، مثل الغبار الذري الناتج عن التفجيرات الذرية، والمفاعلات الذرية، والأشعة التشخيصية مثل الأشعة السينية، الأشعة العلاجية، استخدام النظائر المشعة في الصناعة والزراعة والطب، النفايات المشعة (أو دورة الوقود النووي) أوالتعرض الناتج من الحوادث الإشعاعية. وتحدث الإشعاعات لتلوثها للأنسجة البشرية، اعتماداً 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.



Plant Hyper breed

تهجين النبات

إن الهدف الأساسي الرئيسي للبحوث في مجال تكاثر النباتات هو استنباط سلالات تتميز بصفات اقتصادية عالية كزيادة

المحصول ومقاومتها للأمراض وقابليتها للنمو فى ظروف صعبة للملوحة 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 طولها أو لونها أو حجم بذورها 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 التبيكير 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 والبقول السوداني 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، تطهيرها.

توازن الفاعلية الإشعاعية Radioactive equilibrium

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

التوزيع الإلكتروني Electron configuration

يقصد بالتوزيع الإلكتروني توزيع الإلكترونات فى المدارات المختلفة فى ذرات العناصر. وفى 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 الكمية التى تحدد

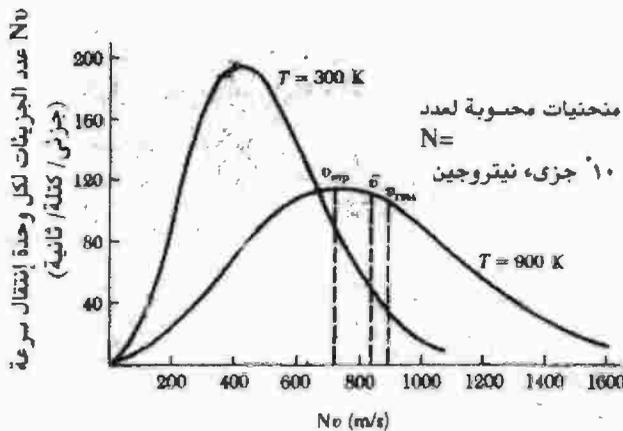
تصرف وخصائص الجسيمات داخل الذرة، أولها العدد الكمى الرئيسى ويعرف بالحرف N والذى يحدد عدد المدارات المسموح بها للإلكترونات للدوران حول نواة الذرة. والقانون الثانى العدد الكمى السمتى واختصاره "l" والذى يحدد شكل المدارات للإلكترونات حول النواة إن كان مستديرا أو بيضاويا. والثالث العدد الكمى المغناطيسى ورمزه "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 لللف أو الدوران «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

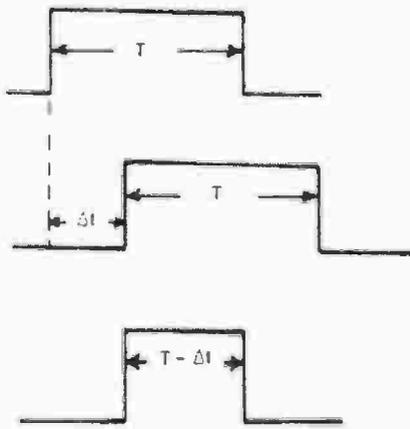
توزيع قيم السرعة لجزيئات غاز فى توازن حرارى. وهى دالة مشتقة من قوانين الاحتمالات، عبارة عن حاصل ضرب احتمال حدثين مستقلين هما احتمال أن تكون للجزيء القيمة المعطاة لكمية الحركة واحتمال وجود الجزيء فى هذا الحيز من الفراغ. وبمراعاة الشكل المرافق يمكن أن ننظر إلى ارتفاع أية نقطة على هذا المنحنى على أنها احتمال وليست عددا.. أى احتمال أن يأخذ جزيء 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 جزيء. وعند درجات حرارة ٩٠٠ ، ٣٠٠ كلفن. حيث تساوى المساحة الكلية تحت كل منحنى العدد الكلى للجزيئات حيث يبلغ فى هذه الحالة ١٠. لاحظ أن $v_{rms} > v > v_{mp}$

حيث: جذر متوسط مربع السرعة = v_{rms}
 السرعة المتوسطة = v
 السرعة الأكثر احتمالا = v_{mp}

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 خلط زمنى Coincidence mixer وذلك للحصول على زمن التداخل بينهما، التى تتناسب مع الشحنة المتكونة على المكثف فى تلك الفترة.



(ب) تقنية التشابك لقياس الزمن بين نبضتين

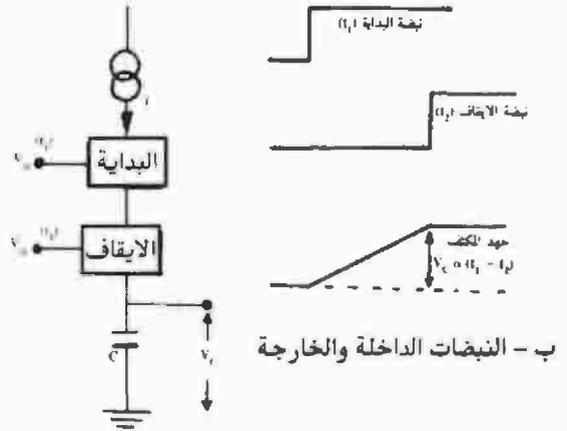
وتحدد إلى درجة كبيرة، نوع شبكية البلورة وقابلية التحرك التى تسمح بها للإلكترونات التكافؤ وطبيعة الذرة المحددة نفسها، الخصائص الكهربائية للعنصر أو المركب، فالنقاومة الكهربائية مثلا، هى مقياس الطاقة المستهلكة (المبدولة) بواسطة الإلكترون، فى تحركه ضد مقاومة (معارضة، مقابلة) الذرات فى الشبكة، وتظهر غالبا هذه الطاقة المستهلكة فى الشكل المعروف للحرارة. وتسمح شبكية العناصر المعدنية للإلكترونات 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 للإلكترونات التكافؤ وتمثل الأهمية الحاسمة لنوع الشبكية البلورية، بحالة بلورتين مختلفتى الشكل أو متآصلتين من الكربون النقى؛ ففي 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

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



(أ) تقنية بداية وإيقاف لقياس الزمن بين نبضتين

Towl, accident تول (حادثة)

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 تيدده منه.

Current (electric) التيار (الكهربائى)

عندما تتجمع ذرات أو جزيئات عنصر أو مركب معا. فإنها تنتظم فى شكل هندسى محدد، يطلق عليه اسم شبكية البلورة.

الأمريكية ، وفي ١٩٤١ عين أستاذا بجامعة كولومبيا ليعمل مع إنريكو فيرمي في مشروع مناهاتن وفي بحوث الانشطار النووي المتسلسل وبناء المفاعل النووي ، وفي عام ١٩٤٢ شارك في إنشاء معامل لوس ألوس الخاصة بتصنيع وتجميع القنبلة الذرية ، وفي ١٩٥١ ساعد العالم الأمريكي إرنست لورانس في 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 النووي الهائلة والتي كللت بنجاح كبير وساهموا في تفجير أول قنبلة هيدروجينية في المحيط الهادى بجزر إينوتوك أتول في عام ١٩٥٢ . كما عمل فى مجال الفيزياء النظرية ، فى بحوث حول التركيب الجزيئى ، والتفاعلات النووية والأشعة الكونية ، والنشاط الإشعاعى الخاص بشعة بيتا ، كما درس مع العالم موريس جولدهابر الرنين النووي. 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.

Tevatron

التيفاترون

سينكروترون بروتونى يستعمله فيزيائيو الجسيمات لدراسة تصادمات الجسيمات تحت الذرية عالية الطاقة high-energy subatomic collisions. وهذه الآلة موجودة فى مختبر فيرمي قرب شيكاغو تسرع البروتونات والبروتونات المضادة إلى ١٠٠٠ ج. إ. ف أى إلى ١.٠٠٠ TeV ، ولذلك تسمى " تيفاترون " (هو المصادم الذى اكتشف الكوارك القمة أو الذرى، الذى طال البحث عنه فى تجارب امتدت بين عامي ١٩٩٢ و ١٩٩٥).

يبلغ التيفاترون طاقات أعلى بكثير من التى يبلغها المسرع LEP، ومع ذلك فإن حلقة مغناطه 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 تشعها بزيادة 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 ١ ج. إ. ف. ولاجتناوب إضاءة كثير من الطاقة فى المسرع LEP بنيت هذه الآلة بحيث يكون انحناء الحزمة صغيرا جدا قدر الإمكان ولهذا السبب يساوى محيط حلقتة ٢٧ كيلومتر. (انظر: السينكروترون، مصادم الهدرونات الكبير).

ملايين إلكترونات 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 الكهرومغناطيسى) 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).

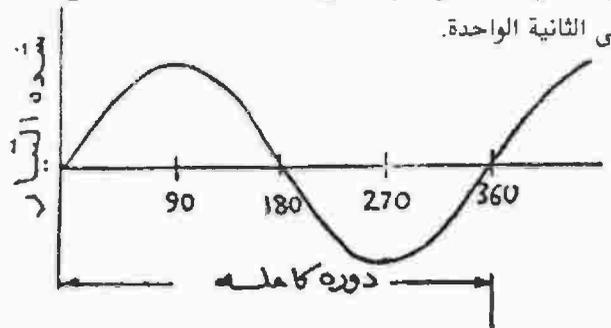
Alternating current (AC)

التيار المتردد

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 جيبيية 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:

$$\text{ذبذبة} = 2\pi = 360^{\circ}$$

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



الشكل الموجى للمنحنى الجيبى الذى يعبر عن التيار الكهربى المتردد.

Teller, Edward

تيلر ، إدوارد



ولد إدوارد تيلر فى بودابست بالمجر فى ١٥ يناير ١٩٠٨ ، ثم حصل على الدكتوراه من جامعة ليبزج بألمانيا عام ١٩٣٠ فى نظرية أيون جزئى الهيدروجين. وفى عام ١٩٣٥ ذهب إلى الولايات المتحدة الأمريكية وحصل على الجنسية

إدوارد تيلر

(ث)

قطر الأرض نفسه، استنتج نيوتن أنه يمكن التعبير عن قوة الجاذبية بالصيغة الآتية: "توجد قوة جاذبية بين أزواج الجسيمات في العالم. تؤثر هذه القوة في اتجاه الخط الواصل بين جسيمين ويتناسب مقدارها طرديا مع حاصل ضرب كتلتي الجسيمين، وعكسيا مع مربع المسافة التي تفصلهما". وبالرموز يمكن كتابتها على هيئة:

$$F = G \frac{M_1 M_2}{r^2}$$

حيث F هي القوة، M_1 و M_2 كتلتا الجسيمين، r المسافة بينهما، G ثابت تناسب فائدته أنه يعطى القوة F وحدتها المناسبة طالما وضعت وحدات معينة لكل من M_1 ، M_2 ، r . وقد بينت التجارب التي عملت فيما بعد أن قيمة ثابت الجاذبية:

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ م}^3 / \text{كجم} \cdot \text{ث}^2$$

(يجب عدم الالتباس بين عجلة الجاذبية d ، وثابت الجاذبية G . فإن الأولى هي عجلة تسقط بها الأجسام من تلقاء نفسها على الأرض وتساوى g مضرورية في (كتلة الأرض/ g)، وأما الثانية فهي ثابت تناسب في قانون الجاذبية العام).

ثابت سرعة الضوء Light speed constant

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

Plank's constant(h)

ثابت بلانك

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

$$6.624 \times 10^{-27} \text{ ارج ثانية}$$

ثابت التكاثر اللانهائي

Infinite multiplication constant

ثابت التكاثر للنيوترونات في التفاعل المتسلسل في وسط لانتهائي الحجم

ثابت التفتت أو الاضمحلال

Disintegration constant = decay constant

نسبة عدد الذرات المنحلة في وحدة الزمن في عينة مشعة إلى العدد الأصلي للذرات المشعة التي بها.

Gamma constant

ثابت جاما

هو ثابت يمكن استخدامه بسهولة لحساب التعرض الإشعاعي لأي مادة، باعتبار أن: ثابت جاما = $1/2$ مجموع الطاقات لكل كورى على بعد متر-ساعة، ووحدته رونتجن لكل ساعة. ففي حالة الكوبالت ٦٠، على سبيل المثال، وهو نظير مشع ينطلق منه فوتونات لكل تحول نووي، الأول بطاقة ١.٣٣ مليون إلكترون فولت، والثاني بطاقة ١.١٧ مليون إلكترون فولت، وعليه يكون ثابت جاما = $1/2 (1.17 + 1.33) = 1.25$ 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.

Gravity constant

ثابت الجاذبية

إن هناك قوة تجاذب بين الشمس والأرض تمسك الأخيرة في مدارها حول الشمس، وهذا النوع من القوة هو الذي يتسبب في سقوط كتلة معينة إلى سطح الأرض. وإن فكرة وجود قوة قد اقترحت أحيانا قبل وقت نيوتن كراى من الآراء ولكن نيوتن هو الذى فرض صيغة القانون الذى وحد القياسات الفلكية والملاحظات الأرضية، ومن مناقشة هندسية بسيطة مستخدما المعلومات الشائعة عن زمن دوران القمر حول الأرض ونصف قطر مداره حولها- ونصف

لليوترونات أكثر مع كل توالد ناجح، وهذا يشير إلى أن مستوى القدرة في زيادة مستمرة.

ثالث أكسيد اليورانيوم (يوآ٣)

Uranium trioxide

منتج متوسط في تكرير اليورانيوم ويسمى أيضا الأوكسيد البرتقالي.

Beam hole

ثقب الحزمة

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

Thorium

ثوريوم

عنصر مشع طبيعيا عدده الذري ٩٠، ووزنه الذري كما يوجد في الطبيعة نحو ٢٣٢. ونظير الثوريوم-٢٣٢ الخصب وفير ويمكن أن يحول إلى اليورانيوم-٢٣٣ القابل للانشطار بتشعيه بالنيوترونات.

الفراغ. وجد ميكلسون أن سرعة الضوء ٢٩٩,٧٩٦ كم / ثانية في الفراغ. وفي العمليات الحسابية المعتادة يمكن اعتبار سرعة الضوء في الهواء أو الفراغ مساوية الى: $c = 3 \times 10^{10}$ 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 النيوترونات الموجودة في المفاعل في لحظة ما إلى العدد الذي كان موجودا قبل ذلك بفترة زمنية تساوي عمر النيوترون. وهو العامل الذي يصف كل الحوادث الممكنة التي تمر بالنيوترون، والأهم من ذلك يحدد حالة المفاعل النووي (الرجعية، فوق الرجعية، تحت الرجعية). ففي حالة إذا كان أقل من واحد فعندئذ يكون النظام مضمحلا، وغير ذاتي التغذية. أما عندما يكون أكبر من واحد فإن المفاعل النووي يكون منتجا



(ج)

الكلمة إلى عالم من علماء فيزياء الإشعاع اهتم بدراسة توزيع الجرعة فى المواد. والجرى الواحد يساوى ١٠٠ راد . ويستعمل أيضا مشتقات جرای، مثل الملى جرای وهو الواحد من الألف من الجرای، والميكروجرای وهو الواحد من من المليون من الجرای. 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.

Graphite

جرافيت

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 للنيوترونات.

Dose

الجرعة

هو مصطلح يشير إلى كمية الطاقة الإشعاعية الممتصة بوسط مادي. 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.

Effective dose

الجرعة الفعالة

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 ما يعرف باسم الجرعة الفعالة، ويعبر عنها بوحدات السيفرت.

فتجد على سبيل المثال أن المعامل الوزنى لأغراض الحماية من الإشعاع لكل من الغدة الدرقية والكبد والمثانة كل على حدة هو ٠,٠٥. مى سيفرت فى حين أن المعامل الوزنى للرتتين أو المعدة هو ٠,١٢. مى سيفرت وللغدة التناسلية (الخصيتين عند الرجل) هو ٠,٢. مى 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 الغدة التناسلية مثلا فى شخص لجرعة مكافئة مقدارها ١٠٠ مى سيفرت، دون تعرض أى عضو آخر من جسم هذا الشخص للإشعاع تكون الجرعة الفعالة هى $٠,٢ \times ١٠٠ = ٢٠$ مى سيفرت. وعند تعرض الغدة

Gania, accident

جانيا، حادثة

حدثت جانيا بالبرازيل عام ١٩٨٧م حادث إشعاعى، حيث نتج عن مصدر سيزيوم ١٣٧ يستخدم للأغراض الطبية، وقد فتح المصدر عند نقله للنايات وتلوث منطقة بأكملها بالسيزيوم ووصل مسحوق السيزيوم إلى داخل أجسام عدد كبير من البشر وراح ضحيته ٤ أفراد بخلاف إنقاذ ٥٤ شخصا تعرضوا لجرعات إشعاعية.

Algebra and Equalization

الجبر والمقابلة

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

– العدد . – الشئ . – 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 الشئ. والمقابلة هى تقابل بعض "الأشياء" ببعض بالتعادل والتساوية 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)

Periodic table of elements

الجدول الدورى للعناصر
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 العناصر 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.

Gray (GY)

جرى

وحدة قياس الجرعة الممتصة وتعادل انتقال طاقة من الإشعاعات للمادة مقدارها واحد جول لكل كيلو جرام من المادة. ويرجع أصل

التناسلية في شخص ما مقدارها ٥٠ ملي سيفرت والثالثة لجرعة مكافئة مقدارها ٢٠٠ ملي سيفرت في نفس الشخص دون تعرض أي عضو آخر من أعضائه تصبح الجرعة الفعالة لهذا الشخص هي:

$$٥٠ \times ٠.٢ + ٢٠٠ \times ٠.٥ = ١٠ + ١٠ = ٢٠ \text{ ملي سيفرت.}$$

الجرعة العتبية Threshold dose

أصغر مقدار من الإشعاع يحدث تأثيرا يمكن الكشف عنه.

جرعة إماتة النصف Median lethal dose

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

الجرعات الخارجية External doses

هي كمية الإشعاع التي قد يتعرض لها الإنسان بالإضافة إلى تناول الإشعاعي المحتمل خلال سنة كاملة من العمل في مجال الإشعاع، والكميات التي يجب تقديرها هي الجرعات المكافئة لأعضاء الجسم المختلفة والجرعة الفعالة للجسم الكامل. ويمكن حسابها بعرفة معدل الجرعة (قياسا أو حسابيا) في مختلف المناطق التي 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 Cumulative dose

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

جرعة قاتلة Lethal dose

جرعة من الإشعاع المؤين تكفي لإحداث الوفاة. والجرعة النصفية القاتلة هي تلك الجرعة اللازمة لقتل نصف عدد أفراد مجموعة كبيرة من الكائنات في فترة زمنية محددة (٣٠ يوما عادة) بشرط تماثل ظروف التعرض للإشعاع. والجرعة النصفية القاتلة للإنسان (في فترة ٣٠ يوما) تتراوح بين ٤٠٠ و ٥٤٠ رونتجن تقريبا.

الجرعة المسموح بها Permissible dose

الجرعة التي ينالها شخص في خلال مدة معينة دون توقع ضرر منها.

الجرعة المكافئة Radiation equivalent man (Rem)

الريم هو وحدة الجرعة المكافئة. والذي كان وراء استحداثها التأثيرات البيولوجية المختلفة للإشعاعات المختلفة أيضا، وحيث إن التلف الناتج عن كمية الطاقة التي يمتصها كيلوجرام واحد من

الجسم من نوع معين من الإشعاعات (أي الجرعة الممتصة) قد تسبب تلقا أكبر بعشرين مرة من ذلك التلف الناتج عن نفس كمية الطاقة ولكن من نوع آخر من الإشعاعات. لذلك فإنه لتحديد التلف ينبغي أن تكون الجرعة الممتصة 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 النيوترونات له تأثير بيولوجي عشرة أمثال واحد راد من أشعة جاما، وأن واحد راد من البروتونات له تأثير بيولوجي عشرة أمثال واحد راد من أشعة جاما، وأن واحد راد من أشعة ألفا لها تأثير بيولوجي ٢٠ مثل واحد راد من أشعة جاما، وأن واحد راد من أشعة بيتا لها تأثير بيولوجي مثل واحد راد من أشعة جاما. ويطلق على هذه النسبة المعامل البيولوجي النسبي أو المعامل الكيفي.

وعليه فإن الجرعة المكافئة = الجرعة الممتصة × المعامل الكيفي، أي إن واحد ريم = واحد راد × المعامل الكيفي 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 في زمن التعرض. ووحدة الجرعة المكافئة هو الريم لكل ساعة.

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

الجرعة الممتصة Absorbed Dose

عندما يمر الإشعاع المؤين خلال المادة، يفقد جزءا من طاقته في المادة. ويمبر عن كمية طاقة الإشعاعات التي يمتصها كيلو جرام واحد من (كتلة المادة التي تأثرت بالإشعاع) النسيج البشري، بالجرعة الممتصة وتقاس بوحدة تسمى الجراي، أو الراد في النظام القديم.

جزىء Molecule

أصغر جسم مادة ما له جميع خصائص هذه المادة. ويتكون عادة من ذرتين - أو أكثر - متماسكتين. (جزىء، الهليوم يتكون من ذرة واحدة، والأكسجين 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 الفيزيائية أو البيولوجية.

Three Mile Island (TMI) , Accident

وقعت حادثة مفاعل جزيرة الأميال الثلاثة في 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 في الدائرة الثانوية لاثنتين من مولدات البخار وعدم التمكن من تعويض هذا النقص بسبب عطل في الدائرة الاحتياطية. ولقد توقف المفاعل أوتوماتيكيا ولكن لم يتمكن العاملون في المحطة من التخلص من الحرارة الموجودة في قلب المفاعل. ولقد تسبب عدم ضخ الماء البارد الذي يساعد على تبريد قلب المفاعل في غليان الماء في الدائرة الأولى مما أدى إلى تلف كبير في غلاف الوقود الذي يشكل الحاجز الأول للمواد المشعة. ولقد أدت الأخطاء المتتالية للعاملين وبعض الخلل في دوائر التبريد إلى عدم تبريد قلب المفاعل وبالتالي 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 في دائرة نصف قطرها ٨٠ كيلو مترا حول الموقع ولم تتجاوز الجرعات التي أصيبت بها عدة ميللي ريم. أما الذين يقيمون بجوار المحطة مباشرة فكانت الجرعات التي حصلوا عليها في حدود ٨٠ مللي ريم وهو ما يناظر الجرعات التي يحصل عليها الإنسان نتيجة إجراء أشعة على الصدر مرتين متتاليتين. ولقد كان لهذه الحادثة أثر كبير على الصناعة النووية في أمريكا وفي دول أخرى. وطبقا للمقياس الدولي للوقائع النووية فقد تم تصنيف هذا الحادث كمستوى ٥، حادث ذو مخاطر خارج الموقع. (انظر مواد: الحادث، المقياس الدولي للوقائع النووية)

Particle

جسيم

قطعة ضئيلة من مادة أصغر من أن ترى بالمجهر. والجسيم في لغة العلم الدقيقة : هو جزء من مادة يقل قطره عن ٢٥٠ ملليميكرن (الملليميكرن : جزء من ألف من الميكرن- والميكرن : جزء من ألف من الملليمتر). والجسيم دون الذرى أصغر حجما من الذرة.

وتقسيمات الجسيمات حاليا منها الجسيمات الأولية Elementary مثل الكوارك الثقيل Quark والليبتون الخفيف Lepton والتي تشكل المادة في الكون. ثم الجسيمات الأساسية أو الحقيقية Fundamental مثل الإلكترون والبروتون والنيوترون وتقيضاتها فكل جسيم في الكون له تقيضه. ثم الجسيمات الثانوية secondary وهي الجسيمات حاملة القوى والتي تربط الجسيمات الأساسية معا، وهذه الجسيمات لها طبيعة خاصة ولا تخضع لبدأ

استبعاد باولي، والذي يؤكد أن الجسيمات لا يمكن أن يكون لها نفس العدد الكمي وبالتالي لا يكون 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 الضوئي وغيرها.

جسيمات أولية Elementary particles

أبسط جسيمات المادة والإشعاع، ومعظمها قصير العمر، ولا يوجد في الظروف العادية (ذلك فيما عدا الإلكترونات والنيوترونات والبروتونات والنيوترونات). ولقد أطلق هذا الاسم أصلا على أى جسيم لا يمكن تجزئته، أو على الجسيمات التي 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 لا يطلق 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 ٣٠ نوعا مختلفا بما فيها البروتونات والنيوترونات والإلكترونات والبوزيترونات والأنتيبروتون والميزونات والديوترونات... الخ.

جسيمات انشطارية Fission fragments

هي 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، وتنتقل 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 عمليتي 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 الإشعاعي من مصدرين مشعين أساسيين هما الكوبالت ٦٠ والأريديوم ١٩٢، وهناك العديد من النظائر الأقل شيوعا في الاستخدام مثل الراديوم ٢٢٦ والسيزيوم ١٣٧ والثاليوم ١٧٠. ولما للمصادر المشعة من أخطار جسيمة يجب

Self-luminous device جهاز الإضاءة الذاتي

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

Air monitor جهاز مراقبة الهواء

جهاز قياس أوتوماتي للكشف المستمر أو الدوري عن النشاط الإشعاعي في هواء الغرف التي تحتوي على مواد مشعة. فالمواد المشعة الطيارة أو المختلطة بالأتربة تتوزع بسهولة في الهواء مما يؤدي إلى تلوث هواء الأماكن التي تتواجد بها. وفي المختبرات الصغيرة التي يعمل بها عدد قليل من الأشخاص والتي يجرى بها تداول المواد المشعة يكتفى بوضع مرشحات في مدخل هواء مضخة التفريغ وتدار هذه المضخة لعدة ساعات في الحجر المراد مراقبتها ثم يكشف عن الإشعاع في المرشح من وقت لآخر. ويمكن حساب النشاط النوعي في الهواء عن طريق قياس سرعة تيار الهواء وكمية الإشعاع في المرشحات، ويمكن تركيب مثل هذه المرشحات على مخارج الهواء بالغرفة المراد ضبط إشعاعها دورياً. أما المعامل الكبيرة فتححتاج إلى تحكم مستمر للهواء بواسطة أنظمة مراقبة خاصة معقدة.

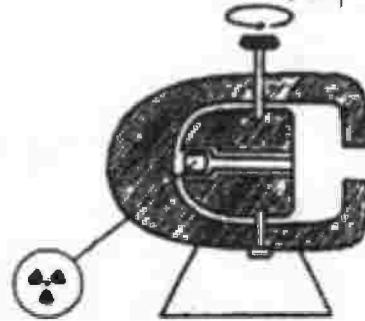
Separative work جهد (أعمال) الفصل

هو مقياس لقدرة محطة الإثراء (التخصيب) على إنجاز كمية معينة من التخصيب النظائري في زمن ما. أي الجهد المبذول لفصل كمية من اليورانيوم (المادة المغذية) إلى جزءين: الأول، الجزء المنتج والمحتوي على أعلى تركيز من يورانيوم-235 عن المادة المغذية. والجزء الآخر هو باقى المخلفات المحتوية على التركيز المنخفض من يورانيوم-235. 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 بوحدة الكيلوجرام أو الطن المكعب من اليورانيوم المفصول في زمن محدد.

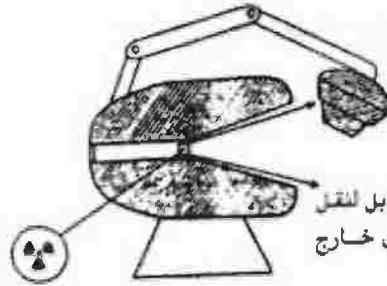
Nuclear potential جهد نووى

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

أخذ الاحتياطات الكافية لتناولها وتخزينها بعناية، حيث يظل المصدر مخزن في 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 ميكانيكياً وبالتحكم من بعد.



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



كاميرا تصوير ذات مصراع قابل للنقل جزء من مادة التدرج إلى خارج الكاميرا

X-ray camera جهاز الأشعة السينية

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

- 1- مصدر للإلكترونات الحرة، 2- وسيلة لتعجيل الإلكترونات، 3- هدف تصطدم به الإلكترونات. ويتم ذلك في 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 تفريغاً عالياً، لتجنب حدوث أكسدة ل مواد 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 ان تيار المار بالفتيلة (بالملى أمبير)، وعداد تحكم فى فرق الجهد داخل الأنبوبة (بالكيلو فولت)، وعداد الزمن للتحكم فى زمن التعرض (بالدقيقة).

Gawareiz, accident

جواريز، حادثة

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 التي دخلت في تصنيع منتجات من الصلب وتعرض عدد من البشر يتراوح ما بين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ فرد لجرعات إشعاعية عالية.

Joule

جول

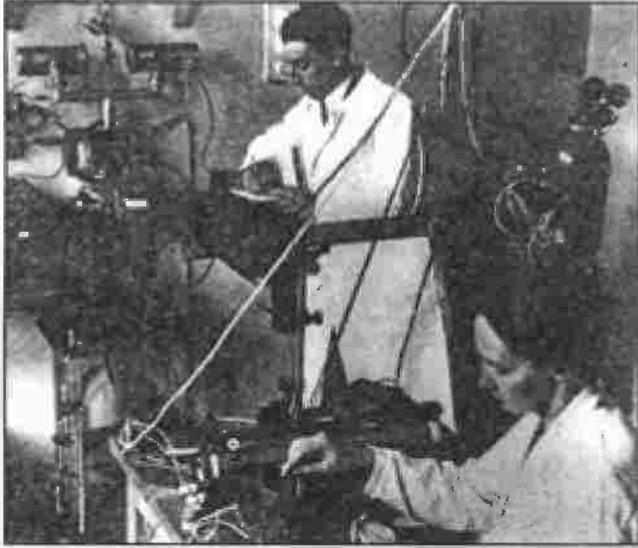
وحدة لقياس الشغل في النظام المتري للقياسات، وتعرف في الهندسة الكهربائية بأنها الطاقة التي يبذلها في الثانية الواحدة تيار شدته أمبير واحد ضد مقاومة مقدارها أوم واحد. ويعبر عن وحدة الجول في الهندسة الميكانيكية بما يساوي ٧٣٧٦. قدم باوند أو ٢٧٧٨ = ١٠^{-١} كيلو واط ساعة. (تعتبر هذه الوحدة صغيرة جدا من الناحية التجارية. ويستعاض عنها بالوحدة " واط ساعة " (وتساوي ٣٦٠٠ جول) أو بالوحدة " كيلو واط ساعة " (وتساوي ٣٦٠٠٠٠٠ جول).

جوليو كوري، فردريك (١٩٥٩ - ١٩٠٠)

Joliot, Frederic

ولد فرديريك جوليو في ١٩ مارس ١٩٠٠ في باريس وكان متفوقا علميا ومحبا للرياضة، درس جوليو في مدرسة الطبيعة والكيمياء بباريس وتخرج منها في عام ١٩٢٣. اشتغل فرديريك وزوجته ايرين كوري (ابنة مدام كوري) كمساعدين لمدام كوري في أبحاثها، كما واصلا أبحاثهما حتى توصلا إلى اكتشاف النشاط الإشعاعي الصناعي، حيث كان هذا الاكتشاف مدخلا لاكتشاف عدد هائل من النظائر المشعة ذات التطبيقات الواسعة في الميادين الطبية والزراعية والبيولوجية والصناعية، كما كان لفرديريك جوليو وآخرين الفضل في اكتشاف النيوترونات المحايدة لعملية الانشطار النووي. حصل كل منهما فرديريك وزوجته ايرين على جائزة نوبل في عام ١٩٣٥. عين فرديريك عام ١٩٣٧ أستاذ محاضرا في كلية فرنسا، كما عين مديرا لمعمل التجميع الذري التابع للمركز الوطني للبحث العلمي. ثم رئيسا للجنة الطاقة الذرية الفرنسية عام ١٩٤٦. اشرف جوليو على تصنيع أول مفاعل ذري فرنسي بقلعة شاتيون جنوب باريس حتى تم تشغيله بنجاح في ١٥ ديسمبر ١٩٤٨. حيث تم استخدام هذا المفاعل في إنتاج النظائر المشعة، كما أمكن استخراج البلوتونيوم من هذا المفاعل لاستخدامه كوقود في تشغيل المفاعلات الجديدة. كان لاستقلال فرنسا في برامجها الذرية عن بريطانيا والولايات المتحدة الأمريكية، ولتقارب جوليو على وجه الخصوص من الاتحاد السوفيتي (السابق) آثار سيئة عليه، حيث شنت عليه الولايات المتحدة الأمريكية حملة عدائية انتهت بعزله من رئاسة لجنة الطاقة الذرية الفرنسية عام ١٩٥١. ومع احتجاج الشعب الفرنسي على هذا وقيامه بمظاهرات واسعة. حمل فيها المتظاهرون صوراً لجوليو وايرين وكذلك لمدام كوري وزوجها بيير

كوري. ومع هذا ترك جوليو منصبه الحكومي ليقود حركة السلام في العالم. توفي في عام ١٩٥٩ عن عمر يناهز ٥٩ عاما.



فريدريك جوليو (١٩٠٠ - ١٩٥٩) مع زوجته ايرين كوري (١٨٩٧ - ١٩٥٦)

Gellman, Murray

جيلمان، موارى



ولد العالم الأمريكي موارى جيلمان في مدينة نيويورك بالولايات المتحدة الأمريكية في ١٥ سبتمبر عام ١٩٢٩ وقد التحق بجامعة ييل وحصل على بكالوريوس العلوم عام ١٩٤٨، ثم التحق بمعهد ماساشوستس التكنولوجي وتخصص في الفيزياء النظرية وحصل على الدكتوراه عام ١٩٥١. ثم حصل

على الأستاذية في الفيزياء عام ١٩٥٥ وهو بجامعة شيكاغو. أجرى بحثا مشتركا مع العالم " فينمان " حول نظرية التفاعلات الضعيفة وهي نظرية تصف النشاط الإشعاعي التلقائي للعناصر المشعة. وفي عام ١٩٦١ واصل أبحاثه والخاصة بتصنيف الجسيمات الأولية على أساس الطرق الثمانية وفي هذه الطريقة تتحد الجسيمات الأولية في عائلات من ثمانية أو عشرة جسيمات ذات الصلة المتقاربة. لقد بين في بحثه أن كل الجسيمات التي تنتمي لنفس العائلة لها صفات محددة. وفي عام ١٩٦٤ افترض جيلمان ومعه العالم جورج زويك كل على انفراد وجود جسيم يدعى "الكوارك" وأن هذا الجسيم الدقيق يعتبر المكون الأساسي لكل الجسيمات المكونة لنواة الذرة. ولقد حصل العالم الأمريكي جيلمان عام ١٩٥٦ على جائزة هيمنان من جمعية الفيزياء الأمريكية، كما حصل على جائزة نوبل في الفيزياء النظرية عام ١٩٦٩.

(ح)

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 دولة طرف أو لأشخاص وكيانات قانونية واقعة تحت ولايتها أو سيطرتها (بمنشأة نووية أو نشاط إشعاعي) 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 الإشعاعي بالنسبة لدولة أخرى وهو ما عني به بـ"الحادث النووي".

وطبقا للمادة الثانية للاتفاقية، فإن على الدول الأطراف أن تبادر مباشرة أو عن طريق الوكالة الدولية للطاقة الذرية بتبليغ الدول التي أضررت أو يحتمل أن تضر 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 إشعاعى (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 طارئ 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 طارئ إشعاعى من أجل 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.

Barrier

حاجز
عائق مادي يمنع أو يبطئ من حركة (أو ارتحال) النويدات المشعة أو المواد الأخرى بين وحدات النظام (مثل المفاعلات النووية، مقابر النفايات). وفي العموم، فإن الحاجز يمكن أن: ١- يكون حاجزاً هندسياً يتم إنشاؤه. ٢- أو حاجزاً طبيعياً وفاصلاً ذاتياً ومتأصلاً من البيئة (منشأة دفن النفايات أحيانا) .

Accident

الحادث
هو أى حدث غير مقصود، بما فى ذلك أخطاء التشغيل أو أعطال المعدات أو غيرها من الأسباب التى لا يمكن تجاهل عواقبها الفعلية أو المحتملة من زاوية الوقاية أو الأمان، والتى يمكن أن تفضى إلى تعرض محتفل 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).

Container, waste



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

حاوية (النفايات)

وعاء يوضع بداخله قالب النفايات من أجل النقل والتخزين ثم التخزين النهائي، وبمعكس الحاجز النهائي 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.

Incident

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

حادثة الحرجية في اليابان ((توكاي ميورا))

Criticality accident "Tocay mura"

وقع حادث الحرجية في محطة لإعادة معالجة اليورانيوم "توكاي ميورا" الواقعة في شمال شرق طوكيو باليابان يوم الخميس الموافق ١٩٩٩/٩/٣٠ الساعة ١٠:٣٥ صباحاً. والحرجية "حالة تصل إليها أية كتلة من مادة انشطارية تفوق الكتلة الحرجية ويحدث فيها تفاعل متسلسل تلقائي مستمر. وقد وقع الحادث في مبنى التجارب التحويلية experimental conversion building أثناء نقل نترات اليورانيوم إلى خزان الترسيب. ويعتمد العمل في محطة توكاي على تحويل سادس فلوريد اليورانيوم إلى مسحوق أكسيد اليورانيوم وبيمه لشركات تصنيع الوقود حيث يتم داخل المبنى الذي وقع به الحادث تداول نظير اليورانيوم - ٢٣٥ الذي تفوق درجة تخصيبه تلك المستخدمة في مفاعلات القدرة التي تستخدم الماء العادي. ومما هو جدير بالذكر أنه في الوقت الذي وقع فيه الحادث كان يتم تنفيذ طلبية للوقود النووي لمفاعل التجارب (Joyo) وهو من نوع مفاعلات التوليد السريع (FBR). وتبلغ درجة التخصيب لنظير اليورانيوم-٢٣٥ المستخدمة فيه ١٨.٨٪ في المرحلة التي وقع عندها الحادث. وكان من المتوقع أن يكون وزن سائل اليورانيوم الموجود حوالي ٢.٤ كجم، ولكن طبقاً لتصريحات العاملين الذين تعرضوا للحادث فقد بلغ وزن السائل حوالي ١٦ كجم، أي حوالي سبعة أضعاف الكمية المتوقع وجودها وقد عزا ذلك لخطأ بشري من أحد العاملين بالمحطة. وقد تم نقل ثلاثة من العاملين وقت الحادث إلى المستشفى، حيث بينت التحاليل الطبية التي تم إجراؤها وجود آثار لنظير الصوديوم-٢٤ في المادة التي 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 في أية منشأة نووية. إضافة إلى ذلك فقد تم اكتشاف وجود كميات صغيرة من المواد المشعة على أجسام وملايس ٣٦ شخصاً منهم ٣٣ من العاملين بالمحطة وثلاثة من رجال الإطفاء. ويعد هذا الحادث أخطر حادث من نوعه في تاريخ لصناعة المدنية النووية.

حادثة فقدان المبرد

Loss of coolant accident (LOCA)

حادث في قلب المفاعل ينتج عند فقدان المادة المبردة ويعد من أسوأ الحوادث المتوقعة. إن النقصان غير المتوقع في سريان مياه التبريد إلى قلب المفاعل يمكن أن يؤدي إلى عواقب خطيرة لكل المحطة. حيث يمكن أن يكون هذا النقص الفجائي ناتجاً عن أي شيء بدأ من تسرب من أنبوب صغير للتبريد، إلى الانفصال (القطع) التام لأكبر أنبوب تبريد. فإذا لم يكن هناك مبنى حاو للمفاعل أو صمم على نحو غير دقيق، أو إذا لم يكن هناك نظام تبريد طارئ، لقلب المفاعل أو تعطل لسبب ما، فإن عواقب حادثة فقد مياه التبريد

سوف تكون جسيمة جداً، وخاصة في حالة المفاعلات المبردة بالماء الخفيف. حيث تبدأ بمياه تحت ضغط عال، ويحدث الكسر في خط الأنابيب يتسرب الماء إلى الخارج مسبباً تولد البخار. وبغياب نظم تبريد الطوارئ، فإن قضبان الوقود غير المغمورة بمياه سوف تنصهر نتيجة للحرارة الناتجة عن النواتج الانشطارية، وهذا في المقابل يؤدي إلى التولد السريع للبخار، وانفجار الوقود المنصهر والمواد الأخرى إلى المياه المتبقية في 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 أيضاً بثر قاع غلاف الضغط هاوياً بالمواد المنصهرة، إلى فراغ مبنى المحتوى، حيث تتوالى التفاعلات الخطيرة بين المواد المنصهرة مع الجدار الخرساني ليتولد مزيد من غازات الاحتراق كالهيدروجين وأول أكسيد الكربون، ليصبح انهيار آخر جدار (حاوية المفاعل) لحماية البيئة من خطر التسرب الإشعاعي أمراً متوقفاً تحت تأثير الضغوط العالية والحرارة الناتجة في حالة اشتعال غازات الاحتراق. (انظر مادة: جزيرة الأيمال الثلاثة).

حوادث الغواصات النووية

Nuclear submarine accidents

- في الولايات المتحدة الأمريكية: فقدت غواصتان ذواتا دفع نووي:
 - ففي عام ١٩٦٣، فقدت الغواصة النووية الهجومية تريشر Thresher، أثناء التجارب، بعد تسرب المياه الذي أدى بدوره إلى تلويث اللوحات الكهربائية. وعليه أنجز تطوير هام لدارات (دورات) التبريد التي تستخدم مياه البحر على ظهر هذا النمط من الغواصات عوضاً عن دارات تستخدم المياه العذبة بضغط منخفض، وكذلك عن نوعية الإنجاز التي شككت بأمرها لجنة التحقيق التي أعقبت الحادث.
 - وفي عام ١٩٦٨، اختفت الغواصة النووية الهجومية سكوربيون Scorpion، في المحيط الأطلنطي بالقرب من جزر آسور ولم يتضح، وبصورة مؤكدة، سبب فقد الغواصة، لكن مؤشرات مختلفة دعت إلى التفكير لحادث انفجار فجائي لنسيطة Torpille في أنبوب الانطلاق.
- في الاتحاد السوفيتي السابق: انتشر خبر فقدان ثلاث غواصات:
 - في عام ١٩٦٨، غرقت الغواصة K129، المزودة بالأسلحة النووية في المحيط الهادئ بالقرب من جزيرة غوام Guam. وفي عام ١٩٧٤، تم انتشالها (جزئياً) من قبل سفينة غلومار تشالانجر Glomar Challenger الأمريكية.
 - في عام ١٩٨٦، حدث انفجار في أحد أنابيب الإطلاق في الغواصة K219، واستطاعت الغواصة العموم على السطح، وتمكن أغلبية الطاقم من النجاة واستطاعت سفينة أمريكية إنقاذهم وبعد زمن قليل، غرقت الغواصة الجانحة.

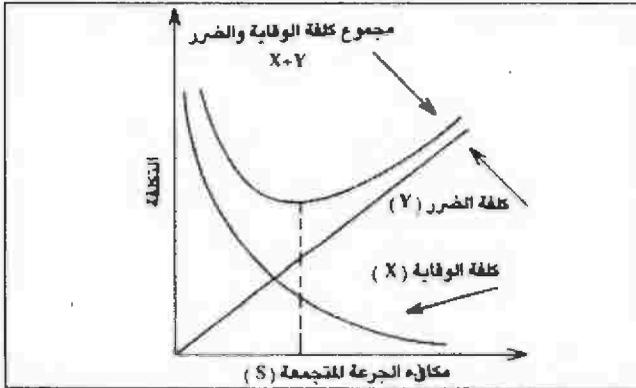
Excited state

حالة مثارة

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

Optimization الحالة المثلى للحماية الإشعاعية

إن جميع حالات التعرض للإشعاع في أى مجتمع يجب خفضها إلى أقل قدر ممكن، ولمعرفة ما إذا كان خفض التعرض الإشعاعي قد يتم بصورة معقولة أم لا فإنه من الضروري الأخذ في الحسبان الموازنة بين زيادة الفائدة من هذا الخفض وزيادة التكاليف. ولزيادة الفائدة الصافية إلى أقصى قدر ممكن يؤخذ تفاضل معادلة التكلفة والفائدة بالنسبة لتغيير 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 في تقدير هذه القيمة النقدية من الناحية العملية فقد نشرت عدة تقديرات في هذا الخصوص، وهي مفيدة لأجل اتخاذ القرارات بالرغم من عليها من تحفظات. ويمكن القول بناء على ما سبق ذكره أنه عند تصميم مصادر الإشعاع ووضع الخطط الخاصة باستعمالها وتشغيل المصدر أو المنشأة ينبغي أن يجرى ذلك بطريقة تؤدي إلى أن يكون التعرض للإشعاع ضمن حدود المعقول مع الأخذ في الحسبان العوامل الاقتصادية والاجتماعية للمجتمع.



الوصول بالوقاية من الإشعاع إلى الحالة المثلى

حامض ديوكسى ريبونوكليك 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).

- وفى عام ١٩٨٨، شب حريق على الغواصة K278، وامتد إلى كل أنحاء الغواصة، وتمكنت الغواصة من العموم 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 يؤدي 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.

- انقطاعا على الأقل، فى الألفية الأولى 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- المنويات 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 الجزيء، وهى فى أدنى مناسيب طاقتها المنسوب الطبيعى. (انظر: حالة مثارة)

ويمكن استخدام غرفة التأين ككاشف عن معظم الإشعاعات المعروفة إلا أن حساسيتها لأشعة جاما ضعيفة. ويمكن استخدامها للكشف عن النيوترونات وذلك بملئها بغاز مناسب "محول" أو بتغطية سطحها الداخلي 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 جيبي (Pocket chamber) فى حجم قلم الحبر العادى. (انظر مادة: مقياس الجرعة الجيبي، كواشف نووية).



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

الحجم الحرج Critical size

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

الحد السنوى للجرعة المكافئة

Annual equivalent dose limit

إن قيمة الحد السنوى للجرعة المكافئة من الإشعاع والذى لاينبغي تجاوزه طبقا لنظام تحديد الجرعات الذى وضعته اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع هو ٢٠ مللى سيفرت/سنة للمهنيين، ١ مللى 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 التي تمتص فى أثناء تحول الأطوار إلى الآخر (جامد إلى سائل، ماء، إلى

Carrier

نظير مستقر أو عنصر طبيعي، يمكن أن يضاف إليه ذرات مشعة من العنصر نفسه، للحصول على كمية من مخلوط إشعاعى 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 صاحبته كمية ضئيلة أثر من مادة مشعة أخرى، فإنها تحمل تلك الكمية الضئيلة فى خلال عملية كيميائية أو فيزيقية أو بيولوجية ما. (انظر: ذرات موسومة)

Reactor containment

حاوية المفاعل

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 للاجهادات 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.

Nuclear induction

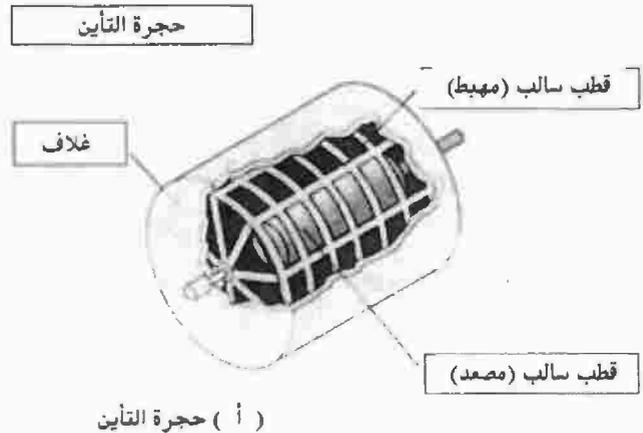
حث نووى

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

Ionization chambers

حجرة التأين

أحد أجهزة الكشف عن الإشعاع والتي 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 الناشئ.



الحركة "الدورية"، وتسمى الفترة الزمنية المتكررة بزمَن الدورة أو المدة فحركة القمر هي حركة دورية مدتها ٢٧,٣٣ يوما يستغرقها في عمل دورة حول الأرض. ونحن نعلم أن هذه الحركة قد تكرر بنفس المدة على الأقل طيلة آلاف السنين التي 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 في علم الفيزياء تختلف بنوع المؤثر الذي ينتقل، ولكنها متماثلة من وجهات نظر كثيرة. وأحد أنواع الموجات الهامة، هي التي نشاهدها في تحرك المادة الملموسة مثل موجات الحبال والماء والموجات الصوتية. وهذه أسهل الموجات في تصورها. وفي نوع آخر منها تنتقل القوى الكهربائية المغناطيسية خلال المادة أو الفراغ. هذه الموجات الكهرومغناطيسية، ومن أمثلتها موجات الضوء، والموجات اللاسلكية. وهناك موجات أخرى تصاحب الدقائق المادية المتحركة السريعة وهي المسماة بموجات "دي بروي" وهي التي تعطي احتمال مشاهدة الأجسام الدقيقة المتحركة في موضع معين. وهذه أصعب الموجات في تصورها. وهناك علاقة وثيقة بين الموجات والحركات الدورية. فالواقع أن الموجات تشاهد عن طريق الحركات الدورية التي تحدثها في جسيم. فموجة الماء تمر على سطح بحيرة، فتسبب صعود قطعة من الفلين وهبوطها في حركة دورية أو توافقية. وهذا الاهتزاز الحادث للموس هو الذي يقنعنا لوجود الموجة. وموجة اللاسلكي تصادف سلكا هوائيا، فينشأ عنها بالتأثير حركات دورية في إلكترونات الهوائي، وأسلاك الاتصال والصمامات في جهاز الاستقبال. والنيوترون الذي طول موجته "الديبرولية" مناسب يحدث تأثيرا دوريا في نواة ذرة فيقسمها أو يمزقها إربا. وقد يمر نيوترون آخر غير متجاوب في "النفعة" مع النواة دون إحداث أي تأثير. ويطلق على المسافة التي تكرر فيها الموجة نفسها (أي بين ذروة الموجة والذروة التالية لها) مصطلح "الطول الموجي"، وعند أي موضع بذاته في المحيط، يتكرر ارتفاع الماء وانخفاضه بصورة منتظمة، أي إن الفترة الزمنية بين أقصى ارتفاع للماء وأقصى ارتفاع يليه، تكون ثابتة، وتسمى هذه الفترة الزمنية الثابتة بزمَن الدورة، وعادة ما يستخدم المصطلح "تردد الموجة" ويعني عدد مرات تكرار الموجة نفسها عند أي موضع بعينه في الثانية الواحدة، بدلا من المصطلح "زمن الدورة"، وتردد الموجة هو المقلوب الرياضي لزمَن الدورة، وهناك خاصية هامة أخرى للموجة، وهي "سرعة الموجة" ويقصد بهذه الخاصية، السرعة التي تتحرك بها قمم الموجة إلى الأمام.

حرق (الجلد) Burn (of skin)

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

بخار تؤدي إلى رفع درجة الحرارة. فمثلا إذا أعطينا مكعب الثلج حرارة فإن درجة حرارته لا ترتفع إلا إذا أعطيناه كمية كافية من الحرارة لصره. بعدها فقط ترتفع درجة حرارة الماء بالحرارة وتستهلك هذه الكمية من الحرارة في تحويل الثلج إلى ماء، وليس رفع درجة الحرارة). ويفسر ذلك على أن جزيئات المادة تنجذب لبعضها بصورة ضعيفة... حيث تذهب الحرارة الممتصة أولا بواسطة السائل أو الجامد إلى الإسراع من اهتزاز (ذبذبة) ودوران الجزيئات التي يتكون منها السائل أو الجامد. لكنها - أي الجزيئات - تظل ملتصقة ببعضها، وعندما تمتص ما يكفي من الطاقة فقط تتحرر الجزيئات من الارتباط اللزج ببعضها وتصبح الجوامد سوائل أو السوائل غازات، ولا ترتفع درجة الحرارة في أثناء تحول الطور لأن درجة الحرارة مقياس لطاقة الحركة الانتقالية (الطاقة التي تصدم بها الجزيئات جدار الترمومتر). وتستهلك الطاقة الممتصة في أثناء التحولات الطورية في تكسير الروابط بين الجسيمات وليس في زيادة الطاقة التي تصدم بها الجزيئات جدار الترمومتر.

حرارة لاحقة Afterheat

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

حرجية Criticality

الحالة التي يكون عندها مجموع معدل أسر النيوترونات في المفاعل النووي وإفلاتها منه مساويا لمعدل تولدها من عمليات الانشطار في قلبه.

حرجية رطبة Wet criticality

الحرجية التي يصل إليها المفاعل مع وجود المبرد.

حرجية فورية Prompt criticality

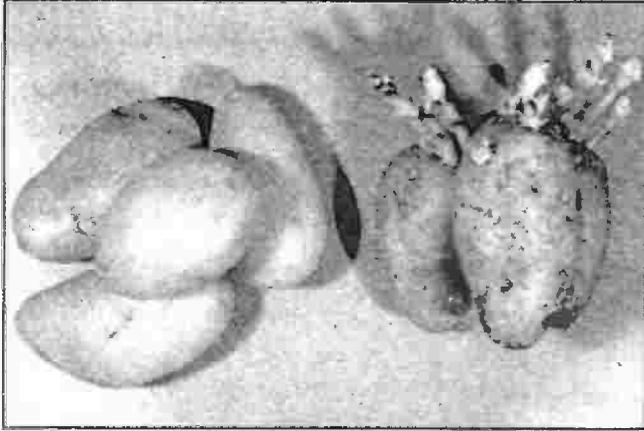
حالة المفاعل عندما يكون استمرار تفاعل الانشطار التسلسلي فيه بفعل النيوترونات الفورية فقط، أي بدون عون من النيوترونات الآجلة.

حركة دورية Periodic

تنقسم الحركات الميكانيكية عادة إلى نوعين: الحركات التي تبدأ من نقطة وتنتهي عند أخرى مثل جسم يسقط، والحركات التي تكرر نفسها مثل حركة القمر حول الأرض. وأبسط الحركات المتكررة بل أكثرها شيوعا الحركات منتظمة التكرار. فهي تتكرر في فترة زمنية معينة، وفي كل فترة تقوم بنفس الحركة. يطلق على هذه الحركة اسم

التعليب، وهي تختلف عن التبريد والتجميد والتجفيف التي تعد طرقاً محسنة لطرق معروفة طبيعياً.

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



(أ) استخدام أشعة جاما لمنع تدرج درنات البطاطس

بصل معالج إشعاعياً



بصل غير معالج

(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 إطالة الفترة التخزينية للأسماك في الثلاجات لمدة ٣٠ يوماً بعد تشعيعها بجرعات تتراوح ما بين ٢٠٠ إلى ٤٠٠

أوتقيجات)، وتتميز الدرجة الثانية لهذا الحرق الجلدي بالتبثر، كما في حالة حروق الشمس الجسيمة. أما الدرجة الثالثة فيكون حرقاً جسيماً جداً يؤدي بهلاك الطبقة الجلدية تماماً.

حرق إشعاعي Radiation burn

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

حرق حراري Thermal burn

حرق الجلد أو أية مادة عضوية أخرى بسبب الحرارة الإشعاعية، مثل تلك التي تتولد من تفجير نووي. (انظر: حرق ومضى، حرق إشعاعي، مرض إشعاعي)

حرق ومضى Flash burn

حرق الجلد الناشئ عن ومضة من الإشعاع الحراري، ويمكن تمييزه من حرق اللهب بكونه يحدث في الأجزاء المكشوفة من الجسم التي تكون في مواجهة مصدر الإشعاع الحراري مباشرة.

حزام فان ألن Van Allen radiation belt

حزام من الإشعاع حلقي الشكل مكون من بروتونات وإلكترونات ذوات طاقة عالية تحيط بالأرض ويمتد تقريباً من ارتفاع ٦٤٠ كم إلى ٦٤ ألف كم فوق سطح الأرض. وشدة حزام فان ألن أقل ما تكون فوق القطبين المغناطيسيين للأرض. (تدرج سفن الفضاء لحماية ركبها من الإشعاع الشديد الخطر في حزام فان ألن).

حساسية إشعاعية Radiosensitivity

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

حصن (درع) رصاصي Lead castle

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

حفظ الأغذية Food Preservation

تتعرض الكثير من الأغذية والمحاصيل الزراعية في العالم للتلف عند تخزينها نتيجة لإصابتها بالأمراض المختلفة بالإضافة إلى إتلاف الحشرات لكميات كبيرة منها، كما تفقد الفواكه والخضراوات طراوتها ومظهرها وقيمتها التسويقية. ويعد حفظ الأغذية بالإشعاع أحدث طريقة صناعية ابتكرها الإنسان لحفظ الأغذية بعد طريقة

أنسب المواد في تقليل كمية أشعة أكس وأشعة جاما. ويعتبر الماء والخرسانة من أنسب المواد لتقليل كمية النيوترونات. ويعتبر الألومنيوم والبلاستيك من أنسب المواد لامتناس أشعة بيتا. ويعتبر الورق أو الشرائح الرقيقة من البلاستيك من أنسب المواد لامتناس 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 في المفاعلات النووية. وتعتبر الحواجز الواقية من أهم وسائل الوقاية من الإشعاع.

إبن حيان، جابر (١٢٠ - ٢٠٠ هـ)

Ebn-Hayyn, Gaber

العلامة الفيلسوف، والطبيب والفلكي والكيميائي العربي أبو موسى جابر بن حيان بن عبد الله، ولد بخراسان عام ١٢٠ هـ ولكنه نشأ وترى بالكوفة وبغداد. وعاصر خلافة الرشيد والمأمون في القرن الثاني الهجري.

ويعد ابن حيان من أشهر علماء عصره لاسيما في 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 والنوبان، واستحضار حامض الكبريتيك (زيت الزاج)، وبعض مركبات الصوديوم والبوتاسيوم والزئبق والسموم والخمائر والخواص الكيميائية للعديد من العناصر. وقد تضاربت الروايات في ترجمة حياته حتى إن بعض غلاة الغرب تبادوا في إنكار وجوده لولا مؤلفاته المحفوظة من بعده. توفى بطوس حوالى عام ٢٠٠ هـ.

Diffraction (of light)

حيود الضوء

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

كيلو راد بينما لا تزيد فترة تخزين نفس الأسماك في نفس درجة الحرارة عن ٩ أيام. كما تستعمل جرعات بين ٢٠ إلى ٥٠ كيلو راد في قتل يرقات الحشرات التي تصيب الحبوب المخزونة، كذلك فإن جرعة مقدارها ٥٠ كيلو راد يمكنها إنتاج يرقات مصابة بالمقم وذلك للحشرات التي تختفى داخل الثمار. إضافة إلى ذلك أمكن منع تزرير درنات البطاطس والبصل والثوم باستخدام جرعات تتراوح بين ٤ إلى ١٠ كيلوراد، وفي هذه الحالة يتم تشجيع الدرنات الأبيصال المخصصة للاستهلاك الغذائي دون الدرنات والأبيصال المخصصة كتقاوى لأن التشجيع يمكن أن يؤدي إلى وقف نمو براعم هذه الدرنات والأبيصال فتصبح بالتالي غير صالحة للزراعة.

ومما هو جدير بالذكر أن هناك فرقا كبيرا بين الأغذية المعاملة بالإشعاع التي تمت مناقشتها وبين الأغذية الملوثة بالإشعاع الناتج عن الحوادث النووية، ففي 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 في الواقع لا تحتوى على أية عناصر مشعة.

Body burden

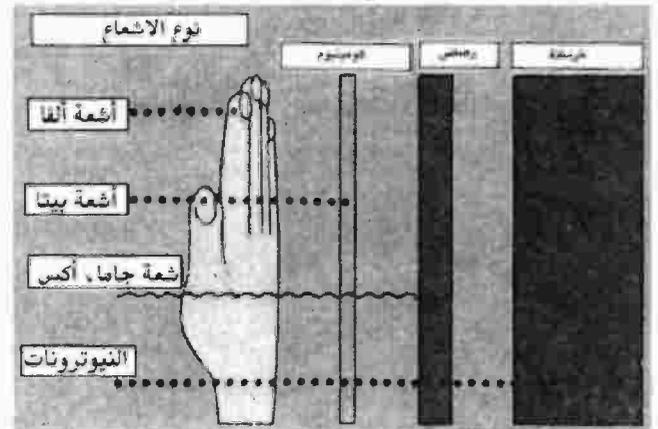
حمل الجسم

مقدار المادة المشعة الموجودة في 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

(خ)

الغرب. ويعتبر "ميزان الحكمة" أبرز كتبه في مجال الطبيعة، كما له كتب أخرى في مجال الفلك مثل "الآلات الخروطية"، و"الآلات العجيبة الرصدية"، و"في الفجر والشفق"، و"الزيج السنجرى" و"جامع التواريخ".

الخاصية الثنائية (للأموج والجسيمات)

Duality of waves and particles

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

خريطة تساوى الجرعة Isodose Chart

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

خط فرمي Fermi plot

علاقة بيانية خطية تبين توزيع الطاقة لجسيمات بينا المنطقه من النظير المشع.

خط مقارب Asymptote

خط يقترب من منحنى ما تقريبا مستمرا دون أن يلامسه إلا في مالا نهاية.

خطوط تساوى الشدة Isointensity contours

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

الخازن ، عبد الرحمن الخازنى (٩-٥٥٠هـ) (٩-١١٥٥ م)

AL Khazni

هو عبدالرحمن المنصور أبو الفتح الخازنى، ويعرف بالخازن، عالم طبيعة وفلك، ومهندس برع في علوم الحركة (الايديوستاتيكا - توازن السوائل).

ولد عبد الرحمن الخازنى بمدينة " مرو "، وكان رقيقا عند على الرزوى خازن مكتبة مدينة مرو العامة وأمينها، ولذلك لقب بالخازنى، لأنه كان يعمل صبيا معه في 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 إحداها 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 الأرض، 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 مفرغرات 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 الأجسام، وقد ثبت حديثا أن لهذه النظرية أهمية قصوى فى عمليات التحليل الكيميائى... الخ. وقد اهتم علماء الغرب بابتكارات الخازن، وترجمة مؤلفاته إلى لغات

Hot cells

خلايا حارة

عبارة عن الأماكن المخصصة لحفظ المواد المشعة في المعامل الحارة. وهى حظيرة قوية التدرّيع، 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.



الخلايا الحارة لإنتاج النظائر ذات المستوى الإشعاعي العالي

Al- Khawarismi

الخوارزمي

أبو عبد الله محمد بن موسى الخوارزمي. رياضي وفلكي وجغرافي، ظهر ولع اسمه في عصر المأمون العباسي الذي ولاه منصبا في بيت الحكمة، اهتم بدراسة الفلك والرياضة والجغرافيا والتاريخ، تأثر بصفة خاصة بالمؤلفات الفارسية والهندية في الفلك والرياضة. أشهر مؤلفاته كتاب "حساب الجبر والمقابلة" وكتاب الجبر والمقابلة شأن كبير فقد كان العمدة لكل ما ألفه العلماء فيما بعد وترجم إلى اللاتينية والإنجليزية كما حقق الكتاب في سنة ١٩٣٧ م، 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 الذي نشر أول جداول عربية واستخدم الاختصار في العملية الجبرية، كما أدخل تحسينات على كتاب جغرافية بطليموس، وفي الجغرافيا له كتاب (الربع المعمور) ووضحه بمجموعة من الخرائط عرفت باسم "صورة الأرض". كما ألف في التاريخ والجغرافيا والموسيقى. توفي بعد عام ٢٣٢ هـ.

Emergency plans

خطط الطوارئ

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

Baruch plan

خطة باروخ

في 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. وفي عام ١٩٥٣ قدم الرئيس الأمريكي ايزنهاور إلى عصبة الأمم اقتراحه المشهور "الذرة من أجل السلام" وكان هذا الاقتراح بمثابة الانطلاقة الأولى نحو إنشاء الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

Background

الخلفية

عند دراسة بعض الظواهر قد تصاحب الحدث المعنى بالاستدلال عليه أو قياسه، أحداث أخرى من نوعه من المحال مجانية أثرها في الجهاز المستعمل، وفي هذه الأحوال يقال الخلفية لما يشاهد أو يسجل في الجهاز من آثار هذه الأحداث للفرقة بينها وبين الآثار التي تحدث بفعل الحدث.

الخلفية الإشعاعية، الطبيعية

Background radiation, natural

النشاط الإشعاعي الذي يلزم الجزء الطبيعي من البيئة المحيطة بالأشخاص فكل شيء على الأرض يحتوي على مواد مشعة طبيعية؛ بالإضافة إلى الأشعة الكونية. وعادة ما تسبب الخلفية الإشعاعية الطبيعية في تعرض الأفراد إلى جرعات إشعاعية ويختلف مدى التعرض لهذه المواد المشعة المتواجدة طبيعيا بشكل معنوي بحسب الموضع الجغرافي، الارتفاع، والبيئة بالإضافة إلى عادات الأكل والشراب. وتقدر شدة التعرض للخلفية الإشعاعية الطبيعية في المتوسط ٩٢ مللي ريم/بالسنة في الولايات المتحدة الأمريكية؛ وفي دنفر ١٣٠ مللي ريم/بالسنة. وفي بعض مناطق من الهند ١٣٠٠ مللي ريم/بالسنة. وهو ما يجب أن يراعى عند أخذ القياسات الخاصة بالمسح الإشعاعي.

Physical properties

خواص فيزيقية

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

Mechanical properties

خواص ميكانيكية

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

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 "Algorithm" 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، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، إلى أوائل القرن الثامن عشر تسمى باللاتينية "الجورزمس (algorismus)" كما أن الكلمة الأسبانية التى معناها الأعداد أو الأرقام هى جوارزم (guariso).

(د)

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 V_0 . أما إذا غابت نبضة الدخلى لإحدى هذه المداخل أو كلها فإننا لن نحصل على أية نبضة خرج.

كما يمكن بناء دوائر اللاتطابق الزمنى Anti coincidence والتي 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 استطرارة كمبتون من بعض القياسات النووية.

Short circuit دائرة قصيرة (قطع)

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

Function الدالة

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، ووفقاً 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: (أ) طريقة الجداول، (ب) طريقة الرسم البياني، (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 ($y=1$).

Radiation Sickness

داء الإشعاع

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

Quenching circuit

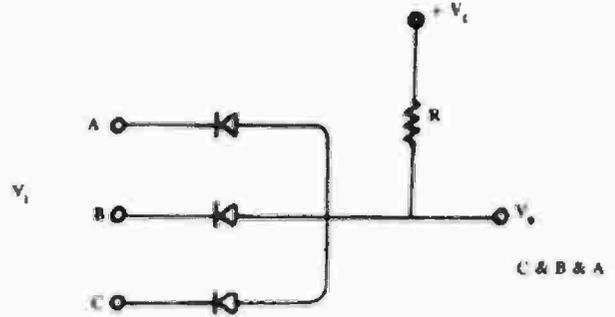
دائرة إخماد

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.

Coincidence circuits

دائرة التزامن

نحتاج أحياناً 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 إذا كانت هاتان النبضتان متزامنتين أى فى حالة تطابق زمنى مع بعضهما بعضاً. أما إذا كانت الفترة الزمنية بين النبضتين كبيرة فلن نحصل على نبضة الخرج. وهناك حد أعلى لهذه الفترة يعرف بزمن التبيين $resolving\ time$ لدائرة التطابق الزمنى. فإذا كانت الفترة الزمنية بين نبضتى الدخلى أقل من زمن التبيين أو تساويه، فإننا نحصل على نبضة خرج. أما إذا كانت هذه الفترة أكبر من هذا الزمن فلن تنتج نبضة خرج.



١- تركيب البوابة



ب- رمز البوابة
بوابة & المبسطة

ويستخدم لبناء دائرة التطابق الزمنى دائرة بسيطة تحتوى على أكثر من مدخلى (input). ويستجيب خرج هذه الدائرة عندما تتزامن النبضات الالكترونية المتصلة بجميع المداخل. وفى الشكل المرافق،

العادية. وحينما لا يذكر الأساس فالفهم أنه e . وكما هو معلوم من الجبر فإن :

$$\log_{10} e = 0.4343 \quad \& \quad \log_e 10 = 2.303$$

والدالة اللوغاريتمية هي : $y = \log_e x = \ln x$
والدالة العكسية لها هي $X = ey \dots$ وعلى ذلك يمكن رسم الدالة $Y = \ln x \dots$ من رسم الدالة العكسية بتغيير محوري الإحداثيات كل محل الآخر.

Bessel's equation دالة بيسل

دالة بيسل هي :

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

حيث α و n ثابت . 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 :

$$\Phi = A J_n(\alpha x) + C Y_n(\alpha x)$$

حيث A و C ثابت . 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 :

$$\phi = A I_n(\alpha x) + C K_n(\alpha x)$$

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

Blanket دثار

طبقة من مادة خصبة مثل اليورانيوم - 238 أو الثوريوم - 232 توضع في بعض المفاعلات حول المادة القابلة للانشطار في المفاعل.

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 $a=10$ 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):

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

Exponential function الدالة الأسية

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

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

ويوجد مفكوك هذا المقدار بنظرية ذات الحدين:

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

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

وهذه متسلسلة لانهاية تقاربية ويمكن إثبات أن e تنحصر قيمتها بين 2.7169 و 2.7195 وقيمة e مقربة نعتبرها 2.7 وهي تعتبر أساس اللوغاريتمات الطبيعية.

والدالة الأسية e^x :

$$e^x = \left[\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{x}{n}\right)^n \right] = \lim_{n \rightarrow \infty} \left[\left(1 + \frac{x}{n}\right)^n \right]$$

وتوجد علاقات كثيرة في العلوم النووية يرتبط فيها المتغير التابع بالتغير المستقل بعلاقات أسية منها: (أ) الاضمحلال الإشعاعي. (ب) امتصاص أشعة جاما أو الأشعة السينية. (ج) اضمحلال الجرعة الاشعاعية $D = D_0 e^{-\lambda t}$.

Logarithmic function الدالة اللوغاريتمية

جميع اللوغاريتمات للأساس e تسمى باللوغاريتمات النيبيرية أو الطبيعية بينما تسمى اللوغاريتمات للأساس 10 باللوغاريتمات

درجة الحرارة

Temperature

هي الكمية الفيزيائية التي تعبر عن مدى سخونة الجسم. وقياس درجة الحرارة لا يتحقق إلا بطريقة غير مباشرة، مبنية على قياس تلك الخواص الفيزيائية للأجسام، التي تعتمد على درجة الحرارة، وتقبل القياس المباشر. وتعرف المواد المستخدمة في قياس تلك الخواص (كالتزئيق)، بأنها ترمومترية، ويقال عن التدرج الحرارى المبني على أساسها إنه تجريبي. ويجرى استخدام درجات حرارة تحول المواد النقية كيميائيا من حالة إلى أخرى كقيم ابتدائية لبناء تدرجات 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 زئيق. وتتخذ الكميتان t_b, t_0 حسب نوع التدرج القيم الآتية:

١ - تدرج سلزيوس (التدرج المئوى) :

$$t_0 = \text{صفر درجة م} ; t_b = 100 \text{ م}^0$$

٢ - تدرج فارنهایت:

$$t_0 = 32 \text{ ف} , t_b = 212 \text{ ف} .$$

$$t^0 \text{ C} / 100 = t^0 \text{ F} - 32 / 180$$

٣ - تدرج كلفن :

يبدأ احتساب درجة الحرارة T من الصفر المطلق ($t = 273.15 \text{ }^0 \text{C}$) وتسمى بدرجة الحرارة المطلقة. ترتبط قيمة درجة الحرارة في تدرج كلفن ($T \text{ }^0 \text{K}$) بقيمتها في تدرج سلزيوس ($t \text{ }^0 \text{C}$) بواسطة العلاقة الآتية:

$$T \text{ }^0 \text{K} = t \text{ }^0 \text{C} + 273.15 \text{ }^0 \text{C}$$

درجة الحرية

Degree of freedom

درجات الحرية هي أقل عدد من إحداثيات الموضع يكفى لتميين وضع جسم ما أو مجموعة أجسام.

درع المفاعل

Reactor shield

الجسم الذى يحيط بالمفاعل لمنع تسرب النيوترونات والإشعاعات الأخرى إلى خارجه درءاً 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 بالإشعاع فى الوعاء وفى الدرع البيولوجية. (انظر: درع بيولوجى)

Biological shield

درع بيولوجى

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 التريينة بالبخار. وتستخدم الطاقة الميكانيكية للتريينة لتدوير عمود مروحة الغواصة، إما بشكل مباشر بواسطة 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 واحد 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 Idaho .

- يناير ١٩٥٥ : أول عملية غطس فى طريق حر بالدفع النووى لـ 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

دليل العمل الوقائي (PAG) Protective action guide

الجرعة الممتصة من الإشعاع المؤين في أفراد السكان التي تبرر اتخاذ إجراءات وقائية عقب حدث يسبب التلوث، مثل الانفجار النووي.

دوران المتجه (Curl) Rotation of vector

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

$$\vec{\omega} = \text{Curl } R = \text{rot } R = \nabla \cdot R$$

دورة (Period)

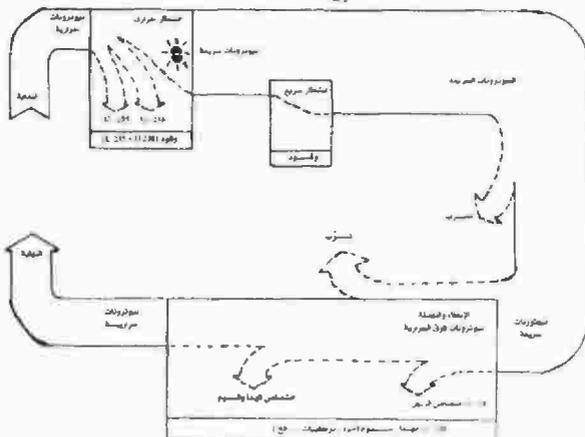
الزمن اللازم لإكمال دورة واحدة من سلسلة أحداث تتكرر بانتظام، وفى المفاعل النووى هى الزمن اللازم لكى يتغير منسوب القدرة بالعامل ٢.٧١٨ (مضروباً فى قيمته الأصلية)، وهذا العامل هو المعروف بأساس اللوغاريتم الطبيعى.

دورة كربونية (Carbon cycle)

دورة من ست تفاعلات نووية متعاقبة تعطى تفسيراً يمكننا لمصدر جزء كبير من الطاقة المشعة من النجوم، حيث وضع العالم الألماني "بيته" ١٩٣٥م 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 المسماة دورة الكربون - نتروجين، بتحول الكربون ١٢ العادى إلى نتروجين ١٣ الذى يتحول بعد أربع عمليات إلى نتروجين ١٥، ثم تنتهى بتحول هذا الأخير إلى الكربون العادى الذى بدأت به بالإضافة إلى إنتاج الهليوم وطاقت الإشعاع، ويعمل الكربون فى هذه التفاعلات حفازاً. والخلاصة أن الأيدروجين يتحول إلى هليوم بالاحتراق النووى فى أجواف النجوم، فتنتقل من هذه العملية الطاقات الهائلة التى تشعها الشمس والنجوم باستمرار.

دورة نيوترونية (Neutron cycle)

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



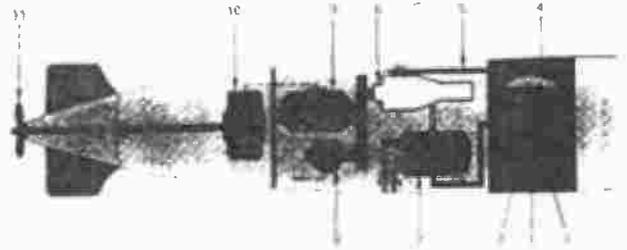
ناشرة النيوترون فى مفاعل محدد (مهدأ-يورانيوم طبيعى أو مثنى)

كبيرة جداً نتيجة للصواريخ المحمولة. وهناك الغواصات النووية الهجومية SNA وهى غواصات تتشابه مع الغواصات التقليدية وأوزانها متوسطة مع توجه حديث نحو زيادة وزنها ومرتبطة ذلك بحمولة أسلحة أكثر فأكثر. مع الإشارة إلى أن هذه الغواصات الهجومية SNA بمساعدة النعمة، 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 جداً من الوحدات.
- السفن العاملة بالدفع النووى والمخصصة لأغراض ليست عسكرية حصراً: والسفن النووية ذات الدفع النووى المخصصة لأغراض غير عسكرية هى سفن كاسحات الجليد، والروس وحدهم الذين بنوا واستثمروا أسطولاً من سفن هذا النوع.

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



مبدأ الدفع النووى للغواصات

- (1) الوقود النووى، (2) المحتوى فى قلب المفاعل، يقوم بتسخين الماء الأول. (3) وهذا الماء يمر ويجريان طبيعى فى مولد البخار، (4) مما يسمح بتبخير الماء الثانوى، (5) ونلك من أجل تغذية التربينات، (6) وبعد ذلك يبرد الماء الثانوى فى مكثف. (7) وقيل أن يعاد ثانية إلى مولد البخار حيث تحتوى كل ترينة 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.

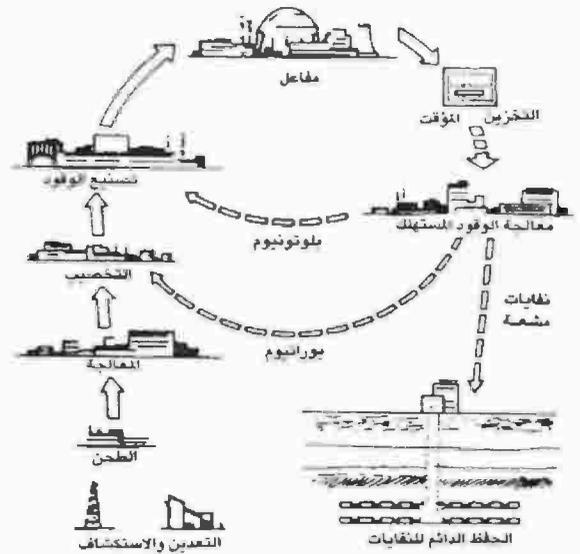
دورة الوقود النووي

Nuclear fuel cycle

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

الخيار الأول: هو خيار الاتجاه الواحد *once through* وهذا الخيار ينطوي على بديلين، الأول هو التخلص من الوقود المستهلك والناتج عن الحرق في المفاعل إلى الدرجة التي تحددها الظروف الفنية والتشغيلية، وتعرف الدورة حينئذ بدورة النيز. أما البديل الثاني فهو التخزين أو التسكين المؤقت للوقود المستهلك تحسباً لقرار مستقبلي بإعادة المعالجة لهذا الوقود.

أما الخيار الثاني فهو خيار إعادة التدوير *recycle option*، حيث يعتمد هذا الخيار على الرغبة في الحصول على البلوتونيوم، وهو العنصر الحيوي في صناعة الأسلحة النووية. (انظر مواد: الوقود النووي، إنتاج اليورانيوم، تحويل اليورانيوم، إثراء اليورانيوم، معالجة معادة).



دورة الوقود النووي

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 في الطبيعة، وتنتهي عند تصنيع الوقود المختلط (كما موضح في

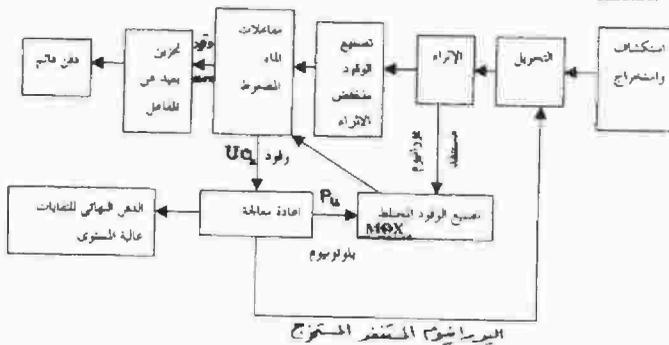
الشكل). بينما تبدأ المقدمة الخلفية مع إخراج الوقود المحترق من المفاعل، فالتخزين المؤقت وإعادة المعالجة لفصل البلوتونيوم الذي يدخل في تصنيع الوقود المختلط ثم التخلص من النفايات المشعة عالية المستوى عن طريق الدفن النهائي أو الدائم. ويرى كثير من العلماء أن وجود البلوتونيوم في الوقود المختلط MOX يسهل ويرغب في عملية التحويل (أي تحويل الوقود المختلط لأغراض عسكرية) الأمر الذي قد يؤدي إلى الانتشار النووي. وذلك في نفس الوقت الذي يرى فيه البعض، أن الوقود المختلط هو أحد سبل التخلص من البلوتونيوم واليورانيوم عالي الإثراء الناتجين من تفكيك الأسلحة النووية حسب الاتفاقيات المبرمة بين روسيا والولايات المتحدة الأمريكية.

ويتطلب استخدام البلوتونيوم العسكري كمادة لوقود موكس ما يلي:

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

٢ - تصنيع الوقود النووي.

٣ - تشييع الوقود في 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 في هيئة عناصر ووقود جديدة.

دولار Dollar

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

دي Dee

إلكترون تعجيل أجوف في السيكلترون، وهو على شكل الحرف D في 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 ديبب 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 الأساس الذى نشأت عليه الميكانيكا الموجية التى طورها فيما بعد العالم شرودنجر، حيث حاول فى دراسته التقريب بين النظرية الجسيمية والنظرية الموجية للضوء وأوضح أن الإلكترونات والجسيمات الأخرى تكون شبيهة بالضوء وكان كل جسم دقيق وهو يتحرك به موجة مشتركة. ثم انصبت أبحاث 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 هيغيسى، جورج (١٨٨٥ - ١٩٦٦)

De Hevesy , George

ولد العالم جورج دى هيغيسى فى مدينة بودابست بالمجر فى أول أغسطس عام ١٨٨٥، وحصل على الدكتوراه من جامعة فريبورج



جورج دى هيغيسى
(١٨٨٥ - ١٩٦٦)

بألمانيا عام ١٩٠٨، عمل فى الفترة (١٩١١ - ١٩١٣) مع العالم الكبير ارنست رذرفورد بجامعة مانشستر 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 رذرفورد،

أدرك أن عنصر الراديوم - وهو أحد 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 التغيرات 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 الذى 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)

Deuteron

ديوترون

نواة ذرة الديوتريوم وتتكون من بروتون ونيوترون.

الحقيقي للجزء الذي لا يتجزأ ، كما أقروا له صفات وخواص تتفق ووجوده. كما وردت لفظ "مقال ذرة" في القرآن الكريم في ٧ آيات ، منها ما جاء في سورة يونس الآية ٦١ :

﴿ وَمَا تَكُونُ فِي شَأْنٍ وَمَا تَتْلُو مِنْهُ مِنْ قُرْآنٍ وَلَا تَعْمَلُونَ مِنْ عَمَلٍ إِلَّا كُنَّا عَلَيْكُمْ شُهُودًا إِذْ تُفِيضُونَ فِيهِ وَمَا يَخْرُبُ عَنْ رَبِّكَ مِنْ مَثْقَالِ ذَرَّةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا فِي السَّمَاءِ وَلَا أَصْغَرَ مِنْ ذَلِكَ وَلَا أَكْبَرَ إِلَّا فِي كِتَابٍ مُبِينٍ ﴾

حيث فسر "الذرة" قدامى المفسرين أنها عبارة عن أقل الأشياء وأصغرها، ولو أن الذرة تعتبر أقل معيار وزني، إلا 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 في سلسلة إشعاعية. (انظر: وليدة ، سلسلة إشعاعية)

ذرات موسومة (معلمة) او مرقومة

Tagged atoms (Labelled)

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

تستخدم الذرات الموسومة لدراسة آليات التفاعلات الكيميائية وعمليات الايض ومشاكل البلى والتمزق، والظواهر الأخرى في العلوم الطبيعية وفي التكنولوجيا والطب وهو ما يطلق عليه في بعض الأحيان اقتفاء الأثر. ويمكن وسم المواد بنويدات مشعة أو بنظائر ثابتة. وأساس ترقيم المواد هو ما يلي: لا يمكن التمييز عادة بين النويدات المشعة والنويدات الثابتة لأي عنصر من حيث خواصها الكيميائية، وهذا التجانس الكيميائي يؤكد أن النويدات المشعة تتفاعل بنفس الكيفية التي 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 في الإمكان اليوم إنتاج نويدة مشعة على الأقل لكل عنصر كيميائي لترقيمه بها بشرط أن يكون لهذه النويدات المشعة عمر نصف كاف لئلا تتحلل تماما أثناء نقلها أو في أثناء إجراء التجربة، وهذا هو السبب في أنه يجب

ذرة Atom

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

وقد تتحد الذرات بطرق مختلفة لتعطي كل المركبات الكيميائية المعروفة. ويمكن تقسيم الأنواع المختلفة التي تعرف باسم العناصر حسب سلوكها المتماثل، وذلك فيما يعرف بالجدول الدوري للعناصر. وقد بين ج.ج.طومسون عام ١٨٩٧، أن الجسيمات الدقيقة (تعرف الآن بالإلكترونات) يمكن انتزاعها من الذرات، عن طريق مجالات كهربية، وإذا كان الإلكترون أخف من ذرة الهيدروجين التي بدورها أخف الذرات، بحوالي ٢٠٠٠ مرة. 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 التي تتحرك بسرعة تقترب من سرعة الضوء، تنطلق من رقيقة رقيقة من الذهب. وكان من المتوقع أن تنطلق بخفة خلال الرقيقة، مع انحراف قليل عن مساراتها الأصلية، لكن تبين أن بعضها ارتد إلى الخلف في نفس الاتجاه الذي جاء منه. ومن الطريقة التي ارتدت بها الجسيمات، كان من الممكن استنتاج، أن الذرة تتكون من قلب مصمت صغير جدا، يعرف بالنواة، قطرها حوالي واحد من المليون من جزء من المليون من السنتمتر. وأغلب الذرة (فضاء فارغ) مكبر بمقياس ما، تجد أن النواة تشبه برتقالة في مركزها كرة ممتلئة بالإلكترونات ولهذا تحتوي النواة الدقيقة على الكتلة الكلية للذرة افتراضيا.

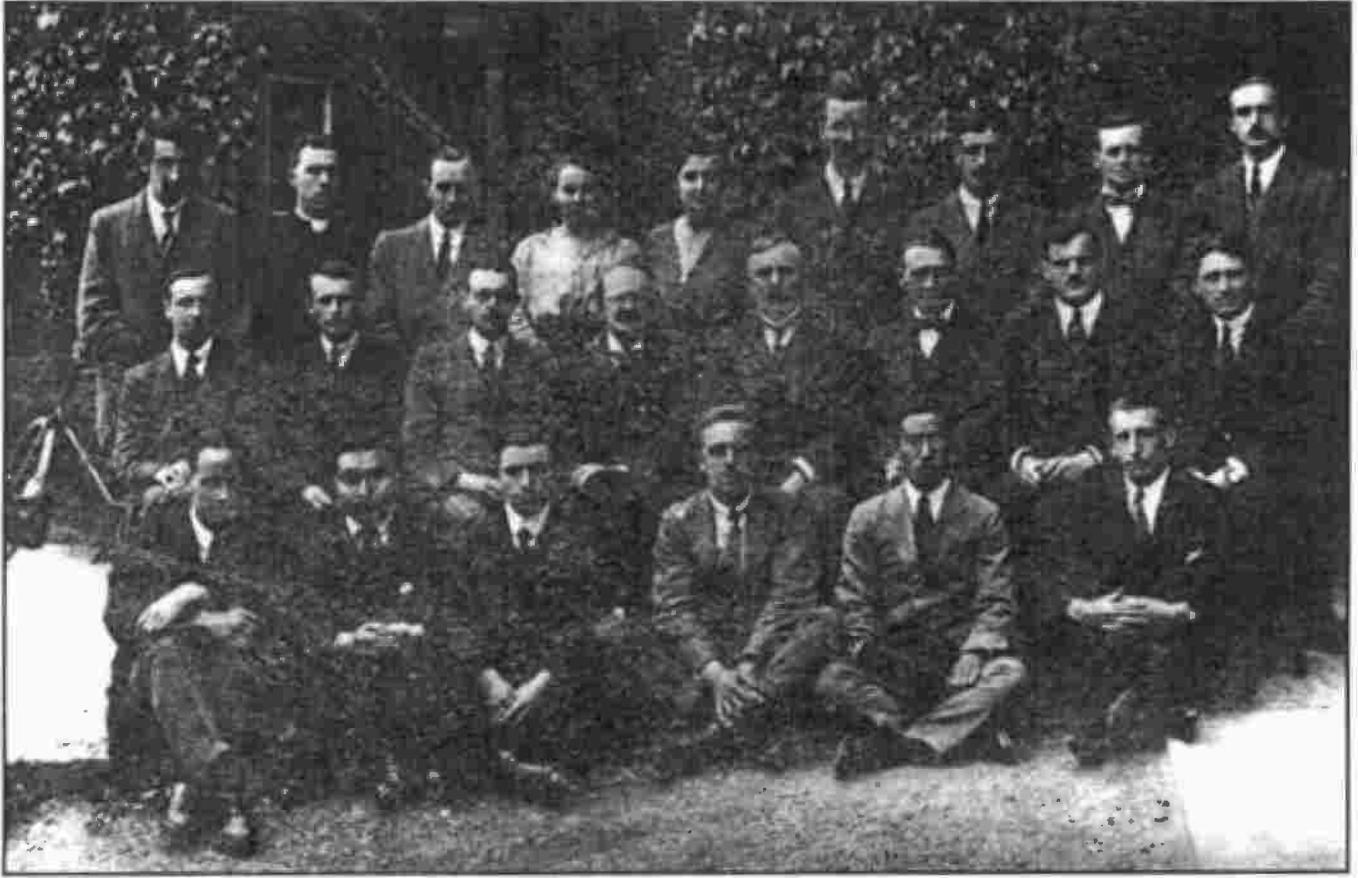
ولقد أصبحت الذرة واضحة من الناحية التركيبية بعد ذلك بقليل، فكل إلكترون يحمل شحنة كهربائية، تتوازن مع شحنة موجبة لجسيم أصغر ثقلا، هو البروتون، يوجد في النواة. ويقوم التجاذب الكهرومغناطيسي الموجود بين هذه الشحنات الكهربائية المتعاكسة، بحفظ الإلكترونات في مدار حول النواة، تماما كما يحفظ التجاذب الكواكب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

وبفهم آلية الذرة، يتضح لنا كل علم الكيمياء، من حيث المبدأ. فهي تشرح تركيب البلورات، والظاهرة المصاحبة للضوء، وأشعة إكس، وكل مجال الإلكترونيات ، بالإضافة إلى أنها تتضمن فهم الحياة نفسها، لأنها تعطي التركيبات الجزئية التي تسمح للخلايا الحية، كي تعمل وتتكاثر.

ولقد كان للمسلمين تصور متميز للذرة أو "الجوهر الفرد" كما كانوا يطلقون عليها حيث ذهب الأغلبية من متكلمي الإسلام بالوجود

تتبع مسار الذرات المميزة بهذه الكيفية بواسطة تحليل النظائر. وترجع أهمية طريقة النظائر الثابتة في ترقيم المواد إلى أنها لا تحتاج إلى وسائل للوقاية من الاشعاع. (انظر: عنصر كاشف).

