امتصاص بيتا (NU3-9)

الغرض من التجربة

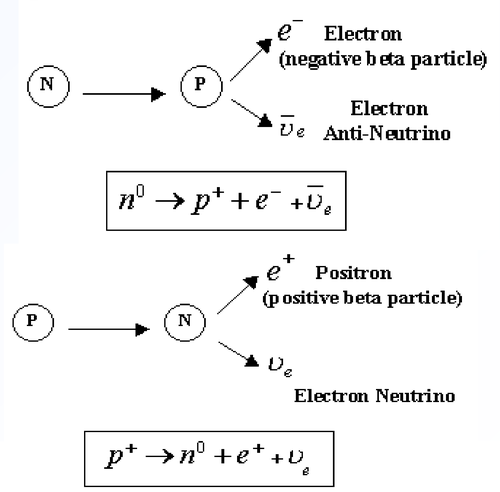
تعيين مدى الالكترونات(شعاع بيتا) وطاقتها المتوسطة

الأجهـــزة

محطة عد نووى تتركب من انبوبة عداد ج م مثبتة على حامل مزود ببروزات على مسافات محددة من نافذة العداد لحمل المصدر المشع وكذا الشرائح الماصة - مصدر مشع (Sr^{90}) – ماسك المصدر - شرائح رقيقة من الألمنيوم– خزانة المصادر المصنوعة من الرصاص السميك.

نظرية التجربـــة

على النقيض من النشاط الإشعاعى لجسيم الفا، الذى يكون شائعا فقط فى النويات الثقيلة، نجد ان النشاط الإشعاعى لجسيم بيتا يمكن رصده فى كل النويات. ويحدث النشاط الإشعاعى لجسيم بيتا بإطلاقه من نواة الذرات الخفيفة . فعندما تكون النواة الغنية بالنيوترونات فى حالة غير مستقرة، تقوم بإطلاق جسيم بيتا السالب (الكترون) مصاحبا النيوترينو المضاد (وهو جسم بدون كتلة سكون مشابها لكم من الضوء) شكل 1. وعندما تكون النواة الغنية بالبروتونات فى حالة غير مستقرة، فإنها تقوم بإطلاق جسيم بيتا الموجب (الذى يطلق عليه اسم بوزيترون وله نفس كتلة الالكترونات ولكن بشحنة كهربية موجبة) مصاحبا بنيوترينو (وهو ايضا جسم لا كتلة له)، شكل 2 . فى بعض الاحيان تكون النواة الجديدة (توضع الى اليمين فى الجدول الدورى فى حالة النشاط الاشعاعى لبيتا السالبة ، والى اليسار فى حالة النشاط الاشعاعى لبيتا الموجبة) فى حالة طاقة مثارة. وتكون العودة الى حالة عدم الاثارة بإطلاق واحدا او اكثر من شعاع جاما.



شكل 1 تحول النيوترون إلى بروتون
شكل 2 تحول البروتون إلى نيوترون

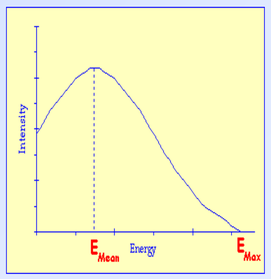
يعتبر تحطم او تحلل نواة P-32 مثالاً للنشاط الاشعاعى لبيتا السالبة

P-32 ⟶ S-32 + electron + electron antineutrino + energy

كما يعتبر تحطم او تحلل نواة Na-22 مثالاً للنشاط الاشعاعى لبيتا الموجبة (89% من حالات التحلل)

Na-22 ⟶ Ne-22+ positron+ electron neutrino + energy

يكون طيف بيتا متصلا لان جسيمات بيتا تتشارك طاقتها مع النيوترينو المضاد او النيوترينو . وتتغير طاقة جسيمات بيتا بإستمرار بين الصفر وقيمة قصوى ، وهى خاصية نوعية للنواة المشعة التى تطلق بيتا. عند اقصى طاقة للجسيم، يكون للنيوترينو او النيوترينو المضاد صفراً من طاقة الحركة. وبسبب هذا الطيف المستمر فإن طيف بيتا يكون اكثر تعقيدا من اطياف الفا او جاما.



شكل 3 توزيعة الشدة كدالة فى طاقة بيتا :

ويوصف مسار جسيمات بيتا فى المادة ، عادة ، بكونه متعرجا.، حيث انها تميل الى التشتت من ذرة الى اخرى. والنقطة النهائية التى لابد من ملاحظتها هى ان طاقة جسيمات بيتا لم يعرف قط انها محددة او متميزة فى تعارض مع حالة جسيمات الفا التى تتميز بطيفا خطيا . لاحظ فى الشكل 3 انه يتواجد عدد من الطاقات والسمات ، مثل الطاقة المتوسطة (E_{mean})، او الطاقة القصوى (E_{max})

مدى جسيم بيتا

تزال الالكترونات ذات الطاقات المنخفضة (≤1 MeV) من شعاع الالكترونات ، اساسا، بالتبعثر من الالكترونات الذرية فى المادة الماصة. وعند طاقات اعلى، تفقد الالكترونات طاقتها من خلال عملية بريمشترالونج (the Bremsstrahlung process)

وحيث ان الفوتونات تباد عموما عند تفاعلها مع المادة، فالإلكترونات تفقد طاقتها الى ان تأت الى السكون، وبتلك الوسيلة تترك الشعاع. والان، من المفيد التحدث عن مدى الالكترونات، اى سمك الماص اللآزم لجعل الالكترون يتوقف عن الحركة. ففى انحلال بيتا تطلق الالكترونات بطيف من الطاقات ومن ثم فيصبح من افتراض الالكترونات الاعظم طاقة. الضرورى افتراض الالكترونات الاعظم طاقة.

