

مقدمة :

الإشعاع :

هو طاقة تنتقل من المصدر الى المادة في شكل جسيمات (دقائق) او في شكل موجات كهرومغناطيسية

تنقسم الاشعاعات الى قسمين :

1/ الإشعاعات المؤينة:

الإشعاع المؤين هو نوع من الطاقة تطلقه ذرات معينة و ينتقل على هيئة موجات كهرومغناطيسية (اشعة قاما , الأشعة السينية) او على هيئة جسيمات (نيوترونات ,بيتا ,ألفا) يسمى هذا التفكك التلقائي للذرات بالنشاط الإشعاعي و تعتبر الطاقة الزائدة المنبعثة اثناء هذا التفكك شكلا من أشكال الأشعاع المؤين .

2/الإشعاعات الغير مؤينة :

هو الإشعاع الذي لا يؤين الذرات التي يمر خلالها وهي الإشعاعات التي لها منشأ كهربى او مغناطيسى او ميكانيكى او ضوئى و تعتبر هذه الإشعاعات اقل خطرا من اشعاعات النوع الأول ومثال على ذلك : اشعاعات الحقل المغناطيسى و الأشعة تحت الحمراء .

يمكن تقسيم الإشعاعات من حيث الكتلة و الشحنة الى :

1/ اشعاع الجسيمات : و هي تنقسم الى :

(i)تنقسم الى : اشعاع الجسيمات المشحونة

أ / جسيمات مشحونة ثقيلة مثل ألفا .

ب/ جسيمات مشحونة خفيفة مثل بيتا .

(ii) اشعاع جسيمات متعادلة مثل النيوترونات

2/ اشعاع موجات كهرومغناطيسية مثل (x ray ,gama ray).

تنقسم المواد من حيث مرور الاشعاع من خلالها الى :

1/ مواد شفافة : وهي التي يمر من خلالها الشعاع بسهولة .

2/ مواد معتمة : وهي التي لا تمرر الاشعاع من خلالها وتفقد كل طاقتها .

3. i / مواد شبه شفافة : و هي التي تسمح بمرور جزء من الاشعاع و تفقد جزء من طاقتها

أنواع الإشعاعات :

1/جسيم ألفا

وهو جسيم ذو شحنة موجبة و طاقة عالية تطلقه نواة ذرة مشعة عندما تخضع لنواة ذرة الهيليوم و يتألف من بروتونين و إلكترونين يرتبطان معا إرتباطا وثيقا و يزن جسيم ألفا أكثر من جسيم بيتا ب700 مرة وينتقل جسيم ألفا لمسافة قصيرة بسبب كتلته الضخمة و على سبيل المثال ينتقل جسيم ألفا النموذجي إلى مسافة تزيد عن 5سم في الهواء.

2 / جسيمات بيتا:

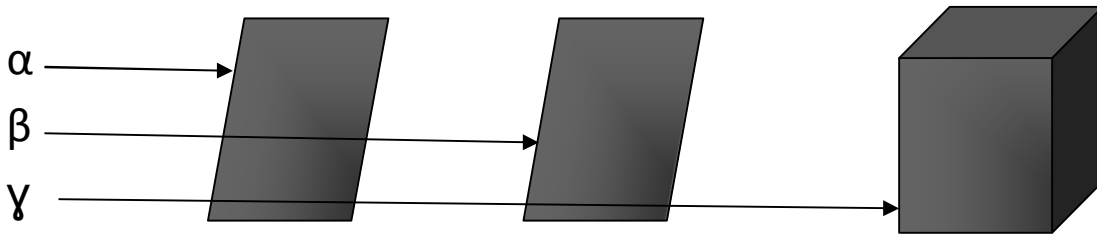
هي عبارة عن إلكترونات عادية تحمل شحنة كهربية سالبة و لكن البعض الاخر يطلق بروتونات وهي إلكترونات ذات شحنة موجبة و تنتقل جسيمات بيتا بسرعة تقارب سرعة الضوء و يستطيع بعضها النفاذ جسيم بيتا إلكترون يتولد عن نواة ذرة إشعاعية أثناء تعرضها لعملية تحول نووي و معظم جسيمات بيتا ذات شحنات سالبة تتكون عندما يتحول بوزوترون إلى بروتون و بعضها بوزوترونات موجبة تنتج من تحول البروتون و جسيمات بيتا بالغة الثقل إذ تعادل فقط 1/1840جسيم بروتون و تمكنا طاقتها العالية من الانطلاق في الجو لمسافات بعيدة و إختراق المواد الصلبة التي يعادل سمكها عدة ملمترات و يقيس العلماء طاقة جسيمات بيتا بحساب المدى الذي تأخذه في إختراق مواد معينة .

3/ أشعة قاما:

هي أشعة غير مشحونة أي متعادلة كهربيا ، وهي تشبه الأشعة السينية الا انها تكون في الغالب ذات طول موجي أصغر و هذه الشععة هي فوتونات (جسيمات الاشعاع الكهرومغناطيسي) و تنتقل بسرعة الضوء حيث تخترق أشعة قاما الأجسام بدرجة أكبر من جسيمات ألفا او بيتا .

أشعة قاما شكل من أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي و لأشعة جاما طول موجي أقصر من الطول الموجي للأشعة السينية كما انهما يختلفان في أصلهما أيضا .