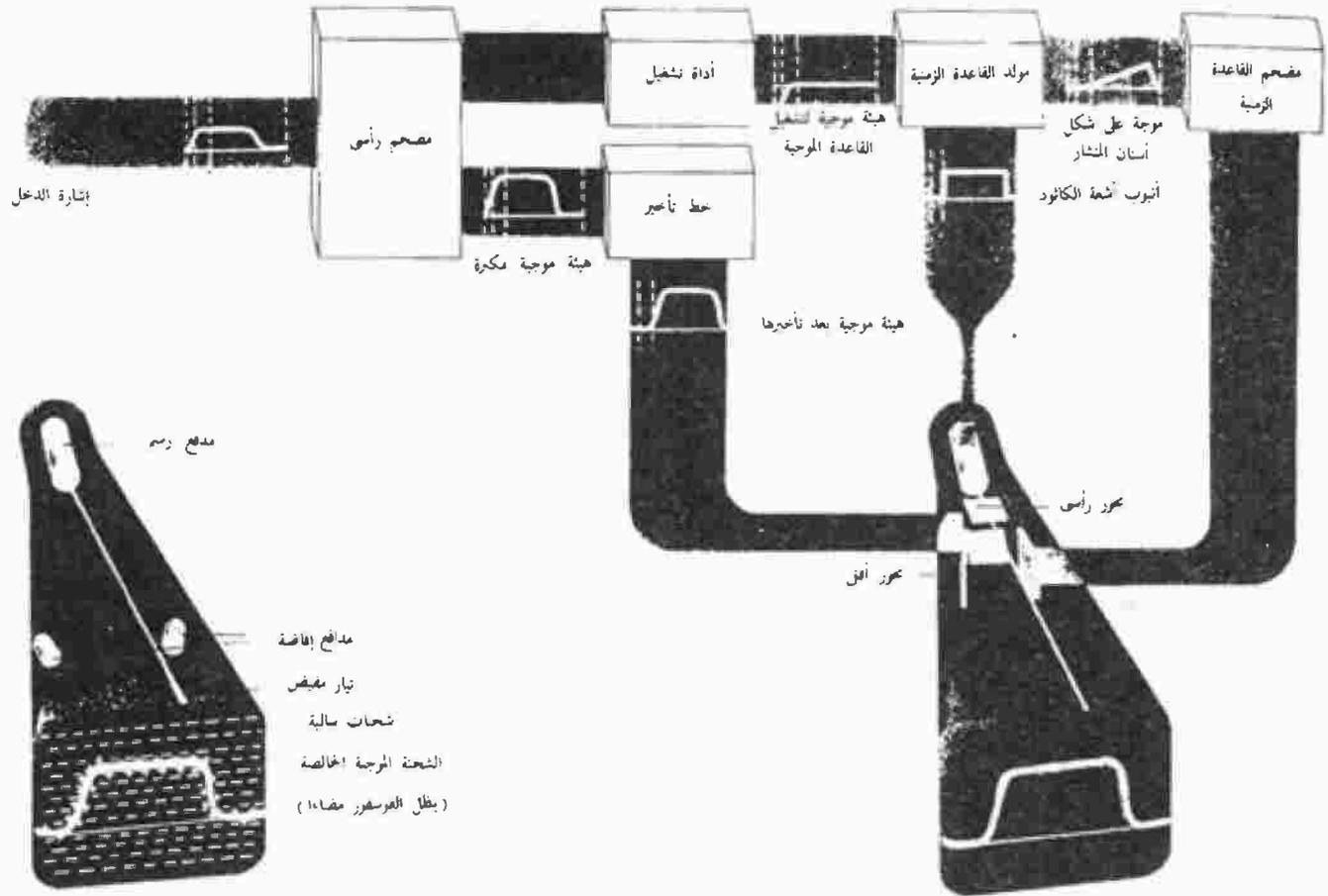
ألا يقل عمر نصف النويدة المشعة المستخدمة في الوسم عن ١٠٠ دقيقة. وفيما يتعلق بترقيم المواد بالنظائر الثابتة فإن درجة توفر النظير الطبيعي للعنصر تتغير وتستخدم كطريقة للتمييز. ويمكن



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

للتعرف على أشكال النبضات (pulses) الكهربائية الناتجة عن الكواشف النووية أو الإلكترونيات المصاحبة لها. حيث تتضمن الأجزاء الرئيسية لراسم الذبذبات : أنبوب لأشعة الكاثود لعرض الشكل الموجي أو الأثر، ومكبر(مضخم)، وقاعدة زمنية.

لدرجة كبيرة. وقد تكون الكمية الفيزيائية - على سبيل المثال- تغيرات في ضغط دائرة ما، أو ذبذبات سيزمية. ويستخدم راسم الذبذبات في الصناعة، والمعامل، والأغراض التعليمية في المدارس والجامعات وغيرها. وفي المجال النووي يستخدم راسم الذبذبات



الشكل التخطيطي الأساسي لراسم الذبذبات، ويوضح مضخم إشارة الدخل، وخط التأخير، وتشغيل دائرة التزامن، ومولد القاعدة الزمنية، وأنبوب أشعة المهبط. ومن الضروري بمكان، أن تتزامن دائرة المسح التي تعمل وفقا لتعليمات القاعدة الزمنية، مع دخل الإشارة، وإلا حدث انسياق (انحراف) في الأثر عبر الشاشة، فتتعدر مشاهدته وإجراء القياسات اللازمة. وغالبا ما يتضمن راسم 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 في اكتساب الشاشة لشحنة موجبة بعد مرور الأثر. وعند إفاضة الشاشة بعد ذلك بإلكترونات ذات طاقة منخفضة، فإن هذه الإلكترونات تنجذب إلى مواضع الشحنة الموجبة.

القنابل الانشطارية التي تتراوح أعيرتها في بعض الأقوال ما بين ٠,٠٥ - ٠,٥ كيلوطن (الف طن). وهناك قنابل إشعاع مكثف (نيوترونية) تعتمد على التكنولوجيا التي تربط بين قدر ضئيل من القنابل الانشطارية وبين تركيز طاقة الصهر في اتجاه إشعاع جسيمات "نيوترونات" وإشعاعات جاما على حساب القدرة التدميرية (الضغط والحرارة). ولكن معظم الكتابات ترى أن الرؤوس النووية التكتيكية تشتمل على الرؤوس النووية التي تصل قوتها إلى ٢ كيلوطن ومن المعروف أن قوة قنبلة تقدر طاقتها التدميرية بكيلوطن واحد تعادل القوة التدميرية لحوالي ألف طن من مادة ت. ن. ت (T.N.T).

Film marker

راقم الفيلم

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

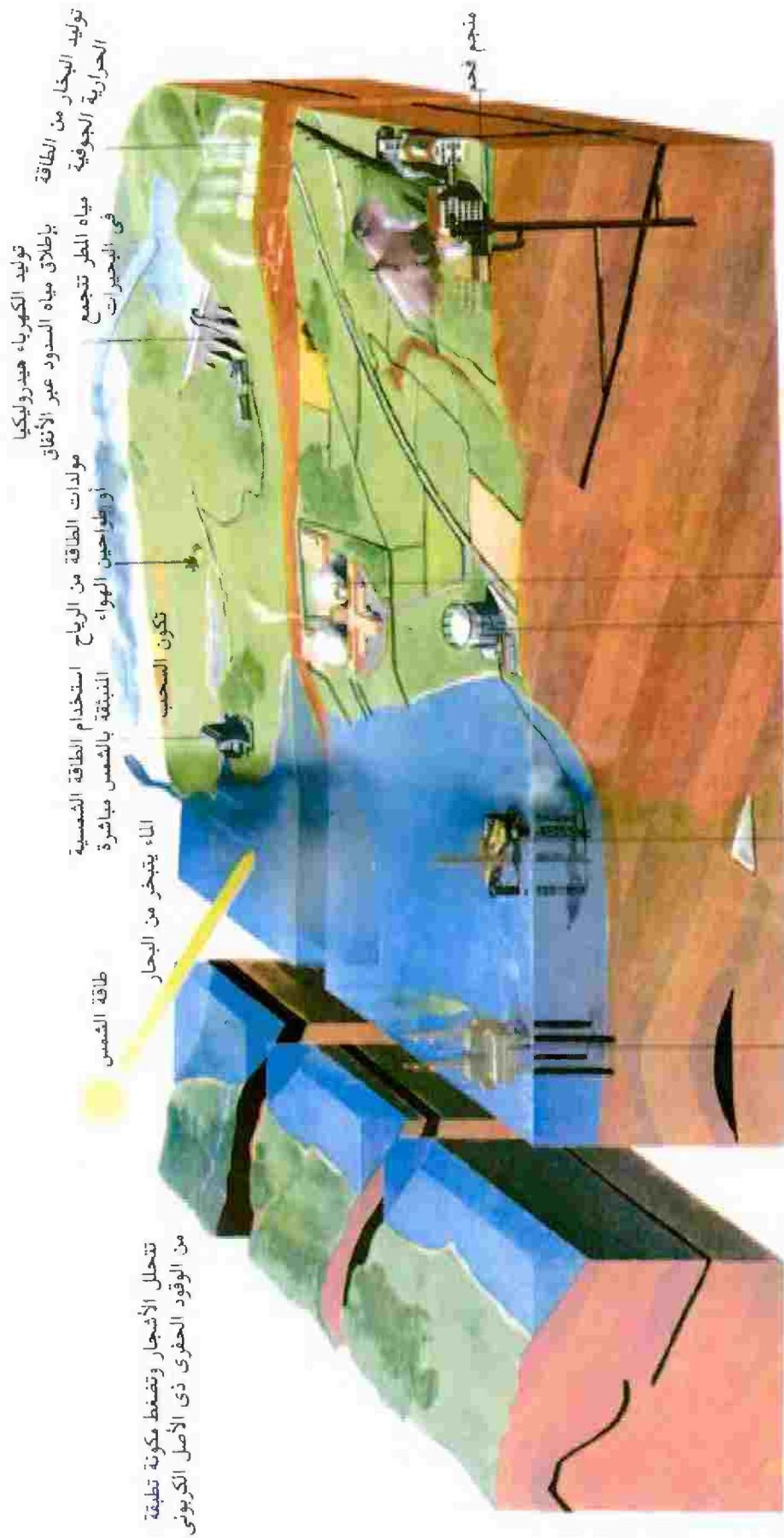
رءوس نووية تكتيكية

(أسلحة نووية صغيرة) ذات حصيلة منخفضة

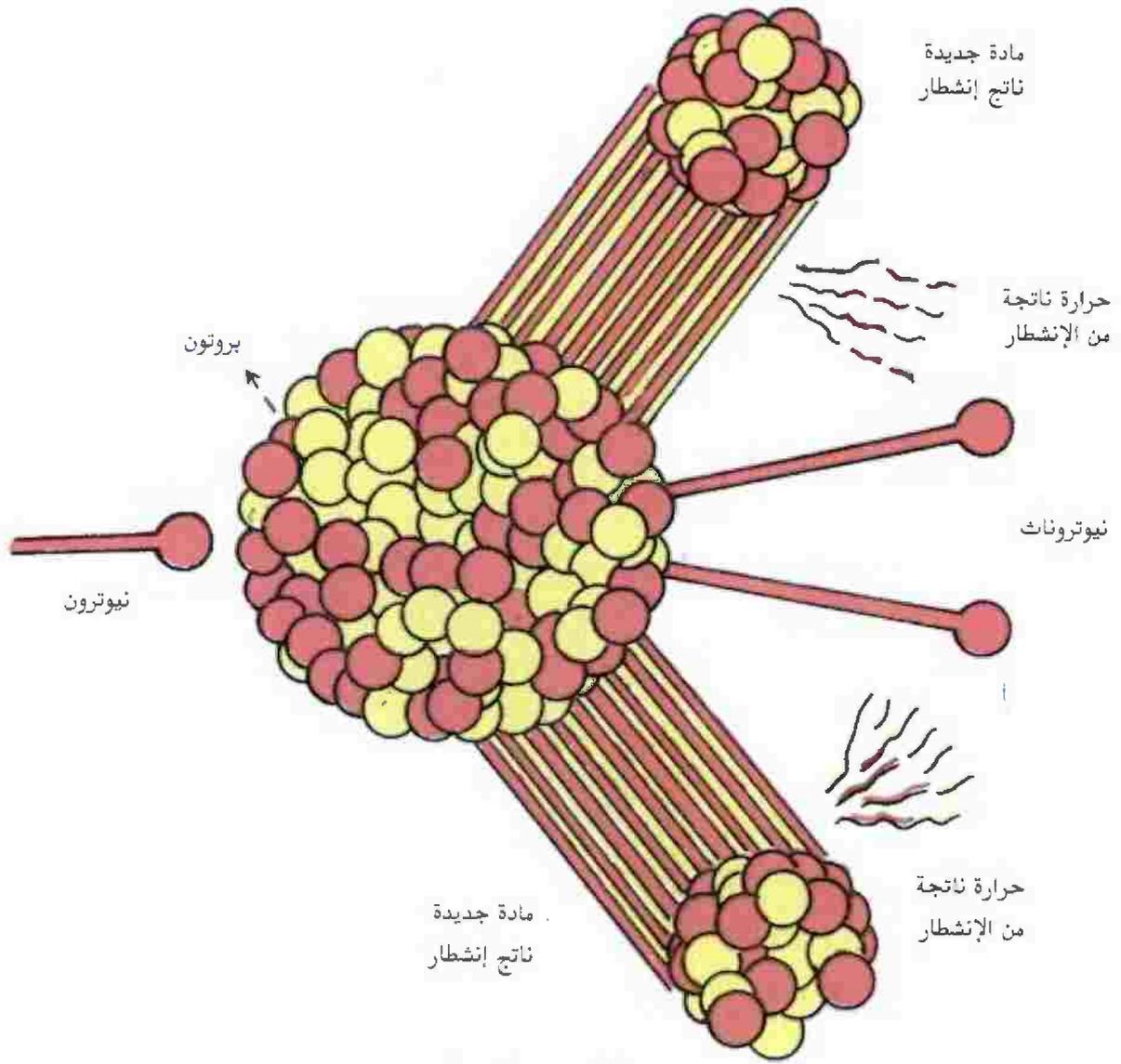
Low Yield Nuclear Weapon (LYNW)

هي رءوس نووية صغيرة من أنواعها: نوع يطلق عليه اسم " ميني نيوك " (Mini - Nuke) ، وهي كلمة كودية لأنواع مختلفة من

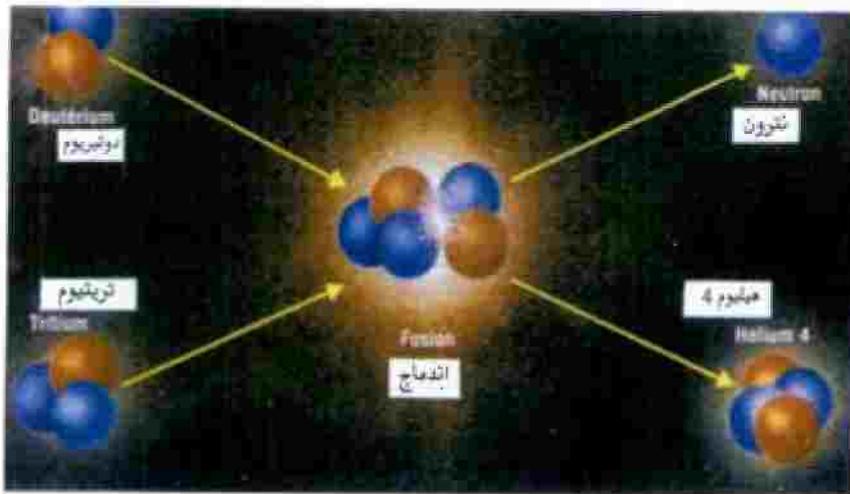
الطاقة النووية النظيفة



أنواع الطاقة

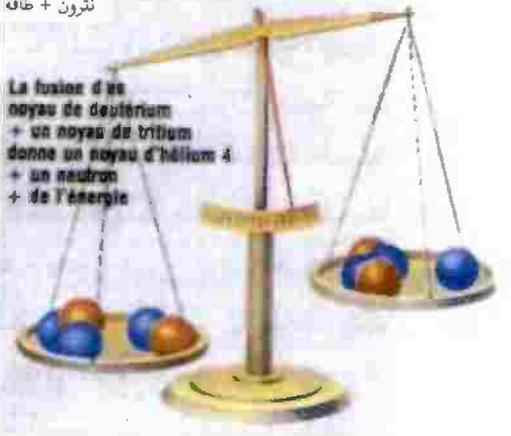


الانشطار النووي

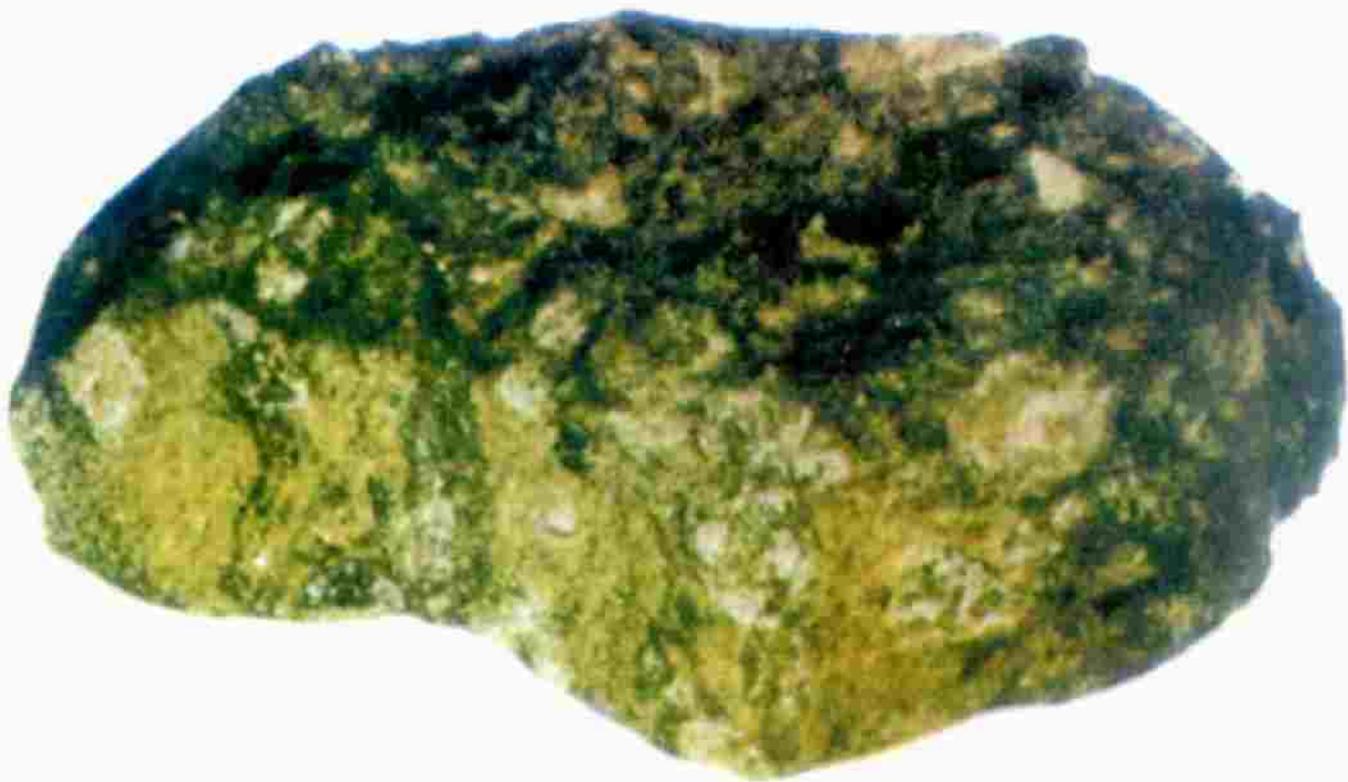


اندماج نواة الدوتيريوم + نواة التريتيوم يعطى نواة الهيليوم + 4 نوترون + طاقة

La fusion d'un noyau de deuterium + un noyau de tritium donne un noyau d'hélium 4 + un neutron + de l'énergie



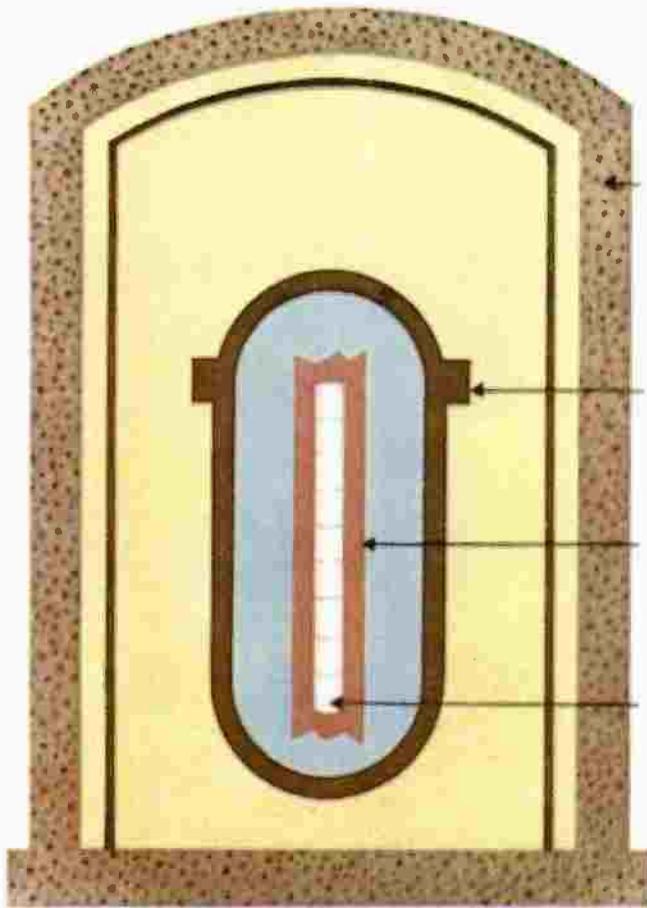
الاندماج النووي



خام اليورانيوم



(ركام) أول مفاعل نووي



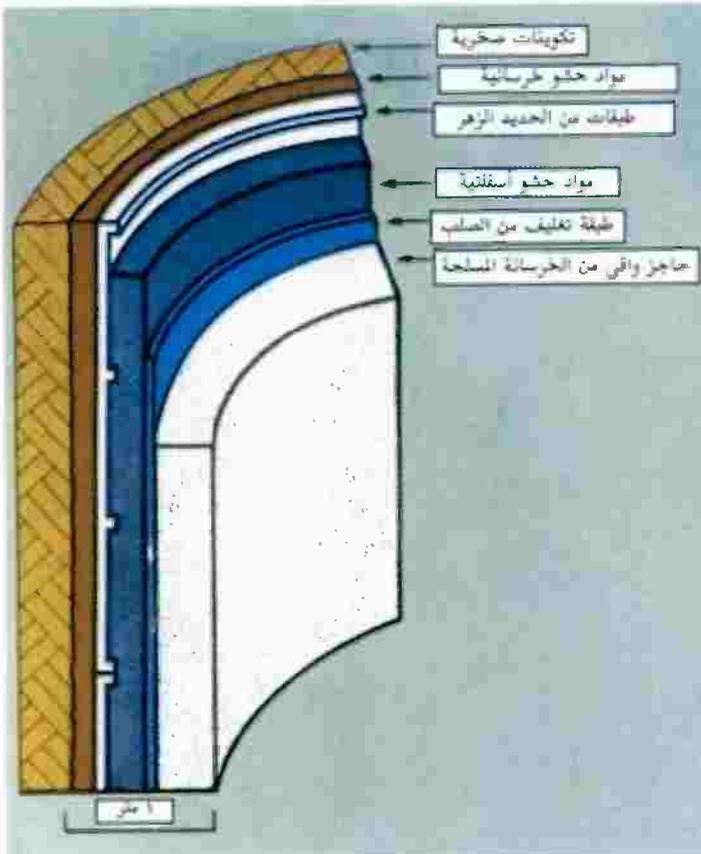
• وعاء من الحديد الصلب لاحتواء المفاعل
ودعاء الاحتواء الخارجي من الخرسانة المسلحة

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

• أنبوبة التغليف من سبيكة زركونيوم تحوي
نواتج الانشطار التي تتسرب من حبيبات الوقود

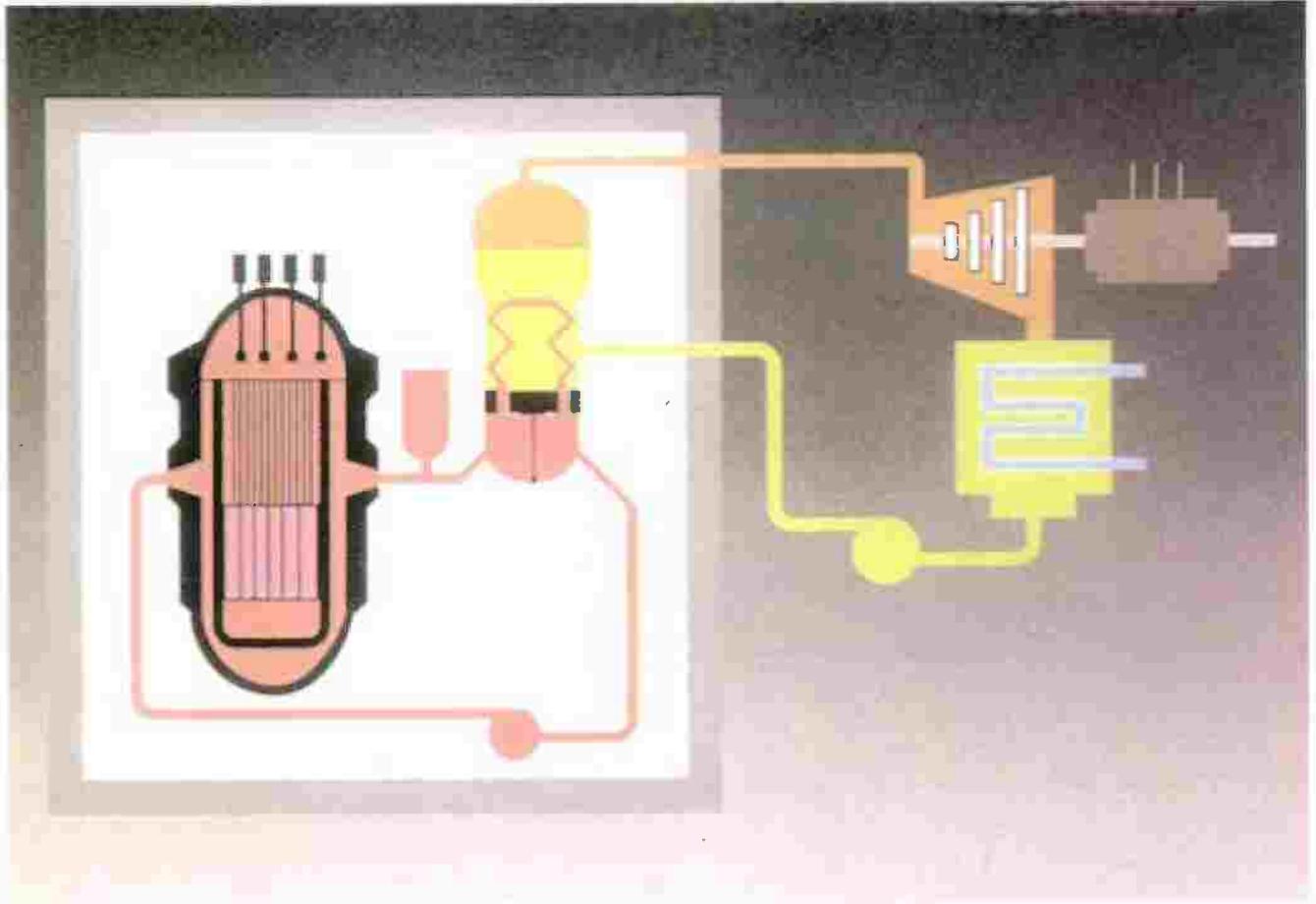
• مادة المسامية لحبيبات الوقود
تحفظ بمعظم نواتج الانشطار

أ - الحواجز المتعددة لمنع تسرب أي نشاط شعاعي

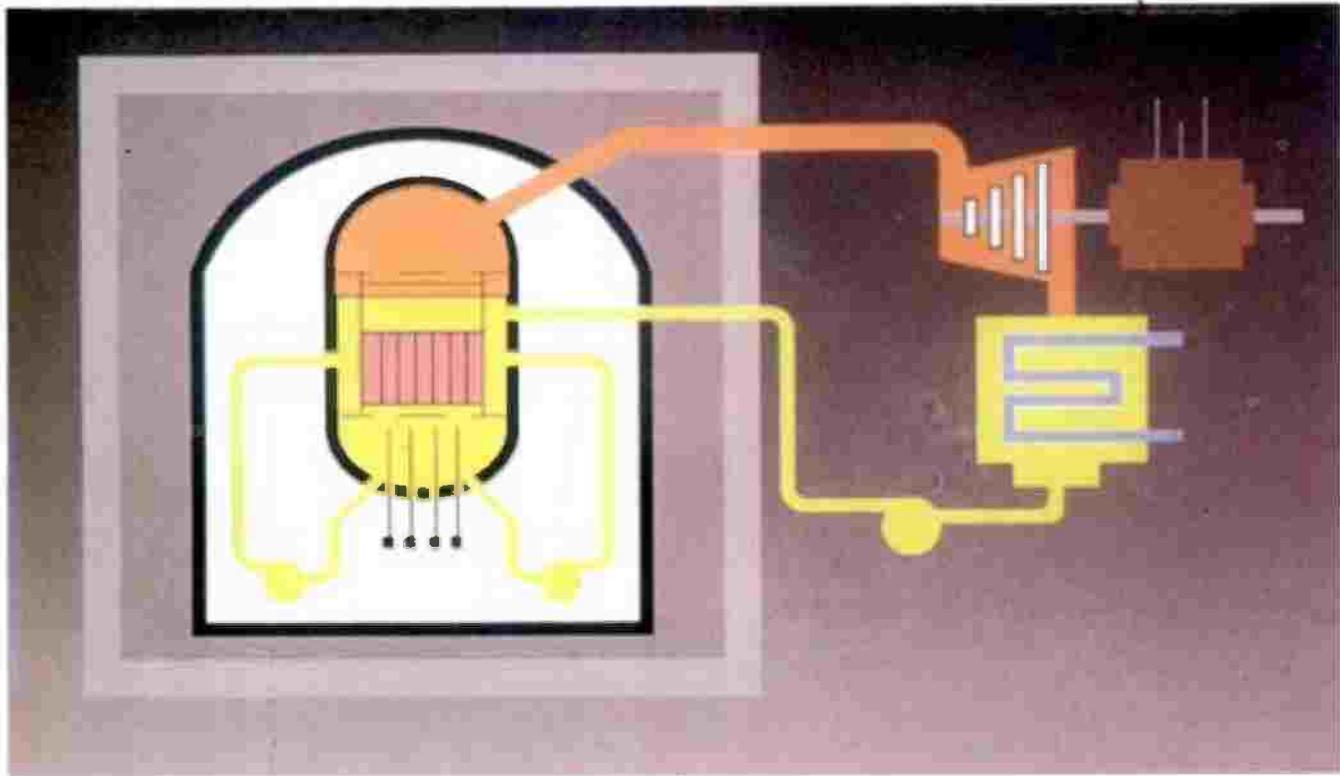


- تكوينات صخرية
- مواد حشو خرسانية
- طبقات من الحديد الزهر
- مواد حشو أسفلتية
- طبقة تغليف من الصلب
- حواجز واقية من الخرسانة المسلحة

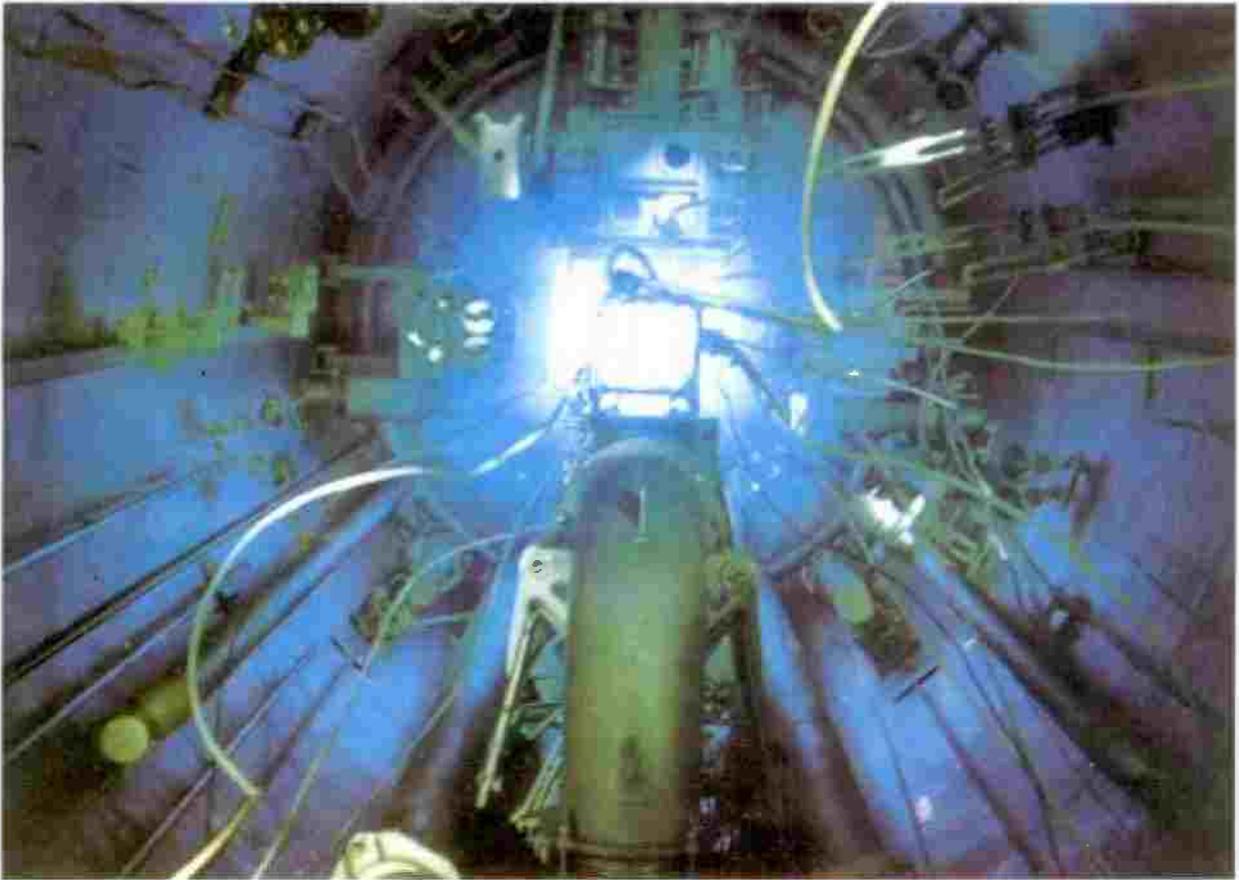
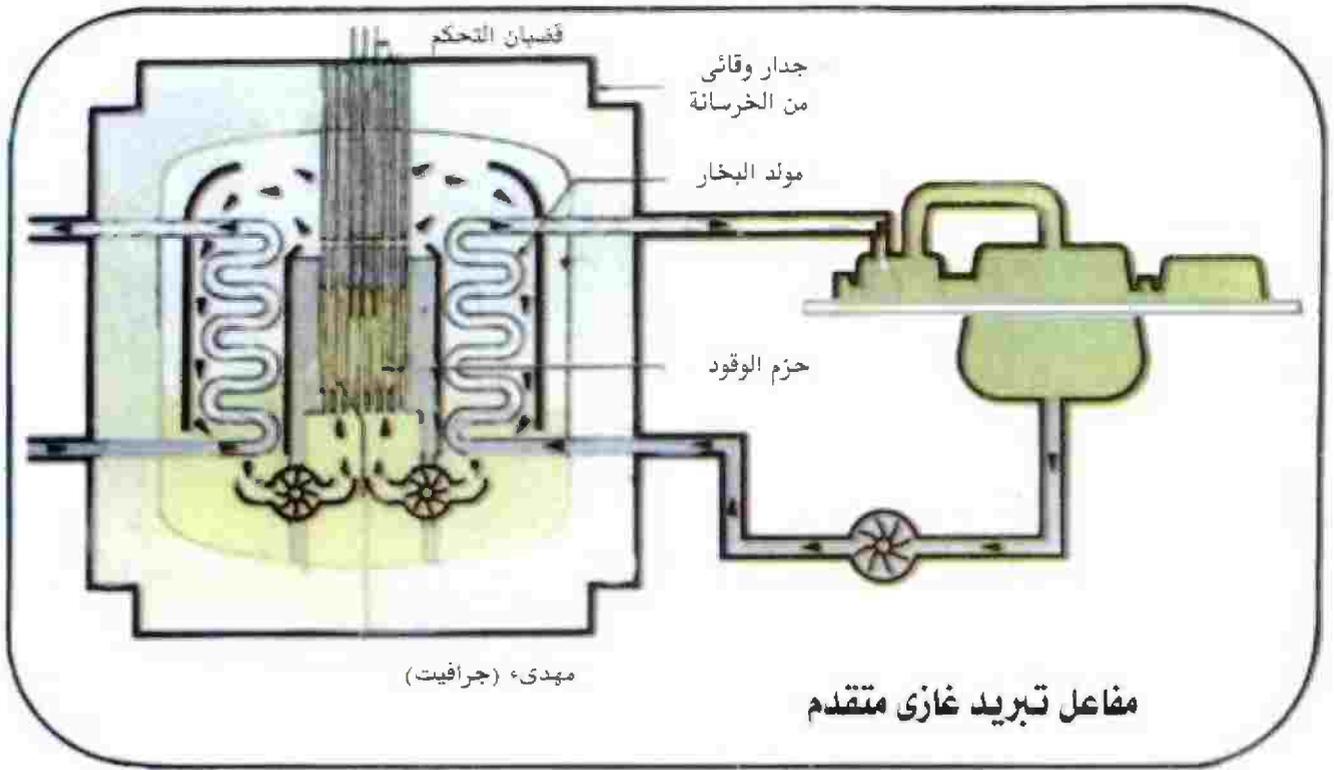
ب - حواجز اشعاعية متعددة تحيط
بأوعية حفظ النفايات في موقع
التخزين داخل التكوينات الجيولوجية



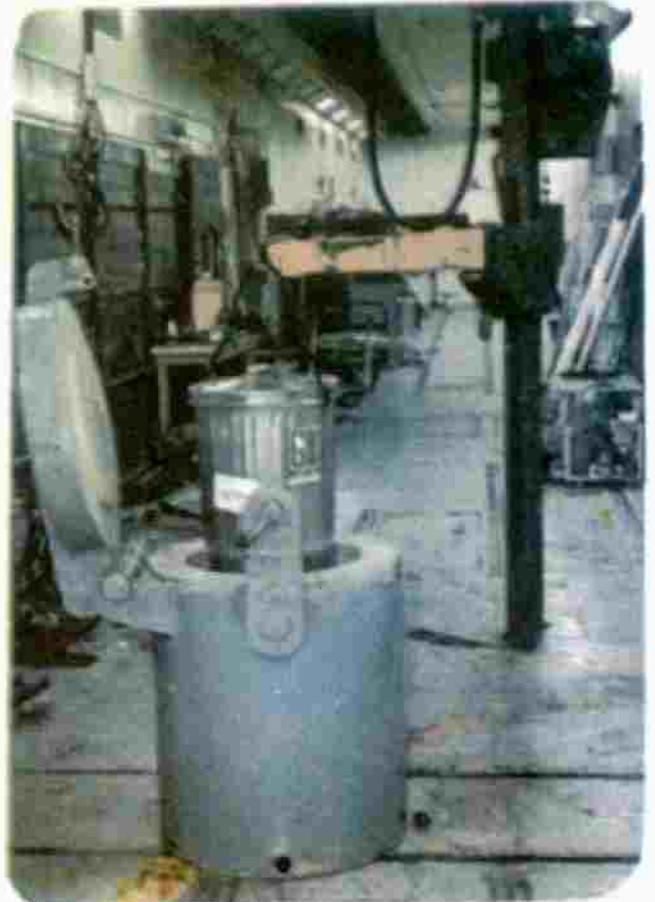
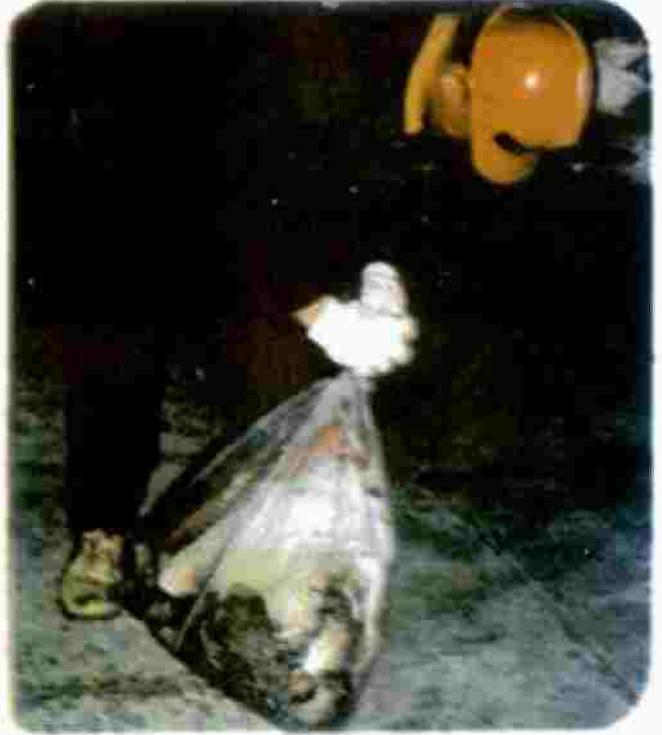
مفاعل الماء المضغوط



مفاعل الماء المغلي

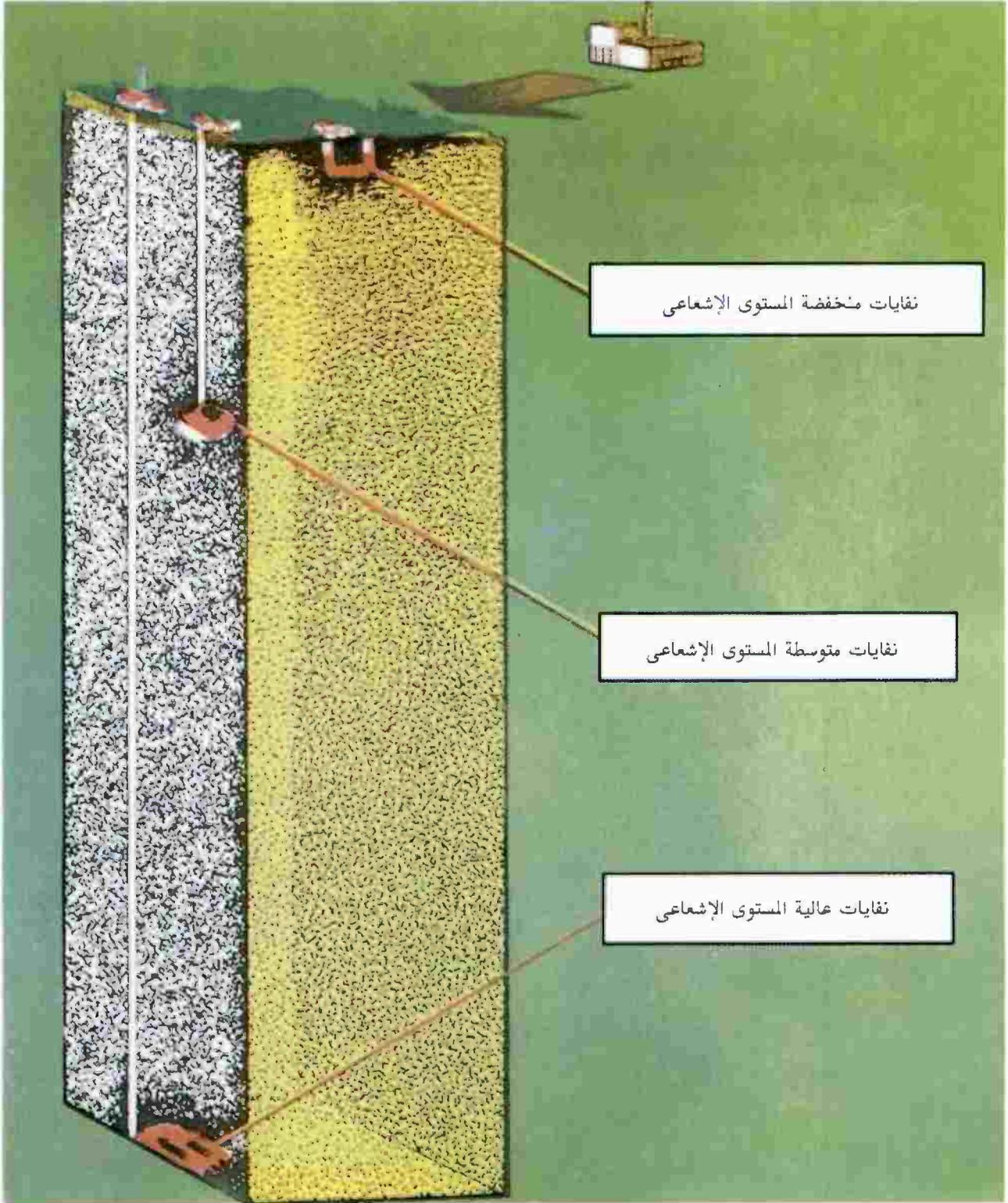


قلب المفاعل أثناء التشغيل



تجميع النفايات النووية وتعبئتها

وتراعى آلية التجميع سواء يدويا أو بالتحكم من بعد طبقا لمستواها الإشعاعي



أعماق حفظ النفايات النووية طبقاً لمستوياتها الإشعاعية المختلفة

إن المخزون النووي في الاتحاد السوفيتي السابق (روسيا) والولايات المتحدة الأمريكية يحتوى على ألغام وقذائف مدفعية له حصيلة تصل في انخفاضها إلى مابين عشرة إلى عشرين طن. وهو ما أطلق عليه مادون كيلو طن (Sub-Kiloton) وهى حمولات نووية فى نطاق كيلوطن تستخدم كبادئات فى الرؤوس النووية الحرارية والعديد من الاختبارات الهيدرو نووية ذات الانبعاث الطاقى المنخفض. وقد تم إجراء تجارب عليها يعند بها فى كل من الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفيتي (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 النووي :

الاتجاه الأول: يتصل بالحقيقة المعروفة جيدا بأن الكتلة الحرجة تتناسب عكسيا مع مربع كثافة المادة (ومكعب المقطع العرضى الانشطاري 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 الانشطاري وبالتالي يقلل الكتلة الحرجة).

والاتجاه الثانى: يعتمد على مايسمى بتأثير الإخفاق (Fizzle effect) وهو "ما قبل ابتداء" (Preinitiation) الانشطار النووي 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 النووي نتيجة لنيوترون عارض قبل أن تكتمل المجمع. 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 كتباً 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 أيدي الجند الانكشارية بأمر شيخ الإسلام قاضى زادة.

قدم تقى الدين لعلم الحيل، إنجازات علمية لم يقم أحد قبئه بمثلها: فقد اكتشف طاقة البخار لأول مرة، واستخدمها فى إدارة ذراع آلة الشواء لحمل، مستعينا ببخار إبريق يغلى فوق نار قوية. وحرك ببخار هذا الإبريق، المندفع بقوة من تربيئة الإبريق، مراوح موضوعة بذراع الشواء. وصمم وهو بمصر نماذج آلات ميكانيكية، ذات مسننات متعامدة الزوايا، ونفذها جميعا مستعينا بالعمل المصريين. ومن هذه الآلات ساعة ميكانيكية بها الساعات والدقائق والأيام والشهور ومنازل القمر والشمس، وكلها تدور بالمسننات الدقيقة، وأسمها " علبة القمر". وصمم ونفذ آلات لجر الأثقال. بينها رافعة تعمل بالدواليب المسننة (الأوتاش) ورافعة تعمل بال بكرات والحبال، ورافعة تعمل باللولب (الحلزون). وصمم ونفذ آلات تحدث زمرا دائما، أو نقرأ 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. ووصفه 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 "رامبلى" 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 (تربيئة) 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 السننية صى 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 المتشاكله فى علم الجبر" وكتب أخرى.

Rutherford, Ernest



لأرنست رذرفورد
(١٨٧١ - ١٩٣٧)

ولد " رزرفورد " لأبوين ينتيميان إلى الجيل الأول الذي استقر به المقام في "ساوث أيلاند " بنيوزيلندا. وكان والده يمتلك معصرة كتان ومكنسة لنشر الخشب. وبعد أن تخرج من مدرسة "نلسون"، وتخرج من كلية "كانتربري". بكنيسة المسيح، منح فرصة دراسية، كى يدرس كطالب باحث فى "كمبريدج" بإجلترا. وبدأ عمله هناك فى مجال دراسة إرسال

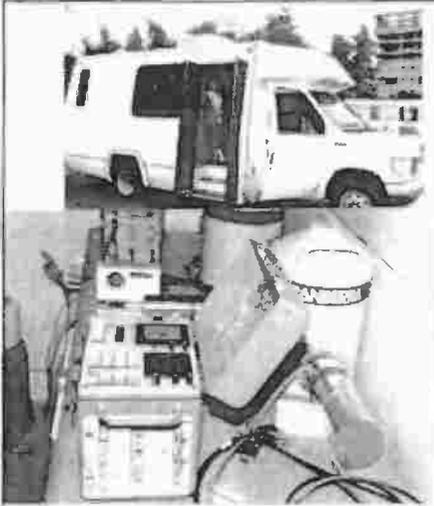
اللاسلكى. ولكن بعد وصوله بفترة وجيزة. تناهت الأخبار عن اكتشاف "رونجن " لأشعة اكس " (الأشعة السينية)، ثم الإشعاع المبهم الصادر عن عنصر اليورانيوم. الذى اكتشفه "بيكريل". وظل رزرفورد يعمل لبعض الوقت فى قدرة الأشعة السينية على إكساب الغازات شحنة كهربائية. ثم تحول إلى بحث الأشعة المنبعثة من الثوريوم: أثقل العناصر بعد اليورانيوم. وأثناء تعامله مع الثوريوم وانبعث 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 الكيمايين 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 محددًا. حين تتحول نصف كمية معلومة من عنصر إلى عنصر آخر. وقد منح جائزة " نوبل " عام ١٩٠٨ مكافأة على هذا الإنجاز. إلا أن " رذرفورد " 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 الكترولونات السالبة. ولهذا كانت لها شحنة موجبة مزدوجة. وأصبحت جسيمات "الفا" هذه، بمثابة المقذوفات التى استخدمها لقذف مختلف الأهداف. وعندما تحرى عن الطريقة التى تنتشت 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 جوار ذلك. وثبت من البحث. أنه يمكن لقللة منها. الانحراف بزواوية 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 إليه، على أنه الذى تمكن من أن يشطر الذرة.

Radiation monitoring

الرصد الإشعاعى



معمل متنقل للرصد الإشعاعى

يهدف الرصد الإشعاعى للمنشآت 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 المنشآت 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 وتكاليقها والتشغيل تفاوتًا واسعًا. 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 الكيمىائى. وتعتمد بعض أساليب الرصد على طريقة واحدة فى حين تقوم أساليب أخرى 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) الأيدروجيني

pH

في حالة الماء نسبة ثابتة من جزيئاته على شكل أيونات . والأيونات عبارة عن ذرات أو مجموعات ذرية ذات شحنة موجبة أو سالبة. وتكون جزيئات الماء المنفصلة (المتفككة) هي أيونات الهيدروجين H^+ وأيونات الهيدروكسيد OH^- . وحاصل الضرب الأيوني للماء (أيونات الهيدروجين مضروبة في أيونات الهيدروكسيد) كمية ثابتة. ويحتوي اللتر الواحد من الماء على $10^{-10} \times 10^{-10} = 10^{-20}$ أيون هيدروجين. $10^{-10} \times 10^{-10} = 10^{-20}$ أيون هيدروكسيد. وإذا أضيف أي حمض إلى الماء النقي، يظل حاصل الضرب الأيوني ثابتا . فإذا زاد تركيز H^+ على أية حال يقل تركيز OH^- وإذا كان تركيز أيون الهيدروجين هو 10^{-6} ، فإن تركيز الهيدروكسيد يكون 10^{-8} . أما إذا أضيفت مادة قاعدية إلى الماء النقي، فإن تركيز H^+ يقل بينما يزداد تركيز OH^- وعندما يكون تركيز أيون الهيدروكسيد 10^{-4} ، OH^- يصبح تركيز أيون الهيدروجين 10^{-10} . ولذلك يكفي ذكر تركيز H^+ . ويعبر عن ذلك رياضيا باللوغاريتم العشري السالب لتركيز H^+ . ويرمز لذلك بالرمز pH (القدرة التأثيرية للهيدروجين) . وتتراوح قيم pH في النطاق بين الصفر وبين 14 . وقيمة pH للماء هي 7 بينما تقل عن 7 بالنسبة للأحماض، وتزيد على 7 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 في مياه المراحل (الغلايات) والصناعات الكيماوية. وفحص التربة.. الخ .

ركام (مفاعل نووي)

Pile (nuclear reactor)

اسم أطلق أول مرة على المفاعل النووي. ويرجع إلى أول مفاعل نووي أنشأه "فرمي" على هيئة كومة من كتل الجرافيت مخلوطة باليورانيوم وأكسيد اليورانيوم. وكان بداية تشغيله في ٢ ديسمبر ١٩٤٢ . وكانت الطاقة المتولدة منه تعادل طاقة مصباحين متوسطين من مصابيح الإضاءة الكهربائية في البيوت. أما مكان المفاعل فكان ملعب الإسكواش وتحت مدرج إستاذ جامعة شيكاغو.

رماد

Ash

الفضلات غير القابلة للاحتراق المتبقية بعد عمليات حرق النفايات المشعة القابلة للاحتراق بغرض تقليل حجمها incineration .

رنين

Resonance

الظاهرة التي فيها تبدى الجسيمات من مثل النيوترونات احتمال تفاعل كبير مع النوى عند طاقات حركة معينة للجسيمات. فالقطاع العرضية للأسر النيوتروني والاستطارة مثلا تصل إلى قيمها عند تلك

الطاقات المسماة طاقات الرنين، وتكون قيمها منخفضة نسبيا بين القمم. (انظر: أسر، المقطع العرضي، تفاعل نووي)

رنين نووي مغناطيسي

Nuclear magniting resonance

يستخدم كأسلوب تكتيكي لقياس الخواص المغناطيسية لنوى الذرات المفردة، وقد استخدم هذا الأسلوب، منذ اكتشافه عام ١٩٤٥، على نطاق واسع، في عمليات التحليل الكيمائي. لتحديد التركيب المفصلة للجزيئات. كما يشيع استخدامه في مجال تخليق المركبات الجديدة، وخاصة في صناعة العقاقير الطبية. وفي معامل الأبحاث الخاصة بالجامعات. وقد أتاح أسلوب الرنين النووي المغناطيسي، الحصول على قدر كبير من المعلومات بشأن تركيب جزيئات البوليمرات المختلفة، التي تعتبر أساس صناعة اللدائن.

رونجن، وليلم كونراد (١٨٤٥ - ١٩٢٣)

Rontgen, Wilhelm Conrad



كونراد رونجن
١٨٤٥ - ١٩٥٣

ولد كونراد رونجن في ٢٧ مارس عام ١٨٤٥ بمدينة لينيب بألمانيا. لم يكن رونجن، الذي اكتشف أشعة إكس (السينية)، من سلالة عائلة متعلمة، وبالرغم من أنه لم يحصل على شهادة عالية في سنه عمره الأولى، إلا أنه في آخر الأمر. نجح في الحصول على وظيفة مرموقة في معهد الفنون في " زيورخ "، حيث درس الهندسة الميكانيكية. وبعد حصول رونجن على درجة

الدكتوراه في سن الرابعة والعشرين، وفي نفس الوقت كانت شهرته العلمية قد اتسعت. وسرعان ما أصبح أستاذا للفيزياء في "ورزبرج" بألمانيا، حيث حقق اكتشافه العظيم بعد سبع سنوات. ففي شتاء ١٨٩٥ عندما أصبح في الخمسين من عمره، كان يجري تجاربه بأنبوب تفريغ أشعة الكاثود (أو أنبوب كروكس) مغلف بالكامل في ورق كرتون، حتى لا يتسرب أي ضوء. وقد لاحظ أن فرخا من الورق، مكسوا بطبقة من بلاتينوسيانيد الباريوم يقع على بعد عدة أقدام من أنبوب التفريغ، كان يتوهج في الظلام. وفي الحقيقة، لاحظ ظاهرة الفلورية هذه، عديد من علماء الطبيعيات المشهورين، أمثال "ج.ج.طومسون" طوال العقد السابق، بيد أنهم تجاهلوا، إذ لم تستحوذ هذه الظاهرة على أدنى اهتمام منهم، ومع ذلك، فقد حقق "رونجن" أهمية هذا الاكتشاف المرضي. ثم أمضى كل وقته في الأسابيع الستة التالية، في استقصاء جميع خواص أشعة إكس (الأشعة السينية) .

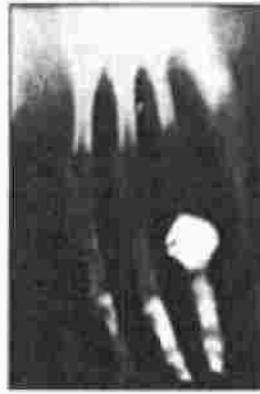
حتى ظهرت الحضارة الإسلامية في العصور الوسطى لتجمع بين ثمار الحضارات السابقة وتخطو بالعلوم الرياضية خطوات واسعة نحو الأمم، وتقدم للعصور الحديثة ركيزة قوية مكنت العالم المعاصر من الوصول إلى ما وصل إليه من تقدم في شتى جوانب العلم والتكنولوجيا. ففي الحساب عرف المسلمون عن السابقين حساب الجمل، فوضعوا لكل حرف 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 الهندي يستخدم الأرقام التسعة المعروفة اليوم وبعد أن أضافوا إليه الصفر الذي يعتبر من أهم الأفكار التي اهتدى إليها العقل البشري في الرياضيات. ولم يعرف الغرب الأوروبي استعمال الصفر إلا عن طريق المسلمين، حتى قال العالم آير Byre: إن فكرة الصفر تعتبر من أعظم الهدايا العلمية التي قدمها المسلمون إلى غرب أوروبا. ولنا أن نتصور كيف يكون علم الحساب دون استخدام الصفر.

يضاف إلى ذلك أن علماء المسلمين عرفوا الكسر العشري ووضعوا علامته. كذلك يرجع إليهم الفضل في تحديد النسبة بين محيط الدائرة وقطرها، وهي النسبة التي 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 في بحوث النسبة والتناسب. ويعد أول كتاب في علم الحساب واعتبر مرجعا للأوروبيين في القرون الوسطى مؤلفه "الخوارزمي". والعرب أول من أطلق اسم "الجبر" على هذا العلم وأخذ عنهم الأوروبيون، وكما هي العادة فلقد اتجه بعض الباحثين الغربيين إلى محاولة طمس دور علماء العرب والمسلمين في نشأة علم الجبر.

ومن إنجازات علماء المسلمين في هذا الصدد أيضا أنهم قسموا المعادلات إلى ستة أقسام. ووضعوا حلولا لكل منها، وحلوا معادلات الدرجة الثالثة واستخدموا في ذلك طرقا هندسية مبتكرة مازالت تثير إعجاب العالم، كما يرجع الفضل إلى علماء المسلمين في استخدام الجذور والرموز الجبرية، هذا إلى أنهم طبقوا الجبر على الهندسة وجمعوا بين العندين في 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 الأوروبي لم يعرف هذا العلم إلا عن طريق المؤلفات العربية ولم يقف الأوروبيون على كتاب اقليدس في الهندسة إلا من الترجمة العربية لهذا الكتاب. وإذا كان الباحثون يعتبرون الهندسة علما يونانيا، فإنهم يعترفون بأن حساب المثلثات علم عربي. لأن علماء المسلمين هم أول من وضع هذا العلم في قالب علمي

ولقد بدت هذه الأشعة، وكأنها منبعثة من أنود أنبوب التفريغ، وتختلف عن أشعة الكاثود التي كان يعترض مسارها الحائظ الزجاجي لأنبوب، وتخترق الهواء خارج الأنبوب لسافة تبلغ ٦ أقدام (متران). وعندما بحث "رونجن" خاصة عدم الإنفاذية لعدة مواد لأشعة إكس (الأشعة السينية)، وجد التباين، أنها تنفذ فقط بمقدار ١م في الرصاص ولقد لاحظ "رونجن" عندما كان يضع قرصا صغيرا من الرصاص في مسار الأشعة، أن جزءا من الظل الأسود للرصاص، قد



أول صورة فوتوغرافية بشرية بواسطة أشعة أكس توضح يد زوجة رونجن مع الخاتم التي كانت تلبسه

كشف عن الخطوط الخارجية لإصبعه وإبهامه. ويسبب اختلاف خاصة عدم الإنفاذية للحم والعظام، فقد أمكن فعلا الحصول على صورة داكنة قليلا لعظامه في حدود أصابعه. واستنتج "رونجن" استنتاجا صحيحا، وهو أن أشعته التي اكتشفها حديثا، هي موجات ذات طول قصير جدا، تتألف من إشعاع كهرومغناطيسي مثل موجات الضوء، ولكنها ليست بالجسيمات المشحونة مادامت لا تتأثر بالمجال المغناطيسي. وسمى "رونجن" هذه الظاهرة بنفسه أشعة أكس وإن أصر العلماء حينئذ على أن تكني هذه الأشعة باسمه.

وعلى العكس من كثير من الاكتشافات، فقد استخدمت أشعة رونجن السينية مباشرة. وبعد شهرين من اكتشافها في مستشفى "هامشير" في تشخيص وعلاج الكسور، وكذلك في مجال الطب لدرجة أنها اكتسبت شهرة عالمية في نطاق الاستخدام الطبي. توفي العالم الكبير في ١٩٢٣ عن عمر يناهز ٧٨ عاما.

Rontgen (R)

الرونجن

هو كمية أشعة جاما أو الأشعة السينية التي تنتج أيونات تحمل شحنة استاتيكية مقدارها كولوم واحد في السنتمتر المكعب من الهواء عند درجة حرارة الصفر المئوي وضغط ٧٦٠ ملليمتر زئبق. وحيث إن الأيون يحمل شحنة مقدارها ٤.٨ × ١٠^{-١٠} كولوم استاتيكي وإن كتلة ١ اسم مكعب من الهواء هي ٠.٠٠١٢٩٣ جرام فإن التعرض لرونجن واحد يعادل امتصاص طاقة مقدارها ٨٧.٧ أرج لكل جرام من الهواء.

Mathematics

الرياضيات

للرياضيات دور أساسي خطير في خدمة كافة العلوم. وبخاصة العلوم التجريبية. وقد قطعت بعض الحضارات القديمة - كالمصرية والبابلية واليونانية والهندية - شوطا بعيدا في العلوم الرياضية.

وأخيرا فإن عناية علماء المسلمين بعلم الميكانيكا (الحيل) كانت عظيمة، وأشهر من كتب في 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 الأواني 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. -

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.

(ز)

الأشعة السينية ونقطة الغليان له ١٨٦٠م وثقله النوعى ١٦,٥ جم/سم^٣ ويستخدم فى صناعة الصلب الفائق النقاوة للتخلص من الأكسجين والنيتروجين والكبريت، كما يستخدم فى صناعة الصلب المقاوم (الصامد) للصدأ وفى محطات القوى النووية.

Zircaloy

زركالوى

سبيكة يشكل الزركونيوم ٩٨٪ منها تقريبا، وتستخدم فى صناعة مجموعات الوقود لمفاعلات الماء الخفيف.

Zewail, Ahmed

زويل، أحمد



أحمد زويل

ولد العالم المصرى أحمد زويل فى ٢٦ فبراير ١٩٤٦ فى مدينة دمنهور وتلقى تعليمه الابتدائى فى مدرسة سوق 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 بيركللى 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 ١٩٨٢ عين أستاذا فى الكيمياء الطبيعية فى تخصص الليزر.

Doubling time

زمن التضاعف

الزمن اللازم لمفاعل التوليد لإنتاج كمية من المادة القابلة للانحطاط 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).

Generation time

زمن التوليد

هو الزمن المتوسط الذى تأخذه النيوترونات الناتجة من انشطار لإحداث انشطارات أخرى فى تفاعل تسلسلى. (انظر: تفاعل متسلسل).

Residence time

زمن الاستيطان

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.

Median lathal time

زمن هلاك النصف

المدة التى تكفى عند تسليط جرعة معينة من الإشعاع على مجموعة كبيرة من الكائنات الحية لإهلاك نصف أفراد المجموعة.

Zirconium

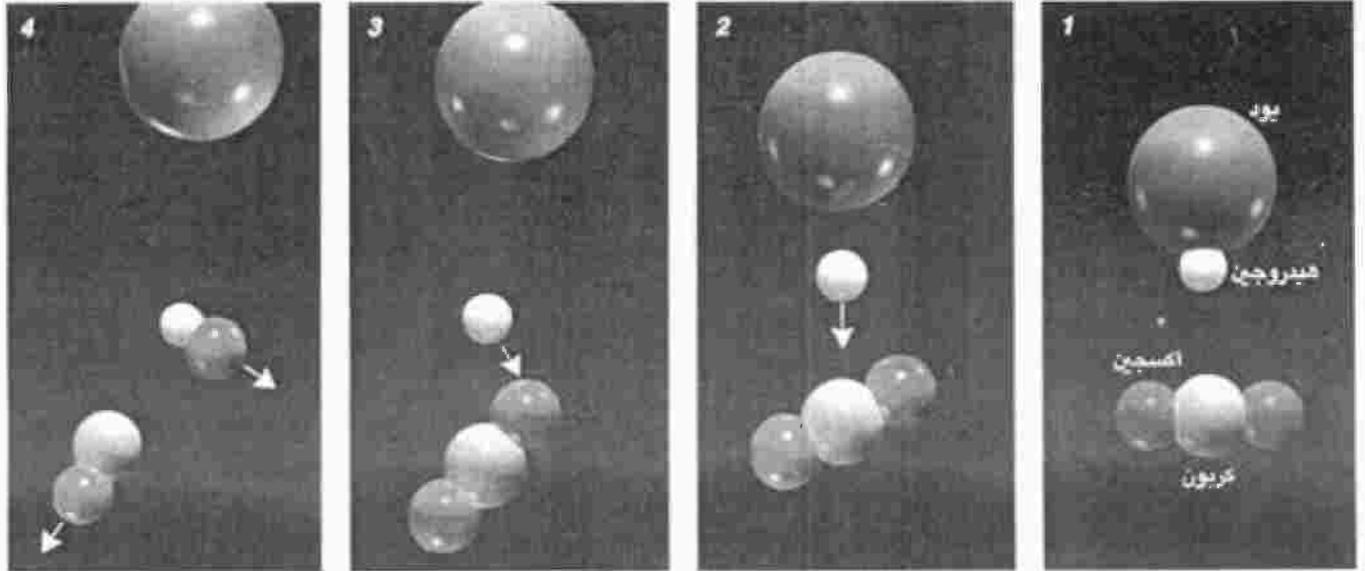
زركونيوم

فلز لونه رمادى فاتح، وهو مطيل وقابل للدقنة والسحب، كما أنه مقاوم لحمض النيتريك والمواد القلوية. وهو يمتص

وللدكتور "زويل" ٨ مؤلفات علمية عن الليزر تدرس في معاهد وجامعات العالم بالإضافة إلى أنه محاضر ومستشار في عدد كبير من الجامعات في الولايات المتحدة وأوروبا، وأستاذ زائر في جامعات عديدة. في عام ١٩٩١ أعلن د. زويل ومجموعته البحثية بمعهد التكنولوجيا بولاية كاليفورنيا، عن توصلهم في الحصول على لقطات مصورة للحالات الانتقالية التي تحدث خلال التفاعلات الكيميائية بمقياس زمني في حدود الفمتوثانية (10^{-15} من الثانية) وقد تم التوصل إلى هذا الاكتشاف الكبير باستخدام جهاز ليزر يخرج أشعة في صورة نبضات على فترات زمنية تقاس بالفمتوثانية.

حصل د زويل على جائزة بحوث كيمياء التميز من مؤسسة NRC ببلجيكا في عام ١٩٨١ واختارته الجمعية الأمريكية للطبيعة لزمالتها في عام ١٩٨٢. وفي عامي ١٩٨٢ ، ١٩٨٤ حصل على جائزة المؤسسة القومية الأمريكية للعلوم. وفي عام ١٩٨٩ حصل على جائزة الملك

فيصل في الطبيعة. وفي عام ١٩٩١ حصل على جائزة وكالة ناسا للفضاء كما حصل في نفس العالم على الدكتوراه الفخرية من جامعة أكسفورد من إنجلترا ثم منحتة فرنسا وسام "ليورناردودافنشى" وهو أعلى وسام تمنحه فرنسا للعلماء والفنانين. وفي عام ١٩٩٥ تسلم من الرئيس حسنى مبارك وسام العلوم والفنون. كذلك منحتة إسرائيل جائزة مؤسسة وولف للعلوم والفنون. وفي عام ١٩٩٣ اشترك الدكتور زويل في التخطيط لدينة مبارك للأبحاث العلمية والتطبيقات التكنولوجية. وفي ٣٠ أبريل ١٩٩٨ كرمته الولايات المتحدة الأمريكية بمنحه أكبر وأعرق جائزة أمريكية وهي جائزة بنيامين فرانكلين وقد كان هذا التكريم في فيلاديفيا. كما حصل العالم المصرى على جائزة نوبل في الكيمياء عام ١٩٩٩ ، كما منحه الرئيس مبارك قلادة النيل في ١٦ ديسمبر ١٩٩٩.



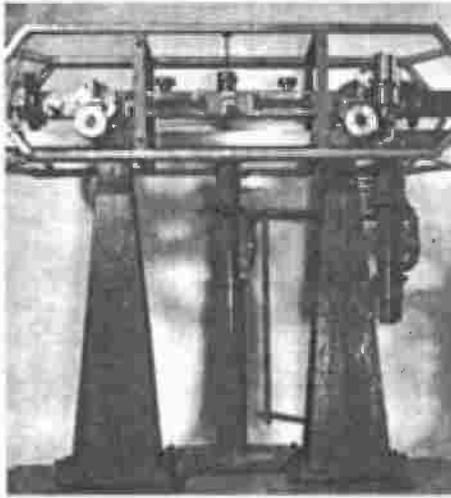
وقد تمكن الباحثون، باستخدام نبضات ليزرية لامتناهية في قصرها ولا حصر لها، من تتبع تنال مراحل التفاعل (٤) ومراقبة حركة الذرات والجزيئات المختلفة.

في نهاية الثمانينات قام أحمد زويل وزملاءه، بسير مراحل التفاعل الجارى بين يوديد الهيدروجين وثنائي أكسيد الكربون وتسجيله، لتشكيل اليود والهيدروكسيد وأحادى أكسيد الكربون.

(س)

ذرة السيزيوم الحرة، خلال انتقالها في مجال مغناطيسي . وبالإضافة إلى ذلك، إذا مرت ذرة من السيزيوم، خلال مجال كهرومغناطيسي له تردد مكافئ، 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 تغيير الحالات، سوف يحدث عند موافقة تردد المجال بدقة مع التردد الطبيعي لذرات السيزيوم. ونقوم ساعة السيزيوم بقياس عدد التغيرات التي تحدث في الحالة بدقة، وتحاول باستمرار بلوغ أقصى عدد ممكن لهذه التغيرات، بواسطة دائرة تغذية مرتدة، إلى أداة التحكم في تردد المجال. وبهذه الطريقة، يظل تردد المجال متوالفا مع تردد السيزيوم. وعن طريق التقسيم الإلكتروني المناسب، لهذا التردد العالى جدا، حتى معدل معقول، يمكن التحكم في دقة ساعة الكوارتز.

وثمة صور أخرى للساعات الذرية قيد الاستخدام في شتى أنحاء العالم، ولكن ساعة السيزيوم التي 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. وترز ساعة السيزيوم النمطية حوالى ٣٠ كيلو جراما.



أول ساعة ذرية، بلغت دقتها ثانية واحدة كل ١٠٠ عام. وتم تركيب الغرفة فى الاتجاه المغناطيسى من الشرق إلى الغرب، وأحيطت بمغناطيسين، حتى تنعدم أية مركبة للمجال المغناطيسى الأرضى، حتى لا تؤثر على حزمة ذرات السيزيوم.

سان لوران، حادث San Loran, accident

حادث عام ١٩٨٠ فى محطة سان لوران للقذرة 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.

سادس فلوريد اليورانيوم (يوفل)

Uranium hexafluoride

مركب متطاير من اليورانيوم والفلور، وغاز يوفل هو الوسط المائع فى عملية الانتشار الغازى. (انظر: الانتشار الغازى)

Atomic clock

ساعة ذرية

جهاز تستخدم فيه الاهتزازات متناهية السرعة للجزيئات أو النوى الذرية، لقياس الزمن. وتبقى هذه الاهتزازات ثابتة بمضى الزمن. وبالتالي فيمكن قياس فترات زمنية قصيرة بدقة تعلق 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 التي تقوم فى حالتها الطبيعية بابتعاث وامتصاص نبضات أو كميات من الطاقة، نتيجة انتقال الإلكترونات إلى الأمام وإلى الخلف من أحد المدارات التي تمثل مستويات للطاقة التي 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 ولا بالضغط 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 إلكترونات واحدا فى مداراتها الخارجية، يقوم بابتعاث أو امتصاص الطاقة، وتتميز ترددات هذه الطاقة. بعدم تعقيدها نسبيا، وسهولة استخدامها لهذا الغرض، عن العناصر الأخرى، التي تضم ذراتها أكثر من إلكترونات فى مداراتها الخارجية.

فى ساعة السيزيوم: يمكن أن تتخذ ذرة السيزيوم، إحدى حالتى طاقة. ويتوقف ذلك على دوران الإلكترون الخارجى. فى نفس اتجاه دوران النواة أو عكسه. وتؤثر هاتان الحالتان المختلفتان على مسار

سبكتروجراف الكتلة (مصور الطيف الكتلي)

Mass spectrograph

جهاز لتحليل مادة ما طبقا لقيم النسبة بين الشحنة والكتلة لعناصرها. انظر: مقياس الطيف الكتلي

سبيكة

Alloy

السبائك هي 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 لختلف أغراض الاستعمال. وفي معظم الحالات تنتج السبائك بصهر الفلز الأصلي أو الأكثر كمية ثم إضافة العنصر الآخر في 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 في الحالة السائلة اتحادا كاملا وتظل على ذلك في الحالة الصلبة، أو تتحد اتحادا جزئيا. وبعضها يتحد مع بعض في الحالة السائلة ولكن كلامها يسلك سلوكه الخاص في الحالة الصلبة. وبعضها لا يتحد مع بعض في كل من الحالة السائلة والصلبة.

سحابة ذرية

Atomic cloud

سحابة الغازات الساخنة والدخان والغبار وأنواع المادة الأخرى التي ترتفع إلى أعلى بعد انفجار سلاح نووي في الهواء أو قرب السطح وتكون السحابة في أغلب الأحيان على هيئة الفطر (عش الغراب).

سرعة الصوت

Sound speed

سرعة انتقال الصوت في الهواء وفي درجة الحرارة المتوسطة العادية هي: ٣٤٠ مترا في الثانية. وفي السوائل أسرع: ١٤٢٥ مترا / ثانية، وفي الجوامد أسرع وأسرع.

سرعة الضوء

Light speed

سرعة سريان الأشعة الضوئية في الفضاء هي: ٣٠٠٠٠٠ كم / ثانية.

سعة كهربائية

Capacitance

مقدرة مكثف ما على تخزين الشحنات الكهربائية، وتقدر بنسبة الشحنة المخزنة في 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 تبعها الولايات المتحدة بتسيير " سافانا " كأول باخرة تجارية بطول ١٨٣ مترا، وبحمولة ٦٠ مسافرا و١٦٠ ملاحا، حيث كانت تعمل بمفاعل ماء مضغوط. ثم توالت تصنيع السفن النووية بكل من الولايات المتحدة وروسيا. ثم تبعهم في الميدان بعد ذلك كل من فرنسا وبريطانيا. كما

توالت استخدام السفن النووية في الأغراض المدنية، مثل السفينة الألمانية " أوتوهان"، وكاسحات الجليد الروسية أركتيكا وسيبير بالإضافة إلى سفينة " موتسو" اليابانية، و" انريكو فيرمي" الإيطالية. (انظر: الدفع النووي البحري، اتفاقية بروكسيل).

سلاسل التفتت الإشعاعي

Series in natural radioactivity

ينتج عن انبعاث جسيم ألفا إزاحة للنواة الأصلية في الجدول الدوري للعناصر موضعين نحو اليمين. أما انبعاث بيتا فيزيح العنصر موضعا واحدا إلى اليسار. ولقد بين " رذرفورد " و" علماء آخرون، أن الغلبة تكون في النهاية لبعائث ألفا، فتعاني سلسلة التحول بعض الانعطافات الشبيهة بأسنان المنشار حتى تنتهي في النهاية إلى الرصاص. ولقد ظهر أيضا أن هذه السلاسل المعقدة تقع في الواقع في 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. وتنتهي جميع السلاسل بنظير أو آخر من نظائر الرصاص. وإذا عرفنا أن السلاسل الإشعاعية الثلاث تتضمن حوالي 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 الإشعاعي للثوريوم-٢٣٢ وتتحلل نويدات كثيرة من النويدات التي صنعها الإنسان إلى هذه السلسلة. والنتاج النهائي لها في الطبيعة هو الرصاص-٢٠٨. (انظر: سلسلة إشعاعية)

سلسلة الاكتينيدات

Actinide series

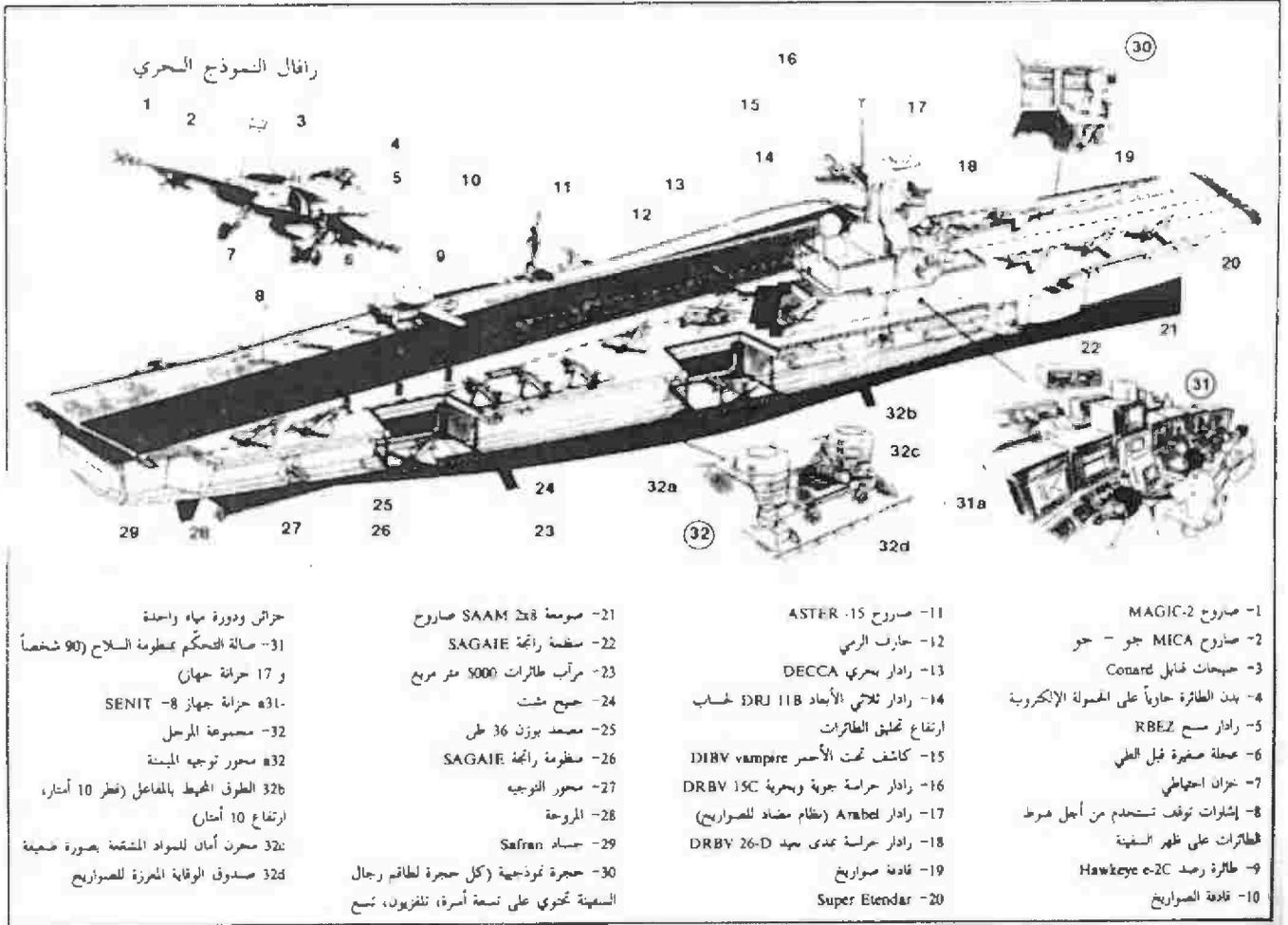
سلسلة العناصر التي تبدأ بالاكتينيوم، العنصر رقم ٨٩، وتستمر حتى اللورنسيوم، العدد رقم ١٠٣، وتحتل هذه السلسلة جميعها مكانا واحدا في الجدول الدوري، وتتضمن اليورانيوم، العنصر رقم ٩٢، وجميع العناصر الترانسيورانية التي صنعها الإنسان، ويطلق على هذه المجموعة اسم " الاكتينيدات " أيضا (انظر: سلسلة اللانثانيدات، عناصر ما وراء اليورانيوم، والملاحق)

سلسلة (متتابعة) الاكتينيوم:

Actinium series (sequence)

سلسلة النويدات الناتجة من اضمحلال اليورانيوم-٢٣٥ وتضمحل نويدات كثيرة من النويدات التي صنعها الإنسان إلى هذه المتتابعة. والنتاج النهائي في هذه المتتابعة في الطبيعة هو الرصاص-٢٠٧ (انظر: سلسلة إشعاعية)

حاملة الطائرات النووية Charles de Gaulle



- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|-----------------------|-----------------------|--|------------------|------------------------|-----------------|----------------------------------|---------------------------|--------------------|--------------------|----------------|----------------------|---|----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------|---------------------|------------------------|------------------|-------------|------------------|--|--|------------------------|-------------------|------------------------|--|---|-------------------------------------|
| 1- صاروخ MAGIC-2 | 2- صاروخ MICA جو - جو | 3- صهبات فابيل Conard | 4- بدن الطائرة حارياً على المحسلة الإنكروبية | 5- رادار مسح RBZ | 6- محلة صغيرة قبل الطي | 7- خزان احتياطي | 8- إشارات توقف تستخدم من أجل مرط | 9- طائرة رصد Hawkeye c-2C | 10- قاعدة الصواريخ | 11- صاروخ ASTER-15 | 12- حارب الرمي | 13- رادار بحري DECCA | 14- رادار ثلاثي الأبعاد DRU 11B لحساب ارتفاع تخليق الطائرات | 15- كاشف تحت الأحمر DIBV vampire | 16- رادار حراسة جوية وبحرية DRBV 13C | 17- رادار Arabel (نظام مضاد للصواريخ) | 18- رادار حراسة عمدي DRBV 26-D | 19- قاعدة صواريخ Super Etendard | 20- صاروخ SAAM 2x8 صومعة | 21- منظرة رانحة SAGAIE | 22- مرآب طائرات 5000 متر مربع | 23- صيغ مشط | 24- مصعد بوزن 36 طن | 25- منظرة رانحة SAGAIE | 26- محور التوجيه | 27- المروحة | 28- حسياد Safran | 29- حجرة نموذجية (كل حجرة لطاقم رجال السفينة تحتوي على نسمة أسرة، تلفزيون، نسج | 30- صالة التحكم مخطومة السلاح (90 شخصاً و 17 حراسة جهاز) | 31- حراسة جهاز 8-SENIT | 32- مجموعة المرحل | 32a- محور توجيه المبسة | 32b- الطرق المحيط بالمفاعل (قطر 10 أمتار، ارتفاع 10 أمتار) | 32c- محرن أمان للسواد المشتمة بصورة ضمنية | 32d- صندوق الوقاية المعززة للصواريخ |
|------------------|-----------------------|-----------------------|--|------------------|------------------------|-----------------|----------------------------------|---------------------------|--------------------|--------------------|----------------|----------------------|---|----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------|---------------------|------------------------|------------------|-------------|------------------|--|--|------------------------|-------------------|------------------------|--|---|-------------------------------------|

للسلسلة هو الرصاص - ٢٠٦ وينحل كثير من النويدات التي صنعها الإنسان إلى هذه المتتابعة. (انظر: سلسلة إشعاعية)

سلاح باطنى الانفجار Implosion weapon

سلاح تكون فيه كمية المادة القابلة للانفجار أقل من الكتلة الحرجة تحت الضغط العادي، ثم يخفض حجمها فجأة بالضغط في اتجاه نقطة مركزية في الكتلة المتفجرة، (وتتم هذه الخطوة باستخدام متفجرات كيميائية) بحيث تصبح فوق الحرجة وينتج عنها انفجار نووي.

سلامة المحطات النووية Nuclear power plant safety

يقوم الأمان النووي في المحطات النووية على ثلاثة مبادئ هامة: أولاً، التحديد الدقيق للمسئولية ووضعها بين أيدي من لهم القدرة على تحملها والتصرف السريع والحكيم فيها. ثانياً، التنسيق بين مختلف السلطات الشعبية وتحديد دورها باعتبار أن الأمان النووي من أهم نواحي الأمان الكثيرة التي يجب على السلطات أن تضمنها للمواطنين. فعلى السلطات أن تتأكد إذا كان المستخدم لهذه المنشآت النووية قد راعى الإجراءات الفنية التي تضمن سلامة هذه المنشآت

سلسلة اللانثانيدات Lanthanide series

سلسلة العناصر التي تبدأ باللانثوم وهو العنصر رقم ٥٧، وتنتهي باللوتيتيوم وهو العنصر رقم ٧١، وجميعها تحتل مكاناً واحداً في "الجدول الدوري للعناصر". وهذه هي العناصر الأرضية النادرة التي لها جميعاً خواص كيميائية شبيهة بخواص اللانثوم. وتسمى أيضاً اللانثانيدات.

سلسلة (متابعة) النبتونيوم Neptunium series (sequence)

سلسلة النويدات الناتجة من الانحلال الإشعاعي لنويدة النبتونيوم ٢٣٧ التي هي من صنع الإنسان: وكثير من النويدات الصناعية الأخرى ينحل في هذه المتتابعة. والمنتج النهائي في السلسلة هي نويدة البزموت - ٢٠٩ المستقرة، وهي النويدة الوحيدة في السلسلة التي توجد في الطبيعة.

سلسلة (متابعة) اليورانيوم Uranium series (sequence)

سلسلة النويدات الناتجة من الانحلال الإشعاعي لليورانيوم - ٢٣٨ وتعرف أيضاً باسم سلسلة اليورانيوم والراديوم. والنتائج الأخير

أغلب النيوترونات في قلب المفاعل سوف تكون متاحة للامتصاص في الوقود وبما يؤدي إلى استمرار التفاعل المتسلسل في المفاعل. وعند الحاجة للإيقاف السريع يتم إسقاط قضبان التحكم إلى داخل قلب المفاعل. أما النوع الثاني من السموم التي تستخدم للتحكم في النيوترونات فهي المواد المذابة في المبرد والميطيء، وهي عبارة عن محلول البورون شديد الفعالية للامتصاص. وهذه السموم السابقة يمكن التحكم فيها. وهناك نوع آخر من السموم لا يمكن التحكم فيها مثل الزينون والسامريوم.

Burnable poison

سم قابل للحرق

مادة تمتص النيوترونات (أو سم لها) مثل البورون، عندما تدمج عن قصد في الوقود أو غلاف الوقود في المفاعل النووي تحترق تدريجياً (تتحول إلى مادة غير ماصة) بتأثير التشعيع النيوتروني، وبذلك تعوض هذه العملية عن الفقد في التفاعلية الذي يحدث باستهلاك الوقود وتراكم منتجات الانشطار السامة، كما أنها تحافظ على بقاء الخصائص المميزة الإجمالية للمفاعل ثابتة تقريباً في أثناء استخدامه. (انظر: سم اشعاعي)

Half thickness

سمك النصف

هو السمك الذي تصبح عنده شدة الإشعاع النافذ فيها مساوية نصف شدته الأصلية إذ إن الإشعاع يمتص طبقاً لدالة لوغاريتمية. ونعني بـ "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 في امتصاص أشعة جاما على أنه طول المسار الذي يكون فيه احتمال استنفاد فوتون أشعة جاما يساوي $1/2$ ، وبمضاعفة هذا الطول يزداد الاحتمال إلى $1/4$ + $(1/2 \times 1/2)$ و $1/8$ وهلم جرا. (انظر: حواجز الوقاية الإشعاعية)

Al - Smawaal Al - maghriby السموال المغربي

عاش السموال المغربي في القرن الثاني عشر الميلادي، وكان قد نشأ في بغداد، وتخصص في أول أمره في الطب وعلوم الرياضة. ثم مارس صناعة الطب في العراق، وسوريا، وكرديستان، وأذربيجان. وأخيراً استقر في مراغة شمال غرب فارس، وهناك اعتنق الإسلام. حيث توفي عام ١١٧٥ م.

دلت الأبحاث على أسبقية السموال في الوصول إلى كثير مما كان ينسب إلى غيره وربما جاءوا بعده بقرون، وخاصة في علم الجبر. وتوجد في اسطنبول مخطوطتان فريدتان. عالج فيهما السموال موضوعات علم الجبر. تحت اسم "الباهر في الجبر" وقد نشر بعض الباحثين ملخصات هذه الأعمال الرائدة. كما حقق فريق آخر ضمن

وذلك في عملية التصميم والإنشاء والتشغيل وأن تتأكد من أن تشغيل المحطات النووية لا يعرض صحة العاملين بها والأهالي المقيمين بالقرب منها للخطر، وأن تكون على استعداد للتصرف في حالة الحوادث حتى وإن كان احتمال حدوثها نادراً. ثالثاً، المعرفة الدقيقة للحقائق التي تتعلق بالأمان النووي وذلك بافتراض حوادث وأحداث تنتج عن عطل الأجهزة وفشلها في أداء مهمتها أو عن أخطاء بشرية والعمل على توفير كل الأجهزة المطلوبة للإقلال من احتمال حدوث هذه الأعطال.

بالإضافة إلى ما تقدم هناك أربع قواعد يرتكز عليها الأمان النووي:

١ - خطوط دفاعية متتالية: حيث تحتوى المنشآت النووية على عدد من خطوط الدفاع المتتالية والمستقلة كل منها عن غيره بحيث إذا حدث أي عطل لأحد هذه الخطوط أو لأي نظام خاص بالتحكم في التفاعل المتسلسل أو بالتخلص من الحرارة لا يكون له أي أثر على المنطقة المحيطة.

٢ - ترتيبات ونظم الرقابة على المنشأة النووية: إن المسئول عن المحطة يجب أن يلتزم التزاماً واضحاً بكل الموضوعات المتعلقة بالأمان وعليه أن يقدم إلى السلطات المسئولة الدليل على أمان المنشأة التي يديرها من خلال تقارير دورية عن عمليات التشغيل، كما تقوم السلطات المسئولة عن التنظيم والأمان النووي بزيارات دورية للموقع.

٣ - اختبار طبي دائم: يتطلب الأمان النووي أن يكون هناك تحليل طبي دقيق ومتعمق لكل العاملين بالمنشأة والمنطقة المحيطة بها عند كل حادثة أو إشارة خطاً، بالإضافة إلى الفحص الطبي الدوري لكل العاملين.

٤ - الانفتاح على التقدم العلمي والفني في هذا المجال والاستفادة القصوى بكل تطور فيه.

سلسلة مشعة (ذات فاعلية إشعاعية)

Radioactive chain (radioactive family)

مجموعة من عناصر مشعة تتوالى بالانحلال واستحالة الواحد منها إلى الآخر وتؤدي في النهاية إلى تكوين عنصر مستقر ليس له أي نشاط إشعاعي.

