إشعاع هوكينج:

في 1974، جادل الفيزيائي هوكينج من جامعة كامبردج بأن الثقوب السوداء ربما لا تكون سوداء على الإطلاق. وأظهر الكيفية التي بها يتم حساب التأثيرات الكمية في الفيزياء لهذه العناصر الشرهة الاستهلاك للمادة والتي قد تسمح لها بالرجوع مرة أخرى. وفي السعي لنظرية جاذبية كمية كاملة، بنى هوكينج نظرية المجال الكمي للجسيمات على الفراغ المنحني الموصوف من نظرية النسبية العامة - كتقريب لما يسمى "نظرية الجاذبية شبه الكلاسيكية". وعندما عمل ذلك فقط للمكان على السطح الخارجي للثقب الأسود - الأفق- وجد شيء ما مهم جداً.

مثل أي مكان آخر، فإن زوجًا من الجسيمات الفعلية تم ابتكارها هنا، ولكن هوكينج قد حسب جسيمًا واحدًا من الزوج قد تم سحبه إلى داخل الأفق بقوة جاذبية الثقب الأسود، بينما الآخر هرب بعيداً، فالجسيم الذي سقط في الداخل يكون له طاقة سالبة بالنسبة لذلك الذي هرب، وأن تأثير الشبكة يكون إشعاعًا مستمرًا للجسيمات بينما كتلة الثقب الأسود تضعف مع الزمن- كما لو كان الثقب يتبخر. وهذه العملية أصبحت معروفة باسم إشعاع هوكينج.

الفيزياء النووية

نواة الذرة:

إن النواة تكون الجزء المركزي من الذرة، والتي جسيمات البروتون والنيترون تكمن فيها. وقد ظهر وجود النواة على المستوى التجريبي في 1909 عندما قام العالم الفيزيائي ارنست رازرفورد ورفاقه بتوجيه جسيمات ألفا الموجبة (والناتجة بواسطة الاضمحلال الإشعاعي) إلى شريحة رقاقة رفيعة ذهب، أغلب الجسيمات قد مرت في خط مستقيم، ولكن عدد قليل جداً انحرف بزاوية كبيرة. وقد فسر رازرفورد ذلك أن أشعة ألفا قد كانت تمر بجوار تركيزات صغيرة جداً للشحنة الكهربية داخل الذرات- النواة. وأن ذلك يعني أن أنوية الذرات ينبغي أن تكون صغيرة جداً بالمقارنة مع بقية الذرة. وبالحقيقة، إذا ما كان تمثيل

حجم الذرة بإستاد كرة القدم فإن الأنوية سوف يتم قياسها بحجم البازلاء. وأن علماء الفيزياء النووية قد درسوا كيف يتم استخدام طريق الطاقة المغلق في النواة الذرية – لكل من الخير والشر.

نموذج الغلاف النووي:

إن البناء الداخلي لنواة الذرة يكون محكومًا بما نعرفه باسم نموذج غلاف النواة. ومثل نظرية مستويات الطاقة للإلكترونات، فإن ذلك يتنبأ بان هذه الجسيمات في النواة – التي تسمى – نيوكلونات– تسكن داخل مستويات الطاقة الخاصة به والتي تملأ نحو تدريجي بينما عدد النيكلونات يزداد.

مثل مستويات الإلكترون، فإن عدد النيكلونات التي تسكن كل غلاف تكون خاضعة للتتابع: 2 –6 –12– 8– 22– 32. ولكن بينما مستويات الطاقة الذرية تحتوي فقط الكترونات، فإن مستويات الطاقة النووية تحتوي بروتونات ونيترونات، وكل منها يكون له المستويات الخاصة به. وهذا التتابع يقود لما يسمى أحياناً "الأرقام السحرية" للأنوية الذرية – فإن إجمالي عدد النيكلونات التي تملأ النواة، يكون العدد نفسه الذي يملأ أغلفتها تماماً. وهم يتبعون التتابع: 2–8–20–28–50–82. وأن النواة تحتوي على عدد سحري من النيترونات أو البروتونات والتي تتفاعل لتكون مستقرة على نحو خاص ضد الاضمحلال الإشعاعي. وأن نموذج محارة النواة يتنبأ بدقة عن الخصائص الأخرى مثل العزم المغزلي الكمي الكلي للأنوية الذرية.