تنتج الأشعة السينية خلال عدة عمليات مختلفة مرتبطة بالإلكترونات التي تدور حول نواة الذرة ، تتبعث أشعة جاما من النواة نفسها ربما تحمل أشعه جاما ملايين الالكترن فولت من الطاقة و بإستطاعتها إختراق انواع عديدة من المواد ، و لكن بإستطاعة بعض المواد إمتصاص أشعة جاما على سبيل المثال تستطيع شريحة من الحديد سمكها 1.3سم إمتصاص 50% من أشعة جاما ذات مليون إلكترون فولت و تعادل هذه القدرة الامتصاصية 10سم من الماء أو 0,65 سم من الرصاص . تعرف كميات ضئيلة من أشعة جاما الصادرة عن المواد المشعة الطبيعية في الصخور و التربة اجسامها بشكل ثابت ، تمر هذه المواد يوميا الى اجسامنا عبر الهواء و الماء . تنتج أشعة جاما التي تمر داخل الجسم تأينا في الأنسجة إذا كانت بكميات كبيرة فأنها تضر خلايا الجسم بالرغم من خطورتها فأنها تستخدم في معالجة الأورام الحميدة و الخبيثة فائدة في الكشف عن صدأ الفلزات و حفظ الاطعمة.



الشكل (1-1) رسم يوضح قابلية الأشعة على إختراق الأجسام

إستخدامات الأشعاع :

1/ العلاج بالأشعة:

إستخدام الأشعاع في علاج الأورام و ذلك بعد توافر معرفة علمية كافية عن الدور الذي يمكن ان يلعبه الأشعاع في تدمير الخلية الحية بحيث أن الخلايا السرطانية ذات حساسية كبيرة جداً للإشعاع لأنه يتم تعريض العضو المصاب بالسرطان بجرعة إشعاعية عالية جداً تتراوح ما بين 10_80 ألف مل سيفرت ، تجزأ بحيث تعطى على جرعات يومية بمعدل 2000 مل سيفرت وثلثات أو أربع أيام أسبوعياً والمصدر الإشعاعي المستخدم للعلاج إما جهاز أشعة سينية يعطي طاقة عالية أونظير الكوبالت المشع . و السؤال الذي يتبادر الى ذهن القارئ هو كيف نعالج مريض السرطان بالأشعاع و نحن نقول أن الإشعاع يسبب السرطان؟ و ما الذي سيحصل للأنسجة السليمة القريبة من الورم التي يمكن أن تتعرض لمثل هذه الجرعة الاشعاعية الهائلة ؟ وكذلك للجلد الذي ستنفذ منه هذه الأشعة للوصول الى الورم إذا كان داخلياً ؟

إن هذه الأسئلة أسئلة منطقية يمكن الأجابة عنها بأننا نقلب المنفعة التي هي علاج المريض على الخطر الذي يمكن ان يأتي متأخراً و الذي هو في الغالب منخفض جداً . أما الأنسجة السليمة القريبة من مكان الورم فأنها برغم من تضررها من الجرعة الإشعاعية فأن المصادر العلمية تشير الى أن الخلل الذي يصيب الخلايا سرعان ما يتم إصلاحه ضمن آلية إعادة البناء التي جعلها الخالق العظيم سبحانه داخل أجسامنا و إن هذا الإصلاح في الكروموسومات مثلاً يحصل بعد عدة ساعات من الجرعة الإشعاعية.

2/ حفظ المواد الغذائية :

تنتج الكثير من الدول مواد غذائية تفوق استهلاكها اليومي مما يستدعي تخزينها لإستعمالها في وقت آخر أو تصديرها إلى دول و حفظ المواد الغذائية التي تتغير حالتها اثناء التخزين و النقل و يعتبر معضلة حقيقية لكثير من الدول خاصة إذا كانت طرق التخزين المعروفة كالتعليب و التبريد مكلفة أو غير متاحة و هنا يأتي دور الإشعاع كوسيلة ممتازة للتخزين ، تتم عملية التشعيع بوضع المادة الغذائية أو المنتج الغذائي بأوعية عادية كأواني أو أكياس من البولستر ثم تمرر أمام مادة مشعة ذات نشاط إشعاعي عالي و لعدة ساعات بطريقة تشبه إلى حد ما التصوير الإشعاعي و لكن يكون المنتج متحركا و في هذه الحالة فإن الجرعة الإشعاعية التي يتلقاها

المنتج تصل إلى عشرات الآلاف من الملي سيفرت و الجرعة بهذا القدر كفيلة بقتل الخلايا النامية التي تتسبب بالتبرعم في البطاطا أو إنتاج الجذور في البصل إذا كان إحداها هو المنتج المراد حفظه كما أن هذه الجرعة تسبب قتل أي ملوثات حية من بكتريا و حشرات و تكون ضمن الشحنة مما يساعد على حفظها لفترة أطول .

و بما أن الإشعاع يقوم بالتفاعل مع الماء و المكونات الحية داخل المواد المراد حفظها فإنه لا شك سيؤدي إلى تكوين مواد كيميائية داخل هذه المواد قد تسبب تغيراً طفيفاً في طعمها او رائحتها او قد يؤدي الى جعلها غير مأمونة حيث انها قد تؤدي إلى تشكيل مركبات غير موجودة طبيعياً يمكن ان تؤدي إلى أخطار سطحية مستقبلية هذا مع الإشارة الى أن المواد المحفوظة بالإشعاع قد لا تصبح مشعة مثلها مثل المريض الذي يتم تصويره أو علاجه إشعاعياً وهو يتلقى الأشعة التي تتفاعل مع ذراته و خلاياه و لا ينتج أشعة .