Radioactive poison

سم إشعاعي

هذه الكلمة تشير إلى مواد المفاعل التي تمتص النيوترونات وتزيلها من قلب المفاعل وبذلك تؤدي إلى الإضرار باستمرارية التفاعل الانشطاري الذي يجري في قلب المفاعل. وهناك نوعان من السموم يستخدمان للتحكم في المفاعل الذي يتم التحكم فيه عن بعد. النوع الأول، مادة ماصة للنيوترونات تصنع منها قضبان التحكم. وهي التي يتم التحكم في المفاعل بتحريكها داخل وخارج المنطقة الفعالة للوقود. وكلما تحركت قضبان التحكم إلى أعلى قلب المفاعل فإن

أنشطة المركز القومي للبحوث العلمية بباريس، محتويات المخطوطتين، مع تقديم باهر باللغتين العربية والفرنسية. ويمكن اعتبار جبر السموأل امتدادا لتعددات الحدود، التي أرسى قواعدها وأصولها العلماء المسلمون، من أمثال الخوارزمي. ولكنه يتضمن أسسا سالبة (الأعداد المرفوعة إلى قوى سالبة)، ومعاملات مختلفة، مثل s^{-1} ، b^{-1} ... وتعد نظرية ذات الحدين والمتواليات العددية من أروع المجالات التي عالجه السموأل لأول مرة في تاريخ العلم. والمعروف بعد عصر نيوتن، أن مفكوك المقدار $(a+b)^n$ مثلا هو

$$a^n + n a^{n-1} b + \frac{n(n-1)}{2} a^{n-2} b^2 + \dots + b^n$$

وهذه الحدود على غرار n ، $\frac{n(n-1)}{2}$... هي التي ظهرت في بعض جداول السموأل. ويناقش السموأل عمليات الضرب، والمقسمة، والجذور التربيعية لتعددات الحدود، باستخدام الأس السالبة، والمعاملات المختلفة. ويقدم السموأل أمثلة عددية، تمثل خطوات متتابعة ومتوالية، لما توصل إليه على صورة جداول، ثم يناقش بإسهاب إيجاد حاصل جمع بعض المتواليات العددية بطريقة الاستنباط، كما قدم نماذج لعمليات حسابية على بطاقات (كرت).

Sameira Mosa

سميرة موسى (١٩١٧-١٩٥٢)



سميرة موسى
(١٩١٧ - ١٩٥٢)

هي عالمة الذرة المصرية أو مس كوري المصرية، الذي اغتيلت وهي في رحلة علمية بأمريكا حيث حامت الشبهات حول دور الحركة الصهيونية وإسرائيل في حادث وفاتها الغامض.

ولدت سميرة في قرية سنبو الكبرى التابعة لمركز زفتى بمحافظة الغربية في ٣ مارس ١٩١٧، بدأت مشوارها التعليمي، بمدرسة سنبو الأولية، حيث تمتعت بنبوغ مبكر، مما حفز والدها على الاستثمار معها في كل مراحل التعليم -

الذي كان لا يتمتع به كثير من نساء العصر - بإذلا لها كل رخيص وغال. اتجه والدها إلى القاهرة العاصمة، مدينة الأضواء، والغليان السياسي في ذلك الوقت الذي كانت فيه مصر تحت الاحتلال الانجليزي. لتلتحق سميرة موسى بمدرسة قصر الشوق وتكون من أوائل الشهادة الابتدائية، فتلتحق بعدها بمدرسة الأشراف الثانوية الخاصة التي أسستها وأدارتها الزعيمة النسائية نبوية موسى. وفي مدرسة الأشراف واصلت سميرة نبوغها إلى الدرجة التي تمكنت فيه من إصدار كتاب من تأليفها يحوى تلخيصا لمقرر السنة الأولى لمادة "الجبر الحديث" وهي مازالت بنفس السنة الدراسية طبقا لمواصفات وزارة المعارف. حيث ساعدها والدها بطبعه على نفقته الخاصة تشجيعا لها. في عام ١٩٣٥ حصلت سميرة موسى على شهادة التوجيهية (الثانوية

العامة) من مدرسة بنات الأشراف قسم علمي حائزة المركز الأول على القطر المصري. دخلت سميرة موسى كلية العلوم ١٩٣٥ وأثبتت تفوقها أيضا في سنوات الدراسة مما لفت نظر أستاذها العالم المصري الفذ، د. على مصطفى مشرفة. نجحت سميرة موسى بتفوق عم ١٩٤٢ وكانت الأولى على دفعة البكالوريوس، وتم تعيينها أول معيدة بالكلية، واصلت دراستها العليا وكان موضوع رسالتها رسالة الماجستير " : التوصيل الحرارى للغازات"، وموضوع رسالتها للدكتوراه " خصائص امتصاص المواد لأشعة إكس " حصلت عليها في سنتين بدلا من مدة البعثة وهي ٣ سنوات وقد شهد بنبوغها أستاذها في إنجلترا " فيلنت " وسجل تقديره لها رسميا في 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 هذا السلاح الفتاك. وفي 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 لى تبقى فى أمريكا، ولكنها فضلت أن تعود إلى بلدها. وفى نهاية هذه الرحلة تلقت دعوة لاستجمام 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 لعائلة ذرة مصرية فى نبوغ د. سميرة موسى!؟

SNAP

سناپ

مصطلح مركب من الحروف الأولى للاسم الإنجليزي 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 الكيرحرارية أو الطرق الترمونية. وثانيهما استخدام الحرارة الناتجة من مفاعلات صغيرة لإنتاج

الكهرباء بالطرق الكهرحرارية، أو الطرق الترميونية، أو بإدارة توريين صغير ومولد كهربائي.

Synchrotron

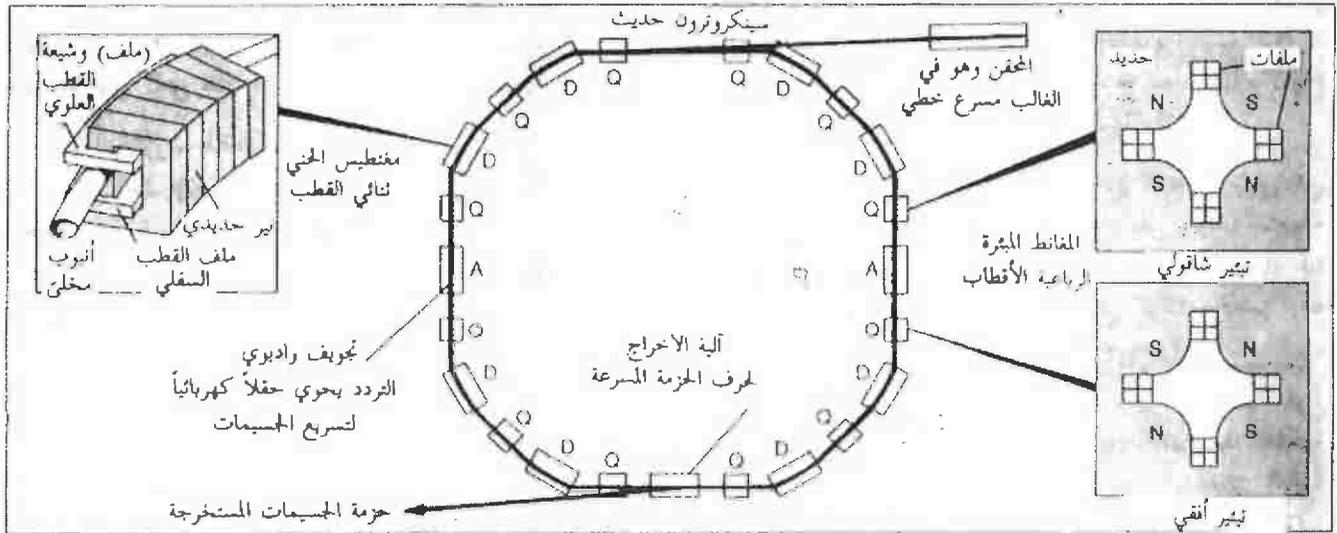
سينكروترون

جهاز كاسيكلترون 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 المغناطيس الكهربية. وللحفاظ على الجسيمات في المسار ذاته يجب زيادة الحقل في المغناطيس بما يتماشى مع ازدياد سرعة الجسيمات ويتم الوصول إلى هذا بزيادة التيار في المغناطيس الكهربية بشكل متوافق مع ازدياد التسارع. وبمواصلة الجسيمات كسبها للطاقة فإنها تستغرق زمنا متقصرا (يتناقص تدريجيا) لتتم دورتها في الآلة. وهذا يعني أنه يجب زيادة تردد اهتزاز الحقل المطبق لكي نضمن أن الجسيمات تلاقى دائما حقولا مسرعة في النقاط المناسبة على طول الآلة. ولاتقوم المغناطيس في السينكروترون بحنى مسار الجسيمات فقط. لأن عليها أيضا أن تبث حزمة الجسيمات للمحافظة على أكبر عدد ممكن من الجسيمات من الشرود عن المسار المثالي وفي السينكروترونات الكبيرة، على وجه الخصوص، تنجز مهمتا الحنى والتبشير بنوعين

مختلفين من المغناطيس. فالمغناطيس الثنائية الأقطاب (قطبان عاديان) الضوئية تحنى مسار الجسيمات في حين تقوم المغناطيس الرباعية الأقطاب quadrupole بتبشير حزمة الجسيمات.

يتكون السينكروترون الحديث من محقن (عادة مسرع خطي)، ومن حلقة المغناطيس ثنائية القطب ورباعية، 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 كهربية مستقرة (موقوفة) وبذلك توفر الحقل الكهربائي لتسريع الجسيمات.

تقع السينكروترونات في مجال واسع من حيث أحجامها: فأصغر السينكروترونات يقارب قطرها مترا واحداً 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 المغناطيس ثنائية الأقطاب ورباعيتها بحنى حزمة الإلكترونات وتبشيرها

Seaborg, Glen

سيبرج، جلين

ولد العالم الأمريكي سيبرج في ١٩ أبريل ١٩١٢ في مدينة إشيمنج بولاية ميتشجان، حصل على شهادة البكالوريوس من كلية العلوم، جامعة كاليفورنيا عام ١٩٣٤، ثم حصل على درجة الدكتوراه من نفس الجامعة عام ١٩٣٧. قام سيبرج في الفترة من (١٩٤٠ - ١٩٥٢) (إجراء بحوث مع زميله ماكميلان على عناصر

Proton - synchrotron

سينكروترون بروتوني

سينكروترون يصلح بصفة خاصة لتعجيل البروتونات.

Light year

السنة الضوئية

المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة وتبلغ عشرة ترليون كم تقريبا رقم ١ أمامه ١٢ صفراً والسنة الضوئية تساوي ٦٣٠٠٠ مثل عن بعد الشمس عن الأرض.

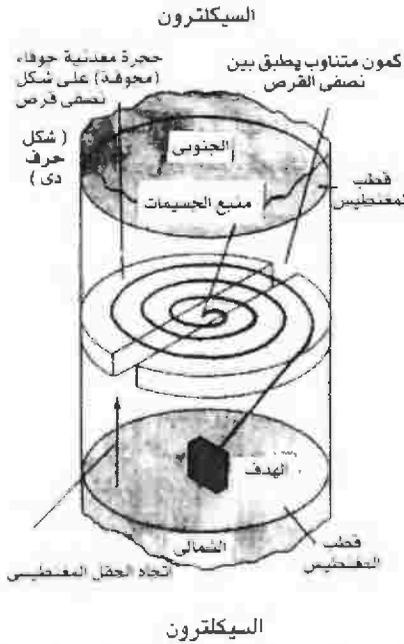
ما وراء اليورانيوم وفي عام ١٩٤٠ تمكن من فصل البلوتونيوم ذي العدد الذرى ٩٤، وذلك بقذف ذرات اليورانيوم بالديوترونات). (ولقد اشتهر جيلين سيبورج باكتشافه للبلوتونيوم ذلك المعدن الذى وصل سعر الطن منه إلى عشرات الملايين من الدولارات. وفى عام ١٩٤١ تمكن العالم سيبورج من الحصول على



جيلين سيبورج

اليورانيوم ٢٣٣ من الثوريوم وهو عنصر قابل للانحطاط ويعتبر وقود نووى مثل اليورانيوم ٢٣٥ والبلوتونيوم ٢٣٩. لقد اكتشف العالم سيبورج وزملاؤه مجموعة أخرى من عناصر ما وراء اليورانيوم ومنها الأاميرسيوم-٩٠ والكوريوم-٩٦ فى عام ١٩٤٤، وكذلك البركليوم-٩٧ فى عام ١٩٤٩ والكاليفورنيوم-٩٨ فى عام ١٩٥٠، والأينشتينوم-٩٩ فى عام ١٩٥٢ 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 لعنصر ما وراء اليورانيوم. تولى العالم الكبير رئيساً للجنة الطاقة الذرية الأمريكية فى الفترة (١٩٦١-١٩٧١). ومن أهم مؤلفاته كتاب "الإنسان والذرة" الصادر عام ١٩٧١. (أنظر مادة بلوتونيوم).

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 مُسرعة 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.



فى السيكلترون تسلك الجسيمات المشحونة الصادرة من منبع فى المركز طريقاً حلزونياً أخذاً فى الاتساع حتى تبرز منه لتتصادم الهدف. يقوم الحقل المغناطيس بحنى مسارات الجسيمات فى حين يقوم الحقل المتناوب بين النصفين الأوجوفين بتسريعها.

سيناريو أسوأ حالة (للحوادث النووية)

Scenario, worst case

على أساس من التشاؤم. يتم وضع سيناريو لأعظم الحوادث النووية الجسيمة يمكن تصورها، والتي 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 السيناريوهات الحذرة والواقعية فى نفس الوقت. ومن خلال تحاليل للحساسية وعدم التحقق من الأمان. وذلك من أجل تغطية سيناريوهات أخرى أقل عواقب.

Sievert (SV)

سيفرت

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.

Cyclotron

سيكلوترون

جهاز لقذف نوى الذرات فى وسطه نصفاً صندوق اسطوانى موضوع بين قطبي مغناطيس كهربائى قوى. (يفرغ النصفان من الهواء ثم يشحنان تبادلياً بمذبذب) فينتج عن ذلك تعجيل البروتونات والديوترونات والجسيمات الأخرى المشحونة فى

(ش)

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 في حالة وجودها على المنتجات مثل عبوات النظائر المشعة التي يجرى تداولها أو نقلها. (أنظر الشارة بملحق الصور الملونة).

ابن شاکر، أحمد (؟-٢٥٩هـ) (؟-٨٧٢م)

Ebn Shaker Ahmed

أحمد بن موسى بن شاکر. نشأ في بيئة علمية. حيث كان أبوه عالما. كما كان أخواه محمد وحسن كذلك. حتى صار هؤلاء الإخوة الثلاثة علامة بارزة في تاريخ العلوم عند المسلمين. حيث ترك هؤلاء الإخوة الثلاثة ابتكارات هندسية وميكانيكية كان لها أثر كبير بعد ذلك. كما اشتركوا في تصنيف عدة مؤلفات علمية، وكان أحمد أربعمهم في علم الحيل "الهندسة الميكانيكية". وقد اشترك الإخوة الثلاثة بأمر من الخليفة المأمون في فريق عمل لقياس محيط الأرض في صحراء سنجار في شمال العراق. وفي صحراء تدمر شرقي سوريا.

وقد أبدع أحمد مع أخيه محمد في صنع ساعة نحاسية كبيرة، كما ابتكر بنفسه. آلة للزراعة والفلاحة. تحدث صوتا تلقائيا كلما ارتفع الماء في الحقل إلى حد سقايتها. كما أبدع للقصور والحدائق في 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 في أي شيء. كما ابتكر معهم كذلك طريقة لإنشاء الشكل الإلهيلجي، أي الشكل البيضاوي. ولا تزال هذه الطريقة تستخدم في عصرنا الحديث. ويعزى إلى أبناء موسى بن شاکر أنهم قالوا بنظرية الجاذبية العمومية بين الأجرام السماوية، وهي الجاذبية التي تجعل هذه الأجرام تدور في فلكها. أبدع أحمد مع أخيه محمد كرة نحاسية ضخمة تمثل الكرة الأرضية. كانت ترتفع فوق بناء أمام مرصد سامرا. وفي هذه الكرة صور النجوم. ورسوم البروج. فإذا أقل في السماء نجم اختفت صورته من هذه الكرة في اللحظة نفسها. وإذا أشرق نجم في السماء أشرقت صورته في هذه الكرة فوق خط الأفق.

لأحمد بن شاکر في علم الهندسة الميكانيكية: "كتاب الحيل". و"وصف الآلة التي تعمل بنفسها". و"القرسطون". و"الآلات الحربية". وله في الرياضيات: "المخروطات". و"معرفة الأشكال الكرية والبسيطة" وقد ترجم إلى اللاتينية. وله: "قياس المساحات

شادويك، جيمس (١٨٩١-١٩٧٤) Chadwick, James



جيمس شادويك (١٨٩١ - ١٩٧٤)

ولد العالم الإنجليزي جيمس شادويك في مدينة مانشيستر بإنجلترا في ٢٠ أكتوبر ١٨٩١. ودرس في 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 والذي مكن العالم ولفجانج باول من وضع نظرية

وجود جسيم النيوترون عام ١٩٣١. كذلك كان شادويك أول من استطاع قياس الشحنة الكهربائية في نواة الذرة باعتماده على قياس التناثر المطلق لجسيمات الفا. كما عمل "شادويك" أيضا مع العالم هانز جايجر في جامعة برلين قبل الحرب العالمية الأولى على النشاط الإشعاعي. ثم واصل دراساته العليا بكلية العلوم بجامعة ماشيستر تحت إشراف العالم الكبير رذر فورد. الذي واصل معه أبحاثه أيضا بمعمل كافندش بجامعة كامبردج عام ١٩١٩، حيث أسفرت هذه الأبحاث الهامة عن اكتشاف جسيم النيوترون عام ١٩٣٢. ذلك الاكتشاف الذي كان بداية لعصر جديد للدراسات الخاصة بالطبيعة النووية النظرية والعملية لفهم نواة الذرة، والذي أهله أيضا لنيل جائزة نوبل عام ١٩٣٥. ومع بداية الحرب العالمية الثانية عمل في إنجلترا على فصل اليورانيوم ونظائره ثم انتقل على رأس فريق العلماء البريطانيين إلى الولايات المتحدة الأمريكية للعمل في مشروع منهاتن الخاص بتصنيع القنبلة الذرية. لقد حصل العالم الإنجليزي على وسام الاستحقاق من الولايات المتحدة الأمريكية في عام ١٩٤٦ اعترافا بفضل مشاركته الفعالة في نجاح التوصل إلى صنع القنبلة الذرية. كذلك حصل على ميدالية كوبلاي في عام ١٩٥٠ وميدالية فرانكلين في عام ١٩٥١ كما حصل على لقب فارس عام ١٩٤٥. لقد كانت بحوثه مع رذر فورد أساسا في مجال التحول النووي الصناعي باستخدام قذائف الفا. حيث استخدم رذر فورد هذا التحول باستخدام غاز النيوتروجين حينما تحول إلى أكسجين عام ١٩١٩. ثم قام بعده شادويك بهذه البحوث مستخدما النيوترونات وأشعة جاما بدلا من جسيمات الفا.

توفي جيمس شادويك "مكتشف النيوترون" بمدينة كامبردج في إنجلترا في ٢٤ يوليو ١٩٧٤

السطحة والمستديرة" وقد ترجم إلى اللاتينية وله كتب أخرى في علم الفلك وهذه الكتب ألفها بالاشتراك مع إخوته.

شبيكة (نظام تشابكي) Lattice

في المفاعلات الذرية: لفظ يطلق للدلالة على الجزء الذى تجعل فيه المواد المنشطرة وغير المنشطرة وهى مادة المهدى، (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 و ١٠ مليجرام من الفضة. ومن ذلك يمكن حساب كمية الكهرباء اللازمة لنقل - أى ترسيب - الوزن الذرى للفضة أى ١٠٧ و ١٠٧ جراما، حيث تساوى.

$(107.87 \times 1000) / 9649 = 1118$ كولوم. وحيث أن الوزن الذرى يحتوى على (ل) ذرة حيث (ل) = عدد أفجادر، فإن الشحنة التى يحملها الإلكترون تساوى $96490 / 10 = 9649$ 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 وفيلسوبا 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 إلكترون واحد، وهى أيضا الحالة الكهربائية التى يصير إليها جسم متعادل كهربيا عندما يفقد إلكترونات.

Intensity

شدة

كمية الطاقة - أو عدد الفوتونات أو الجسيمات من أى إشعاع - الساقطة على وحدة المساحات أو النسابة داخل وحدة الزوايا المجسمة فى وحدة الزمن. وفيما يتعلق بالنشاط الإشعاعى هى عدد الذرات التى تتفتت فى وحدة الزمن. (انظر: فيض).

Chornobyl, accident شرنوبيل، حادثة

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 - إلا أنه 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 والنسبة تقع على بعد ١٣٠ كيلومتر شمال مدينة كييف بجمهورية أوكرانيا السوفيتية، وأن الحادث وقع فى أحد أركان الوحدة الرابعة من المفاعلات 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 الكهربائية 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 واحترق الجرافيت وصعد النيران. ولإطفاء الحريق قامت وحدات من الجيش السوفياتى بإسقاط رمل ميلل ورمصاص والبيورون الماص للنيترونات بالطائرات العمودية على موقع المحطة. وقد نتج عن هذا الحادث انطلاق ١٠ × ١٠ بيكرل من النويدات المشعة وأهم مكونات المواد المنطلقة الغازات المشعة والسيزيوم ١٣٧ والسيزيوم ١٣١، والسترونشيوم ٩٠.

Beam شعاع

حزمة من الطاقة الإشعاعية - كالضوء - ذات مقطع عرضى صغير. وكذلك سيل من الجسيمات كاشعة المهبط (مهبط الكاثود) (وأشعة الفا).

Graph شكل بياني

شكل بياني يحدد العلاقة أو الارتباط بين متغيرين أو أكثر. مثل العلاقة بين المسافة والزمن لجسم متحرك، أو الضغط والحجم فى محركات الاحتراق الداخلى.

جسيم في الفضاء يتكون من صخر أو من حديد ونيكل أو خليط منها، يأخذ في الاحتراق عند دخوله الغلاف الجوي للأرض فينبعث منه ضوء مسحوب. يقال له أيضا: النجم الثاقب. -

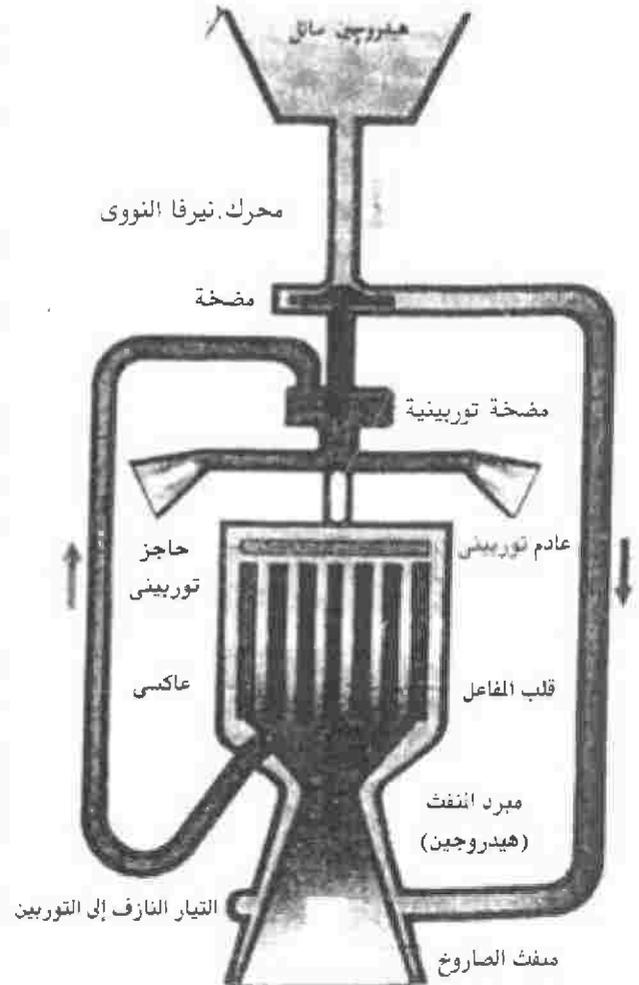
النجم الذي في مركز النظام الشمسي والذي تدور حوله الأرض وكواكب أخرى. يبلغ قطر الشمس نحو ١٣٩٠٠٠٠ كم ودرجة حرارة سطحها نحو ٥٥٠٠ درجة مئوية وكتلتها ٣٣٢٠٠٠ مرة من كتلة الأرض تقريبا. وهي على بعد متوسط من الأرض يبلغ ١٤٩٧٠٠٠٠٠ كم.

(ص)

صاروخ نووى

Nuclear Rocket

صاروخ يسير بواسطة آلة تستمد الطاقة اللازمة لتسخين مائع الدفع (مثل الهيدروجين) من مفاعل نووى بدلا من الاحتراق الكيميائي. ولقد قامت الولايات المتحدة في الستينات من القرن العشرين ببناء صواريخ نووية حرارية واختبرتها على الأرض في



يقوم المحرك النووي الصاروخي من طراز (نيرفا) بضخ الهيدروجين السائل حول العمود الفعال لمفاعل نووى، حيث يتبخر الهيدروجين بفعل الحرارة الهائلة، ويتمدد بسرعة، ويندفع خارجا من المنفت. فينتج الدفع المطلوب.

سيق 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 سيليزية ويندفع عبر صنبور الصاروخ بسرعة عالية، ويولد الدفع النووي من الزخم (كمية الحركة) momentum لكل كيلوجرام من الوقود ضعف ما تولده أفضل الصواريخ الكيميائية، فأفضل الصواريخ الكيميائية التي تعتمد على التفاعل بين الهيدروجين والأكسجين تمنح السفينة الفضائية التي تغادر مدارها حول الأرض زيادة في سرعتها العظمى قدرها ١٠ كم في الثانية، وبالمقابل فإن الصواريخ النووية يمكن أن تمنح السفينة زيادة في سرعتها العظمى تصل إلى نحو ٢٢ كم في 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 في ستة أو سبعة أشهر. بيد أن العقبة الكبيرة هي المعارضة الشعبية لوضع مفاعل نووى في الفضاء - وهي مشكلة تواجه أيضا كثيرا من أنظمة الدفع الأخرى. هذا ولم تمون ناسا بحوثا في المفاعلات التي تحمل إلى الفضاء طوال قرابة عقد من الزمان. وفي أواخر الثمانينات كان ضمن مشروعات وزارة الدفاع الأمريكية في هذا المجال برنامج للدفع الحراري النووي 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 في التصميم المطلوب هو مفاعل فرش جسيمى (PBR) particle bed reactor يتكون وقوده من جسيمات صغيرة مرصوفة من كربيد اليورانيوم الملبس بكربيد الزركونيوم. (قارن: الدفع البحرى النووى).

Cromosome

صبغية

يسمى كذلك الكروموسوم. واحد من الأجسام الخيطية الدقيقة (المجهريّة) التي تحمل الصفات الوراثية تتكون من مادة الكروماتين في

نواة الخلية قبيل الانقسام الخلوي. عدد الصبغيات ثابت في كل نوع من أنواع الكائنات الحية، وكذلك أحجامها وأشكالها.

صدع (أو شرخ) التآكل الإجهادى

Stress corrosion cracking

فى تكنولوجيا الوقود النووى، يلعب التأثير المشترك للنواتج الإنشطارية، كاليود أساسا، وإجهادات أو الانفعالات دورا هاما، كما ينتج شرخ إجهاد التآكل، الذى ربما يدمر غلاف الزركونيوم تحت تأثير حالات تهيج ووثبات القدرة الطاقية.

Ground zero

صفر أرضى

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.

Absolute zero

الصفر المطلق

نقطة بداية تدرج الحرارة المطلقة (- 273 م°)، وهو درجة الحرارة التى تتوقف عندها كل حركة حرارية فى المادة وعندها تنعدم المادة.

Valve

صمام (محبس)

عنصر مكثى يستخدم بمثابة محبس أو وسيلة لسد منفذ مسار ما أو تغطية مساحته جزئيا أمام المواد السارية (سوائل أو غازات أو أبخرة) فى الأنابيب أو الأوعية المغلقة. ومن أنواعه صمام الأمان Safety valve وهو الصمام الذى ينفث 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 الإلكترونية، كلها جميعا ذات خاصيتين بارزتين: (كلها محتواه فى وعاء زجاجى محكم تم تفرغ 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.

Diode

صمام ثنائى

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 العاكس) 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

Triode

صمام ثلاثى

يتكون الصمام الثلاثى من أنود وكاثود مشابهيين لأنود 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).

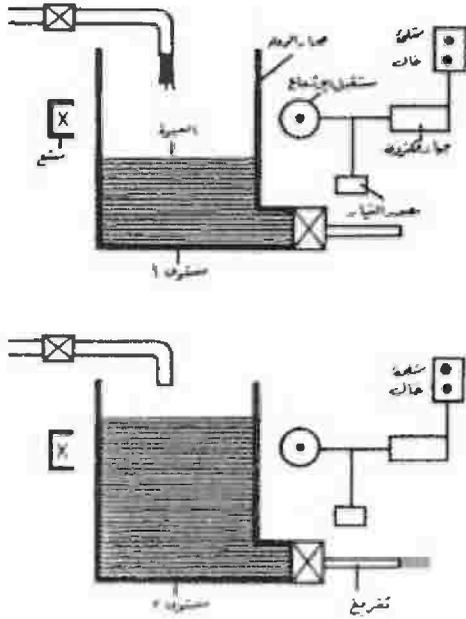
Glove box

صندوق قفازى

خزانة محكمة الإغلاق مزودة بقفازات مركبة على فتحات تنفذ إلى داخلها، ويستطيع العاملون باستخدام تلك القفازات معالجة المواد المشعة من الخارج وهو آمنون.

(ض)

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 أو صوتية أو كهربية من مؤشر متصل بأنبوبية العداد. كذلك فإنه يمكن توصيل المؤشر بجهاز ضبط يعمل على تصحيح المنسوب اوتوماتيا.



الضغط الجوي Atmospheric pressure

الضغط الناشئ من الغلاف الجوى ويختلف باختلاف الزمان والمكان. أما الضغط الجوى القياسى فهو الضغط الناشئ عن عمود من الزيتق طوله ٧٦٠ مم عند درجة الصفر المؤوية.

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 إذا 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 أو سطح يمتص كل ما يسقط عليه من

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 تكتيكي 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 قطعين، هما المواصفات القياسية الرسمية أو القانونية التى تختص بالسلامة والأمان ومنع التلوث وغيرها، والمواصفات القياسية التى يحددها المصنعون (جوات 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 مكينة تم تصنيعها للاجهادات، لتحديد مدى تحملها، 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. وتتخلص الطريقة - فى أبسط صورها - فى وضع مادة مشعة فى جهة من الوعاء وكاشف إشعاع (أنبوبية عداد) فى الجهة الأخرى وفى نفس المنسوب.

Nuclear safeguards

ضمانات نووية

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 والنشآت 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، وتمتد هذه الاتفاقية ضمن متطلبات معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية (NPT) التي بدأ العمل بها في مارس ١٩٧٠.

إشعاع، وإن الضغط P الواقع على السطح يتعين من المعادلة $P=I$ حيث I هي كثافة الطاقة لوحدة الحجم من الإشعاع.

Water pressure

ضغط الماء

القوة التي يكبس بها الماء مساحة معلومة من جسم ما، وتزداد بازدياد عمق هذا الجسم في الماء.

Air pressure

ضغط الهواء

القوة التي يحدثها الهواء الجوي أو كمية محصورة من الغاز على وحدة مساحة ما. ويستخدم البارومتر لقياس ضغط الهواء الجوي.

(ط)

والحرارة، وهكذا. ومثال هذه الوحدات: الكالوري والوحدات الحرارية والحرارية البريطانية، الواط 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 هي "الجول" نسبة إلى العالم الإنجليزي "جول".

Energy

طاقة

يمكن تعريف الطاقة بمعناها الواسع بأنها الشغل المبذول. فالرخصة التي تكون في حالة حركة تمتلك طاقة بافتراض هذه الحركة، وهذه الطاقة التي تسمى بطاقة الحركة تعطي أو تنتقل إلى الهدف المصوب نحوه. وإذا رفعا كتلة إلى أعلى ضد اتجاه الجاذبية الأرضية، أصبحت لديها طاقة وضع، لأنها بذلت جهدا لتتحرك عن موضعها الأصلي. وكل من طاقتي الحركة والوضع، ما هما إلا صورتان من صور الطاقة المخترنة والمترتبة بحركة الأجسام أو الجهد الذي تبذله كي تتحرك. وتتحوّل الطاقة من شكل إلى آخر، وبسهولة، كما يحدث في بعض الحالات مثل البندول يشحن داخليا نتيجة حركة البندولية المتتابعة بطاقتي وضع وحركة. وبالطبع تكون مطلوبة في 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، فتنتقل على صورة حرارة تنتج البخار الذي تتحوّل طاقته الحرارية إلى طاقة دورانية، خلال مروره على توربين، ثم تتحوّل هذه الطاقة مرة أخرى إلى طاقة كهربائية، في مولد كهرومغناطيسي مثل الدينامو، أو مولد للتيار المتناوب. ومن أشكال الطاقة الطبيعية الرئيسية، حرارة أشعة الشمس، التي تعمل على تصعيد الماء السطحي للبحار، فتتشير السحاب الذي يستحيل مرة أخرى غيظا تسوقه الرياح، لينهمر متجمعا على التلال مياها جارية، ومن ثم يمكن استخدامها لتوليد الطاقة هيدروليكية. وتشتق الصور الأخرى من الطاقة من الوقود الحفري، المتكون عبر ملايين السنين عن تحلل النباتات وغيرها، ثم تعرضها للضغط، وكذلك من صور الطاقة النووية المتولدة، باستخدام المواد المشعة الموجودة في الطبيعة. وإذا كان من الصعوبة إيجاد تعريف محدد لكنه الطاقة إلا أنه يمكن قياسها فقط كوحدة. حينما ننسبها بالكتلة، والسرعة.

طاقة الامتصاص الرنيني

Energy of resonance absorption

مقدار الطاقة الذي يحدث عنده الامتصاص الرنيني في مفاعل نووي.

Binding energy

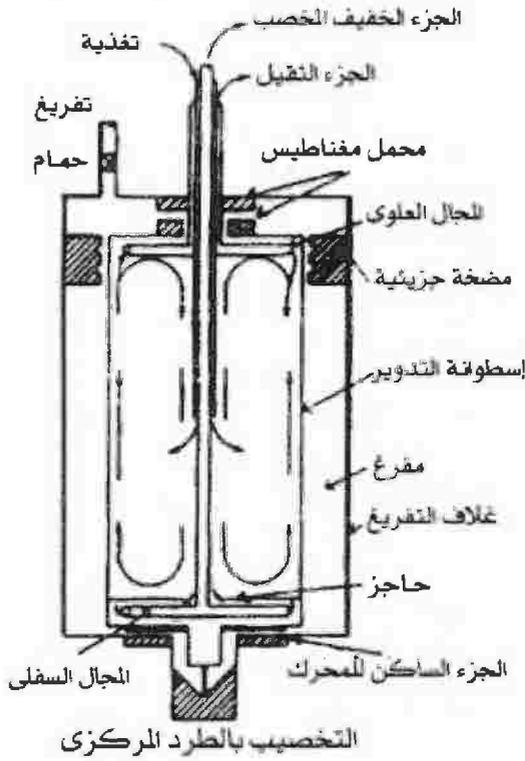
طاقة الترابط

طاقة الربط، هي تلك الطاقة التي تبذل لربط الأجزاء المكونة لجزيء، أو ذرة أو نواة أحد العناصر، وهي اصطلاح يرتبط بالنواة، ويستخدم على الخصوص بشأنها، وهي أيضا مصدر كل نوعي الطاقة النووية الناتجتين بالانشطار أو الاندماج.

والحقيقة القائلة بأنه يمكن اعتناق كميات كبيرة من الطاقة من تويات 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، $E=mc^2$ حيث E (ط=الطاقة)، m (ك=الكتلة)، c (ع=سرعة الضوء). ولما كانت الكتلة والطاقة قابلين للتحويل، فالكتلة المفقودة من أصل حاصل جمع كتلة مكونات النواة، راجعة إلى الطاقة التي تربط بين مكونات النواة ذاتها بعضها ببعض، وهذه هي طاقة الربط التي كانت تعرف أيضا في البداية. بانحراف الكتلة، فإن بعض كتل

طريقة الطرد المركزي

Centrifugation ,method (CEN)



تتلخص هذه الطريقة التي تستخدم في تخصيب اليورانيوم في أن فرق القوة المسلط على جزئين من غاز سادس فلوريد اليورانيوم بنظيره ^{238}U ، ^{235}U تختلف باختلاف كتلة كل من الجزئين، إذ أن القوة الطاردة تكون أكبر على الجزئين ذات الكتلة الأكبر. وعند دوران الغاز في اسطوانة بسرعة عالية جدا فإن النظير ذا الكتلة الكبيرة (يو-238) يتركز حول جدار الاسطوانة بعيدا عن المحور، بينما يتركز النظير الأخف كتلة يو-235 حول محور دوران الاسطوانة، وبهذا يتم الفصل وتحقق عملية التخصيب. ومن مميزات هذه الطريقة أنها أكثر كفاءة في تخصيب اليورانيوم إذا ما قورنت بطريقة الانتشار الغازي. إلا أن تكاليفها مرتفعة بسبب تعقيدات أجهزتها.

Mutation

طفرة

تغير دائم، قابل للانتقال، يحدث في خصائص النسل فتصبح مختلفة عن خصائص الوالدين.

Radiation emergency

طوارئ إشعاعية

يمكن تعريف الطارئ الإشعاعي بأنه أية حالة تؤدي إلى خطر إشعاعي غير اعتيادي أو غير متوقع، وهذا التعريف يعطي احتمالات الإراقة لمحلل مشع يشتمل على عدة ميجا بيكرل في معامل البحث وحتى حادث رئيسي في مفاعل نووي للطاقة حيث قد تنطلق عدة

الجسيمات المكونة للنواة تحولت إلى طاقة، ومن ثم فإنه لفصل الجسيمات بكتلتها الأصلية لا بد من إمداد النواة بطاقة، تعادل على الأقل طاقة الربط.

Deformation energy

طاقة التشوه

الطاقة اللازمة لتغيير النواة من الشكل الكروي في نموذج قطرة السائل للنواة إلى الشكل الإهليلجي الممّس.

Q - value

طاقة التفاعل

مقدار الطاقة التي تنبعث أو تمتص في عملية تفتت أو تفاعل نووي. ويرمز لها بالرمز Q.

Kinetic energy

طاقة حركية

الطاقة التي يكتسبها الجسم من حركته، أو مقدرة جسم على أداء شغل بسبب حركته وتساوى الشغل الذي يمكن أن يؤديه الجسم ضد المقاومات الخارجية حتى يسكن. (عند اصطدام قذيفة فإن قدرا كبيرا من طاقتها يتحول إلى حرارة).

Nuclear energy

طاقة نووية

تنقسم النظائر المستقرة حسب العدد الكتلي إلى ثلاثة مجاميع هي العناصر خفيفة الكتلة ومتوسطة الكتلة وثقيلة الكتلة. وتعد العناصر متوسطة الكتلة هي 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 الانشطار النووي. أما التحام نواتين خفيفتين لتكوين نواة ثقيلة فينتسب في إنطلاق طاقة، تعرف بطاقة الاندماج. والطاقة النووية قد تكون على صورة حرارة أو ضوء أو إشعاعات أخرى. وهي غير الطاقة الكيميائية التي تنتج عن تفاعل النوى. وطاقة الشمس التي تصل إلى الأرض هي طاقة نووية (انظر مادة: طاقة الترابط).

Centrifuge

طرد مركزي (طاردة مركزية)

تستخدم أجهزة الطرد المركزي للإسراع في بعض عمليات الفصل، ويمكن إتمام عمليات استخلاص مادة الترسيب أو الفصل الطبيعي (الفيزيقي) (لجسم صلب أو سائل) ترشيح أو فصل سائلين لا يعترجان، باستخدام جهاز الطرد المركزي في ثوان قليلة، بدلا من الساعات الطويلة، التي يحدث فيها الفصل عادة، إذا ما ترك الخليط ساكنا. والعجلة التي تتولد بالقوة الطاردة المركزية، وتسمى أحيانا القوة النابذة المركزية، تبلغ عدة مئات إلى ملايين أمثال العجلة الناتجة عن الجاذبية الأرضية (٣٢ قدم /ث، ٩.٨١ متر/ث^٢). وتشمل أهم استخدامات أجهزة الطرد المركزي، الطاردات المركزية الغازية ذات السرعات العالية جدا التي تستخدم لفصل النظائر المختلفة لليورانيوم من مركبات اليورانيوم الغازية.

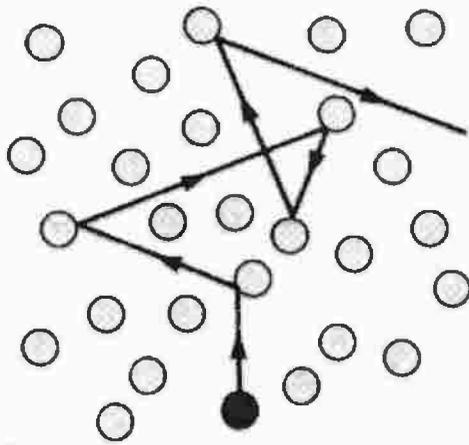
ويعبر قانون توزيع المسار الحر عن احتمال مرور الجزيء مسافة مقدارها x دون أن يصطدم مع غيره، $dw = (x)$ ثم يتعرض للتصادم مع الجزيئات الأخرى على مدى مسافة قدرها dx تعقب المرور الحر مباشرة:

$$dw(x) = e^{-n_0 x} n_0 \sigma dx$$

حيث - n_0 عدد الجزيئات في كل 1 سم^3 من الغاز، σ المقطع العرضي الفعال للصدمة.

أما المسافة المتوسطة \bar{x} التي يقطعها الجزيء دون تصادم (الطول المتوسط للمسار الحر):

$$\bar{x} = \bar{\lambda} = \int_0^{\infty} x dw(x) = \int_0^{\infty} x e^{-n_0 x} n_0 \sigma dx = \frac{1}{n_0 \sigma}$$



يتحرك الجزيء، خلال الغاز مصطدما بالجزيئات الأخرى بشكل عشوائي، حيث يطلق أحيانا على هذا السلوك بعمليات السير العشوائي. حيث يزيد متوسط المسار الحر كلما قل عدد الجزيئات في وحدة الحجم.

Wave length طول الموجة

المسافة بين قمة موجتين متعاقبتين، وتقاس عادة من قمة موجة إلى قمة الموجة التالية. وطول الموجة يساوي سرعتها مقسومة على ترددها، غالبا ما يقاس طول موجة الضوء بوحدات الأنجستروم. (التر = 10000 مليون أنجستروم).

ج.ج. طومسون، سير جوزيف جون (١٨٥٦ - ١٩٤٠)

Thomson, Sir Joseph John

ج.ج. طومسون، هو الذي اكتشف الإلكترون، وبالرغم من الفكرة التي كانت سائدة آنذاك وهي أن الكهرباء ما هي 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.

ملايين من الميجابيكرو أو قد يزيد من نواتج الانشطار كما حدث في حادث تشر نوبل ١٩٨٦، والأسباب الرئيسية التي قد تؤدي إلى طاريء إشعاعي هي: أولا، فقدان الحواجز الواقية، حيث يؤدي ذلك إلى مستويات عالية من الإشعاع. ثانيا، فقدان الوعاء الحاوي، حيث يؤدي إلى انطلاق المواد المشعة. ثالثا، عدم التحكم في الكتلة الحرجة - أى التولد السريع لمصدر مشع كبير مع مستويات عالية من الإشعاع.

كما يجب أن تحوى خطة الطوارئ: وصفا لهيكل الجهاز الذي 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 السكاني للإشعاع مع ضمان الفاعلية اللازمة، ووصفا عاما للمستلزمات البشرية والمادية اللازمة للقيام بهذه الإجراءات الصحيحة ووضعها موضع التنفيذ.

Phase طور

لفظ يطلق في كل عملية تتغير تغيرا بسيطا دوريا على:

- ١ - الحالة أو المرحلة التي وصلت إليها هذه العملية في لحظة ما.
- ٢ - الفترة الزمنية التي تعضي ابتداء من لحظة مقيسة بالنسبة إلى الدورة. ويقال لاهتزازين إنهما في طور واحد أو متفقتا الطور in phase إذا كان تغير الإزاحة في كل منهما على نمط واحد في وقت واحد، أى تبلغ الإزاحة في كل منهما نهايتها العظمى أو الصغرى في وقت واحد. ويقال إنهما مختلفتا الطور out of phase إذا لم تكونا كذلك.

طول مسار الانتشار (للنيوترونات الحرارية)

Diffusion length

متوسط المسافة التي يقطعها نيوترون حرارى في المفاعل النووى ابتداء من النقطة التي يصبح فيها حراريا حتى نقطة امتصاصه.

Mean free path الطول المتوسط للمسار الحر

حسب النظرية الحركية للغازات فإن جزيئات المادة تتواجد في حالة حركة دائمة ويصطدم بعضها البعض. ويطلق على المسافة التي يتحركها الجزيء بين كل صدمتين بطول المسار الحر، وحيث إن الجزيء يتحرك بين كل صدمتين متتاليتين حركة منتظمة في خط مستقيم، فإنه يطلق على متوسط المسافة بين التصادمات (التفاعلات) الطول المتوسط للمسار الحر. وفي حالة تصادم الجزيئات التي يبلغ قطرها d حوالى 10^{-8} سم، فإن المقطع العرضي الفعال حسب النظرية الحركية للغازات، يساوى مساحة دائرة نصف قطرها d (القطر الفعال للجزيء):

$$\sigma_0 = \pi d^2$$

ويعتمد المقطع العرضي الفعال على طاقة الجزيئات المتصادمة وعلى سمات العمليات التي تحدث أثناء التصادم.

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.

Spectrum

طيف

يطلق اللفظ على كل بيان يحصل عليه عمليا ، يرى بالعين أو يصور فوتوغرافيا أو يرسم على هيئة رسم بياني ، يتوصل منه إلى معرفة الأطوال الموجية أو الترددات المختلفة لإشعاع من نوع معين ، أو ما يحتويه الإشعاع من جسيمات يختلف بعضها عن الآخر من حيث كتلتها أو طاقة حركتها أو نسبة شحنتها إلى كتلتها.

Leakage spectrum

طيف التسرب

كيفية توزيع طاقة النيوترونات المتسربة من قلب المفاعل.

Mass spectrum

طيف الكتلة

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.



جوزيف جون طومسون
(١٨٥٩ - ١٩٤٠)

ولد فى " تشيتهم هيل " فى مانشستر ، ابنا لبائع كتب فى متجر للكتب القديمة .وقد تعلم طومسون فى كلية " أوين " حيث التحق بها فى الرابعة عشرة من عمره ، وفى عام ١٨٧٦ 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 قادمًا من الالكترونات 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

(ظ)

ظاهرة شوطكى

Schottky effect

تزايد تيار التشبع بتزايد المجال الكهربائى عند السطح الذى تنبعث منه الإلكترونات .والظاهرة منسوبة إلى العالم الفيزيقي شوطكى.

ظاهرة تبادل الشحنة

Charge – exchange phenomenon

ظاهرة تحدث فى بعض الحالات كأن يصطدم أيون سريع موجب الشحنة بجزيء . متبادل الشحنة فيلتقط الأيون إلكترونًا من الجزيء . ويصبح بذلك متبادل الشحنة فى حين يصبح الجزيء موجب الشحنة .

(ع)

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 لا يمكن 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) .

Reflector

عاكس

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

الوقود، ويقصد بالقناة الحارة، قناة المبرد أو المر الذي 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 (أويتمدد) 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:

عامل النسيج المرجح، W_T	النسيج أو العضو
٠,٢٠	الجهاز التناسلى
٠,١٢	نخاع العظام
٠,١٢	القولون
٠,١٢	الرئة
٠,١٢	المعدة
٠,٠٥	المثانة
٠,٠٥	الثدى
٠,٠٥	الكبد
٠,٠٥	المرى
٠,٠٥	الغدة الدرقية
٠,٠١	الجلد
٠,٠١	سطح العظام
٠,٠٥	بقية الأنسجة أو الأعصاب

عامل النوع Quality factor

عامل تضرب فيه الجرعة الممتصة للحصول على كمية تعبر عن التشعيع الذى يناله الأشخاص الذين يتعرضون للإشعاع المؤين

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 - ٢ م.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 المتوسط 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 (الواد 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، ولتنخيل أن حول كل قضيب وقود قناة من مياه التبريد، حيث يختلف التوزيع الحرارى باختلاف نسبة الثراء أو خصوبة

Counter

عداد

اسم عام يطلق على أجهزة الكشف عن الإشعاع أو مقاييس المسح التي تكشف وتقيسه بدلالة التأيينات الفردية وتظهرها، إما على هيئة الإجمالي المتراكم لها أو معدل حدوثها.

Whole body counter

عداد الجسم الكامل

وسيلة للتعرف ولقياس الإشعاع في جسم الإنسان والحيوان (حمل الجسم) وفيها يستخدم درع سميك يمنع دخول إشعاعات الخلفية، كما تستخدم كاشفات وميض فائقة الحساسية ومعدات إلكترونية.



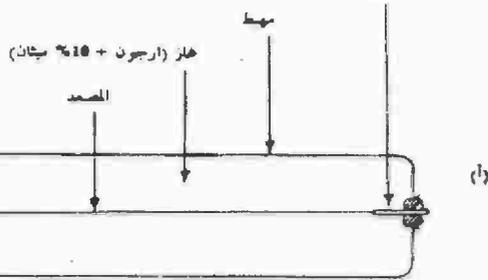
معمل العداد الاشعاعي للجسم

Proportional Counters

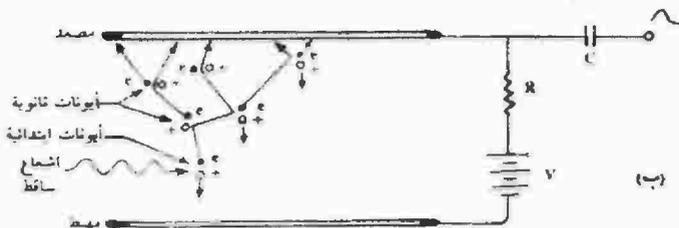
العداد التناسبي

أحد الكواشف الغازية للإشعاع والذي يستخدم في المطيافية وقياس التيارات، في كل الأحوال. وتختلف طبيعة الغاز المستخدم وضغطه والشكل الهندسي للعداد باختلاف الجسيمات المكشوفة به حيث يتوقف عدد الإلكترونات التي تصل إلى الأنود، على عدد

انوية للجسيم



بلا المصدر



(العداد) التناسبي، أ - تركيبه، ب - نظرية عمله

بحيث يكون مقياس هذه الكمية هو نفسه لجميع الإشعاعات المؤينة. (انظر: عامل الإشعاع المرجح).

Abdu Salam

د. عبد السلام (١٩٢٦-١٩٩٦)



د. عبد السلام الباكستاني

(١٩٢٦ - ١٩٩٦)

ولد العالم الباكستاني عبد السلام في قرية جهانج بمقاطعة لاهور بباكستان في عام ١٩٢٦ وقد نشأ في أسرة متواضعة، ولكنه اجتهد في دراسته وظل متفوقا طيلة حياته الدراسية، إلى أن تخرج من جامعة البنجاب عام ١٩٤٤. ثم حصل على درجة الماجستير في عام ١٩٤٦، ثم حصل على درجة الدكتوراه من جامعة كامبردج بإنجلترا عام ١٩٥١، ثم اختير عضوا في معهد

الدراسات العليا في برنستون بالولايات المتحدة الأمريكية وهذا المعهد لا يحظى بعضويته إلا كبار العلماء. كذلك اختير زميلا في كلية سانت جون بكامبردج بإنجلترا، كما عين رئيسا لقسم الرياضيات بالكلية الحكومية في مدينة لاهور. وفي عام ١٩٥٢ عين رئيسا لقسم الرياضيات بجامعة البنجاب. وفي عام ١٩٥٥ وعام ١٩٥٨ اختير سكرتيرا لمؤتمر " الذرة من أجل السلام" بهيئة الأمم المتحدة كما شغل منصب أستاذ للرياضة التطبيقية في الكلية الملكية بجامعة لندن في يناير ١٩٥٧ ومنح خلال هذه السنة أيضا جائزة " هوبكنز" في الرياضيات من جامعة كامبردج تقديرا لما قدمه من بحوث متميزة. وفي عام ١٩٥٨ منحه جامعة البنجاب درجة الدكتوراه في العلوم وفي عام ١٩٥٩ منحه رئيس الجمهورية ارفع وسام بالدولة وعينه مستشارا لرئيس الجمهورية للشؤون العلمية بباكستان. وفي عام ١٩٦٠ منح وسام الجمعية الفيزيائية البريطانية وعين عضوا في لجنة العلوم والتكنولوجيا التابعة للأمم المتحدة. وفي عام ١٩٦٤ منح وسام "هوج" من الجمعية الملكية البريطانية تقديرا لجهوده كرئيس للجنة الفرعية التي أنشأتها الأمم المتحدة لدراسة إمكانيات تقديم العون من الدول الصناعية للبلدان النامية. وفي عام ١٩٦٤ انتخب الدكتور عبد السلام رئيسا للمركز الدولي للفيزياء النظرية في مدينة تريستا بإيطاليا. لقد كان للعالم الباكستاني أبحاث على درجة من الأهمية وهي تختص بمكونات الذرة وقد كان أهم الأبحاث اكتشافه للجسيم "أوميغا السالب". ولقد حصل العالم الباكستاني على جائزة نوبل في الفيزياء عام ١٩٧٩. ولقد قدم العالم الكبير الكثير من الخدمات لعلماء العالم الثالث من خلال المركز الدولي للفيزياء النظرية في مدينة تريستا بإيطاليا منذ عام ١٩٦٤ - ١٩٩٣. توفي العالم الباكستاني في مدينة أكسفورد في ٢١ نوفمبر ١٩٩٦ بعد صراع طويل مع المرض ودفن في مسقط رأسه قرية "جهانج" بمقاطعة لاهور في باكستان.

الباحثون عن اليورانيوم. وبالرغم من أن له معامل تكبير عاليا جدا يصل إلى ١٠ ٨ مما يجعله ملائما لأغراض الكشف عن مستويات التعرض الإشعاعي التي تقل عن ١ مللي رونتجن/ساعة، إلا أن هناك قصورا في قدرة عداد جايجر على الاستدلال على موضع وجود الجسيمات المشحونة وزمن وصولها، فضلا عن إعطاء أية معلومات حول نوع الجسيم المشحون المر بالجهز، حيث يقتصر دوره على إثبات مرور جسيم مشحون خلال الحيز الذي 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 التي تقول بإمكان تعدد جسيم عالي الطاقة، السرعة المحلية للضوء، كما يحدث في كتلة من معدن "اللوسيت". وعندما يحدث ذلك، تضطرب الذرات الواقعة في مسار الجسيم، إلى درجة ابتعاث ضوء يخرج بزواوية تميل على مسار الجسيم. بهيئة تشبه هيئة الموجة القوسية للسفينة (أو هيئة الموجة الصوتية عندما تتعدى سرعة الطائرة سرعة الصوت). وبقياس هذه الزاوية بواسطة أنبوب مضاعفة فوتونية، يمكن تحديد سرعة مرور الجسيم. فإذا مر الجسيم خلال مجال مغناطيسي قبل بلوغ العداد، فإن مساره ينحني 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 أفجاردو وهو: أن الحجم المتساوية من الغازات المختلفة تحوى عددا متساويا من الجزيئات في الظروف المتشابهة للضغط ودرجة الحرارة. كما أن عدد الجزيئات أو الذرات المحتواه في وزن جرام جزى، لأى مادة يسمى عدد أفجاردو ويساوى 6.02×10^{23} . وباستخدام عدد أفجاردو يمكن حساب كتلة الذرة الواحدة أو الجزيء. فعلى سبيل المثال الكربون ١٢ له كتلة ذرية من ١٢ جرام، ويحوى عدد أفجاردو من الذرات. وبالتالى فإن كتلة الذرة الواحدة من الكربون $= \frac{6.02 \times 10^{23}}{12} = 1.67 \times 10^{-24}$ جم. وبهذه الكيفية نفسها فإن ذرة اليورانيوم (وهى ذات كتلة ذرية ٢٣٨) لها كتلة $\frac{6.02 \times 10^{23}}{238} = 2.53 \times 10^{-24}$ جم.

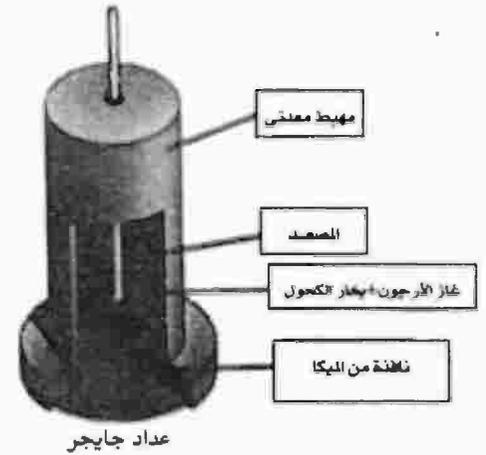
عروة Loop

أنبوبة دائرية مغلقة يمكن أن توضع فيها المواد ومركبات الأجهزة لاختبارها تحت ظروف درجة الحرارة والتشعيع المختلفة وما إليها. وإذا وضع جزء من العروة ومحتوياتها فى المفاعل فيقال لها عروة جوفية.

الإلكترونات التي يقوم الجسيم المشحون بإعتاقها داخل الأنبوية، ويساعد ذلك على التمييز بين الجسيمات، وعندئذ يتناسب حجم النبضة الكهربية الحادثة فى الأنود، تناسباً طردياً مع عدد الإلكترونات المنزوعة. ويستخدم العداد التناسبي 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.

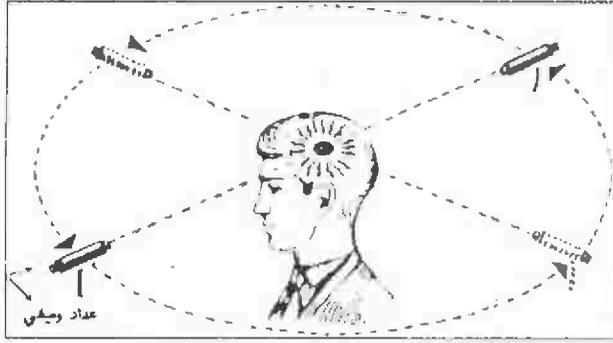
عداد جايجر Geiger Counter

يستخدم عداد " جايجر " للاستدلال على وجود جسيم مشحون وقد اخترعه، كل من "جايجر، وميللر" عام ١٩٢٨. وعلى الرغم من أنه قد استبدل به حالياً 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 أنبوية زجاجية مملوءة بغاز مثل بخار الكحول أو الأرجون بداخلها اسطوانة من الألونسيوم أو النحاس تكون القطب السالب، وخيط مركزى مثبت فى المحور الأوسط للأنبوية وممزول عنها بعناية كقطب موجب، وعندما يمر جسيم مشحون أو أشعة جاما بداخل الأنبوية فإنه يقوم بخلع الإلكترونات من الذرات الموجودة بداخلها (أى يتولد عدد من أزواج الأيونات).



ونظرا للشحنة السالبة التى تحملها الإلكترونات، فإنها تتجه إلى السلك (الأنود)، بينما تتجه الذرات التى نزعنت منها الإلكترونات وأصبحت ذرات من الأرجون موجبة الشحنة إلى الكاثود وبذلك يحدث تخفيض فى شحنة الأنود والكاثود وهو ما يؤدى بدوره إلى حدوث نبضة للتيار الكهربائي داخل الأنبوية 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

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 يكسّر استخدام مصادر الراديوم ٢٢٦ المشع المجهزة فى شكل إبر تفرس 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 الومبغى الذى يعبد على تسجيل أشعة جاما الصادرة من الزرنبيخ-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 والتلبيح وسائر الفنون المتعلقة بهذه التطبيقات.

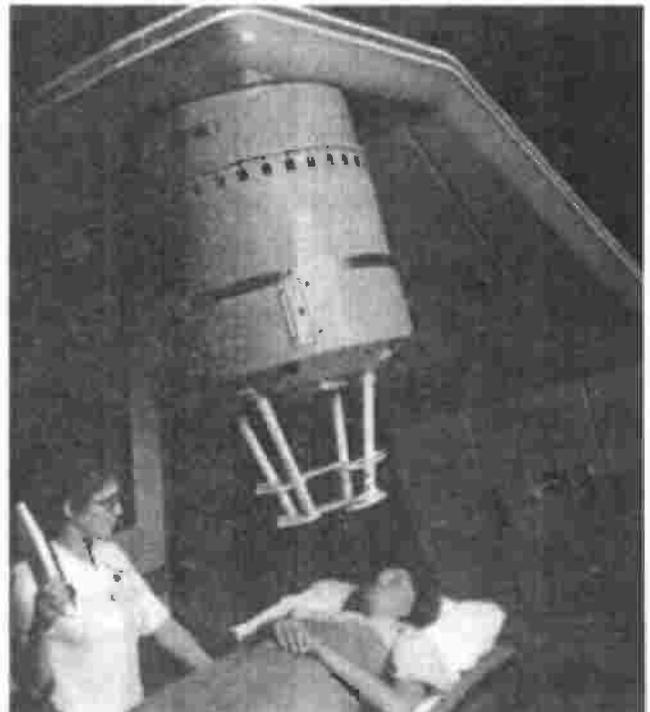
عزل (تصنيف النفايات) Segregation, waste

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 نقل من الحجم النهائى للنفايات.

علاج بالإشعاع Radiation therapy

تستخدم الإشعاعات والنظائر المشعة استخداما واسعا فى علاج بعض الأمراض مثل علاج سرطان 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 ما بين ٦٠ إلى ١٤٠ كيلو إلكترون فولت. وتسلط حزمة الأشعة على الجلد من مسافة تتراوح ما بين ٥٠ إلى ١٥ سم. أما فى حالة علاج الأورام العميقة تحت الجلد فتستخدم أجهزة الأشعة السينية التى يتراوح جهدها ما بين ٢٠٠ إلى ٣٠٠ كيلو الكترون فولت، وتصل الجرعة التى يتعرض لها العضو المراد علاجه إلى حوالى ٦٠ جراى توزع على ٢٠ جرعة



استخدام الكوبالت -٦٠ المشع فى علاج السرطان



على مصطفى مشرفة

أطلق عليه رائد العرب في مجال العلم الطبيعي في العصر الحديث. ولقد ولد العالم المصري على مصطفى مشرفة في ١١ يوليو ١٨٩٨ في حى المظلوم بمدينة دمياط، وتخرج في مدرسة المعلمين العليا عام ١٩١٧، ونال درجة دكتوراه العلوم من توتنجهام عام ١٩٢٣ فكان أول عالم عربي 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 المصري الوحيد بين أساتذة الكلية الأجانب وقد انتخب عام ١٩٣٦ عميدا للكلية وكان أول عميد مصري 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 لترجمة 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 هي لغة التعليم بدلا من الإنجليزية. وجعل التدريس في قسم الرياضة التطبيقية الذي يرأسه، وقسم الرياضة البحتة باللغة العربية، في السنتين الأولى والثانية. كما شجع الطلبة على تأليف الجمعيات العلمية بالكلية، مثل الجمعية الرياضية الطبيعية. وعمل على تشجيع البحث العلمي وتبادل الآراء العلمية بإنشاء الجمعية المصرية للعلوم الرياضية والطبيعية والمجمع المصري للثقافة العلمية. هذا بالإضافة إلى اهتماماته الفنية والموسيقية وجهوده في تعريف القطع الموسيقية العالمية. وللدكتور مشرفة ٢٦ بحثا مبتكرا يختص أغلبها بالشرح النظري 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 والذي تخصص فيها بحثا وتدرسا، وقد سجل أول نتائج بحوثه في ديسمبر ١٩٢٩ ضمن نشرات المجمع الملكي البريطاني للعلوم. وقد بدأ بحوثه بتكوين معادلة تربط بين نشاط الكهرباء وشكله، ثم يمضي البحث فيدرس التغيرات التي تتأثر بها المعادلة، كلما زادت السرعة على التدريج. وعندما وصلت السرعة حدود ٣٠٠ الف كم في الثانية (وهي سرعة الضوء)، تحولت المعادلة الجزئية أو المادية إلى معادلة موجية، ومعنى ذلك أن المادة والإشعاع شيء واحد، ويمكن للمادة أن تتحول

إلى إشعاع ينطلق بكميات لا حصر لها وليست المادة سوى نوع من الإشعاع المتجمد. حاز الدكتور مشرفة نبوغا وشهرة عالية في أبحاثه في الذرة، حتى قال عنه البرت اينشتين ".. لقد كان مشرفة رائعا، وكنت أتابع أبحاثه في الذرة بكل ثقة لأنه كان من أعظم علماء الفيزياء". توفي العالم الكبير في ١٥ يناير ١٩٥٠.

عمر النصف الفيزيقي Half - life (Physical)

هو الزمن الذي 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، في حين أنه للرادون ٨٢ و٣ يوما وللثوريوم-٢١٢ (وهو الاسم الأصلي لنظير البولونيوم ذي العدد الذري ٨٤، وعدد الكتلة ٢١٢) أقصر عمر نصف ويبلغ ٣.١٠^{-٦} ثانية، في حين أن عمر النصف للثوريوم-٢٣٢ الذي عدده الذري يساوي ٩٠ ورقم الكتلة له ٢٣٢، من أطول الأعمار في النظائر المشعة ويبلغ ١٥٣٩ و١٠٠^{١٠} عاما.

عمر النصف البيولوجي Biological half-life

الزمن اللازم لنظام بيولوجي، مثل الإنسان أو الحيوان، للتخلص بالعمليات الطبيعية من نصف مقدار المادة (المشعة مثلا) التي دخلت فيه. (انظر: عمر النصف، عمر النصف الفعال).

عمود حراري Thermal column

قناة تنشأ في بعض مفاعلات البحوث للإمداد بالنيوترونات الحرارية للأغراض التجريبية. وتتكون من كتلة كبيرة من المهديء توضع بجوار القلب أو العاكس فتدخل النيوترونات التي تفلت من المفاعل في العمود الحراري حيث تبطن إلى أن تصل إلى الطاقات الحرارية حيث تبلغ سرعتها نحو ٢٢٠٠ متر في الثانية. (انظر: نيوترونات حرارية بطيئة).

عملية البلوتوريوم PUREX process

تتم إعادة المعالجة للوقود المستهلك، من خلال عملية إذابته في حمض النيتريك، ثم فصل اليورانيوم والبلوتونيوم من نواتج الانشطار عن طريق الاستخلاص بواسطة مذيب عضوي.

انظر: استخلاص المذيب

العناصر Elements

نجح الكيميائيون - بالبحث الدقيق في الأنواع المذهلة للموارد المحيطة بنا، وباستخدام الميزان وأنبوبة الاختبار - في أن يجمعوا هذه الأنواع إلى ٦٤٠٠٠٠ مركبا، تتكون من إلى حوالي ١٠٠ عنصر.

والبيركليوم (٩٧، ١٩٤٩)، كاليفورنيوم (٩٨، ١٩٥٠)، اينشتينوم (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 في اكتشاف هذه العناصر الهامة (انظر مادة: سيبورج، جلين).

العنصر الباحث عن العظام Bone seeking element

العنصر المشع الذي يميل إلى أن يترسب في عظام الجسم مثل عنصرى الراديوم والإسترونشيوم. انظر: باحث عن العظام

عنصر كاشف (مقتضى مشع)

Indicator (Radioactive tracer)

مقدار صغير من نظير مشع يستعمل لمتابعة التفاعلات الكيميائية والبيولوجية. حيث تستخدم هذه الوسيلة فى الاستخدامات الطبية والصناعية. فى الاستخدام الطبى يستخدم المقتضى 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 لانبعث 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 الذى يحمل نفس الخصائص للعنصر داخل العملية الصناعية. وتغضى تقنيات المقتفيات مجالات واسعة من الإستخدام فى الصناعة من أهمها :

- ١- الحصول على معلومات عن النظام المراد دراسته كتحديد سرعة السريان ومعدل التدفق للموانع ومعرفة زمن البقاء للمواد داخل النظام.
- ٢- تحديد كفاءة عملية المزج أو الخلط للمواد وتحديد كفاءة التشغيل للخلط.

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.

ويتكون كل مركب من هذه المركبات من عدد صغير جدا من العناصر، ويتكون عالم الأحياء من عناصر الكربون، والأكسجين، والأيدروجين، والنيروجين، والفسفور، 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 والكربون والزينون، وهى نادرة ما تتحد 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 الجزيء الواحد. فذرات مجموعة الفلزات القلوية أحادية التكافؤ، وذرات الغازات الخاملة ليس لها تكافؤ، لأنها لاتدخل فى أى تفاعل تقريبا. أما الذرات الأخرى فهى إما ثنائية أو ثلاثية التكافؤ، الح.

عنصر ماوراء البلوتونيوم (ترانسبلوتونى)

Transplutonium element

عنصر موقعه أعلى من موقع البلوتونيوم فى الجدول الدورى، أى عدده الذرى يزيد على ٩٤.

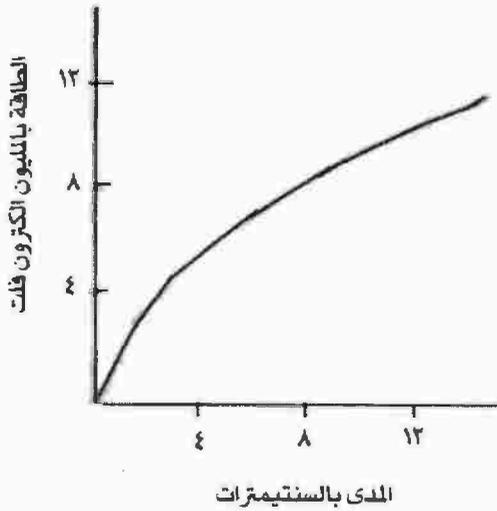
عناصر ما وراء اليورانيوم Transuranium elements

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 ويتحلله عن طريق انبعث 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)،

العلاقة بين المدى والطاقة

Range - energy relation

العلاقة الرياضية التي تربط بين مدى جسيمات من نوع معين وطاقة حركتها الأصلية ويعبر عنها برسم بياني أو بمعادلة. ولقد وجد عمليا أن عملية التأين الواحدة تكلف جسيم الفا، في المتوسط، ٣٠ إلكترون فولت من طاقته. وعلى ذلك فجسيم الفا الذي طاقته ٣ ملايين إلكترون فولت، يحدث ١٠٠٠٠٠٠٠ أيون موجب قبل أن يأسر الكاتيونين، ويستقر كذرة هيليوم عادية ذات طاقة حرارية. ولقد شوهد في البداية، أن جسيمات الفا المنبعثة من مادة مشعة معينة لها مدى محدد في الوسط المادي، وأنه من الممكن تحديد نهايات مساراتها تحديدا واضحا. وتسمح لنا هذه الحقيقة بقياس طاقة جسيمات الفا بدلالة مداها في وسط معين، وليكن الهواء مثلا.



العلاقة بين طاقة جسيمات الفا ومداهما في الهواء

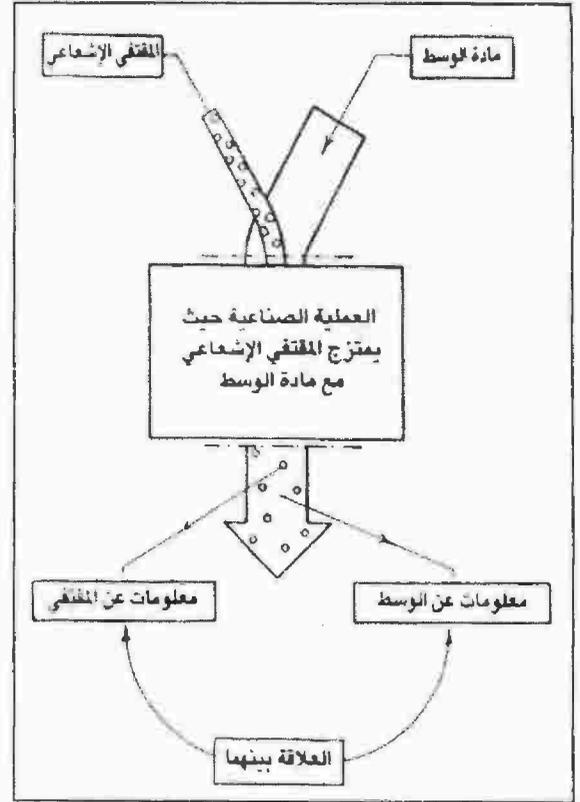
Atomic bomb titer

عيار القنبلة الذرية

يقاس عيار القنبلة الذرية بكميات مادة ثانت نترات التولوين (T.N.T) التي إذا فجرت دفعة واحدة أعطت الطاقة نفسها التي تنتج من انفجار القنبلة الذرية، أي 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 أعبيرة القنابل الذرية كالآتي:

- أعبيرة صغيرة تصل قوتها إلى ١٠ كيلو طن.
 - أعبيرة متوسطة تصل قوتها حتى ١٠٠ كيلوطن.
 - أعبيرة كبيرة تصل قوتها حتى ١٠٠٠ كيلو طن (١ ميجا طن).
 - أعبيرة كبيرة جدا تصل قوتها إلى أكثر من ١٠٠٠ كيلو طن.
- (قارن: النتاج) (انظر: مكافئ الديناميت).

(انظر: ذرات موسومة، نظرية التبادل النظائري، نظرية التخفيف النظائري).

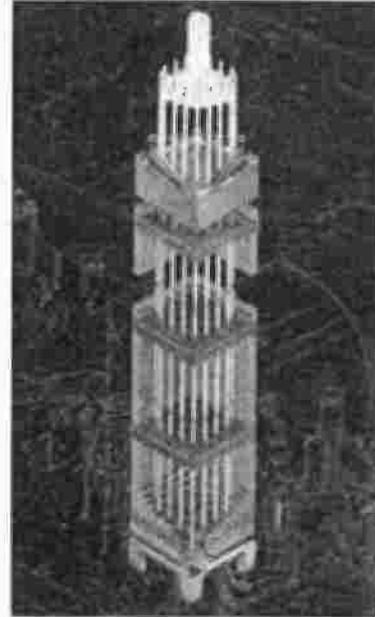


● شكل طريقة عمل المقتفيات في الصناعة.

Fuel element

عنصر (مجموعة) الوقود

أحد مجموعات قضبان الوقود التي يتكون منها قلب المفاعل.



حزمة الوقود النووي لمعاملات الماء المضغوط

حيث تجمع قضبان الوقود، على هيئة مجموعة من القضبان أو الألواح أو الأنابيب (أو أى شكل أو صورة ميكانيكية أخرى يشكل بها الوقود لاستخدامه في المفاعل) برباط معا عن طريق فواصل شبكية ووحدات تركيبية أخرى، لكي تحفظ مصنونة مع انتقال الحرارة أثناء التشغيل والتشعيع داخل المفاعل، وكذلك أثناء

استبدال الوقود بعد استنفاده في المفاعل. (انظر مادة: تجميعه)

Exosphere

الغلاف الجوى الخارجى

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.

Troposphere

الغلاف الجوى الأسفل

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 Taxنتها بين ٩ إلى ١٨ كيلومتر.

Stratosphere (استراتوسفير)

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 الطبقي حيث يكاد لا يوجد بخار الماء أو الغبار. كما تتميز هذه الطبقة باحتوائها على غاز الأوزون (O₃) الذى يزيد من أهمية هذه الطبقة، فتعمل على ترشيح وتنقية ضوء الشمس، بالسماح بمرور الأشعة المرئية المفيدة للحياة واحتجازها للأشعة فوق البنفسجية الضارة.

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.

Biosphere

الغلاف الحيوى

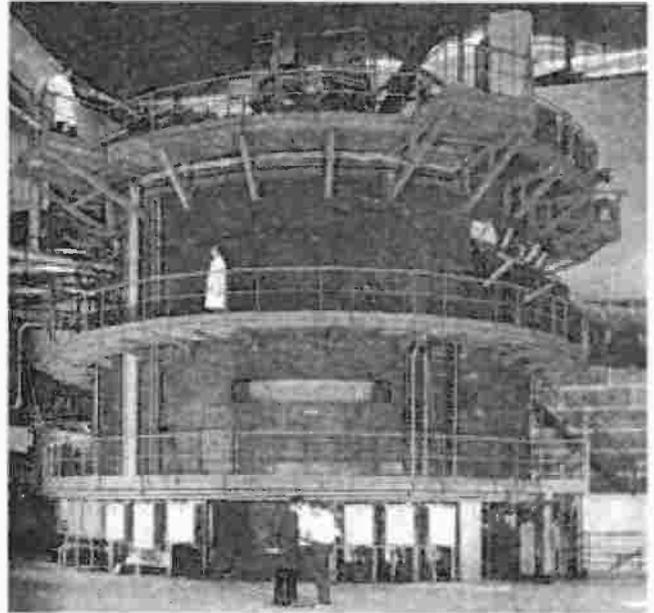
الغلاف أو المحيط اصطلاح بيئى يقصد به تلك الكائنات الحية، التى تقطن سطح الأرض والطبقة السفلى من الغلاف الجوى، كما يشمل الأحياء التى توجد فى المسطحات المائية على سطح الأرض ملحة كانت أو عذبة، ويعتبر هذا الغلاف المسرح الحقيقى الذى تتم خلاله جميع العمليات الحيوية التى تتألف منها النظم البيئية جميعا، فهو الوسط 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.

Photosphere

الغلاف الضوئى (فوتوسفير)

الجو الغازى المرئى الذى يحيط بالشمس أو أى نجم آخر. وتبلغ شخانة الغلاف الضوئى للشمس بضع مئات من الكيلو مترات وتبلغ

فإذا انخفض الضغط فجأة، حدث غليان للسائل. وقد وجد أن أولى فقائيع 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 الفقائيع وتحتوى الحجرات الحديثة للفقائيع 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 الفقائيع، وما يحدث حين يصطدم أحد الليونات 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 الفقائيع الأوروبية الموجودة فى جنيف

Atmosphere

غلاف الأرض الجوى

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، إلا أن كثافته تنخفض فى الطبقات العليا إلى درجة الانعدام.

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 والتي ينبعث منها نفاثات 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 (النوى) Fuel clad

نظرا لأن اليورانيوم سريع التأكسد بمجرد تعرضه للجو أو للمبرد الذى يحوله لأكسيد نتيجة لتلامسهما ويحمله مع نواتج الانشطار مما يتربط عليه زيادة الإشعاعات بدائرة التبريد الأولى وزيادة خطورتها على العاملين بالإضافة إلى تدمير قضبان وشرايح 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 أكسيد 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 التي تعمل بالطاقة النووية لأول مرة فى الغواصات عام ١٩٥٤ م، بتسيير الغواصة الأمريكية "نوتيلوس" ثم تلتها بعد ذلك بوقت قصير ست غواصات أخرى، وصلت سرعة إحداها إلى ٣٧ كم / ساعة ومنها من عملت بمفاعلين. ويذكر أن الغواصة "نوتيلوس" 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 المروحي الرئيسية، وتوربينات أخرى مساعدة، تقوم بتوليد القدرة المحركة اللازمة للمعدات المساعدة. ويمكن توصيل توربينة الدفع المروحي 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 التي تقوم بتشغيل البيرسكوبات، والتي 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 ألف 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 الأوربيون على الصفرايم (زيرو) نقلا عن العربية. ولقد لعب الصفر دورا هاما فى تقدم علم الحساب، كما أن الحساب العشرى الذى تألفه لعب دوره فى تقدم كل العلوم. فترقيمتنا العشرى يسمح لنا باستخدام عدد مثل ٠.١٥٦، حيث يعنى فى الحقيقة:

$$1000/6 + 100/5 + 10/1 + 0$$

توفى جمشيد عام ١٤٢٤م، 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 لرصد 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 ٣٠١٤١٥٩٢٦٥٣٥٨٩٨٧٣٥٢، وهذا رقم يؤثر 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 في علم الحساب واستخدام الكسور العشرية وفائدة الصفر، ويضم الكتاب مقدمة وخمس مقالات: الأولى: في حساب الصحيح، والثانية: في

حساب الكسور، والثالثة: في حساب المنجمين، والرابعة: في المساحة، والخامسة: في استخراج المجهولات. ورسالة في استخراج جيب الدرجة الأولى.

(ف)

الاختلافات. ويتم الفصل على النحو التالي: يوضع سلك من البلاتين مسخن كهربيا في وسط أنبوبة طويلة تسمى عمود كلويسيس- ديكل ويبرد العمود من الخارج، ويتسبب تدرج درجات الحرارة في تركيز الغازات الخفيفة في المنطقة الساخنة حيث تصعد إلى أعلى، بينما تتركز الغازات الثقيلة في المنطقة الباردة في الجزء الأسفل من العمود، وبذلك تتجمع النظائر ذات العدد الكتلي العالي في أسفل، 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 ينبغي تحويل النظائر المراد فصلها إلى مركبات غازية مثل تحويل اليورانيوم إلى سادس فلوريد اليورانيوم. وأخيرا يعتبر مطياف الكتلة وسيلة ممتازة للفصل غير أنه يستخدم في حالة الكميات الصغيرة من المواد. ويمكن استخدام الطرق السابقة في 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 المتصم اللازم لإحداث أثر معين والإشعاع القياسي (المرجعي) اللازم لإحداث الأثر نفسه.

Metal

فلز

عنصر يكون له سطح لامع مصقول، ويوصل الحرارة والكهرباء، وتفقد ذراته إلكترونات في معظم التفاعلات الكيميائية. ويتفاعل مع أحماض معينة ليكون أملاحا. (قد يصهر فلز ويخلط بصهر فلز آخر ثم يبرد الخليط فيكون سبيكة).

Fluorescence

الفلورية

ظاهرة فحواها أنه إذا استضاءت بعض الأجسام (مثل كبريتات الزنك) بضوء ذي لون معين أو ذي طول موجي معين أشرق منها ضوء ذو لون آخر يكون طوله الموجي في الغالب أطول. ويقف إشراق الضوء

فاعلية Activity

لفظ يطلق بصفة عامة على شدة الإشعاع المنبعث من مادة ما، كما يعبر عن كمية النشاط الإشعاعي لمادة مشعة أو شدة منبع مشع بمعدل تفكك هذه المادة. فإذا كان لدينا مادة تتفكك بمعدل تفكك واحد في الثانية فهذا يعني أن نشاطها الإشعاعي هو 1 Bq بيكرل والوحدة القديمة هي كوري Ci، والعلاقة بينهما 1 كوري = 37 جيجا بيكرل

$$Ci = 37 GBq \quad \text{أو} \quad 1 \text{ نانو كوري} = 37 \text{ بيكرل}$$

$$37 Bq = 1 nCi$$

فاعلية نوعية Specific activity

عدد النوى التي تنحل من وحدة الكتل من المادة في وحدة الزمن.

فانتوم (في الفيزيكا الإشعاعية) Phantom

جسم مصنوع من مادة تشبه الأنسجة الحية للإنسان من حيث تفاعلها مع الإشعاع يستخدم ليحاكي جزءا معينا من الجسم لأغراض دراسة مقدار الجرعات الإشعاعية التي يتعرض لها مختلف أجهزة الإنسان الشكلي على هيئة فانتوم مماثل لتلك الأجهزة. حيث توضع فيه غرف تآين أو أية كاشفات إشعاعية أخرى وذلك لدراسة مقدار الجرعات الإشعاعية الداخلة إلى الأجسام الحية.

Overpressure

فرط الضغط

الضغط العابر الذي تسببه موجة صدمة ناتجة من انفجار نووي علاوة على الضغط العادي.

Isotope separation

فصل النظائر

تحتاج المفاعلات النووية إلى وقود غني. أي تزيد فيه نسبة نظير اليورانيوم 235 : اليورانيوم 238 على نسبة 7:100. فتصل مثلا إلى 5 : 95 أو 10 : 90. ولهذا الغرض يلجأ إلى ما يطلق عليه (تأثير النظائر) أي الاختلافات في الخواص الفيزيائية والكيميائية بين نظائر العنصر الواحد، وهي اختلافات صغيرة نظرا لأنها تعتمد على فروق صغيرة في الكتلة إذا قدرت بنسبة مئوية. وتعتمد أهم طرق فصل النظائر أساسا على ظاهرة الانتشار التي تتوقف على تلك

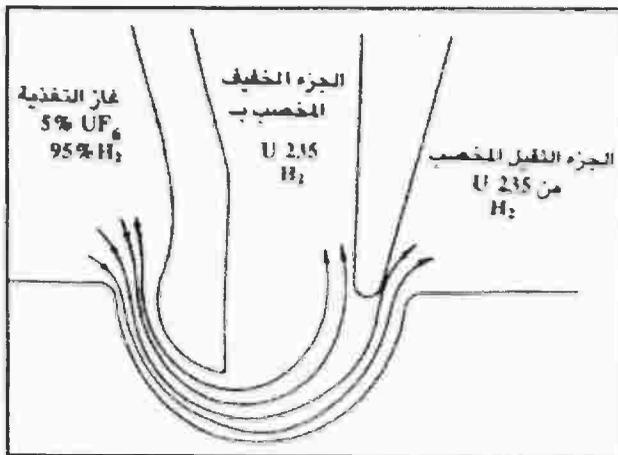
طويلة أثناء مرور التيار. ومن هذه الوسائل اثنتان نخصهما بالذكر لما لهما من الأهمية وهما: عمود (أو خلية) فولط، الذى يحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية، والمولد الكهربى الذى يحول الطاقة الديناميكية إلى طاقة كهربية.

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 فولاد 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)

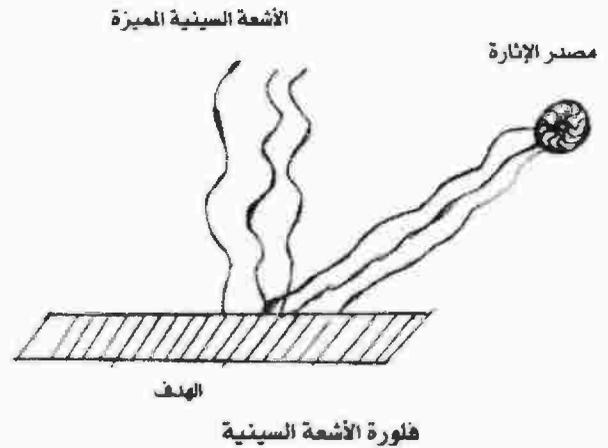
إحدى الطرق المستخدمة فى تخصيب اليورانيوم. وتعتمد هذه الطريقة على مبدأ الحركة الهوائية (Aerodynamic). وهى من أكثر الطرق القائمة على هذا المبدأ تطورا، وقد تم تطويرها فى ألمانيا الغربية، وتتم هذه الطريقة عن طريق تغذية جهاز الفصل المستخدم بخليط من سادس فلوريد اليورانيوم الغازى بنسبة ٥٪ مع غازات خفيفة أخرى 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

ف عند مرور التغذية على انبعاث أسطوانى تعرضها شفرة حادة، وطبقا لمبدأ الحركة الهوائية سوف تميل الجزيئات الأثقل للتحرك قرب جدار الاسطوانة فى حين تميل الجزيئات الأخف للتحرك قرب محور الأسطوانة. وهكذا تكون نسبة تركيز سادس فلوريد

عن هذه الأجسام مع انقطاع الضوء الواقع عليها. وحيث إن كل لون من ألوان الضوء يعبر عن طاقة معينة للفوتونات، فإنه يمكن وصف الفلورية 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.



Photon الفوتون

أظهر العلماء أن الإشعاعات الكهرومغناطيسية تنبثق وتسير فى الوسط على هيئة وحدات كمية من الطاقة وليس على هيئة تيار مستمر. وإذا اقترب البوزيترون من الإلكترون اتحد معه ونج عن ذلك الفوتون، كذلك اذا دخل الفوتون فى أحد المجالات الشديدة القوية من نواة الذرة تحول إلى بوزيترون وإلكترون.

Phosphorescence الفوسفورية

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.

Potential difference (Volt) فرق الجهد (فولت)

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

اليورانيوم ٢٣٨ قرب جدار الاسطوانة أعلى من نسبة تركيزه بالقرب من المحور، في حين ينعكس الأمر بالنسبة لسادس فلوريد اليورانيوم ٢٣٥ الأخف. وهكذا تقوم الشفرة الحادة بفصل الغاز إلى جزئين هما الجزء القريب من الجدار الأسطوانى وفيه تقل نسبة سادس فلوريد اليورانيوم ٢٣٥، والبعيد من الجدار وفيه تزيد نسبة سادس فلوريد اليورانيوم ٢٣٥.

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 النيوتريينو - إلكترون، وجسيم الميون 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 أوميغا وجسيم بساى وغيرها.

فيرمى، إنريكو (١٩٠١-١٩٥٤) Fermi, Enrico

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 عام ١٩٣٤ 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

التي 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.



فيرمى انريكو

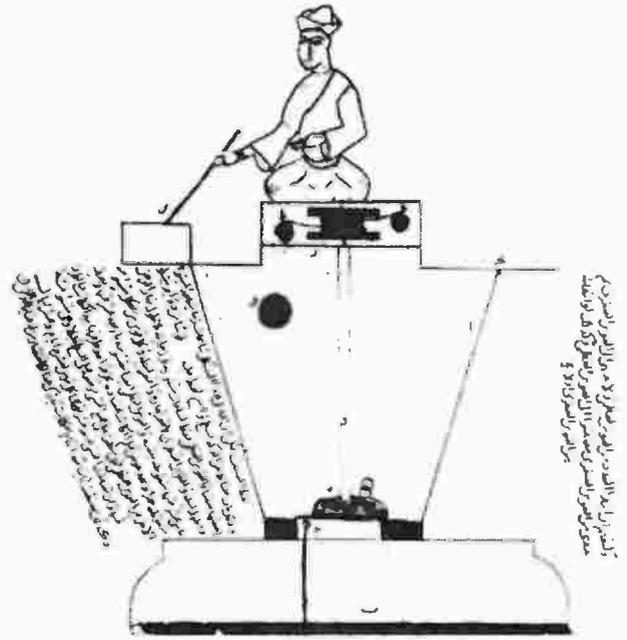
(١٩٥٤ - ١٩٠١)

ولقد سأل العالم الإيطالى " انريكو فرمى " نفسه يوما: ماذا يحدث إذا قذفنا عنصر اليورانيوم بالنيوترونات ؟ . إن اليورانيوم أكبر عدد ذرى معروف حينئذ وهو ٩٢، فإذا استطعنا إنتاج نظير مشع لليورانيوم يبيت 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. وتؤكد 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 = ٣٦ + ٥٦). 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 ٢ ديسمبر ١٩٤٢ كان إتمام 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 نهري دجلة والفرات التى 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

باراه علامة وصغير من وقت نشأ الماشي يحس من الزمان ساعة منسوبه باله ارتفاع او طرحه
وعند كالم ساعة صغر ما راء زوايا الفلز وكذلك حتى يخرج من الجوزة المزرعة الى باع الماء المحرم
الجد المسما مرض الكائن وسقينة أرض الكاشفة بين انما عمل العوامة والرجل هذه البنية
بمن الماء المظهور الذي يخرج و سامة دقيقة وبد استت الفلحة . فها وضعت فتم وعلا أول
حطموه فربما وكف على لول فتم سامة مستوحاة من الناس نابة والفسر انك باله وضعت لك
كف على كمال فتم منى الى رصبة من سامة وضعت من طرحتها بخر او بوضع على الماء الكاف
ملو وطول الكاب على اول علامة فطاهه العلامة وعلا ارتفاع الما ان الجوزة الى اول علامة من
باراه زوايا الفلز علامة كذلك انما لاجزا الفلز من كمال نظير : علامة لهر - درجة وهي كانه
مستوية وكذا لك نظير ان الساعات فكل من كل من مؤمن كالتنظير المطول



اهتم العرب، إلى حد كبير بالبحث العلمي، خاصة في مجال الرياضيات والفيزياء، وتوضح هذه القصاصة، المأخوذة من مخطوط عربي قديم، تصويراً مبسطاً عن التحكم في القدرة المائية، واستخدامها في تشغيل البكرات والمحاور

كثيراً مما وقع فيه السابقون من أخطاء، وابتكروا وتوصلوا إلى ما لم يتوصل إليه غيرهم من نتائج، كما جعلوا من "الفيزياء" علماً متكاملًا يستند على ركائز وأسس علمية تجريبية وليس على فروض نظرية أو معطيات غير واقعية.