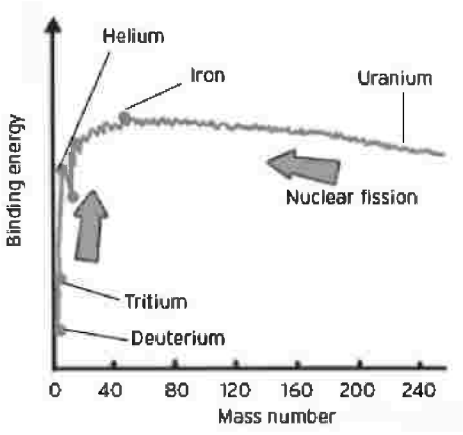
التفاعلات النووية:

عندما تقترب أثنين أو أكثر من الأنوية الذرية لبعضها – أو نواة واحدة يتم إطلاق جسيمات أو فوتونات عليها – فإن تفاعلاً نوويًا يمكن أن يحدث، وعلى نحو محدد فإن التفاعل يقال إنه حدث عندما تكون الأنوية التي تنتج مختلفة عن تلك التي دخلت التفاعل بالفعل. ذلك بسبب أن التفاعلات النووية يكون لها قدرة على تحويل عنصر كيمائي معين لعنصر آخر. وأن النوع الكيمائي للنواة يتم قياسه عن طريق العدد الذري أو

العدد المكافئ من البروتونات التي تحويها النواة، وعلى سبيل المثال، فإن النيتروچين يكون به سبعة بروتونات؛ بينما الكربون يكون به ستة. وأن تفاعل النواة البسيط ربما يتطور لإطلاق نيترون على نواة نيتروچين، وأن النيترون يتم امتصاصه والبروتون يتم إطلاقه- وبذلك فإن النيتروچين يتم تحويله إلى كربون.

وأن بعض التفاعلات النووية تنتج طاقة، بينما بعضها الآخر يمتص الطاقة. وأن كمية الطاقة المتحررة أو الممتصة تحدد بمعادلة آينشتاين E= mc2، حيث m هي الفرق بين الكتلة التي دخلت التفاعل والكتلة التي نتجت منه.

طاقة الربط النووية



طاقة الربط لنواة الذرة تكون الطاقة المطلوبة للتغلب على القوة القوية وتفتيتها إلى الجسيمات الرئيسة. وربما تتوقع أن الطاقة الرابطة تكون لكل نيكليون - وبذلك فإن إجمالي طاقة الربط للنواة تقسم على عدد الجسيمات التي تحتويها النواة- لتكون ثابتة تقريباً مع كافة العناصر، ولكن ذلك ليس صحيحاً، فهي صغيرة للعناصر الخفيفة، وترتفع للقمة من العنصر الحديد الكيمائي ثم تبدأ في الانخفاض من جديد.

إن أي تفاعل نووي يزيد طاقة الربط لكل نيكليون سوف يحرر طاقة. ومن خلال التفكير بهذه الطريقة، فإن طاقة الربط تكون الطاقة التي ينبغي التغلب عليها من أجل تقسيم النواة. وبناء على ذلك، فإن تجميع النواة يتطلب عكس ذلك- أي زيادة خالصة في طاقة الربط التي تم تحريرها، وأن هذا الأساس المنطقي يكون أساس الانشطار والاندماج النووي. فإن تكسير النواة الكبيرة الضخمة أو دمج الأنوية الصغيرة معاً تكون عمليات تنتج الطاقة- وفي الواقع تنتج الكثير من الطاقة والتي يمكن استخدامها.