مشكلة البحث :-

- 1- معامل الإمتصاص الكتلي لجلد الأبقار بإستخدام أشعة جاما .
- 2- أنه في السودان وخصوصاً في المناطق الجبلية توجد بها إشعاعات قويه وضاره فيمكن إستخدام الجلد كوقايه لكل شخص أو عامل يذهب إلى هذه الأماكن يجب أن يرتدي شئ واقى .
- 3- أنه أكثر شئ مستخدم كدرع واقى هو الرصاص فهل يمكن إستخدام أشياء أخرى كدروع واقيه من الإشعاع .

فروض البحث :-

- 1- يعتبر الرصاص هو العنصر الأساسي للدروع النووية لأن له قدرة عالية على الإمتصاص .

- 2- إستخدام الجلود كدروع واقية لوفرتها وقلة تكلفتها .
- 3- السودان مليء بالإشعاعات وخصوصا في المناطق الجبلية .

أسئلة البحث :-

- 1/ ماهي الإشعاعات وما أنواعها ؟
- 2/ ماهي إستخدامات الإشعاع في شتى المجالات وخصوصا في المجالات الطبية؟
- 3/ كيفية تفاعل أشعة جاما مع المادة ؟
- 4/ ماهية الدروع النووية ؟
- 5/ ما المواد التي يمكن أن تستخدم كدروع نووية واقية من الإشعاعات الضارة ؟
- 6/ مامدى امتصاص الجلود لأشعة قاما ؟

أهمية البحث :-

تستخدم الدروع النووية للحماية من الإشعاع .

أهداف البحث :-

تتمثل أهداف البحث في الآتي :

- 1- التعرف على مفهوم الإشعاع .
- 2- التعرف على أنواع ومصادر الإشعاع .
- 3- التعرف على كيفية تفاعل الإشعاع مع المادة .
- 4- التعرف على ماهية الدروع النووية .
- 5- التعرف على بعض المواد التي يمكن إستخدامها كدروع واقية .
- 6- إيجاد معامل الإمتصاص للجلود .

حدود البحث :-

-الحدود المكانية : ولاية الخرطوم - جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا .

- الحدود الزمانية : من يونيو إلي أكتوبر 2017 م .

- الحد الموضوعي : بحث لنيل درجة البكالوريوس في الفيزياء .

منهج البحث :-

المنهج التجريبي الوصفي .

محتوى البحث :-

هذا البحث يحتوي على خمسة فصول ، الفصل الأول يتناول الخطة العامة للبحث والفصل الثاني يتناول تفاعل الإشعاع مع المادة والفصل الثالث يتحدث عن الدروع النووية وأنواعها وأسسها وإستخداماتها وأهميتها وعامل التراكم فيها والفصل الرابع يتناول الجزء العملي من البحث والفصل الخامس يتناول التحليل والمناقشة .

الفصل الثاني

تفاعل الإشعاع مع المادة

(1-2) مقدمة :

لمعرفة الاسس الفيزيائية للكشف عن الإشعاع ، الدروع الواقية ، والتأثيرات البيولوجية للإشعاع يجب فهم طريقة التفاعل بين الإشعاع والمادة والتي يتم خلالها إنتقال الطاقة من الإشعاع الى المادة التي يتفاعل معها . وهذا التفاعل قد يحصل بين الإشعاع وأيونات الذره أو بين الإشعاع ونواة الذره ، وأخيرا بين الإشعاع والذره اجمعها ، يعتمد نوع التفاعل وقدرة إختراق الإشعاع للمادة على نوع وطاقة ذلك الإشعاع ، وطبيعة المادة التي يتفاعل معها الإشعاع المقصود بالتفاعل بين الإشعاع والذرات أو الجزيئات والإلكترونات هو القوه الكهرييه المتبادله بين الإشعاع والمادة وينتج عن ذلك ظاهرة التأين أو التهيج وتنتقل الطاقة إلى المادة والتي يتحول معظمها إلى حرارة نتيجة لإهتزاز الذرات والجزيئات وتنقسم التفاعلات إلى قسمين اساسيين هما تفاعل الإشعاع مع الجسيمات المشحونه وتفاعله مع الفوتونات.

(1) تفاعل الإشعاع مع الجسيمات المشحونة:

الجسيمات المشحونة ذات الطاقه العاليه مثل جسيمات ألفا وجسيمات بيتا عند تفاعلها مع المادة فإنها تفقد طاقتها نتيجة لهذا التفاعل وتحصل ظاهرة التأين أو التهيج . نتيجة لذلك تنبعث إلكترونات بأشكال مختلفه حيث تكون بشكل جسيمات بيتا الموجبة او السالبة وهي غير مهمه في تطبيقات الطب النووي أو تفاعل التحول الداخلي أو إلكترونات أوجي و بالإضافة إلى ذلك فإن الإلكترونات تتولد عن تفاعل أشعة جاما والأشعة السينيه مع المادة وتنقسم هذه التفاعلات إلى ما يلي:

أ - التأين :

عندما تتفاعل جسيمات بيتا مع المادة فإن طاقتها تستثمر للتغلب على طاقة ربطها بالذره والباقي من الطاقه يكون بشكل حركيه لهذه الإلكترونات (الإلكترونات الثانويه) إذا كانت طاقة الإلكترونات الثانويه كبيره فأنها قد تأين ذرات أو جزيئات أخرى من الوسط وتسمى مثل هذه الإلكترونات بأشعة الدلتا .