ولقد طبق علماء المسلمين نظرية الأوانسي المستطرفة تطبيقاً عملياً وفسروا في ضوءها اندفاع الماء من العيون الطبيعية، واستخدموها في النافورات الصناعية، وفي 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 في الجاذبية، فعالجوا العلاقة بين ثقل الجسم المجذب والمسافة التي يقطعها والزمن الذي يستغرقه الجسم في عملية الجذب، مما مهد لظهور قانون نيوتن فيما بعد. وبحثوا في الضغط الجوي. وقالوا إن وزن الجسم في الهواء يختلف عن وزنه الحقيقي في الفراغ لأن الهواء يحدث ضغطاً مثل ضغط الماء. كما استخدم المسلمون موازين غاية في التطور والدقة وألفوا

بحوثاً في أنواع الموازين وعملها. ويرتبط بذلك بحثهم في الروافع وأنواعها وآلاتها وعملها ومنافعها، واستخدامها في رفع أثقال ضخمة بجهد ضئيل. أما في 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 التي وضعوها في 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 في هذا العلم عدد كبير مثل الخازن البصري (توفي ١٠٣٨م) والبيروني (ت: ١٠٤٨م) وابن سينا (ت: ١٠٣٦م) والحسن بن الهيثم المصري (ت: ١٠٣٨م) وقد تفوق ابن الهيثم في البصريات والضوء.

وفي القرن السابع عشر تسلم العلماء الأوربيون شعلة العلم من العرب والمسلمين، حيث جاء جاليليو، بأجهزته العلمية (التليسكوب والمجهر والترموتمن) كما تبعه كل من "نيوتن" و"هيجنز" و"بويل"، حيث يعتبر نيوتن أول من أرسى قواعد علم الفيزيكا الحديث، إذ اكتشف معاملاً ثابتاً يجب أن تتضمنه أية معادلة تختص بالجاذبية، وهو ما يعرف "بثابت الجاذبية" ويعد أحد ٣ ثوابت أساسية لفهم خواص المادة. وقد شهد القرن الثامن عشر إجراء أولى التجارب في مجال الكهرباء الإستاتيكية، على يد "فرانكلين" و"كولوم". كما شهد القرن التاسع عشر اكتشاف الكهرباء وتم دراسة التيار الكهربائي على يد كل من "فولتا" وأورستد وأمبير وأوم" وعلاقته بالمغناطيسية. كما توصل "ماكسويل" إلى المعادلة التي حددت العلاقة بين ظواهر الكهرباء والمغناطيسية والضوء، حيث أوضحت أهمية وجود ثابت سرعة الضوء. ثم كان "سادي كارنو" أول من أثبت وجود علاقة بين الحرارة والشغل المبدول، حيث تعد هذه العلاقة بمثابة حجر الزاوية في علم الديناميكا الحرارية. كما قام "جول" بدراساته المثمرة عن المكافئ الميكانيكي للحرارة. ثم جاء "ماكس بلانك" في القرن العشرين وقال بأن الضوء ينتقل على هيئة حزمات منفصلة، تسمى بالكميات الضوئية؛ وهو سلوك يشبه سلوك المواد التي تتألف من ذرات منفصلة. وتعتبر الطبيعة الكمية للإشعاع بمثابة العامل المحدد. واستأنف "آينشتاين" السير على نفس الدرب، فقد برهن على قدرة هذا الفرض على تفسير شتى الظواهر، مثل التأثير الكهروضوئي. واتسعت جهود العلماء خاصة "رذرفورد" حتى شملت مجال الفيزيكا الذرية وأمكن تفسير سبب وجود الإلكترونات في مستويات للطاقة بعينها وأن الذي يتحكم في هذه الظاهرة، معامل يسمى "ثابت بلانك". وتواصلت بعد ذلك جهود العلماء في الفيزياء الذرية والوصول إلى اكتشاف تلك القوة العلاقة وهي القوى النووية. وما زال الحاضر والمستقبل القريب يحمل آفاقاً وفتوحات جديدة في مجال الفيزياء، لم تعرف حتى الآن. (انظر مادة : ابن الهيثم).

Flux (neutron)

فيض (نيوتروني)

مقياس لشدة الإشعاع النيوتروني، وهو عدد النيوترونات المارة خلال السنتيمتر المربع من هدف معين في الثانية. ويعبر عنه بالضروب (ن ع) حيث (ن) عدد النيوترونات في سم²، ع سرعتها بوحدة السنتيمتر في الثانية.

(انظر: فيض نيوتروني متكامل)

Integrated neutron flux متكامل فيض نيوتروني

الفيض النيوتروني مضروباً في الزمن. ويعبر عنه عادة بالضروب (ن ع ن) حيث (ن) عدد النيوترونات في سم²، (ع) سرعة النيوترونات بوحدة سم في الثانية، (ن) الزمن بالثواني.

(انظر: فيض)

اتفاقية فيينا

(الخاصة بالمسئولية المدنية عن اضرار الطاقة الذرية)

Vienna Convention on civil liability for nuclear damage

هي إحدى الاتفاقيات الدولية الخاصة بتنظيم المسئولية عن الأضرار النووية. حيث تم التوقيع على اتفاقية فيينا الخاصة بالمسئولية المدنية في فيينا في ٢١ مايو ١٩٦٣. ولقد ركزت هذه الاتفاقية - كسابقتها من الاتفاقيات - المسئولية عن الأضرار النووية في شخص واحد وهو القائم بتشغيل المنشأة النووية إذا كانت ناشئة عن أضرار ناتجة من الحوادث النووية المتعلقة بهذه المنشأة. وتطبيقاً لمبدأ تركيز المسئولية، يعفى الأشخاص الآخرون المشتركين في صناعة أو امتلاك أو الإمداد بالمواد النووية من المسئولية. وقد حددت الاتفاقية أيضاً حق الرجوع على مشغل المنشأة نفسه، كما يسقط الحق في الرجوع على المشغل في حالتين، عندما ينص على ذلك صراحة في تعاقده أو اتفاق، وعندما تقع الحادثة النووية نتيجة فعل أو الامتناع عن فعل بقصد متعمد لإحداث ضرر، ويتحمل فاعل هذا الفعل أو الممتنع عنه تبعاً للمسئولية في هذه الحالة. كما حددت الاتفاقية فترة المسئولية عن الأضرار النووية بعشر سنوات، وقد تعدد أكثر من ذلك.

Particle Physics

فيزياء الجسيمات

فيزياء الجسيمات، علم يهتم بدراسة سلوك المكونات الأساسية للمادة. وهي امتداد للبحث في مجال استكشاف ميكانيكية الذرة والنواة الموجودة في قلبها. ويهتم البحث الحالي بفحص طبيعة الجسيمات الفردية التي تكون الذرة والجسيمات المشابهة الأخرى التي اكتشفت حديثاً في التجارب داخل معجلات الجسيم. ويبلغ عدد الجسيمات المختلفة التي تم تحديدها حوالي المائتين. وتشمل الجسيمات المضادة المتماثلة في الكتلة والمتضادة في العديد من صفاتها مع الجسيمات المكافئة لها. كمثال: النيجاترون ذو الشحنة السالبة، ومضاده أو البوزيترون الذي يحمل شحنة موجبة.

Statistical physics

فيزياء إحصائية

يطلق اسم الفيزياء الإحصائية على فرع الفيزياء النظرية الذي يدرس الخواص الماكروسكوبية (خواص المقادير الكبيرة) للمجموعات الترموديناميكية على أساس المعلومات المكتسبة من النظرية الحركية للغازات وباستخدام طرق الإحصاء الرياضي. وتتلخص مهمة الفيزياء الإحصائية في بحث خواص وصفات هذه المجموعات على أساس معلومات معينة عن بنائها الذري. حيث نعتبر أن لدينا خواص وقوانين حركة لكل ذرة أو جزيء أو جسيم أولي وهو ما تدرسه ميكانيكا الكم.

Health physics

فيزياء صحية

العلم الذي يعنى بالاعتراف بالأخطار الصحية الناشئة عن الإشعاع المؤين، وتقييمها والتحكم فيها. كما أن الفيزياء الصحية هي المسئولة عن مظاهر السلامة في التصاميم للعمليات والمعدات وتسهيل الاستفادة من المصادر المشعة وذلك بتقليل التعرض الإشعاعي للأشخاص بحيث يكون في كل الأوقات دون الحدود المقبولة وبما ينسجم مع مبدأ "الأرأ".

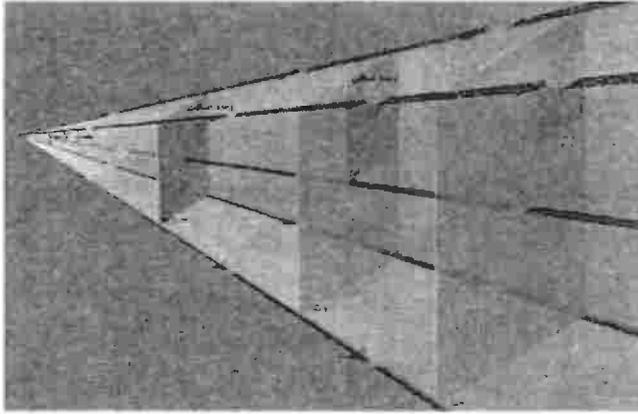
Nuclear physics

فيزياء نووية

دراسة نوى الذرات، والجسيمات دون الذرية والتفاعلات النووية، والطاقة الناتجة عن هذه التفاعلات.

(ق)

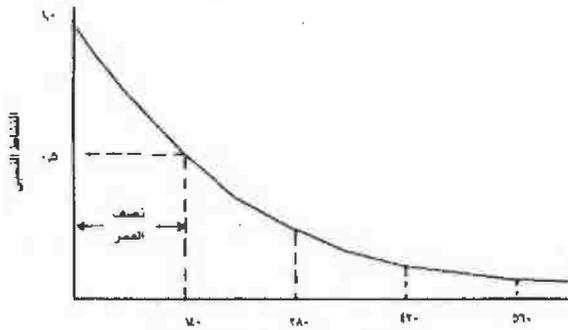
الإشعاع من مصدر مشع في جميع الاتجاهات، فإن النسبة بين كمية الإشعاع على بعد متر إلى الكمية على أى بعد، كالنسبة بين المتر المربع إلى مربع المسافة عند أى بعد. فإذا كان المصدر فى الوضع الأول على بعد متر، تكون كمية الإشعاع على بعد مترين هى الربع، وعلى بعد ٣ متر هى التسع وعلى بعد خمسة أمتار هى ١٠٠/٤ من الكمية 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 ثلث الشدة على بعد متر واحد.

قانون التفكك الإشعاعى 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 $t = 0$ صفر، λ ثابت التفكك الإشعاعى. ويبين القانون أن عدد ذرات أى مادة مشعة يتناقص لوغاريتميا مع الزمن، هذا بشرط عدم إضافة ذرات جديدة.

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 معزى 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 الأزواج 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 (ن). ويمكن التعبير عن هذا القانون بالصورة الرياضية على الوجه التالى:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

قانون التربيع العكسى

Inverse Square 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

قانون فيك

Fick's law

تطلق ظاهرة الانتشار على العملية التي 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:

$$dM = -D \frac{d\rho}{dx} ds dt$$

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 والتي 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 أو أسفل سطح الأرض، يحوى مصفوفة من كهوف التخزين، كل منها يستطيع احتجاز واحد أو أكثر من حزم الوقود المستهلك أو عبوات النفايات. ويمثل البناء الخرسانى حاجزاً إشعاعياً لها. ويتم إزالة الحرارة أساسياً بواسطة الحركة الطبيعية أو القسرية 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 النبتة. ومعدل الشغل المبذول الذى هو نفسه معدل تحول الطاقة (مثل الكهرباء) إلى قدرة ميكانيكية فى محرك كهبرى) وتقاس فى أكثر الأحيان، باستخدام الديناموميتر. ولمعرفة الفرق بين كل من القوة، والشغل، والقدرة: لنعبر - كمثال - محركاً 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 عالمياً للقدرة، هى الجول، الذى يعرف بأنه نيوتن واحد. متر.

والتعريف الأساسى للقدرة هو:

$$\text{القدرة} = \frac{\text{الشغل المبذول}}{\text{الزمن المستغرق}} .$$

$$\text{الشغل المبذول} = \text{القوة المبذولة} / \text{المسافة مقطوعة} .$$

$$\text{القوة} = \text{القدرة المبذولة} \cdot \text{سرعة التحرك} .$$

ويعبر عن القدرة الكهربائية عموماً بالوات، الذى يساوى جول واحد/الثانية. أما القدرة الحصانية فهى تعادل ٧٥٠ قدم. باوند أو ٧٥٠ وات تقريباً.

Stopping power

قدرة الإيقاف

قدرة إيقاف مادة ما هى المقدار الذى يتعين به تأثيرها فى إتصاص 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. وعموماً تتوقف قدرة الإيقاف على كل من الجسيمات الساقطة، نوعها، ونوع المادة المتفاعلة معها.

Atomic stopping power

قدرة الإيقاف الذرى

الطاقة التى يفقدها الجسيم الواحد عند نفوذ الجسيمات فى وحدة المساحات عمودياً عليها. ويساوى قدرة الإيقاف الخطى (وهى نقص الطاقة فى وحدة المسافات من المادة) مقسومة على عدد الذرات فى وحدة الحجم.

Specific power

قدرة نوعية

القدرة التى تتولد فى المفاعل من كتلة من الوقود النووى قدرها الوحدة.

Bombardment

قصف

إطلاق سيل من جسيمات عالية الطاقة أو فوتونات نحو هدف ما.

Control rods

قضبان التحكم

قضبان من مادة شديدة الامتصاص للنيوترونات مثل البورون والكاديوم وهى مغلقة، إذا أدخلت فى المفاعل خفضت من معدل التفاعل فيه.

قضيب ضابط

Shim rod

قضيب تحكم فى المفاعل يستخدم فى 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 فى قياس المقاطع العرضية النووية.

قلب المفاعل

Reactor core

المنطقة الوسطى (المركزية) فى المفاعل التى 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 على التزويد (البذرة) يحيط به حجم أكبر كثيرا من اليورانيوم الطبيعى أو الثوريوم (الغطاء). ونتيجة للانشطارات التى تحدث فى 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 مانع التبريد الذى ينقل الحرارة المتولدة فى قضبان الوقود بسبب الانشطار إلى خارج منطقة المفاعل أى إلى المبادل الحرارى.

قنبلة ب 61-11

B 61-11 bomb

قنبلة مصممة لضرب الخابئ والمنشآت والكهوف الموجودة تحت الأرض لما لها من قدرة اختراق تصل إلى 6 أمتار. وهى قنبلة انشطارية تحوى مادة البلوتونيوم - 239 وطولها يصل إلى 305 متر وتتراوح قدرتها التدميرية بين 0.1 - 5 كيلو طن وينتج عن استخدام هذا النوع من القنابل مخاطر إشعاعية تهدد البيئة، حيث إن قنبلة تدميرية 1 كيلو طن يجب أن يتم تدميرها فى أعماق تصل إلى 175 قدم حتى لا تلوث البيئة وذلك طبقا للاتفاقية الدولية الخاصة بحظر التجارب النووية السطحية PTBT الواقعة عام 1963.

ومن المعروف أن الانشطار الكامل لجرام واحد لمادة تفجير نووى سواء كانت بولوتونيوم أو يورانيوم يؤدي إلى انبعاث طاقة تكافئ،

17 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 حوالي 0.3 كورى من السيزيوم-137 و 0.1 كورى من الإسترونشيوم-90 وهذه من نواتج الانشطار طويلة العمر الأكثر شيوعا وهى ملوثات إشعاعية.

القنبلة الذرية

Atomic bomb

ترجع القوة الهائلة للقنبلة الذرية، إلى قوى الربط التى تربط مكونات كل ذرة بعضها ببعض داخل المادة، وهذه القوى ليست قوى مغناطيسية، ولكنها مماثلة لها. وتتماسك كل ذرة من ذرات المواد الموجودة داخليا بواسطة هذه القوى. وتنتقل 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 - 235، 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 فى خلال جزء من المليون من الثانية. وينبغى وجود وزن معين ومحدد من اليورانيوم-235 لإتمام التفاعل المتسلسل، يعرف بالكتلة الحرجة، وتعتمد الكتلة الفعلية على مدى نقاء المادة. فالكتلة الحرجة بالنسبة لليورانيوم-235 النقى، مقدارها قد يصل إلى حوالى 35 رطلا (15 كيلو جرام)، ونظرا إلى أنه لا يوجد يورانيوم-235 نقى تماما، فإن الكمية المطلوبة تكون أكبر من ذلك، ويستخدم البلوتونيوم 239 أيضا بديلا لليورانيوم، لأنه لا يوجد الطبيعية، فإنه عادة ما يصنع من اليورانيوم-238 فى 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 التى أُلقيت فوق "هيروشيما" من "طراز المدفع"، لأنها تحتوى بالفعل على مدفع. حيث يوجد عند إحدى نهايتى الماسورة (هدف) عبارة عن قطعة من اليورانيوم-235 أقل قليلا من الكتلة الحرجة، وهى شكل كرة منزوع منها جزء على هيئة إسفين مخروطى الشكل. وتصل هذه الفتحة فى الكرة حتى مركزها، وتواجه النهاية الأخرى للماسورة. وتوجد عند النهاية الأخرى للماسورة، قطعة أصغر من اليورانيوم-235 على شكل مخروط متجه برأيه جهة الفتحة الموجودة بالهدف. وهذه القطعة لها نفس الشكل تماما، مثل القطعة المفرغة من الكرة. وتكون كتلة

القنبلة الانشطارية- الاندماجية - الانشطارية Fission- Fusion - Fission Bomb (F.F.F)

عندما يتم تصنيع العاكس من مادة اليورانيوم لكي تمنع عملية التشتيت في المراحل الأولى من الانشطار فإن هذا العاكس سوف يؤدي غرضاً آخر وهو إحداث عملية انشطارية جديدة بواسطة النيوترونات المنبعثة من داخل القنبلة مما يؤدي إلى زيادة كبيرة للقوة الناشئة عن عمليات الانشطار وبالتالي زيادة هائلة في القوة التدميرية. وحيث إن العاكس المصنوع من اليورانيوم يحتوي أساساً على اليورانيوم 238 فإن عملية الانشطار لا تحدث إلا بالنيوترونات السريعة وهذا بالفعل ما يتوفر لدى النيوترونات المنبعثة من الاندماج النووي. وتنبعث الطاقة في هذه القنابل على ثلاث مراحل: (الأولى) من خلال المادة الانشطارية المنشطة الموجودة بالداخل، (الثانية) من خلال الاندماج، (الثالثة) من خلال الانشطار في العاكس المصنوع من اليورانيوم وتكون كمية المواد المشعة الناتجة من المرحلة الثالثة كبيرة جداً تفوق الناتجة من المرحلة الأولى نظراً لانبعث عدد كبير من النيوترونات من خلال المرحلة الثانية. كما يمكن الحصول على قوة تدميرية أكبر من نفس الكتلة إذا ما أمكن استغلال المرحلة الثالثة بكفاءة. وتعرف هذه القنبلة بالقنبلة القذرة.

Cobalt bomb قنبلة الكوبلت

- 1- قنبلة ذرية أو هيدروجينية مغلقة بالكوبلت 59 لزيادة خطرها الإشعاعي.
- 2- حصن سميك من الرصاص به كمية من الكوبلت 60 المشع ومزود بناذة تسمح بخروج الأشعة الجامية ليتسنى استخدامها في الأغراض العلمية والتطبيقية.

Salting Bomb القنابل الملحة

يتم فيها خلط المادة الاندماجية ببعض العناصر التي يمكن تحويلها بدرجة عالية إلى مواد مشعة بواسطة النيوترونات السريعة المنبعثة من عمليات الاندماج النووي وهذا مما يؤدي إلى زيادة التلوث الإشعاعي الناتج دون الحاجة إلى زيادة العصف الهوائي 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 60 من هذه المواد وهذا يؤدي إلى إنتاج أسلحة راديولوجية. ويعد هذا النوع من القنابل من أخطر القنابل الذرية المعروفة حتى الآن.

Clean bomb قنبلة نظيفة

قنبلة نووية تنتج تساقطاً ذرياً قليلاً نسبياً، وهي قنبلة الاندماج. (انظر القنبلة النيوترونية).

الكتلتين معاً، أكبر قليلاً 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 معاً بقوة. ويتبع ذلك حدوث الانفجار لحظياً.

أما قنابل البلوتونيوم فهي أكثر تطوراً، إذ إن البلوتونيوم أكثر قابلية الانشطار من اليورانيوم-235، كما أن كتلته الحرجة أقل، فهي تبلغ 30.2 رطلاً (16 كيلوجراماً) بالنسبة للبلوتونيوم-239 النقي. ويمكن تقليل هذه الكتلة أكثر من ذلك إلى 11 رطلاً (5 كيلوجرامات)، وذلك بعمل كرة من البلوتونيوم لها نفس هذا الوزن، ثم إحاطتها بيورانيوم-238 غير قابل للانشطار. ويعمل اليورانيوم على عكس النيوترونات للخلف جهة الكرة، وبذلك يقل الفقد للخارج إلى أقل درجة. ويمكن تفجير البلوتونيوم بسهولة باستخدام قنبلة من "طراز المدفع" ولكن ينبغي تجميعها بسرعة أكبر من المستخدمة لليورانيوم، وإلا فإنه من المحتمل ألا تنفجر.

ويستخدم في عملية تجميع البلوتونيوم أسلوب فني باسم الانفجار إلى الداخل "الانفجار الضمني". وتستخدم لذلك عدد من قطع البلوتونيوم، كل على شكل أسفين (وتد) وتشكل هذه القطع في مجموعها، شكلاً على هيئة كرة. ويتم ترتيب جميع هذه القطع، بحيث تقع كل منها على مسافات متساوية حول مصدر النيوترونات. وتوضع خلف كل قطعة عبوة متساوية الوزن من مادة متفجرة، ثم يتم تفجير جميع هذه العبوات في وقت واحد. ونتيجة لذلك، تنطلق جميع قطع البلوتونيوم نحو مركز الكرة، وتندمج معاً في وقت واحد. ولقد طبق هذا الأسلوب في القنبلة الذرية الأمريكية التي أسقطت فوق "نجازاكي". ويصرف النظر عن الآلية المسئولة عن بدء عملية التفاعل المتسلسل، فإنه ينبغي أن يكون هناك جهاز لتفجير المادة المتفجرة عند توقيت معين.

Boster Bomb قنبلة البوستر

نوع معدل من القنابل الانشطارية حيث تكون المادة الانشطارية فيها (البلوتونيوم أو اليورانيوم) على هيئة كرة مجوفة تحتوي بمركزها على كمية من المادة الاندماجية وفي هذه الحالة فإن الحرارة والضغط الناتج عن الانشطار تؤدي إلى حدوث تفاعل اندماجي محدود تؤدي النيوترونات المنبعثة منه إلى حدوث عمليات انشطارية أكثر وبناء عليه تزداد الطاقة الانشطارية الناتجة وقد اكتشفت هذه الطريقة وتم استخدامها قبل استخدام القنابل الهيدروجينية.

Dirty bomb قنبلة قذرة

قنبلة انشطار أو أي سلاح ينشر مقادير نسبياً من النشاط الإشعاعي عند انفجاره، وذلك تمييزاً له عن سلاح الاندماج. حيث تزداد كمية النشاط الإشعاعي المنبعث منها آلاف المرات عن نظيرتها من القنابل الانشطارية. (انظر القنبلة الانشطارية الاندماجية الانشطارية)

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 الديوتريوم والتريتيوم مع الليثيوم، وتشكل النيوترونات ٨٠ ٪ من هذه الطاقة، بينما الـ ٢٠ ٪ الباقية عبارة عن حرارة مهلكة وانفجار. وهذه القنبلة تتميز بقلة فاعلية الانفجار بينما تزداد الأشعة النيوترونية وهي 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 وهي أقوى مرات كثيرة من القنبلة الذرية. والاندماج النووى عملية تتحد فيها أنوية الذرات الصغيرة لتكوين ذرة أكبر وتطلق طاقة هائلة. ولا يحدث الاندماج النووي تلقائيا، فمن الطبيعى أن تميل النواتان للبتافر 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، وبالتالي على التفاعل، إلى أن تستفيد كل المادة المندمجة أو إلى أن يتمدد مخلوط التفاعل إلى الحد الذى تهبط عنده درجة الحرارة إلى اقل من الدرجة الحرجة. وتم هذه العملية برمتها بسرعة تجعلها تكاد تكون تقريبا لحظية. ويفضل استخدام نظيرى الهيدروجين : الديوتريوم والتريتيوم فى القنابل الهيدروجينية، عن الهيدروجين المعتاد.

وتتكون القنابل الهيدروجينية الحديثة، أساسا من زئاد من قنبلة ذرية، يحاط ببطانة من ديوتريد الليثيوم (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 للزئاد 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 فإن 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 الناتج للقنبلة الذرية، يمكنه أن يستمر فقط إذا كان هناك ما يزيد على كتلة يعينها 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 الاندماجي ما ظلت المادة المندمجة متوافرة، حتى لو كانت كميتها ضئيلة، بغرض 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. وهي مسئولة عن سقوط التفاحة التى أسقرت عن قانون الجاذبية لنيوتن (سقوط التفاحة بسبب الجذب الثقافى للأرض)، وهي تحكم حركات الأرض والكواكب فى مدارها حول الشمس، بسبب الجذب الثقافى 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؛ ويقبل 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 الدهش حقا أن عالما موسوعيا مسلما وهو الراغب الأصفهاني ذكر فى كتابه الفريد "معجم مفردات ألفاظ القرآن" - وقبل نيوتن وشروحه عن الجاذبية - فى تفسير قوله تعالى:

﴿ فَأَمَّا مَنْ ثَقُلَتْ مَوَازِينُهُ ﴿٦﴾ فَهُوَ فِي عِيشَةٍ رَاضِيَةٍ ﴿٧﴾
وَأَمَّا مَنْ خَفَّتْ مَوَازِينُهُ ﴿٨﴾ فَأَمَّهُ هَٰوِيَةٌ ﴿٩﴾
وَمَا أَدْرَاكَ مَا هِيَ ﴿١٥﴾ نَارٌ حَامِيَةٌ ﴿١٦﴾

سورة الفارعة الآيات (٦-١١). حيث قال الراغب الأصفهاني:

يستعمل الثقيل في الأجسام المرجحة إلى أسفل كالحجر والدر،
والخفيف يقال في الأجسام المائلة إلى الصعود كالنار والدخان).

القوة الدافعة الكهربائية

Electromotive force (e.m.f)

أى مصدر كهربي مثل بطارية أو مولد له قوة دافعة كهربية إذا بذل شغلا على الشحنة التي تتحرك خلاله. وعلى ذلك فإن الشحنة تكتسب طاقة كهربية عندما تتحرك من الجانب الأقل إلى الأعلى جهدا. والقوة الدافعة الكهربية تقاس بفرق الجهد بين طرفي البطارية أو المولد عندما لا تنتج تيارا (دائرة مفتوحة). وحدات القوة الدافعة الكهربية هي نفس وحدات فرق الجهد، إذ إن كلا منهما يقاس بمقدار الشغل الذي تبذله على وحدة الشحنات. ووحدة القوة الدافعة هي الفولت .

قوة المغناطيسية الكهربية Electro-magnetic force

تؤثر قوة المغناطيسية الكهربية بين كل الجسيمات التي تحمل شحنة كهربية. وهي تلاحظ عمليا في كل ظاهرة للكهربة والمغنطة، وفي موجات الضوء والراديو. كما تحكم حركات الإلكترونات السالبة حول النواة الموجبة للذرة، ومن ثم فهي مصدر كل السلوك الذرى. وتحقق التجاذب بين الجسيمات متضادة الشحنة، وتقارب بينها، والتنافر بين الجسيمات متشابهة الشحنة، وتباعدها بينها. والتأثير يتناسب مع حاصل ضرب الشحنتين الموجودتين، ويمتد خارجا من الشحنة إلى اللانهاية، ويتناسب عكسيا مع مربع المسافة بينهما، بطريقة مشابهة لقوة الجذب الثقائلى. والطريقة التي تعمل بها قوة المغناطيسية الكهربية، وصفت في نظرية تعرف بالديناميكية الكهربية "للكم" التي تنص على أن كل جسيم محاط بسحابة من الفوتونات، وهي مجموعة من الطاقة بدون كتلة، مثل تلك الموجودة في 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 يمر رسالة إلى جسيم آخر. والسحابة الفوتونية تكون كثيفة بالقرب من الجسيم، وترق حينما تتحرك بعيدا عنه إلى اللانهاية. 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

هي ثالث القوى الأربع المعتمدة في الكون، حيث تعمل هذه القوة على ربط مكونات نوى الذرة. كما تعمل لمسافة جزء من تريليون ١٠ وأمامها ١٢ صفر ألف بليون جزء من السنتمتر. أى تقريبا قطر

البروتون الواحد. وهذه القوة تعمل على ربط الجسيمات الأساسية من مكونات نوى الذرة، وتعد أكبر قوة في الطبيعة، وهي أقوى ١٠٠ مرة من القوة الكهرومغناطيسية وترتيبها بالمقدار عال جدا، حيث إن هذا المقدار يتضمن الأخذ في الاعتبار القوة المروعة للالتحام النووى الحرارى - أى التحام نوى الذرات معا مع إطلاق طاقة عالية جدا كما في القنابل الهيدروجينية. إذا إن هذه القوة تتحكم في طاقة الالتحام النووى الذى يحدث في 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 مضية 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» التي وضعها ماكس بلانك ١٩٠١. (انظر: النموذج القياس، كوارك).

القوة النووية الضعيفة Weak nuclear inforces

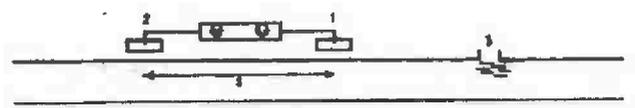
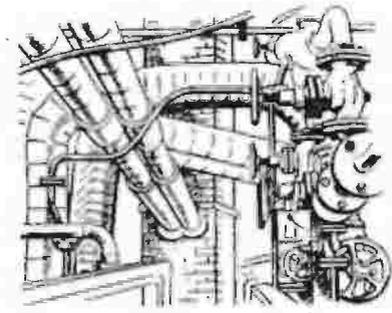
هي أكثر القوى الأربع غموضا، وقد اكتشفت بالصدفة في أوائل الخمسينات بناء على النظرية الكمية، التي تفسر جميع القوى عدا الجاذبية، وتشير إلى أن هذه القوى على صلة ما، وذلك بالجسيمات الدقيقة الافتراضية الحاملة لهذه القوى. وهذه الجسيمات الافتراضية Virtual particles ظهرت فعلا خلال التجارب ولكن لأجزاء من الملايين من الثانية، بما لا يكفي لدراستها. والقوة الضعيفة أقل ١٠٠ ألف مرة من القوة النووية الشديدة. وهي 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 في النجوم والمجرات النشطة، وذلك بانقسام الذرات وإطلاق الطاقة الكامنة بالإشعاع الراديوى. ويمكن ملاحظة تأثيرها في النشاط الإشعاعى، وفي القنابل النووية الانشطارية. ولذلك فإن مجال عملها وتأثيرها على الجسيمات من عائلة هادرون Hadrons داخل نوى الذرة والتي تضم البروتون الموجب والنيوترون السالب وأقربهما. وكذلك جميع الجسيمات من عائلة لبيتون Lepton والتي تضم الإلكترون السالب والميون Muon السالب، والتايون السالب Tauon، والنيوترينو العديم Neutrino عديم الشحنة والكتلة. وهذه القوة تحملها جسيمات حاملة القوة تم اكتشافها بالفعل عام ١٩٨٣ وهي بوزون، منها ثلاثة أنواع أحدها عديم الشحنة Z-boson والآخر له شحنة سالبة W-boson، والثالث له شحنة موجبة W⁺-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 في الأنابيب وكذلك معدل تغير طور المادة السائلة إلى غاز. ويعتمد مبدأ القياس على إضافة كمية محدودة من عنصر الأثر إلى المادة المتدفقة وقياس النشاط الإشعاعي في نقطة محددة من مسار التدفق وبالتالي حساب سرعة ومعدل التدفق، حيث السرعة=المسافة/الزمن، والزمن = زمن انتقال المادة بين النقطتين. ويمكن الاستفادة من قيم النشاط الإشعاعي المقاس بواسطة الكاشف في الحصول على إشارات كهربائية لتغذية لوحة قيادة وتحكم بمجموعة صمامات ومضخات تعمل على تصحيح معدل التدفق آلياً. ويمكن قياس سرعة السائل ومعدل تدفقه باستخدام معجل نيوترونات يقوم بقذف حزم النيوترونات على فترات عبر الأنبوب المحمل بالسائل حيث تتحول كمية صغيرة جداً 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 طردياً 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 في مكان مناسب في الوحدة الإنتاجية ثم تتابع إشعاعات هذه المادة المرقومة وتسجل بأجهزة قياس وتسجيل.

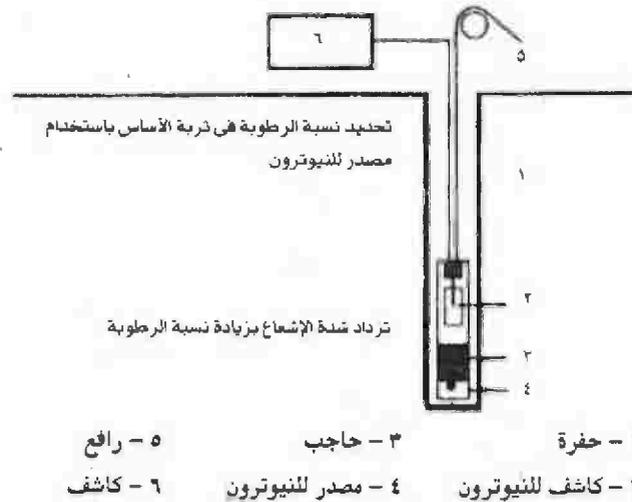
قياس الرطوبة

Moisture measurement

تستخدم طريقة تحليل (تشتت) النيوترون لقياس نسبة الرطوبة بدقة عالية في مواد البناء (الرمال والأسمنت) والسيراميك والتربة والمواد الأولية المستخدمة في الصناعات المعدنية (الخام والفحم ..الخ). ويستخدم في ذلك جهاز مقياس الرطوبة النيوتروني (Neutron moisture meter).

وتعتمد نظرية استخدام هذا الجهاز على أن الهيدروجين - وهو أحد مكونات الماء- له خاصية تثبيط حركة انتشار النيوترونات (إبطاء سرعتها) في النظام المختبر، ويتناسب هذا التثبيط طردياً مع كمية الهيدروجين المتوفر في النظام- أى درجة رطوبة النظام- وبالتالي فإن كمية النيوترونات المرتدة إلى الجهاز تشير إلى نسبة الرطوبة موضحة على جهاز القياس الكاشف Detector (عداد مملوء بمادة ثالث فلوريد اليورون) . وفى هذه الحالة تستخدم كمصادر للنيوترون - مخاليط من المواد المشعة لجسيمات الفا (مثل اليورانيوم والبلوتونيوم والأمريسيوم) مع مسحوق البريليوم.

وتستخدم هذه الطريقة في عدة صناعات لتحسين طرقها الفنية. وتقوم قياسات الرطوبة بدور هام في 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.



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 جداً من النويدات من نفس النوع، يتبع قانون الانحلال النووى من حيث القيمة المتوسطة. ويتراوح ما يتم قياسه فعلياً من قيم حول هذه المتوسطات، وتكون التراوحات أكبر ما يكون في حالة المصادر ضعيفة الشدة؛ مما يتطلب اعتناء خاصاً.

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 هي :

$$\bar{n} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N n_i$$

ويعرف $n_1 - n_2$ أى الفرق بأنه التراوح الأحادى. ومن تعريف القيمة المتوسطة فإن :

$$0 = \sum_i (\bar{n} - n_i)$$

(انظر مادة : الانحراف العيارى)

(ك)

ويمكن قياس خرج الكاشف سواء بنمط التيار current mode ، أو بنمط نبضات التوتّر . tension pulses mode. ففي القياس بواسطة حجلات التأين يستخدم عادة القياس بنمط التيار، أما فى الأنواع الأخرى فيستخدم نمط نبضات التوتّر حيث تقاس كل نبضة على حدة وتؤخذ معلومات عن كل جسيم جرى كشفه لوحده.

(انظر مادة: التأين).

Neutron detectors كاشفات النيوترونات

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، والبلوتونيوم ٢٣٩ للكشف عن النيوترونات.

Californium-252 كاليفورنيوم - ٢٥٢

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 تنتشر نواة الكاليفورنيوم إلى نواتج انشطار وتنتقل نيوترونات واشعة جاما. كما أنه يتميز بأن كل جرام من الكاليفورنيوم ينبعث منه ٢ مليون مليون نيوترون فى الثانية. أى أن كل ميكروجرام منه ينبعث منه ٢ مليون نيوترون فى الثانية. ويستخدم هذا النظير المشع كمصدر للنيوترونات وكمصدر لأشعة الفا وكمصدر لنواتج الانشطار فى المختبرات والمعامل ومراكز البحوث. كما تستخدم ابر

حيث n_1 قيمة العد النووى فى التجربة i ، وإذا ما تكرر إجراء تجربة العد لعدد لانتهائى من المرات.. فإن ما نحصل عليه من قيمة متوسطة يعرف بالمتوسط الحقيقى، ويرمز له بالرمز n_1 . وتعتبر \bar{n} هى التقدير الأفضل ل n_1 فى ظروف محدودية تكرار تجربة العد.

Cadmium الكادميوم

عنصر لونه أبيض فضى، رخو ومتين وصامد للتآكل، ثقله النوعى ٨,٦ جم/سم^٣، ونقطة غليانه ٣٢١ م^٠. ويستخدم كعنصر إشابة لمعادن صناعة المحامل (الكراسى)، كما يدخل فى صلب الهياكل المستخدمة فى حالات الخدمة الشاقة، ويستخدم كذلك فى محطات القوى النووية حيث يصنع منه قضبان الأمان كصاصات للنيوترونات. (انظر مادة: قضبان التحكم، ومادة : سم إشعاعى)

Nuclear detectors كاشف نووى

هى الأداة الوحيدة التى يمكن بواسطتها الإحساس بالإشعاع النووى وأخذ قياسات كمية وكيفية له. وبدون ذلك لا يمكن 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 كاشفات 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 الكاشفات 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 (تحميظه وتثبيت الصورة عليه) يمكن مشاهدة أية ظواهر تسترعى الاهتمام. كما يمكن قياس موضع المسارات، قبل إرسال المعلومات إلى حاسبة إلكترونية لعمل الحسابات اللازمة الخاصة بسلوك الجسيمات.

Vapour suppression

كبت البخار

نظام أمان يمكن أن يضمن في تصميم الإنشاءات التي توضع فيها المفاعلات المائية. وفي هذا النظام يزود الحيز المحيط بالمفاعل بفتحات تصريف تصب في أحواض مياه مكشوفة للهواء الخارجي. فإذا حدث واندلعت أبخرة ساخنة من المفاعل بسبب وقوع حادث فإن طاقتها (ضغطها) تنبند في أحواض المياه. ويؤدي مرور الغازات التي لا تتكثف في الماء إلى تنظيفها وتخليصها من الجسيمات المشعة. وثمة نظام آخر يستخدم فيه حوض كابيت في وعاء ضغط منفصل، يتصل بمدخنة للتصريف. ويطلق على النظام أيضا اسم كبت الضغط.

Compaction (بالانضغاط للنفايات) الكبس

١ - عبارة عن انقاص الحجم الكلي للمادة، وعندئذ تزداد الكثافة (الكتلة على وحدة الحجم)، بتطبيق ضغط خارجي. وغالبا هذه طريقة اقتصادية للمساعدة في تأمين تعبئة وتخزين النفايات الصلبة.

٢ - وكبس مواد التربة التي تغطي السطح القريب لمنشأة الدفن يستخدم في تقليل نفاذيتها.

Gamma ray capsule

كبسولة أشعة جاما

أنبوبة مقلدة تحوى مادة مشعة ينبعث منها أشعة جاما.

Mass

كتلة

كمية المادة في جسم ما، وغالبا تستعمل مرادفا للوزن الذي يعنى بالضغط القوة التي يبذلها جسم تحت تأثير الجاذبية الأرضية.

Rest mass

كتلة السكون

كتلة الجسم في حالة السكون، وذلك لأن كتلة الجسيمات ليست ثابتة بل تتوقف على سرعتها وتزداد تبعاً لزيادة السرعة حسب قانون أينشتاين.

Radiation density

كثافة الإشعاع

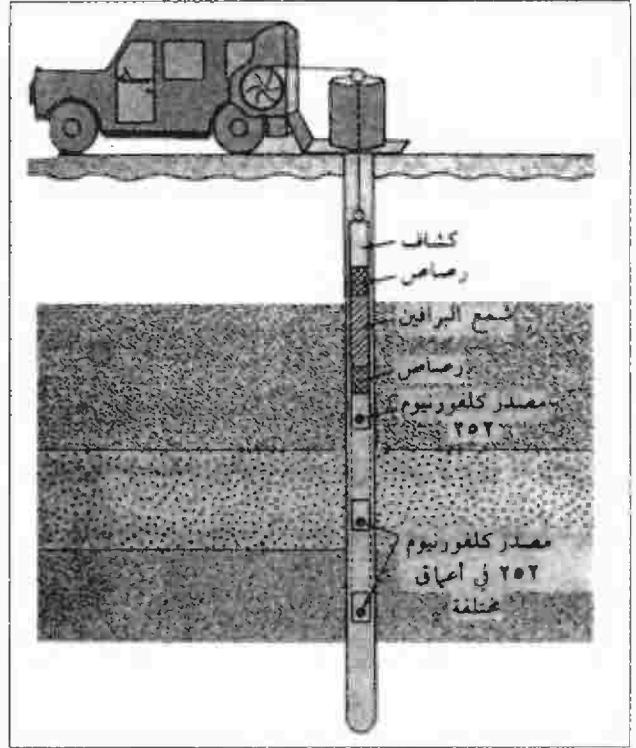
عدد الفوتونات أو الجسيمات النووية التي تمر في الثانية خلال وحدة المساحات عمودية على مسار الأشعة.

كثافات بوز - آينشتاين

Bose-Einstein condensate (BEC)

عند إجراء عملية ما تبرد الغاز، وعلى فرض أن ذرات الغاز المتحركة تشبه كرات زجاجية صغيرة، فإن ما يحدث في البداية أن الكرات تفقد شيئا من سرعتها وتصبح أقل تباعدا بعضها عن بعض. لأن كثافة الغاز تزداد أثناء تبرده، كما أن حجم أبطأ الكرات يكبر آلاف المرات كما لا يعود سطحها واضحا بعد أن كان

الكاليفورنيوم-٢٥٢ في علاج الأورام السرطانية، حيث توضع الإبر بعمليات جراحية في الأماكن المصابة بجسم المريض. إلا أن عيوب هذا النظير هو صغر نصف عمره، حيث يبلغ ٢,٦٥ سنة فقط.

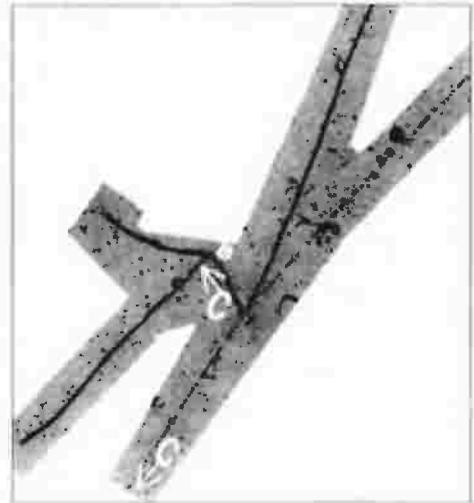


استخدام النظير المشع كاليفورنيوم ٢٥٢ في الكشف عن البقروال والثروات المعدنية

Kaon

كاون

جسيم أولي (اختصار ميزون - ك) وهو ميزون ثقيل تبلغ كتلته نحو ٩٧٠ ضعفا لكتلة الالكتران.



أول ملاحظة (تمت في ١٩٤٨) لانحلال «ك - ميزون» (الكاون) إلى ثلاثة بيون: «باي - ميزون» - (البيون). والمسار (٩) يحدث بالتحرك البطيء للباي ميزون السالب الشحنة الذي تمتلكه النواة ونواتج التفتت. والمسارات (b)، (c) يحدثان بالتحرك السريع للباي ميزونات.

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 هي 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، فلا يمكن أن يكون لفرميونين اثنين حالات كمومية متماثلة فى الموقع نفسه. إن الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات هي 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) هي بوزونات. أما الجسيمات المركبة مثل الذرات فهي إما بوزونات أو فرميونات، فالذرة المؤلفة من عدد زوجى من البروتونات والنيوترونات والإلكترونات هي 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 الموجية تتوسع عند درجات الحرارة المنخفضة جدا، وحين تتراكم الدوال الموجية للبوزونات تتراكم جميع البوزونات فى حالة كمومية واحدة.

يسلط سلوك كثافات بوز - آينشتاين الضوء على الأساسيات لمجموعة حقول فيزيائية فرعية مختلفة. وتشمل هذه الميكانيك الكمومي (ميكانيكا الكم) والميوعة الفائقة والموصلية الفائقة وخواص الذرات وتأثيراتها وفيزياء الليزر والبصريات اللاخطية.

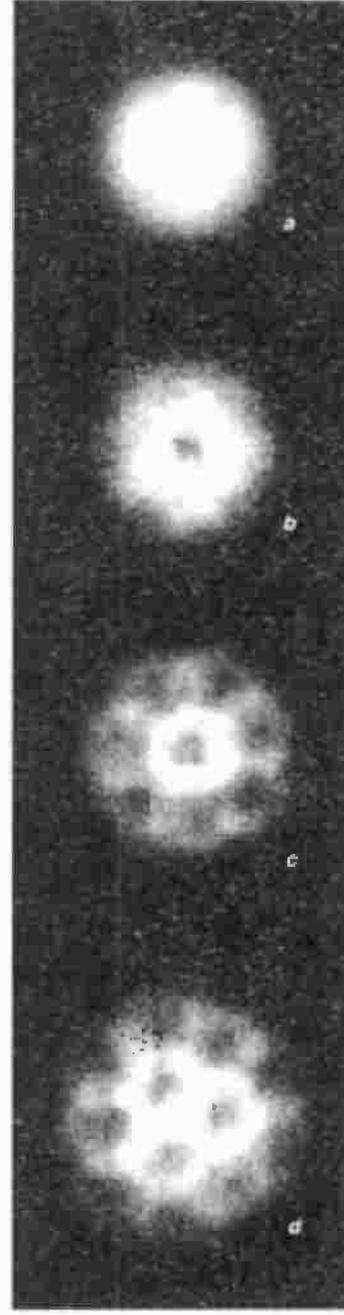
ولقد تم إنتاج كثافات بوز - آينشتاين الغازية للمرة الأولى فى المختبر عام ١٩٩٥، حيث يحدث التجريبيون هذه الكثافات فى مصائد الذرات - وهى تركيبات من حزم ليزرية وحقول مغناطيسية تحتجز سحابة ممددة dilute جدا من الذرات وتبردها داخل حجرة خوائية. ويصف أحد العلماء البارزين فى الفيزياء الذرية، إحداث هذه الكثافات بأنه " أكثر التطورات إثارة فى مجال الفيزياء الذرية منذ اختراع الليزر". (انظر: المبردات الكمومية)

Current density كثافة التيار

كمية متجهة مركبتها فى الاتجاه العمودى على سطح ما، تساوى صافى عدد الجسيمات التى تعبر وحدة المساحات من هذا السطح فى وحدة الزمن.

Power density كثافة القدرة

معدل الحرارة المتولدة لكل وحدة حجوم من قلب المفاعل.



شبكات دوامات تم تصويرها فى كثافة من ذرات الروبيديوم التى تم تحريكها لاندور 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 المتممة يكون الدوران الأكثر سرعة وتكون كثافة الغاز الأقل قيمة.

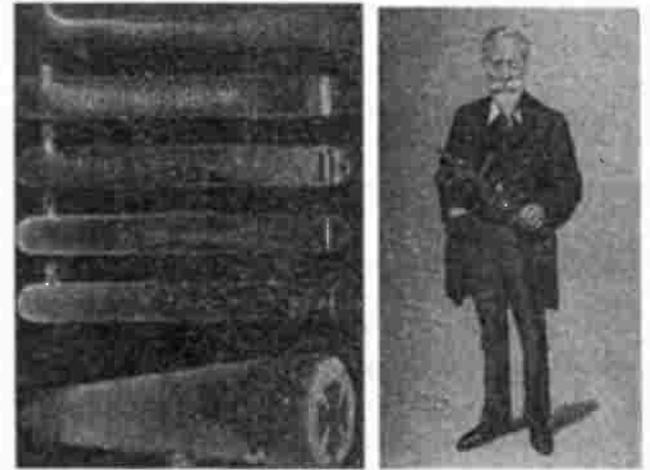
صقيلا كالمرآة. وتمر هذه الذرات الشبيهة بالأخيلة إحداها من خلال الأخرى أحيانا من دون أن تنحرف، فى حين ترتد فى أحيان أخرى كما لو أن شيئا قاسيا فى داخلها يتصادم. وبالقرب من مركز المنطقة تتراكم اثنتان من أبطأ تلك الذرات وأثرها غيامة، فتبدو كأنهما تندمجان معا لتشكلا كرية كبيرة، ويمتص هذا الشكل الإهليلجى ذرات أخرى واحدة فواحدة أو اثنتين معا أوحتى اثنتى عشرة معا، وفى مفاجأة مروعة لا يتبقى سوى كتلة ضخمة لاتتحرك. إن هذا الجسم الغامض ما هو إلا كينونة 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. وتفسير ذلك، نجده فى لب ميكانيكا الكم أو الكمومي.

نظير الكربون ذى الكتلة ١٤ هو نيوكلويد كوني، أى إنه نظير يتشكل عن طريق تفاعل الأشعة الكونية مع العناصر الأرضية. وتحرض البروتونات ذات الطاقة الكبيرة التي 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 التي 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 (التراوسفير الأسفل). وذرات الكربون-١٤ المتكونة سرعان ما تتأكسد فيما بعد لتشكل جزيئات ثنائى أكسيد الكربون CO₂ التي تتبعثر بعد ذلك فى الغلاف الجوى. تكون ذرات الكربون-١٤ مشعة ذات عمر نصف قدره ٥٧٣٠ سنة، تعود بعد تفككها إلى حالة ذرات نيتروجين 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 النظرية C¹⁴/C¹² هى من رتبة ١٢-١٠^{-١٢} (أى إن كل ذرة من الكربون-١٤ تقابلها ١٠^{١٢} ذرة من الكربون العادى). (انظر مادة : تأريخ كربونى)

عام ١٨٩٨ أثار اهتماما واسعا، بكمية النيتروجين التي كانت تمتصها الزراعة غير المنتظمة للحيوب 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 لروكس شهرته الواسعة، فهو بحثه ظاهرة التفريغ والاشعاع، ومازالت أنبوية كروكس جهازا قياسيا فى العمل. وهى أنبوية مغلقة لها قطب موجب (انود) وسالب (كاثود) فى نهايتها المتقابلتين، وتتصل بمضخة لتعديل كمية التفريغ. ويدل ظهور الوميض والمناطق المظلمة فى الأنبوية جزئيا، على كثافة وسرعة الإلكترونات " أشعة المهبط " عندما تنتقل من المهبط أماما إلى المصعد، واستخدام كروكس جهازه لدراسة سلوك أشعة المهبط، كما كانت الأنبوية بين يدي "د.ك. رونتجن" واستخدمها فى التعرف على أشعة أكس، كذلك استعملها "رذرفورد" فى بحثه الرائد على طبيعة الإلكترونات. وبطلاء رقعة صغيرة من الانبوية من الداخل بكيرتيد الزنك، يمكن رؤية صدمة الإلكترون كومضة مقتضبة. وقد سمي 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.

كروكس، وليام (١٨٣٢-١٩١٩) Crookes, William



أنابيب كروكس

وليام كروكس (١٨٣٢-١٩١٩)

Glueballs

كرات كلونية

ليس هناك ذرات من الضوء، أى إن الفوتونات لاتلتصق بفوتونات أخرى لتشكل كينونات مركبة. أما الكلونات، وهى الجسيمات التي تربط بين الكواركات - وحدات المادة الأساسية- لتشكل أجساما مثل البروتونات، فيمكنها التصاق بعضها ببعض. ويسمى الفيزيائيون ما ينتج من هذا الالتصاق الكرة الكلونية (غرائبية).

يعتقد أن نصف قطر الكرة الكلونية هذه هو ١٠-١٥ متر، أى إنه أصغر من نصف قطر البروتون، ويعتقد كذلك أن الكرة الكلونية 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

Fire ball

كرة النار

كرة متوهجة من غازات ساخنة تظهر عقب الانفجار النووى ببضعة أجزاء من المليون من الثانية ثم تبدأ فى التمدد والبرودة مباشرة.

ولد ويليام كروكس فى العاصمة البريطانية لندن، وكانت لديه اهتمامات مختلفة طوال حياته، فى كل من الكيمياء والفيزياء، بالإضافة إلى اهتماماته بالصحافة العلمية. حيث كان ينظر إليه فى الفترة الأخيرة من حياته بإكبار كمرجع للعلم. وكان أول نجاح تجريبى لـ " كروكس " هو اكتشافه عنصر الثاليوم عام ١٨٦١ الذى تبينه بخطه الأخضر المميز. باستخدام منظار التحليل الطيفى. وفى

كسر التعبئة

Packing fraction

الفرق بين الكتلة الفعلية لنويدة ما وأقرب عدد صحيح لها مقسوما على العدد الكتلي. وبصيغة أخرى تحمل المعنى نفسه هو نقص الكتلة مقسوما على العدد الكتلي. وهذا الكسر موجب لأغلب النويدات التي يقل عددها الكتلي عن ١٢ أو يزيد على ١٨٠ وهي التي تميل إلى حالات استقرار ضعيف. ويكون هذا الكسر سالبا لأغلب النويدات الأخرى التي تميل إلى استقرار أقوى.

(أنظر: النقص الكتلي، طاقة الترابط)

كشف التسرب

Leak detection

تستخدم النظائر المشعة كوسيلة فعالة ومنخفضة التكاليف في الكشف عن مواضع التسرب في خطوط الأنابيب المارة تحت الأرض والمستخدمة في ضخ السوائل كالماء والبتروول. ويستند مبدأ هذه الطريقة على إضافة كمية ضئيلة جدا من نظير مشع إلى السائل في موقع المقطع الذي يشتبه حدوث التسرب فيه، وبمتابعة اتجاه تدفق السائل في الموقع باستخدام جهاز مسح إشعاعي مناسب، يتم تحديد مكان التسرب.

الكشف عن الجريمة

Crimes detection

تساهم التقنية النووية في الحد من الجريمة والكشف عنها بطرق مختلفة، ومنها ما هو مألوف لدى كثير من المسافرين في المطارات حيث تقوم كواشف المعادن التي يعتمد تشغيلها على استخدام موجات كهرومغناطيسية وعلى الأشعة السينية بالتعرف على الأجسام الفيزية والآلات الحادة والأسلحة المخبأة في الأمتعة وغيرها، مما يساعد على منع الجريمة قبل وقوعها. وفي هذا السياق فإن هناك دراسات جارية لتطوير طرق نووية جديدة للكشف عن المخدرات والمتفجرات التي تصنع عادة من مواد كيميائية، ويصعب الكشف عنها بالطرق التقليدية سواء باستخدام المغناط أو الأشعة السينية. أما بعد وقوع الجريمة فإن استخدام التقنيات النووية يأخذ بعدا آخر في محاولة التعرف على خيوطها وذلك بالتحليل الكمي والنوعي غير الإتلافي للعينات المجمعة في مكان الحادث. وينحصر التحليل بالطرق النووية في طريقتين هما: التحليل بالتنشيط النيوتروني، والتحليل الطيفي. حيث يمكن استخدام طرق التحليل النووية في حالات أهمها: (١) التحقق من إمكانية وجود عناصر سامة في عينات الجثث بعد تشريحها أو في الأغذية أو الأوعية. (٢) التعرف على وجود كميات غير قانونية من عناصر معينة في الأغذية أو الأدوية، مثل وجود كمية من الزئبق في بعض المعلبات. (٣) التعرف على إمكانية وجود ترسبات أو تلوثات ناتجة عن اطلاق أعيرة نارية سواء كانت على الأيدي أو الملابس أو أي أسطح أخرى. (٤) التعرف على المكان الأصلي 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 في مختبرات الجريمة يبقى على غاية من الأهمية لأنه يقدم أدلة قاطعة في بعض الحالات التي لا يمكن توفيرها باستخدام طرق أخرى نظرا للحساسية الفائقة إضافة لكونها أداة تحليل غير إتلافية.

(انظر مادتي: التحليل بالتنشيط النيوتروني، والتحليل الطيفي)

الكعكة الصفراء (العجينة الصفراء) Yellow Cake

الكعكة الصفراء، هي الاسم الذي يطلق على ركاز خام اليورانيوم بعد استخلاصه من الصخور ثم التخلص من الشوائب المصاحبة ثم تحويله إلى المنتج الوسيط ذي النقاوة العالية على هيئة ثنائي يورانات الأمونيوم في مصانع المعالجة الكيماوية التي تقام بجوار المناجم. وبالنظر إلى طبيعة خامات اليورانيوم فإن نسبة اليورانيوم لا تزيد فيها عادة عن ٠,١٪ (١٠٠٠ جزء بالمليون) في الخامات الجيدة والتي تعتبر اقتصادية، إلا أن عمليات تصنيع الوقود النووي الثانية وأداء الوقود النووي داخل المفاعلات. أثناء عمليات الانشطار به تستلزم الوصول باليورانيوم إلى ما يسمى بدرجة النقاوة النووية nuclear purity مما يعني إعادة معالجة الكعكة الصفراء أي تكريرها refining للتخلص مما بها من الشوائب الضارة أو بالنزول بتلك الشوائب إلى ما دون المستوى الذي تحدده المواصفات القياسية العالمية في هذا الشأن.

كفاءة حرارية Thermal efficiency

النسبة بين القدرة الكهربائية الناتجة من محطة قوى إلى الحرارة الناتجة من الوقود، أو هي مقياس الكفاءة التي تحول بها المحطة الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية.

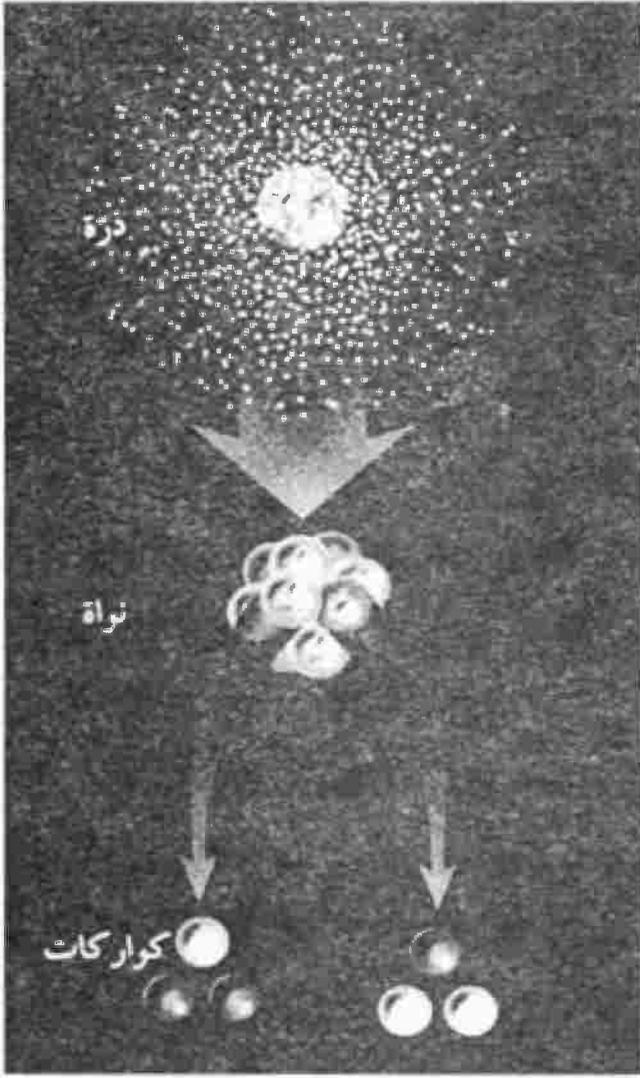
الكمل (في المواد) Fatigue

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 التردد" أو "تعب عالي التردد". وهناك عوامل ثلاثة مؤثرة في ذلك:

١- مدى الإجهاد. ٢- متوسط الإجهاد. ٣- عدد الدورات.

الكم أو الكمة Quantim

لا يعطى تركيب الغلاف في الذرة تفسيرا للخواص الكيميائية فحسب، بل إنه يعطى أيضا تفسيرا للتفاعل بين الضوء والذرة، وبعبارة أخرى فإنه يجب تفسير وحساب امتصاص الطاقة الضوئية وانبعثات الضوء على أساس تصرف وسلوك الإلكترونات في مداراتها. ذلك أن الفكرة الكلاسيكية التي تقول بأنه إذا دار جسم مشحون



البداية في اللفظ كورك Quork قبل أن يكتشف في قصيدة لجميع 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

ففي الثلاثينات كان وصف الجسيمات الأولية بسيطا، فقد صنف الجسيمات: البروتون والنيوترون كهيدرونين hadrons لأنها حساسان للتأثر القوى وهو إحدى التأثيرات الأربعة التي نعرفها في الطبيعة) أما الثلاثة الأخرى فهي التأثر الكهرومغناطيسي والتأثر الضعيف faible والجاذبية الثقالية). وكان الجسيمات الأخران: الإلكترون والنيوترينو neutrino الذي يرافقه يشكلان فصيلة اللبتونات leptons.

وفي 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 للهيدرونات.

بالكهرباء فإنه يولد مجالا مغناطيسيا، وبالتالي يشع طاقة. قد أدت إلى ظهور صعوبات لم يمكن التغلب عليها، لأنه إذا كان ذلك صحيحا فيجب ألا تعمر لأكثر من ثانية واحدة، ولا بد أن ينهار تركيب أغلفتها في أقل من لح البصر. وقد وجد الفيزيائي نيلز بور (١٨٨٥ - ١٩٦٢) حلا لهذا الإشكال، وضع أساسا لتفهم الذرة بمساعدة نظرية الكم. وافترض بور في نظريته مسارا محددًا لكل إلكترون بحيث لا تشع منه أية طاقة أثناء مساره فيه، كما افترض أن المسافة بين كل إلكترون وآخر ثابتة. وقد استعان بور في نظريته بثابت بلانك (h) (م.بلانك ١٨٥٨ - ١٩٤٧) حيث أدخله في معادلة الاشعاع على النحو التالي: $E=h.y$

حيث y = تردد الشعاع الضوئي. E = أقل كمية من الطاقة يمكن أن تنبعث أو تمتص بواسطة الشعاع الضوئي. وبناء على ذلك يمثل كل مدار في الذرة مستوى خاصا من الطاقة، وطالما يدور الإلكترون في مداره فلن يكون هناك انبعاث أو امتصاص للطاقة. ولكن عندما يقفز الإلكترون من مدار له مستوى للطاقة $E1$ إلى مدار آخر له مستوى $E2$ ، فإن هذا القفز يسبب انبعاث أو امتصاص طاقة تسمى فوتون وهي تساوي:

$E2-E1=h.y$ 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.

Momentum

كمية الحركة

حاصل ضرب الكتلة في السرعة، وهي كمية متجهة مطابقة للسرعة.

Vector

الكمية المتجهة

هي الكمية التي يعبر عنها بمقدار magnitude 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 بياني في صورة خط اتجاهه يوضح اتجاه الكمية المتجهة وطوله يمثل مقدار الكمية المتجهة.

Electromagnetism

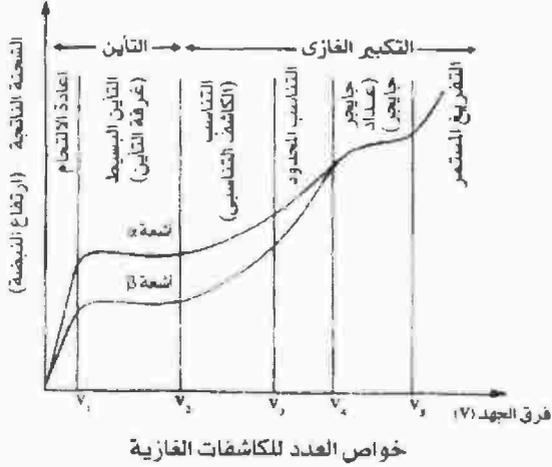
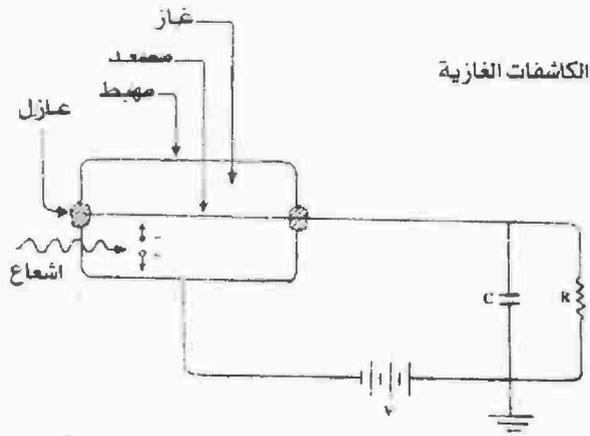
الكهرومغناطيسية

العلم الذي يبحث فيه عن العلاقة بين المغنطيسية والكهربائية بوجه عام، وعن حدوث المغنطيسية بفعل التيارات الكهربائية على الوجه الخاص.

Quark

كوارك

اقترح العالم الأمريكي جيلمان هذا الاسم لأول مرة عندما كان في معهد التقنية في كاليفورنيا. وبالإضافة إلى ذلك يبدو أنه فكر في



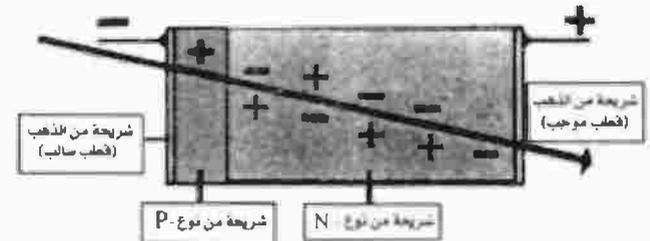
ولهذه الكواركات، إضافة إلى الشحنة الكهربائية، خواص أخرى غريبة. ولإحدى هذه الخواص - وتدعى النكهة - ستة أنواع ذات تسميات مزاجية هي فوق up وتحت down وفاتن charm وغريب strange وذروة top وقاع bottom.

وهناك نوع آخر من الخواص يدعى الشحنة اللونية، فالكوارك "فوق" مثلا يمكن أن يكون في أحد الألوان الأساسية الثلاثة: أحمر أو أصفر أو أزرق.

إن ارتباط الكوارك الأزرق بكوارك أحمر وكوارك أصفر يشكل جسما "أبيض" أي ليست له شحنة لونية. والنتيجة يمكن أن تكون بروتونا أو نيوترونا أو أي من المركبات ثلاثية الكوارك التي لا تحصى والمسماة باريونات baryons. إن التجاذب بين مختلف الألوان هو في الحقيقة القوة النووية الشديدة، وهي التي تربط الكواركات فيما بينها فتشكل الأجسام المستقرة الأكبر منها (الباريونات)... كذلك فإن الشحنات اللونية ذات الإشارات المتعكسة تتجاذب. فالكوارك الأحمر، على سبيل المثال، يرتبط بكوارك مضاد لونه أحمر مضاد (ناقص أحمر) مشكلا جسما أبيض يدعى "ميزون" وأكثر الميزونات شيوعا هو البيون، وهو الذي يرصد عادة في التفاعلات النووية.

كواشف أنصاف نواقل Semiconductor detectors

إن المواد نصف الناقلة هي مواد صلبة ذات بنية بللورية، وتشغل مكانا وسطا من حيث مقاومتها (أو ناقلتها) للتيار الكهربائي بين المعادن والمواد العازلة وتتغير هذه المقاومة كثيرا عند تعرض المادة نصف ناقلة لعوامل فيزيائية أخرى وخاصة درجة الحرارة. ويجرى كشف الإشعاع بنفس الآلية تقريبا التي تحدث في الكواشف الغازية وهي التأين. فعندما يمر شعاع في 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 كهربائي، محرصة في النهاية إشارة كهربائية عند مخرج الكاشف.



استخدام المواد شبه الموصلة في الكشف عن الإشعاعات المؤينة

كواشف غازية Gas Filled detectors

تتركب هذه الكواشف بصورة عامة من أسطوانة تحوى غازا معينا (حسب نوع الكاشف وجهد تشغيله والغرض من استخدامه) وثبتت

في وسط هذه الاسطوانة وعلى طول محورها سلك معدني يعمل الكترود مركزى. وعادة ما يوضع على هذا السلك جهد موجب. وبالتالي 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 في 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 التي 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 الومضية Sintillation detectors

هي أجهزة تستخدم في المسح الإشعاعى حيث يكون فيها الكاشف من النوع الومضى الذى يعمل على مبدأ الإثارة وليس مبدأ التأين (أى عندما يصطدم جسيم مشحون ثقيل كجسيم الفا أو البروتون

ثانوية وهذه في النهاية تلتقط من قبل المعد محرضة عليه إشارة كهربائية. ويمكن لهذه الأجهزة أن تكشف جميع أنواع الإشعاعات كونها تمتاز بحساسية عالية للكشف، ويرجع ذلك إلى استخدامها لأنابيب التضاعف الضوئي عالية التكبير، كما يستطيع الكاشف الوميضي مسح سطح بحساسية جيدة وهو الأكثر انتشارا في الاستعمال في مجال الطب النووي الآن، الذي فيه تستخدم كاميرا جاما للتصوير الإشعاعي بصورة واسعة.

Cobalt-60

كوبالت المشع

للكوبالت عدة نظائر، منها الكوبالت ٥٩ المستقر والمتوفر في الطبيعة، كما له نظائر مشعة مثل النظير ٦٠. حيث يتولد الكوبالت ٦٠ بقذف الكوبالت الموجود في الطبيعة بالنيوترونات عن طريق المفاعل النووي. 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 أي أن النشاط الإشعاعي يقل إلى النصف بعد خمس سنوات تقريبا وإلى الربع بعد ١٠ سنوات وإلى الثمن بعد ١٥ سنة تقريبا. ويستخدم الكوبالت المشع في علاج الأورام السرطانية، كما يستخدم في فحص اللحام والعمليات الصناعية.

Curie

كوري

وحدة لقياس الشدة الإشعاعية: وتقدر بانحلال (٣.٧ × ١٠^{١٠}) من الذرات المشعة في الثانية. والمصطلح منسوب إلى عالمة الفيزيكا مدام كوري.

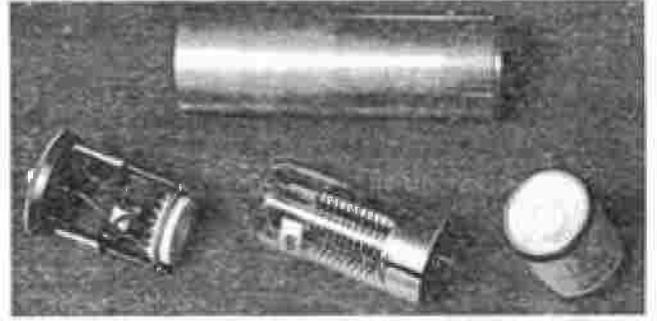
Curie, P. & M

كوري، بيبير (١٨٥٩ - ١٩٠٦)

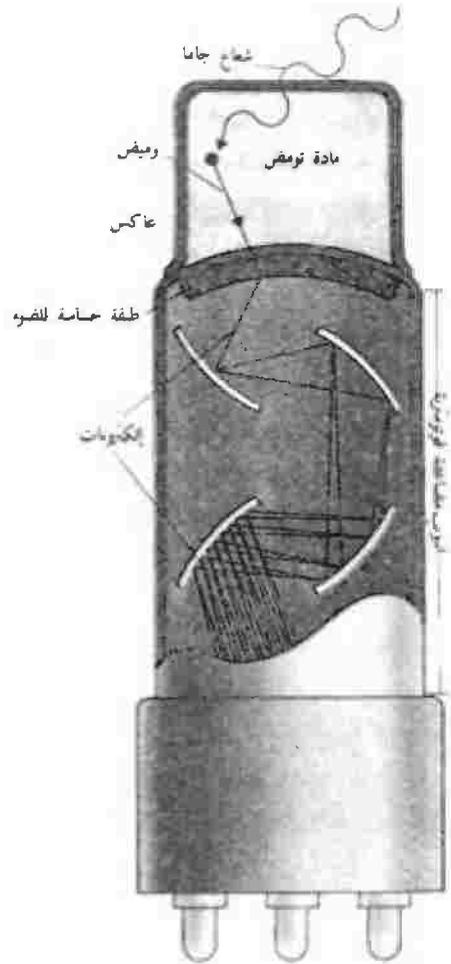
وماري (١٨٦٧ - ١٩٣٤)



الثنائي ماري وبيبير كوري



عداد ووميض بسيط. وعندما تمر الجسيمات من العينة الموجودة في الغطاء (إلى اليمين) إلى البلورة المحيطة، يحدث الوميض. ويتم تضخيم هذه الومضات، بواسطة مضخم فوتومتري (في الوسط). ثم ترسل بطريقة كهربائية إلى حاسبة إلكترونية لتحليلها.



بشاشة مفسفرة ينبعث منها وميض أي 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 الضوئي وتقلع منه الكترونات أولية. ثم أحيانا الكترونات ضوئية، وهذه الأخيرة بدورها تضخم بتسريعها وباقتلاعها إلكترونيات أخرى من المضاعف الضوئي تسمى إلكترونيات

كوكروفت، جون دوجلاس (١٨٩٧ - ١٩٦٧)

Cockroft , John



جون دوجلاس كوكروفت

(١٨٩٧ - ١٩٦٧)

ولد السير جون كوكروفت في ٢٧ مايو ١٨٩٧ بلانكشير في إنجلترا وأتم دراسته الجامعية في الهندسة الكهربائية بجامعة مانشيستر والرياضيات بجامعة كامبردج. استطاع السير كوكروفت مع زميله ارنست والتن اختراع معجل عرف باسمهما وهو "معجل كوكروفت - والتن" وقد وضعا تصميمه في 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 10^9 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 كوكروفت من مشاهدة وميضهما بالميكروسكوب 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.

Keishytim, Accident (كيشيتم)، حادثة

وقع حادث كيشيتم عام ١٩٥٧ بجنوب جبال الأورال بروسيا وقد وقع فى مصنع عسكري لإعادة معالجة الوقود ونتج عن الحادث انطلاق كمية من النظائر المشعة تقدر بحوالى ١٠ ١٠ بيكرل، وأهم المكونات المنطلقة كانت السليسيوم ١٤٤ والزركونيوم ٩٥ والسيزيوم ١٣٧ والسترونشيوم ٩٠ وغيرها.

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 بولندية 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 اليورانيوم والثوريوم، وتحققت من أن آثارا من عنصر جديد مشع، لابد أن توجد فى هذه الخامات.

ووضع "بيير" أبحاثه جانبا، ليساعد فى دراسة البتشلند، وهو معدن له أربعة أمثال النشاط الإشعاعى لأكسيد اليورانيوم، ووجد أن النشاط الإشعاعى يحدث فى جزأين مفصولين من خام البتشلند، وكان ذلك يظهر أن هناك عنصريين جديدين مشعين، يجب العثور عليهما. أحدهما له خواص البزموت. وهذا ما أسمته 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 وديسمبر ١٨٩٨ على الترتيب. وكان عليهما تحضير عينة نقية. ومع بداية ١٩٠٢ كانت "مارى" قد انتجت ٠.١ من الجرام من كلوريد الراديوم. مما يزيد عن طن من البتشلند. 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 الإشعاعى. ولكن سرعان ما شوهت المسألة أروع انتصاراتهما، فمات بيير بعد أن صدمته عربة فى أحد شوارع باريس عام ١٩٠٦. واستمرت "مارى" فى عملها، وأعد لها معهد خاص لتكتمل 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 التدمير الفيزيائى. نتيجة للتعرض المستمر للإشعاع. وماتت فى ٤ يوليو ١٩٣٤ بسرطان الدم. وهاجم نفس المرض ابنتها "ايرين" بعد ذلك.

تعتبر الكيمياء بمفهومها الواسع، دراسة كل صور المادة الموجودة في الكون، وتختص الكيمياء، بدراسة تأثير المواد بعضها على بعض، تماما كما تختص بدراسة تراكيبها، والأحماض والقلويات القوية، كلاهما أكال للغاية، ولكن عندما يعادلان بعضهما بعضا ينتج مركب كيميائي غير ضار هو الملح.

ولقد لعب علماء العرب والمسلمين دورا بارزا في 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، في حين اقتصر اليونانيون على الخبرة الصناعية والفروض الغامضة".

ويعد جابر بن حيان الكوفي أحد ابرز العلماء المسلمين الذين عاشوا في القرن الثامن الهجري، فاليه يرجع فضل تطور هذا العلم، وكشف العديد من عملياته ووضع فيه مصنفات عدة ترجعت إلى اللاتينية وأصبحت مرجعا موثوقا للباحثين والدارسين ومن أعماله وصف التقطير والتبلور والذوبان، واستحضار حامض الكبريتيك (زيت الزاج)، وبعض مركبات الصوديوم والبوتاسيوم والزنك والسموم والخمائر والخواص الكيميائية للعديد من العناصر.

أما الرازي (ت: ٩٢٥ م) فقد وصف عمليات تحضير حامض الكبريتيك والكحول، فقال إن الأول يستخرج بتقطير كبريتيد الحديد، والثاني يستخرج بتقطير المواد اللبية أو السكرية المختمرة. ولقد نقل عنه الأوربيون فكرة تقسيم المواد الكيميائية إلى معدنية ونباتية وحيوانية. ومن أشهر كتب الرازي كتاب "سر الأسرار" حيث صنف فيه المواد تصنيفا دقيقا، كما وصف الأجهزة والأدوات التي استخدمها في تجاربه وصفا واضحا، فضلا عن أنه وصف الطرق الموصلة إلى إعداد المواد الكيميائية المختلفة. كذلك يرجع الفضل إلى علماء المسلمين في التوصل إلى ما يعرف باسم الكيمياء الصناعية، أي استخدام المواد والعمليات الكيميائية في خدمة الصناعة، مثل صباغة الأقمشة، وديغ الجلود وصناعة المعادن وتركيبها وصلها... وكذلك عرف المسلمون استخدام المواد العازلة والمضادة للحريق. ويرتبط بتقدم المسلمين في علم الكيمياء توصلهم إلى استغلال القوى الناجمة عن انفجار البارود، وبذلك يرجع إليهم الفضل في اكتشاف الأسلحة النارية حيث استخدمها المسلمون مع المدافع في القرن الثالث عشر الميلادي، وعنهم أخذها الأوربيون في القرن التالي وطوروها حتى وصلت إلى ما وصلت إليه اليوم. وإذا كان الذي أضعف علم الكيمياء عند المسلمين أنه ظل مرتبطا ببعض الأوهام كالبحث عن اكسير الحياة الذي 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 في هذا التفكير أنه كان أساسا للنظرية الذرية.

ثم جاء العلماء الأوربيون مع بدايات القرن الثامن عشر الميلادي، فأكملوا الدراسات التصنيفية لخواص العناصر المختلفة ومركباتها، فدرس "جوزيف بلاك" كيمياء ثنائي أوكسيد الكربون الذي يعرف بالهواء المثبت، واكتشف "شيل" الكلور، والزنك، وأحماض عضوية مختلفة، والجلسرين والأوكسجين. واكتشف "بريستلي" في معمله منفردا الأوكسجين، وذلك بتسخين أوكسيد الزنك، فتبين أنه ضروري للاحتراق ولتنفس الحيوان. وأثبت "كافنديش" أن الماء الذي ظل لقرون، يعتبر عنصرا في حد ذاته - يتكون من الأوكسجين والهيدروجين". وأجرى "لافوازييه" تجارب عديدة، وقسم جدولا من ثلاثة وثلاثين عنصرا المعروفة في ذلك الوقت، وكسب لنفسه لقب مؤسس الكيمياء الحديثة، وذلك قبل أن تطيح الثورة الفرنسية برأسه، وفي القرن التاسع عشر ويعد وضوح كثير من مجموعات العناصر، تمكن "مندليف" من تقسيم الجدول الدوري. ثم طورت القوانين الخاصة بالتركيب الكيميائي، وطريقة اتحاد العناصر مدعمة بأعمال "دالتون" و"دافى" و"جاي لوساك" و"أفوجادرو" و"برزيليوس"، وقد كان الأخير هو الذى حقق بوضوح وجود الكيمياء العضوية، وصنع "بركين" بعد ذلك صبغة قيمة هي الموفين، عند محاولته تحضير الكينين، وصنع "فيشر" السكريات، وشرح "كيكولي" 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 التي من أصل معدني)، والكيمياء الطبيعية، ويختص هذا الفرع بملاحظة ديناميكية وميكانيكية التفاعلات الكيميائية، وربط سلوكها بخواص الجزيئات المنفردة. وبهذه الطريقة، يمكن إرجاع مقاييس التغيرات في التركيب البللورى وسرعة التفاعلات الكيميائية وتأثير تغير الحرارة والضغط على هذه السرعة، إلى الجزيئات المنفردة المستخدمة. وهناك الكيمياء الحيوية التي تهتم بدراسة كيمياء الأشياء الحية، والتفاعلات الكيميائية داخل الخلية وخارجها، وقد مكن هذا الفرع من الكيمياء من أن يعرف دور، وغالب التركيب الجزيئى للبروتينات والكربوهيدرات والفيتامينات والانزيمات والهرمونات ومركبات أخرى كثيرة، حيث يستدعى الكيميائي عندما تقل المصادر الطبيعية أوتصبح فجأة غير متوفرة، لحل هذه المشكلة، بتقديم منتج بديل.

(انظر مادة : جابر بن حيان).

Radiation chemistry

كيمياء الإشعاع

فرع من علم الكيمياء يختص بأبحاث التفاعلات الكيميائية التي تبدأ أو تعمل بتأثير الإشعاعات الصادرة من النويدات المشعة. حيث تهدف الاختبارات التي 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 تفسر ظروف الربط داخل الجزيء الواحد، وفيما بين الجزيئات، وخصوصاً في المركبات العضوية، كما يمكن لطاقة الإشعاع أن تكسر الروابط المزدوجة في هذه المركبات بحيث يمكن استخدام هذه الروابط الطليقة في ربط سلاسل أخرى كانت منفصلة عن بعضها البعض. وفي حالات أخرى يمكن إزاحة ذرات الأيدروجين من الروابط التي تربطها بحيث يمكن تكوين شقوق حرة تؤدي إلى إمكانية اتصال الجزيئات ذات السلاسل الطويلة جانبياً

لتكوين بلمرات، وبذلك بدلاً من الجزيئات التي على شكل خط مستقيم، نحصل على شبكة ذات أبعاد ثلاثة، وهو ما يؤدي في حالة البلمرات إلى رفع ثبات المركبات الجديدة المتكونة على شكل شبكات والحصول على درجة عالية من الليونة أو درجة عالية من الصلابة. وبهذه الطريقة يمكن تحسين الخواص الفيزيائية للدائن تحسيناً كبيراً.

(ل)

والوضع مشابه لدوران الأرض حول نفسها أثناء دورانها حول الشمس. وتسمى حركة الإلكترون حول محوره باللف. وينشأ عن حركة اللف لشحنة الإلكترون مجال مغناطيسي قطباه على امتداد محور اللف.

Logarithm

اللوغاريتمات

هي طريقة مبسطة لتمثيل الأرقام الكبيرة جداً والصغيرة جداً، وذلك باستعمال الأس. بمعنى أن $100 = 10^2$ مضمرة في 10، ويمكن كتابتها بطريقة أسهل 10^2 وتقرأ (عشرة تربيع) وتعني عشرة (مرفوعة للقوة) اثنين. وبالمثل فإن المليون هو عشرة مضمرة في عشرة ست مرات، وبذلك فالمليون هو عشرة أس (مرفوعة للقوة) ستة. كما يمكن امتداد هذا النظام إلى الكسور الصغيرة جداً. فالمائة تكتب 10^{-2} ، والعشرة 10^{-1} (عشرة مرفوعة للقوة) 1، وتصبح القو (الأس) بالسالب للأرقام الأصغر من الواحد الصحيح. مثال ذلك العشر (الجزء من عشرة) "0,1" يكتب 10^{-1} ، والجزء من مائة "0,01" يكتب 10^{-2} ، والجزء من مليون يكتب 10^{-6} .

وليس ضرورياً الاستمرار في كتابة الرقم الأساسي، إذا كان معروفاً لدينا، ونكتفي بكتابة الأس (القوة التي ترفع إليها) فقط، لتحديد الرقم الأصلي. وهذه القوة التي يرفع إليها الرقم، تسمى لوغاريتم الرقم (إلى الأساس عشرة). وبذلك يكون الأس (القوة التي يرفع إليها الرقم) 6 هو اللوغاريتم الأساس عشرة لعدد مقداره مليون، و-2 هو اللوغاريتم لجزء من المائة "0,1". وهكذا يكون لوغاريتم العشرة واحد، ولوغاريتم الواحد صفراً. ويمكن البرهنة بإيجاز في هذا النظام بالحقيقة لتانية: اللوغاريتم بين +6، -6 يمثل أرقاماً بين مليون وجزء من المليون.

Lepton

لبتون

جسيم أولي ذو كتلة صغيرة. ويطلق المصطلح بصفة خاصة على الإلكترون والبوزترون والنيوترينو ومضاده.

اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع

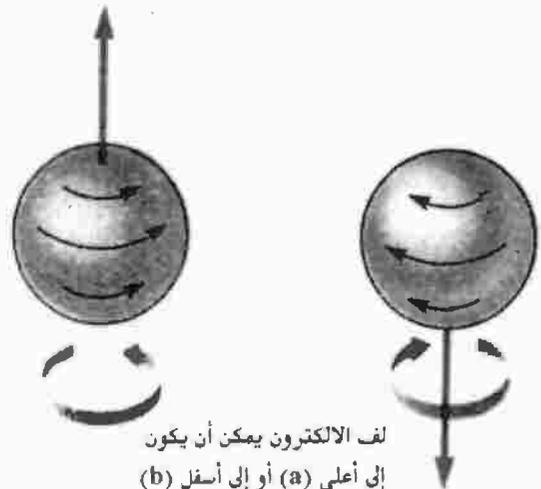
International commission for radiation protection (ICRP)

مجموعة مستقلة من الخبراء على مستوى العالم، تم تأسيس هذه اللجنة عام 1928 للقيام بإصدار التوصيات والإرشادات والتعليمات الخاصة بكل ما يتعلق بالوقاية من الإشعاع بالتعاون مع غيرها من الهيئات الدولية والوطنية.

Electron spin

لف الإلكترون

قد ثبت في الفيزياء الذرية بالدليل الحاسم أن كل إلكترون في الذرة يدور حول محوره أثناء دورانه في الوقت نفسه حول النواة.

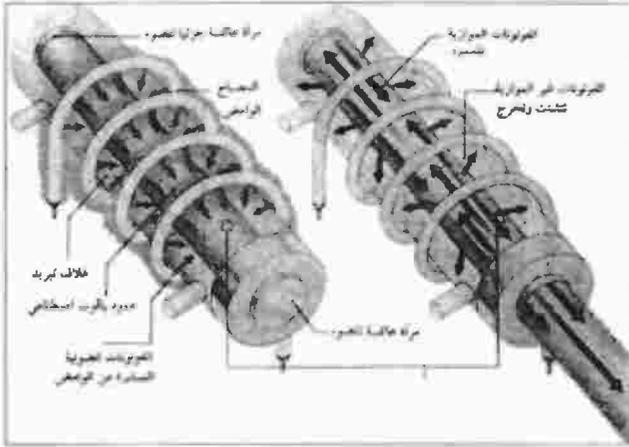


لف الإلكترون يمكن أن يكون إلى أعلى (a) أو إلى أسفل (b)

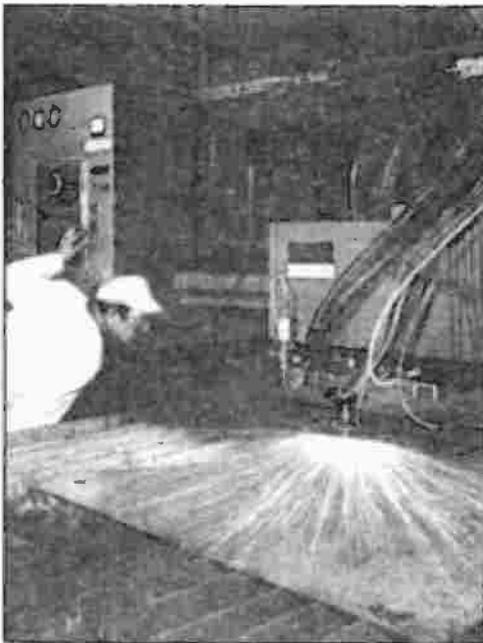
نظرية اينشتين التي تربط بين الطاقة والكتلة. شارك لورانس أثناء الحرب العالمية الثانية في بحوث تصنيع القنبلة الذرية، وفي عام ١٩٣٩ حصل على جائزة نوبل في الفيزياء. توفي مخترع السيكلترون في مدينة بالو التو بولاية كاليفورنيا عن عمر يناهز ٥٧ عاما.

الليزر (أشعة) Laser

نوع من الضوء أحادي 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

ويمكن للوغاريتمات أن تجعل عمليات الضرب والقسمة المعقدة تؤدي بطريق عمليات الجمع والطرح البسيطة. مثال ذلك $10^6 \times 10^4 = 10^{10}$ ويمكن وضعها فى قالب آخر $10^6 \times 10^4 = 10^{10}$. 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 بنتائج 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 الأسي. $h = 2.71828$ وخمسة كسور عشرية. والرقم الأسي "هـ" هام جدا فى عمليات الحساب الخاصة بالزيادة الطبيعية، بمعنى أن تكون هذه الزيادة فى حالة استمرار، أكثر منها على مراحل. واللوغاريتمات الطبيعية أو النابيرية هى لوغاريتمات للأساس "هـ"، وتستعمل حينما تقابل النمو الطبيعي للدالة. مثال ذلك: يزداد الفولت حينما يمر خلال ألواح المكثف، أى تزداد مقاومته زيادة أسية، وهى تشمل القوى "هـ" عند تمثيلها رياضيا.