الاندماج والانشطار

إن بعض التفاعلات النووية تنتج كميات ضخمة من الطاقة – تلك التي تعرف بالانشطار والاندماج. وفي تفاعلات الانشطار، يتم تقسيم نواة كبيرة الوزن إلى اثنتين من أنوية أصغر والتي تنتج تحرير للطاقة، بينما الاندماج على الجانب الآخر، يشمل ربط أنوية صغيرة معاً. وأن الأنوية المشحونة بشحنات موجبة ينبغي أن تتغلب على قوى الطرد الكهرومغناطيسية بين بعضها البعض (نتيجة البروتونات التي بها)، وهكذا فإن القوة القوية ذات المدى القصير يمكن أن تربطها معاً. وأن ذلك يتم عن طريق تسخين الأنوية لدرجات حرارة عالية– وبذلك فإن طاقة التصادم، اعتماداً على طاقة الحركة، تكون عالية على نحو مفرط، وأن الاعتماد على درجة الحرارة هو السبب الذي من أجله الاندماج يسمى أحياناً "التفاعل النووي الحراري".

بالإضافة إلى ذلك، فإن ظاهرة تسمى نفق ميكانيكا الكم "quantum tunneling " والتي تقوم بدور مهم هنا، حيث يعطي مبدأ عدم التأكد كل نواة متصادمة طاقة أعلى من التي لها بالفعل. وأن الطاقة المحررة من التفاعلات النووية تكون نمطياً ملايين أضعاف الطاقة المتاحة من الوقود الكيمائي مثل البترول.

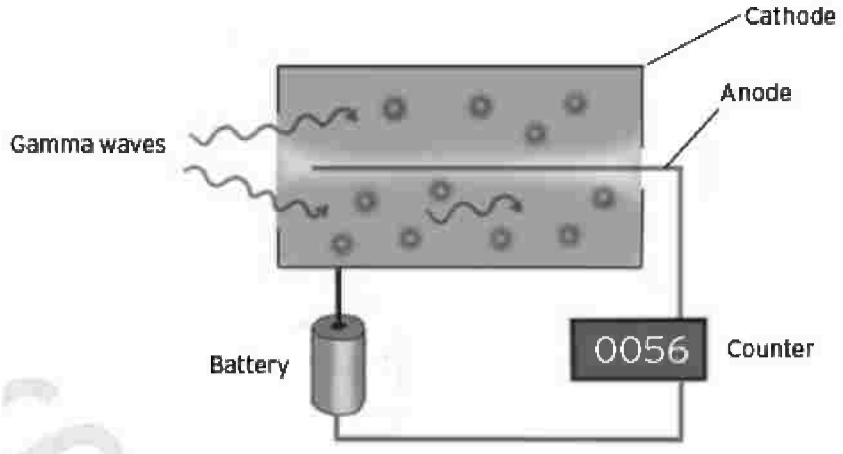
تفاعلات السلسلة

إن المفاعلات النووية والأسلحة الذرية تعتمد على حقيقة إنه بمجرد وقوع تفاعل نووي واحد أو أثنين من انشطار أو اندماج نووي، فإن العملية تصبح مدفوعة ذاتياً– وهذا هو تفاعل السلسلة. وإذا بدأ الانشطار النووي عن طريق قذف أنوية عناصر ثقيلة مثل اليورانيوم أو بالوتنيوم بجسيمات النيترون، فإن امتصاص نيترون يجعل النواة الثقيلة غير مستقرة، ويشطرها إلى أجزاء محرراً طاقة. وأيضاً تحرر الطاقة ينتج نيترونات والتي تقوم بإعادة العملية مع أنوية ثقيلة أخرى – وهذا هو تفاعل السلسة. وعلى نحو غير محكم، فإن الاندماج يمكن اعتباره تفاعل سلسلة، وإذا ما وقع فإن درجة الحرارة ترتفع على نحو كفء لتدفع نواة أو اثنتين للاندماج، وأن الطاقة المحررة تظل حافظة لدرجة حرارة كافية لاستمرار العملية.