ب - التهيج:

يحصل هذا التفاعل عندما تكون طاقة جسيمات بيتا غير كافيه لحصول ظاهرة التأين لذلك فإن الإلكترونات المدارية ترتفع من مستوى إستقرارها إلى مستوى إستقراراً أعلى فتكون الذرة في

حالة تهيج وتفقد طاقة التهيج نتيجة إهتزاز للجزيئات وتتبعث الأشعة تحت الحمراء ، الأشعة المرئية أو الأشعة فوق البنفسجية.

ج- التفاعل مع النواة:

عندما تكون طاقة جسيمات بيتا كبيرة فإن الجسيمات المشحونة تخترق الغيمه الإلكترونية وتقترب من المجال الكهربائي للنواة وذلك يؤدي إلى تباطؤ الجسيمات المشحونة وفقدانها للطاقة فتبعث هذه الجسيمات الطاقة المفقودة في شكل إشعاعات كهرومغناطيسية تسمى بإشعاعات الكبح أو الحد من السرعة (البرمشتالنك) إن طاقة إشعاعالبرمشتالنك تتراوح بين الصفر (عندما يكون تباطؤ الجسيمات قليلاً) إلى أعظم مايمكن إلى الطاقة والذي تساوي طاقة الجسيمات المشحونة الساقطة وتسمى هذه التفاعلات بتفاعلات فقدان الإشعاع.

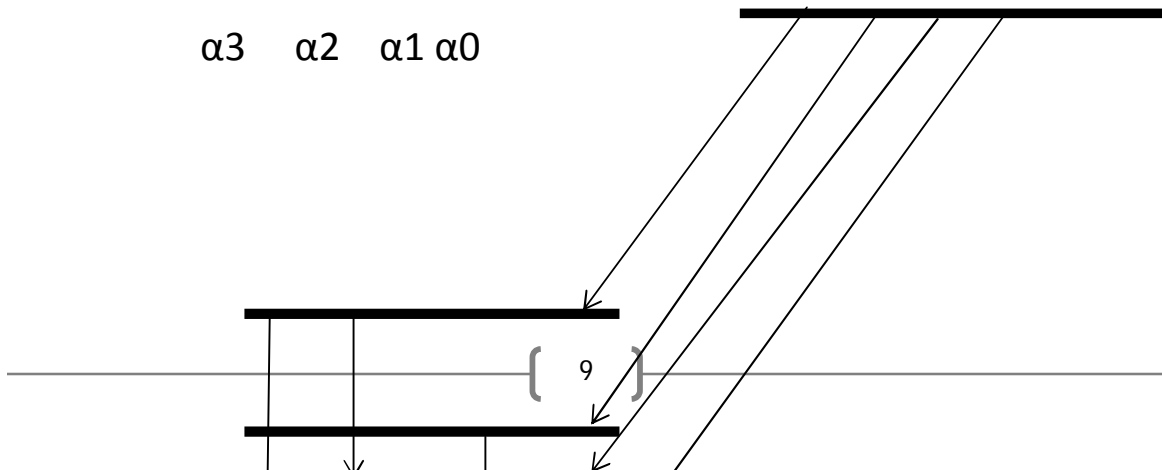
(2-2)مدى الجسيمات المشحونة :

(1-2-2) جسيمات الفا

اثبتت القياسات الدقيقة لطاقة جسيمات ألفا المنبعثة من المصادر المشعة أن هذه الطاقة تقع في نطاق ضيق (حوالي 4.9 ملي إلكترون فولت) ولكل مصدر من هذه المصادر طيف خاص به يميزه عن غيره ويتكون هذا الطيف من عدد قليل من الطاقات المحددة فمثلاً في حالة الراديوم - 226 فإن نظام الإضمحلال يكون كما هو موضح بالشكل (2-1) وفيه نجد أن هنالك أربعة مجموعات من الجسيمات لكل منها طاقة محددة خاصة بها والمجموعات 1α و 0α هما الأكثر احتمالاً .

Ra^{226}

$\alpha_3 \quad \alpha_2 \quad \alpha_1 \quad \alpha_0$



0.600mev

94.690

$E_{\alpha}=4.869\text{mev}$



0.447mev

0.186mev

Ra^{226}

الشكل (1-2)

(2-2-2) المدى والطاقة لجسيمات ألفا α :