Lawrence, Ernest

لورانس، ارنست



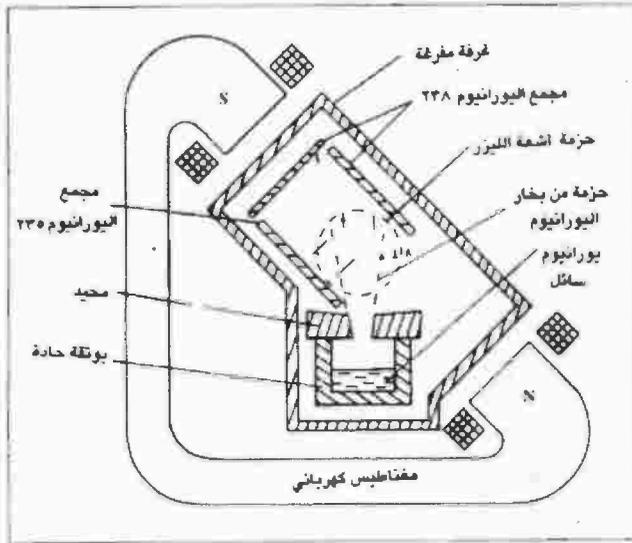
أرنست لورانس (١٩٥٨-١٩٠١)

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 "بيبل" 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 البروتونات والديوترونات وجسيمات الفا إلى طاقة اعلى من ٢٠ مليون إلكترون 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

وتعتمد هذه الطريقة على فرق الطيف الذرى لليورانيوم ٢٣٥ عن اليورانيوم ٢٣٨، 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 اليورانيوم ٢٣٥ دون تأيين جزيئات اليورانيوم ٢٣٨. وعند تأيين جزيئات اليورانيوم ٢٣٥ يؤثر المجال المغناطيسى على هذه الجزيئات عند تحركها عموديا عليه فتتحرف جزيئات اليورانيوم ٢٣٥ دون أن تتحرف جزيئات اليورانيوم الثقيل، وبذلك يتم الفصل بفاعلية كبيرة. ومن مميزات هذه الطريقة ارتفاع درجة التخصيب والتي 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

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 والضغط 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 وبالتالي إطلاق للطاقة. فيقذف كرة من الهيدروجين باستخدام ومضة من أشعة الليزر، ترتفع درجة حرارة الكرة إلى عشرة ملايين درجة مئوية، فتتصهر الكرة على الفور، وتتبخر، وتتمدد محدثة قوة رهيبية. 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 بفرض 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).

الطاقة النووية للأغراض السلمية. ومع أنه يمكن تشغيل مفاعلات اليورانيوم الطبيعي باستخدام مواد مبطنة أخرى مثل الجرافيت، إلا أن استخدام الماء الثقيل فى عملية الإبطاء يجعل من الممكن تشغيل المفاعل باستخدام كتلة حرجية 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 تشيرنوبيل.

مادة قابلة للانشطار Fissile (fissionable) material

المادة التى من خواص نوى بعض ذرات عنصرها أنها تنشط 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 تنشط بتشعيعها فى مفاعل، ويوجد مادتان خصبتان أساسيتان: اليورانيوم-٢٣٨ والثوريوم-٢٣٢. فعندما تأسر المواد الخصبة النيوترونات، تتحول جزئياً على الترتيب إلى البلوتونيوم-٢٣٩ واليورانيوم-٢٣٣ اللذين ينشطان. 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) فالتوقع أن تتكون ذرة الأيدروجين الضدى مثلًا من بروتون ضديد (انتبروتون) سالب الشحنة وبوزيترون مدارى. والمادة العادية وضديداتها تفنى إحداهما الأخرى، عندما تلتقيان وتتحوّلان كلية إلى طاقة .

ماسح التلألؤ (الوميضى) Scintiscanner

وسيلة تسجل أوتوماتيا توزيع النيودات 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

Heavy water

ماء ثقيل

من المعروف أن الهيدروجين له ثلاثة نظائر: الأول وهو البروتيوم وعدده الكتلى يساوى واحداً ورمزه H وأكسيده هو الماء الخفيف ورمزه كما هو معروف H₂O ، 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 الكيمايى D₂O، أما النظير الثالث فهو التريوم 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 إبطاء النيوترونات الناتجة عن الانشطار النووى، حيث تنطلق هذه النيوترونات بسرعة ١٥ مليون متر فى الثانية لحظة الانشطار وهى سرعة عالية جدا . وحتى تزداد احتمالية الاستفادة بالنيوترونات الناتجة عن الانشطار فلا بد من إبطاء سرعتها حتى تصل إلى ٢٢٠٠-٣٠٠٠ متر/ثانية بدلا من ١٥ مليون/ثانية. ويتم هذا الإبطاء عن طريق اصطدام هذه النيوترونات مع نوى عناصر صغيرة الوزن الذرى مثل نوى البروتيوم والدوتريوم. ويميز عن احتمالية إبطاء هذه النوى للنيوترونات بمصطلح مساحة مقطع امتصاص النيوترونات 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 النيوترونات الناتجة عن الانشطار وبذلك تزداد الحاجة إلى إبطاء هذه النيوترونات وبالتالي 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 النيوترونات مع مقدرة المادة المبطنة 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 الأسير حتى تستطيع الدول النامية الدخول فى مجال تطويع

مسجل ميكانيكي حيث يحصل على رسم التلألؤ بهذه الكيفية. ويستخدم ماسح التلألؤ أساسا في فحص الغدة الدرقية والكبد.

ماص Absorber

أية مادة تمتص الإشعاع المؤين أو تقلل من شدته. وتستخدم المواد الماصة للنيوترونات مثل البورون والهافنيوم والكاديوم في قضبان التحكم في المفاعلات. وتمتص الخرسانة والصلب، المستخدمان في 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 في المفاعلات النووية لتقليل قيمة معامل التكاثر.

مانع تسرب Seal

مادة تستخدم في الوصلات المتحركة بين الجزأين المتحرك والثابت لمنع، أو الحد من، تسرب السوائل أو الأبخرة أو الغازات خلال الثغرات الموجودة بها، كما يستخدم لمنع دخول الأتربة والغبار إلى محامل أعمدة الدوران. قد يكون المانع جلدية (قدحا) أسطوانية من الجلد أو المطاط، أو حلقات معدنية (كحلقات كباسات محركات الاحتراق الداخلي). وفي مدافن النفايات النووية يوضع موانع التسرب كحواجز مادية داخل الممرات في منشأة الدفن من أجل:

١ - عزب النفايات.

٢ - منع ارتشاح وتسرب الماء لداخله.

٣ - منع ارتحال المواد المشعة من منطقة الدفن.

مبدأ التتام Complementarity principle

القاعدة التي تربط بين صفتين يمكن أن توصف الظواهر الفيزيائية بدلالة إحدهما، فتوصف هذه الظواهر إما بدلالة حركة جسيمية تتميز بكمية تحرك ح و طاقة ط أو بدلالة حركة موجية تتميز بطول موجي λ ، وتردد γ ويربط مبدأ التتام بين هاتين الصيغتين بالمعادلتين $\lambda/h = \gamma$ ، $h\gamma = ط$ حيث h ثابت بلانك.

مبدأ الالاقين (أو التشكك)

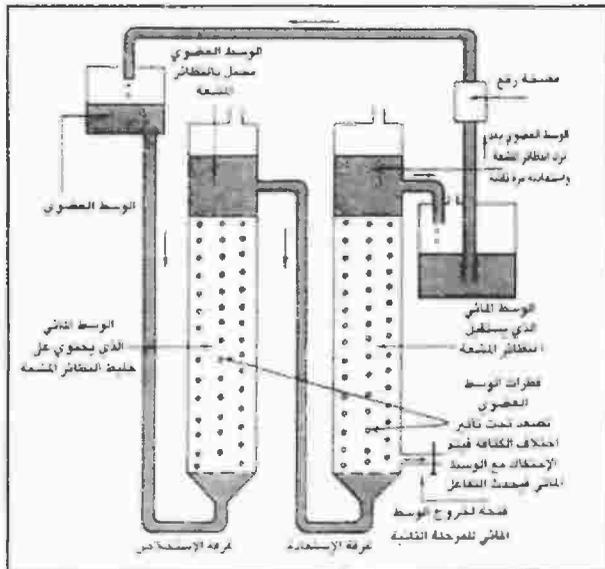
Principle of indeterminacy (uncertainty principle)

مبدأ عدم اليقين قاعدة مؤداها أنه في كل مقدارين يرتبط أحدهما بالآخر. كلما زادت الدقة في تعيين أحدهما في آن ما . ازداد عدم

اليقين في تعيين الآخر. وكمثال لذلك تحديد موضع الإلكترون وكمية تحركه في ذلك الموضع، فكلما زادت الدقة في تعيين كمية تحركه مثلا ازداد عدم اليقين بالنسبة المتوقعة والعكس بالعكس. وينص هذا المبدأ على أن حاصل ضرب مقدار الخطأ في أحد المقدارين في مقدار الخطأ الآخر يساوي مقدار ثابتا هو ثابت "بلانك".

المبادل الأيوني Ion exchanger

المبادلات الأيونية عبارة عن مركبات كيميائية في حالة صلبة وغير قابلة للذوبان في الماء أو المحاليل الحامضية والقاعدية وتحتوي جزئياتها على ذرات أو مجموعات ذرية نشطة كيميائيا أي قابلة للتأين في الأوساط المائية. وعند غمر هذه المبادلات في هذه المحاليل يتم تبادل الأماكن بين الأيونات الموجودة في المحلول وأيونات المجموعة النشطة بالمبادل ومن هنا جاءت التسمية بالمبادلات الأيونية. وتسمى هذه الظاهرة بظاهرة التبادل الأيوني. ولقد درس علماء الكيمياء هذه الظاهرة كثيرا حتى أمكنهم تطويعها لخدمة التقنية النووية (خاصة في تنقية المواد النووية سواء لإنتاج الوقود النووي أم لإنتاج النظائر المشعة للأغراض الأخرى أم لمعالجة النفايات المشعة) بحيث إنه إذا كان هناك محلول مشع يحتوي على عنصر أو مجموعة عناصر مشعة فيمكن في ظروف معينة أن يكون هناك انتقاء للمبادل، أي يبادل أيون دون الآخر أو الاثنين معا لكن بدرجات متفاوتة ، ويعبر عن 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 الأيوني على نوع المبادل الأيوني، وبما أن أنواع المبادلات الأيونية تختلف حسب صفاتها الكيميائية والفيزيائية فإن نماذج التبادل الأيوني متعددة ومتنوعة حسب الاختلاف في 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

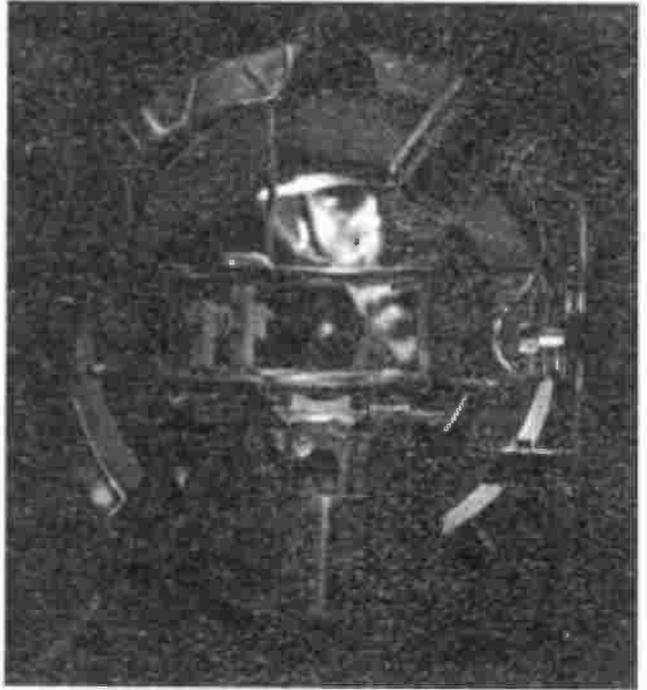
وهو الوسط الرئيسى المسئول عن نقل الطاقة الحرارية من قلب المفاعل إلى خارجه للإنتفاع بها. وأهم خصائص المبردات جودة صفاتها الحرارية مع الاحتفاظ بخواصها الميكانيكية والطبيعية، وأن يكون امتصاصها للنيوترونات أقل ما يمكن. ومن المبردات المستخدمة: الماء بأنواعه والغازات مثل غاز ثانى أكسيد الكربون، كما أن هناك 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 انخفاضاً بالغا. وأول خطوة فى معظم التجارب تقريبا هى التبريد بالليزر،



التبريد بالليزر

تحتجز ذرات الصوديوم المتوهجة فى مصيدة مغناطيسية - ضوئية. ويراقبها «هلمرسون» من المعهد القومى للمعايير والتقانة. تولد الملفات حقلا مغناطيسيا 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 المغناطيسية الضوئية: أكثر أجهزة التبريد الأولى شيوعا والمستخدمه فى تجارب كثافة بوز- آينشتين، التى تجمع بين التبريد بالليزر واحتجاز الذرات بواسطة الحقول المغناطيسية، ذلك أن الحقول المغناطيسية تساعد على ضغط الغاز فتجعل كثافته أعلى. ويستخدم الكثير من المجموعات متتالية من مصيدتين مغناطيسيتين 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- آينشتين تبريد فنجان القهوة. ففى حين تحتجز مصيدة مغناطيسية الذرات يزال الجزء الأكثر سخونة من الذرات باستمرار بحيث يبقى الغاز الذى تنخفض درجة حرارته انخفاضاً 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 مغناطيسيا 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 المغناطيسية بتمرير تيار كهربائى فى أربعة قضبان متوازية، أو فى ملفات لها شكل الحرف D، أو شكل الدروز seams فى كرة البيسبول، أو شكل البرسيم الرباعى الوريقات.

انظر: كثافة بوز- آينشتين

المجال المغناطيسى

Magnetic field

كما يتولد حول المغناطيس الطبيعى مجال مغناطيسى قوامه خطوط القوى المغناطيسية نتيجة حركة الشحنات الكهربائية 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 للمغناطيس الكهربى قطبان: أحدهما سالب والآخر موجب. ومثل

الشحنات الكهربائية، تتناظر الأقطاب المتماثلة وتتجاذب الأقطاب المختلفة. ولكن تختلف الأقطاب المغناطيسية الطبيعية في أنها لا توجد منفردة أبداً، فهي توجد مزدوجة دائماً (قطب شمالي وآخر جنوبي)، وتمتد الأرض نفسها مغناطيسياً كبيراً ضعيفاً. ويستخدم قضيب مغناطيس معلق (مثل إبرة البوصلة) لتحديد اتجاه المغناطيسية الأرضية.

المجريطي

Al-magrity

هو أبو القاسم مسلمة أحمد المجريطي، ولقب بهذا الاسم لأنه ولد في مجريط (مدريد عاصمة إسبانيا حالياً) بالأندلس. اشتغل المجريطي بالكيمياء بالإضافة إلى أعماله بالرياضيات والفلك. وله في الكيمياء أعمال هامة تدل على مدى عنايته بالأمور العلمية وتضلعه فيها، ومن تجاربه الشهيرة، تأثر الزئبق بالحرارة وتحوله في النهاية إلى مسحوق أحمر، وعندما قارن المجريطي بين وزن هذا المسحوق ووزن الزئبق في الأصل لم يجد فرقا. ولقد كتب المجريطي كتابين في علم الكيمياء، صارا مرجعين لعلماء الشرق والغرب، وهما "رتبة الحكيم" و"غاية الحكيم" تمت ترجمتهما إلى اللغة اللاتينية. وفي كتابه "غاية الحكيم" بحوث فريدة في علم الهيئة "الفلك" والتاريخ الطبيعي وتأثير البيئة على الكائنات المختلفة، وأيضاً تجارب علمية عن تنقية الذهب والفضة.

يعد المجريطي واضع أسس الاتحاد الكيميائي المعروف باسم "قاعدة بقاء المادة" والتي تقول بأن مجموع كتل المواد الداخلة في أي تفاعل كيميائي مساو لمجموع كتل المواد الناتجة من التفاعل. ولقد دعا المجريطي إلى دراسة الكيمياء بشكل عملي يعتمد على التجربة في المختبرات، بدلا من الخرافات التي كانت مسيطرة على الكيمياء في ذلك الوقت. توفي في عام ١٠٠٧ م.

مجمع المخلفات

Taillings impoundment

البناء أو التركيب الذي يترسب فيه المخلفات ومحلول المخلفات، شاملا كل عناصرها مثل الجدر الداعمة embankment walls ، (المستخدمة كسد أرضي لحجز النفايات السائلة والصلبة المستخدمة في إدارة تعدين وطن المخلفات) ، الأقمصة أو البطانات liners ، وطبقات التغطية.

مجموعة حرجة

Critical group

هي مجموعة من أفراد الجمهور يتعرضون للإشعاعات المؤينة بطريقة متجانسة من مصدر معين وتشكل نموذجا من الأفراد الذين يحصلون على أعلى جرعة مكافئة.

محاكي المفاعل

Reactor Simulator

مختبر مصغر أو أجهزة تعمل بمجموعها بصورة تماثل عمل المفاعل النووي- أي إنها تمثل في الواقع صورة مصغرة من المفاعل

النوى-وعادة تستخدم فيه برامج الحاسب الإلى للتحكم في العمليات المماثلة للعمليات التي تحدث في المفاعل الحقيقي عند تشغيله.

محطات القوى النووية Nuclear power plants

تستخدم محطات القوى النووية، الحرارة المتولدة في المفاعل النووي والتي ينقلها ماء التبريد للمفاعل إلى مولد البخار في 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 التوربين إلى المكثف ونظام التكثيف، تماما كما في المحطات التقليدية، ونظرا لتعدد عملية الصيانة داخل المفاعلات النووية بسبب "الفاعلية الإشعاعية" فهناك حواكم جودة صارمة جدا على مدى نقاء الماء، لضمان الحفاظ على المرجل من الصدأ والتآكل إلى أقل درجة.

وهناك نوعان أساسيان من المفاعلات الحرارية للاستخدام التجاري، تؤثر خواصهما المستقلة بدرجة كبيرة مباشرة على تصميم التوربين المختص بالتشغيل معهما. وهذا النوعان هما "المفاعلات ذات التبريد بالغاز"، و"المفاعلات ذات التبريد بالمياه". وتشتمل المفاعلات ذات التبريد بالغاز، على مفاعل "ماجوكس" و"المفاعل المتقدم ذي التبريد بالغاز" و"المفاعل شديد الحرارة". حيث يوضع كل من قلب المفاعل والمرجل (مولدات البخار) داخل مبنى مصنوع من الخرسانة سابقة الإجهاد. ويتم الحصول على الحرارة الناتجة عن التفاعل النووي بواسطة "غاز التبريد" تحت ضغط عال جدا. ثم يتم ضخه إلى مولد البخار لإنتاج البخار. وتحتوي 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 ذي الامتداد الواحد" وقد اختير هذا التصميم لتقليل عدد مرات النفاذ والاختراق خلال وعاء الضغط.

وتشتمل المفاعلات ذات التبريد بالمياه على "مفاعل الماء المغلي"، و"مفاعل الماء المضغوط" و"مفاعل الكاندو" و"مفاعل الماء الثقيل". ويجب ألا يغلي ماء التبريد داخل قلب المفاعل، حتى لا يمتص البخار عددا كبيرا من النيوترونات، مما يتسبب في 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 في تكاليف الوقود، فالطن الواحد من وقود "الماجوكس" يكفي لتوليد قدر من الطاقة مثل ١٥٠٠٠ طن من الفحم، وقد يكون الوقود المستخدم في "المفاعل المتقدم ذي التبريد بالغاز" أو في "المفاعل ذي الماء المضغوط" أقل تكلفة من ذلك. وقد شيدت محطات القوى النووية الأولى بعيدا عن المناطق الأهلة 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، فتكفي للمفاعل المتقدم ذي التبريد بالغاز الذي يعطى خرجاً مقداره ٦٦٠ ميجاوات، كمية من الوقود ملء عربة واحدة، بدلا من ٧٥٠ قطارا من الفحم. وأمكن مع التقدم في تصميم المفاعلات النووية، وخاصة استخدام أوعية الضغط المصنوعة من الخرسانة سابقة الإجهاد، التحرر في 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.

Ion engine

محرك أيوني

محرك يهيبء الضغط عن طريق طرد ايونات معجلة أو عالية السرعة. وثمة اقتراح باستخدام المحركات الأيونية التي تعمل بالطاقة المستمدة من المفاعلات النووية لتسيير مركبات الفضاء.

Pulse height analyzer

محلل ارتفاع النبضات

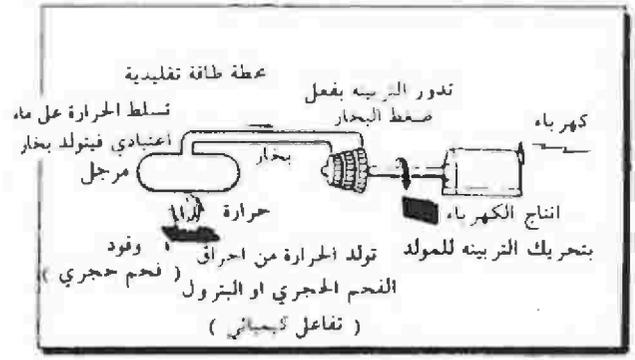
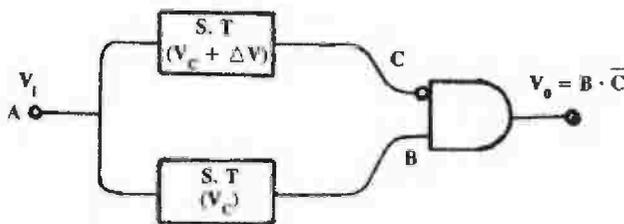
يعطى "المميز" فقط كم من الموجات الظاهرة أكبر من الارتفاع الموجود. وغالبا ما نرغب في معرفة كم هو عدد الموجات ذات الارتفاع المعين أو مدى ارتفاع الموجة الظاهرة. فتعطي محللات ارتفاع الموجة هذه المعلومات. وهي عبارة عن دائرة إلكترونية تفرز النبضات طبقا لارتفاعها أو قوتها، وتسجلها. ويوجد نوعان أساسيان من محللات ارتفاع الموجة هما المحلل أحادي القناة والمحلل متعدد القناة.

أنظر: أنواع النبضات، ارتفاع النبضات، تشكيل النبضات، المميز.

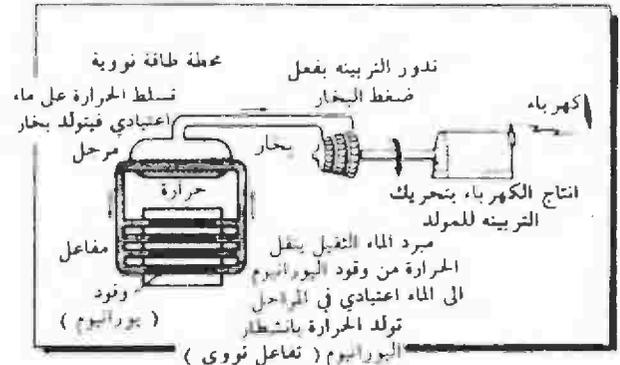
Single channel analyzer

المحلل وحيد القناة

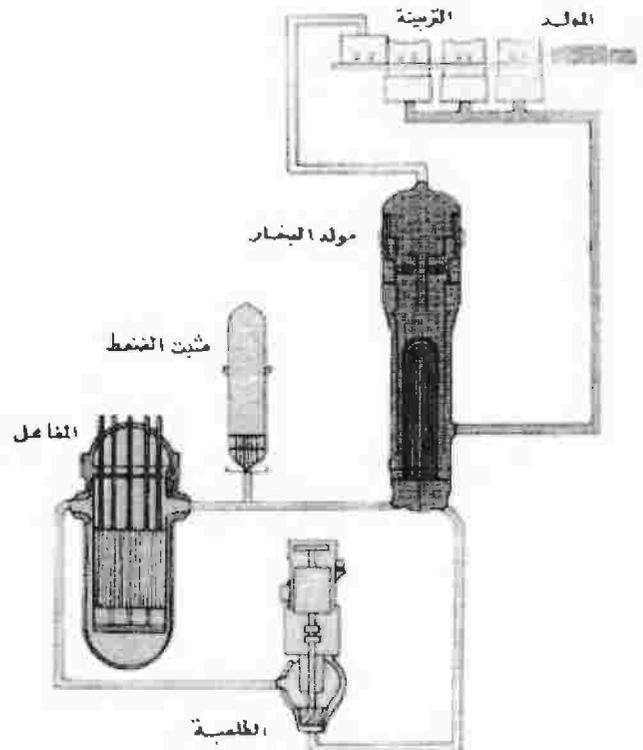
يعتبر المحلل أحادي القناة من أبسط محللات ارتفاع الموجة وهو جهاز يستخدم لتسجيل الطيف عن طريق تسجيل النبضات الواقعة في مدى معين. ويشبه في تركيبه ونظرية عمله المميز التكاملي ولكن الخرج هنا يستجيب فقط عندما تقع نبضات الدخل V_i بين قيمتين محددتين V_c (مستوى العتبة)، $V_c + \Delta V$ حيث تعرفه ΔV بالنافذة. ويستخدم المحلل أحادي القناة في كثير من التطبيقات ومنها مطيافية الطاقة وقياسها للنظائر المشعة. (انظر: المميز).



نموذج مبسط لمحطة الطاقة التقليدية



نموذج مبسط لمحطة الطاقة النووية



رسم توضيحي لمحطة نووية ذات الماء المفضوط

أن يبني في نفق LEP مصادم البروتونات LHC الذى يحتمل أن يبدأ عمله عام ٢٠٠٥. ثمة معجلات أخرى فى العالم يمكن أن تنافس معجلات «سيرن». ففى أوروبا، فيما يتعلق بدراسة النموذج المعيارى، يوجد المختبر DESY فى هامبورج، حيث تدرس تصادمات الإلكترون - بروتون فى الطاقة العالية. وفى الولايات المتحدة الأمريكية، يسمح التقاترون 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 (المجل الخظى فى مركز ستانفورد) يجهز بمصادم إلكترون - بوزيترون ينتج مثل LEP بوزونات Z ولكن بكميات أقل بكثير.

مدخنة واقية Hood

وسيلة وقائية تهيبء عادة تهوية خاصة لطرد الغازات ويمكن فيها مناولة المواد الكيميائية، أو البيولوجية، أو المشعة الخطرة بأمان.

مخلفات Tailings

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 الجسم فى مادة معينة هو المسافة التى يقطعها الجسم 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 الجسم 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

توعلك عضوى حاد يعقب التعرض لجرعات شديدة نسبيا من الإشعاع المؤين ويتميز بالغثيان والقيء، والإسهال وتغيرات فى خلايا الدم، ثم بالنزيف وسقوط الشعر فى المراحل المتأخرة.

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 يُدعى أحيانا بالمحول الرقمى للنبضات. وأبسط تصميمات المحلل المتعدد القنوات يعتمد على نظرية عمل المحلل أحادى القناة. فيتوصيل 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 ايريديوم ١٩٢ يستخدم فى تصوير واختبار لحام الأنابيب من مكانه إلى الأرض دون أن يشعر به المسئول عنه فالتقطه أحد المارة وأخذ معه إلى المنزل باعتباره قطعة معدنية وكانت النتيجة موت أفراد الأسرة الثمانية جميعا بسبب التعرض الإشعاعى.

المختبر الأوروبى لفيزياء الجسيمات (سيرن) CERN

أسست تسع دول أوروبية المنظمة الأوربية للبحث النووى رسميا فى ٢٩ سبتمبر عام ١٩٥٤ وصدقت هذه الدول عام ١٩٥٥ على اتفاق التأسيس. أصبحت هذه المنظمة تعرف باسم المختبر الأوروبى لفيزياء الجسيمات محتفظا بالمختصر CERN الذى كانت اقترحه المنظمة المؤقتة وعددها الآن تسع عشرة دولة عضوا. اختارت لتجهيزاتها موقعا بالقرب من جنيف، على سفح الجورا. فى عام ١٩٥٧ اشغل السنكرو - سيكلوترون بطاقة ٦٠٠ MeV (مليون إلكترون فولت)، ثم تلاه عام ١٩٥٩ السنكروترون للبروتون (SPS) بطاقة 28 GeV، 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 الحجر ذات الفقاعات وفى عام ١٩٧٣ تم بهذه الحزم التأكيد على وجود التيارات المعتدلة فى الحجر 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 بينائه 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

Thermocouple

مزدوج حرارى

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 الموصلتين.

Migration area

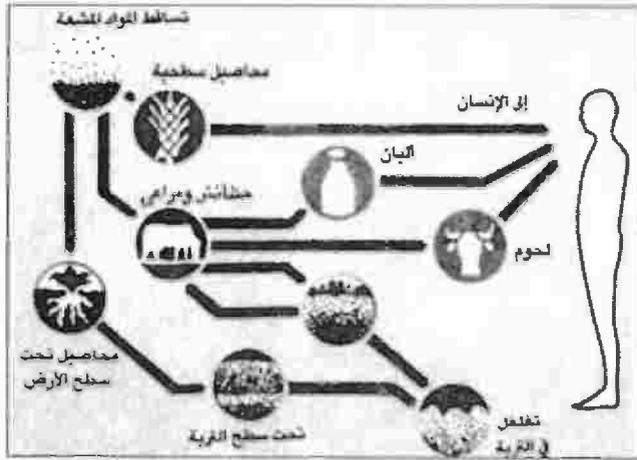
مساحة الرحلة

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 أوالأهله 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 كأغلاف للماشية مما يؤدي إلى تركيزها فى لحومها وألبانها التى يتغذى عليها الإنسان.



مسالك المواد المشعة فى البيئة

Relaxation distance

مسافة الاسترخاء

المسافة التى تقل فيها شدة حزمة من النيوترونات إلى 1/10 من قيمتها الأصلية بالامتصاص وحده دون الاستطارة. (حيث ه أساس اللوغاريتم الطبيعي).

Nuclear emulsion

مستحلب نووى

مستحلب فوتوغرافى يعد خصيصا ليسجل المسارات الفردية للجسيمات المؤينة لإتاحة مشاهدتها. حيث استخدمت فى التعرف على الأشعة الكونية. وتختلف عن الألواح الفوتوغرافية العادية فى

Monitor

مرقب (جهاز مراقبة)

١- فى الإلكترونيات: 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 مناسب الإشعاع فيها. (انظر : جهاز مراقبة الهواء)

Personal monitor

مرقب شخصى

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، حجلات تأين، أو أجهزة ذات تآلق حرارى، من تقديرات مبنية على عد الإشعاع الكامل للجسم وتحليل عينات بيولوجية، ومن المسح الخاص ومراقبة المنطقة.

Elasticity

مرونة

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، تبعاً لمادة الجسم، وطبيعة القوة المؤثرة عليه. وعادة ما يستعيد الجسم أبعاده أو شكله أو حجمه الأصلي ، عند انعدام تأثير القوة ، ويقال عندئذ إن الجسم مرن. وتتم 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 سلوكاً غير مرن . ففى حالة المواد الجامدة تصبح المادة دائمة التشوه (عندما تتعدى القوة المؤثرة حداً معيناً) من خلال عملية تعرف باسم التشوه الدائم. وعند زوال القوة ، لا تستعيد المادة حجمها الأصلي، ولاشكلها الأصلي، ويكون سلوكها على وجه الإجمال سلوكاً غير مرن. وتترتب على خواص المرونة للمواد، نتائج هامة من الناحية الهندسية، ينبغى أخذها عند تصميم المنشآت الهندسية.

Isotope farm

مزرعة نظائر

غرفة للإنباء بالكربون-١٤، أو بيت نبات(ممكن) 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 أيضاً، مثل الماء الثقيل والفسفور-٣٥ ما إليها لإنتاج مركبات كيميائية حيوية موسومة.

Manhattan project

مشروع مانهاتان

برنامج وزارة الحرب الأمريكية الذي وضع في أثناء الحرب العالمية الثانية والذي كانت نتيجته إنتاج القنابل الذرية الأولى، والأصل في هذه التسمية الاسم الرمزي "منطقة مانهاتان الهندسية" الذي استعمل لإخفاء طبيعة العمل السري الذي كان يجري. ولقد خلفت لجنة الطاقة الذرية، وهي وكالة مدنية، الوحدة العسكرية في يناير ١٩٤٧ .

Alpha sources

مصادر أشعة ألفا

من أهم المصادر المستخدمة لإنتاج أشعة ألفا:
البولونيوم - ٢١٠ (^{210}Po) ، ذو عمر نصف ١٣٨,٤ يوم ، $E_{\text{max}} = 5.3 \text{ Mev}$.
والأمريسيوم - ٢٤١ (^{241}Am) ، عمر نصف ٤٥٨ عام ،
 $E_{\text{max}} = 5.53 \text{ Mev}$

Beta sources

مصادر أشعة بيتا

من أهم المواد المستخدمة في إنتاج أشعة بيتا:
التريتيوم H^3 ، عمر النصف له ١٢ و ٢٦ عام ، ($E_{\text{max}} = 0.019 \text{ Mev}$) ، ويستخدم التريتيوم في تجارب اقتفاء الأثر في المركبات العضوية وفي بحوث الصيدلة والكيمياء الفيزيائية.
كربون-١٤ C^{14} ، عمر النصف له ٥٧٣٠ عام ($E_{\text{max}} = 0.156 \text{ Mev}$) ، وهو واسع الانتشار في الاستخدامات البحثية وفي صناعات الكيماويات العضوية وفي تأريخ العينات البيولوجية القديمة (انظر مادة تأريخ كربوني).
مخلوط الاسترنشيوم مع الايتريوم ($\text{Sr} + \text{Y}$) عمر النصف له ٢٨ عام ، ٦٤ ساعة على التوالي ، ($E_{\text{Srmax}} = 0.545 \text{ Mev}$ ، $E_{\text{Ymax}} = 2.27 \text{ Mev}$) وهو مصدر سهل التحضير من نواتج الانشطار ومنخفض التكاليف نسبيا.

Gamma sources

مصادر أشعة جاما

من أهم النظائر المشعة المستخدمة كمصادر باعثة لأشعة جاما: الكوبالت - ٦٠ والذي يستخدم في وحدات التشعيع وفي أعمال التصوير الإشعاعي ويتميز بأنه مصدر رخيص نسبيا وعمر النصف له كبير ويساوي ٥,٢٦ أعوام وطاقة أشعة جاما المنبعثة منه كبيرة (١,١٧ ، ١,٣٣ ، ١ م أ ف) ومن أكثر المصادر استخداما. الأنتيمون-١٢٤ ^{124}Sb يستخدم عادة في الحالات التي تتطلب طاقة أشعة جاما مرتفعة، كما يحد من استخدامه عمر النصف له الصغير نسبيا الذي يبلغ ٦٠,٩ يوما. ويستخدم عادة في التصوير الراديوجرافي .

أن الأولى أسماك كثيرا من الأخيرة ، أضف إلى ذلك أن تلك المستحلبات النووية تحتوي على هاليد الفضة بتركيز عال أكثر منه في المستحلبات العادية ، كما يمكن أيضا التحكم في حساسية المستحلب لختلف أنواع الجسيمات المؤينة.

Scanning radioisotope مسح النظائر المشعة

طريقة لتحديد مكان ومقدار النظائر المشعة داخل الجسم بقياسات تؤخذ بواسطة أجهزة من خارج الجسم. وفي العادة يحرك الجهاز الذي يعرف باسم المسح في تخطيط منتظم فوق المنطقة المراد دراستها، أو فوق الجسم كله حيث يعطى سجلا مرثيا. (انظر: عداد الجسم الكامل)

Radiation survey مسح إشعاعي

تعيين مقدار الإشعاع في جميع أنحاء منشأة أو مكان ما بغرض وقاية العاملين فيها من الأخطار الإشعاعية، أو إقليم بغرض الاستكشاف المعدني، خصوصا التنقيب عن اليورانيوم والخامات المشعة. ويشترط لإجراء قياسات المسح الإشعاعي 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 في حال اعتماد مطيافية جاما. والاحتياج لهذه الأجهزة أو بعضها يعتمد على نوع الاستخدام سواء في نظام العد الكلي أو بمطيافية جاما وفي كيفية المسح جوا أو برا أو جوا.



(انظر مادة: مقياس المسح الإشعاعي)

Heat sink

أى شيء، يمتص الحرارة، ويكون عادة جزءاً من الوسط المحيط، مثل الهواء، أو النهر، أو الفضاء الخارجي.

Sealed source

مادة مشعة وهي:
(١) مختومة بصورة دائمة داخل كبسولة.

(٢) مغلقة بإحكام وعلى شكل مادة صلبة. وتكون الكبسولة أو مادة المصدر المختوم على درجة من المتانة تكفي لمنع التسرب في ظروف الاستعمال واليلى على النحو الذى صممت من أجله، وكذلك فى حالة الحوادث المتوقعة.

Closed sources

تعنى المصادر المغلقة استخدام مواد مشعة ذات نشاط إشعاعى كبير 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.

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، والأميريسيوم 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.

Time of flight spectrometer مطياف زمن الطيران

وسيلة لفصل النيوترونات (الجسيمات الأخرى) وفرزها إلى فئات لها نفس الطاقة التى تقاس بطول الزمن الذى يستغرقه الجسيم فى قطع مسافة معينة. (مقياس الكتلة)

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:

$$\phi(x, y, y', y'', \dots, y^n) = 0$$

وتسمى أعلى رتبة للمشتقات الداخلة فى هذه المعادلة برتبة المعادلة التفاضلية.

فتسمى المعادلة $y'' = x$ معادلة تفاضلية من الرتبة الأولى، والمعادلة $y'' + y = 0$ معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية، والمعادلة $y'' = x^3$ معادلة تفاضلية من الرتبة الأولى.

وتسمى الدالة $y = \phi(x)$ يحل 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 تؤوّل 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 لا تحتوى 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.

Euler equations

معادلات أويلر

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 سيحدث لهذه النيوترونات إما استطارة (بعثرة) أو امتصاص، أو يتسرب بعض منها خارج هذا الحجم، أو ربما يدخل نيوترونات أخرى. ومن هنا فإن النيوترونات الموجودة داخل الحجم المعين - عند أى لحظة- تحقق حالة الاستمرار، ويقصد بذلك أن معدل التغيير الزمني لعدد النيوترونات الكلية داخل الحجم، يجب أن يساوى معدل تلك النيوترونات المنتجة بالداخل مطروحا منها معدل تلك الهاربة أو الممتصة .

معادلة لابلاس Laplace equation

فى ميكانيكا الموائع، معادلة رياضية تحقق استمرار السريان المستقر وكونه خلوا من الدوران.

فى حالة استمرار السريان المستقر continuity condition تكون:

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} = 0$$

وتكتب باختصار على الصورة:

$$\nabla^2 \phi = 0$$

حيث ϕ جهد السرعة velocity - potential وهى دالة تستخدم بدلا من مركبات السرعة (u, v) فى الاتجاهين (x, y) على الترتيب $(\phi = -\int(u dx + v dy))$.

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 لابلاس الثنائى الأبعاد.

وتحقق كل من دالة التيار وجهد السرعة معادلة لابلاس ، وتكون خطوط التيار مسارات متعامدة لعائلة جهد السرعة المتساوى.

معادلة جايجر Geiger formula

علاقة رياضية تربط بين السرعة الأصلية ع. لجسيمات الفا المنبعثة من المواد المشعة ومداهام م ، وهى ع² = أ . م (أ مضروبة فى م) حيث أ مقدار ثابت.

معادلة العمر Age equation

المعادلة التفاضلية التى تصف عملية إبطاء النيوترونات فى وسط تستطير فيه ولا تؤسر.

معالجة النفايات (Treatment) radioactive waste

هى العمليات المرتبطة بمعالجة النفايات بهدف توفير الأمان والفائدة الاقتصادية ، من خلال تغيير خصائص النفايات . حيث

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 ثابت المائع

المثالى غير قابل للانضغاط. و p هو الضغط.

حيث إن مركبات السرعة (u,v,w) تحقق هذه المعادلات الثلاثة كما تحقق معادلة الاستمرار.

معادلات نافير وستوك Navier-stokes equations

ثلاث معادلات تفاضلية لحركة المائع الحقيقي تربط بين قوى القصور الذاتى، والقوى الخارجية والمقاومة لعنصر المائع.

باعتبار وحدة الحجم مائع غير قابل للانضغاط، فإن معادلات الحركة فى المحاور الكارتيزية تأخذ الصورة التالية، وذلك عندما يقاوم قوى الضغط والجاذبية واللزوجة حركة المائع.

ونحصل على المعادلات الكاملة لحركة السائل اللزج (السدى لا يصح إهمال ظاهرة الاحتكاك الداخلى فيه) والمعروفة بمعادلات نافير - ستوكس بإضافة حد اللزوجة viscous term إلى معادلات اولير، 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 يمثل $(\mu \nabla^2 u, \mu \nabla^2 v, \mu \nabla^2 w)$ حد اللزوجة فى الأبعاد الثلاثة، ويكتب على هذه الصورة 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 واللزوجة الديناميكية للمائع بالترتيب. u,v,w يمثلون مركبات السرعة فى الاتجاهات

X,Y,Z على الترتيب. P هو الضغط، كما أن X, Y,Z القوى الخارجية المؤثرة على وحدة الحجم فى الاتجاهات الثلاثة.

معادلة الاستمرار Equation of continuity

معادلة تربط بين معدل انسياب مادة داخل حجم معين وبين معدل زيادة هذه المادة داخل الحجم. فعند اتخاذ حجم اختياري من مادة ما يحتوى على نيوترونات أحادية الطاقة، فإن بعض هذه النيوترونات مع مرور الزمن سوف تتفاعل مع النويات الموجودة.

أحيانا أكثر سخونة (حرارة) من الحرارة الإجمالية للمبرد، ويمكن أن تزيد عن درجة حرارة التشبع للمبرد. وبالتالي فمن الممكن أن تتكون بعض فقاعات البخار على سطح غلاف الوقود. ويتأثير سريان المبرد تدفع هذه الفقاعات بعيدا عن غلاف الوقود، حيث يتم إخمادها بجسم المبرد الرئيسي. 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 دوپلر)، معامل درجة حرارة المهدى، معامل التجوف أو الفجوات، وبالإضافة لهؤلاء، معامل آخر يدخل فى الاعتبار وهو معامل القدرة للمفاعل. وهو حصيلته 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، والمبطن والمبرد وغيرها) كلنها تعمل تلقائيا على تقليل التفاعلية، وبالتالي 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 دوپلر Doppler coefficient

إن معامل درجة حرارة الوقود، على التفاعلية. هو تغير التفاعلية الناتج عن التغير فى دوپلر أو المقطع المستعرض للرنين،

تشمل المعالجة ثلاثة أهداف رئيسية. أولا إنقاص حجمها إلى أقل درجة ممكنة. وثانيا، إزالة النويدات المشعة منها. وثالثا التغير 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 (التي يحتاج إلى تخزينها) إلى حوالى 4٪ 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 كيميائية مما يسمح بفصل اليورانيوم والبلوتونيوم عن بقية المكونات. وتمرر النفايات السائلة الباقية وعالية الإشعاع إلى مستودعات لتتركيزها ثم خلطها مع السيليكات وصهرها فى أفران كهربائية عالية الحرارة حيث تتحول إلى مركبات زجاجية تتميز بثباتها كيميائيا 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 إشعاع، 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 أزواج 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

معاهدة الحظر الشامل لتجارب الأسلحة النووية

Comprehensive test ban treaty (CTBT)

المعاهدة التي طرحتها منظمة الحظر الشامل للتجارب النووية (CTBTO) عام ١٩٩٦ والتي يتم بموجبها المنع الشامل والكامل للتجارب النووية بما فيها حظر التجارب تحت الأرض، حيث وقع عليها أغلب دول العالم سواء النووية منها وغير النووية في حين أن الولايات النووية الأمريكية قد أبدت اعتراضا عليها باعتبار أن الأسلحة النووية وتطويرها جزء من الأمن القومي الأمريكي.

معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية

Non-proliferation treaty (NPT)

هي معاهدة دولية أبرمت طبقا لقرارات الجمعية العامة للأمم المتحدة بشأن الحيلولة دون زيادة انتشار الأسلحة النووية، حيث تتعهد فيه الدول الموقعة عليها على التعاون في 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 والسواد الانشطارية الخاصة في إطار نظام ضمانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية وذلك باستعمال الأدوات والوسائل التقنية الأخرى في أماكن استراتيجية معينة. وقد أكدت الدول في نفس الوقت المبدأ القاضى بأن تكون مزايا التطبيقات السلمية للتقنية النووية بما في ذلك أى منتجات فرعية قد تحصل عليه الدول الحائزة للأسلحة النووية من استحداث الأجهزة المتفجرة النووية، متاحة للاستخدام في 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 في المعاهدة أن تشارك في أكمل تبادل ممكن للمعلومات العلمية لتطوير تطبيقات الطاقة الذرية للأغراض السلمية. وقد نصت المعاهدة على ضرورة إعلان النية على تحقيق وقف سباق التسلح النووي في أبكر وقت ممكن، واتخاذ التدابير الفعالة اللازمة في سبيل نزع السلاح النووي، مستحثة جميع الدول الأطراف على التعاون لبلوغ هذا الهدف. هذا وقد دخلت هذه المعاهدة حيز التنفيذ في مارس ١٩٧٠. ومن أبرز الدول التي لم تلتزم بهذه المعاهدة الهند وباكستان وإسرائيل.

Start Conventions

معاهدات ستارت

مع نهاية الحرب الباردة، أحرزت الولايات المتحدة وروسيا تقدما نسبيا في مسألة خفض أعداد أسلحتيها النووية. بيد أن كليهما لا يزال 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 تنفيذًا لمعاهدة سقارت ١. كما تعين على الدولتين العظميين

نتيجة للتغير في درجة حرارة الوقود، وهذا يعتمد على طبيعة بعض المواد كما في اليورانيوم ٢٣٨. فكلما زادت درجة حرارة الوقود، فإن المقطع المستعرض للرنين في منطقة الرنين يتسع، أو تغطي قطاعا أكبر من طيف النيوترون. مما ينتج عنه فقد أكبر لعدد النيوترونات نتيجة للامتصاص الرنيني في الوقود. (انظر مادة: الامتصاص الرنيني)

Moderator coefficient

معامل المهدئ

يعرف معامل درجة حرارة المهدئ على أنه التغير الحادث في التفاعلية الناتج عن التغير في درجة حرارة الماء في قلب المفاعل. ويعد ذات أهمية ثانوية في التأثير على التغير في التفاعلية. حيث إن الحرارة تنتج أولا في الوقود ثم تنتقل إلى المهدئ، وبالتالي فهناك زمن تأخير لبعض ثوان قبل أن يتحقق من التأثير الكامل لمعامل درجة حرارة المهدئ. ويمكن أن يكون هذا المعامل ذا تأثير سلبي أو إيجابي وذلك اعتمادا على التصميم الخاص لقلب المفاعل.

معاهدة الحظر الجزئي لتجارب الأسلحة النووية

Partial test ban treaty (PTBT)

في أغسطس ١٩٦٣ وقعت الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفيتي (السابق) وبريطانيا معاهدة حظر تجارب الأسلحة النووية ووقعتها بحسب إجراءات الأمم المتحدة لنزع سلاح دول عديدة في العام نفسه في موسكو. وهي معاهدة تحظر تجارب الأسلحة النووية من أى نوع في 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 في الوضع الذى يمكنها من إجراء التجارب النووية، ولم توقع دولتان هما فرنسا والصين على هذه المعاهدة. وقد ظلت تجريان تجاربهما في الجوى، 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 في الجوى 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 (هيدروجينية). وبعد عام ١٩٨٠ 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 الجوى 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.

خفض رؤوسهما النووية المنشورة إلى ٣٠٠٠-٣٥٠٠ رأس لكل طرف في موعد لا يتجاوز الأول من يناير ٢٠٠٣ وذلك بموجب معاهدة ستارت ٢. ولقد أصدر الرئيسان كلينتون وبلتن في ٢١ مارس ١٩٩٧ أثناء قمة هلسنكي بيانا مشتركا أعلنوا فيه أن الدولتين سوف تبدآن المفاوضات حول معاهدة ستارت ٣ لخفض رؤوسهما الحربية النووية الاستراتيجية إلى ٢٠٠٠-٢٥٠٠ رأس لكل منهما، وذلك فور أن تدخل معاهدة ستارت ٢ إلى حيز التنفيذ مع ٣١ ديسمبر ٢٠٠٧. بيد أن المسافة لا تزال شاسعة بين ذلك وما تأمل فيه شعوب العالم. فهناك مصاعب عديدة يتعين التغلب عليها كي تنجح مفاوضات ستارت ٣. فقد أدت مواقف البرلمان الروسي بعدم التصديق على المعاهدة- حتى أكتوبر ١٩٩٧ - إثر تخوفه من توسع الناتو شرقا ومن استحداث الولايات المتحدة الأمريكية لنظم الدفاع بالصواريخ في مسرح العميات المعروفة باسم (TMD^٥). كما تواصل كل من الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا التطوير النوعي لأسلحتيهما النووية وتستخدم الولايات المتحدة أنواعا جديدة من الأسلحة النووية تزيد من دقة وقدرة ترساناتها النووية على النفاذ إلى أعماق الأرض لضرب مستودعات العدو، كما تطور قاذفة القنابل النووية بي ١٦ المحمولة جوا والرؤوس النووية دبليو (W) ٨٧ التي تحملها صواريخ إم اكس (MX). والرؤوس الحربية النووية من طراز دبليو ٧٦ ودبليو ٨٨ لصواريخ ترايدنت Trident التي تطلقها الغواصات. أما روسيا فلا تزال تنوى الإبقاء على مكانتها كقوة نووية كبرى وقد نجحت في احراز تقدم طفيف في خططها رغم العثرة المالية التي تعترضها. وقد أعطت أولوية لتطوير الصواريخ الاستراتيجية، وقد أطلقت في ٨ يوليو ١٩٩٧ صاروخا استراتيجيا يسمى بوبلار-ام (Poplar-M) لاختبار كفاءته. وعلى رغم حث الشعوب مرارا وتكرارا للقوتين العظميين على التخلي عن سياسة البدء باستخدام أسلحتيهما النووية First-use، وإذا لم تتخل الولايات المتحدة وروسيا عن استراتيجية "البدء باستخدام الأسلحة النووية" فسوف يصعب عليهما المضي في خفض أكبر للأسلحة النووية فيما بعد فترة ستارت ٣.

معجلات Accelerators

هي آليات لتعجيل الجسيمات المشحونة بقصد استخدامها كقذائف تحطم أنوية الذرات. والفكرة القائمة عليها هذه الآليات هي أنه عندما يوضع جسيم مشحون في مجال كهربائي فإنه يتحرك بعجلة. وكان من الضروري ابتداء الحصول على مصدر من الجسيمات المشحونة (أيونات)، كالحصول على البروتونات من تأيين الهيدروجين، وعلى الديتونات بتأيين الديتوريوم أو الهيدروجين الثقيل، وجسيمات الفا أو النيليونات من تأيين الهليوم. على أن يضم

^٥ TMD= Theater Missile Defense

كل معجل مصدرا لأيونات أي غرفة تحوى الغاز (الأيدروجين أو الهليوم) حيث يتأين تحت ضغط ضعيف جدا (١٠^{-٣}، ١٠^{-٤} سم من الزئبق). ويقذف الجسيمات المشحونة المتولدة من عملية التأين في جهاز التعجيل حيث يسود تفريغ شديد (١٠^{-٦}، ١٠^{-٧} سم من الزئبق)، فتخرج حزمة الجسيمات المعجلة بشدة وطاقات عاليتين ومقدرة غاية في الارتفاع. ولقد عجل كوكرفت وواتون البروتونات في مجال كهربائي استاتيكي يبلغ عدة مئات من الكيلوفولتات وحصل على أول انحلال صناعي 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. في المعجلات الخطية تكون مسارات حركة الجسيمات عبارة عن خطوط مستقيمة تقريبا. أما في المعجلات الدائرية فهي تمثل دوائر أو حلزونات. في المعجلات الخطية المباشرة يمر الجسيم مرة واحدة خلال مجال كهربائي ذي فرق جهد عال ينتجه مولد استاتي كهربائي، مثل مولد فان دي جراف. المولد الوحيد من الطراز الذي يعمل بالحث هو البيئاترون، كما أن أبسط معجل رنيني 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 في 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 التي قدمها العلماء لإنشاء بعض المعجلات العملاقة التي تعتمد أساسا على نظرية التصادم المضاد للجسيمات المعجلة وحلقات التخزين المقاطعة Intersecting storage ring، وآمال العلماء الآن في أن يعطى الجيل الرابع من المعجلات أجهزة طاقتها مليون جيجا إلكترون فولت.

(انظر مواد : السيكلوترون ، والبيئاترون ...).

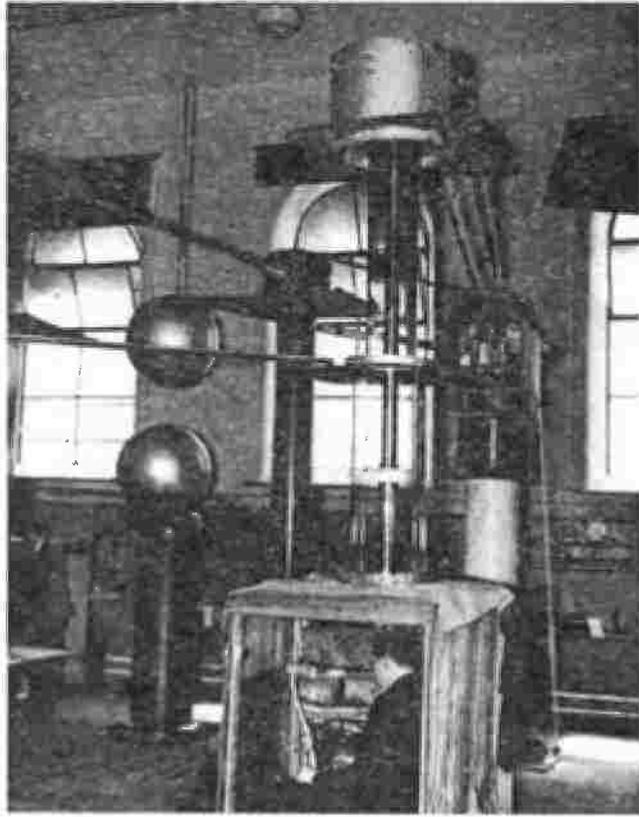
المعجل الخطي Linear Accelerators

يتركب هذا المعجل من أسطوانة طويلة مفرغة يوجد بداخلها وعلى محورها الأفقي عدة اسطوانات معدنية متفاوتة الأطوال ومرتبطة تصاعديا حسب طولها مع وجود فراغات بين هذه الاسطوانات ذات أبعاد محسوبة تبعا لظروف المعجل. وبجوار طرف المعجل يوضع مصدر الأيونات المراد تعجيلها، وفي نهايته توجد فتحة لخروج الجسيمات المشحونة بعد إتمام تعجيلها. ويتم عادة توصيل الاسطوانات بالتبادل مع قطبي فرق جهد عال متردد، وكما ظاهر

معجل كوكروفت وولت

Cockcroft-Walton accelerator

جهاز لتعجيل الجسيمات المشحونة بفعل جهد تيار مستمر عال على سيل من الأيونات الغازية في أنبوبة مستقيمة ومعزولة. ويولد الجهد بمجموعة مضاعفة الجهد، المكونة أساسا من عدد من أزواج المكثفات يتصل بعضها ببعض بواسطة وسائل لفتح الدوائر وغلقتها (صمامات إلكترونية). وتكتسب الجسيمات (وهي نوى غاز مؤين، كالبروتونات الناتجة من الهيدروجين) طاقات تصل إلى عدة ملايين إلكترون فولت من التعجيل الفري الحادث بهذه الطريقة. ولقد سمي هذا المعجل نسبة ج.د. كوكروفت و أ.ت.س ولتن اللذين ابتكراه في الثلاثينات من القرن العشرين. (انظر: معجل، كوكروفت)

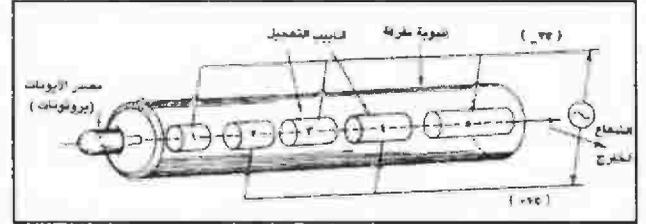


Reversibility

المعكوسية

- ١ - في علم الضوء: إذا اتبع شعاع من الضوء مسارا معينا بسبب انعكاسه أو انكساره أو كليهما ثم أعيد في عكس الاتجاه الذي خرج منه فإنه يتبع عكس مساره الأول تماما.
- ٢ - في علم الديناميكا الحرارية: إذا تعرض غاز في حالة حرارية معينة لسلسلة متتابعة من التغيرات يمكن البدء به من حالته الأخيرة ومروره في تغيراته السابقة بطريقة عكسية بحيث يتردد إلى أصله.

بالشكل المرافق، فالأسطوانات ٥، ٣، ١ 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 في الفاصل بين الأنبوبتين. وعند وصوله إلى نهاية الأنبوبة الثانية ينقلب جهدها ليصبح موجبا في حين يكون جهد الثالثة هو السالب. وهكذا يتم تسريع الجسيمات في الفواصل بين الأنابيب. ومع تسارع الجسيمات تزداد سرعتها. ولكي يمكن استخدام تردد ثابت يتم اختيار أطوال الأنابيب والفواصل بينهما بحيث تتناسب مع سرعات الجسيمات المعجلة.



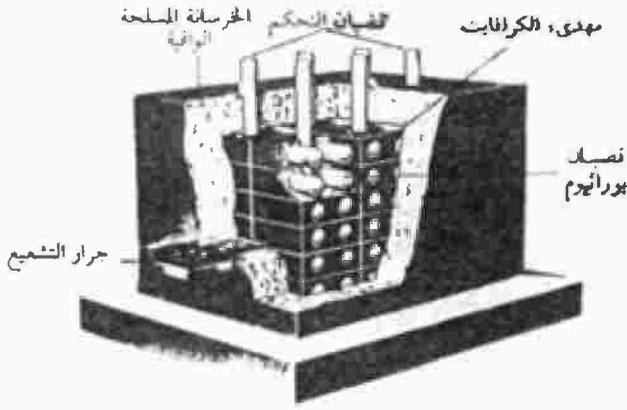
رسم تخطيطي لمعجل البروتونات الخطي

معجل الفان دي جراف

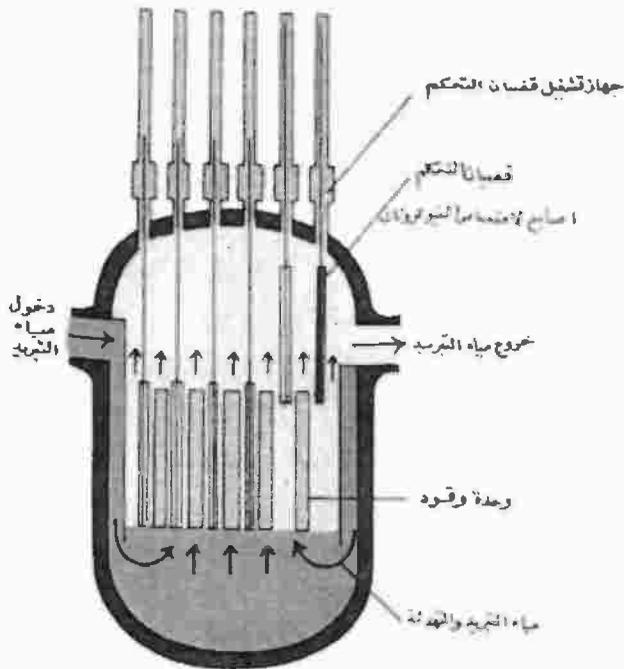
Van de Graaff Accelerator

صممه العالم الفيزيائي فان دي جراف عام ١٩٣٠، اعتمادا على مبدأ المولد الالكتروستاتيكي ذي السير المشحون. ويتكون هذا المعجل من: قطب نصف كروي يعمل كقطب موجب للجهد العالي، سير يحمل الشحنة يدور على بكرتين إحداهما عند قاعدة الجهاز متصلة بمحرك كهربائي والأخرى داخل القطب نصف الكروي. أنبوبة المعجل وتتكون من أقسام أسطوانية معزولة. مجموعة من إير الشحن موصلة بمصدر للجهد العالي وذات أطراف تكاد تكون متلامسة بسطح السير، مجموعة من إير التفريغ على الطرف الآخر من السير وتكاد تلامسه وتعمل على نقل الشحنة من السير إلى القطب الموجب نصف الكروي، مصدر أيونات. خزان يتحمل ضغطا عاليا يحتوي على جميع الأجزاء السابق ذكرها. مصدر جهد عالي مستمر (صفر-٣٠ كيلو فولت). بالإضافة إلى مغناطيس انحراف ومضخات تفريغ وغرفة الهدف. وتبلغ الطاقة القصوى التي يمكن الحصول عليها الآن (أوائل تسعينات القرن المنصرم) من هذا المعجل ١٢ ميغا إلكترون فولت بالنسبة للبروتونات.

وقد تم تطوير لمعجل الفان دي 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 ما يزيد عن ٢٠ ميغا إلكترون فولت، وأطلق على هذا المعجل: معجل فان دي جراف الترادفي Tandem accelerator وظهر هذا المعجل عام ١٩٥١م.



رسم يوضح أساس المفاعل النووي



مفاعل ماء مضغوط

تصمم المفاعلات النووية لإنتاج الطاقة الحرارية وبالتالي الكهربائية، أو لإنتاج النظائر المشعة، أو المواد الحربية أو غير ذلك. ويعتمد اختيار تصميم المفاعل بشكل أساسي على الغاية من استخدامه، فمثلاً في حال المفاعلات المستخدمة لتوليد الحرارة يراعى اختيار التصميم الماد بالحرارة بأرخص الأسعار، في 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 والمهدى أو المبطيء) هناك المفاعلات المتجانسة وغير المتجانسة. ففي المفاعلات المتجانسة يمكن أن يكون قلب المفاعل من معدن منصهر أو من أملاح منصهرة في حين أنه في المفاعلات غير المتجانسة يكون الوقود قضباناً مملوءة بأكسيد المعدن. وكثيراً ما يعتمد التصنيف على وظيفتها. كمفاعلات أبحاث أو مفاعلات لإنتاج النظائر أو مفاعلات للقوى.

Hot Laboratory

معمل حار

مختبر يصمم خاصة للبحوث والدراسات المتعلقة بالمواد المشعة شديدة الفعالية.

Radiation standards

معايير الإشعاع

معايير التعرض، ودرجات التركيز المسموح بها، وأحكام المناولة الآمنة، ولوائح النقل، ولوائح التحكم في الإشعاع في الصناعة، وتنظيم التعرض للإشعاع بالوسائل التشريعية. (انظر: وقاية إشعاعية، دليل الوقاية الإشعاعية)

معايير الفاعلية (النشاط) الإشعاعية

Radioactive standard

عينة من مادة مشعة طويلة العمر النصفى عادة، يكون عدد الذرات المشعة ونوعها عند زمن مرجعي محدد معروفين. وتستخدم هذه المعايير في معايرة أجهزة القياس الإشعاعية، أو لمقارنة القياسات المأخوذة في معامل مختلفة.

Radio titration

معايرة إشعاعية

المعايرة نوع خاص من التحليل الكيميائي يعرف بأنه العملية التحليلية التي تستمر فيها إضافة كميات متتامة ومحددة من محلول مقيس من سحاحة إلى حجم معين من محلول أو وزن معين من عينة موضوعة في إناء، إلى أن يتم تماماً تفاعل المكون المراد تقديره مع المحلول القياسي. وذلك مثل قياس أيونات الماغنسيوم بواسطة ثنائي فوسفات الصوديوم المرقوم.

وفي المعايرة الإشعاعية، يرقم محلول ثنائي فوسفات الصوديوم Na_2HPO_4 بالفوسفور المشع ^{32}P ، ويضاف المحلول الناتج إلى المحلول المحتوى على الماغنسيوم فيترسب الأخير على هيئة $\text{MgNH}_4^{23}\text{PO}_4$ ويفصل الراسب ويسحب الرشح إلى عداد سائل حيث يحصر عدد النبضات في الدقيقة. ويظل عدد هذه النبضات ثابتاً طالما وجدت أيونات الماغنسيوم في المحلول، وتزداد إذا وجدت وفرة من $(\text{Na}_2\text{H}^{32}\text{PO}_4)$

وتستخدم عملية المعايرة بكثرة في الصناعات الكيميائية لضبط التفاعلات الكيميائية.

Nuclear reactor

مفاعل نووى

هو منظومة متكاملة يتم فيها استثمار التفاعل الانشطاري المتسلسل المحكوم في إنتاج النيوترونات البطيئة أو السريعة وانطلاق حرارة الانشطار التي تنقل بواسطة المبرد إلى أبراج التبريد لإعادة استخدامها مرة أخرى أو إلى مولدات البخار في مفاعلات القوى لإنتاج بخار لإدارة تربينات لتوليد الكهرباء.

وحيث إن احتمال الأسر النيوتروني يتغير بتغيير سرعة النيوترونات فيتم بذلك الحصول على وسيلة للتحكم في المفاعل.

مفاعل بحوث Research reactor

مفاعل يصمم خاصة لاستعماله كجهاز لتوليد إشعاع جاما والنيوترونات البطيئة للاستفادة بها في أغراض الدراسات والبحوث العلمية، وتتخذ فيه الوسائل لتعريض المواد والأجسام التي يراد تعريضها للإشعاع فيه.

وتنقسم مفاعلات البحوث إلى ثلاث مجموعات، وأهم العوامل التي تؤخذ في الاعتبار عند تصنيف هذه المفاعلات هي: التفاعلات النووية الإضافية ومستوى الطاقة وكيفية إزالة الحرارة عند الضرورة ونوعية أوعية الاحتوار ونوعية معدات وأنظمة التجارب النووية.

ومنذ إنشاء أول مفاعل بحثي في ديسمبر ١٩٤٢ بالولايات المتحدة الأمريكية، بلغ عدد المفاعلات البحثية في العالم أكثر من ٣٩٠ مفاعلا في أكثر من ٦٥ دولة عضو في الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

مفاعل أنبوبية الضغط Pressure-tube reactor

مفاعل تكون عناصر الوقود فيه داخل أنابيب جانبية تحتوي على مبرد يدور تحت ضغط عادي، وتحاط المجموعة الأنبوبية بصهريج يحتوي على المهدى، تحت ضغط منخفض.

مفاعل إنتاج Production reactor

مفاعل مصمم أساسا لإنتاج البلوتونيوم-٢٣٩ على نطاق واسع بتشجيع اليورانيوم ٢٣٨ بالنيوترونات. ويعنى الاصطلاح أيضا مفاعل يستخدم أساسا لإنتاج النظائر المشعة.

مفاعل بركة Pool reactor

مفاعل تكون عناصر الوقود فيه معلقة في بركة مائية تعمل كعاكس ومهدى، ومبرد، والاسم الشائع له مفاعل حمام السباحة، ويستخدم عادة للبحوث والتدريب.

مفاعل حراري Thermal reactor

مفاعل يحدث فيه انشطار للوقود الإنشطاري بتأثير النيوترونات التي يتم إبطاؤها حتى تصبح في حالة اتزان حراري مع الوسط. وتسمى هذه النيوترونات البطيئة باسم النيوترونات الحرارية. وتتميز هذه النيوترونات بأن احتمال حدوث انشطار نتيجة تصادمها بالنويات الانشطارية كبير.

أما بالنسبة لمفاعلات القوى فتوصف حسب نوع الوقود أو نوع المهدى كمفاعل مبرد بالماء وآخر مبرد بالغاز. وغالبا ما يوصف المفاعل حسب الدورة الديناميكية الحرارية كما هو الحال في مفاعل الماء المضغوط أو مفاعل الماء المغلي. أما مفاعلات القوى فيقصد بها مفاعلات القدرة النووية التي يتم تشييدها على نطاق تجاري.

ويبلغ عدد مفاعلات القوى في العالم ٤٣٤ مفاعلا في ٣٢ دولة بقدرة إجمالية ٣٤٨٨٣ م كهربى بنهاية ١٩٩٨، وتبلغ الطاقة المولدة منها ١٦٪ من إجمالي الطاقة الكهربائية المولدة في العالم. وهناك أكثر من ١٧ دولة في العالم تبلغ نسبة مشاركة الوحدات النووية في إنتاج الكهرباء بها أكثر من ٢٥٪ من إجمالي الكهرباء المولدة وتبلغ نسبة الكهرباء المولدة من وحدات نووية ٨١,٥٪ من إجمالي الكهرباء المولدة في ليتوانيا وتصل هذه النسبة إلى ٧٨,٢٪ في فرنسا مع نهاية ١٩٩٨.

مفاعل الاندماج النووي Fusion Reactor

مفاعل يحتوى بداخله على خليط من التريتيوم والديتريوم وبعد حدوث الاندماج النووي 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 في هذا المفاعل تستغل الحرارة الناتجة في جدار المفاعل في تسخين سائل وتحويله إلى بخار مضغوط يستخدم في إدارة توربينات لتوليد الكهرباء. يتميز هذا المفاعل ببساطته وإنتاجه طاقة نظيفة غير ملوثة للبيئة ولكن مازالت البحوث جارية في 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؛ هي في استخلاص الحرارة الناتجة من التفاعل. ولقد توصل العلماء إلى بلوغ درجة الاشتعال للتفاعل الاندماجي في فترة صغيرة جدا وأصبحت المشكلة هي زيادة هذه الفترة. كذلك مشكلة الوعاء الذي يضم هذا التفاعل قد تم تحقيقه جزئيا باستخدام المجالات المغناطيسية كجدران لأوعية هذه التفاعلات (آلة الأنبوبية Toroidal). (انظر مادة: الاندماج النووي)

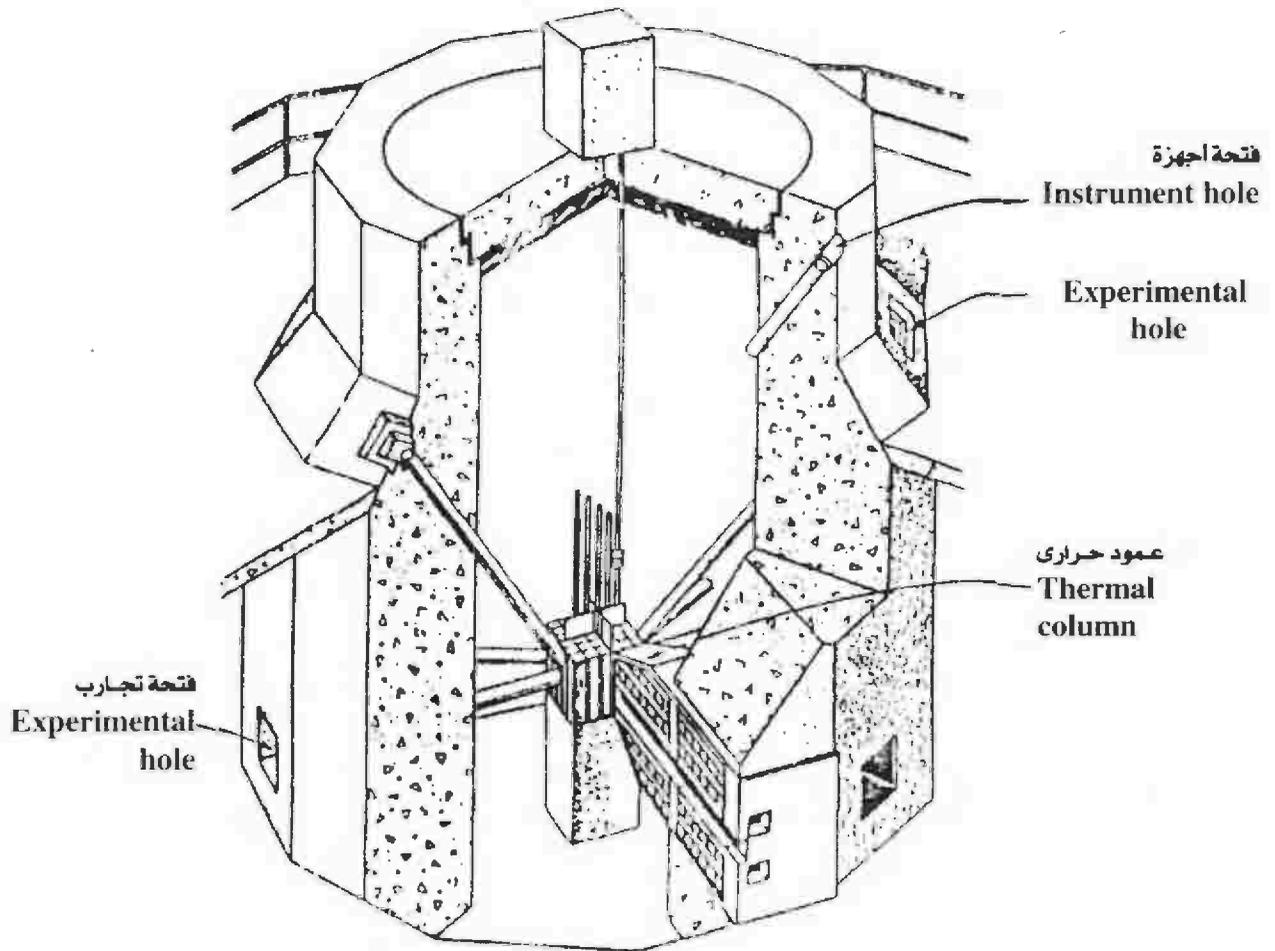
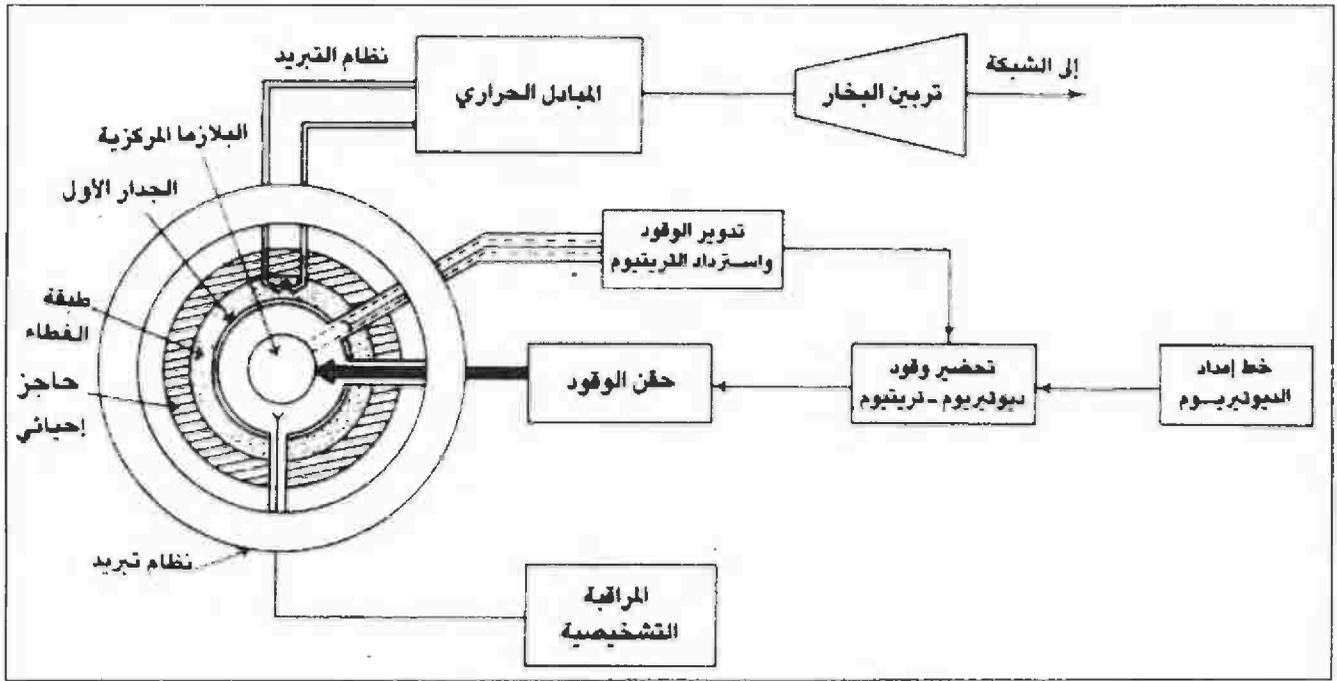
مفاعل اختبار Test reactor

مفاعل اختبار مصمم خصيصا لاختبار سلوك المواد والمركبات تحت ظروف الفيض النيوتروني والفيض الجامي ودرجات الحرارة في 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 (أي طيفها) في قلب المفاعل.

مقطع عرضي لمفاعل اندماجي



رسم تخطيطي لمفاعل بحوث

مفاعل ذو دورة طبيعية

Natural circulation reactor

مفاعل يتم دوران المبرد (الماء عادة) فيه بدون ضخ، أى بتيارات الحمل الطبيعي الناتج عن اختلاف كثافات أجزائه الباردة والساخنة بفعل المفاعل.

Fluidized bed reactor مفاعل الحوض المتمايع

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.

Zero- power reactor مفاعل صفرى القدرة

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.

Tank reactor مفاعل صهريجى

مفاعل يكون القلب فيه معلقا فى صهريج مقل. وسمى بهذا الاسم تمييزا له عن مفاعل البركة المكشوفة، وتستخدم هذه المفاعلات كمفاعلات بحوث واختبار.

Power reactor مفاعل قدرة

مفاعل يصمم خاصة لتوليد القدرة الميكانيكية التى يستفاد بها فى الأغراض العملية كتوليد الكهرباء.

Pulsed reactor مفاعل نابض

نوع من مفاعلات البحوث. يمكن بواسطته إحداث دفعات شديدة وقصيرة ومتكررة من القدرة أو الإشعاع. والنابض 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 الطبيعي أو يورانيوم مخضب 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 الكهرباء بطاقة تصل إلى ٥٠٠ ميجاوات وفى أغراض تدفئة المدن. ويختلف عن المفاعل الانجليزي الذى يستخدم الجرافيت كمهدئ مع اليورانيوم الطبيعي 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 المخضب 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 أوتوماتيكيا 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 المخضب 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 التحكم على شكل ألواح متقاطعة (صليبية) يتم إدخالها من أسفل المفاعل وتتخلل قلب المفاعل ويتم التحكم فيها

Radioresistance مقاومة إشعاعية

درجة مقاومة الكائنات الحية وخلاياها وأنسجتها وأعضائها لتأثيرات الإشعاع الضارة. وكثيرا ما يطلق أيضا على مقاومة المركبات الكيميائية والاجسام لتأثيرات الإشعاع فيها.

Partial cross-section المقطع العرضي الجزئي

مقياس لاحتمال حدوث أحد التفاعلات النووى أو الذرية من بين عدة تفاعلات محتملة. (انظر مادة: المقطع العرضي النووى)

المقطع العرضي للتنشيط

Activation cross-section

مقياس لاحتمال حدوث تفاعل ينتج عنه نوييدة اشعاعية ويغلب اطلاقه على النشاط الاشعاعى المستحث بالنيوترونات.

Nuclear cross section المقطع العرضي النووى

أثبتت فكرة استعمال الاصطلاح "المقطع العرضي للنواة" أنها ذات فائدة عظيمة 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 العرضي الهندسى" للنواة من العلاقة πr^2 حيث r نصف قطر النواة، ولكنه أكثر نفعاً أن نحدد المقطع العرضي لعملية ذاتية معينة من خلال إمكان حدوث تفاعل ما مثل ذلك المقطع العرضي لاستطارة الجسيمات ذات الشحنات أو المقطع العرضي لامتناس جسيمات معينة أو لامتناس إشعاعات ما كأشعة جاما. ويقصد بالمقطع العرضي فى هذا المعنى وفى حدود هذا الاصطلاح مقياس احتمال حدوث عملية معينة. ويمكن أن يمتد اصطلاح المقطع العرضي النووى إلى أنواع أخرى من العمليات النووية مثل ، المقطع العرضي للامتصاص، والمقطع العرضي للانشتطار. الخ كما أن مجموع كل المقاطع العرضية لكل التفاعلات المحتملة يعرف بالمقطع العرضي الكلى. ومن جهة أخرى يمكن النظر إلى هذا التعبير من خلال التصور بأن مساحة مقطع النواة هو مقدار متغير يتزايد أو ينقص بزيادة أو نقص احتمالات حدوث التفاعل المحدد على الترتيب. ويعبر عن المقاطع العرضية بوحدات مساحة يطلق عليها " البارن barns ، حيث ١ بارن يساوى 10^{-28} سم² .

المقطع العرضي للاستطارة

Scattering cross-section

مقياس لاحتمال استطارة القذيفة عند اصطدامها بالنواة أو الذرة الهدف. (انظر مادة: المقطع العرضي النووى)

أتوماتيكيا أو يدويا. ثانيا ، دائرة التبريد الثانوية ، وهى الدائرة التى يمر فيها البخار الناتج من مولد البخار نحو التربينه التى تدير مولد الكهرباء ثم يمر البخار الخارج من التربينه 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.

Gas - cooled reactor المفاعلات المبردة بالغاز

مفاعلات هذا النوع تستخدم غاز ثانى اكسيد الكربون للتبريد والجرافيت للتهديئة وكما عاكسة ويستخدم هذا النوع اليورانيوم الطبيعى كوقود نظرا للخواص النووية الممتازة للجرافيت كهدىء ولغاز ثانى اكسيد الكربون كمبرد. وأقدم المفاعلات البريطانية مبردة بالغاز كانت المادة المصنوع منها غلاف الوقود هى سبيكة الماجنوكس ومن هنا يشار إلى هذا النوع من المفاعلات بمفاعلات الماجنوكس . أما الأجيال الجديدة من المفاعلات 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 لا يصدأ والمضاف اليه نسبة من الكروم والنيوبيوم. ويطلق على هذا الجيل من المفاعلات ، مفاعلات التبريد بالغاز المتقدمة.

Converter reactor مفاعل محول

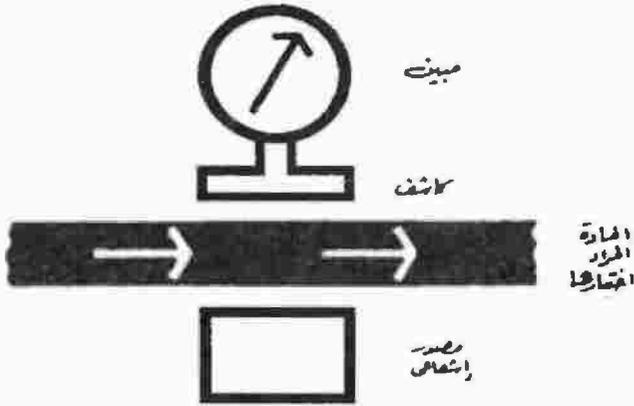
مفاعل ينتج بعضا من المادة القابلة للانشتطار ولكن بكمية أقل مما يستهلك. وفى بعض الاستخدامات هو المفاعل الذى ينتج مادة قابلة للانشتطار تختلف عن الوقود المحترق ، بصرف النظر عن النسبة ، وفى كلتا الحالتين تعرف العملية بالتحويل.

Fast breeder reactor مفاعل مولد سريع

مفاعل نووى تحدث معظم الانشتطارات فيه بنيوترونات سريعة ناتجة عن انشتطارات 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 وبالتالي توفير وقود إضافى أثناء التشغيل وتعويض احتراق الوقود الأسمى. ومن هنا جاءت تسمية هذه المفاعلات بالمفاعلات المولدة أى قادرة على توليد بلوتونيوم أكثر مما يستهلك.

ازدياد قيمة تخانة المادة المختبرة وعندما يقوم الكاشف بقياس أشعة مختلفة عن الكثافة المميزة للثخانة المطلوبة يتم تصحيح قيمة تخانة المادة آليا.

ووفقا للمادة المراد قياس وتحديد ثخانتها يمكن استخدام منبع أشعة بيتا أو منبع أشعة جاما أو أنبوبية 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 تنوهن. وبارتداد السمك تقل شدة الإشعاع الذي 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 ميكانيكي أو فوتوغرافي يبين توزيع النويدات المشعة بداخل الكائنات الحية. فمثلا لاختبار الغدة الدرغية يقاس التلألؤ بمساعدة جهاز خاص يسمى "ماسح التلألؤ" يتولى مسح سطح حلق المريض بعد فترة معينة من أخذه لمحلول اليود المتع. وتبين النقط السوداء في الرسم الناتج عن هذا القياس المناطق من الغدة الدرغية التي 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 بالملايس والأدوات وغيرها. ويقدر هذا التلوث عادة بالملى رونتجن فى الساعة.

مقياس الجرعة (مجرع) Dosimeter

وسيلة لقياس أو تقييم التعرض الإشعاعى ، أو الجرعة المنصبة أو الجرعة المكافئة ويطلق لقب دوزميتر حاليا على جهاز المجرع

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 تصطم بها. (انظر مادة: المقطع المستعرض النووى)

المقطع العرضى للانشطار Fission cross-section

مقياس لاحتمال انشطار النواة الهدف التى تصطم بها القذيفة. (انظر مادة: المقطع العرضى النووى)

المقطع العرضى الميكروسكوبى

Macroscopic cross-section

المقطع العرضى لنواة أو ذرة أو لجزء 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 (سم²) ولكن بوحدة خاصة هى البارن barn، حيث (١ بارن = ١٠^{-٢٨} سم²).

مقياس التأين Ionization Guage

صمام الكترونى لقياس الضغوط الغازية الصغيرة عن طريق قياس تيار التأين.

مقياس تحديد الثخانة (السمك)

Thickness gauging

يتم استخدام النظائر المشعة فى قياس وتحديد ثخانة (سمك) المواد، إما بإمرار المادة المراد قياس تحديد ثخانتها 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 ثخانتها 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 فى يطرأ على قيمة تخانة المادة زيادة أو نقصانا سيؤدى إلى تغيير فى قيمة كثافة الأشعة الساقطة على الكاشف وظهور إشارة 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 الأشعة المنعكسة أو المتبعثرة التى تزداد مع

كمية الطاقة الممتصة من الاشعاعات. لذلك فإنه عند قياس كمية الضوء الصادر عند تسخين البلورة 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 الخائدة 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 والمغناطيسى لإحداث الانحراف. وبمعرفة شدة هذا المجال بالضبط، يمكننا تحديد كتلة كل جسيم بدقة، استنادا إلى شكل المسار الذى اتخذته ذلك الجسيم. وتسمى الآلات التى تستخدم اللوح الفوتوغرافى لاكتشاف انحراف الشعاع براسمات الطيف الكتلى (إسبكتروجراف). وتستخدم أنواع حديثة من مقياس الطيف الكتلى، مجالا مغناطيسيا عن مغناطيس كهربائى ذى قدرة عالية، لعمل انحراف للشعاع المتأين، وتلتقط وتكتشف الأيونات كهربائيا بواسطة "مضاعف إلكترونى"، بدلا من لوح تصوير، إذ يستطيع المضاعف الإلكتروني أن يكبر الإشارة الأصلية المنتجة بواسطة 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)

Survay meter

مقياس المسح (الإشعاعى)

وسيلة تستخدم لقياس معدل التعرض الإشعاعى (روتونجن 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

الجيبى Pocket dosimeter. وهو عبارة عن غرفة تأين يحملها الشخص، وتحتوى على جهاز لقياس الإلكترونات. وتعرف بدقة 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).

Penetrometer

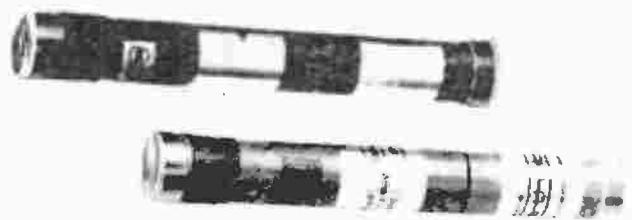
مقياس النفاذية

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 العاى. ويستعمل عادة فى التعرض لأشعة جاما فقط. أما فى حالة أشعة بيتا أو النيوترونات، فيستعمل نوع خاص آخر. ولا يمكن استخدامه لمدة طويلة مثل الفيلم بادج، نظرا لحدوث تفرغ فيه بل يستخدم لمدة يوم أو عدة أيام على الأكثر، ولا بد من شحنه وقراءته قبل البدء فى العمل بالإشعاع. وهو عبارة عن أنبوبة بها حجم 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 تدرج يمكن معايرته بالروتونجن أو الميللى روتونجن. وفى نهاية الأنبوبة يوجد تليسكوب للتكبير ليسهل قراءة التدرج.



مجراع التألق الحرارى

Termoluminescent dosimeter TLD

مراقب شخصى تحيس فيه الالكترونات المدرية وتزاح أو تحبس داخل بلورة مثل الكالسيوم المنشط بالمنجنيز، أو فلوريد الليثيوم كنتيجة لتعرض البلورة للاشعاع المؤين، وبعد تسخين البلورة لدرجة حرارة معينة تنطلق الطاقة المخزنة من اراحة الالكترون على شكل ضوء مرئى. وتتناسب كمية الضوء الصادر عند تسخينها مع

الاستخدام العسكري للطاقة النووية

صنع مواد الأسلحة النووية

الطبيعة، فهو ينتج في المفاعلات النووية بواسطة وفرة يورانيوم مشع
 "The Reprocessing of Nuclear Fuel", by W.P. [مؤلف: W.P.]
 [Washington, Scientific American, 12 (1976)]

وفي أكثر الطرق المتبعة في إعادة المعالجة، يُقطع الوقود المشع ويُحل في حامض ويعرض لحث يدعى تريبتونائل فوسفيت $\text{Tri-n-butyl phosphate}$ مبروجا بالأكبروسين. ويعمل هذا الحث على فصل البلوتونيوم واليورانيوم عن منتجات الإشتراط. ويصعد ترسب البلوتونيوم بواسطة مستقر (مرجع) redox وهو مادة كيميائية تغير البلوتونيوم إلى شكل غير قابل

Making Nuclear Weapons Matter

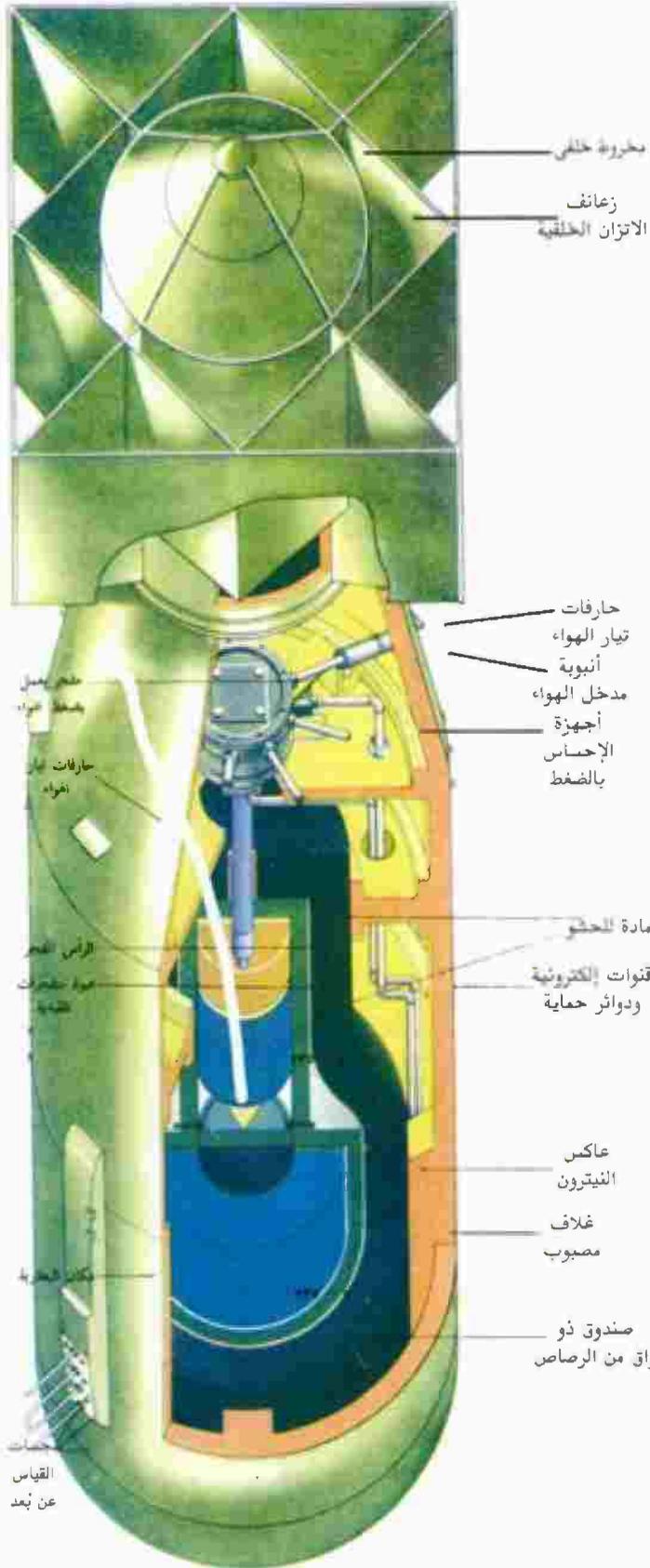
إلى أصعب مرحلة في صناعة مواد الأسلحة النووية هو إنتاج الوقود اللازم، إما البلوتونيوم أو اليورانيوم العالي الإخصاب. ونقطة الانطلاق هي اليورانيوم المشع، وهو 99.7 في المئة يورانيوم 238 و 0.7 في المئة يورانيوم 235. والآخر لقط هو الذي يستخرج الإثراء على تفاعل متسلسل. وتصنع قنبلة يورانيوم يحتاج الجزء إلى زيادة محتوى اليورانيوم 235 إلى 90 في المئة أو أكثر. ومعظم مرافق الإخصاب الحديثة، تستخدم تانيدات centrifuges عالية السرعة. [مؤلف: D.H. Christie] Scientific American, 8 (1974) "The Gas Centrifuge"

وتمة بطريقة بسيطة لتحليل البلوتونيوم، وهذا العنصر غير متوفر في





إن التفجيرات الاختبارية للأسلحة النووية التي كانت تُجرى تحت الأرض والتي حظرتها
حاليا معاهدة دولية ، تتجه إلى العالم الافتراضي للمحاكاة بواسطة حواسيب عملاقة .