وما ان تعبر الجسيمات المشحونة المادة، الا وتتباطأ الجسيمات كلما فقدت طاقة حركية. وفقد الطاقة من الجسيمات المشحونة العابرة خلال المادة يتم كسرة الى مركبتين بناءً على ميكانيكية تحويل الطاقة: فقد طاقة تصادمية اوفقد طاقة اشعاعية . ونعرف قدرة التوقف بانها

$$\frac{dE}{dx} = \left(\frac{dE}{dx}\right)_{col} + \left(\frac{dE}{dx}\right)_{rad}$$

حيث $(dE/dx)_{col}$ هى الفقد فى الطاقة الالكترونية التى تعزى الى تفاعل كولوم (اى التأين و الإثارة) ، و $(dE/dx)_{rad}$ هى الفقد فى الطاقة بالإشعاع (التى تعزى اليها اطلاق اشعاعات بريمشترالونج او تشيرنكوف emission of Bremsstrahlung or Cerenkov radiationنتيجة فرملة الإليكترونات حينما تقترب من المجال النووى للنواة). ترفع الإثارة الالكترون الى مستوى طاقة اعلى، بينما تزيل عملية التأين الالكترون نهائيا من الذرة. تخلق عملية التأين زوج من الايونات، الالكترون الحر (الان) والذرة الموجبة الشحنة التى انطلق منها الالكترون. وقد تحتوى الالكترونات المحررة على طاقات حركية كافية لاحداث المزيد من التأين (ومثل هذه الالكترونات النشطة يطلق عليها احيانا مصطلح اشعة دلتا) .

Edusoft
Innovate to educate

امتصاص بيتا (NU3-9)

الطاقة الاولية لجسيمات بيتا محددة. ونجد انها تعبر عبر المادة وتفقد باستمرار طاقة منتجة تأين، وفى النهاية تتوقف. ومن هنا فإن الجسيم المشحون له مدى محدد، يعتمد على عدد الذرات التى يصدمها الجسيم اثناء عبوره خلال المادة. وافضل طريقة لتقييم عدد الذرات فى وسط تكون بإستخدام مبدأ الكتلة لوحدة المساحات. فإذا كانت كثافة المادة هى (ρ gcm^{-3}) فإن الكلة لوحدة المساحات من شريحة سمكها (t) هى (ρt gcm^{-2}) . واذا ما عبرنا عن المدى بهذا النموذج فسوف نجد ان صيغة مدى جسيم بيتا يمكن ان تعطى بدلالة طاقات الجسيم فقط. واقصى مدى *(R)* لجسيم بيتا يمكن حسابه من صيغة وضعية قدمها كاتس وبنفولد (Katz and Penfold)

$$E_\beta = 0.185R\ (g/cm^2) + 0.245$$

حيث (E_β) هى طاقة بيتا القصوى بوحدة المليون الكترون فولت (MeV) . وقابلية ايقاف بيتا تعتمد على عدد الالكترونات فى الماص. (اى الكثافة المساحية، وهى عدد الالكترونات لكل سنتيمتر مربع). ذلك ان المدى عند التعبير عنه من خلال كثافة السمك (density thickness (g/cm^2)) من المادة يعطى كمية غير محددة عامة بها يمكن للماصات المختلفة ان تقارن.

خطوات العمـــل

1. ضع ساعة المؤقت على الوضع (120 ثانية مشلا) وطبق جهد التشغيل على الانبوبة.
2. اضغط زر جمع البيانات (Data collection) لقياس الخلفية الإشعاعية، وسوف يتوقف تلقائيا بعد مرور (120 ثانية) من البداية.
3. عنما يتوقف العد ، سجل معدل العدات ، وهى (N_{bg} عدة لكل ثانية) فى هذه الحالة ونظف البيانات.
4. استخدم الملقاط لتضع المصدر (Sr^{90}) فى الرف البلاستيكى ثم اجعل الرف ينزلق الى البروز الثانى من اعلى واضغط زر جمع البيانات.
5. عنما يتوقف العد، سجل معدل العدات، وهو (N_0 عدة لكل ثانية) فى هذه الحالة.
6. نظف البيانات. قس وسجل سمك شريحة من الالمونيوم المعطاة لك، وادخلها فى البروز الملاصق الكشاف مباشرة وفوق المصدر. اجمع البيانات. سجل معدل العدات التى هى عدد العدات لكل ثانية فى حالة سمك شريحة الالمونيوم الاولى.
7. كرر الخطوة (7) الى السمك الذى عنده لا يرصد اى عد.
8. ارسم العلاقة بين سمك الامتصاص (على مقياس خطى) على محور (×) وعدد العدات لكل ثانية (على مقياس ln-scale) على المحور (y) ،. عين المدى من التقاطع مع المحور (×) لجسيم بيتا (R) مقاسا بوحدة (cm)
9. عين المدى بوحدات (g/cm^2) من العلاقة

$$R(g/m^2) = R(cm)\ ,\ P_{Al}$$

حيث (r_{Al}) هى كثافة الالمونيوم واحسب متوسط طاقة بيتا من العلاقة :

$$E_\beta = 0.185R\ (g/cm^2) + 0.245$$

النتائـــج

Nbg= counts/s

Al Thickness, x cm	N(x) counts/s	N=N(t)-Nbg counts/s	Ln (N)

$R(cm) =$ $R(g/m^2) = R(cm)\ ,\ P_{Al}$

$E_\beta = 0.185R\ (g/cm^2) + 0.245$

Edusoft
Innovate to educate