تفقد جسيمات ألفا طاقة عند مرورها في المادة نتيجة للتصادمات التي تحدث مع ذرات تلك المادة . فجسيمات ألفا ذات الطاقة (5 ملي إلكترون فولت) تحدث تقريبا $(5 \times 10^6 \div 35 = 1.4 \times 10^5)$ تأينا في المادة قبل أن تفقد كل طاقتها . وقرب نهاية المسار فإن جسيم ألفا يكتسب أو يفقد إلكترونات واحدا أو إلكترونين بصفه دائمة وتصبح ذرة الهيليوم متعادلة . والعلاقة بين الطاقة والمدى لجسيمات ألفا في الهواء

$$R_{\text{air}} = 0.325 E^{3/2} \text{mev}$$

For $E=4.7\text{mev}$

$$E(\text{mev}) = 2.12 R(\text{air})^2 \div 3$$

وقد وجد أنه عند الطاقات المنخفضة فإن المدى يكون متناسبا مع $E^{3/4}$. أما عند الطاقات العالية فإن المدى يتناسب مع E^2 . والعلاقة بين المدى AR والطاقة لجسيمات ألفا في رقم كتلتها A

$$RA = 3.2 \times 10^{-4} R_{\text{air}} \sqrt{A} \div \rho$$

حيث :

هو مدى الجسيمات في الهواء A رقم الكتلة للمادة ρ كثافة المادة (جرام /سم³).
 وفي Rair بعض الأحيان يعبر عن المدى بوحدات الجرام /سم² حيث المدى بالجرام /سم²
 يساوي المدى بالسم \times كثافة المادة بالجرام /سم³. وقد يتطلب الأمر في بعض الأحيان معرفة
 ما يسمى بمعدل النقص في طاقة الجسيم لوحدة المسافة

$$-dE/dX = 4\pi Z^2 e^4 N z / m_0 V^2 B$$

حيث:

شحنة جسيم ألفا.

$Z = e$ عدد ذرات المادة /سم³ وتساوي عدد أفقارو مقسوما على رقم الكتلة للمادة ومضروبا .

$N =$ في كثافة المادة .

$Z =$ العدد الذري .

$M_0 =$ كتلة السكون للإلكترون .

$V =$ سرعة جسيم ألفا .

مقدار ثابت يسمى بعدد التوقف وهو دالة لوغريتمية في سرعة الجسيم وجهد التأين

$B =$ للمادة .

$$B = \ln 2 m_0 V^2 / I$$

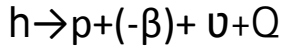
$$I = KZ$$

$$= 11.5 e r y$$

(3-2-2) جسيمات بيتا :-

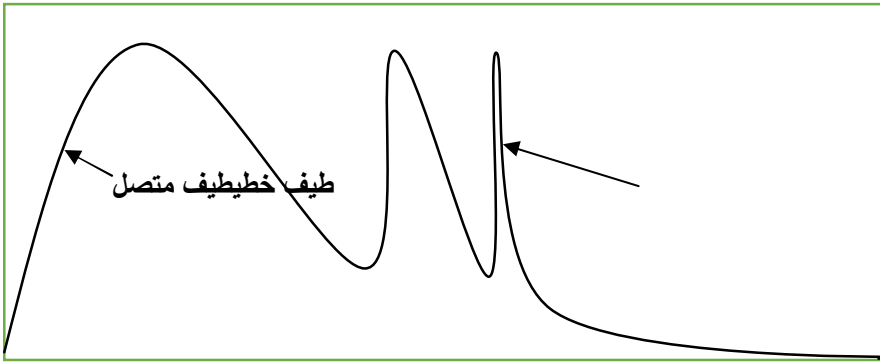
وجد بالتجربة أن طيف جسيمات بيتا يتكون من جزئين الجزء الأول طيف متصل أو مستمر وفيه
 تتغير طاقة الجسيمات من قيم صغيرة إلي قيم كبيرة (E_{max}) . و الجزء الثاني عباره عن طيف

خطي ناتج عن التحول الداخلي ويكون هذا الطيف متراكبا مع الطيف المستمر . وجسيمات بيتا ($-\beta$) تنبعث من داخل النواة نتيجة إلى تحول أحد النيوترونات إلى بروتون تبعا للمعادلة التالية:



عدد الجسيمات

الطاقة E_{Max}



الشكل (2-2) طيف جسيمات بيتا

والمقدار Q يمثل الطاقة المصاحبة لهذا التحول . وتتوزع هذه الطاقة بين جسيم بيتا وضديد النيوتريو ، ولذلك فإن طاقة جسيم بيتا يمكن أن تأخذ قيما من صفر حتى (E_{max}) . وينتج الطيف الخطي نتيجة للتحول الداخلي عندما تكون النواة مثارة وتعطي طاقة إثارتها لأحد اللإلكترونات المدارية فيخرج هذا اللإلكترون من الذرة وتكون طاقته محددة . وعند مرور جسيمات بيتا بمادة ماصة فإنها تفقد طاقتها نتيجة لنوعين من التفاعل :

(أ) تفاعل تصادمي : وتفقد الطاقة هنا نتيجة للتأين أو الإثارة التي تحدثها جسيمات بيتا في ذرات المادة بسبب التصادم معها . والتصادمات هنا من النوع غير المرن .