مقطع لنظر من قنبلة البورانيوم - 235 المعروفة باسم الفتى الصغير. شكل بين سقوط القنبلة بطريقة صحيحة فوق منتصف هيروشيما. وتبين هذا الخريطة ، مدى الدمار الذي لحق بهذه المدينة.



شكل يبين قنبلة البلوتونيوم المعروفة باسم الرجل البدون. وهي من نفس الطراز الذي تم إسقاطه فوق مدينة ناجازاكي.



القنبلة الذرية

الصواريخ الهندية

الصواريخ الباكستانية

أكتي [الصاروخ] I
النوع وقود صلب المرحلة الأولى وقود سائل المرحلة الثانية
المدى: 1000 - 2000 كم
الرأس الحربي: 1000 كغم
مرحلة التطوير: معلق

أكتي II
النوع وقود صلب، مرحلتان
المدى: 2000 كم
الرأس الحربي: 1000 كغم
مرحلة التطوير: اختبار في الشهر 4 (1996)

پريثفي [ارض] I
النوع وقود سائل، مرحلة واحدة محرك مضخم طبقا لمحرك الصاروخ الروسي SA-2 الخاص بالذخائر الجوية
المدى: 150 كم
الرأس الحربي: 1000 كغم
مرحلة التطوير: جاهز للاستخدام

پريثفي II
النوع وقود سائل، مرحلة واحدة
المدى: 200 كم
الرأس الحربي: 500 كغم
مرحلة التطوير: اختبار في الشهر 1 (1996)

پريثفي III
النوع وقود سائل، صاروخ بحري، ذو مرحلة واحدة
المدى: 300 كم (1)
الرأس الحربي: غير معروف
مرحلة التطوير: قيد التطوير

ساتاريجا (غير معروف)
[ممولود على الحائط]
صاروخ مضاد للقوات من النوع كروز - صاروخ بالستي
المدى: 500 كم (1)
الرأس الحربي: غير معروف
مرحلة التطوير: قيد التطوير

هافت [دروع] I
النوع وقود صلب
مرحلة واحدة، مؤسسة على صاروخ سبر فونسي
المدى: 80 - 90 كم
الرأس الحربي: 500 كغم
مرحلة التطوير: اختبار في الشهر 1 (1993)

هافت II
النوع وقود صلب
مرحلة واحدة
المدى: 200 - 300 كم
الرأس الحربي: 500 كغم
مرحلة التطوير: اختبار في الشهر 1 (1993)

هافت III
النوع وقود صلب
مرحلة واحدة
المدى: 500 كم
الرأس الحربي: 250 كغم
مرحلة التطوير: اختبار في الشهر 7 (1997)

M-11 (غير معروف)
النوع وقود صلب، مرحلة واحدة
المدى: 250 كم
الرأس الحربي: 500 كغم
مرحلة التطوير: يُزعم أنها استوردت من الصين في الشهر 4 (1996)

غوري
اسم عند الغائب حكم في القرن 19
النوع وقود سائل
مرحلة واحدة، يسميه صاروخا فلتحه غوريا الشمالية
المدى: 1500 كم
الرأس الحربي: 700 كغم
مرحلة التطوير: اختبار في الشهر 4 (1996) وتشرع في الإنتاج للتسليم في الشهر 11 (1998)

شاهين [عقاب] I
النوع وقود صلب، مرحلة واحدة
المدى: 500 - 750 كم
الرأس الحربي: 1000 كغم
مرحلة التطوير: اختبار في الشهر 1 (1996)

شاهين II
النوع وقود صلب صاروخ ذو مرحلتين
المدى: 2400 كم
الرأس الحربي: غير معروف
مرحلة التطوير: قيد التطوير

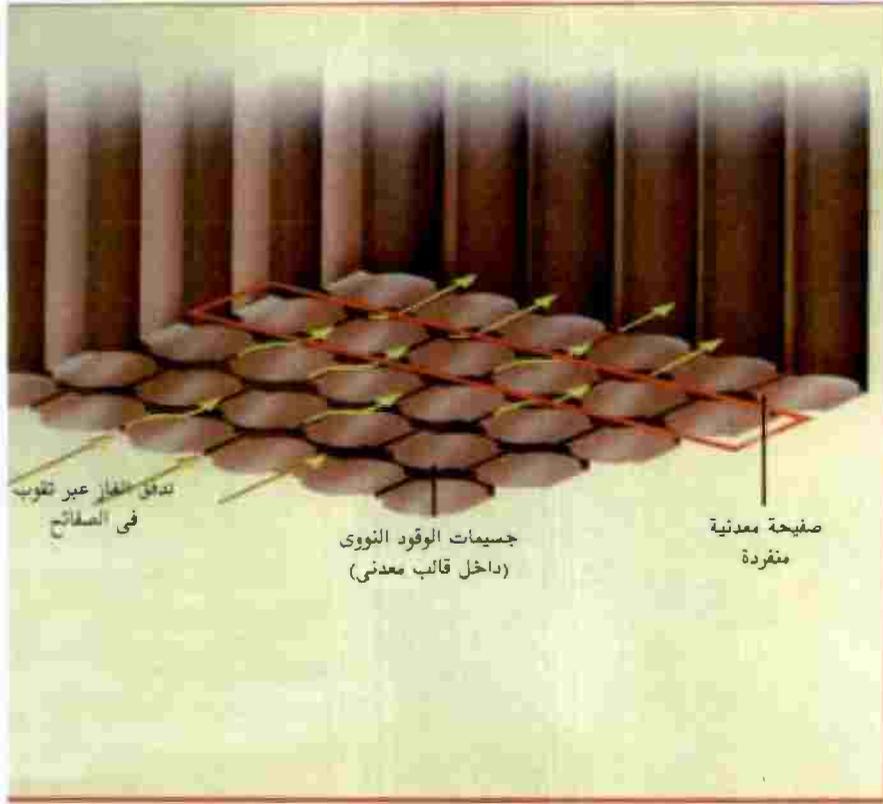


مقارنة القياسات

وسائل نقل الأسلحة النووية
(صراع التنافس بين الهند وباكستان)

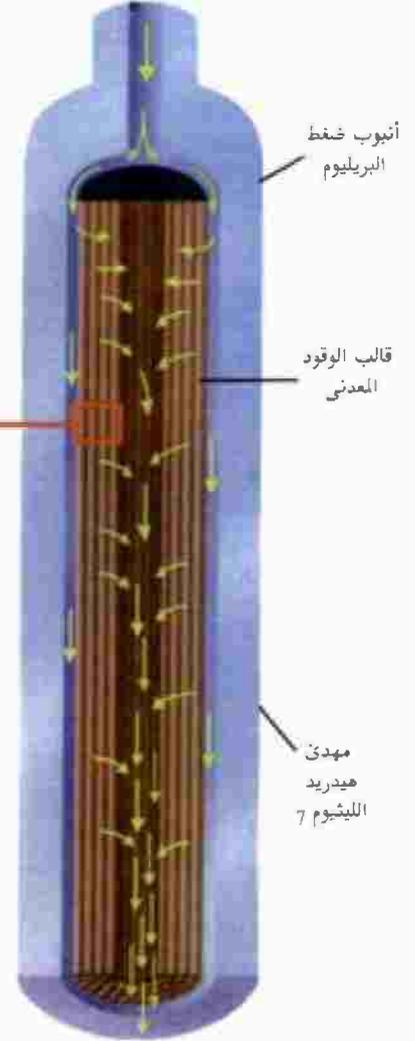
إن وحدة الوقود fuel element هي واحدة من 37 وحدة يتكون منها المحرك الصاروخي النووي المتراص والهيدروجين السائل الذي يتدفق إلى وحدة الوقود. يتحول إلى غاز يجرى عبر لفة الوقود النووي (اللون البني الفاتح) ونرى في اليسار على نحو مفصل خمسا من طبقات الصفائح المعدنية للفة بعد ذلك ينطلق الغاز المسخن بإفراط نحو أسفل القناة المركزي ويخرج من وحدة الوقود محدثا الدفع .

تفاصيل لفة الوقود

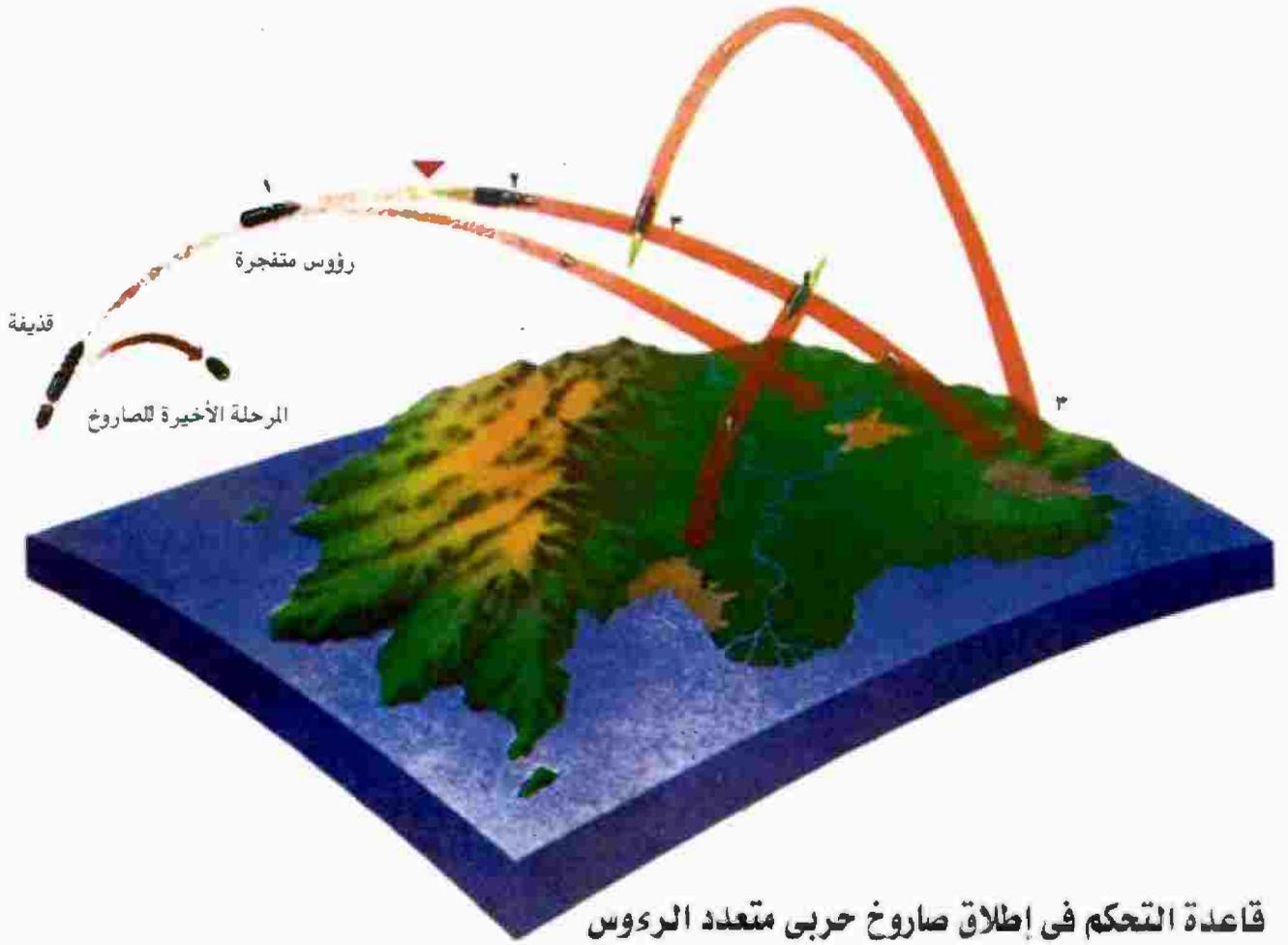


نظرية عمل الصاروخ النووي

وحدة وقود
تدفق الهيدروجين

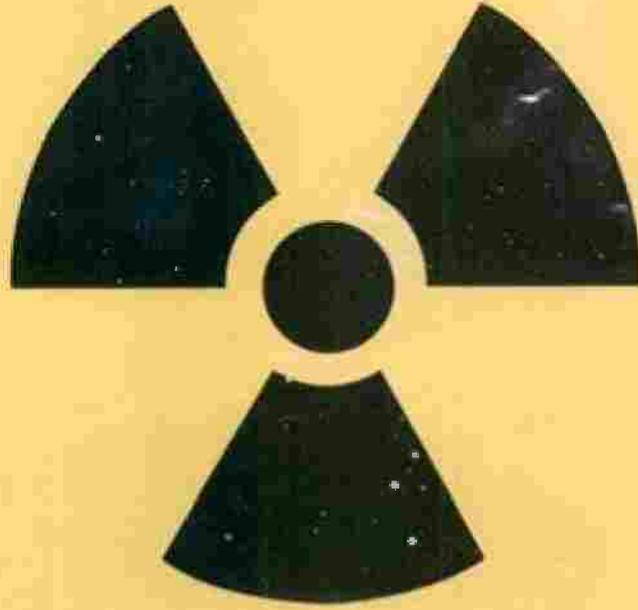


صاروخ متعدد الرؤوس النووي يوجه من قاعدة الإطلاق. وعندما تصل المرحلة الأساسية للصاروخ إلى غايتها، تستمر المركبة الحاملة للرؤوس النووية في التقدم، وينفصل الرأس الحربي الأولي. ثم تقوم المركبة بعد ذلك، بسلسلة من المناورات، بحرق صاروخها ومحركها، ثم يقذف رأس متفجر في كل مرحلة. وقد توجه الرؤوس جميعا نحو هدف واحد، أو نحو أهداف مختلفة، بعد فترة زمنية سبق تحديدها.



هيئة الطاقة الذرية

المركز القومي للأمان النووي والرقابة الإشعاعية



مواد مشعة

RADIOACTIVE MATERIALS

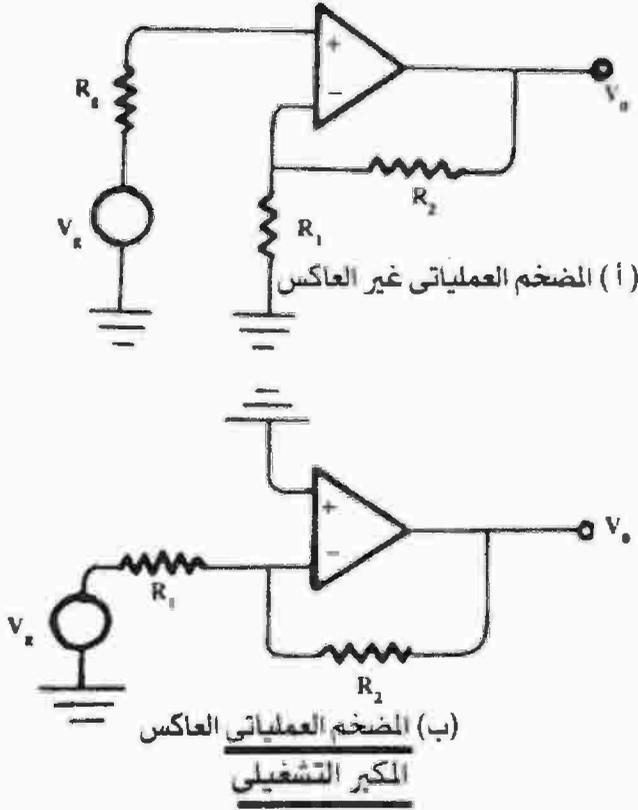
شارة تحذير من خطر الإشعاع

المكبر التشغيلي (العمليات)

Operational amplifier

هو المكبر ذو التغذية العكسية السالبة Negative-feedback والتكبير gain العالي (في حدود بضعة آلاف من المرات). يستخدم بصورة عامة في تطبيقات القياسات والتحكم كما يستخدم في الحاسبات الالكترونية analogue computers حيث يقوم هذا المكبر بعدة عمليات مختلفة: كعمليات الضرب والجمع والطرح والمكاملة والمفاضلة لنبضة داخلية.

ومن أنواع هذه المكبرات، المكبر العاكس inverting والمكبر غير العاكس noninverting. ويمكن بناء هذه المكبرات التشغيلية على شكل دوائر متكاملة (IC) integrated circuits واستخدامها في بناء الكثير من الأجهزة الالكترونية.



Capacitors

يتكون المكثف من لوحين من مادة موصلة يفصلان بواسطة طبقة رقيقة من مادة عازلة قد تكون ورق ميكافون، أو أنواعا مختلفة من البلاستيك، أو من الخزف، أو بعض أكاسيد المعادن. تستخدم المكثفات في تخزين الشحنة الكهربائية عند وجود فرق جهد بين الموصلات المتصلة بألواح المكثف. وعند توصيل طرفي المكثف ببطارية، فإن الالكترونات تبدأ في التحرك من الطرف السالب للبطارية إلى أحد ألواح المكثف، أما الإلكترونات في اللوح الآخر فيحدث لها تنافر مع الإلكترونات في اللوح الأول وتتحرك في اتجاه النهاية الموجبة للبطارية. ويحدث انخفاض في سريان التيار ويقف

المكثفات

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 تؤدي دورا هاما في هذا المجال سواء في تحسين البيئات الغذائية للأعداء الحيوية وإطالة فترة تخزينها أو في زيادة كفاءة التربية على هذه البيئات، وحتى في تسهيل إدخال أنواع جديدة من الأعداء الحيوية إلى بيئات لا توجد فيها أصلا دون الخوف من احتمال إدخال عوائلها. ويكمن دور الأشعة المؤينة في المكافحة البيولوجية للآفات الحشرية في مجالات متعددة من أهمها، إصابة الحشرات بالمعقم. 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 فتقتل بذلك نسب تخصب بيض إناث الحشرات وبالتالي يقل عدد الحشرات الناتجة.

TNT equivalent

مكافئ الديناميت

مقياس للطاقة المنطلقة في تفجير متفجر نووي بدلالة وزن الديناميت (وهي المتفجر الكيميائي المعروف باسم النيتروتولين الثلاثي) الذي يحرر المقدار نفسه من الطاقة عندما ينفجر. ويعبر عنه عادة بالكيلو طن، أو الميجا طن. وعلاقة التكافؤ الديناميتي مبنية على حقيقة أن طن الديناميت يحرر طاقة قدرها بليون (10⁹) سعر.

(انظر: عيار القنبلة النووية)

Amplifier

مكبر

المكبر أداة تعطى جهدا صغيرا متغيرا تحت قدرة منخفضة، فتعطيك جهدا متغيرا يحاكيه شكلا ولكنه يمتاز عنه بأنه أكثر ضخامة وأعلى قدرة. والتغيرات في الجهد قد تكون مجرد تيار متردد بسيط جيبي أو تيارا مترددا معقدا. وتسمى هذه التغيرات أو تغيرات في تيار متجه (وتسمى هذه التغيرات الأخيرة عادة "نبضات"). ويمكن أن تنشأ التغيرات الأولى من مولد ضعيف جدا، مثل ملف يدور في مجال الأرض المغنطيسي أما التغيرات الثانية فيمكن أن تشمل تغيرات فرق الجهد في ميكروفون أو تليفون تسقط عليه أمواج صوتية. أما الطراز الثالث من التغيرات فشائع في الفيزياء النووية، ويمكن ان يمثل استجابة عداد جيجر لجسيم ذري أو نووي. وكافة هذه التغيرات في فروق الجهد يضمها اصطلاح واحد هو لفظ إشارة. والتوعان الأولان إشارات لتيار متردد، في حين أن النوع الثالث إشارة تيار نابض. ووظيفة المكبر العمل على زيادة سعة الاهتزازة في هذه الإشارات.

Manipulators (أدوات المناولة والأداء)

أجهزة ميكانيكية تستخدم للمناولة الآمنة للمواد المشعة، وغالبا ما يجرى تشغيلها عن بعد ومن وراء درع واقية.

By-product material منتج جانبي

أية مادة مشعة (سوى مادة المصدر أو المادة القابلة للانحطاط) يتم الحصول عليها في أثناء إنتاج أو استخدام مادة مصدرية أو مادة قابلة للانحطاط. وتتضمن هذه المواد منتجات الانحطاط وكثيرا من النظائر المشعة الأخرى المنتجة في المفاعلات النووية.

Isodose curves منحنيات تساوي الجرعة

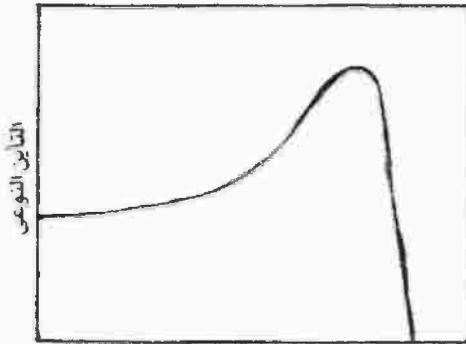
منحنيات أو خطوط تصل بين النقط التي تصل إليها كميات متساوية من الطاقة الإشعاعية عند عمق معين من لنسيج الحيوى.

Repository, waste منشأة الدفن (للنفايات)

هي مستقر الحفظ والتخلص disposal الدائم والآمن للنفايات، حيث لا تكون هناك نية لاسترداد النفايات فى المستقبل ثانية. ويمكن أن هذا الدفن 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 الدفن الأرضى يستخدم لدفن النويدات المشعة لجسيمات الفا، والنفايات عالية المستوى الإشعاعى.

Bragg Curve منحنى براج

هو منحنى يمثل تغير التأين النوعى لحزمة من الجسيمات المشحونة المنبعثة من مصدر معين كدالة المسافة التى تقطعها فى مادة الامتصاص.



منحنى براج لجسيمات الفا فى الهواء

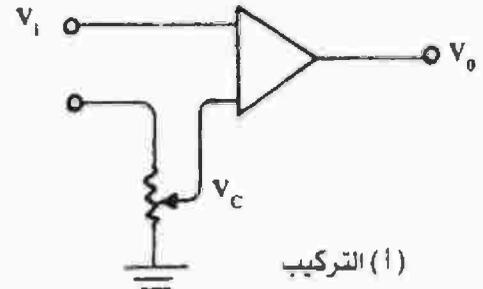
ويبين الشكل المرافق هذا المنحنى لجسيمات الفا فى هواء جاف، وعند درجة حرارة ١٥ مئوية وضغط

جوى اعتيادى (الظروف القياسية) ويلاحظ ازدياد التأين النوعى

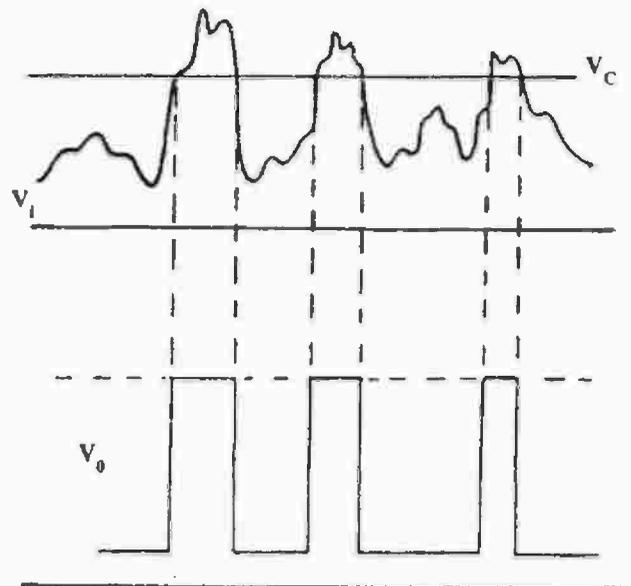
تماما عندما يكون فرق الجهد عبر ألواح المكثف مساوية لفرق الجهد بين طرفى البطارية. حيث يعبر عن السعة (C) capacitance بالمعادلة الآتية: $C = Q/e$ ، حيث C هي سعة المكثف بوحدات الفاراد، Q هي الشحنة بوحدات الكولوم، e هي الجهد عبر المكثف.

Discriminator (منتخب ارتفاع الموجة)

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 V_i 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.



(أ) التركيب



(ب) النبضات الداخلة والخارجة

Survival curve

منحنى النجاة

منحنى يتم الحصول عليه برسم العلاقة البيانية بين عدد الكائنات الباقية على قيد الحياة أو نسبتها المئوية في وقت معين، وجرعة الإشعاع. أو العلاقة البيانية بين عدد الكائنات الباقية على قيد الحياة في فترات مختلفة بعد التمرس لجرعة إشعاع معينة. (انظر : جرعة قاتلة)

Pressurizer

منظم الضغط

وعاء ضغط يساعد في التحكم في ضغط الدائرة الأولية لمفاعلات الماء المضغوط. حيث يملأ جزئياً بماء مندفع، والجزء الآخر يملأ بالبخار وبغازات أخرى بالإمكان. ففي حالة ارتفاع الضغط في دائرة المفاعل يضخ الماء برشاش إلى فراغ البخار حيث يعمل ذلك على تكثيف البخار كما يقل الضغط.

أما في حالة انخفاض ضغط الدائرة فيتم تشغيل السخانات لزيادة محتوى البخار في منظم الضغط، مما يؤدي إلى رفع ضغط الدائرة.

Irradiation installation

منشآت تشعيع

إنشاءات أو تجهيزات تشتمل على معجل جسيمات، أو جهاز أشعة سينية أو مصدر إشعاعي كبير. ويمكنه أن ينتج حقولاً إشعاعية عالية. وتوفر الإنشاءات المصممة بشكل صحيح التدرج وغير ذلك من صور الوقاية. وهي مزودة بأجهزة الأمان مثل الأقفال المترابطة التي تمنع الدخول غير المقصود إلى المجال الإشعاعي العالى. وتشمل منشآت التشعيع منشآت للعلاج الخارجى الإشعاعى بالحزء الإشعاعية، ومنشآت لتعقيم المنتجات التجارية أو حفظها. وبعض المنشآت للتصوير بالأشعة للأغراض الصناعية.

Nuclear facility

المنشأة النووية

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 النظائر المشعة، ومنشآت التخزين المستقلة، وأية منشأة أخرى أو مكان آخر تتواجد فيه مواد نووية جديدة أو مشعة أو كميات كبيرة من المواد المشعة.

Low population zone

منطقة قليلة السكان

منطقة تحيط بالمنشأة النووية حيث يحسن خفض الكثافة السكانية. ولكثافتها السكانية وعدد السكان ودورها في تهيئة البيئة باحتمال معقول بحيث يمكن اتخاذ إجراءات الوقاية اذا ما وقع حادث خطير.

لهذه الجسيمات مع تقدمها فى الوسط، ويعود سبب ذلك إلى الانخفاض التدريجى لطاقة الجسيمات أى سرعتها، ويصل التأين النوعى إلى قيمة عظمى ٦٦٠٠ زوج أيونى/ مم عند طاقة تبلغ ٠.٧٥ م.إ.ف (مليون إلكترون فولت) ثم ينخفض بشكل سريع حين يأسر جسيم الفا إلكترونات فتقل شحنته وينقص بالتالى تأينه النوعى، حتى إذا اقتنص إلكترونات آخر أصبح ذرة متعادلة. إن هذا للهبوط المفاجئ، فى التأين النوعى يدل على أن جميع جسيمات الفا انبعثت من مصدر معين لها نفس الطاقة، وأنها توقفت عن إحداث التأين بعد أن قطعت نفس المسافة.

(انظر مادة: التأين النوعى)

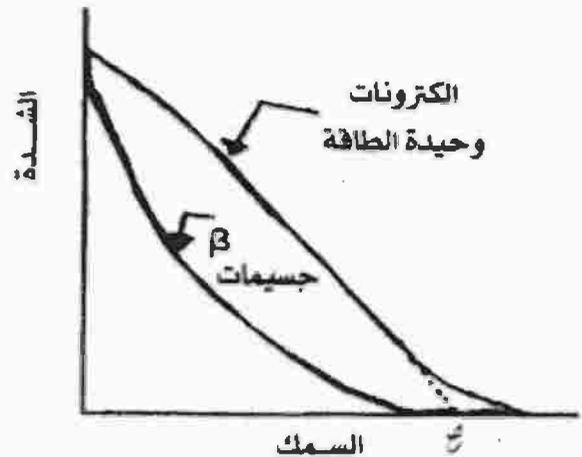
منحنى الامتصاص (النفاذية)

Absorption (Transmission) curve

عند مرور الالكترونات فى المادة يحدث تناقص فى الشدة على طول المسار ويعود ذلك إلى التشتت الذى تعانیه الالكترونات خلال المادة. فإذا رسم منحنى الامتصاص أو النفاذية الذى يمثل شدة الالكترونات كدالة للمسافة يلاحظ تناقص الشدة باستمرار. ويكون هذا التناقص تدريجياً فى حالة الالكترونات وحيدة الطاقة أما فى حالة أشعة بيتا منبعثة من مصدر مشع فإن هذا التناقص يكون فى البداية شديداً (ميل المنحنى يكون كبير فى البداية) وذلك بسبب سرعة امتصاص جسيمات بيتا ذات الطاقة المنخفضة فى الطيف، ويكون شكل منحنى النفاذية أسياً 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 المادة الماصة بالسنتمتر.



منحنى الامتصاص لجسيمات بيتا والالكترونات وحيدة الطاقة

Blast wava

موجة انفجارية

نبضة هوائية، تنتشر من انفجار، يزداد فيها الضغط زيادة حادة عند مقدمة كتلة الهواء المتحركة، وتصاحبها رياح شديدة وقتية. (انظر: موجة صدمة)

Shock wava

موجة صدمة

نبضة ضغط في الهواء، أو الماء أو الأرض تنتشر نتيجة انفجار، ولها طوران: في الطور الأول أو الموجب يرتفع الضغط بحددة إلى أن يصل إلى قمته ثم يهبط إلى الضغط الطبيعي في الوسط المحيط، وفي الطور الثاني أو السالب ينخفض الضغط إلى مادون ضغط الوسط ثم يعود ثانية وتسمى موجة الصدمة في الهواء عادة موجة لفحة.

Pulse generator (pulser)

مولد النبضات

يستخدم لتوليد نبضات كهربية تحاكي تلك الناتجة عن كاشفات الإشعاع. ويمكن أن تكون هذه النبضات موجبة أو سالبة كما يمكن التحكم في سعة النبضة عن طريق مفاتيح التحكم، حيث يمكن أن تتغير السعة بصورة مستمرة بدءاً من الصفر وحتى القيمة العظمى التي تبلغ حوالي ١٠ فولت. ويمكن أن تولد بعض الأجهزة نبضات مباشرة ذات سعة محددة أو نبضات موهنة. يستخدم المولد في معايرة الطاقة، حيث تغذى النبضات الناتجة عنه المضخمات الأولية كما يمكن أن تغذى هذه مباشرة المضخمات الرئيسية وبذلك تشكل ما يسمى بنبضات الاختبار.

Radioisotopic generator

مولد للنظير المشع

مولد قوى صغير يحول الحرارة المتحررة في أثناء الانحلال الإشعاعي إلى كهرباء مباشرة. وتنتج هذه المولدات بضعة واتات (جمع وات) من الكهرباء فقط بصفة عامة، ويستخدم فيها محولات حرارية كهربائية أو ترميونية. وبعضها يعمل أيضاً كمحولات الكترولستاتيكية لإنتاج فولتية صغيرة، ويسمى أحياناً بطارية ذرية. (انظر: بطارية نووية)

Maser

ميزر

نوع من الموجات الكهرومغناطيسية أحادي التردد ومتحد الطور ينطلق من جزيئات المادة عند إثارتها بإشعاع من النوع نفسه تحت ظروف خاصة. (انظر مادة ليزر)

Meson

ميزون

هو جسيم أولي تبلغ كتلته حوالي ٢٠٠ مرة قدر كتلة الإلكترون، وقد يكون موجباً أو سالباً. وهو يوجد في الأشعة الكونية التي تسقط على الأرض باستمرار من الغلاف الخارجي المحيط بها. ويوجد منه

Exclusion area

منطقة ممنوعة

منطقة تحيط بالمفاعل النووي مباشرة يحرم فيها سكن الآدميين لضمان الأمان في حالة وقوع حادثة.

Fluoroscope

منظار فلورى

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 ظليلة تحدثها أشعة أكس.

Laplacian operator

مؤثر لابلاس

المؤثر التفاضلى ∇^2 الذى يعبر عن إجراء عمليتى التفرق والانحدار واحدة بعد الأخرى:

$$\nabla^2 = \nabla \cdot \nabla = \text{div}(\text{grad}) \\ = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

لمؤثر لابلاس أهمية خاصة عند دراسة ميكانيكا الموائع وفى مجال الهندسة النووية ونظرية المفاعلات. (انظر مادتي: انحدار مجال قياسي، وتفرق متجه).

Operator nabla

مؤثر نابلا

متجه مركباته فى اتجاه المحاور الكرتيزية المتعامدة عبارة عن التفاضلات الجزئية:

$$1 - \text{انحدار مجال قياسي } f$$

$$\text{grad } f = \nabla \cdot f$$

(انظر مادة: انحدار مجال قياسي)

$$2 - \text{تفرق مجال اتجاهى } \bar{R}$$

$$\text{div } \bar{R} = \nabla \cdot \bar{R}$$

(انظر مادة: تفرق متجه)

$$3 - \text{دوران مجال اتجاهى } \bar{R}$$

$$\text{curl } \bar{R} = \text{rot } \bar{R} = \nabla \times \bar{R}$$

(انظر مادة: دوران متجه)

ولمؤثر نابلا أهمية خاصة عند دراسة ميكانيكا الموائع وفى مجال الهندسة النووية ونظرية المفاعلات.

نوعان : ميوميوزون (μ^+ , μ^-) ، وباي ميزون (π^+ , π^- , π^0) ،
وجميع هذه الجسيمات غير ثابتة.

ميزون باي (بيون) Pi-meson (Pion)

نوع من الميزونات متوسط عمره ٢٥٨ ١٠٠⁻ ثانية وكتلته ٢٧٠ مرة كتلة الإلكترون. ويحدث لهذا النوع تبادل بين البروتونات والنيوترونات وينتج عن هذا التبادل القوى النووية المسؤولة عن ربط مكونات النواة. وقد يحمل البايون الشحنة السالبة كما في البايوميوزون السالب أو الشحنة الموجبة أو يكون متعادلا.

(انظر: ميزون)

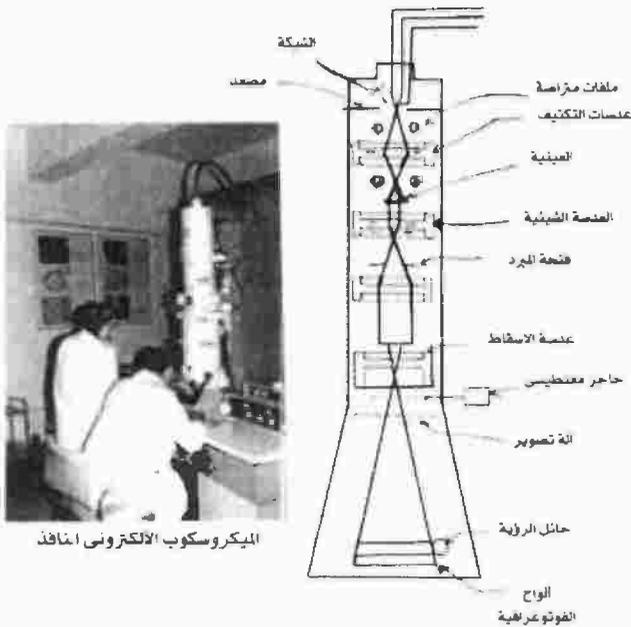
الميكانيكا الموجية Wave mechanics

هي أسلوب جديد في التفكير تصور فيها الجسيمات بون الذرية مثل الإلكترونات والبروتونات بأنها ذات خصائص موجية ، فالإلكترونات لاتعالج كأنها جسيمات particles تتحرك في مدارات ثابتة ولكنها تعالج كأنها موجة مستقرة. وعلى ذلك فيمكن التعبير عن الإلكترون والجسيمات الأخرى بدالة موجية "بساى" Ψ كما يمكن التعرف على خصائص الإلكترون 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 الكهرومغناطيسية) . وقد تم التأكد من هذا الافتراض تجريبيا ، كما أمكن تطبيق هذه النظرية على الجسيمات الصغيرة نظرا لخواصها الموجية المميزة من ناحية الطول الموجي للحركة الموجية والتي تكون فى مدى الكشف التجريبى المتاح حاليا.

الميكروسكوب الإلكتروني Electron microscope

إن جميع الظواهر تقريبا التى تلازم الضوء والأشعة السينية عادة ، والتي تدخل فى دراسة علم البصريات يمكن مشاهدتها بالنسبة للإلكترون . فالإلكترونات يمكن أن تنعكس وتتكسر كما يحدث بها ظاهرتا التداخل والحيود إذا أردنا ذلك ، كما يمكن تجميع الإلكترونات المتفرقة من نقطة كمصدر بإمرارها فى مجالين كهربي ومغناطيسى فى وضع خاص بما يجعلهما يؤديان عمل العدسات ومن هنا تم الوصول إلى أحد الأجهزة العلمية الهامة وهو الميكروسكوب الإلكتروني الذى تستعمل فيه حزمة من الإلكترونات 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 الإلكتروني تقوم الملفات بوظيفة العدسات ويتم التركيز البؤرى focusing بضبط التيارات الكهربائية

المارة فى الملفات وبالتالي شدة المجالات. ويتم إبطار الصورة التى يكونها الميكروسكوب الإلكتروني بواسطة الحزمة الإلكترونية الساقطة على شاشة فلورسنتية وعندما يتطلب الأمر الحصول على سجلات دائمة تستبدل بالشاشة لوحة تصوير فوتوغرافية. ويزود الميكروسكوب البصرى optical microscope المعروف بعدسات تعطى عادة تكبيراً يصل إلى حوالى ١٠٠٠ مرة. وفى هذه الظروف يمكن للرأى أن يتبين نقطتين تتباعداً بمسافة ٠.٢٥ ميكرون (١ ميكرون=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 الداخلى إلى عدسة الشيئية objective . ويكون للحزمة الإلكترونية طول موجى 10×10^{-11} سم تقريبا ، أو واحد من مليون من الضوء المرئى فقط. وعلى ذلك يمكن عمل تبيين resolution أكبر بكثير.



الميكروسكوب الإلكتروني المفاذ

رسم توضيحي لقائم الميكروسكوب الإلكتروني

ميليكان ، روبرت (١٨٦٨ - ١٩٥٢)

Milikan , Robert

ولد العالم الأمريكى روبرت ميليكان فى مدينة موريسون بولاية إلينوى فى ٢٢ مارس عام ١٨٦٨ . حصل على درجة البكالوريوس فى الفيزياء من كلية اوبرلين عام ١٨٩١ ثم درجة الماجستير عام ١٨٩٢ 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 الإلكترون بدقة وكان الجهاز الذى ابتكره لهذا الغرض مكوناً من لوحين من النحاس قطر كل منهما ٢٢ سم وهما موضوعان فى الهواء والبعد بينهما ١.٥ سم واللوحان موضوعان داخل صندوق يحتفظ



مليكان يساعد في وضع أجهزة القياس لقياس الأشعة الكونية
في البالون الطائر عام ١٩٣٨

بقدر ثابت من الضغط ودرجة الحرارة وفي هذا الجهاز يستخدم آلة دقيقة لنثر رذاذ مؤلف من قطرات زيتية صغيرة داخل الصندوق. واللوحان مثبتان في وضع أفقى وموصلان بطرفى بطارية واللوح العادى به عدة ثقب يمر خلالها عدة قطرات من الزيت. وفي داخل هذا الجهاز يستعان بمصدر لأشعة إكس لتأيين الغاز الموجود بداخل الصندوق كما يستخدم منظار لمراقبة حركة قطرة الزيت وتسجيل سرعتها وهي محملة بالشحنات الكهربائية. وفي هذه التجربة يتم ملاحظة معدل صعود وهبوط قطرة الزيت عند تغيير الجهد الكهربى. وبهذه الطريقة تمكن روبرت ميليكان من حساب شحنة الالكترون في عام ١٩٠٩ وفي عام ١٩١٦ تحقق ميليكان من معادلة اينشتاين الخاصة بالكهرباء الضوئية والتي تنص على أن "الطاقة الخاصة بالالكترون الضوئى تتناسب مع تردد الاشعاع الساقط، والطاقة تساوى التردد مضروباً في ثابت بلانك". كما استطاع روبرت ميليكان من حساب قيمة ثابت بلانك بدقة بالاستعانة بتغيير طاقة الالكترون وتردد الشعاع. كما كان له بحوث أيضا في مجال الأشعة الكونية، وهو الذى أطلق عليها هذا الاسم نظرا لقدمها 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 التأشير الكهروضوئى والأشعة الكونية. توفى روبرت ميليكان فى ١٩ ديسمبر ١٩٥٣ بمدينة سان فرانسيسكو بولاية كاليفورنيا عن عمر يناهز ٨٥ عاما.

(ن)

(١٩٦٠-١٩٧٠) وقد أشرف سيادته على العديد من رسائل الماجستير والدكتوراه التي أجريت في هيئة الطاقة الذرية والجامعات المصرية، كما أجريت تحت إشرافه بحوث عديدة في الطبيعة النووية باستخدام معجل الفاندجراف في مركز البحوث النووية بأشخاص. كذلك قام بإنشاء معمل بحوث الطاقة العالية بكلية العلوم - جامعة القاهرة بمعاونة أحد أبنائه هو المرحوم الدكتور عمر الفاروق.

ولقد اكتشف الدكتور النادي بمعاونة تلامذته جسيماً جديداً أطلق عليه اسم "كايرون" نسبة إلى اسم مدينة القاهرة وهذا الجسيم متعاد الشحنة وكتلته حوالي ٣ أضعاف كتلة الإلكترون. حصل العالم الكبير د. محمد النادي على جائزة الدولة التشجيعية ثلاث مرات في سنوات ١٩٥٤ ، ١٩٦٠ ، ١٩٦٥ ، وكذلك حصل على وسام الاستحقاق من الطبقة الأولى. كما حصل العالم الكبير على جائزة الدولة التقديرية في العلوم في عام ١٩٧٨. وفي عام ١٩٩٩ حصل د. النادي على جائزة مبارك في العلوم وهي أعلى جائزة في مصر. توفي الدكتور النادي يوم الأحد ١٨ نوفمبر من عام ٢٠٠١.

الناتج Yield

الطاقة الكلية المتحررة في تفجير نووي، يعبر عنها عادة بأطنان مكافئة من الديناميت (أى كمية الديناميت التي تنتج كمية مناظرة من الطاقة). ويعتبر الناتج المنخفض عادة هو ما يقل عن ٢٠ كيلو طن، الناتج متوسط الانخفاض من ٢٠ إلى ٢٠٠ كيلو طن ، والناتج المتوسط من ٢٠٠ كيلو طن إلى ميجا طن واحد. ولم يتفق بعد على لفظ عياري لوصف الناتج الذي يزيد عن ميجا طن واحد. (قارن: عيار القنبلة النووية)

ناتج الانشطار Fission Yield

مقدار الطاقة المنطلقة من الانشطار في انفجار نووي حراري (اندماج)، وذلك تمييزاً لها عن الطاقة المنطلقة من الاندماج. وهو أيضاً مقدار (النسبة المئوية) ما ينتجه الانشطار من نوع معين من النويدات.

نجم نووي Nuclear star

يطلق على حدث يظهر في الألواح الفوتوغرافية أو في الغرف النسخية على هيئة مجموعة من مسارات جسيمات متأينة تنبعث من نقطة واحدة. وهو يدل إما على انحلال متتابعة لذرة نشيطة إشعاعياً وإما على تفاعلات نووية تحدث بفعل جسيمات الأشعة الكونية. وينجم عنها خروج جسيمات أو إشعاعات نووية متتابعة تظهر على شكل نجم في الألواح الفوتوغرافية.

Atomic club

النادي الذري

تعد الولايات المتحدة الأمريكية أول مؤسسة للنادي الذري بعد أن قامت بثلاث تفجيرات لقنابل ذرية عام ١٩٤٥ ، الأولى كانت تجربة اختبار لقنبلة ذرية بالقرب من قاعدة ألأموجوردو الجوية بولاية نيومكسيكو الأمريكية في ١٦ يوليو. وبعد أقل من شهر - في ٦ أغسطس بتوقيت اليابان شرقاً - تم إلقاء قنبلة على مدينة هيروشيما، وبعدها بيومين أقيمت قنبلة أخرى على مدينة ناجازاكي. ثم تابعت باقي الدول للاتحاق به بعد ذلك، ففي سبتمبر ١٩٤٩ تمكن الاتحاد السوفيتي (السابق) من الانضمام إلى النادي الذري بعد أن فجر أول قنبلة ذرية له في صحراء سيبيريا، ثم تمكنت بريطانيا - بمعاونة علمائها الذين عادوا من أمريكا بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية - من إتمام صناعة قنبلتها الذرية الأولى عام ١٩٥٢ وأجرت تجربتها التجريبية في صحراء استراليا. وفي عام ١٩٦٠ أجرت فرنسا تجربتها الذرية الأولى في صحراء الجزائر، تلتها الصين الشعبية في أكتوبر ١٩٦٩ ليرتفع عدد الدول، ثم فجرت الهند قنبلتها الذرية الأولى عام ١٩٧٩. وفي تطور فجائي قامت الهند وبعدها باكستان بإجراء عدة تجارب لقنابل ذرية وهيدروجينية في مايو ١٩٩٨.

د. النادي ، محمد (١٩١٨ - ٢٠٠١)

Mohammed El Nadi

في ٢٧ يناير ١٩١٨ ولد العالم المصري الدكتور محمد عبد المقصود



د. محمد عبد المقصود النادي

(١٩١٨ - ٢٠٠١)

النادي في بلدة منية سنود بمحافظة الدقهلية، واستكمل تعليمه ما قبل الجامعي بتفوق ملحوظ، ثم التحق بكلية العلوم جامعة القاهرة، وتخرج منها عام ١٩٤٠ بدرجة امتياز مع مرتبة الشرف الأولى، ثم حصل على درجة الماجستير في ١٩٤٥، ليسافر بعدها في بعثة إلى إنجلترا للحصول على درجة دكتوراه في الفيزياء النظرية، حيث حصل عليها عام

١٩٤٨ في جامعة لندن، ثم حصل على الدكتوراه في العلوم عام ١٩٦٨ في جامعة القاهرة. ولقد أجرى الدكتور النادي عقب حصوله على درجة الدكتوراه في لندن بحوثاً على الأشعة الكونية مع العالم الإنجليزي الكبير باول الحاصل على جائزة نوبل. ثم عين الدكتور النادي أستاذاً بقسم الفيزياء بجامعة القاهرة عام ١٩٦١. وانتدب لقسم الفيزياء النووية بمركز البحوث النووية بأشخاص في الفترة

النسبة النظيرية

Isotopic Ratio

العدد النسبي لذرات نظيرين أو أكثر لعنصر في الصورة التي يوجد عليها في الطبيعة.

نسبة الامتصاص التفاضلي

Differential absorption ratio

نسبة التركيز لنظير ما في أحد أعضاء الجسم أو أنسجته إلى ما يصبح عليه هذا التركيز إذا ما انتشرت كمية النظير نفسها في الجسم كله انتشارا منتظما.

نشاط إشعاعي مستحث

Induced radioactivity

نشاط إشعاعي يحدث عندما ترجم المواد بنيوترونات، مثل التي تنتج من الانفجار النووي أو داخل المفاعل، أو عندما ترجم بالجسيمات المشحونة التي تنتج في المعجلات.

نشاط نوعي

Specific activity

النشاط الإشعاعي الذي يبديه نظير مشع لعنصر ما لكل وحدة وزن من ذلك العنصر في العينة. وهو النشاط لوحدة الكتلة من نويدة مشعة خالصة، وهو أيضا النشاط لوحدة الوزن من أي عينة من مادة مشعة.

نصف قطر التصادم النيوتروني

Neutron collision radius

نصف قطر النواة الذي يتحدد من تجارب نفاذ النيوترونات السريعة خلال النوى. ويتميز من نصف القطر الإلكتروني الذي يتحدد من استقطار الإلكترونات السريعة من النواة.

نظائر

Isotopes

النظائر هي أشكال من الذرات تحتوي أنويتها على نفس العدد من البروتونات وبذلك فهي تنتمي لنفس العنصر الكيميائي، ولكنها تختلف في عدد النيوترونات التي تحتويها، وبذلك فهي تختلف في رقم الكتلة. ويوصف العنصر في تلك الحالة بأن له عدة نظائر. وتحمل نظائر العنصر نفس الخواص الكيميائية كما أن بعض النظائر وخاصة الثقيلة لا توجد في الطبيعة بصفة عامة ولكنها تنتج صناعيا باستخدام المفاعلات والمعجلات النووية. وتوجد أغلب العناصر الكيميائية في 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 التي لها أعداد ذرية زوجية لها عدة نظائر ثابتة (فمثلا للأكسجين ثلاثة عناصر O^{16} , O^{17} , O^{18}). أما العناصر التي لها أعداد ذرية فردية فلها نظير أو نظيران ثابتان على الأكثر. والعناصر التي 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 في الطبيعة. وهناك مجالات كبيرة لاستخدام النظائر الثابتة والمشعة في الصناعة والبيولوجيا والطب وغيرها، فهي تستخدم في حل مشاكل القياس، ودراسة التفاعلات الكيميائية والظاهر الفسيولوجية في النبات والحيوان والإنسان. وفي ضبط جودة الإنتاج الصناعي وفي تحويل المواد الخ.

النظائر الثابتة

Stable isotopes

تتكون العناصر الكيميائية من مخاليط من نظيرين أو أكثر. فمثلا يتكون النيتروجين الموجود في 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 الطبيعي بطرق تحليل النظائر. كذلك يمكن تتبع مساره بطرق كيميائية وحيوية وفيزيائية. وتستخدم النظائر الثابتة في حالات كثيرة، فقد أصبحت وسائل ضرورية لحل كثير من مشاكل الأبحاث الحديثة. ويمكن استخدام النظائر الثابتة في أي مختبر كيميائي عادي بدون اتخاذ احتياطات خاصة للوقاية. كما أنه عند استخدام النظائر الثابتة، لاتحدث التغيرات الكيميائية التي تصاحب دائما استخدام النظائر المشعة. ولذلك يمكن استخدام التجهيزات المرقومة بالنظائر الثابتة بدون تردد في البحوث الفسيولوجية في الإنسان والحيوان. ونظرا لأن عمر النصف للنظائر المشعة المعروفة لعنصرى الأكسجين والنيتروجين -الذين لهما أهمية بيولوجية كبيرة- قصير جدا، فإنه لايمكن استخدامها عمليا. ولذلك يجب أن يستخدم هذان العنصران بالنظائر الثابتة O^{17} , O^{18} , N^{15} .

1_1H	2_1H	3_1H	4_2He	6_3Li	7_3Li	9_4Be	$^{10}_4Be$	$^{11}_4Be$	$^{12}_6C$	$^{13}_6C$	$^{14}_6C$	$^{15}_6C$	$^{16}_6C$	$^{17}_6C$	$^{18}_6C$
٩٩.٩٨٤٦%	٠.٠١٥٦%	٠.٠٠٠١١%	١٠٠%	٩.٩٩٩%	٩٩.٩٩٩%	١١.٠١٠%	١١.٠١٠%	١١.٠١٠%	٩٩.٩٩%	١١.٠١٠%	١١.٠١٠%	١١.٠١٠%	٩٩.٩٩%	١١.٠١٠%	١١.٠١٠%
1_1H	2_1H	3_1H	4_2He	6_3Li	7_3Li	9_4Be	$^{10}_4Be$	$^{11}_4Be$	$^{12}_6C$	$^{13}_6C$	$^{14}_6C$	$^{15}_6C$	$^{16}_6C$	$^{17}_6C$	$^{18}_6C$
٩٩.٩٨٤٦%	٠.٠١٥٦%	٠.٠٠٠١١%	١٠٠%	٩.٩٩٩%	٩٩.٩٩٩%	١١.٠١٠%	١١.٠١٠%	١١.٠١٠%	٩٩.٩٩%	١١.٠١٠%	١١.٠١٠%	١١.٠١٠%	٩٩.٩٩%	١١.٠١٠%	١١.٠١٠%
1_1H	2_1H	3_1H	4_2He	6_3Li	7_3Li	9_4Be	$^{10}_4Be$	$^{11}_4Be$	$^{12}_6C$	$^{13}_6C$	$^{14}_6C$	$^{15}_6C$	$^{16}_6C$	$^{17}_6C$	$^{18}_6C$
٩٩.٩٨٤٦%	٠.٠١٥٦%	٠.٠٠٠١١%	١٠٠%	٩.٩٩٩%	٩٩.٩٩٩%	١١.٠١٠%	١١.٠١٠%	١١.٠١٠%	٩٩.٩٩%	١١.٠١٠%	١١.٠١٠%	١١.٠١٠%	٩٩.٩٩%	١١.٠١٠%	١١.٠١٠%
1_1H	2_1H	3_1H	4_2He	6_3Li	7_3Li	9_4Be	$^{10}_4Be$	$^{11}_4Be$	$^{12}_6C$	$^{13}_6C$	$^{14}_6C$	$^{15}_6C$	$^{16}_6C$	$^{17}_6C$	$^{18}_6C$
٩٩.٩٨٤٦%	٠.٠١٥٦%	٠.٠٠٠١١%	١٠٠%	٩.٩٩٩%	٩٩.٩٩٩%	١١.٠١٠%	١١.٠١٠%	١١.٠١٠%	٩٩.٩٩%	١١.٠١٠%	١١.٠١٠%	١١.٠١٠%	٩٩.٩٩%	١١.٠١٠%	١١.٠١٠%
1_1H	2_1H	3_1H	4_2He	6_3Li	7_3Li	9_4Be	$^{10}_4Be$	$^{11}_4Be$	$^{12}_6C$	$^{13}_6C$	$^{14}_6C$	$^{15}_6C$	$^{16}_6C$	$^{17}_6C$	$^{18}_6C$
٩٩.٩٨٤٦%	٠.٠١٥٦%	٠.٠٠٠١١%	١٠٠%	٩.٩٩٩%	٩٩.٩٩٩%	١١.٠١٠%	١١.٠١٠%	١١.٠١٠%	٩٩.٩٩%	١١.٠١٠%	١١.٠١٠%	١١.٠١٠%	٩٩.٩٩%	١١.٠١٠%	١١.٠١٠%

النظائر الثابتة (المتطيلات المظلمة) والنظائر غير الثابتة «النويدات المشعة»، (المتطيلات البيضاء) لعدد قليل من العناصر الهامة.

Radioisotopes

نظائر مشعة

تنقسم النظائر إلى نوعين: يعرف النوع الأول بالنظائر المستقرة، بينما يعرف النوع الثاني بالنظائر غير المستقرة أو النظائر المشعة. وتنقسم النظائر المشعة إلى نظائر طبيعية موجودة في الطبيعة منذ

لما جاء باتفاقية الحصانات الخاصة بالوكالة الدولية للطاقة الذرية. كما تمنح الدولة المضيئة 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 في مجال التنقيب عن النفط واستخراجه وفي مجال الكشف عن طبيعة وتكوين الطبقات الجيولوجية ضمن الآبار، كاستخدام كواشف أشعة جاما في تسجيل النشاط الإشعاعي الطبيعي للطبقات الصخرية لآبار النفط. كما يستخدم منبج أشعة جاما في تحديد طبيعة الطبقات في آبار النفط إذ تدل كثافة الأشعة المنعكسة والمتبعثرة الساقطة على الكاشف على مقدار مسامية وكثافة الطبقة المجاورة لهما، وبإزالة منبج نيوترونات سريعة إلى البئر مع كاشف نيوترونات بطيئة يمكن تحديد الطبقات الحاملة للماء أو النفط نتيجة لوجود المواد الهيدروجينية التي تقوم بامتصاص طاقة النيوترونات وإبطائها بفاعلية أكبر من المواد الأخرى. كما تستخدم النظائر المشعة في رسم مخططات الطبقات المنفذة الحاملة للنفط وفي تحديد المسارات التي يتدفق عبرها النفط مبتعدا عن موقع البئر أو مجموعة الآبار في الموقع وذلك بحقن مادة سائلة موسومة بمادة مشعة أو غاز موسوم بمادة مشعة حيث تتوزع هذه المادة السائلة أو الغاز في كامل الطبقات المنفذة المتصلة مما يمكن رسم مخطط لها بإزالة كواشف أشعة في آبار الحقل، كما تستخدم النظائر المشعة في اكتشاف التسرب النفطي من الأنابيب في حال وجوده من خلال حقن خط النفط بمادة مشعة ذات عمر نصف قصير ومع وجود كاشف يقوم بقياس النشاط الإشعاعي المتسرب من الخط إلى التربة المحيطة يمكن تحديد مكان التسرب من خلال قراءة المستوى الإشعاعي للمناطق التي 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 في دائرة التبريد الأولية، وبالتالي الحيلولة دون الارتفاع الحاد في درجة حرارة غلاف الوقود.

نظام مفاعل بدورة ثنائية

Dual - cycle - reactor system

نظام مفاعل توربيني يولد فيه جزء من البخار الذي يغذي التوربين في المفاعل مباشرة، ويولد جزء آخر في مبادل حرارى

خلقها الله تعالى، وأخرى صناعية يمكن أن ينتجها الإنسان ليستخدما في الأغراض المختلفة. والنظائر المشعة هي نظائر غير ثابتة تتفكك نوياتها بمرور الزمن وينتج عن ذلك إطلاق إشعاعات ذرية (وهي إما جسيمات مثل أشعة الفا وبيتا أو موجات كهرومغناطيسية مثل أشعة جاما) وتكوين نويات جديدة التي تكون إما ثابتة أو مشعة تتفكك بدورها وتعطي نويات جديدة مع إطلاق الأشعة الذرية وهكذا. ولقد وصل عدد النظائر المشعة إلى حوالي ١٠٠٠ في 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 في الطب، حيث يتطبخ نظائر ذات عمر نصف قصير أثناء العلاج، كذلك هناك بعض الاستعمالات التي تتطلب نظائر ذات عمر نصف طويل كالتي تستخدم في التأريخ الزمني والبطاريات النووية والساعات.. الخ. هذا ولقد اتسع نطاق استخدام النظائر المشعة حتى شمل كل فروع البحث والإنتاج.

مركز الشرق الأوسط الإقليمي للنظائر المشعة للدول العربية

Middle Eastern Regional Radioisotopes Center For Arab Countries

أنشئ هذا المركز في جمهورية مصر العربية (الجمهورية العربية المتحدة حينئذ) بناء على طلب تقدمت به إلى الوكالة أعلقت فيه استعدادها لتحويل مركزها الوطني للنظائر المشعة ومنشئاته إلى مركز إقليمي. وقرر مجلس محافظي الوكالة الدولية للطاقة الذرية الموافقة على هذا الطلب في ٢٣ يونيو ١٩٦٠. وفي ١٤ سبتمبر ١٩٦٢ وافق المجلس المذكور على الاتفاقية الخاصة بإنشاء مركز الشرق الأوسط الإقليمي للنظائر المشعة للدول العربية، على أن يكون مقره الرئيسي مدينة القاهرة.

وقد حددت المادة الثالثة من الاتفاقية أهداف ووظائف المركز في القيام بتدريب المتخصصين على تطبيقات النظائر المشعة. وإجراء البحوث المتصلة بطرق استخدام النظائر المشعة. وتشجيع تطوير استعمالات النظائر المشعة في الدول التي يخدمها المركز. وقد حددت هذه المادة النشاط والوظائف التي 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 في الطب والزراعة والصناعة والطب والصحة والوقاية من الإشعاعات" كما نصت الفقرة ب من هذه المادة على أن إجراء البحوث يكون في المجالات التي تهتم الدول المضيفة والدول المشتركة.

وقد نص البند الثالث عشر من الاتفاقية أن للمركز طابعا دوليا وله شخصية قانونية. وقد منحت الدولة المضيفة مقره وممتلكاته ومشتعلته كما منحت المزايا والحصانات الضرورية لتشغيله طبقا

نظرية التخفيف النظائري

Isotopic dilution concept

تعتمد هذه النظرية على فكرة خلط كمية معلومة من عنصر مرقوم (Labelled element) ذي نشاط إشعاعي 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 الإشعاعي 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.

Dirac's theory

نظرية ديراك

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 الكهربائية 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 ولبوزيترون 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 آينشتاين) :

$$(E = mc^2)$$

Quantum theory

نظرية الكم

النظرية التى بحسبها تنبعث طاقة الإشعاع ذى التردد المعلوم ، وتمتص على هيئة كميات منفصلة كل منها كم محدود قائم بذاته

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 شعل 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 النظائري

Isotopic exchange theory

تتفرد النظائر المشعة لختلف 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)

System of measurement

نظم القياس

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 البريطاني، وفيه تقاس الأطوال بالبوصة ومضاعفاتها، والأوزان بالباوند (الرطل) ومضاعفاتها، والزمن بالثانية ومضاعفاتها.

Radioactive waste

النفايات المشعة

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 النووي.
 - 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 القفاصات المستخدمة فى تناول المواد المشعة والزجاجيات والأدوات الصغيرة والورق والمرشحات الملوثة. ويجرى

لا يتجزأ. كما أن الذرة هى وحدة بناء المادة، فإن "الكم" هو الوحدة العددية للطاقة. وحيث أنه لا يوجد $\frac{1}{2}$ ذرة أوكسجين مثلا، ولكن يوجد: ١ ذرة، ٢ ذرة...، فكذلك لا يوجد: $\frac{2}{1}$ "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).

Theory of Relativity

نظرية النسبية

المبدأ الذى ينص على تكافؤ صيغ القوانين الفيزيائية 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 الشيء 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 البروتونات ومواجهة الزيادة فى الكتلة ومن هذه المعجلات السنكروتون والسنكروسكولوترون والمعجل الخطى.

النظرية النسبية الخاصة (أو المحدودة)

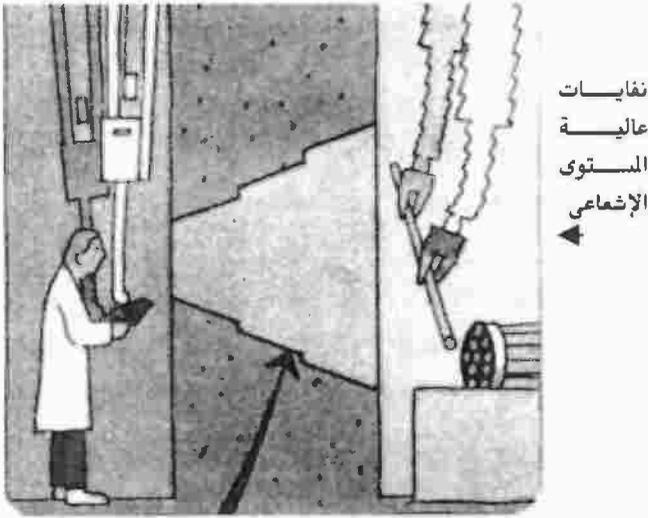
Special (or restricted) theory of relativity

نظرية ابتكرها البرت آينشتين عام ١٩٠٥، لها أهمية عظيمة فى الفيزيكا الذرية والنووية، وهى مفيدة بصفة خاصة فى دراسات الأجسام المتحركة بسرعات تقرب من سرعة الضوء. ومن بين نتائج هذه النظرية نتيجتان لهما تطبيق فى الفيزيكا النووية، ومۇداها:

١- أن كتلة الجسم تزداد بزيادة سرعته.

٢- أن الكتلة والطاقة متكافئتان.

قبل إخضاعها لعمليات التخلص النهائي حيث تدفن في مستودعات معزولة جيدا في عمق الأرض.



جدار واق سميك من الخرسانة يتخلله نافذة من زجاج خاص ويتم التعامل مع النفايات بواسطة جهاز للتحكم عن بعد

نفايات عالية المستوى الإشعاعي ←

التخلص منها على نطاق واسع عن طريق الدفن السطحي أو الدفن القريب من السطح ، وفق قواعد ودراسات معينة.



تخزين النفايات منخفضة المستوى الإشعاعي ←

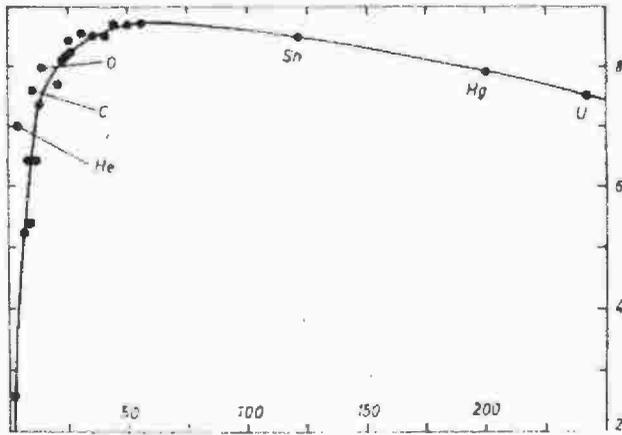


نفايات منخفضة المستوى الإشعاعي يمكن التعامل معها يدويا ←

Mass defect

النقص الكتلي

يمكن النظر إلى النقص الكتلي، الذي يبين الفرق بين العدد الكتلي والوزن الذري، على أنه يمثل طاقة تنطلق عند إضافة البروتونات والنيوترونات إلى النواة. فإذا أضيفت هذه الطاقة إلى النواة مرة أخرى فإن الجسيمات سوف تفقد رباطها في هذه الحالة، ولذلك فإن النقص الكتلي ما هو إلا مقياس مدى ثبات أو استقرار النواة. ومن المفيد جدا دراسة النقص الكتلي لجميع العناصر المعروفة، ورسم المنحنى الذي يمثل تغير هذا النقص بتغير الوزن الذري. حيث يبين هذا المنحنى أن النقص الكتلي للعناصر الخفيفة يزداد بسرعة بازدياد الوزن الذري حتى يصل الأخير إلى ٦٠ حيث ينخفض النقص الكتلي بعد ذلك ببطء - ومعنى ذلك أن أقوى رباط بين الجسيمات هو الذى



منحنى النقص الكتلي

النفايات المشعة ذات النشاط المتوسط

Intermediate level wastes , (ILW)

وتماز 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 الإشعاعي 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 والتي تتم بقصد استخلاص اليورانيوم والبلوتونيوم منه . وتحتوى هذه النفايات على العناصر المشعة الناتجة من الانشطار النووى والتي 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)

جمهورية مصر العربية وعلى نقلها عبر أراضيها " الصادرة من مؤسسة الطاقة الذرية، ملحقا خاصا بتنظيم إجراءات الوقاية من الأضرار التي 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 الشحنات للمياه الإقليمية، أو تقديمها لمندوب المؤسسة. أما في 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 التي تحمل مواد نووية في الأماكن المخصصة للسفن التي تحمل مواد خطرة عند مدخل القناة، وكذا نظمت وضع هذه السفن في آخر القافلة أثناء العبور. وقد تضمنت التعليمات نصوصا تلزم خضوع السفن التي تعبر قناة السويس لنظام فحص -من الناحية الوقائية - تقرره مؤسسة الطاقة الذرية. كما تضمنت نصا "يعطى الحق لهذه المؤسسة في التصرف المطلق في شحنة المواد ذات النشاط الإشعاعي من حيث منعها من العبور أو إنزالها من السفينة إذا تبين لها خطورتها".

Nuclear models

النماذج النووية

ذكر بور أنه إذا اكتسبت الإلكترونات في مدار ما طاقة فإنها تقفز إلى مدارات أكثر بعدا عن النواة - كذلك يمكن أن تكتسب نواة طاقة بواسطة التصادم، وفي هذه الحالة توصف النواة بأنها في حالة "منشطة"، وقد وضعت نماذج نووية كثيرة لشرح هذه الطاقة - فقد مثل بور النواة بكيس من الرمل أطلق عليه طاقة عيارية فتوزعت الطاقة الحركية للطاقة بسرعة وانتظام على جميع جسيمات الرمل. كذلك وضع فرنكل (١٨٩٤ - ١٩٥٢) نموذج "نقطة السائل" الذي يعتبر من أوائل النماذج النووية والذي صادف نجاحا كبيرا في وصف الانشطار النووي وتفكك الذرة. فقد افترض فرنكل أن الجسيم الذي يحترق الذرة إما أن يؤدي إلى تذبذب قطرة السائل التي تمثل النواة وبذلك تنقسم إلى قسمين، أو أن ترفع درجة حرارة القطرة بما يؤدي إلى تبخر الذرة. وقد دلت التجارب على أن النواة تتحلل إما إلى جسيمين متساويين في الوزن تقريبا (الانشطار النووي) 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 ألفا فإنها تتفكك إلى نواة تنجستن ١٨٧ و ٢٠ بروتونا و ٣٥ نيوترونا. وطبق للنظريات الحالية فإنه توجد مستويات مختلفة للطاقة في النواة، مثل تلك التي توجد في السحابة الإلكترونية حول النواة. ولقد كان لجهود عالين جنست (المولود سنة ١٩٠٧) وجويرت ملير (المولود ١٩٠٦) أثر كبير في توضيح وتطوير تلك النظرية مما أدى إلى منحهما جائزة نوبل عام ١٩٦٤.

يحدث في النواة التي يبلغ وزنها الذري ٦٠، وأنه يمكن انبعث طاقة اذا تحولت نواة ذات وزن ذري منخفض إلى نواة ذات وزن ذري مرتفع (اندماج نووي)، ومن ناحية أخرى يمكن أيضا انبعث طاقة بتحطيم نواة ذات وزن ذري كبير إلى نواة ذات وزن ذري منخفض (انشطار نووي).

النقل الآمن للمواد ذات النشاط الإشعاعي

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 مغلقة بعناية لتعطي الوقاية الكافية ضد أخطار هذه المواد تحت كل ظروف النقل بما في 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 في: أنه يجب التعامل مع طرود المواد المشعة كطرود المواد الخطرة الأخرى، كما أن الوقاية الإشعاعية في النقل تعتمد على تصميم الطرد وحالته وبشكل أساسي وليس على إجراءات النقل الإدارية، أي 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 في حالة الحوادث، وتجنب الأخطار الناجمة من التعرض للإشعاعات الصادرة من الطرد ومن احتمالات حدوث التفاعل المتسلسل (الحرجية) للمواد المنقولة، وتجنب أخطار تعرض السطوح الخارجية للطرود لدرجات حرارة عالية وما يترتب على ذلك من تحطم لمكونات الطرد واحتمال انتشار الملوثات المشعة. أي من أجل تحقيق كل ذلك فقد راعت تعليمات النقل الآمن تطبيق الخطوات الآتية: التأكد من شروط تصميم الوعاء الحامى المحيطة للوقاية الكافية، تخفيض المستوى الإشعاعي 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 للطرود والمخاطر المترتبة على ذلك.

تعليمات نقل المواد المشعة بقناة السويس

Radioactive Materials transport Regulations in Suez Canal

تتضمن " اللائحة العامة في شأن تنظيم إجراءات الوقاية من الأخطار المترتبة على إدخال المواد ذات النشاط الإشعاعي في

نموذج المجموعات المتعددة Multi group model

المفاعل النووي الذي يقسم فيه الفيض الإلكتروني إلى مراحل لكل منها مدى محدد من الطاقة.

Standard Model

النموذج المعياري

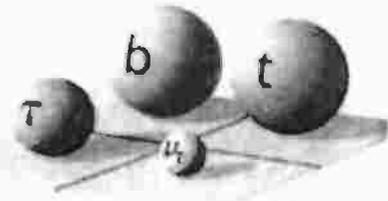
يوصف النموذج المعياري بصورة بارعة الإيجاز جميع مكونات المادة المعروفة نزولا حتى 10^{-18} متر، وثلاثا من القوى الأربع التي تتحكم في سلوكها. إن مكونات المادة هي ستة جسيمات تدعى لبتونات وستة تدعى كواركات. وتؤثر إحدى القوى، وهي المعروفة بالقوة الشديدة في الكواركات فتربطها ببعضها بعضا لتشكل مئات الجسيمات المعروفة باسم هدرونات. فالبروتون والنيوترون هما هدرongan يربطهما معا أثر متبقي من القوة الشديدة ليشكل النوى الذرية. أما القوتان الأخريان فهما الكهرومغناطيسية والقوة الضعيفة التي تعمل في مدى قصير جدا فقط ولكنها هي المسئولة عن الاضمحلال الإشعاعي بيتا، وهي أساسية لدورة وقود الشمس. ويفسر النموذج المعياري بصورة أنيقة هاتين القوتين على أنهما قوة كهربائية "موحدة" تقيم علاقة بين خواصهما على الرغم من كونهما جد مختلفتين ظاهريا.

توجد جسيمات المادة في ثلاث عائلات من أصل أربع، تختلف كل عائلة عن غيرها في الكتلة فقط، وتتألف المادة كلها الموجودة حولنا من جسيمات العائلة ذات الكتلة الأخف. وهذه الجسيمات هي الكواركات "العلوية" والكواركات "السفلية" والإلكترونات والنيوترينوهات الإلكترونية. ولما كانت عائلتا جسيمات المادة الأخريان سريعتي الزوال فإنهما لا توجدان إلا لبرهة قصيرة بعد أن تولدا نتيجة للتصادمات العالية الطاقة (لكن النيوترينوهات ذات عمر طويل).

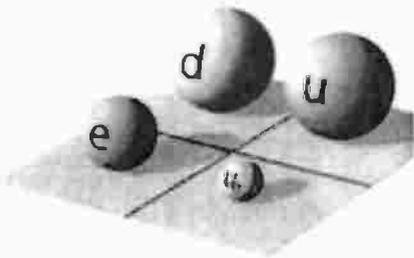
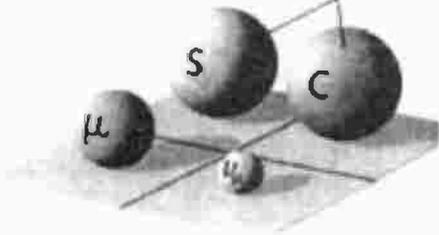
إن الكواركات تلتصق ببعضها بواسطة القوة الشديدة التي تحملها الكلوونات لتشكل "الهدرونات" التي تضم البروتونات والنيوترونات التي تتحد بدورها لتشكل النوى الذرية. وتدور الإلكترونات، التي تجذبها إلى هذه النوى القوة الكهرومغناطيسية التي تحملها (جسيمات الضوء) القوتونات، حول النوى لتشكل الذرات والجزيئات، أما التأثير الضعيف الذي تحمله جسيمات Z, W فيساعد على مد الشمس بالوقود، وهو المسؤول حين تضمحل نواة ذرية فتصدر إلكترونات ونيوترينو.

أما الثقالة، وهي أضعف القوى، فهي مألوفة لدينا أكثر من غيرها لأنها تؤثر في الكتلة ونحن نعيش على جسم ذي كتلة كبيرة جدا هو كوكب الأرض. ويفترض أن تكون الجسيمات المسماة كرافيتونات gravitons هي التي تحمل قوة الثقالة. لكنها لم تكتشف حتى الآن. لأن القوة ضعيفة جدا، والكرافيتونات لم تُضمّن بعد بصورة ملائمة في النموذج المعياري.

فرميونات (مادة)

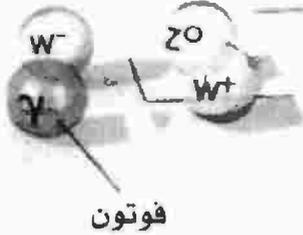
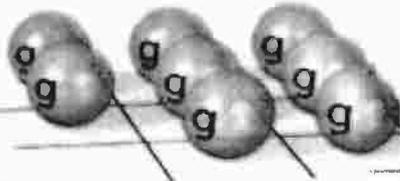


كواركات

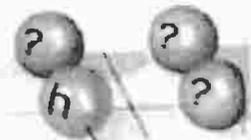


بوزونات (قوى)

كلونات



فوتون



هيكز

إن كل منظومة المادة والقوى (ما عدا الثقالة) محتواة في عدد قليل من المعادلات البسيطة المشتقة من دالة ("لا جرانجيان" المنظومة the system Lagrangian) والتي تنتظم حول مبدأ أساسي واحد (يعرف بالتناظر المعياري المحلي local gauge symmetry).

النهائي، 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 سلفاً 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 للمعاملات الحيوية والبيوكيميائية والفسولوجية، ثم تعود إلى حالتها الأولى نتيجة لمعاملات 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. والخ 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 عموماً، فهناك ضرورة للعمل على تخفيض نسبة الفاقد النيتروجينية سواء فى المياه السطحية أو الجوفية (نترات) أو على هيئة انبعاثات من الأكاسيد النيتروجينية فى الجو.

النيوترون Neutron

جسيم أولى له كتلة أكبر قليلاً من البروتون، ويوجد فى نواة كل ذرة أثقل من الهيدروجين. والنيوترون الحر غير مستقر ويتحلل بعمر نصف ١٣ 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 خطراً كبيراً على الأجسام الحية، حيث لا تحدث تأينا وتلفاً للخلايا عند مرورها فحسب، وإنما تسبب تحول جزء من الكائن الحى إلى مصدر مشع (مثل الكالسيوم فى العظام) مسببة تلفاً وأضراراً شديدة ودايمة.

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 أصلاً بالسرعات العالية جداً التى

أما لماذا توجد فى الطبيعة ثلاث عائلات للمادة فهو سؤال من أسئلة عدة لم يجب عنها النموذج العيارى. وباعتبار هذا النموذج أحد أعظم الانتصارات الفكرية لعلوم القرن العشرين فإنه لابد أن يكون نقطة انطلاق لوصف أكثر كمالاً 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 تمرق غلاف الوقود، وبالتالي فإن وجودها قد يعتبر مؤشراً على تمرق هذا الغلاف. وفى المقابل فإن تمرق الغلاف يعتبر مؤشراً أيضاً 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 جسيم نووى فى اختراقه للنواة.

نويدة Nuclide

مصطلح عام يطلق على جميع الصور الذرية، وغالباً ما يستخدم خطأ مرادفاً "لنظير"، الذى له تعريف محدود، ففى حين أن النظائر هى الصور المختلفة للعنصر الواحد (ومن ثم عائلة نويدات)، ولها جميعاً العدد الذرى نفسه وعدد البروتونات نفسه، نجد أن النويدات تشمل جميع الصور النظرية 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 جداً ونظيران ثابتان يوجدان فى الطبيعة بنسبة ثابتة natural abundance. ونظراً لقصر مدة عمر النصف فإنه يتعذر استخدام نظائر النتروجين المشعة، ولهذا فقد استخدم الباحثون النظير ^{15}N كمعامل مكمل مخصب يضاف إلى النتروجين العادى ^{14}N الموجود طبيعياً فى التربة أو السماد أو أى كائن بيولوجى. وهذا ما يعبر عنه بالترقيم (labelling). ويتقدير كمية عنصرى النتروجين الثابتين (^{15}N - ^{14}N) فى المنتج

انطلقت بها من الانشطار. وهذه السرعات الحرارية مماثلة لسرعة الجزيئات في درجات الحرارة العادية.

والنيوترونات الحرارية أيضا، هي التي تبلغ طاقتها ٠.٠٢٥ إلكترون فولت ، ووجد أن أغلب نوى الذرات لها مقطع عرضي cross section كبير لأسر هذه النيوترونات وبالتالي فإن احتمال هذه التفاعلات يكون أكبر من غيرها. والنيوترونات الحرارية لها فعالية كبيرة للتحويل النووي وعلى عكس العديد من الجسيمات الدقيقة الأخرى لا تعطى النواة إلا بعض طاقتها الحركية ، ونتيجة لذلك يأسر النيوترون مكونا نظيرا جديدا وتنتج أشعة جاما.

النيوترونات فوق الحرارية Epithermal neutrons

يطلق على النيوترونات التي طاقتها أكبر من طاقة النيوترونات الحرارية بالنيوترونات فوق الحرارية Epithermal neutrons، وللنيوترونات فوق الحرارية دور هام في التفاعلات النووية التي تستخدم في دراسة التحليلات المختلفة.

النيوترونات السريعة Fast neutrons

هي النيوترونات التي تبلغ طاقتها بين ٠.٥ كيلو إلكترون فولت إلى ١٠ ميجا إلكترون فولت. والنيوترون السريع له فرصة صغيرة على إحداث التصادم (التشتت) غير المرئي ، أي إنه ينفذ فعلا في النواة ويحدث نواة مركبة غير مستقرة كالتي تصادفها في جميع التحولات المستحثة. ويعتبر إنتاج النيوترونات عند هذا المدى قليلا نسبيا، كما يصعب الكشف عنها بأجهزة الكشف المباشر.

نيوترونات الانشطار Fission Neutrons

النيوترونات التي تتولد نتيجة حدوث الانشطار النووي.

نيوترونات فورية Prompt neutrons

نيوترونات تنبعث عقب الانشطار النووي مباشرة، وأطلق عليها هذا الاسم تمييزا لها من النيوترونات الآجلة التي 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 في المفاعل على مدى ثوان أو دقائق بعد حدوث الانشطار. وتبلغ نسبة النيوترونات المتأخرة أقل من ١٪، فمعظم النيوترونات فورية. والنيوترونات المتأخرة تكون اعتبارات هامة في تصميم المفاعل، والتحكم فيه. (انظر: دولا)

نيوترينو Neutrino

جسيم غير مشحون تبلغ كتلته السكونية قدرا من الصغر لا يعتمد به، إذ لا تكاد تبلغ جزءا من ألفى جزء من الكتلة السكونية للإلكترون. ينبعث عند انطلاق جسيم من جنس النجارتون (الإلكترون سالب) من بعض العناصر ذات الفاعلية الإشعاعية.

(ه)

المشع ، وعاد إلى برلين عام ١٩٠٦ واكتشف العنصر المشع ميزوثوروم، ومواصلا بحوثه في مجال الكيمياء الإشعاعية بعد أن انضمت إليه العائلة النمساوية "ليز ميتنر". وبعد الاكتشاف الفريد للنيوترون، 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 الذري وهو ٥٦ وهو أكبر من نصف العدد الذري لليورانيوم ونشروا تلك النتيجة في يناير ١٩٣٩ دون تفسيرها لعدم اعتقادهم في انشطار اليورانيوم. حيث قامت العائلة السويدية "ليز ميتنر" مع ابن أختها الفيزيائي "أوتو روبرت فريتش" بقراءة هذه النتائج وتأكدوا بعد إجراء مزيد من البحوث أن نتيجة هذا التفاعل الحصول على عدد من النيوترونات أكبر من العدد اللازم لبدية الانشطار. كما أكدت النتائج إمكانية الحصول على تفاعل متسلسل وهو الذي كان مفتاح اكتشاف الطاقة الذرية والقنبلة الذرية.

Hann, Otto

هان ، أوتو (١٨٧٩ – ١٩٦٨)



أوتو هان (١٨٧٩ – ١٩٦٨)

ولد العالم "أوتو هان" في ٨ مارس ١٨٧٩ في مدينة فرانكفورت بألمانيا وقد بدأ فيها حياته التعليمية وفي عام ١٨٩٧ ذهب إلى مدينة هامبورج ثم إلى ميونيخ لدراسة الكيمياء وفي عام ١٩٠١ حصل أوتو هان على درجة الدكتوراه في الكيمياء العضوية من جامعة هامبورج.

سافر أوتو هان إلى لندن في عام ١٩٠٤ لشغفه بدراسة العناصر المشعة، وعمل مع الدكتور وليم رامزاي وقد استطاع اكتشاف الثوريوم المشع، ثم سافر إلى جامعة ماكجيل في مونتريال عام ١٩٠٥ مع العالم الكبير رذر فورد حيث توصل إلى اكتشاف عنصر الأكتينيوم

للطاقة الذرية في اطار اتفاقية للتعاون العربي في مجال الاستخدام السلمى للطاقة الذرية في تونس. وقد نشأت الهيئة وبدأت عملها عام ١٩٨٩ في مدينة تونس. وتهدف الهيئة إلى المساهمة في تنمية المجتمع العربي ومسايرة التقدم العلمى عن طريق التمكين من البحوث والتقنيات الذرية وتطبيقاتها الذرية من خلال : المساعدة على توفير إمكانات البحث العلمى والتقنى في حقل الطاقة الذرية في 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، وإصدار الخطط وتنفيذها بالطرق التى تقررها الهيئة لتوفير المواد والخامات الذرية اللازمة للصناعة الذرية وتطبيقاتها السلمية، ووسع 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.

هيرون Hyperon

جسيم من نوع الجسيمات الأولية قصيرة العمر، كتلته تفوق كتلة البروتون، وتقل عن كتلة الديوترون، وجميع الهيبرونات غير مستقرة وينتج عن اضمحلال نوكلين.

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.

حصل "هان" على جائزة نوبل فى الكيمياء عام ١٩٤٤ لبحوثه المتميزة التى أدت إلى اكتشاف ظاهرة الانشطار النووى، ثم عمل رئيسا لمعهد ماكس بلانك فى الفترة (١٩٤٨-١٩٦٠). كانت وفاة العالم أوتو هان عام ١٩٦٨ فى مدينة جوتنجن بالمانيا عن عمر يناهز ٨٩ عاما.

هدف Target

المادة المعرضة للرجم بالجسيمات (كما فى المجمل) أو للتشعيع (كما فى مفاعل البحوث) لاستحثاث تفاعل نووى. وهو أيضا نويدة سبق أن تعرضت للرجم أو التشعيع.

هليوم Helium (He)

عنصر هازى 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 Hون

وعاء قوى التدريع يستخدم لنقل المواد المشعة أو تخزينها.

هيئة (فالب، نموذج) النفايات Waste form

هى النفايات فى شكلها الفيزيائى والكيميائى بعد معالجتها أو تهينتها (لتصبح منتجا صلبا) وقبل عملية التعبئة.

الهيئة الدولية لوحدات الإشعاع

International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU)

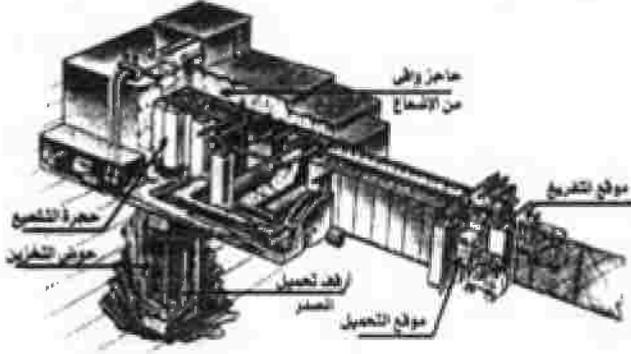
هى الهيئة الدولية التى تقوم بالمراجعة المستمرة للوحدات التى يقاس بها الإشعاع، والنوط بها وضع التوصيات المختلفة المتعلقة بهذه الوحدات.

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

الإشعاعية. تتراوح قوة المصادر الإشعاعية بين عدة آلاف كوري وأكثر من ٢ ميجا كوري. وفي حالة دخول الأفراد إلى الغرفة يخزن المصدر المشع في قاع بئر في أرضية غرفة مملوءة بالماء حيث إن الماء يمتص الطاقة ويحمي البيئة من الإشعاع.

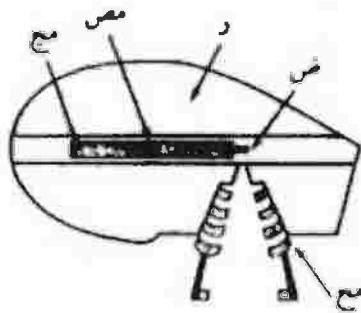


شكل وحدة جاما لتعقيم المواد الطبية .

وحدة الكوبالت المشع Irradiated Cobalt unit

يطلق مصطلح وحدة الكوبالت على نظام هندسي كندى. وهذا النظام يتكون من اسطوانة من الرصاص سميكة مجوفة من الداخل. وبالتقريب من ثلث الاسطوانة الأسفل يوجد مصدر الكوبالت المشع، وهي 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 تدرّيع رصاص أسفل منطقة تواجد المصدر المشع وكذلك هناك تدرّيع رصاص عند قمة الاسطوانة الرصاصية. كما أن الجهاز مزود بساعة لتحديد زمن التعرض. وتستخدم الوحدة في عمل دراسات وبحوث في مجال تأثير أشعة جاما على المواد المختلفة، كما تستخدم في دراسات الفيزياء والكيمياء وعلوم الحياة والعلوم الهندسية.

يصور أساس وحدة علاج الكوبالت-٦٠، بوضع المصدر المشع الكبير من الكوبالت (مص) في متحرك (م) ومحاط بكتلة من الرصاص (ر) ويرى المصدر في موضع الأمان، ويوجد ضوء موضعي (ض) مثبت في نهاية المجر يضيء أسفل



المجمع (م) فيظهر المساحة التي ستعالج. وعند تشغيل الوحدة يتحرك مجر المصدر حتى المصدر المجمع ويشغل المكان (ض) في الصورة فتمر أشعة جاما خارج المجمع لمعالجة المريض.

وابل أوجير (وابل ممتد)

Extensive shower (Auger shower)

وابل من وابلات الأشعة الكونية مصدره إلكترون أو فوتون عالي الطاقة في 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 سمي وابلها هوائيا ضخما.

Watt

واط

وحدة قدرة تساوى ٧٤٦/١ من قدرة حصان أو تساوى "جول" واحدا في الثانية. كما إن الشغل ، أو المقدار الكلى للطاقة ، الذى يؤديه واط واحد لمدة ساعة واحدة يسمى : واط/ساعة.

Exposure unit (x-unit)

وحدة التعرض

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 هوا . ويمكن تحويل وحدة التعرض إلى وحدات الطاقة الممتصة لوحد الكتل بمعلومية الشحنة

$1.6 \times 10^{19} \text{ C}$ 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 ضامنا لامتناس الجرعة الإشعاعية المطلوبة. كما تشمل لوحة تحكم لمراقبة المتغيرات التى تتحكم فى تشغيل المصدر الإشعاعى وفى متابعة عملية المعالجة

Cesium-137 Unit

وحدة السيزيوم

السيزيوم عنصر من العناصر المتوسطة وله عدة نظائر منها نظير 137 - وله عدد من النظائر المشعة أهمها نظير السيزيوم - 137 والذي نحصل عليه من نواتج انشطار اليورانيوم، بعد عمليات استخلاص معقدة. ويتميز هذا النظير بأن عمر النصف له 30 سنة وأن ثابت جاما له 0,3 رونتجن لكل ساعة، لكل كوري على بعد متر من المصدر. وينطلق منه إشعاع جاما بطاقة مقدارها 0,66 مليون إلكترون فولت. وتستخدم مصادر السيزيوم ذات النشاط الإشعاعي الضعيف في التجارب المعملية والأبحاث. كما تستخدم المصادر ذات النشاط الإشعاعي القوي في مجالات اختبارات الجودة والكشف عن اللحام، وتستخدم - مثل وحدات الكوبالت - في الدراسات الخاصة بتأثير أشعة جاما على المواد. كما تستخدم أيضا إبر السيزيوم في علاج الأورام السرطانية، حيث توضع داخل الأورام السرطانية بعمليات جراحية خاصة وتترك بالمريض لعدة أيام.