الاضمحلال الإشعاعي

بعض أنوية الذرات تجتاز تفاعلات دون الاحتياج لقذف من أنوية أخرى أو جسيمات غير الذرية، هذه الأنوية تبعث تلقائياً الجسيمات في عملية تسمى الاضمحلال الإشعاعي. والجسيمات المنبعثة تكون معروفة باسم "الاشعاع النووي"، وهي تكون في ثلاث صور متغيرة. "جسيمات الفا" والتي تكون على نحو جوهري هي نفسها نواة عنصر الهيليوم – وهي تتكون من اثنين من البروتونات واثنين من النيترونات. و"جسيمات بيتا" والتي تكون إلكترونات عالية السرعة. وأنوية ذرية ليس بها الكترونات لتتنافر، ولكن هذه الجسيمات يمكن أن تظل تنتج عندما تحول النواة واحدًا من النيترونات بها إلى بروتون، بإضافة إلكترون إليه وإضافة نيوترينو، وهي عملية تتم بواسطة القوة الضعيفة.

على نحو خاص فإن الأنوية السريعة التقلب يمكنها أن تنتج نوع ثالث من الإشعاعات النووية وهي "أشعة جاما" وهي فوتونات إلكترومغناطيسية عالية الطاقة، والتي يمكن أن تظهر كمنتج جانبي في انبعاث إشعاعات ألفا وبيتا. وهي يمكن أن يتم انبعاثها إذا زادت الجسيمات في الأنوية قد تم زيادتها لمستويات (أغلفة) أعلى، طبقاً لنموذج الغلاف النووي، ومن ثم تنخفض مرة أخرى – باعثة لفوتون يتحرك مشابهًا جداً لإلكترون ذي مستويات طاقة متغيرة. وأن درجة النشاط الإشعاعي للنواة المعروف باسم "نصف العمر" – وهو الفترة التي فيها نصف النواة يضمحل بالإشعاع.



أنبوبة Geiger

إن الاضمحلال الإشعاعي – أو الإشعاع الناتج– يمكن أن يتم اكتشافه باستخدام جهاز يسمى أنبوبة Geiger، وهي تتكون من أنبوبة محمولة محتوية على غاز، والذي يكون موصلاً للكهرباء عندما تمر جسيمات الإشعاع من خلاله. وأن الأنبوبة بها مسامير معدنية مركزية والتي يكون بها جهد كهربي مرتفع بالنسبة للغطاء المعدني الخارجي. وأن جسيمات الإشعاع تمرر مع مسارات إلكترون في ذرة الغاز لتجعل الذرة بهذا الشكل مشحونة كهربياً، ومن ثم يعجل الجهد الكهربي المرتفع الذرة المشحونة، والذي يسبب تصادمًا مع مزيد من ذرات الغاز. الإلكترونات تضرب بقوة المسارات في هذه الذرات بسبب التصادم، والذي يجعلها مشحونة ويقود إلى تأثير "مندفع" والذي يظهر مع نبضة تدفق الكهربي عبر الغاز – وأن النبضة الكهربية يمكن تسجيلها على العداد الكهربي للأنبوبة – أو إرسالها إلى مكبر الصوت ليعطي "نقرة" مسموعة.

توحيد النظريات

نظرية كالوزا كلين

إن النسبية العامة لآينشتاين جمعت المكان والزمان معاً قي وحدة واحدة رباعية الأبعاد والتي تعرف باسم "الزمكان". وأن النقطة الجوهرية في نظريته قد كانت أن منحنى الزمان والمكان يمكن أن يفسر قوة الجاذبية. وفي عقد العشرينات من القرن العشرين، الرياضيين ثيؤدر كالوزا وأوكار كلين أضافا معادلات ماكسويل الخاصة بالكهرومغناطيسية إلى هذا الخليط، مفترضين وجود بعد خامس وهم استخدموا المنحنى الناتج من "الزمكان" خماسي الأبعاد لتكوين نظرية موحدة تصف كل من قوى الجاذبية والقوى الكهرومغناطيسية. وهم جادلوا بأننا لا نرى البعد الإضافي، لأنه يكون مدمجًا بشكل لولبي مما يجعله غائبًا عن الرؤية.

من أجل أن تعمل هذه النظرية، قام كالوزا وكلين أيضاً بتقديم مجال جديد للجسيمات والذي يسود الفراغ في المعادلات التي قدموها. بالعودة لعقد العشرينات من القرن