(ب) تفاعل ينتج عنه إشعاع كهرومغناطيسي : عندما تقترب جسيمات بيتا السالبة من سحابة اللإلكترونات الموجودة حول نواة الذرة فإن جسيم بيتا تقل سرعتها بسبب التنافر وبذلك تفقد طاقة والطاقة المفقودة في هذه الحالة تشع على هيئة موجات كهرومغناطيسية تسمى بأشعة الكبح

أو الفرملة (Bremsstrahlung) وفي حالة تأين المادة فإن الإلكترونات المنبعثة (إلكترونات الإبتدائية) تكون طاقتها كبيرة وتكون قادرة على إحداث تأين ثانوي في المادة عندما تفقد طاقتها والإلكترونات الناتجة عن هذا التأين الثانوي تسمى بالإلكترونات الثانوية أو أشعة دلتا (Delta rays) ويكون التأين

الكلي مساويا للتأين الإبتدائي مضافا إليه التأين الثانوي وقد وجد أن النسبة بين فقد الطاقة بوحدة المسار في حالة أشعة الفرملة ومثيلة في حالة التصادمات غير المرنة تساوي :

$$(DE/DX)_{rad}/(DE/DX)_{coll}=EZ/800$$

حيث:

$$E = \text{طاقة جسيمات بيتا بال meV} .$$

$$Z = \text{العدد الذري للمادة التي تسقط عليها أشعة بيتا} .$$

فعند الطاقات الصغيرة وفي حالة المواد ذات العدد الذري الصغير فإن فقد الطاقة نتيجة للتصادمات يكون السائد وبزيادة طاقة الجسيمات أو زيادة العدد الذري للمادة تبدأ العملية الأخرى وهي تفاعلات الإشعاع في لعب دورها. وتصبح العمليات التي ينتج عنها إشعاع هي السائدة عن الطاقات العالية وفي المواد ذات العدد الذري الكبير . وقد وجد أن جسيمات بيتا ذات طاقة (10 meV) عندما تمتص في الرصاص (Z=82) فإن كلاً من العمليتين السابقتين يكون لها نفس الإحتمال.

(4-2-2) المدى والطاقة لجسيمات بيتا (β):-

يستخدم الألمنيوم كثيراً لإمتصاص جسيمات بيتا . والعلاقة بين مدى الجسيمات وطاقاتها في حالة الألمنيوم تعطى ب :

$$R=0.542E- 0.133$$

$$0.8\text{meV}<E<3\text{meV}$$

$$R=0.402E-1.38$$

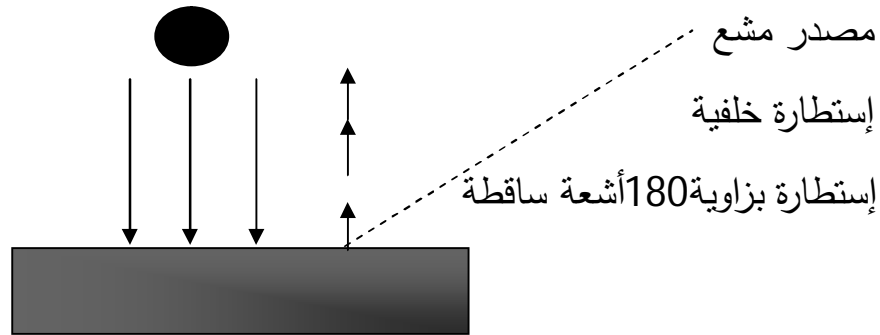
$$0.15 \text{ meV}<E<0.8\text{meV}$$

حيث :

$E =$ طاقة جسيمات بيتا بال meV و $R =$ مدى الجسيمات في الألمنيوم بوحدة gm/cm^2

(5-2-2) الإستطارة الخلفية لجسيمات بيتا (B-Backs cattering):

عند مرور جسيمات بيتا في مادة سميكة ذات عدد ذري كبير فإن الجسيمات قد تنحرف عن مسارها بزوايا أكبر من 90° . هذه العملية تسمى بالإستطارة الخلفية وقد يصل الإنحراف إلى 180° ، أي أن الجسيمات المرتدة تكون في نفس إتجاه الجسيمات الساقطة. وهذه الظاهرة مهمة جداً في حالة قياس المواد المشعة. فعند عمل مصدر لجسيمات بيتا فإن شريحة المادة التي يرسب فوقها المصدر المشع يجب أن تكون رقيقة جداً وعددها الذري صغير وذلك حتى لا يؤثر الإرتداد الخلفي (بزوايا 180°) على معدل العد ويعطى قيمة أكبر من القيمة الحقيقية،



الشكل (3-2) إستطارة خلفية لجسيمات بيتا

(3-2) تفاعل أشعة جاما مع المواد:-

تختلف أساليب إنتقال الطاقة من إشعاعات جاما إلي المادة إختلافاً جوهرياً عن تلك الأساليب التي تنتقل بها من الجسيمات المشحونة إلي المادة فعندما يسقط إشعاع جاما على المادة فإنه يمكن أن تفقد طاقته ويمنحها للمادة وذلك بإستخدام الأساليب التالية وهي التأثير الكهروضوئي وتأثير كمبتون وظاهرة إنتاج الزوج .