Atomic mass unit

وحدة الكتلة الذرية

كتلة جزء من ستة عشر جزءا من كتلة ذرة أوفر نظائر الأكسجين وجودا في العالم الطبيعي وتساوي 1,6607 × 10⁻²⁷ من الجرام.

Atomic weight unit

وحدة الوزن الذرى

جزء من ستة عشر جزءا من متوسط وزن ذرة الأكسجين بجملة نظائره المختلفة في الماء العذب الطبيعي وتساوي 1,660 × 10⁻²⁷ من الجرام.

Atomic Weight

وزن ذرى

وزن ذرة ما بالنسبة لذرات أخرى. والأساس الذى اتخذ فى الوقت الحاضر لقياس الأوزان الذرية هو الكربون، فلقد خصص لأكثر نظائر هذا العنصر شيوعا، وزن ذرى مقداره 12 ووحدة القياس 1/12 من وزن ذرة الكربون-12 أو كتلة بروتون أو نيوترون تقريبا. والوزن الذرى لأى عنصر يساوى تقريبا المجموع الكلى للنيوترونات والبروتونات الموجودة فى نواته.

Device, nuclear

وسيلة نووية

متفجر نووى يستخدم فى الأغراض السلمية، أو الاحتمارات، 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 أو وسائل 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 ذات المدى المختلف باعتبارها وسيلة نقل رئيسية لتكتسب الرؤوس النووية التى تحملها الصواريخ ملاحح السلاح المطلق. أما نظم النقل التكتيكية فتشمل مدفعية ذات تسليح نووى، الغام نووية وصواريخ قصيرة المدى.

Junction Diode

الوصلة الثنائية

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 جانبي خط الاتصال خالية تماما من حاملات الشحنة. وعلى ذلك فإن كثافة الشحنة تكون بحيث تحمل المنطقة على جانبي 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:

1- فى 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 الوضع الصحيح لقضيب الوقود يعنى أهمية خاصة فى تلك الحالات.

2- فى إدارة الوقود (FUEL MANAGEMENT) تعنى مكان وحدة الوقود فى تشكيل قلب المفاعل.

Rabbit

وعاء أرنبى

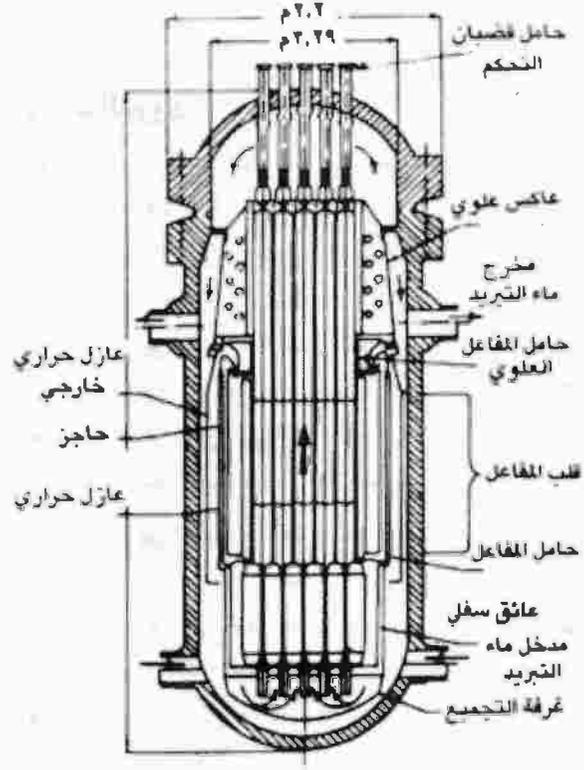
وسيلة لنقل عينة بسرعة من مكان (من باطن مفاعل بحوث مثلا) إلى مكان آخر (إلى معمل كيمياء إشعاعية مثلا). وتتكون الأوعية الأرنبية فى غالبيتها من أسطوانة صغيرة من الألومنيوم، أوالبلاستيك، تدفع داخل ماسورة طويلة بفعل ضغط الهواء.

حرارة تزيد عن ٢٠٠٠ درجة فهرنهايت. ووعاء الضغط مصمم بحيث يسمح بمرور أنابيب التبريد والكابلات ودوائر الحماية وخلافه خارج الوعاء ويغطي وعاء الضغط من الخارج بالموازيل الواقية.

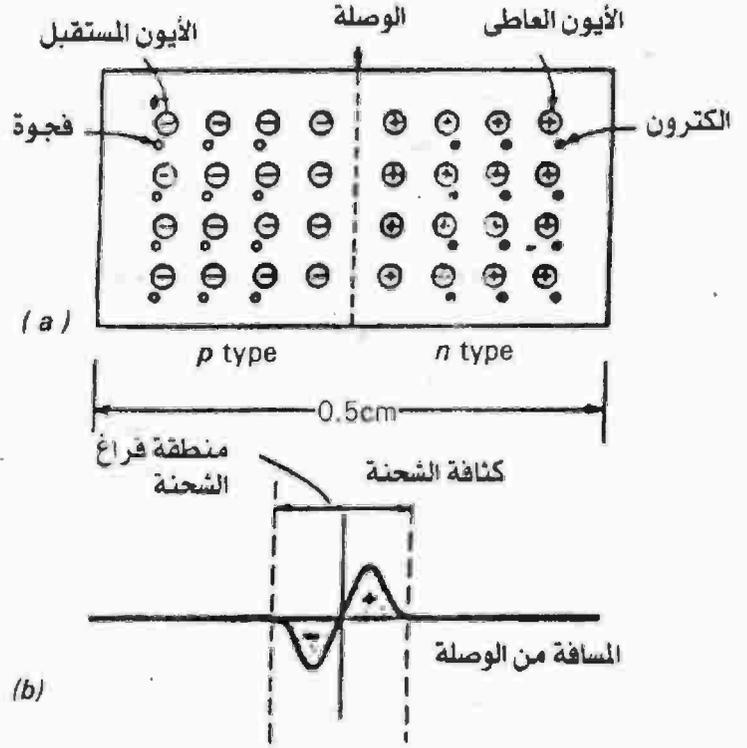
Pressure vessel

وعاء الضغط

هو الوعاء الذي يحيط بقلب المفاعل ، ويصنع عادة من الحديد غير القابل للصدأ والذي قد يزيد سمكه على ١٢ بوصة ، وهو مصمم ليتحمل ضغوطا أكثر من ٣٠٠٠ رطل على البوصة المربعة ودرجات



وعاء الضغط لمفاعل مبرد بالماء



الوصلة الثنائية n-P Junction

(a) الوصلة قبل الالتصاق (b) كثافة الشحنات الكهربائية بعد الالتصاق

Daughter

وليدة

نوية تتكون من الاضمحلال الإشعاعي لنوية أخرى، تسمى في هذا المجال المنتجة أو الأم. (انظر: سلسلة إشعاعية)

Scram

وقف سريع

وقف عمل المفاعل النووي فجأة، ويتم عادة بإدخال قضبان الأمان، ويقوم عامل تشغيل المفاعل أو أجهزة التحكم التلقائية بإبطال المفاعل إبطالا سريعا، في حالة الطوارئ، أو عند حدوث انحرافات عن التشغيل العادي. (انظر: تفاعل نووي، انشطار نووي، المفاعل النووي)

Decommissioning

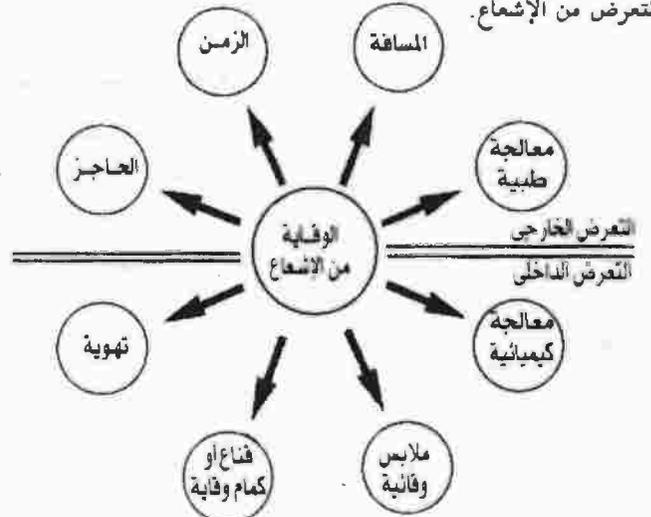
وقف نهائي للتشغيل

تعني في الصناعة النووية، الإجراءات التي تتخذ في نهاية عمر عطاء المنشأة النووية، من أجل إيقافها عن الخدمة بالطريقة التي تحقق الوقاية الكافية والأمان لكل القائمين على الإزالة ومع عدم تلوث البيئة المحيطة. والهدف النهائي لهذه الإجراءات هو منع التسرب غير

Radiation protection

وقاية إشعاعية

تشريعات ولوائح توضع لحماية الجمهور والعاملين بالمعامل والمصانع من الإشعاع، وتعنى أيضا الإجراءات التي تتخذ لتقليل التعرض من الإشعاع.



شكل يوضح سبل الوقاية من مخاطر التعرض الخارجي والداخلي للإشعاعات

الوكالة الدولية للطاقة الذرية

International Atomic Energy Agency (IAEA)

إحدى الوكالات التابعة للأمم المتحدة ، التي تعنى بالاستخدامات السلمية لهذه الطاقة فى شتى المجالات العلمية. وقد تأسست فى ٢٩ يوليو ١٩٥٧ بناء 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 الأوروبية للطاقة النووية

European Atomic Energy Agency (EAEA)

فى السابع عشر من ديسمبر ١٩٥٧ ، أنشأت "المنظمة الأوروبية للتعاون الاقتصادى" ، الوكالة الأوروبية للطاقة النووية ، واضعة بذلك أساسا لتعاون سبع عشرة دولة فى غرب أوروبا 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 الأوروبية فى هذا المجال، بل تتعدى ذلك كله إلى تشجيع تقدم العلوم النووية ببذل جهود عملية فى ميادين البحث والصناعة". لتطوير التعاون بين الدول الأوروبية من غرف المؤتمرات إلى المعامل والمشاريع الصناعية النووية. ولقد ركزت الوكالة دورها فى ثلاث وظائف: أولها توحيد جهود الدول الأوروبية، 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.

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 المنشآت 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 الثوريوم ٢٣٢ الذى يتحول إلى عنصر اليورانيوم ٢٣٣، لذلك توجد دورتان هامتان للوقود النووى وهما: دورة اليورانيوم ودورة الثوريوم.

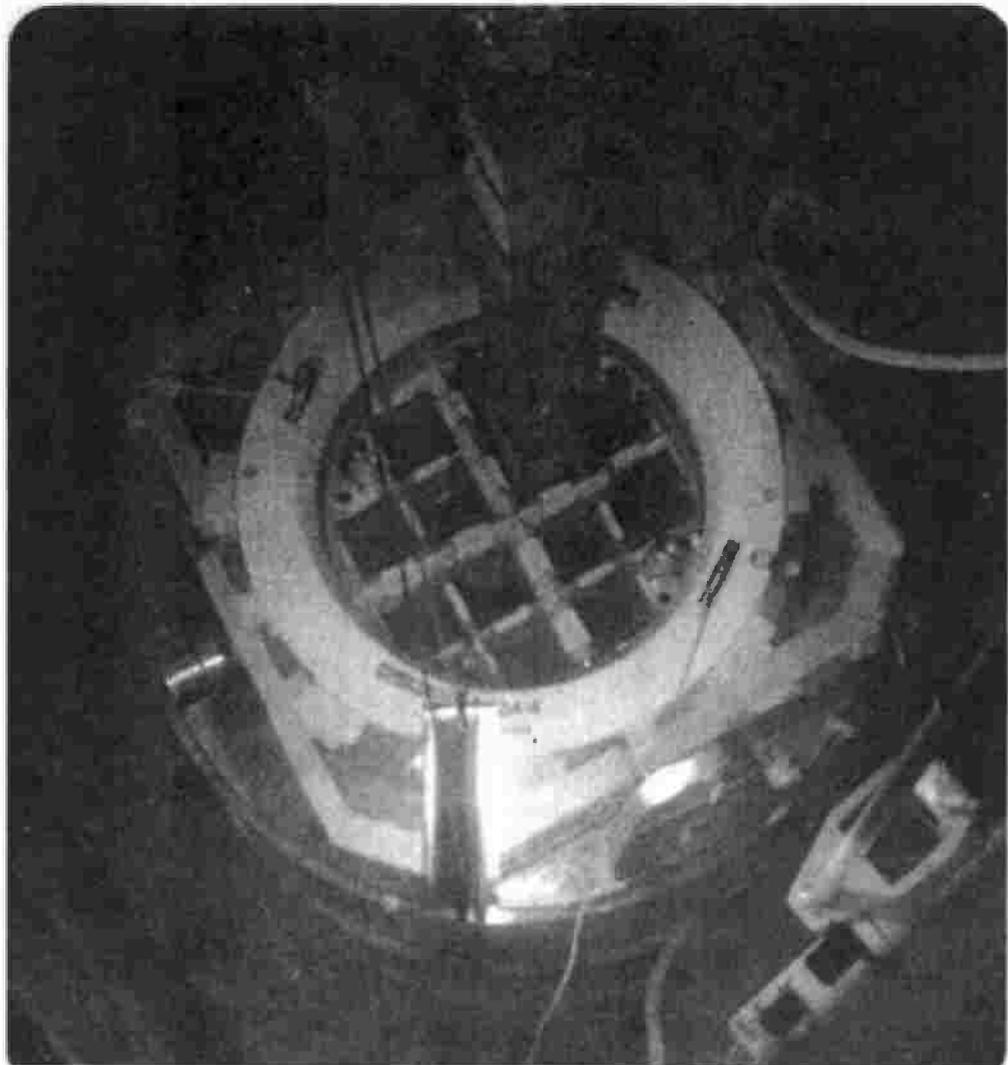
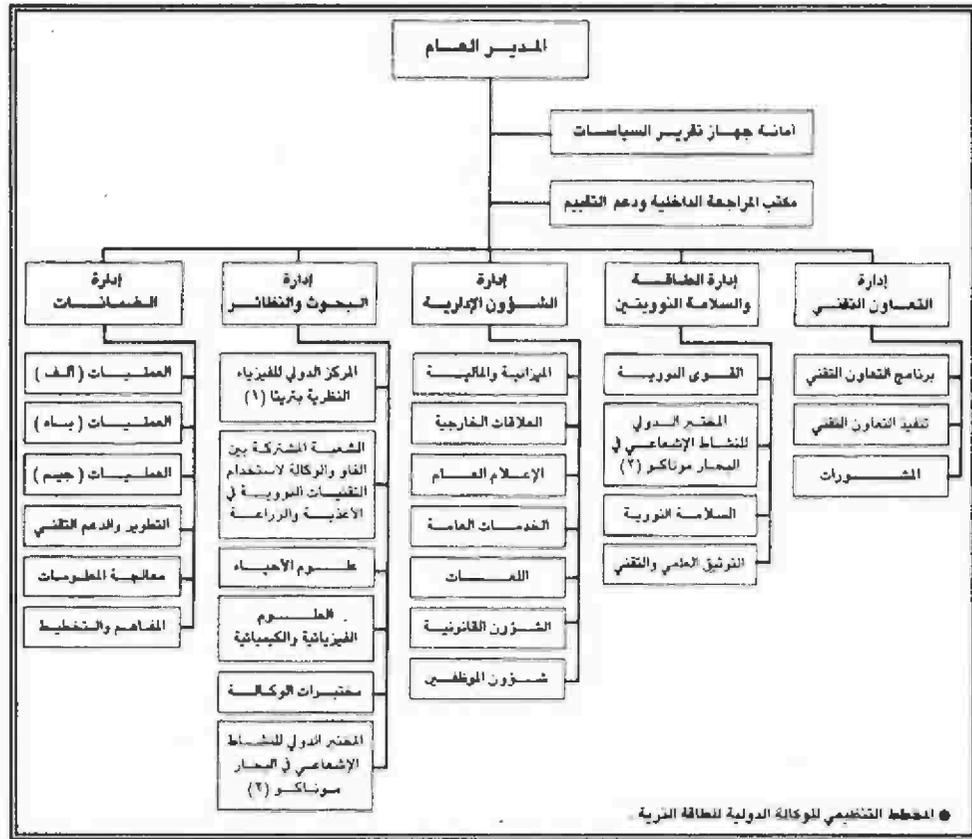
تعد دورة اليورانيوم هى الأكثر شيوعا ويتكون الوقود النووى فيها من اليورانيوم ٢٣٨ مع عنصر انشطارى مثل اليورانيوم ٢٣٥ فإذا كانت نسبة اليورانيوم ٢٣٥ فى الوقود هى نسبته فى الطبيعة أطلق على الوقود النووى وقود اليورانيوم الطبيعى مثل الذى يستخدم فى مفاعلات الماء الثقيل "الكننو" وأحيانا فى المفاعلات المهدأة بالجرافيت. وإذا زادت نسبة اليورانيوم ٢٣٥ فى الوقود عن نسبته فى الطبيعة فيقال إن الوقود مثرى أو مخصب أى مثرى بالنظي ٢٣٥. 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 أو الطاقة المستفادة من هذه العملية. فعند اختيار 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 ميغا 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.



إخراج الوقود
المستنفذ من قلب
المفاعل

(لا)

بذلك أيونات سالبة. وهي تعد من العناصر المكونة للأحماض (على خلاف العناصر المكونة للقواعد التي هي الفلزات).

Non-metal

لا فلزات

عناصر كيميائية ليست جيدة التوصيل للكهرباء والحرارة . وفي التفاعلات الكيميائية تنزع اللافلزات إلى اكتساب إلكترونات مكونة

(ي)

يناير ١٩٥٨ وهذه الدول أعضاء اليوراتوم هي : بلجيكا، وفرنسا، وألمانيا الفيدرالية (الغربية سابقا)، وإيطاليا، لكسمبورج، وهولندا. ونصت المادة الأولى في المعاهدة على أن " الجماعة سوف تعمل على رفع مستوى المعيشة في الدول الأعضاء، وتشجيع التبادل التجاري مع الدول الأخرى بخلق الظروف المناسبة لإنشاء ونمو الصناعات النووية". وتباشر منظمة اليوراتوم نشاطها في عدة مجالات حددتها المعاهدة ، تتضمن الأبحاث والصناعات، والصحة العامة والأمن، والإمداد بالمواد، والسياسة الخارجية المتعلقة بوظائفها كمحددتها الاتفاقية. كما يعمل اليوراتوم على زيادة وتطوير الصناعات النووية، وخلف 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 التي تشرف عليها، وقدر المواد التي في 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 في هذا المجال.

Iodine - 131

اليود - ١٣١



اليود عنصر له عديد من النظائر، المستقر منها وغير المستقر. وهو أحد نواتج الانشطار النووي ولكونه قابلا للتطاير يسهل عييه الانتشار من موقع لآخر. كما يتميز

اليود بصغر عمر النصف له الذي يصل إلى ثمانية أيام، كما تنطلق منه أشعة بيتا وأشعة جاما بطاقة منخفضة (٣٦ و. مليون إلكترون فولت). يستخدم اليود المشع في التشخيص والعلاج وذلك لصفاته الجيدة وأهدم تركيزه في الغدة الدرقية. ولحاجة الجسم لكمية معينة منه فإذا زادت عن الاحتياج خرج الزائد منها من المنافذ الطبيعية للجسم. ولنا كان تناول كمية من مركبات اليود على صورة بودرة أو كبسولة يعمل على وقاية الأفراد من اليود المشع عند حدوث حادث نووي يصاحبه إطلاق نواتج الانشطار في الجو.

EURATOM

منظمة اليوراتوم

(الجماعة الأوروبية للطاقة الذرية)

(European Atomic Energy Community)

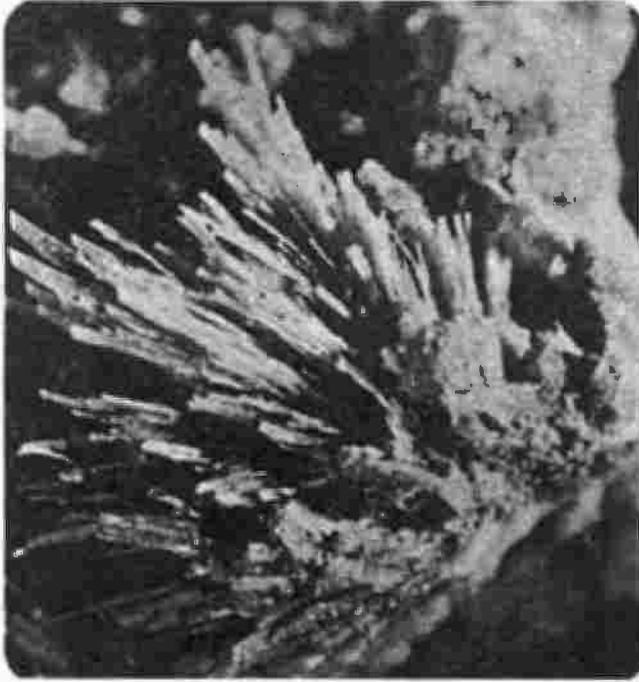
كان قيام " اليوراتوم " في اليوم الأول من يناير ١٩٥٨ خطوة في سبيل قيام اولايات المتحدة الأوروبية، كاتحاد فيدرالي يربطه التعاون من أجل استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية. ففي شهر أبريل ١٩٥٦ اشترك مندوبو ست دول أوروبية في تحضير مشروع لإنشاء السوق المشتركة والجماعة الأوروبية للطاقة الذرية. ووقعت اتفاقية روما بين هذه الدول لإنشاء اليوراتوم والسوق المشتركة في مارس ١٩٥٧. وبدأت هاتان المنظمتان في العمل في اليوم لعاشر من

Uranium

يورانيوم

عنصر فلزي ذو نشاط إشعاعي وفعالية كيميائية. اكتشف عام ١٧٨٩ على يد العالم الألماني كلابروت Klaproth. وقد أطلق عليه اسم يورانيوم لتخليد ذكرى اكتشاف الكوكب أورانوس Uranus، وقد اعتقد كلابروت أنه حصل على فلز اليورانيوم، ولكنه ظهر فيما بعد أنه استطاع فقط أن يحصل على أكسيد اليورانيوم (UO₂ - يوأ٢)، ولم يتم فصل الفلز إلا عام ١٨٤١. يوجد في الطبيعة في الحجر

يمكن فلق (شطر) جميع ذرات اليورانيوم-٢٣٥ عند قذف نواها بنيوترونات تتحرك بسرعة البلازما.



الشكل البللورى لخام اليورانيوم

Actinouranium

يورانيوم أكتيني

الاسم الشائع لنظير اليورانيوم الذى عدده الكتلى ٢٣٥ وعمره النصفى ٨.٨ ٠ ١٠ عام ، وهو الأصل الطبيعى لسلسلة الأكتينيوم الإشعاعية.

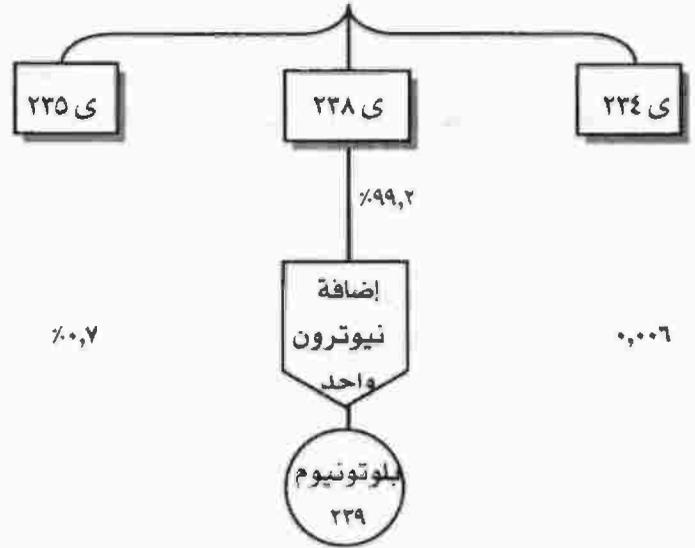
يورانيوم منضب (أو مستنفد) Depleted Uranium

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 كذبول منتجة جانبيًا، أو متخلفات 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 أحيانًا لكثافته العالية (ضعف كثافة الماء ١٩ مرة) لصنع مثل أوزان الجيروسكوب والموازن 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 المصقوب ألوانًا بديعة.

وأخيرًا تم استخدامه عسكريًا: فى تدريب الدبابات من سلسلة طراز (إبرام M1) وفى صنع القذائف الدينامية من عيارى ١٠٥ مليمترا. ١٢٠مليمترا لسلسلتى الدبابات من طراز (M1) و (M٦٠)، وفى مقذوبات برادلى من عيار ٢٥ مليمترا ومقذوبات الطائرات من

الرملى وحصى الكوارتز، ومتحدا بالأوكسجين فى بعض المعادن مثل: الكروتيت والبتشيلند (أكسيد اليورانيوم).

خام اليورانيوم



لليورانيوم ثلاثة نظائر طبيعية كتلتها الذرية: ٢٣٨ / ٢٣٥/٢٣٤ . رمزه "يو"، ومن ناحية خواصه الطبيعية ، فعدده الذرى : ٩٢ ، وزنه الذرى ٢٣٨,٠٣ ، نقطة الانصهار ١١٣٣⁰م ، ونقطة الغليان .. ٣٨⁰ م ، والكثافة ١٩ و.٥ جم/ سم^٣ . 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). وعند ٢٥٠-٣٠٠ درجة مئوية يتحد مع الأيدروجين مكونا الأيدريد UH₃ . ويكون مع الأحماض أملاح ثلاثية ورباعية التكافؤ . وسادس فلوريد اليورانيوم (UF₆) مركب يغلى فى درجة حرارة منخفضة، وذو أهمية فى فصل U235 عن U238 .



منظر لنجم يورانيوم بمستوى سطح الأرض

البرنامج النووي العراقي - الفرنسي المشترك، ونجح - بجهوده في الحصول على اليورانيوم المخصب من فرنسا، إلى جانب الحصول على اليورانيوم الذي تحتاجه العراق بعد نجاح د. يحيى المشد في شراء أسهم الحكومة الإيرانية باسم حكومة العراق بعد تسديد ديون إيران لدى شركة الكونسورتم الفرنسية لإنتاج اليورانيوم تسلمها مندوب البرنامج في 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 الميريديان في باريس، وفجأة تم العثور عليه مذبحاً في غرفته! أجمعت التحاليل على أن الموساد الإسرائيلي هو المتهم الأول، وكان وراء اغتياله. وأكدت تحقيقات إدارة المكتب الثاني الفرنسي (المخابرات) أن ساقطة فرنسية تسلمت إلى حجرة نوم د. المشد إلا أن العالم المصري قام بطردها من الحجرة، وعرف أن الساقطة توجهت بعد ذلك إلى مقر الموساد الإسرائيلي في باريس وأبلغت المسؤولين فيه أن العالم المصري لا يمكن استخدام النساء في إغرائه، كما أنه لم يستسلم أمام بريق المال. وقالت تقارير الأمن الفرنسي إن اثنين من رجال الموساد صعدا بطريقة ما إلى غرفة د. المشد وانها لاثان عليه وهو مستغرق في النوم بآلة حادة مما أدى إلى مصرعه في الحال ودون أن يحس أحد من المسؤولين بالفندق أو نزلائه بما حدث. يومها أذاع التلفزيون الفرنسي في المساء تقريراً مصوراً عن الحادث وعلق عليه بقوله: "إن الضحية كان من العلماء العرب المشهود لهم بالكفاءة النادرة في العلوم النووية، والاعتقاد السائد بين المسؤولين الفرنسيين بأن الحادث سوف يؤخر إنتاج العرب للقنبلة الذرية سنوات وسنوات"، أما صحيفة "يديعوت احرنوت" فقد علقت في مقالها الافتتاحي تحت عنوان "الأوساط كلها في إسرائيل تلقت نبأ الاغتيال بسرور"!

عيار ٣٠ ملميمتر، إضافة إلى الصواريخ الدينامية ذات القدرة الفائقة على اختراق المدرعات والحصون، والقذائف الباليستية ذاتية الدفع. وقذيفة اليورانيوم المنضب إذا استخدمت ضد دبابة ما فإنها تمرق فيها وتشتعل ذاتياً إلى آلاف الدرجات الحرارية وتدمر الدبابة على الفور، كما تطلق في الهواء أكاسيد اليورانيوم، الذي باستنشاقه يتم الإصابة بمشاكل صحية في الكلى والكبد، كما أن الحرارة الفائقة تؤدي إلى تلاحق جزيئات اليورانيوم المنضب التي عند استنشاقها أيضاً تلتصق بالرئتين وتسبب السرطان بعد فترة ما. ولقد تم استخدامه في حرب الخليج الثانية (بين العراق والكويت) وفي حروب البلقان الأخيرة - كوسوفا - حيث أثار استخدامه ردود فعل واسعة.

د. يحيى المشد (١٩٢٢ - ١٩٨٠) Yahia El-Mashad



د. يحيى المشد
(١٩٢٢ - ١٩٨٠)

ولد الدكتور يحيى المشد بمدينة بنها عام ١٩٢٢، حصل على بكالوريوس الهندسة قسم كهرباء جامعة الإسكندرية بتفوق، وقام بالتدريس فترة في جامعة الإسكندرية، سافر في بعثة عام ١٩٥٦ إلى موسكو وتخصص في مجال التصميم والتحكم في المفاعلات النووية وحصل على شهادة الدكتوراه. عمل فترة في مؤسسة

الطاقة الذرية في أنشاص، عين بعدها في قسم الهندسة النووية بجامعة الإسكندرية. تم إعارته إلى جامعة التكنولوجيا ومؤسسة الطاقة الذرية العراقية بعد أن شارك هناك في مؤتمر علمي ببغداد عام ١٩٧٣. رغم عروض عديدة لمنحه الجنسية الأوروبية منها رفضه الجنسية النرويجية بعد أن قام بالتدريس فترة بمعاهدها. تولى إصلاح مفاعل أوزيريك الذي قامت إسرائيل بتدميره. ترأس د. يحيى المشد

ملحق جداول
الكميات الفيزيائية

(٢) جدول المقاطع المستخدمة مع الوحدات وقيمتها

E	10^{18}	Exa	اكا
p	10^{15}	Peta	پتا
T	10^{12}	Tera	ترا
g	10^9	Giga	جيجا
M	10^6	Mega	ميجا
k	10^3	Kilo	كيلو
h	10^2	Hecto	هكتو
da	10^1	Deka	ديكا
d	10^{-1}	Deci	ديسي
c	10^{-2}	Centi	سنتي
m	10^{-3}	milli	ملي
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

(١) جدول الحروف الهجائية اليونانية

N	γ	ن	λ	α	ألفا
Ξ	ξ	اكسي	B	β	بيتا
O	o	أوميكرون	Γ	γ	جاما
Π	π	باي	Δ	δ	دلتا
P	ρ	رو	E	$\epsilon\delta$	بسيلون
Σ	σ	سيجما	Z	ζ	زيتا
T	τ	تو	H	η	إيتا
v	v	أوسيلون	Θ	θ	ثيتا
Φ	ϕ	فاي	I	ι	يوتا
X	χ	كاي	K	κ	كابا
Ψ	ψ	بسي	Λ	λ	لامدا
Ω	ω	أوميغا	M	μ	ميو

(٣) الثوابت الأساسية Fundamental constants

القيمة	الرمز	الكمية
$10^{-16} \cdot 1,66053$ ج م.أ.ف. ٩٣١,٤٨١	و.ك.ذ. - amu	وحدة الكتلة الذرية
$10^{23} \cdot 6,02472$ جرام وزن ذري	N_A - ن	عدد أفوجادرو
$10^{-16} \cdot 1,38062$ ارج/درجة ($erg^{\circ}K$)	ك - k	ثابت بولتزمان
$10^{-28} \cdot 1,0906$ جم $10^{-30} \cdot 0,48992$ و.ك.ذ.	m_e - e	كتلة الإلكترون في حالة السكون
$10^{-10} \cdot 4,80288$ وكس esu	e	الشحنة الالكترونية
$10^{24} \cdot 1,67492$ ج ١,٠٠٨٦٦٥ و.ك.ذ. م.أ.ف. ٩٣٩,٥٥٣	M_n	كتلة النيوترون في حالة السكون
$10^{24} \cdot 1,67261$ ج ١,٠٠٧٢٧٧ و.ك.ذ. م.أ.ف. ٩٣٨,٢٥٩	M_p	كتلة البروتون في حالة السكون

(٤) عوامل تحويلات الطاقة Energy conversion factors

مليون إلكترون فولت (م.أ.ف.) MeV	وحدة حرارية بريطانية Btu	جرام-كالوري gram-calorie	كيلو وات ساعة kilowatt-hour	جول joule	ارج erg
$10^{-6} \cdot 2,242$	$10^{-11} \cdot 9,478$	$10^{-8} \cdot 2,388$	$10^{-14} \cdot 2,778$	٧-١٠	١
$10^{12} \cdot 2,242$	$10^{17} \cdot 9,478$	$10^{20} \cdot 2,388$	$10^{22} \cdot 2,778$	١	10^{10}
$10^{14} \cdot 2,242$	٣٤١٢	$10^{16} \cdot 8,098$	١	$10^{12} \cdot 3,6$	$10^{13} \cdot 3,6$
$10^{12} \cdot 2,713$	$10^{17} \cdot 3,968$	١	$10^{17} \cdot 1,163$	٤,١٨٧	$10^{18} \cdot 4,187$
$10^{15} \cdot 6,081$	١	٢٥٢,٠	$10^{14} \cdot 2,931$	١,٥٥٥	١,٥٥٥
١	$10^{11} \cdot 1,0518$	$10^{14} \cdot 3,826$	$10^{17} \cdot 4,450$	$10^{10} \cdot 1,602$ ١٣	$10^{13} \cdot 1,602$

(٥) عوامل تحويلات القدرة

م . ا.ف / ثانية Mev/sec	و.ح.ب/ساعة Btu/hr	ميغا واط megawatt	كيلو واط kilowatt	واط watt
^{١١} ١.٠٦,٢٤٢	٣,٤١٢	^{١٠} ١.٠	^٩ ١.٠	١
^{١٥} ١.٠٦,٢٤٢	٣٤١٢	^٣ ١.٠	١	^٣ ١.٠
^{١٨} ١.٠٦,٢٤٢	^١ ١.٠٣,٤١٢	٢	^٢ ١.٠	^١ ١.٠
^{١٢} ١.٠١,٨٢٩	١	^٧ ١.٠٢,٩٣١	^٤ ١.٠٢,٩٣١	٠,٢٩٣١
١	^{١٣} ١.٠٥٠,٤٦٦	^{١٤} ١.٠٥١,٦٠٢	^{١٦} ١.٠٥١,٦٠٢	^{١٣} ١.٠٥١,٦٠٢

(٦) جدول العناصر الكيميائية ° (حسب الترتيب الأبجدي الإنكليزي)

الوزن الذري أو عدد الكتلة	العدد الذري	رمزه		اسم العنصر	
		عربي	انكليزي	عربي	انكليزي
227	89	كت	Ac	أكتينيوم	Actinium
26.98	13	لو	Al	ألومنيوم	Aluminium
243	95	مر	Am	أمريسيوم	Americium
121.76	51	نت	Sb	أنثيمون	Antimony
39.944	18	جو	Ar	أرجون	Argon
74.91	33	ز	As	زرنخ	Arsenic
210	85	ستا	At	أستاتين	Astatine
137.36	56	با	Ba	باريوم	Barium
249	97	بك	Bk	بركليوم	Berkelium
9.013	4	بيير	Be	بيريليوم	Beryllium
209.00	83	بزموت	Bi	بزموت	Bismuth
10.82	5	ب	B	بورون	Boron
79.916	35	بر	Br	بروم	Bromine
112.41	48	كد	Cd	كادميوم	Cadmium
40.80	20	كا	Ca	كالسيوم	Calcium
249	98	كف	Cf	كاليفورنيوم	Californium
12.011	6	ك	C	كربون	Carbon (graphite)
140.13	58	سر	Ce	سيريوم	Cerium
132.91	55	سز	Cs	سيزيوم	Cesium
35.457	17	كل	Cl	كلور	Chlorine
52.01	24	كر	Cr	كروم	Chromium
58.94	27	كو	Co	كوبلت	Cobalt
63.54	29	نح	Cu	نحاس	Copper
243	96	كم	Cm	كوريوم	Curium
162.51	66	يس	Dy	ديسبروسيوم	Dysprosium
254	99	ش	E	أينشتينيوم	Einsteinium
167.27	68	بيو	Er	إربيوم	Erbium

الوزن الذري أو عدد الكتلة	العدد الذري	رمزه		اسم العنصر	
		عربي	انكليزي	عربي	انكليزي
152	63	هر	Eu	هيروبيوم	Europium
225	100	فم	Fm	فرميوم	Fermium
19	9	فل	F	فلور	Fluorine
223	87	فر	Fr	فرنسيوم	Francium
157.26	64	جد	Gd	جدولينيوم	Gadolinium
69.72	31	جا	Ga	جاليوم	Gallium
72.60	32	جر	Ge	جرمنيوم	Germanium
197.0	79	ذ	Au	ذهب	Gold
178.50	72	هف	Hf	هفنيوم	Hafnium
4.003	2	هـ	He	هليوم	Helium
164.94	67	هو	Ho	هلميوم	Holmium
1.0080	1	يد	H	هيدروجين	Hydrogen
114.82	49	ند	In	انديوم	Indium
126.91	53	ى	I	يود	Iodine
192.2	77	يم	Ir	ايريديوم	Iridium
55.58	26	ح	Fe	حديد	Iron
83.80	36	كبر	Kr	كربتون	Krypton
138.92	57	لن	La	لنثانوم	Lanthanum
207.21	82	ر	Pb	رصاص	Lead
6.940	3	لك	Li	ليثيوم	Lithium
174.99	71	لت	Lu	لوتسيوم	Lutecium
24.32	12	مع	Mg	مغنسيوم	Magnesium
54.94	25	م	Mg	منجنيز	Manganese
265	101	مف	Mv	مندليفيم	Mendelevium
200.61	80	ى	Hg	زئبق	Mercury
95.95	42	مو	Mo	مولبيديوم	Molybdenum
144.27	60	نيو	Nd	نيودميوم	Neodymium
20.183	10	نى	Ne	نيون	Neon
237	93	نپ	Np	نبتونيوم	Neptunium
58.71	28	نك	Ni	نيكل	Nickel

الوزن الذري أو عدد الكتلة	العدد الذري	رمزه		اسم العنصر	
		عربي	انكليزي	عربي	انكليزي
92.91	41	نيب	Nb	نيوبيوم	Niobium
14.008	7	ن	N	نتروجين (أزوت)	Nitrogen (Azot)
253	102	نل	No	نوبليوم	Nobelium
190.2	76	مز	Os	أوزميوم	Osmium
16.000	8	أ	O	أوكسجين	Oxygen
106.4	46	بلد	Pd	بلديوم	Palladium
30.975	15	فو	P	فوسفور	Phosphorous (Yellow)
195.08	78	بلا	Pt	بلاتين	Platinum
242	94	بلو	Pu	بلوتونيوم	Plutonium
210	84	بل	Po	بولونيوم	Polonium
39.100	19	بو	K	بوتاسيوم	Potassium
140.92	59	بس	Pr	براسوديميوم	Praseodymium
145	61	مك	Pm	بروميثيوم	Promethium
231	91	بت	Pa	بروتكتينيوم	Protactinium
226.05	88	را	Ra	راديوم	Radium
222	86	د	Rn	رادون	Radon
186.22	75	نيم	Re	زنيوم	Rhenium
102.91	45	يعو	Rh	روديوم	Rhodium
85.48	37	بيد	Rb	روبيديوم	Rubidium
101.1	44	ثم	Ru	روثينيوم	Ruthenium
150.35	62	سم	Sa	ساماريوم	Samarium
44.96	21	سك	Sc	سكانديوم	Scandium
78.96	34	سل	Se	سلينيوم	Selenium
28.09	14	س	Si	سليكون	Silicon
107.880	47	ف	Ag	فضة	Silver
22.991	11	ص	Na	صوديوم	Sodium
87.63	38	ست	Sr	أسترونشيوم	Strontium
32.006	16	كب	S	كبريت	Sulphur (Yellow)
180.95	73	تا	Ta	تنتالم	Tantalum

الوزن الذرى او عدد الكتلة	العدد الذرى	رمزه		اسم العنصر	
		عربى	انكليزى	عربى	انكليزى
99	43	تك	Tc	تكنيتيوم	Technetium
127.61	52	تيل	Te	تيلوريوم	Tellurium
158.93	65	تر	Tb	تربيوم	Terbium
204.39	81	ثا	Ti	ثاليوم	Thallium
232.05	90	ثو	Th	ثوريوم	Thorium
168.94	69	ثل	Tm	ثليوم	Thulium
118.70	50	ق	Sn	قصدير	Tin
47.90	22	تى	Ti	تيتانيوم	Titanium
183.76	74	تن	W	تنجستن (ولفرام)	Tungsten
238.07	92	يو	U	يورانيوم	Uranium
50.95	23	فا	V	فاناديوم	Vanadium
131.30	54	نو	Xe	زينون	Xenon
173.04	70	يت	Yb	يتربيوم	Ytterbium
88.92	39	يتر	Yt	يتريوم	Yttrium
65.38	30	خ	Zn	خارصين (زنك)	Zinc
91.22	40	كن	Zr	زركونيوم	Zirconium

(٧) السلاسل الإشعاعية

(١) سلسلة الاكتينيوم

العمر النصفى	الإشعاع المنبعث	الرمز	العنصر
عام	$10 \times 7,13^A$	α	يورانيوم ٢٣٥ يو
ساعة	٢٥,٦	β	ثوريوم ٢٣١ ثو
عام	$10 \times 2,٤٣^A$	α	بروتواكتينيوم ٢٣١ بت
عاماً	٢١,٨ $\left\{ \begin{array}{l} (\%٩٨,٨) \\ (\%١,٢) \end{array} \right.$	$\left. \begin{array}{l} \beta \\ \alpha \end{array} \right\}$	أكتينيوم* ٢٢٧ كنت
يوماً	١٨,٤	α	ثوريوم ٢٢٧ ثو
دقيقة	٢١	β	فرانسيوم ٢٢٣ فر
يوماً	١١,٧	α	راديوم ٢٢٣ را
ثانية	٣,٩٢	α	رادون ٢١٩ ر
ثانية	$10^{-10} \times 1,٨٣$	α	بولونيوم* ٢١٥ بل
ثانية	$10^{-10} \times 1,٨٣$	β	
دقيقة	٣٦,١	β	رصاص ٢١١ ر
ثانية	$10^{-٤}$	β	استاتين ٢١٥ ستا
دقيقة	٢,١٦ $\left\{ \begin{array}{l} (\%٩٩,٧) \\ (\%٠,٣) \end{array} \right.$	$\left. \begin{array}{l} \alpha \\ \beta \end{array} \right\}$	بزموت* ٢١١ بز
ثانية	٠,٥٢	α	بولونيوم ٢١١ بل
دقيقة	٤,٧٨	β	ثاليوم ٢٠٧ ثا
-		مستقر	رصاص ٢٠٧ ر

(٥) يضمحل بانبعث كل من ألفا وبيتا بنسب محددة من أحداث الاضمحلال كما هو مبين.

(٢) سلسلة الثوريوم

العمر النصفى	الإشعاع المنبعث	الرمز	العنصر
عام	$10 \times 1,39$	α	٢٣٥ يو ثوريوم
أعوام	٦,٧	β	٢٢٨ ر راديوم
ساعة	٦,١٣	β	٢٢٨ كنت أكتينيوم
عام	١,٩١	α	٢٢٨ ثو ثوريوم
أيام	٣,٦٤	α	٢٢٤ را راديوم
ثانية	٥٢	α	٢٢٠ د رادون
ثانية	٠,١٦	α	٢١٦ بل بولونيوم
ساعة	١٠,٦		٢١٢ ر رصاص
دقيقة	٦٠,٥ { (%٦٦,٣) (%٣٣,٧)	β α	٢١٢ يز بزموت*
ثانية	$10 \times 1,3$	α	٢١٢ بل بولونيوم
دقيقة	٣,١	β مستقر	٢٠٨ ثا ثاليوم ٢٠٨ ر رصاص

(*) يضمحل بانبيعات كل من ألفا وبيتا بنسب محددة من أحداث الاضمحلال كما هو مبين.

(٣) سلسلة النبتونيوم

العمر النصفى	الإشعاع المنبعث	الرمز	العنصر
عامًا	١٣,٢	β	بلو ٢٤١
عامًا	٤٦٢	α	٢٤١
عام	$^{10} \times ٢,٢٠$	α	بنت ٢٣٧
يوم	٢٧,٤	β	بت ٢٣٣
عام	$^{10} \times ١,٦٢$	α	بو ٢٣٣
عام	$^{10} \times ٧,٣٤$	α	ثو ٢٢٩
يومًا	١٤,٨	β	را ٢٢٥
أيام	١٠,٠	α	كت ٢٢٥
دقيقة	٤,٨	α	فم ٢٢١
ثانية	$^{10} \times ١,٨$	α	ستا ٢١٧
دقيقة	٤٧	$\left. \begin{array}{l} \beta \\ \alpha \end{array} \right\}$	بز ٢١٣
ثانية	$^{10} \times ٤,٢$	α	بل ٢١٣
دقيقة	٣,٢	β	ثا ٢٠٩
ساعة	٣,٣٢	β	ر ٢٠٩
		مستقر	بز ٢٠٩

(٥) يضمحل بانبعث كل من ألفا وبيتا بنسب محددة من أحداث الاضمحلال كما هو مبين.

(٤) سلسلة اليورانيوم

العمر النصفى	الإشعاع المنبعث	الرمز	العنصر
عام	$^{238}\text{U} \times 4,51$	α	يورانيوم
يوماً	٢٤,١	β	ثوريوم
دقيقة	١,١٨	α	بروتواكتينيوم*
عام	$^{234}\text{Th} \times 2,48$	α	يورانيوم
عام	$^{234}\text{Pa} \times 8,0$	α	ثوريوم
عام	$^{234}\text{U} \times 1,62$	α	راديوم
أيام	٣,٨٢	α	رادون
دقيقة	٣,٠٥ { (%٩٩,٩٨) (%٠,٠٢)	α β	بولونيوم*
دقيقة	٢٦,٨	β	رصاص
ثانية	٢	α	استاين
	١٩,٧ { (%٩٩,٩٦) (%٠,٠٤)	β α	بزموت*
ثانية	$^{214}\text{Pb} \times 1,6$	α	بولونيوم
دقيقة	١,٣٢	β	ثاليوم
عاماً	١٩,٤	β	رصاص
أيام	٥,٠٠ { (%١٠٠~) (%١٠٠ × ٢)	β α	بزموت*
يوماً	١٣٨,٤	α	بولونيوم
دقيقة	٤,٢٠	β	ثاليوم
-		مستقر	راديوم

(٥٥) يجرى البروتواكتينيوم أيضا عملية تحول أيسومري في ٠,١٢% من أحداث الاضمحلال. ويتخذ الايسومر لعنصر ٢٣٤ بت حالة طاقة منخفضة. وبعد ذلك تضمحل بانبعث بيتا بعمر نصفى مدته ٧,٦ ساعة لتكوين ٢٣٤ يو.
(٥) يضمحل بانبعث كل من ألفا وبيتا بنسب محددة من أحداث الاضمحلال كما هو مبين.

٨ - منتجات الانشطار الأولية الأساسية

عمر النصف	الرمز	النظير
٥٣ يوماً	⁸⁹ Sr ست-٨٩	سترونشيوم-٨٩
٢١ عاماً	⁹⁰ Sr ست-٩٠	سترونشيوم-٩٠
٦٤,٢ ساعة	⁹⁰ Y يتر-٩٠	ايتريوم-٩٠
٥٧ يوماً	⁹¹ Y يتر-٩١	ايتريوم-٩١
٦٥ يوماً	⁹⁵ Zr كن-٩٥	زركونيوم-٩٥
٣٥ يوماً	⁹⁵ Nb نيب-٩٥	نيوبيوم-٩٥ (كولومبيوم)
٦٨,٣ ساعة	⁹⁹ Mo مو-٩٩	موليبدينوم-٩٩
٣٩,٨ يوماً	¹⁰³ Ru ثم-١٠٣	روثينيوم-١٠٣
١ عام	¹⁰⁶ Ru ثم-١٠٦	روثينيوم-١٠٦
٥٧ دقيقة	¹⁰³ Rh رو-١٠٣	روديوم-١٠٣
٣٠ دقيقة	¹⁰⁶ Rh رو-١٠٦	روديوم-١٠٦
٧٧,٧ ساعة	¹³² Te تلو-١٣٢	تليريوم-١٣٢
٨,١ يوماً	¹³¹ I ي-١٣١	يود-١٣١
٢,٤ ساعة	¹³² I ي-١٣٢	يود-١٣٢
٥,٢٧ يوماً	¹³³ Xe نو-١٣٣	زينون-١٣٣
٣٠ عاماً	¹³⁷ Cs سز-١٣٧	سيزيوم-١٣٧
٢,٦ دقيقة	¹³⁷ Ba با-١٣٧	باريوم-١٣٧
١٢,٨ يوماً	¹⁴⁰ Ba با-١٤٠	باريوم-١٤٠
٤٠ ساعة	¹⁴⁰ La لن-١٤٠	لانثانوم-١٤٠
٣٢,٥ يوماً	¹⁴¹ Ce سر-١٤١	سيريوم-١٤١
٢٩٠ يوماً	¹⁴⁴ Ce سر-١٤٤	سيريوم-١٤٤
١٣,٧ يوماً	¹⁴³ Pr بس-١٤٣	باراسيوديميوم-١٤٣
١٧,٥ دقيقة	¹⁴⁴ Pr بس-١٤٤	باراسيوديميوم-١٤٤
١١ يوماً	¹⁴⁷ Ne نيو-١٤٧	نيوديميوم-١٤٧
٢,٦ عام	¹⁴⁷ Pm مث-١٤٧	بروميثيوم-١٤٧
٥٤ ساعة	¹⁴⁹ Pm مث-١٤٩	بروميثيوم-١٤٩

(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 ٦٠،٥٨،٥٧	تشخيص الأمراض وفي الصناعة
الكروم-٥١	تشخيص الأمراض
السيزيوم-١٣٧	قياس نسبة الرطوبة-علاج الأمراض - حفر آبار البترول والغاز- قياس الكثافة وتحديد المستوى
الجالسيوم- ٦٧	تشخيص الأمراض
ترنتيوم	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
كريببتون-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

نوع الكاشف	نتيجة التفاعل (مخرج الكشف)	وسط الكاشف	التفاعل
- كواشف غازية - كواشف انصاف نواقل	نبضات تيار كهربية	- غاز - صلب	التأين
الكواشف الوميضية	ومضة من الضوء	صلب - سائل	إثارة الذرات والجزيئات
كواشف الأثر الضوئي	تغير في اللون	صلب - سائل	تحول كيميائي
كواشف التآلق الضوئي كواشف التآلق الحراري	إصدار ضوء أو جسيمات	صلب	خلق مصابيد من الالكترونات
كواشف الأثر الصلبة	أثر يدل على التفاعل	صلب	خلق عيوب

(ب) تصنيف الكواشف حسب طريقة الكشف

النموذج	كشف حدث فرد	كشف عدد من الجسيمات
كهربائي	حجرة التأين عداد تناسبي عداد جايجر - ميللر عداد نصف ناقل حجرة الشرارة	حجرة التأين
ضوئي	عداد وميض عداد شيرنكوف مستحلب التصوير حجرة الضباب حجرة الفقاعات حجرة الشرارة	الاسوداد التصويري تخرب المادة الكواشف الكيميائية

١١ - جدول المقارنة بين أنواع المفاعلات المنتشرة في العالم

م	الخواص	عنصر المفاضلة	مفاعلات التبريد الغازي والجرافيت	مفاعلات الماء العادي المضغوط	مفاعلات الماء العادي المغلي	مفاعلات الماء الثقيل
١	نوع الوقود	عدم وجود احتكاك الوقود	يورانيوم طبيعي لا يخضع لاحتكاك الدول الكبرى.	الوقود مخضب ولا يمكن استغناء الدول الكبرى عن هذا الوقود	الوقود مخضب ويستورد من الدول الكبرى	يورانيوم طبيعي ولا يخضع لاحتكاك 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	معدل احتراق مرتفع	معدل احتراق منخفض ولكنه أكبر من مفاعلات الغاز
٣	شحن الوقود في 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 في المفاعل
٤	المهدىء	رخص الثمن وإمكان معالجته أو تعويضه	الجرافيت غالي الثمن فلا يمكن تغييره وينتهي عمر المفاعل بفساده	رخيص الثمن فهو الماء العادي	رخيص الثمن فهو الماء العادي	لا يمكن تلافى فقدان كميات من الماء الثقيل المرتفع الثمن ويمكن تعويضه وكذلك يمكن معالجته
٥	المبرد	رخيص الثمن	رخيص الثمن ولذا فهو غير ذي أهمية	رخيص الثمن فهو الماء العادي	رخيص الثمن فهو الماء العادي	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 التي 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 أكبر من مفاعلات الماء التى تستخدم اليورانيوم المخصب ولذا فتكاليف أساساته متوسطة
٩	كثافة الطاقة أى ما تولده وحيدة المحترق من الطاقة الحرارية فى قلب المفاعل	الارتفاع	كثافة طاقة منخفضة نسبيا	كثافة طاقة مرتفعة	كثافة طاقة مرتفعة	كثافة طاقة منخفضة ولكن أكثر 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 لكبير العامل الحرارى سالب الفاعلية	سهل التحكم نظرا لكبير العامل السالب للفاعلية	غير سهل التحكم بسبب وجود فجوات بخار متقيرة	سهل التحكم نظرا لكبير العامل 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 أجزائها 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 والمتوسطة	غير اقتصادى للأحجام الصغيرة

١٢ - جدول يبين الأشعة المؤينة : مصادرها، آثارها، والوقاية منها

نوع الإشعاع	ماهيته	مصادره	آثاره	الوقاية منه
جسيمات ألفا	عبارة عن نواة ذرة الهيليوم وهي جسيمات موجبة الشحنة، وتتوقف بمجرد أن تعترضها قطعة من الورق. ولا يتجاوز أقصى مسار لها في الهواء بضعة سنتيمترات	تصدر جسيمات ألفا عن التفكك الاشعاعي لبعض النظائر الطبيعية مثل الراديوم واليورانيوم والرادون. ومثل هذه المواد متوفرة بشكل عام في كل مكان بدرجات متفاوتة.	تحدث جسيمات ألفا تأينا كثيفا على طول مساره، ومن هنا كانت هذه الأشعة شديدة الضرر بالخلايا الحية التي 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 التخریب داخل الخلية.	يمكن إيقاف هذه الجسيمات عن طريق ورقة رقيقة. وخطرها سطحي لذا يتوجب الحذر عند التعامل مع مواد مشعة مصدرة لهذه الجسيمات لئلا تحدث أي 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 نووي (أي من نواة الذرة). أصغر من جسيمات ألفا بكثير لذلك فهي أكثر نفاذية، وأقصى مجال لها في الهواء يقدر بحوالي مترين.	تصدر هذه الجسيمات من بعض النظائر المشعة مثل الرصاص Pb^{214} ، والبيزموت Bi^{214} وهي متوفرة في كل مكان بدرجات متفاوتة.	تعتبر جسيمات بيتا أقل ضرا من جسيمات ألفا حيث إن قدرتها على إحداث تأيينات أقل من جسيمات ألفا، ولكن قدرة جسيمات بيتا على النفاذ إلى داخل الجسم تجعل خطورة هذه الجسيمات يأتي من المنابع الخارجية والداخلية.	تأتي 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	وهي أشعة كهرومغناطيسية ذات طاقة عالية جدا مقارنة بالأشعة الضوئية فلها قدرة كبيرة على اختراق المادة والأنسجة الحية. وسارها في الهواء فائق الحد لإيقافها تماما يجب أن يعترضها كتلة من الرصاص يبلغ سمكها في بعض الأحيان ٢٢ سم.	ترافق هذه الأشعة عادة جسيمات ألفا وبيتا وهي عبارة عن انتقال النواة من حالة مثارة إلى حالة أقل إثارة أو إلى الحالة المستقرة لبعض النظائر المشعة (منشأ نووي)	نظرا لكون أشعة جاما غير مشحونة كهربائيا فإنها تؤين المادة بشكل غير مباشر عن طريق طرد الالكترونات من المادة التي امتصتها (للفعل الكهروضوئي). فقدره أشعة جاما على تأيين المادة ضعيفة مقارنة بجسيمات بيتا.	يمكن خطر هذه الأشعة في إمكانية اختراقها داخل جسم الإنسان. تستخدم المواد ذات الكثافة العالية كالكونكريت والرصاص للدروع الواقية منها. حيث يمكن استعمال درع من الرصاص يصل سمكه في بعض الأحيان إلى ٢٠ سم. وبشكل عام للوقاية من الأشعاع 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	وهي أشعة كهرومغناطيسية 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 سببى، إذا تعرض المريض إلى جرعات عالية.	تشابه هذه الأشعة أشعة جاما، ولكنها تحتاج إلى تدريع وحذر عند تشغيل الجهاز فقط. ويجب أن يقف مشغلو هذه الأجهزة خلف حاجز رصاصى أو أن يرتدوا ألبسة واقية.

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 الكهربائي، اللحام، المصابيح المبيدة للجراثيم، الضوء الأسود المستخدم في الطباعة الزرقاء ، مؤسسات تنظيف وغسل الملابس، طلاء المؤشرات باعواد المضيئة، مصابيح الأشعة فوق البنفسجية.	التهاب ملحمة وتصلب العين، إمكانية حدوث حروق شمس مؤلمة وسرطان جلد.	ارتداء النظارات الشمسية ذات المواصفات الجيدة، ارتداء الملابس التي تغطي أكبر أجزاء من الجسم، استخدام الزيوت الشمسية الواقية sun screens
الأشعة المرئية والليزر	المستخدمة في صناعة السناء كخطوط التوجيه، وفي الطب الجراحي وفي الاتصالات وكتابة المستندات الخطية، كما تستخدم في أعمال التنقيب وفي المجالات التي 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 الفولاذ ونافخو الزجاج. كما تستخدم في أعمال التنقيب وفي المجالات التي 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 في الأغراض العسكرية والاتصالات الملاحية وأجهزة الرادار وفي أفران الطهي، وعميات التجفيف والعلاج الطبى بالإنفاذ الحرارى.	العين والخصيتين أسرع الأعضاء تأثرا بها، أما الآثار الوراثية والآثار المترتبة على تراكم الجرعات منخفضة المستوى فهي غير معروفة. كذلك فإن مولدات الأمواج الميكروية قد تطلق الأشعة السينية.	التقليل قدر الإمكان من استخدام مثل هذه الأجهزة والابتعاد عن المصادر التي تطلق هذه الأمواج وعدم الاقتراب إلا عند الضرورة.
الموجات اللاسلكية (RP)	تستخدم معدات التسخين العاملة بالموجات اللاسلكية في تقسية المعادن ولحامها. كما يمكن استخدامها في أعمال النجارة، والتصفية والتغرية. كما تستخدم في تعقيم في تعقيم الحاويات واللحام الحرارى وفي معالجة اللدائن البلاستيكية.	مخاطر التشغيل الخطأ، وإمكانية التعرض للصدمة الكهربائية والحروق. وقد تؤدي الصدمات الكهربائية إلى موت العامل في حالات معينة.	عدم استخدام مثل هذه الأجهزة دون الإلمام بطريقة التشغيل ومعرفة الأخطار الناجمة عن الاستخدام الخطأ، كما يجب تجنب الاستخدام لفترة زمنية طويلة.

جدول (١٤) تأثير التشعيع على المواد المختلفة

التأثير	المادة	مبتدى فيض النيوترونات السريعة المجمعة نيوترون/سم ²
- فقد القدرة على التكبير. - التلويين - تكوين تشبيحات ملونة	أشباه الموصلات : (جيرمانيوم-سليكون) - زجاج عاى	١٠ ١٢
فقد قوى الشد.	بولى ميثيل ميث كريليت ومواد السليلوز	١٠ ١٣
- تكوين الغاز. - فقد المرونة.	- الماء والسوائل العضوية الأقل ثباتا. - مطاط طبيعى وبيوتيلى.	١٠ ١٤
- تكوين غاز وزيادة اللزوجة. - تليين. - فقدان قوة الشد.	- السوائل العضوية. - المطاط البيوتيلى. - بولى إيثلين .	١٠ ١٥
- فقدان قوى الشد. - تغيرات كبيرة وتصلد.	- المعادن مليئة بالبوليمرات.	١٠ ١٨
- زيادة فى اللزوجة. - فقدان قوى الشد.	- الزيوت الهيدروكربونية. - بولى ستيرين.	١٠ ١٩
- 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 والهشاشة. - نقصان فى اللدونة وزيادة فى قوة بداية الانفعال.	- المعادن الفلزية. - الصلب الكربونى. - السراميك. - سبائك الزركونيوم. - الصلب الكربونى. - الصلب الذى لا يصدأ.	١٠ ٢٠
- نقص شديد فى اللدونة. - نقص محسوس فى اللدونة. - زيادة فى الانتفاخ ونقصان اللدونة.	- سبائك الألومنيوم. - سبائك الزركونيوم. - سبائك النيكل.	٢٠ ٢١

جدول (١٥) تصنيف النظائر بالنسبة إلى سميتها الإشعاعية^١

الصف ٤ سمية قليلة Class 4 Slight toxicity	الصف ٣ سمية متوسطة Class 1 Moderate toxicity	الصف ٢ سمية عالية Class 2 High toxicity	الصف الأول سمية عالية جدا Class 1 Very high toxicity
H-3 Be-7 C-14 F-18 Cr-51 Ti-201	Na-22, 24 P-32,S-35 Cl-36,K-42 Sc-46, 47,45 V-48, Mn-52, 54,56 Fe-55,Co-58, 60 Ni-59, Cu-64 Zn-65, Ga-72 As-74, 76 Br-82, Rb-86 Zr-95+Nb-95, Nb-95, Mo-99 Tc-96, Rh-105 Pd-103+Rh-103 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	Ca-45 Fe-59 Sr-89 Y-91 Rh-106 I-131 Ba-140+La-140 Ce-144+Pr-144 Sm-151 Eu-154 Tm-170 Th-234+Pa-234 natural thorium. Natural uranium	Sr-90 + Y-90 Pb-210+(Bi-210 + E) PO-210 At-211 Ra-226 +55 % daughter Ac-227 U-233 Pu-239 Am-241 Cm-242

(١) ترتيب النظائر في كل صف طبقا لزيادة الرقم الذري. والتصنيف طبقا لتوصيات الوكالة الدولية للطاقة الذرية - سلسلة الأمان - ١٥.

جدول (١٦) تصنيف المختبرات وكميات النويدات المشعة المناسبة^١

Type of laboratory نوع المختبر			سمية النويدات المشعة Toxicity
الصف الثالث ^١	الصف الثاني ^٢	الصف الأول ^٣	
أقل من ٠.٣٧ ميغا بيكريل (10 μ Ci)	٣٧ - ٣.٧ ميللي بيكريل (100 μ Ci - 1mCi)	أعلى من ٣٧ ميغا بيكريل (١ مللي كوري)	الصف الأول السمية عالية جدا
أقل من ٣٧ ميغا بيكريل (١ ميللي كوري)	37MBq- ٣,٧٠ GBq (1- 100 mCi)	أعلى من ٣.٧ جيغا بيكريل (١٠٠ ميللي كوري)	صف ٢ : السمية عالية
أقل من ٣.٧ جيغا بيكريل (100 ميللي كوري)	3.7 - 370 GBq (100 mCi- 10 Ci)	أعلى من ٣٧٠ جيغا بيكريل (١٠ كوري)	صف ٣ السمية متوسطة
أقل من ٣٧٠ جيغا بيكريل (١٠ كوري)	0.37- 37 TBq (10 - 1000 Ci)	أعلى من ٣٧ تيرا بيكريل (١٠٠٠ كوري)	الصف الرابع السمية منخفضة

(١) الأرقام المذكورة تستعمل للعمليات الكيميائية الرطبة، وفي العمليات الجافة يمكن تطبيق عوامل التعديل: ١- في حالة التخزين في أماكن مغلقة ذات تهوية يضرب في ١٠٠، ٢- في حالة كمياء رطبة بسيطة-نشاط نوعي منخفض، ٣- رطوبة معقدة أو عملية جافة بسيطة، ٤- عمليات جافة مع وجود غبار، ٥- ٠.٠١.

(٢) هذا النوع مصمم بصورة خاصة وهو مزود بمجموعة أجهزة ومعدات كاملة يتمكن العاملون بواسطتها من التعامل والمعالجة الآمنة للمستويات العالية النشاط الاشعاعي.

(٣) تتوفر في هذا النوع الوسائل العملية المشابهة لأي مختبر كيميائي عالي النوعية.

(٤) وهي مختبرات عادية غير مصممة أصلاً لاستخدام المواد السامة.

LEPTONS											
NAME	SYMBOL	MASS	PHYSICAL PROPERTIES				DATE	BY WHOM	DISCOVERY SOURCE	DETECTOR	NATURE & ROLE
			LIFETIME	CHARGE	SPIN						
ELECTRON	e^-	0.511 MeV	Stable	-1	$\frac{1}{2}$	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	$\frac{1}{2}$	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	$\frac{1}{2}$	1937	S. Neddermeyer & C. Anderson	Cosmic radiation	Cloud chamber	Leptons of 2nd generation: decay products of pions, kaons, etc.; components of cosmic rays	
TAU & ANITAU	τ^- τ^+	1.784 GeV	3×10^{-13} s	-1 +1	$\frac{1}{2}$	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 (?), <50eV	Stable (?)	0	$\frac{1}{2}$	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	$\frac{1}{2}$	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	$\frac{1}{2}$	—	—	—	Inferred from tau decay; no direct regeneration	Leptons of 3rd generation	

* The Particle Explosion; F. close, etc.

QUARKS

NAME	SYMBOL	PHYSICAL PROPERTIES				DATE	BY WHOM	DISCOVERY HOW	NATURE & ROLE
		MASS	LIFETIME	CHARGE	SPIN				
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}	~10 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 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 & ANTI-CHARM	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/ψ (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) & ANTI-TOP	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.)

GAUGE BOSONS

۳- بوزونک

NAME	SYMBOL	PHYSICAL PROPERTIES				DATE	BY WHOM	DISCOVERY		DETECTOR	NATURE & ROLE
		MASS	LIFETIME	CHARGE	SPIN			SOURCE			
PHOTON	γ	0	Stable	0	1	1923	A. Compton: (implied: A. Einstein, 1905)	X-rays scattered from atomic electrons	Crystal spectrometer	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	

MESONS

4- 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^-	140 MeV	2.6×10^{-8} s	-1	0	$d\bar{u}$	1947	C. Powell & group at Bristol	Cosmic radiation	Emulsion	Involved in nuclear binding
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^-	494 MeV	1.2×10^{-8} s	-1	0	$s\bar{u}$	1947	G. Rochester & C. Butler	Cosmic radiation	Cloud chamber	Strange mesons
JPSI	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 & Richter)	First known member of charmonium family
(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-plus)	D^+	1.87 GeV	4×10^{-12} s	+1	0	$c\bar{d}$	1976	G. Goldhaber & team at LBL & SLAC	Electron-positron annihilation	Electronic	Charmed mesons
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_S^0 and the long-lived K_L^0 , which reveal matter-antimatter asymmetry (C.P violation).)

BARYONS

باريونات - 0

NAME	SYMBOL	PHYSICAL PROPERTIES				DATE	BY WHOM	DISCOVERY		NATURE & ROLE
		MASS	LIFETIME	CHARGE	SPIN			SOURCE	DETECTOR	
QUARK CONTENT										
PROTON	p	938.3 MeV	Stable (?). > 10 ³² years	+1	1/2	1911-19	E. Rutherford	Alpha scattering from atomic nuclei	Scintillator	Charged constituent of atomic nuclei
ANTI-PROTON	\bar{p}	938.3 MeV	Same as proton	-1	1/2	1955	E. Segre & team at LBL	Interactions of protons from accelerator	Scintillation & Cerenkov counters	Antiparticle of proton
NEUTRON	n	939.6 MeV	In nuclei, stable; Free: 15 minutes	0	1/2	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	1/2	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	1/2	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	1/2	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	1/2	1953	G. Tomasini & Milan-Gribova team	Cosmic radiation	Emulsion	Strange baryon
SIGMA (sigma-minus)	Σ^-	1.197 GeV	1.5 × 10 ⁻¹⁰ s	-1	1/2	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	1/2	1956	R. Plano & team at BNL	Interactions of kaon beam produced from accelerator	Bubble chamber	Strange baryon

تابع - باریونات

NAME	SYMBOL	PHYSICAL PROPERTIES				QUARK CONTENT	DATE	BY WHOM	DISCOVERY		DETECTOR	NATURE & ROLE
		MASS	LIFETIME	CHARGE	SPIN				SOURCE			
Xi(x ⁻ -zero)	Ξ^{-}	1.115 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	$\frac{1}{2}$	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	

دليل اعلام العلماء

الاسم الانجليزي	المقابل العربي	الصفحة
Abdu Salam	عبد السلام الباكستاني	١٢٠
Al-battani	البتاني	٢٦
AL-khwarismi	الخوارزمي	٨٥
Al-khazen	عبد الرحمن الخازن	٨٤
Al-magrity	المجريطي	١٥٨
Anderson , C.D	اندرسون ، كارل ديفيد	٢٢
Al-Rased, Tkey aldeen	الراصد، تقى الدين	٩٧
Al-Smawaal Al-Magriby	السموال المغربي	١٠٦
Aston , William	استون ، وليام	١٧
Becquerel , Henri	بيكرل ، هنري	٤٧
Bethe , Hans	بيته ، هانز	٤٧
Blackett, Patrick	بلاكيت ، باتريك	٤٥
Bohr , Niels	بور ، نيلز	٤٣
Bosgani Mohamed	محمد البوزجاني	٤٦
Cockroft , John	كوكروفت ، جون دوغلاس	١٥٠
Crookes, William	كروكس ، وليام	١٤٥
Curie, P. & M	كوري ، بييروماري	١٤٩
De broglie , Louis Victor	دي بروجلي، لويس فيكتور	٩٢
De Hevesy , George	دي هيفيسي ، جورج	٩٢
Ebn Hiyan Gaber	جابر بن حيان	٨٣
Ebn Elhytham Hasan	الحسن بن الهيثم	٢٧
Ebn Shaker Ahmed	احمد بن شاکر	١١٠
Einstein , Albert	ينشتين ، البرت	٣٧
El-nadi Mobammed	د. محمد النادي	١٨٤
Fermi, Enrico	فيرمي ، انريكو	١٣٢
Gell-mann , Murray	جيلمان ، مواري	٧٦
Geyath El-dein	غيث الدين	١٢٩
Hann,Otto	هان ، اوتو	١٩٢
Lawrence , Ernest	لورانس ، ارنست	١٥٣
Joliot , Frederic	جوليو كوري ، فردريك	٧٦
Mesharrafa. A.M	على مصطفى مشرفة	١٢٣

Milikan , Robert	ميليكان ، روبرت	١٨٢
Plank , Max	بلانك ، ماكس	٤٦
Oppenheimer, Robert	اوبنهايمر، روبرت	٣٦
Rutherford, Ernest	رذر فورد ، ارنست	٩٨
Rontgen, Wilhelm Conrad	رونجن ، 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	٣٠٢

فهرس انجلىزى - عربى

(A)

المصطلح الانجلىزى	المقابل العربى	الصفحة
Absorber	ماص	١٠٦
Absolute zero	الصفء المطلق	١١٢
Absorbed Dose	الجرعة الممتصة	٧٢
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 (النفاذىة)	١٨٠
Absorptivity	قوة الامتصاص	١٢٩
Accelerators	معجلات	١٦٨
Accident	الحادث	٧٧
Accident risk analysis	تحليل مخاطر الحوادث	٥٤
Actinide series	سلسلة الاكتينيدات	١٠٥
Actinium series (sequence)	سلسلة (متابعة) الاكتينيوم:	١٠٤
Acivation	تنشيط	٥٢
Activation analysis	تحليل بالتنشيط	٥٢
Activation cross-section	مقطع عرضى للتنشيط	١٧٤
Activity	فاعلىة	١٢٠
Actinouranium	يورانيوم اكتينى	٢٠١
Air-borne radioactivity	تركيز النشاط الاشعاعى فى الهواء	٥٧
AFRA	((الافرا)) اتفاقية التعاون الاقليمىة الافرىقىة	٢٦
Afterheat	حرارة لاحقة	٨١
Air monitor	جهاز مراقبة الهواء	٧٥
Air pressure	ضغط الهواء	١١٥
ALARA	الارا	٢٦
Alarm Signal	اشارة تنبىه	٢٠
Al-battani	البتانى (٨٥٠ - ٩٢٩ م)	٢٦
Algebra and Equalization	الجبر والمقابلة	٧٢
Age equation	معادلة العمر	١٦٥
Al-Khazen, Abdel-Rahman	الغازن, عبد الرحمن	٨٤
Al-Khawerismi	الخوارزمى	٨٥
Alloy	سبىكة	١٠٤
Al-magrity	المجريطى	١٥٨
Al-mohammadia, accident	المحمدىة , حادثة	١٦٠

Alpha radiation	اشعة الفا	٢٥
Al-Rased Tkey al-Jen	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	انجستروم (رمزه أوا)	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	الانكترونات الداخلية والانكترونات 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	الالكترون اوجير	٢٧
Automatic control	تحكم آلى اوتوماتيكى	٥٢
Avogadro's numbers	عدد افوجادرو	١٢١

(B)

المصطلح الانجليزي	المقابل العربي	الصفحة
Background	الخلفية	٨٥
Background radiation, natural	الخلفية الاشعاعية، الطبيعية	٨٥
Back scattering	بعثرة (تشتت) عكسية	١٧
Balmarz, 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 ، هنري	٤٧
Beta-decay	تحلل بيتا	٥٣
Beta (B) radiation	اشعاع بيتا	٢١
Beta sources	مصادر اشعة بيتا	١٦٢
Betatron	بيتاترون	٤٧
Bethe , Hans	بيته ، 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	البيتومين (القار، للنفائيات)	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 ١١-٦١	١٣٧
Bone seeking element	العنصر الباحث عن العظام	١٢٤
Boson	بوزون	٤٤
Boson Z	بوزون زد	٤٤

Bose-Einstein condensate (BEC)	كثافات بوز - اينشتاين	١٤٣
Bosgani, Mohamed	البوز جاني، 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	٢٥
Brokcel Convention	اتفاقية بروكسل . (الخاصة بتشغيل السفن النووية)	٣٩
Bubble chamber	غرفة فقاعية	١٢٧
Burnable poison	سم قابل للحرق	١٠٦
Burn-up fuel	وقود محترق	١٩٨
Burn (of skin)	حرق (الجلد)	٨١
Burst	انفجار	٢٥
By-product material	منتج جانبي	١٧٩

(C)

المقابل الانجليزي	المقابل العربي	الصفحة
Cadmium	الكادميوم	١٤٢
Calcination, waste	تحميص (النفايات)	٥٢
Californium-252	كاليفورنيوم - ٢٥٢	١٤٢
Canadian deuterium uranium reactor (CANDU)	مفاعلات الديوتيريوم-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 كربوني	٤٩
Carrier	حامل	٨٠
Cascade	تضاعف (تعاقبية)	٦١
Cask, waste	برميل (النفايات)	٣٩
Cathode ray tube	انبوبة اشعة الكاثود	٢٠
Centrifuge	طرد مركزي (طاردة مركزية)	١١٦
Centrifugation ,method (CEN)	طريقة الطرد المركزي	١١٦
Cerenkov Radiation	اشعاع شيرنكوف	٢٢
CERN	المختبر الاوروبي لفيزياء الجسيمات سيرن	١٦٠
Cesium- 137 Unit	وحدة السيزيوم - ١٣٧	١٩٦
Chadwick , James	شادويك ، جيمس	١١٠
Chain Reaction, nuclear	تفاعل نووي متسلسل	٦٣

Charge- exchange phenomenon	ظاهرة تبادل الشحنة	١١٨
Chemical shim	ضابط كيميائي	١١٤
Chemistry	كيمياء	١٥١
Chopper	قطاع	١٣٧
Chornobyl, accident	شرنوبيل ، حادثة	١١١
chromosome	صبغية	١١٢
Cromosphere	الغلاف الملون (كروموسفير)	١٢٩
Cladding	تغليف	٦٢
Clean bomb	قنبلة نظيفة	١٢٨
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	١٢٨
Cockroft , John	كوكروفت ، جون دوغلاس	١٥٠
Cockroft-Walton accelerator	معجل كوكروفت وولتن	١٦٩
Coffin	تابوت	٤٩
Coincidence circuits	دائرة التزامن	٨٧
Collision	تصادم	٦٠
Combustion	احتراق	١٢
Commissioning	اعداد للتشغيل (المنشأة النووية)	٢٥
Complementarity principle	مبدأ التتام	١٥٦
Comprehensive test ban treaty (CTBT)	معاهدة الحظر الشامل لتجارب الاسلحة النووية	١٦٧
Compton effect	اثر (مفعول) كومبتون	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	مبرد	١٥٧
Coordinates	الاحداثيات	١٢
Cosmic rays	اشعة كونية	٢٤
Conservation of energy	بقاء الطاقة	٤٢
Conservation of matter	بقاء المادة	٤٢
Conservation of momentum	بقاء كمية الحركة	٤٢
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	تآكل	٤٩
Counter	عداد	١٢٠
Crimes detection	الكشف عن الجريمة	١٤٦
Critical size	الحجم الحرج	٨٠
Criticality	حرجية	٨١
Criticality accident " Toxay mura"	حادث الحرجية فى اليابان ((توكاى ميورا))	٧٨
Critical group	مجموعة حرجية	١٥٨
Cromosphere	الغلاف الملون (كروموسفير)	١٢٩
Crookes, William	كروكس ، وليام	١٤٥
Crystals	بللورات	٤١
Cumulative dose	جرعة متراكمة	٧٢
Current (electric)	التيار (الكهربائى)	٦٨
Current density	كثافة التيار	١٤٤
Curie	كورى	١٤٩
Curie, P. & M	كورى ، بيير ومارى	١٤٩
Cyclotron	سيكلوترون	١٠٩

(D)

المصطلح الانجليزى	المقابل العربى	الصفحة
Daughter	وليدة	١٩٧
De broglie , Louis Victor	دى بروجلي، 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 ريبونيوكلينك - 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 nutrient 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 ratio	نسبة الامتصاص التفاضلي	١٨٥
Diffraction (of light)	حيود الضوء	٨٢
Digestion.acid	احماض هاضمة	١٢
Diode	صمام ثنائي	١١٢
Dirac statistics – Fermi	احصاء فرمي – ديراك	١٢
Dirac's theory	نظرية ديراك	١٨٧
Direct-cycle reactor system	نظام مفاعل بدورة مباشرة	١٨٧
Dirty bomb	قنبلة قذرة	١٢٨
Discharge tube	انبوب تفريغ	٢٠
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 (مجرع)	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 حلقيه	٢١

(E)

المصطلح الانجليزي	المقابل العربي	الصفحة
Ebn El-hytham. Al-Hasan	ابن الهيثم ، حسن	٢٧
Ebn-Hayyn. Gaber	ابن حيان ، جابر	٨٢
Ebn Shaker. Ahmed	بن شاکر، احمد	١١٠
Effective dose	الجرعة الفعالة	٧٢
Einstein , Albert	اينشتين ، ألبرت	٣٧
Elastic Scattering	التشتت المرن	٥٩
Elasticity	مرونة	١٦١
Electric charge	شحنة كهربية	١١١

Electrolysis	تحليل بالكهرباء	٥٣
Electromagnetic Radiation	اشعاع كهرومغناطيسي	٢٢
Electromagnetism	الكهر ومغناطيسية	١٤٧
Electro-magnetic force	قوة المغنطيسية الكهربية	١٤٠
Electromotive force (e.m.f)	القوة الدافعة الكهربية	١٤٠
Electrolyte	الكتروليت	٢٧
Electron configuration	التوزيع الالكتروني	٦٧
Electron microscope	سيكروسكوب الکتروني	١٨٢
Electron spin	لف الالكترون	١٥٢
Electron volt	الکترون 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 النادی ، 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 الرنيني	١١٥
Endoergic reaction	تفاعل ماص للطاقة	٦٣
Enrichment	اتراء (تخصيب) اليورانيوم	١١
Epithermal neutrons	النيوترونات فوق الحرارية	١٩٢
Equation of continuity	معادلة الاستمرار	١٦٥
Euler equations	معادلات اويلر	١٦٤
Exa Joule (EJ)	اكسا جول	٢٦
Excitation	اتارة	١١
Excess reactivity	تفاعلية زائدة	٦٣
Excited state	حالة مثارة	٧٩
Exclusion area	منطقة ممنوعة	١٨١
Excursion	اندلاع	٢٣
Exoergic reaction	تفاعل منتج للطاقة	٦٣
Exponential function	الدالة الاسية	٨٨
Exposure	التعرض	٦١
Exposure unit (x- unit)	وحدة التعرض	١٩٥
Exosphere	الغلاف الجوي الخارجي	١٢٨
External doses	الجرعات الخارجية	٧٣
Extensive shower (Auger shower)	وايل اوجير (وابل ممتد)	١٩٥
EURATOM (European Atomic Energy Community)	منظمة اليوراتوم (الجماعة الاوربية للطاقة الذرية)	٢٠٠

(F)

المصطلح الانجليزي	المقابل العربي	الصفحة
Radioactive Fallout	تساقط مشع	٥٨
Fatigue	الكلل (في 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	فيرمي ، انريكو	١٣٢
Fermi plot	خط فرمي	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 نووي	٣٤
Fission Bomb F.F.F- Fusion- Fission	القنبلة الانشطارية - الاندماجية - الانشطارية	١٣٨
Fission cross-section	مقطع عرضي 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 ومضي	٨٢
Flow Measurement	قياس التدفق	١٤١
Fluidized bed reactor	مفاعل الحوض التمايع	١٧٣
Fluoroscope	منظار فلوري	١٨١
Flux (neutron)	فيض (نيوتروني)	١٣٤
Food preservation	حفظ الاغذية	٨٢
Fuel channel	قناة الوقود	١٣٧
Fuel clad	غلاف الوقود (النووي)	١٢٩
Fuel element	عنصر (مجموعة) الوقود	١٢٥
Fuel management	ادارة الوقود (تنظيم استخدام الوقود)	١٦
Function	الدالة	٨٧
Fusion	اندماج نووي	٣٣
Fusion reactor	مفاعل الاندماج	١٧١
Fluorescence	الفلورية	١٣٠

(G)

المصطلح الانجليزي	المقابل العربي	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 الغازي (طريقة)	٢٢
Gas Filled detectors	كواشف غازية	١٤٨
Gauging	تحديد	٥١
Gawareiz, accident	جواريز، حادثة	٧٦
Geiger Counter	عداد جايجر	١٣١
Geiger formula	معادلة جايجر	١٦٥
Geologic formation	تكوينات جيولوجية	٦٥
Gellmann , Murray	جيلمان ، مواري	٧٦
Genetic effects of radiation	تأثيرات وراثية للاشعاع	٥٠
Generation time	زمن التوليد	١٠١
General law of gases	القانون العام للغازات	١٣٥
Geometry	تركيب هندسي	٥٧
Geyath El-dein	غياث الدين	١٢٩
Glueballs	كرات كلوونية	١٤٥
Glove box	صندوق قفازي	١١٣
Gradient of a scaler field	انحدار (تدرج) مجال قياسي	٢٢
Graph	شكل بياني	١١١
Graphite	جرافيت	٧٢
Gravity constant	ثابت الجاذبية	٧٠
Gravity force	قوة الجاذبية	١٣٩
Gray (GY)	جرای	٧٢
Ground state	حالة ارضية صفرية	٧٩
Ground zero	صفر ارضي	١١٣

(H)

المصطلح الانجليزي	المقابل العربي	الصفحة
H - Bomb	القنبلة الهيدروجينية	١٣٩
Half- life (Physical)	عمر النصف الفيزيقي	١٢٢
Half thickness	سمك النصف	١٠٦
Hann.Otto	هان ، اوتو (١٨٧٩ - ١٩٦٨)	١٩٢
Hardening	تصليد (تقسية)	٦٠
Health physics	فيزياء صحية	١٢٤
Heat transfer	انتقال الحرارة	٣٢
Heat exchanger	مبادل حرارى	١٥٧
Heat sink	مصب الحرارة	١٦٤
Heavy water	الماء الثقيل	١٥٥
Helium (He)	هليوم	١٩٤
Hereditary effects of radiation	تأثيرات وراثية للاشعاع	٥٠
High level wastes (HLW)	النفايات المشعة ذات النشاط المرتفع	١٨٩
Higgs boson	بوزون هيكرز	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	١٢٥
Hyperon	هيرون	١٩٤

(I)

المصطلح الانجليزي	المقابل العربي	الصفحة
Immobilization	تسكين (شل فاعلية ، تثبيت ، توقيف) ، النفايات	٥٩
Implosion weapon	سلاح باطنى الانفجار	١٠٥
Incident	حدث (عارض)	٧٧
Indicator (Radioactive tracer)	عنصر كاشف (مقتضى مشع)	١٢٤
Indirect-cycle reactor system	نظام مفاعل بدورة غير مباشرة	١٨٧
Induced radioactivity	نشاط اشعاعي 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 نيوتروني 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 داخلي	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 العكسي	١٣٥
Iodine-131	اليود ١٣١	٢٠٠
Ion	ايون	٢٨
Ion engine	محرك ايوني	١٥٩
Ion exchanger	المبادل الايوني	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	منحنيات 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 النظائري	١٨٧
Isotopic exchange theory	نظرية التبادل النظائري	١٨٧
Isotope seperation	فصل النظائر	١٣٠

(J)

المصطلح الانجليزي	المقابل العربي	الصفحة
Jet nozzle ,method (JN)	طريقة الفوهة	١٣١
Joliot , Frederic	جوليو كوري ، فردريك	٧٦
Joule	جول	٧٦
Junction Diode	الوصلة الثنائية	١٩٦
Justification	تبرير الممارسة	٥١

(K)

المصطلح الانجليزي	المقابل العربي	الصفحة
K-capture	اسر الكروني	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 الانجليزي	المقابل العربي	الصفحة
Labelled molecule	جزيء مرقوم	٧٣
Lanthanide series	سلسلة اللانثانيدات	١٠٥
Laplace equation	معادلة لابلاس	١٦٥
Large Hadron Collider	مصادم الهدرونات الكبير	١٦٣
Laser	الليزر (اشعة)	١٥٣
Laser , method	طريقة الليزر (التخصيب)	١٥٤
Latent heat	حرارة كامنة	٨٠
Lattice	شبكة (نظام تشابكي)	١١١
Lawrence , Ernest	لورانس ، ارنست	١٥٣
Lead castle	حصن (درع) رصاصي	٨٢
Leaching	ارتشاح	١٦
Leak detection	كشف التسرب	١٤٦
Leakage spectrum	طيف التسرب	١١٨
Lepton	ليبتون	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 النسوب 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	تزييلج (تزييت اوتشليم)	٥٨
Luminescence	استضاءة	١٧

(م)

المصطلح الانجليزي	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	سيكتروجراف الكتلة (مصور الطيف الكتلى)	١٠٤

Mass spectrometer	مقياس الطيف الكتلي (اسبكترومتر)	١٧٦
Mass spectrum	طيف الكتلة	١١٨
Materials testing	اختبار المواد	١٣
Mathematics	الرياضيات	١٠٠
Maximum credible accident	اقصى حادث معقول	١٦
Maxwell- Boltzman distribution	توزيع ماكسويل - بولتزمان	٦٧
Mean free path	الطول المتوسط للمسار الحر	١١٧
Mean value	القيمة المتوسطة	١٤١
Mechanical properties	خواص سيكانيكية	٨٦
Median lethal dose	جرعة امانة النصف	٧٣
Median lathal time	زمن هلاك النصف	١٠١
Mesharraf, A.M	مشرفة، على مصطفى	١٢٣
Meson	ميزون	٨١
Metal	فلز	١٣٠
Middle Eastern Regional Radioisotopes Center For Arab Countries	مركز الشرق الاوسط الاقليمي للنظائر المشعة للدول العربية	١٨٦
Migration area	مساحة الرحلة	١٦١
Milikan , Robert	ميليكان ، روبرت	٨٢
Minimization, waste	تدنية (النفايات)	٥٦
Minkowski space	عالم منكوفسكي رباعي الابعاد	١١٨
Mixing test	اختبار المزج	١٤
Moderator coefficient	معامل المهدئ	١٦٧
Moisture measurement	قياس الرطوبة	١٤١
Molecule	جزيء	٧٣
Momentum	كمية الحركة	١٤٧
Monitor	مرقب (جهاز مراقبة)	١٦١
Monoenergetic radiation	اشعاع احادى الطاقة	٢١
Multi channel analyser	المحلل متعدد القنوات	١٦٠
Multigroup model	نموذج المجموعات المتعددة	١٩١
Multiplication factor (constant)	ثابت المضاعفة = عامل التكاثر	٧١
Mutation	طفرة	١١٦

(N)

المصطلح الانجليزي	المقابل العربي	الصفحة
Natural circulation reactor	مفاعل ذو دورة طبيعية	١٧٣
Negative temperature coefficient activity	معامل التفاعلية السالب	١٦٦
Negative or Doner crystal (n-type)	البلورة السالبة	٤٢
Neptunium series (sequence)	سلسلة (متابعة) 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 النيوتروني	٥٣
Neutron bomb	قنبلة نيوترونية	١٣٩
Neutron Capture	اسر النيوترون	١٧
Neutron cycle	دورة نيوترونية	٩٠
Neutron collision radius	نصف قطر التصادم النيوتروني	١٨٥
Neutron diffractometer	مقياس حيود النيوترونات	١٧٦
Neutron detectors	كاشفات النيوترونات	١٤٢
Neutron flux	تلفق (فيض) نيوتروني	٥٦
Neutron hardening	تصلد (تقسية) نيوتروني	٦٠
Neutron optics	بصريات نيوترونية	٤٠
Neutron Radiography	تصوير نيوتروني	٦١
Neutron source	مصدر نيوتروني	١٧٤
Nitrogen-15	النيتروجين - ١٥	١٩٢
Non destructive test	اختبار غير اتلافي	١٣
Non-metal	لا فلزات	٢٠٠
Non- proliferation treaty (NPT)	معاهدة عدم انتشار الاسلحة النووية	١٦٧
Nuclear battery	بطارية نووية	٤٠
Nuclear cross section	القطع العرضي النووي	١٧٤
Neutron diffractometer	مقياس حيود النيوترونات	١٧٦
Nuclear detector	كاشف نووي	١٤٢
Nuclear emulsion	مستحلب نووي	١٦١
Nuclear energy	طاقة نووية	١١٦
Nuclear explosion	انفجار نووي	٣٥
Nuclear facility	المنشأة النووية	١٨٠
Nuclear fission supported by accelerator	انشطار نووي مدعوم بمعجل	٣٤
Nuclear fuel	الوقود النووي	١٩٨
Nuclear fuel cycle	دورة الوقود النووي	٩١
Nuclear induction	حث نووي	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	نويذة	١٩٢

(0)

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 nabra	مؤثر نابلا	١٨١
Optimization	الحالة المثلى للحماية الاشعاعية	٧٩
Oscilloscope	راسم النبذيات	٩٥
Ozirak	اوزيراك ، المفاعل العراقى	٣٧
Overpressure	فرط الضغط	١٣٠

(P)