1 - التأثير الكهروضوئي (Photoelectric effect) :-

عند سقوط شعاع من أشعة جاما أو أشعة أكس على المادة فإنه يصطدم مع أحد الإلكترونات المدارية المقيدة ويعطية كل طاقتة وبالتالي يخرج هذا الإلكترون من الذرة ، وعندما تكون طاقة فوتون أشعة جاما الساقط كبيرة بالمقارنة بالطاقة اللازمة لإزالة هذا الإلكترون من مداره فإن الطاقة الذائدة يأخذها الإلكترون الخارج على شكل طاقة حركة تسمى هذه العملية بالتأثير الكهروضوئي . ويخضع للمعادلة التالية:

$$T=hf-E_n$$

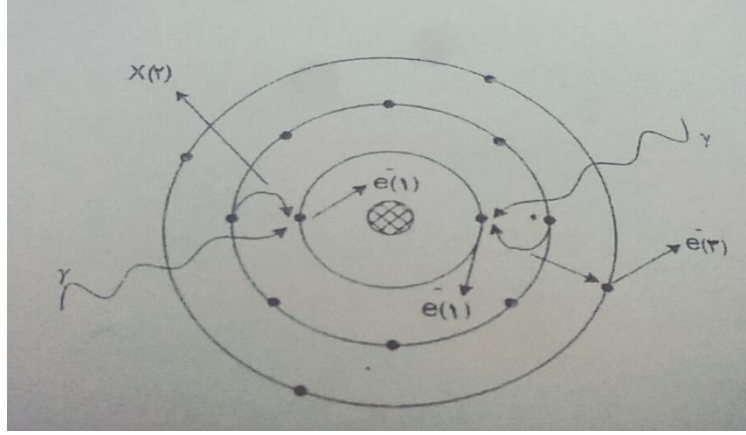
حيث أن طاقة الفوتون هي (hf) وطاقة ربط الإلكترون بذرته هي (E_n)

$$E_n=13.6 \times Z^2/n^2$$

وبالتالي لايتفاعل التأثير الكهروضوئي إلا عندما تكون طاقة الفوتون أكبر من طاقة ربط الإلكترون بالذرة .

أثناء تفاعل التأثير الكهروضوئي يصطدم الفوتون بأحد إلكترونات الذرة فيمتص كل الطاقة مما يجعله يخرج عن مداره وسرعان ما ينزل إلكترون من مدار أعلى ليأخذ مكانه فرق الطاقه بين هذين المدارين يظهر عادة على شكل أشعة سينية مميزة لذرة العنصر . هذا الإنتقال الإلكتروني لاينتج دائما أشعة سينية بل أحيانا ماتنتقل تلك الطاقة المتوافرة مباشرة إلى أحد الإلكترونات المدارية الخارجية للذرة حيث يخرج هو الآخر أكبر من مداره وهذا مايسمى بالتأثير الأوجي الذي يلي التأثير الكهروضوئي .

وهكذا يتضح أن التأثير الكهروضوئي يسبب تأين داخلي للذرة يفقدها أحد إلكتروناتها الذي تليه عملية الإلكترونات في المدارات المختلفة (K, L, M,.....) التي تؤدي إلى بث أشعة سينية مميزة بطاقة مساوية لفرق طاقة ربط المدارات المتتالية او إنبعاث إلكترونات أوجي وذلك من خلال الإنتقال الإلكتروني المتتالي من داخل الذرة إلى المدارات الخارجية لها . يوضح الشكل التالي نواتج التأثير الكهروضوئي وأهم الإشعاعات الصادرة.



الشكل (2-4)

1- إلكترون فوتوضوئي .

2- أشعة سينية .

3- إلكترون أوجي .

وعلى العموم فإن التأثير الكهروضوئي يزداد مقطعه بإزدياد العدد الذري للمادة بينما يقل مع إزدياد طاقة الفوتون .

_ مقطع التأثير الكهروضوئي يكون في المدار (L) على سبيل المثال بالنسبة للمدار (K) تقريباً تساوي

$$5 \approx \sigma_K / \sigma_L$$

وهكذا بالنسبة للمدارات الأخرى . أما بالنسبة للإلكترونات الخارجة نتيجة التأثير الكهروضوئي فيكون إتجاهها عادة عمودياً على إتجاه الفوتون الساقط إذا زادت طاقة الفوتون يكون خروج الإلكترونات في الإتجاه الأمامي أكثر احتمالاً ذلك لإن توزيع الإلكترونات الناتجة من التأثير الكهروضوئي يتجدد بالعلاقة التالية :-

$$dN / d\Omega = \sin^2 / (1 - \beta \cos \theta)$$

حيث أن (Ω) هي الزاوية المجسمة وأن $(\Omega d / dN)$ هو عدد الإلكترونات الخارجة من التفاعل في الزاوية المجسمة (Ωd) ، أما الزاوية (θ) هي الزاوية المحصورة بين إتجاه الفوتون الأصلي وإتجاه

الإلكترون الناتج من التأثير الكهروضوئي و $v/c = \beta$ نسبة سرعة الإلكترون الفوتوضوئي إلى سرعة الضوء.

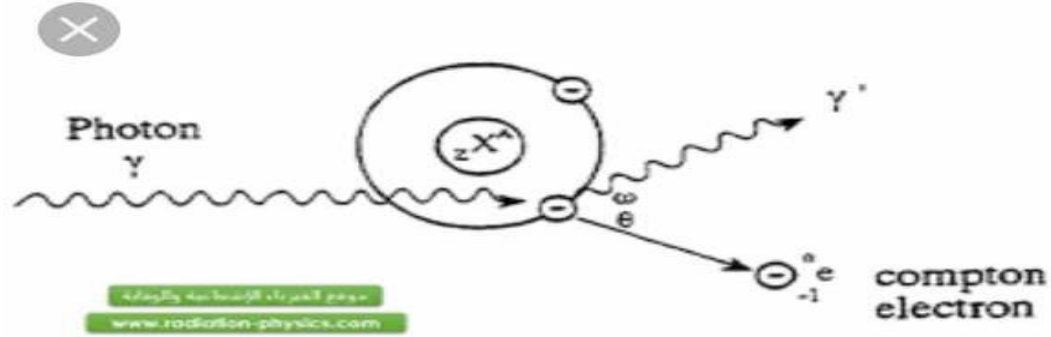
وبملاحظة المعادلة السابقة نجد أن في حالة $\beta = 0$ فإن :

$$\sin^2 \theta = dN/d\Omega$$

ويكون اتجاه الإلكترونات عموديا علي اتجاه الفوتون ، وإذا زادت طاقة الإلكترون يكون توزيع الإلكترونات إلى الأمام .