المصطلح الانجليزي	المقابل العربي	الصفحة
Packing fraction	كسر التعبئة	١٤٦
Parasitic capture	اسر طفيلي	١٧
Parent atom	الذرة الام (او المنتجة)	٩٣
Pair Production	انتاج الأزواج	٣١
Partiele	جسيم	٧٤
Partial cross-section	المقطع العرضي الجزئي	١٧٤
Partial test ban treaty (PTBT)	معاهدة الحظر الجزئي لتجارب الاسلحة النووية	١٦٧
Partiele Physics	فيزياء الجسيمات	١٣٤
Pauli exclusion principle	قاعدة بولي	١٣٥
Penetrometer	مقياس النفاذية	١٧٦
Perfect gas (Ideal)	غاز كامل (الغاز المثالي)	١٢٦
Period	دورة	٩٠
Periodic	حركة دورية	٨١
Periodic table of element	الجدول الدوري للعناصر	٧٢
Permissible dose	الجرعة المسموح بها	٧٣
Personal license (licence)	الترخيص الشخصي	٥٧
Personal monitor	مرقب شخصي	١٦١
Phantom	فانتوم (في الفيزيكا الاشعاعية)	١٣٠
p ⁺	الرقم (الاس) الايدروجيني	٩٩
Phase	طور	١١٧
Phosphorescence	الفوسفورية	١٣١
Photoelectric effect	الاثر الكهروضوئي	١١
Photomultiplier tube	انبوب تضخيم ضوئي	٣٠
Photon	الفوتون	١٣١
Phetosphere	الغلاف الضوئي (فوتوسفير)	١٢٨
Physical properties	خواص فيزيقية	٨٦
Physics	فيزياء (فيزيكا)	١٣٢
Pig	هون	١٩٤
Pile (nuclear reactor)	ركام (مفاعل) نووي	٩٩
Pi- meson (Pion)	ميزون ((باي)) (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	٤٢
Plowshare	بلاشير	٤٦
pocket dosimeter	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)	البلورة 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 انبوية الضغط	١٧١
Pressure vessel	وعاء الضغط	١٩٧
Pressurized water reactor (PWR)	مفاعل الماء المضغوط	١٧٣
Pressurizer	منظم الضغط	١٨٠
Primary cosmic rays	اشعة كونية ابتدائية	٢٥
Principle of indeterminacy (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 فوري	٢٢
Proportional Counters	العداد التناسبي	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 البلوتونيورانيوم	١٢٣

(Q)

المصطلح الانجليزي	المقابل العربي	الصفحة
Quality control (QC)	ضبط الجودة	١١٤
Quality factor	عامل النوع	١١٩
Quanti statistics	الاحصاء الكمي	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 الانجليزي	المقابل العربي	الصفحة
Rabbit	وعاء ارنبي	١٩٦
Radiation	اشعاع	٢١
Radiation absorbed dose (Rad)	راد	٩٥
Radiation burn	حرق اشعاعي	٨٢
Radiation chemistry	كيمياة الاشعاع	١٥١
Radiation damage	تلف الاشعاع	٦٦
Radiation density	كثافة الاشعاع	١٤٣
Radioactive dust	غبار مشع	١٣٦
Radiation effects	تأثيرات الاشعاع	٤٩
Radiation emergency	طوارئ اشعاعية	١١٦
Radiation equivalent man (Rem)	الجرعة المكافئة	٧٣
Radiation illness	مرض اشعاعي	١٦٠
Radiation - induced polymerization	بلمرة مستحثة بالاشعاع	٤٣
Radiation interactions with human cells	تفاعل الاشعاع مع الخلايا	٦٣
Radiation monitoring	الرصد الاشعاعي	٩٨
Radiation pressure	ضغط اشعاعي	١١٤
Radiation protection	وقاية اشعاعية	١٩٧
Radiation Sickness	داء الاشعاع	٨٧
Radiation survey	مسح اشعاعي	١٦٢

Radiation Shielding	الحواجز (الدروع) الواقية من الاشعاع	٨٢
Radiation standards	معايير الاشعاع	١٧٠
Radiation sterilization (Radappertisation)	تعقيم بالاشعاع	٦١
Radiation survey	مسح اشعاعي	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 الاشعاعي	٦٦
Radioactive decay	التفكك (تحلل) الاشعاعي	٦٤
Radioactive decay law	قانون التفكك الاشعاعي	١٢٥
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 اشعاعي	١٠٦
Radioactive standard	معييار 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 اشعاعي	٩٠
Radiobiology	بيولوجيا اشعاعية	٤٨
Radioecology	علم البيئة الاشعاعي	١٢٢
Radioisotopes	نظائر مشعة	١٨٥
Radioisotopes and Crude Oil Production	النظائر المشعة ونتاج النفط	١٨٦
Radioisotopic generator	مولد للنظير المشع	١٨١
Radiolysis	تحليل اشعاعي	٥٢
Radiosensitivity	حساسية اشعاعية	٨٢
Radium	الراديوم	٩٥
Radon	الرادون	٩٥
Radon breath analysis	تحليل التنفس الرادوني	٥٢
Rang – energy relation	العلاقة بين المدى والطاقة	١٢٥
Reactivity (ρ)	التفاعلية	٦٢
Radiobiology	بيولوجيا اشعاعية	٤٨
Radiology	راديولوجيا (علم الاشعاع)	٩٥
Radiography	تصوير اشعاعي	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	محاكي المفاعل	١٥٨
Reactor site selection	اختيار موقع المفاعل النووي	١٥
Recycling	اعادة الدورة	٩١
Reflector	عاكس	١١٨
Registration	التسجيل	٥٨
Regulatory body	الهيكل الرقابي والتنظيمي	١٩٤
Relative biological effectiveness (RBE)	فعالية بيولوجية نسبية	١٣٠
Relaxation distance	مسافة الاسترخاء	١٦١
Relocation (of fuel-pellet segment)	ترحيل (في اجزاء اقراص الوقود)	٥٧
Repository, waste	منشأة الدفن (للنفايات)	١٧٩
Reprocessing	معالجة معادة (او معادة 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 رنيني	٢٩
Resonance escape probability (p)	احتمال التسرب الرنيني	١٢
Rest mass	كتلة السكون	١٤٢
Reversibility	العكسية	١٦٩
Rontgen (R)	الرونجن	١٠٠
Rontgen, Wilhelm Conrad	رونجن ، وليلم كونراد	٩٩
Rotation of vector (Curl)	دوران المتجه	٩٠
Rutherford, Ernest	رذر فورد ، ارنست	٩٨

(S)

المصطلح الانجليزي	المقابل العربي	الصفحة
Safe nuclear explosion	انفجار نووى سلمى	٢٥
Safe transporting of radioactive material	النقل الامن للمواد ذات النشاط الاشعاعي	١٩٠
Safety analysis reports	تقارير تحليل الامان	٦٤
Salting Bomb	القنابل المملحة	١٢٨
Sameira Mosa	سميرة موسى	١٠٧
San Loran, accident	سان لوران ، حادث	١٠٢
Seaborg . Glen	سيبورج ، جلين	١٠٨
Seal	مانع تسرب	١٥٦
Sealed source	الصدر المختوم	١٦٤
Seed and blanket	قلب ذو بذرة (وغطاء)	١٣٧

Segregation, waste	عزل (النفايات)	١٢٢
Semiconductor	اشباه الموصلات	٢٠
Self-luminous device	جهاز الاضاءة الذاتي	٧٥
Semiconductor detectors	كواشف انصاف نواقل	١٤٨
Separative work	جهد الفصل	٧٥
Series	متسلسلة	٥٨
Series in natural radioactive	سلاسل التفتت الاشعاعي	١٠٤
Scaler product	حاصل الضرب القياسي لمتجهين	٧٩
Scattering	استطارة	١٧
Scanning radioisotope	مسح النظائر المشعة	١٦٢
Scavenging	تطهير (تنقية)	٦١
Scattering cross-section	مقطع عرضي للاستطارة	١٧٥
Scintigram	مقياس التلاؤ (ومضات الضوء)	١٧٥
Scintiscanner	ماسح التلاؤ (الوميضي)	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	١٢٧
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	٢٣
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	تأثيرات ذاتية للاشعاع	٤٩
Sorption	امتزاز (انتشار)	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 الطيفي	٥٣
spectrum	طيف	١١٨
Spent fuel	وقود مستهلك (مستنفد القوة)	١٩٨
Spent fuel storage	التخزين المرحلي للوقود المستنفد	٥٤
Spontaneous fission	انشطار تلقائي	٣٤
Stable isotopes	النظائر الثابتة	١٨٥
Standard deviation	الانحراف المعياري	٣٢
Standard Model	النموذج المعياري	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 الطبقي	١٣٨
Strain	انفعال	٣٥
Strange particles	جسيمات غريبة	٧٤
Stress corrosion	تآكل اجهادي	٤٩
Stress corrosion cracking	صدع (أوشرخ) اجهاد التآكل	١١٣
Stripping	اقتلاع (استخلاص ، انتزاع ، تعرية)	٣٦
Strong nuclear forces	قوى نووية شديدة	١٤٠
Subatomic particles	جسيمات دون ذرية	٧٤
Sun	شمس	١١٢
Superheating	تسخين فائق	٥٩
Survay meter	مقياس المسح (الاشعاعي)	١٧٧
Survival curve	منحنى النجاة	١٨٠
Swelling of fuel	انتفاخ (تورم) الوقود	٣٢
Synchrotron	سينكروترون	١٠٨
System of measurement	نظم القياس	١٨٨

(T)

المصطلح الانجليزي	المقابل العربي	الصفحة
Tagged atoms (Labelled)	ذرات موسومة (مرفومة)	٩٣
Taillings	مخلفات	١٦٠
Taillings impoundment	مجمع المخلفات	١٥٨
Tank reactor	مفاعل صهريجي	١٧٣
Target	هدف	١٩٤
Teller , Edward	تيلر ، ادوارد	٦٩
Telateloco convention	معاهدة اخلاء امريكا اللاتينية من الاسلحة النووية (معاهدة تلاتيلوكو)	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 Ionosphere	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	مكافئ الديناميت	١٧٨
Transplutonium element	عنصر ما وراء البلوتونيوم (ترانسبلوتونى)	١٢٤
Triage	تصنيف ثلاثى	٦١
Transistors	الترانستور	٥٦
Total cross-section	المقطع العرضى الكلى	١٧٥
Towl, accident	تول (حادثة)	٦٨
Transuranium elements	عناصر ما وراء 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 الانجليزي	المقابل العربي	الصفحة
Ultimate Disposal (H.L. Waste)	التخزين النهائي (للنفايات عالية الاشعاع	٥٥
Ultrasonic testing	اختبار الموجات فوق الصوتية	١٤
Uranium	يورانيوم	٢٠٠
Uranium hexafluoride	سادس فلوريد اليورانيوم (يوفل)	١٠٣
Uranium production	انتاج اليورانيوم	٣١
Uranium series (sequence)	سلسلة (متتابعة) اليورانيوم	١٠٥
Uranium trioxide	ثالث اوكسيد اليورانيوم (يوا)	٧١

(U)

المصطلح الانجليزي	المقابل العربي	الصفحة
Valve	صمام (محبس)	١١٣
Valve Thermionic	صمام ثرميوني	١١٣
Van Allen radiation belt	حزام فان الن	٨٢
Van De Graff Accelerator	معجل الفان دي 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 الاتجاهي لتجهين	٧٩
Vienna Convention on civil liability of nuclear damage	اتفاقية فيينا (الخاصة بالمسئولية المدنية عن اضرار الطاقة الذرية)	١٣٤
Virtual Nuclear Testing	الاختبار النووي الافتراضي	١٤
Void coefficient	معامل الفقاعات	١٦٦
Volume reduction	تقليص الحجم (النفايات المشعة)	٦٥

(W)

المصطلح الانجليزي	المقابل العربي	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 في 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

(K)

المصطلح الانجليزي	المقابل العربي	الصفحة
X- Ray	اشعة اكس (الاشعة السينية)	٢٢
X-ray camera	جهاز الاشعة السينية	٧٥
X- ray testing	اختبار بالاشعة السينية	١٣

(Y)

المصطلح الانجليزي	المقابل العربي	الصفحة
Yahia El-mashad	د. يحيى المشد	٣٠٢
Yield	النتاج	١٨٤
Yellow Cake	الكعكة الصفراء (العجينة الصفراء)	١٤٦

(Z)

المصطلح الانجليزي	المقابل العربي	الصفحة
Zeeman effect	اثر زيمان	١١
Zirconium	زركونيوم	١٠١
Zircaloy	زركالوي	١٠١

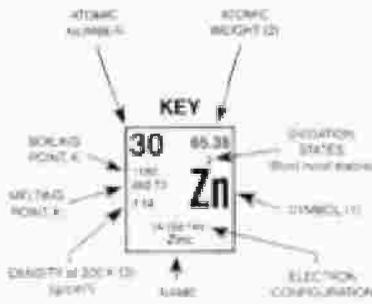
فهرس الجداول الملحقه

٢٠٥	جدول الحروف الهجائية اليونانية
٢٠٥	جدول المقاطع المستخدمة مع الوحدات وقيمتها
٢٠٦	جدول الثوابت الأساسية
٢٠٦	جدول عوامل تحويلات الطاقة
٢٠٧	جدول عوامل تحويلات القدرة
٢٠٨	جدول العناصر الكيميائية
٢١٢	جدول السلاسل الإشعاعية
٢١٢	سلسلة الاكتينيوم
٢١٣	سلسلة الثوريوم
٢١٤	سلسلة الانبتونيوم
٢١٥	سلسلة ايورانيوم
٢١٦	منتجات الانشطار الأولية الأساسية
٢١٧°	أمثلة لبعض النظائر المشعة واستخداماتها
	تصنيف الكواشف الإشعاعية :
٢١٨	حسب طبيعة تفاعل الأشعاع مع المادة
٢١٨	حسب طريقة الكشف
٢١٩	جداول المقارنة بين أنواع المفاعلات النووية المنتشرة في العالم
٢٢٢	الأشعة المؤينة (مصادرها، آثارها، الوقاية منها)
٢٢٤	الأشعة غير مؤينة (مصادرها، آثارها، الوقاية منها)
٢٢٥	تأثير التشعيع على المواد المختلفة
٢٢٦	تصنيف النظائر بالنسبة إلى سميتها الإشعاعية
٢٢٧	تصنيف المختبرات وكميات النويدات المشعة المناسبة
٢٢٨	جداول الجسيمات الأولية
	• خريطة النظائر

دليل استخدام خارطة التويدات

**GROUP
1A**

1A		IIA		IIIA		IVA		VA		VIA		VIIA	
1 1.0079 1 H Hydrogen		3 6.941 3 Li Lithium	4 9.01218 4 Be Beryllium										
11 22.98977 11 Na Sodium	12 24.305 12 Mg Magnesium												
19 39.0983 19 K Potassium	20 40.08 20 Ca Calcium	21 44.9559 21 Sc Scandium	22 47.88 22 Ti Titanium	23 50.9415 23 V Vanadium	24 51.996 24 Cr Chromium	25 54.9380 25 Mn Manganese							
37 85.4678 37 Rb Rubidium	38 87.62 38 Sr Strontium	39 88.9059 39 Y Yttrium	40 91.22 40 Zr Zirconium	41 92.9064 41 Nb Niobium	42 95.94 42 Mo Molybdenum	43 (98) 98 Tc Technetium							
55 132.9054 55 Cs Cesium	56 137.33 56 Ba Barium	57 138.9055 57 La Lanthanum	72 178.49 72 Hf Hafnium	73 180.9479 73 Ta Tantalum	74 183.85 74 W Tungsten	75 186.207 75 Re Rhenium							
87 (223) 87 Fr Francium	88 226.0254 88 Ra Radium	89 227.0279 89 Ac Actinium	104 (261) 104 Unq (Unbinilium)	105 (262) 105 Unp (Unpentium)	106 (263) 106 Unh (Unhexium)								



NOTES:

- (1) Black—solid
Green—gas
Blue—liquid
Outline—artificially prepared
- (2) Based upon carbon-12. 0 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.

* 58 140.12 58 Ce Cerium	* 59 140.9077 59 Pr Praseodymium	* 60 144.24 60 Nd Neodymium
** 90 232.0381 90 Th Thorium	** 91 231.0369 91 Pa Protactinium	** 92 238.029 92 U Uranium

الجدول الدوري للعناصر

										VIII	
										2 4.00260	
										He	
										4.002602 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										10 ¹ Helium	
										10 20.179	
										Ne	
										20.1797 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										10 ¹ Neon	
										18 39.948	
										Ar	
										39.9481634 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										18 ¹ Argon	
										36 83.80	
										Kr	
										83.801878 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										36 ¹ Krypton	
										54 131.30	
										Xe	
										131.2940892 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										54 ¹ Xenon	
										86 (222)	
										Rn	
										(222) 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										86 ¹ Radon	
										84 (208)	
										Po	
										(208) 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										84 ¹ Polonium	
										85 (210)	
										At	
										(210) 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										85 ¹ Astatine	
										83 208.9804	
										Bi	
										208.980401 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										83 ¹ Bismuth	
										82 207.2	
										Pb	
										207.2 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										82 ¹ Lead	
										81 204.37	
										Tl	
										204.377012 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										81 ¹ Thallium	
										80 200.59	
										Hg	
										200.59 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										80 ¹ Mercury	
										79 196.9665	
										Au	
										196.9665693 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										79 ¹ Gold	
										78 195.09	
										Pt	
										195.093089 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										78 ¹ Platinum	
										77 182.22	
										Ir	
										182.220851 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										77 ¹ Iridium	
										76 190.2	
										Os	
										190.2339584 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										76 ¹ Osmium	
										52 127.60	
										Te	
										127.603 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										52 ¹ Tellurium	
										51 121.75	
										Sb	
										121.757 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										51 ¹ Antimony	
										50 118.69	
										Sn	
										118.69 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										50 ¹ Tin	
										49 114.82	
										In	
										114.818 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										49 ¹ Indium	
										48 112.41	
										Cd	
										112.4144 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										48 ¹ Cadmium	
										47 107.868	
										Ag	
										107.8682 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										47 ¹ Silver	
										46 106.4	
										Pd	
										106.42 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										46 ¹ Palladium	
										45 102.9055	
										Rh	
										102.90550 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										45 ¹ Rhodium	
										44 101.07	
										Ru	
										101.071988 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										44 ¹ Ruthenium	
										36 83.80	
										Kr	
										83.801878 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										36 ¹ Krypton	
										35 79.904	
										Br	
										79.904 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										35 ¹ Bromine	
										34 78.96	
										Se	
										78.96 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										34 ¹ Selenium	
										33 74.9216	
										As	
										74.92160223 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										33 ¹ Arsenic	
										32 72.59	
										Ge	
										72.59 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										32 ¹ Germanium	
										31 69.72	
										Ga	
										69.723 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										31 ¹ Gallium	
										30 65.38	
										Zn	
										65.38 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										30 ¹ Zinc	
										29 63.546	
										Cu	
										63.546 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										29 ¹ Copper	
										28 58.70	
										Ni	
										58.7084 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										28 ¹ Nickel	
										27 58.9332	
										Co	
										58.933195 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										27 ¹ Cobalt	
										26 55.847	
										Fe	
										55.845 0.00017999 0.000000074 0.19827	
										26 ¹ Iron	

The names and symbols of elements 104-118 are those recommended by IUPAC in its periodic table. Information is thus provided by the periodic table concerning 104 elements. IUPAC website has proposed Rutherfordium (Rf) for element 104 and Nihonium (Nh) for element 105. IUPAC website also lists the names and symbols of these elements from proposed alternative names and symbols.

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 designating these subgroups.

* Estimated values

61 (145) Pm 144.91262 0.00017999 0.000000074 0.19827 61 ¹ Promethium	62 150.4 Sm 150.36 0.00017999 0.000000074 0.19827 62 ¹ Samarium	63 151.96 Eu 151.964 0.00017999 0.000000074 0.19827 63 ¹ Europium	64 157.25 Gd 157.25 0.00017999 0.000000074 0.19827 64 ¹ Gadolinium	65 158.9254 Tb 158.92535 0.00017999 0.000000074 0.19827 65 ¹ Terbium	66 162.50 Dy 162.50031 0.00017999 0.000000074 0.19827 66 ¹ Dysprosium	67 164.9304 Ho 164.930329 0.00017999 0.000000074 0.19827 67 ¹ Holmium	68 167.26 Er 167.25931 0.00017999 0.000000074 0.19827 68 ¹ Erbium	69 168.9342 Tm 168.93423 0.00017999 0.000000074 0.19827 69 ¹ Thulium	70 173.04 Yb 173.04493 0.00017999 0.000000074 0.19827 70 ¹ Ytterbium	71 174.967 Lu 174.96708 0.00017999 0.000000074 0.19827 71 ¹ Lutetium
93 (237) 0.00017999 Np 237.0481734 0.00017999 0.000000074 0.19827 93 ¹ Neptunium	94 (244) 0.00017999 Pu 244.0642214 0.00017999 0.000000074 0.19827 94 ¹ Plutonium	95 (243) 0.00017999 Am 243.0613811 0.00017999 0.000000074 0.19827 95 ¹ Americium	96 (247) 0.00017999 Cm 247.070351 0.00017999 0.000000074 0.19827 96 ¹ Curium	97 (247) 0.00017999 Bk 247.070351 0.00017999 0.000000074 0.19827 97 ¹ Berkelium	98 (251) 0.00017999 Cf 251.0795894 0.00017999 0.000000074 0.19827 98 ¹ Californium	99 (252) 0.00017999 Es 252.0830213 0.00017999 0.000000074 0.19827 99 ¹ Einsteinium	100 (257) 0.00017999 Fm 257.1037566 0.00017999 0.000000074 0.19827 100 ¹ Fermium	101 (258) 0.00017999 Md 258.1038284 0.00017999 0.000000074 0.19827 101 ¹ Mendelevium	102 (259) 0.00017999 No 259.1038688 0.00017999 0.000000074 0.19827 102 ¹ Nobelium	103 (260) 0.00017999 Lr 260.1038784 0.00017999 0.000000074 0.19827 103 ¹ Lawrencium

دليل استخدام خارطة النويدات

Chemical Element

H

1.0079

Hydrogen

1, 333, 150

- Symbol
- Atomic Weight (Carbon-12 Scale)
- Element Name
- Thermal Neutron Absorption Cross-Section in Barns, Followed by Resonance Integral in Barns.

Stable

Even Z, Even N Nucleides Have Spin and Parity 0+

Pd108

26.46

Atom Percent Abundance

Thermal Neutron Activation Cross-Sections in Barns Leading to (Isomeric + Ground State), Followed by Resonance Integrals Leading to (Isomeric + Ground State)

Isotopic Mass (Carbon-12 Scale)

Fission Product, Slow Neutron Fission of U235, U233 or Pu239

Artificially Radioactive

S38

2.84 h

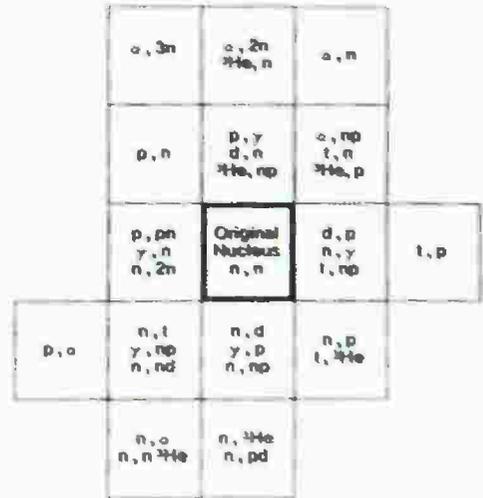
Symbol, Mass Number

Half-Life

Modes of Decay with Energy of Radiation in Mev for Alpha and Beta and Kev for gammas

Beta Disintegration Energy in Mev

Displacements Caused by Nuclear Bombardment Reactions



Naturally Occurring or Otherwise Available but Radioactive

Symbol, Mass Number

La138

0.090

1.05E11 a

Spin and Parity

Atom Percent Abundance

Half-Life

Modes of Decay in Order of Prominence with Energy of Radiation in Mev for Alpha and Beta and Kev for gammas

Thermal Neutron Capture Cross-Section, Followed by Resonance Integral

Beta Disintegration Energy Followed by Isotopic Mass

Member of Naturally Radioactive Decay Chain

Historical Symbol

Po218

RnA 3.10 m

Symbol, Mass Number

Half-Life

Modes of Decay and Energy in Mev for Alpha - Beta, Kev for gamma

... Indicates Decay Mode Intensity (See symbol list)

Isotopic Mass

Two Isomeric States One Stable

Spin and Parity of Metastable State, 11/2

Half-Life

Modes of Decay with Energy of Radiation in Kev

Isotopic Mass

Radioactive Isomer Stable Ground State

Spin and Parity of Ground State, 1/2+

Symbol, Mass Number

Atom Percent Abundance

Thermal Neutron Capture Cross-Section in Barns, Followed by Resonance Integral in Barns

Fission Product, Slow Neutron Fission of U235, U233 or Pu239

Two Isomeric States Both Radioactive

Spin and Parity of Ground State

Symbol, Mass Number

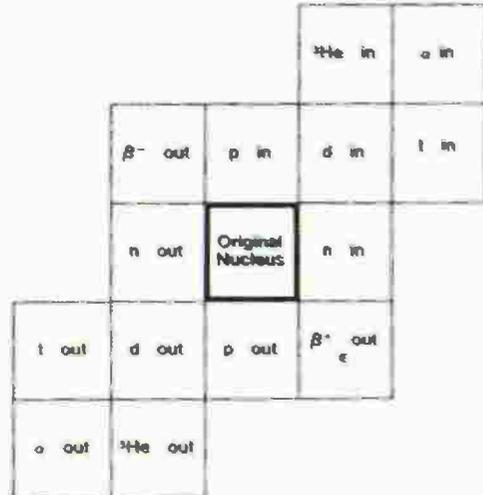
Half-Lives

Modes of Decay and Energy in Order of Intensity - Indicates Additional Low Intensity Transitions - Indicates Where Shown) Range of Energies Included

Beta Disintegration Energy in Mev

Radioactive m-state isomer Radioactive g.s. isomer

Relative Locations of the Products of Various Nuclear Processes



SYMBOLS

RADIATIONS AND DECAY

α	alpha particle
β^-	negative electron
β^+	positron
γ	gamma ray
n	neutron
p	proton
d	deuteron
t	triton
ϵ	electron capture
IT	isomeric transition
\square	delayed radiation
BF	spontaneous fission
E	disintegration energy
e^-	conversion electron
$\beta^-\beta^-$	double beta-decay
C14	particle emission
Ne	particle emission

TIME

μ s	microseconds (1.0E-6 sec.)
ms	milliseconds (1.0E-3 sec.)
s	seconds
m	minutes
h	hours
d	days
a	years

OTHER SYMBOLS

$\leq 1\%$	absolute abundance less than 1%
$\leq 10^{-3}\%$	absolute abundance less than 10E-3%
$\leq 10^{-6}\%$	absolute abundance less than 10E-6%
E	indicates exponential format, e.g., 1.08E11a is 1.08 x 10 ¹¹ years
\leftrightarrow	indicates assignment to metastable (m) and ground (g) state states inconclusive
\uparrow	indicates assignment of m_2 and m_1 states inconclusive
\downarrow	indicates assignment of m_2 and m_1 states inconclusive
λ	unspecified number of particles of a given type emitted, e.g., λp

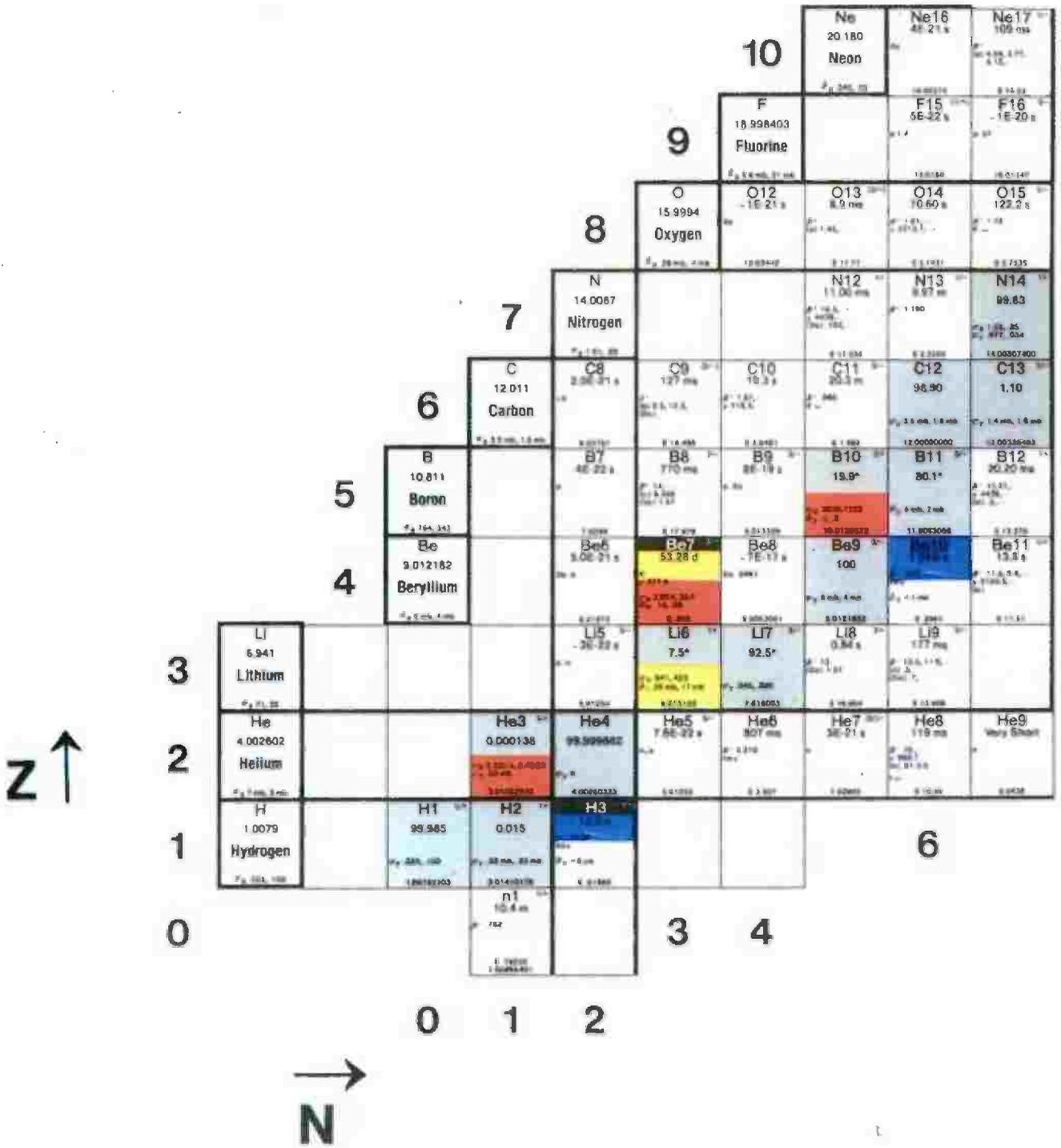
COLORS USED FOR HALF LIVES (APPEAR IN UPPER HALF OF NUCLIDE BLOCK)

	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

خارطة النويدات



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	Ne27	Ne28
F17 64.5 s	F18 1.830 s	F19 100	F20 11.00 s	F21 4.16 s	F22 4.23 s	F23 2.2 s	F24 0.3 s	F25	F26	F27
O16 99.76	O17 0.04	O18 0.20	O19 26.9 s	O20 13.5 s	O21 3.4 s	O22 -3 s	O23	O24		
N15 0.37	N16 7.13 s	N17 4.17 s	N18 0.82 s	N19 5.3 s	N20 0.10 s	N21	N22	N23		
C14	C15 2.45 s	C16 0.75 s	C17 20 ms	C18 0.07 s	C19	C20				
B13 17.4 ms	B14 14 ms	B15 9 ms		B17		B19				
Be12 24 ms		Be14 4 ms								
Li11 8.7 ms										

18

16

12

14

10

8

*Significant differences in these abundance values have been observed in some samples, see page 8 for discussion.

V47 22.8 m	V48 15.98 d	V49 337 h	V50 0.250 1.4E17 s	V51 99.750	V52 3.76 m	V53 1.61 m	V54 48.8 s	V55 6.2 s	V56	V57	V58
Ti46 8.0	Ti47 7.3	Ti48 73.8	Ti49 5.5	Ti50 5.4	Ti51 5.76 m	Ti52 1.7 m	Ti53 33 s	Ti54			
Sc45 100	Sc46 18.7 s 83.81 d	Sc47 3349 d	Sc48 46.7 h	Sc49 57.3 m	Sc50 1.71 m	Sc51 12.4 s	Sc52 6.2 s				
Ca44 2.036	Ca45 165.7 d	Ca46 0.004	Ca47 4.534 d	Ca48 0.187	Ca49 8.72 m	Ca50 14 s	Ca51 13.3	Ca52 4.6 s	Ca53 0.09 s		
K43 22.3 h	K44 22.1 m	K45 73.6 m	K46 1.6 m	K47 17.5 s	K48 8.8 s	K49 1.28 s	K50 472 ms	K51 365 ms	K52 105 ms	K53 32 ms	K54 10 ms
Ar42	Ar43 3.4 m	Ar44 13.27 m	Ar45 21.5 s	Ar46 8.4 s	Ar47						
Cl41 34 s	Cl42 6.8 s	Cl43 3.3 s	Cl44	Cl45							

30

32

34

24

26

28

Cl34 32.2 m 1.528 s	Cl35 75.77	Cl36 23.98	Cl37 24.23	Cl38 715 ms 37.2 m	Cl39 55.6 m	Cl40 1.38 m	Cl41 34 s	Cl42 6.8 s	Cl43 3.3 s	Cl44	Cl45
S33 0.75	S34 4.21	S35 87.2 d	S36 0.02	S37 5.05 m	S38 2.84 h	S39 11.5 s	S40 9 s	S41	S42	S43	S44
P32 14.28 d	P33 25.3 d	P34 12.4 s	P35 12.4 s	P36 5.7 s	P37 2.3 s	P38 0.6 s	P39	P40	P41	P42	
Si31 2.62 h	Si32 6.1 s	Si33 6.1 s	Si34 2.8 s	Si35 0.9 s	Si36 0.5 s	Si37	Si38	Si39			
Al30 3.68 s	Al31 0.64 s	Al32 33 ms	Al33	Al34 0.05 s	Al35	Al36					
Mg29 1.3 s	Mg30 0.32 s	Mg31 0.24 s	Mg32 0.12 s	Mg33 0.09 s	Mg34 0.02 s						
Na28 30.5 ms	Na29 44 ms	Na30 50 ms	Na31 17.2 ms	Na32 13.3 ms	Na33 8.7 ms	Na34 5 ms	Na35 1.5 ms				
Ne27	Ne28										

26

28

20

22

24

Zn74 1.60 m	Zn75 10.2 s	Zn76 5.7 s	Zn77 1.0 s 2.1 s	Zn78 1.5 s	Zn79 1.0 s	Zn80 0.55 s
Cu73 3.9 s	Cu74	Cu75 1.3 s	Cu76 0.6 s	Cu77		
Ni72	Ni73	Ni74				

44 46 48 50

0.000026 0.00003 0.00010 0.0003 0.0008 0.0021 0.0044 0.13

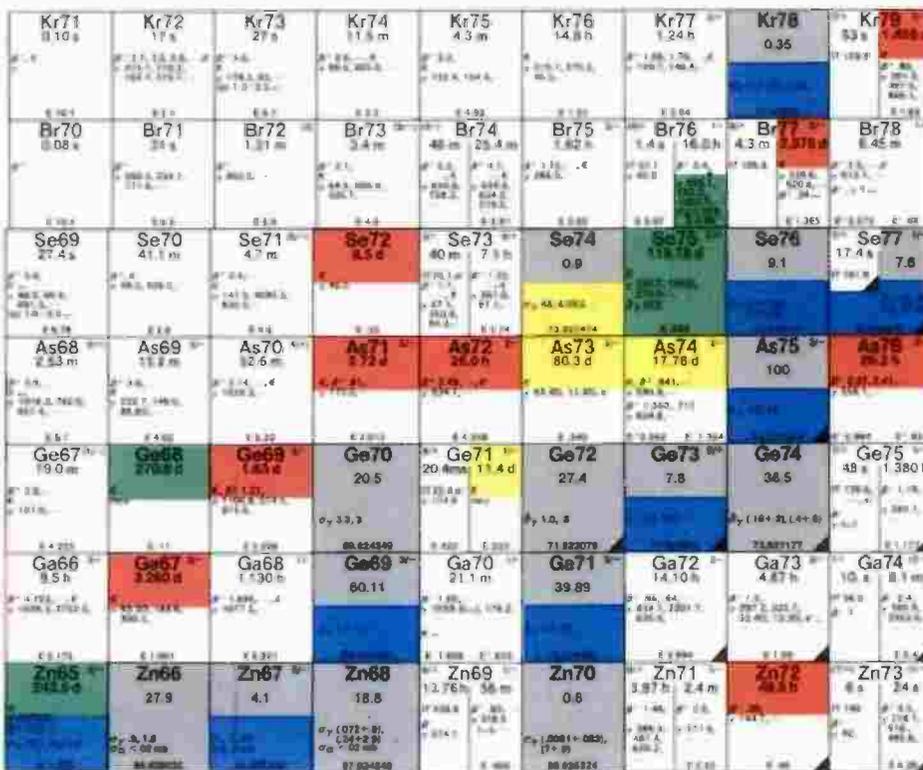
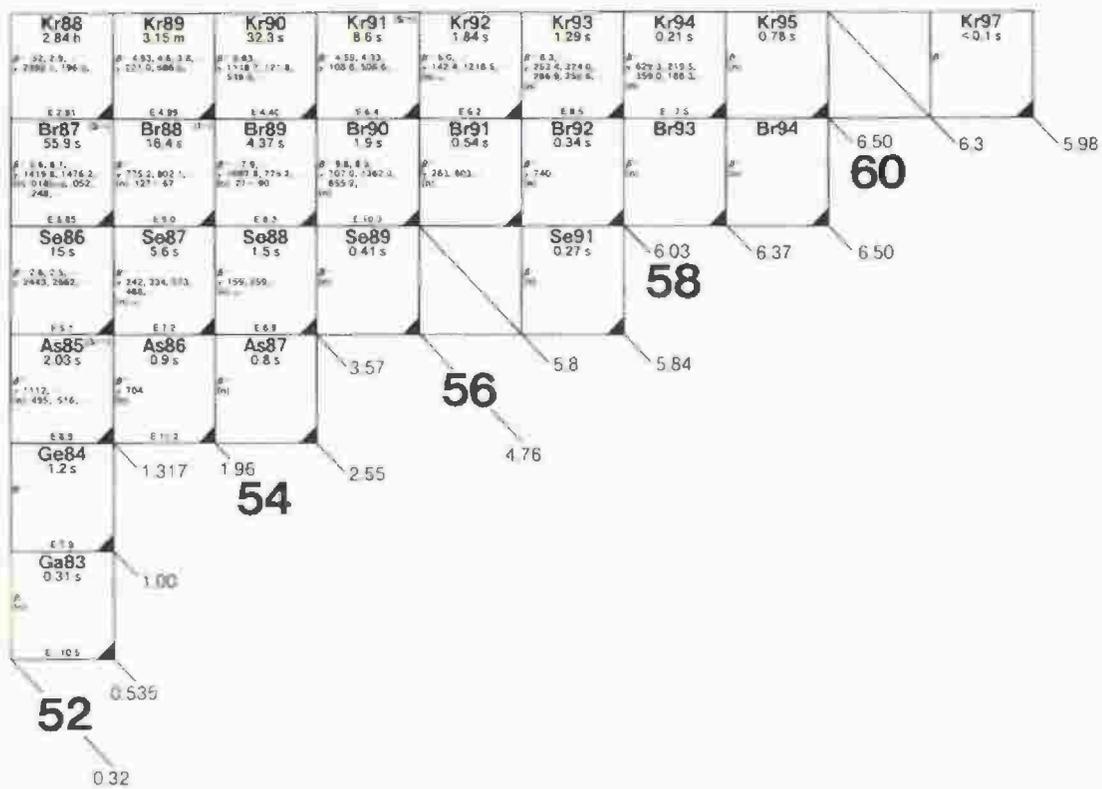
FISSION YIELDS
FROM URANIUM 235

Zn59 183 ms	Zn60 2.40 m	Zn61 1.485 m	Zn62 9.22 h	Zn63 38.9 m	Zn64 48.6	Zn65 243.3 d	Zn66 27.9	Zn67 4.1
Cu58 3.27 s	Cu59 1.38 m	Cu60 23.7 h	Cu61 3.35 h	Cu62 2.76 m	Cu63 69.17	Cu64 13.701 h	Cu65 30.83	Cu66 5.10 m
Ni57 35.6 h	Ni58 68.27	Ni59	Ni60 26.10	Ni61 1.13	Ni62 3.59	Ni63	Ni64 0.91	Ni65 2.517 s
Co56 77.3 d	Co57	Co58 9.1 s 10.88 s	Co59 100	Co60	Co61 1.650 m	Co62 13.9 m 1.50 m	Co63 27.5 s	Co64 0.30 s
Fe55 3.75 s	Fe56 91.72	Fe57 2.1	Fe58 0.28	Fe59 44.11 d	Fe60	Fe61 6.0 m	Fe62 68 s	Fe63 8 s
Mn54 312.2 d	Mn55 100	Mn56 2.576 m	Mn57 1.45 m	Mn58 3.0 s 65 s	Mn59 4.6 s	Mn60 3.77 s 50 s	Mn61 0.77 s	Mn62 0.9 s
Cr53 9.50	Cr54 2.365	Cr55 3.487 m	Cr56 5.9 m	Cr57 21 y	Cr58 7.0 s	Cr59 1.0 s	Cr60 0.8 s	Cr61
V52 3.76 m	V53 1.81 m	V54 49.5 s	V55 8.5 s	V56	V57	V58		

30 32 34 36

36	Kr79 53 s	Kr80 2.25	Kr 13.1 s	Kr82 11.6	Kr83 1.85 s	Kr84 11.5	Kr86 4.48 h	Kr88 17.3	Kr87 1.27 h
35	Br78 6.45 m	Br79 4.86 s	Br80 4.42 h	Br81 17.66 m	Br82 6.1 m	Br83 2.40 h	Br84 6.0 m	Br85 2.87 m	Br86 55.5 s
34	Se77 17.4 s	Se78 7.6	Se79 3.89 m	Se80 49.9	Se81 57.3 s	Se82 18.5 m	Se83 1.17 m	Se84 22.3 m	Se85 32 s
33	As76 35.3 h	As77 35.8 h	As78 1.512 h	As79 9.0 m	As80 16 s	As81 33 s	As82 10.7 s	As83 19 s	As84 0.6 s
32	Ge75 48 s	Ge76 1.380 h	Ge77 53 s	Ge78 11.30 h	Ge79 39 s	Ge80 29.5 s	Ge81 7.6 s	Ge82 4.8 s	Ge83 1.9 s
31	Ga74 70 s	Ga75 2.10 m	Ga76 29 s	Ga77 13.0 s	Ga78 5.09 s	Ga79 2.85 s	Ga80 1.58 s	Ga81 1.22 s	Ga82 607 ms
30	Zn73 8 s	Zn74 2.4 s	Zn75 1.80 m	Zn76 10.2 s	Zn77 5.7 s	Zn78 1.0 s	Zn79 2.1 s	Zn80 1.8 s	0.19
			44	46	48	50	0.021	0.13	0.044

								36 Kr 83.80 Krypton
								35 Br 79.904 Bromine
								34 Se 78.96 Selenium
								33 As 74.92159 Arsenic
								32 Ge 72.61 Germanium
								31 Ga 69.723 Gallium
30	Zn 65.39 Zinc	Zn57 0.04 s	Zn59 183 ms	Zn60 2.4 h m	Zn61 1.485 m	Zn62 9.22 h	Zn63 38.5 m	Zn64 48.6
	26	28	30	32	34			

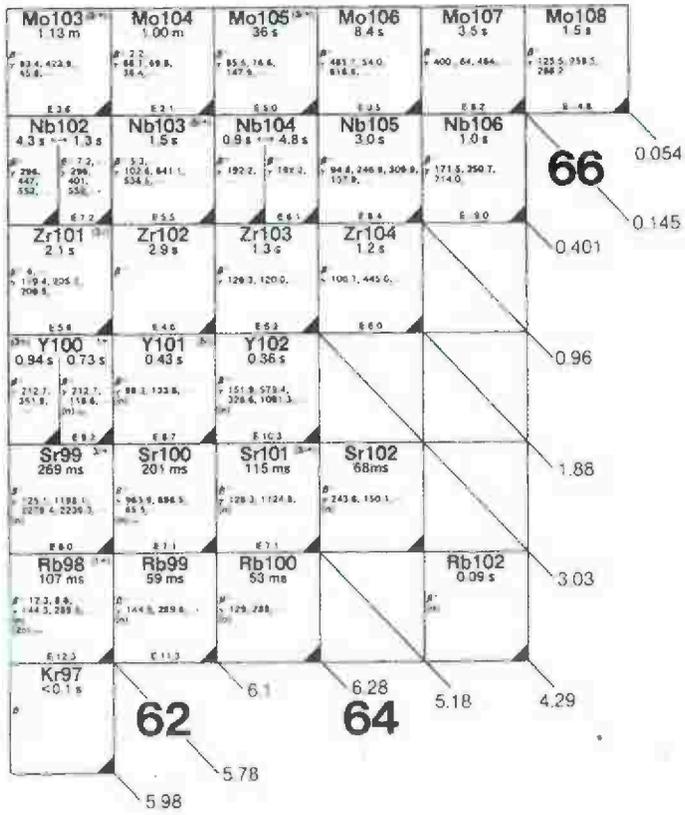


36

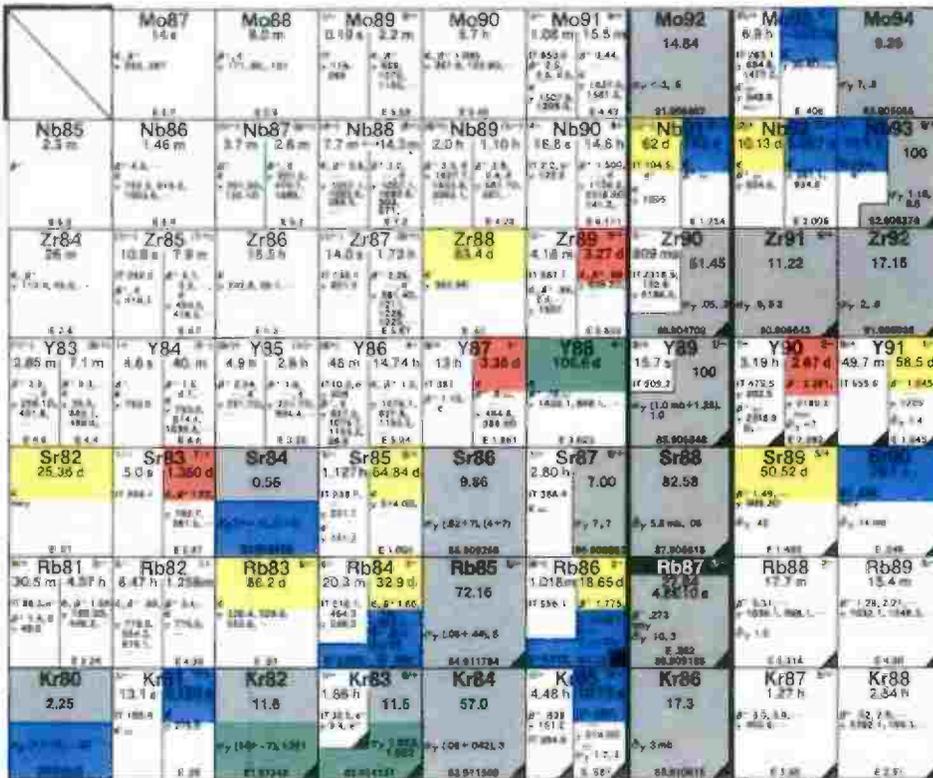
38

40

42



FISSION YIELDS FROM URANIUM 235



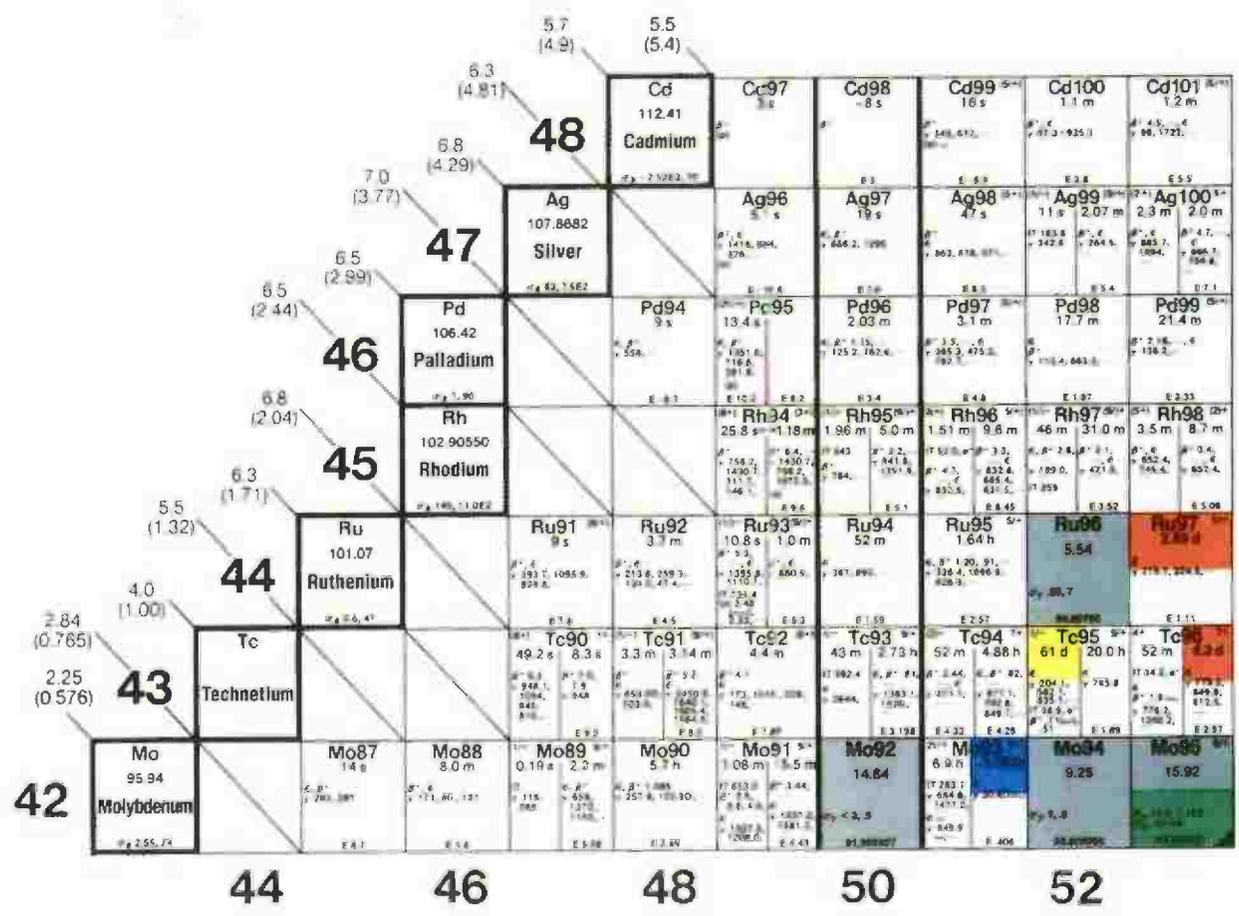
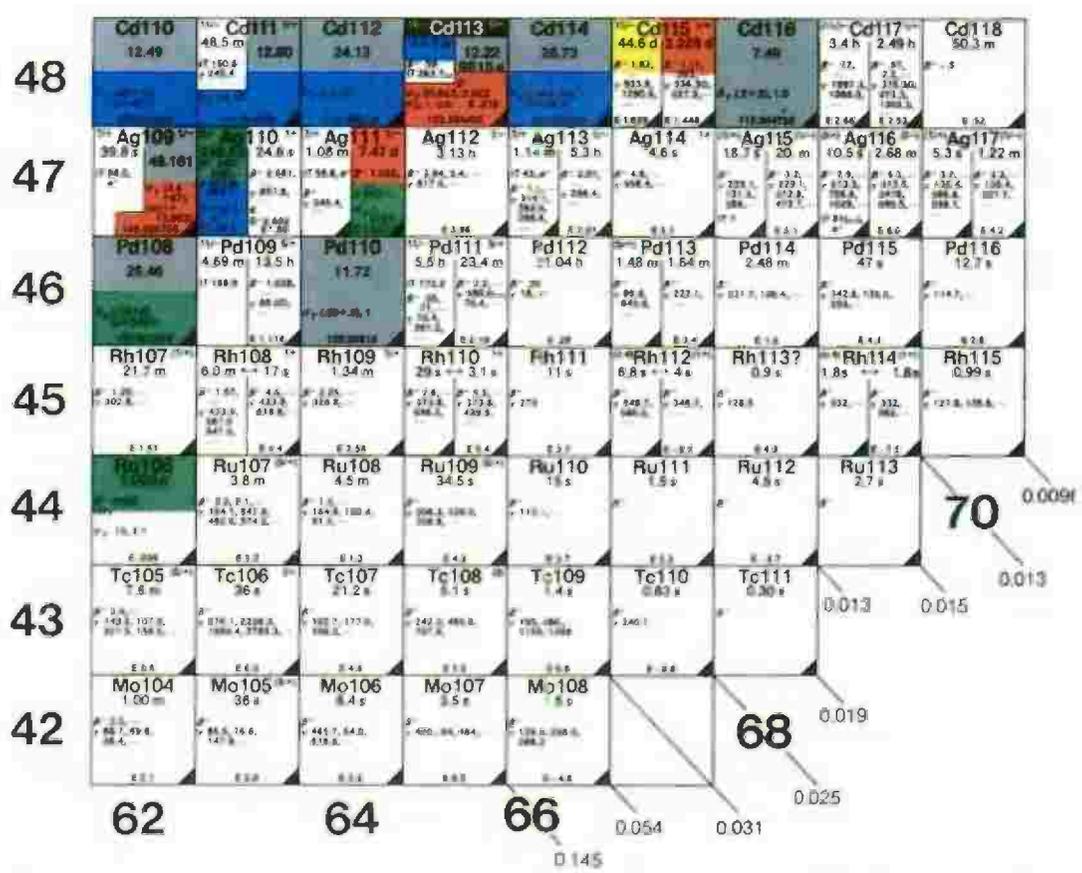
44

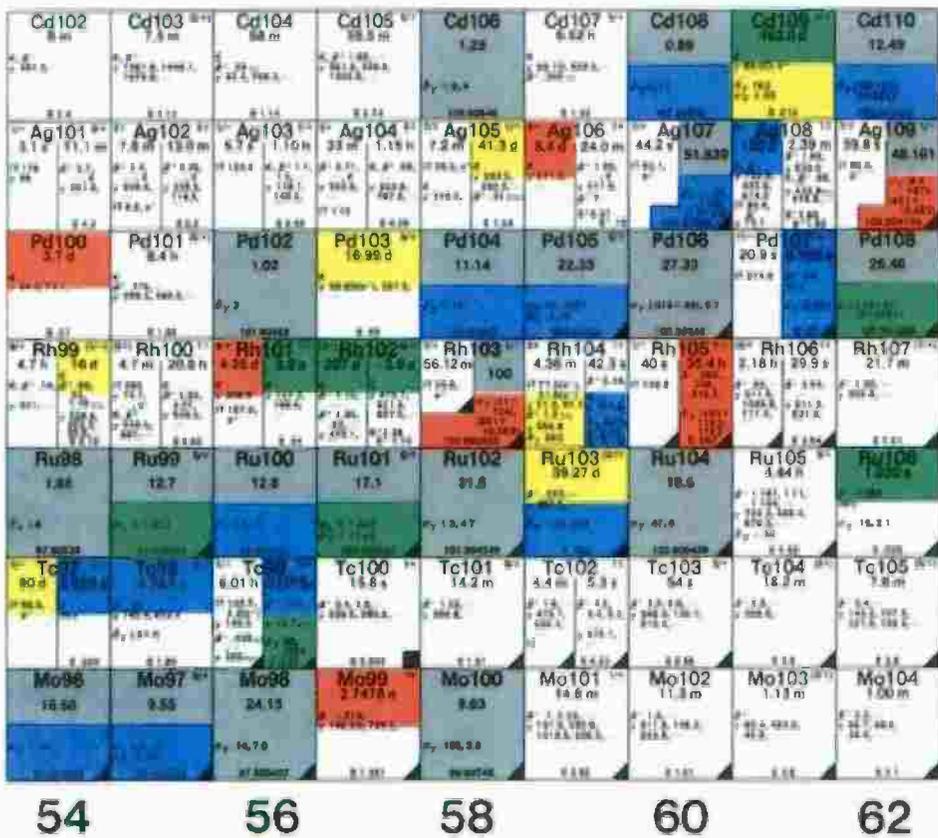
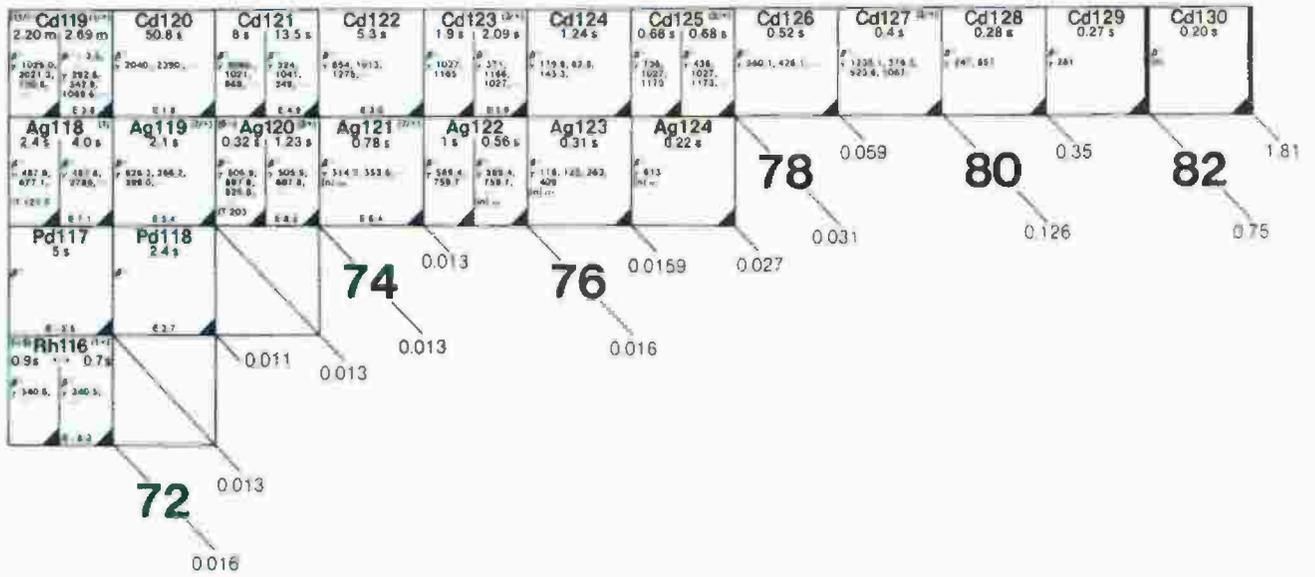
46

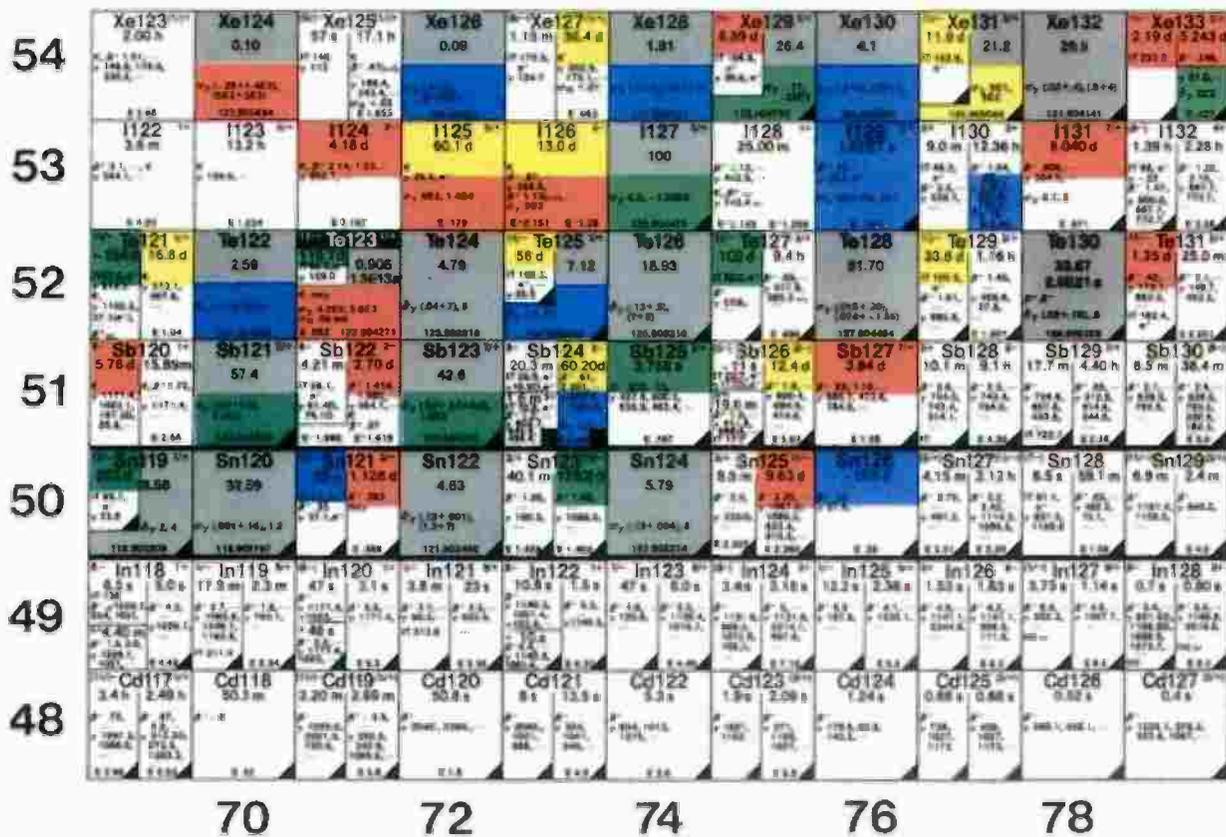
48

50

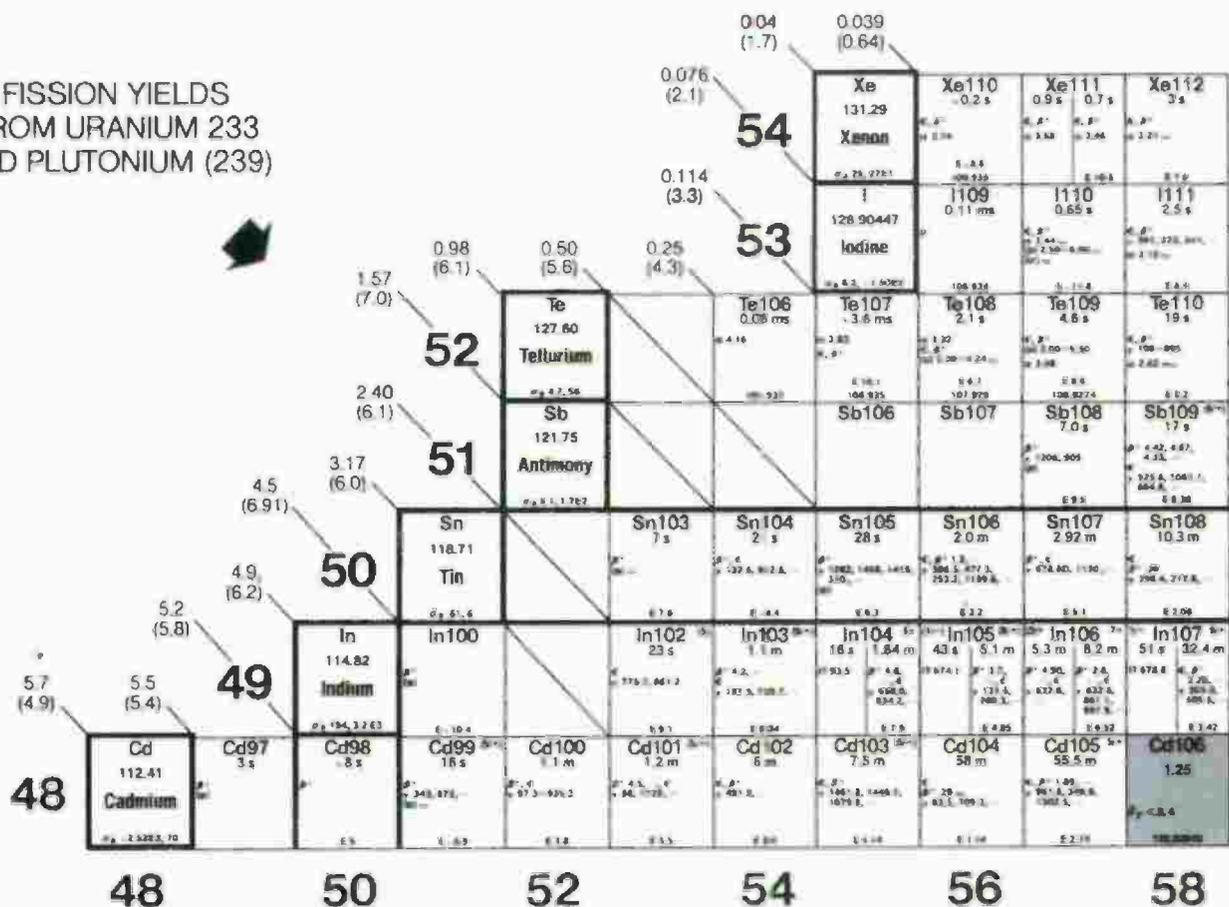
52

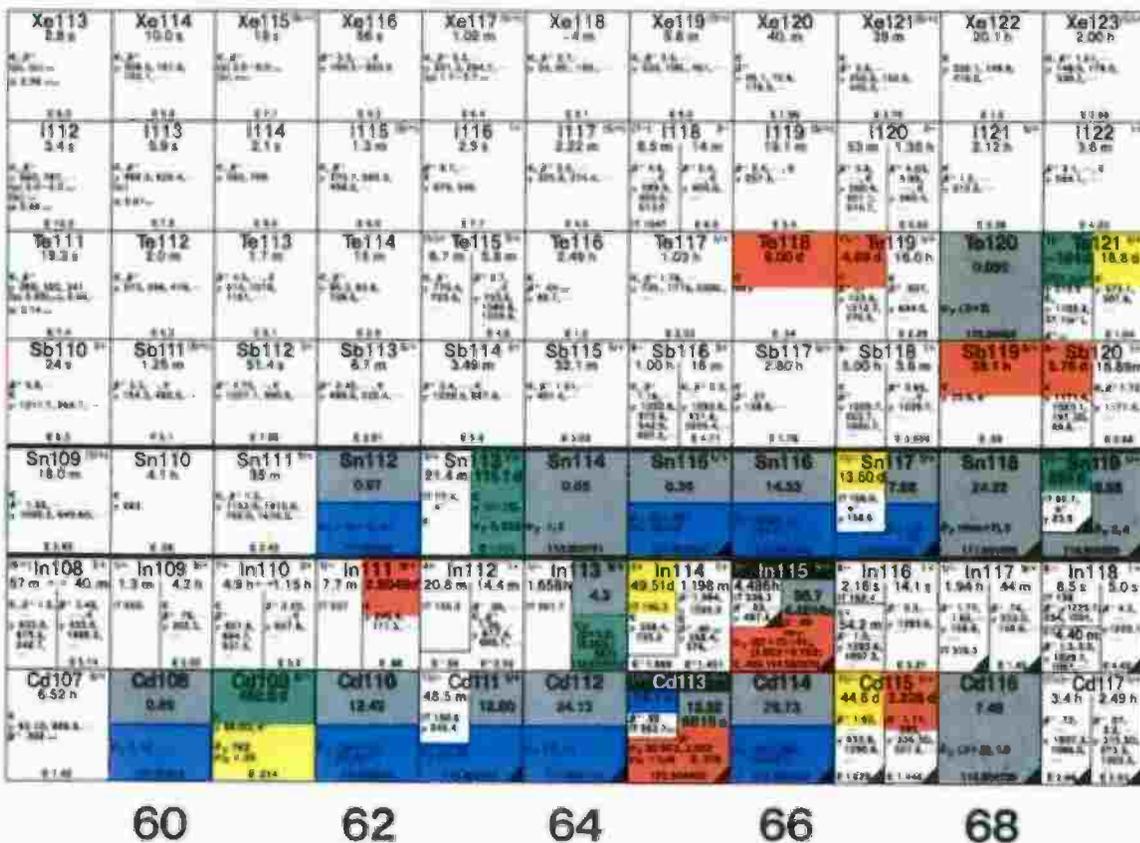
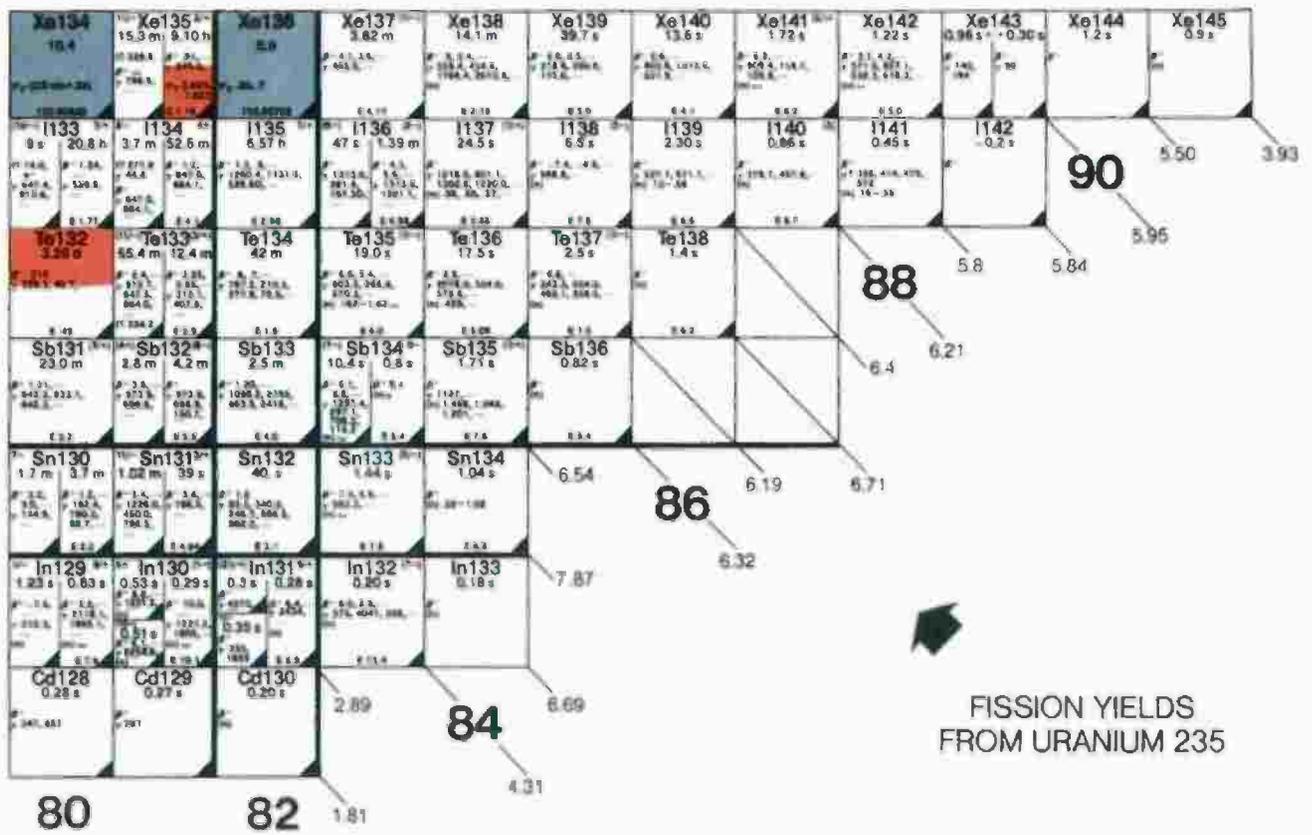






FISSION YIELDS FROM URANIUM 233 AND PLUTONIUM (239)





66	Dy151 17 m	Dy152 2.37 h	Dy153 6.2 h	Dy154 2.6 h	Dy155 8.9 h	Dy156 0.06	Dy157 8.1 h	Dy158 0.10	Dy159 144.4 d
65	Tb150 6.0 m	Tb151 3.3 s	Tb152 25 s	Tb153 17.61 h	Tb154 4.3 m	Tb155 17.3 h	Tb156 2.3 d	Tb157 2.3 d	Tb158 10.5 s
64	Gd149 3.2 d	Gd150 1.88 h	Gd151 124 d	Gd152 0.20	Gd153 1.2514 s	Gd154 2.18	Gd155 14.90	Gd156 23.47	Gd157 95.85
63	Eu148 54.3 d	Eu149 93.1 d	Eu150 12.8 h	Eu151 20 h	Eu152 47.3	Eu153 52.2	Eu154 46.1 m	Eu155 5.33 s	Eu156 18.2 d
62	Sm147 15.0	Sm148 11.3	Sm149 13.8	Sm150 7.4	Sm151 30.8	Sm152 26.7	Sm153 1.923 d	Sm154 22.7	Sm155 22.3 m
61	Pm146 3.53 d	Pm147 2.5234 s	Pm148 41.3 s	Pm149 2.12 d	Pm150 2.6 h	Pm151 1.83 d	Pm152 15 m	Pm153 5.4 m	Pm154 2.7 m
60	Nd145 8.30	Nd146 17.19	Nd147 10.96 d	Nd148 5.76	Nd149 1.72 s	Nd150 5.64	Nd151 32.4 m	Nd152 11.4 m	Nd153 28.9 s
	86	87	88	89	90	91	92	93	94

						6.3 (5.6)	6.4 (5.38)				
						5.9 (6.1)					
						6.81 (6.62)					
						6.3 (7.63)					
						6.30 (7.68)					
						4.95 (5.41)					
						6.0 (7.02)					
						3.60 (3.86)					
						1.6 (1.4)					
						2.1 (2.1)					
						0.8 (0.7)					
						0.6 (0.58)					
						0.22 (0.25)					
60	Nd 144.24	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	Nd136 50.6 m
61	Pm	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	Pm138 3.0 m	Pm139 3.0 m	Pm140 1.7 m
62	Sm 150.36	Sm131 1.2 s	Sm133 2.9 s	Sm134 11 s	Sm135 10 s	Sm136 42 s	Sm137 45 s	Sm138 3.0 m	Sm139 18 s	Sm140 16 s	Sm141 2.3 s
63	Eu 151.96	Eu134 0.5 s	Eu135 1.5 s	Eu136 3.2 s	Eu137 3.9 s	Eu138 12 s	Eu139 18 s	Eu140 18 s	Eu141 2.4 s	Eu142 3.5 s	Eu143 7 s
64	Gd 157.25	Gd137 7 s	Gd139 5 s	Gd140 16 s	Gd141 2.3 s	Gd142 3.5 s	Gd143 7 s	Gd144 10 s	Gd145 14 s	Gd146 19 s	Gd147 26 s
65	Tb 158.92534	Tb140 2.4 s	Tb141 3.5 s	Tb142 4.8 s	Tb143 6.5 s	Tb144 9.0 s	Tb145 12.2 s	Tb146 16.5 s	Tb147 22.0 s	Tb148 29.0 s	Tb149 38.0 s
66	Dy 162.50	Dy141 0.9 s	Dy142 2.3 s	Dy143 3.0 s	Dy144 4.0 s	Dy145 5.3 s	Dy146 7.0 s	Dy147 9.2 s	Dy148 12.0 s	Dy149 16.0 s	Dy150 21.0 s
	68	69	70	71	72	73	74	75	76		

Dy160 234	Dy161 ^β 18.9	Dy162 25.5	Dy163 ^β 24.9	Dy164 38.2	Dy165 ^β 1.25 m 2.33 h 1.98 s 1.98 s	Dy166 3.400 d	Dy167 6.2 m	Dy168 4.5 m
Tb159 100	Tb161 ^β 72.3 g	Tb162 ^β 0.91 d	Tb162 7.6 m	Tb163 19.5 m	Tb164 3.0 m	Tb165 2.1 m		
Gd158 24.84	Gd159 ^β 18.9 m	Gd160 21.88	Gd161 3.66 m	Gd162 8.4 m	Gd163 1.13 m	Gd164 45 g		
Eu157 ^β 15.13 h	Eu158 45.9 m	Eu159 ^β 18.1 m	Eu160 36 s	Eu161 27 s	Eu162 ^β 11 s			
Sm156 9.4 h	Sm157 8.0 m	Sm158 5.5 m	Sm159 11.3 s	Sm160 9.6 s				
Pm155 ^β 46 s	Pm156 26.7 g	Pm157 19.8 s	Pm158 5 s					
Nd154 25.9 s	Nd155 8.9 s	Nd156 5.9 s						

102

100

98

94

96

0.000015

0.0003

0.000085

0.0010

0.0062

0.0033

0.0149

Dy143 9.9 s	Dy144 9.1 s	Dy145 14 s	Dy146 0.15 s 30 s	Dy147 ^β 56 s 75 s	Dy148 3.1 m	Dy149 ^β 4.2 m	Dy150 7.18 m	Dy151 ^β 1.7 m
Tb142 0.39 s 0.60 h	Tb143 12 s	Tb144 4.8 s	Tb145 30 s	Tb146 ^β 23 s -8 s	Tb147 5.8 m 1.9 h	Tb148 3.3 m 1.00 h	Tb149 4.16 m 4.13 h	Tb150 8.0 m 3.3 h
Gd141 25.4 s 31 s	Gd142 1.77 m	Gd143 1.84 m 39 s	Gd144 4.5 m	Gd145 1.44 m 23.4 m	Gd146 48.3 d	Gd147 1.588 d	Gd148 1.5 m	Gd149 ^β 9.3 d
Eu140 0.123 s 1.51 s	Eu141 ^β 3.0 s 40 s	Eu142 ^β 1.22 m 2.4 s	Eu143 ^β 2.62 m	Eu144 ^β 10.3 s	Eu145 ^β 5.93 d	Eu146 ^β 4.57 d	Eu147 ^β 24.4 d	Eu148 ^β 54.5 d
Sm139 10.5 s 2.6 m	Sm140 14.8 m	Sm141 ^β 22.6 m 10.2 m	Sm142 1.208 h	Sm143 ^β 1.10 m 8.83 m	Sm144 3.1	Sm145 340.5	Sm146 1.023 s	Sm147 ^β 18.0 1.06011 g
Pm138 3.2 m 10 s	Pm139 ^β 0.18 s 4.14 m	Pm140 ^β 5.87 m 9.2 s	Pm141 ^β 20.9 m	Pm142 ^β 40.5 s	Pm143 ^β 255 d	Pm144 ^β 360 d	Pm145 ^β 11.7 s	Pm146 ^β 8.23 h
Nd137 ^β 5.8 s 36 m	Nd138 5.1 h	Nd139 ^β 5.5 h 30 m	Nd140 1.37 d	Nd141 ^β 1.04 m 2.49 h	Nd142 27.13	Nd143 ^β 12.18	Nd144 ^β 28.90 8.1E15 s	Nd145 ^β 8.30

78

80

82

84

Hf176 5.306	Hf177 51.4 m	Hf178 18.609	Hf179 25.1 d	Hf180 5.52 h	Hf181 42.4 d	Hf182 52 m	Hf183 1.07 s	Hf184 4.1 h
Lu175 97.41	Lu176 3.25 h	Lu177 4.32 d	Lu178 23.1 m	Lu179 4.6 h	Lu180 5.7 m	Lu181 3.3 m	Lu182 2.0 m	Lu183 58 s
Yb174 91.8	Yb175 4.19 s	Yb176 11.4 s	Yb177 12.7	Yb178 6.41 s	Yb179 1.23 h	Yb180 8 m		
Tm173 8.2 h	Tm174 5.4 m	Tm175 15 m	Tm176 1.9 m					
Er172 3.29 s	Er173 1.4 m							

112

110

108

106

104

Hf156 25 ms	Hf157 0.11 s	Hf158 2.9 s	Hf159 5.6 s	Hf160 -12 s	Hf161 17 s	Hf162 38 s	Hf163 40 s	Hf164 2.8 m	Hf165 1.7 m	Hf166 6.8 m
Lu155 2.6 ms	Lu156 0.20 s	Lu157 5.5 s	Lu158 10.4 s	Lu159 12.3 s	Lu160 36.1 s	Lu161 1.2 m	Lu162 1.9 m	Lu163 4.1 m	Lu164 3.14 m	Lu165 10.7 m
Yb154 0.40 s	Yb155 1.7 s	Yb156 2.6 s	Yb157 39 s	Yb158 1.5 m	Yb159 1.4 m	Yb160 4.8 m	Yb161 4.2 m	Yb162 18.9 m	Yb163 11.1 m	Yb164 1.26 h
Tm153 1.6 s	Tm154 3.3 s	Tm155 30 s	Tm156 19 s	Tm157 3.6 m	Tm158 4.0 m	Tm159 9.1 m	Tm160 1.24 m	Tm161 31 m	Tm162 24 s	Tm163 1.81 h
Er152 10.2 s	Er153 37.1 s	Er154 3.7 m	Er155 5.3 m	Er156 20 m	Er157 25 m	Er158 2.2 h	Er159 36 m	Er160 1.91 h	Er161 3.21 h	Er162 0.14
Ho151 47 s	Ho152 50 s	Ho153 9.3 m	Ho154 3.3 m	Ho155 48 m	Ho156 5.8 m	Ho157 12.6 m	Ho158 28 m	Ho159 8.3 s	Ho160 33.0 m	Ho161 6.8 s
Dy150 7.18 m	Dy151 17 m	Dy152 2.37 h	Dy153 6.3 h		Dy155 9.9 h	Dy156 0.06	Dy157 8.1 h	Dy158 0.10	Dy159 0.04	Dy160 2.34

84

86

88

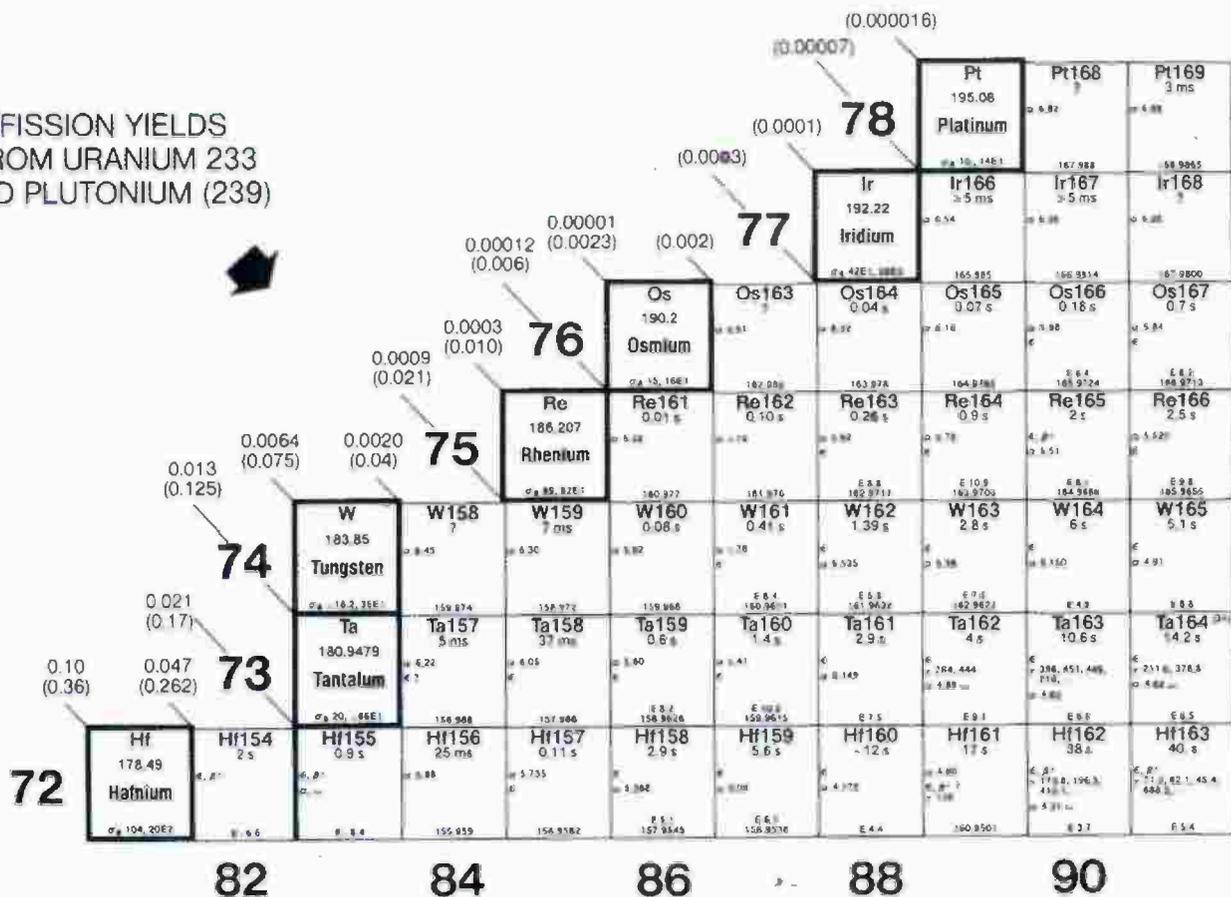
90

92

94

78	Pt181 51 v	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 0.01 24.1 a
77	Ir180 1.5 m	Ir181 4.9 m	Ir182 15 m	Ir183 5.7 m	Ir184 3.9 h	Ir185 14 s	Ir186 1.7 h -15.7 h	Ir187 10.5 h	Ir188 1.75 d	Ir189 13.2 d
76	Os179 7 m	Os180 21.5 m	Os181 1.75 h -2.7 m	Os182 21.5 h	Os183 9.9 h 13 h	Os184 0.02	Os185 93.6 d	Os186 1.68 2E18 a	Os187 1.6	Os188 13.3
75	Re178 13.2 m	Re179 19.7 m	Re180 2.45 m	Re181 29.2 h	Re182 12.7 h -2.87 d	Re183 70. d	Re184 265.0 d 38 d	Re185 37.40	Re186 3.77 d	Re187 62.60 4.1E10 a
74	W177 2.21 s	W178 21.6 d	W179 6.4 m 38 m	W180 0.12	W181 127.2 d	W182 26.3	W183 5.15 s 14.28	W184 30.7	W185 1.8 m 7.4.6 d	W186 28.6
73	Ta176 8.1 h	Ta177 2.356 d	Ta178 2.8 h 9.29 m	Ta179 1.5 s	Ta180 9.072 4.15 h	Ta181 80.990	Ta182 15.8 m 71.2 s	Ta183 5.1 d	Ta184 8.7 h	Ta185 49 m
72	Hf175 70. d	Hf176 5.206	Hf177 19.906	Hf178 27.297	Hf179 25.1 d	Hf180 13.625	Hf181 5.52 h 42.4 d	Hf182 1.1 s	Hf183 1.07 s	Hf184 4.3 h
	104	106	108	110	112					

FISSION YIELDS
FROM URANIUM 233
AND PLUTONIUM (239)



Th226 30.8 m	Th227 18.72 d	Th228 1.9113 h	Th229 7.94 d	Th230 14.28 d	Th231 7.046 y	Th232 100 y	Th233 22.3 m	Th234 24.10 d	Th235 7.2 m	Th236 37.3 m
Ac225 10.0 d	Ac226 1.224 d	Ac	Ac228 6.15 h	Ac229 1.04 h	Ac230 8.55 m	Ac231 7.5 m	Ac232 2.0 m	Ac233 2.4 m	Ac234 4.0 s	
Ra224 3.66 d	Ra225 14.5 d	Ra	Ra227 42 m	Ra228 5.76 s	Ra229 4.0 m	Ra230 1.5 h	Ra231 1.7 m	Ra232 4 m		
Fr223 218 m	Fr224 3.0 m	Fr225 2.0 m	Fr226 49 s	Fr227 2.46 m	Fr228 29 s	Fr229 50 s	Fr230 19 s	Fr231 17 s		
Rn222 3.8235 d	Rn223 23 m	Rn224 1.8 h	Rn225 4.5 m	Rn226 7.4 m	Rn227 23 s	Rn228 59 s				
At221	At222	At223								

136

138

140

142

144

146

	90	Th 232.0381 Thorium		Th212 -0.03 s	Th213 0.14 s	Th214 0.09 s	Th215 1.2 s	Th216 0.18 m, 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 13 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, 18.0 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 8.9 s	Po207 2.8 s, 5.80 h	Po208 2.00 s	Po209 1.7 s	Po210 136.36 d

118

120

122

124

126

96	Cm236	Cm237	Cm238 2.4 h	Cm239 1.5 h	Cm240 27 d	Cm241 32.8 d	Cm242 162.8 d	Cm243 28.1 d	Cm244 18.1 h
95			Am237 1.22 h	Am238 1.63 h	Am239 13.8 h	Am240 2.12 d	Am241 4.8 h	Am242 16.02 h	Am243 7.37 h
94	Pu234 8.8 h	Pu235 25.3 m	Pu236 2.87 s	Pu237 45.3 d	Pu238 2.43 h	Pu239 2.41 h	Pu240 6.56 h	Pu241 14.35 d	Pu242 3.82 d
93	Np233 36.2 m	Np234 4.4 d	Np235 1.03 s	Np236 22.5 h	Np237 2.14 d	Np238 2.117 d	Np239 2.365 d	Np240 7.22 m (1.032 h)	Np241 13.9 m
92	U230 14.26 d	U231 4.23 d	U232 0.0068 s	U233 1.59 h	U234 2.45 h	U235 7.04e8 a	U236 2.34 h	U237 23.45 d	U238 4.468e9 a
91	Pa231 3.825 d	Pa232 1.31 s	Pa233 27.4 d	Pa234 11.7 h	Pa235 10.27 d	Pa236 3.7 m	Pa237 3.82 m	Pa238 2.7 d	
90	Th230 7.538e4 a	Th231 1.913 d	Th232 1.405e10 a	Th233 22.3 m	Th234 24.1 d	Th235 7.04e8 a	Th236 37.3 m		
	140	142	142	144	144	146	146	148	148

							92	U 238.0289 Uranium 1.51e10 a 238.028916293	U222 1.4 μs
	91	Pa Protactinium		Pa215 14 ms	Pa216 0.19 s	Pa217 2 ms	Pa218 0.12 ms		Pa221 6 μs
				Th212 0.03 s	Th213 0.14 s	Th214 0.09 s	Th215 1.2 s	Th216 0.18 ms	Th217 0.25 ms
90	Th 232.0381 Thorium 1.405e10 a			Th218 0.11 μs	Th219 1.05 μs	Th220 10 μs			
			122	124	126	128	130		

				Cm249 1.269 h		Cm251 18.8 m
Am244 26 m / 10.1 h	Am245 2.05 h	Am246 26.0 m / 39 m	Am247 22 m			
Pu243 4.855 h		Pu245 10.5 h	Pu246 10.85 d			
Np242 2.2 m / 5.8 m						
	U242 16.8 m					

154

152

150

							96	Cm Curium		Cm236
								Am232 0.8 m		Am234 2.5 m
		95 Am Americium								
		94 Pu Plutonium						Pu232 34 m	Pu233 20.9 m	Pu234 8.8 h
			93 Np Neptunium							
				Np228 1.6 m	Np229 4.2 m	Np230 4.5 m	Np231 48.8 m	Np232 14.7 m	Np233 36.2 m	
				U225 0.58 s	U226 0.5 s	U227 1.1 m	U228 6.1 m	U229 56 m	U230 20.5 d	U231 4.23 h
				Pa222 1.3 ms	Pa223 6.5 ms	Pa224 0.95 s	Pa225 1.8 s	Pa226 1.8 m	Pa227 38.2 m	Pa228 22 h
				Th221 1.7 ms	Th222 2.8 ms	Th223 0.85 s	Th224 1.05 s	Th225 8.72 m	Th226 30.8 m	Th227 18.72 d

132

134

136

138

140

chart of the Nuclides