2- تأثير كمبتون :-

عندما تزداد طاقة الفوتون يكون تأثير كمبتون هو التفاعل الذي يلي التأثير الكهروضوئي مباشرة في تفاعل كمبتون يصطدم الفوتون بالإلكترون إما أن يكون الإلكترون حراً طليقاً أو مرتبطاً بذرته في أحد مداراتها) وفي هذه الحالة يكتسب الغلكترون طاقة حركية بينما يفقد الفوتون بعض طاقته ، وبالتالي يكون ناتج التفاعل تأثير كمبتون هو إلكترون مكتسبا طاقة وفوتون خاسرا بعض طاقته .



الشكل (2-5)

تحليل ظاهرة كومبتون رياضياً :

نظرا إلي أن طاقة الفوتون كبيرة جدا بالنسبة إلى طاقة ربط الإلكترون بذرته فيظهر الإلكترون أمام الفوتون وكأنه في حالة سكون (أي طاقته = صفر وكذلك كمية محركه) فتأثير كمبتون ماهو إلا عملية إصطدام فوتون بإلكترون وبالتالي يكون من الممكن أن نطبق قانوني حفظ الطاقة وحفظ كمية التحرك على النحو التالي :

(أ) قبل التصادم :

طاقة الفوتون = $h\nu$

كمية تحرك الفوتون = $c/h\nu = \lambda/h$

طاقة الإلكترون \approx سرعة الإلكترون \approx صفر

كمية تحرك الإلكترون \approx صفر

(ب) بعد التصادم :

باستخدام نفس الرموز السابقة

طاقة الفوتون ($h\nu'$)

كمية تحرك الفوتون = $(\frac{h\nu'}{c} = \frac{h\nu}{\lambda})$

وعندما يكون اتجاه تحركه زاوية مقدارها (θ) مع اتجاه الفوتون الأصلي نجد ان طاقة الإلكترون

$$(m_0c^2(k-1)) =$$

كمية تحرك الإلكترون = m_0vk

وعندما يكون اتجاه تحرك زاوية مقدارها (θ) مع اتجاه الفوتون الأصلي

M_0 = كتلة الإلكترون في حالة سكونه

V = سرعة الإلكترون

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

وبتطبيق قانون حفظ الطاقة أي أن مجموع الطاقات قبل التصادم = مجموع الطاقات بعد التصادم

نجد أن:

$$0 + hf = h\nu' + m_0c^2(k-1)$$

أما معادلة كمية التحرك في الإتجاه الأفقي فهي :

$$0 + \frac{hf}{c} = \frac{h\nu'}{c} \cos \theta + m_0vk \cos \theta$$

وأبضا كمية التحرك في الإتجاه العمودي فهي :

$$0 + \frac{hf}{c} \sin \phi - m_0 v \sin \theta$$

ومن المعادلات السابقة من الممكن الحصول على النتائج التالية :

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \phi)$$

$$T = hf \frac{\alpha (1 - \cos \phi)}{1 + \alpha (1 - \cos \phi)}$$

$$\cot \theta = (1 + \alpha) \tan \frac{\phi}{2}$$

$$\frac{E'}{E} = \frac{hf'}{hf} = \frac{1}{1 + \alpha (1 + \cos \phi)}$$

$$\alpha = \frac{hf}{m_0 c^2} \text{ حيث أن}$$

وبمعينة المعادلات السابقة يتضح الآتي :

(1) أن التغير في طول الموجة ($\Delta\lambda$) وبالتالي التغير في طاقة الفوتون لا يعتمد على طاقة

الفوتون الأصلية بل يعتمد على زاوية تشتت الفوتون ϕ .

(2) وإبضا نجد ان :

إذا كانت $\phi = 0$ = صفر فإن طاقة الإلكترون $T =$ صفر

وإذا كانت $\phi = 180^\circ$ فإن طاقة الإلكترون $T = \frac{(hf)2\alpha}{1+2\alpha}$

وبالتالي فتكون طاقة الإلكترون أكبر مما يمكن عندما ترتد أشعة جاما إلي الخلف ، أما بالنسبة إلي التشتت الأمامي فتكون طاقة الإلكترون مساوية للصفر أي لا يكتسب طاقة اي أن الفوتون أخطأ الهدف ولم يصطدم بالإلكترون .

(3) نجد ان هنالك علاقة بين زاوية تشتت الإلكترون وزاوية تشتت الفوتون \emptyset

(4) وايضا نجد ان هنالك نسبة بين طاقة الفوتون بعد وقبل تشتتها أي $\frac{\dot{E}}{E}$

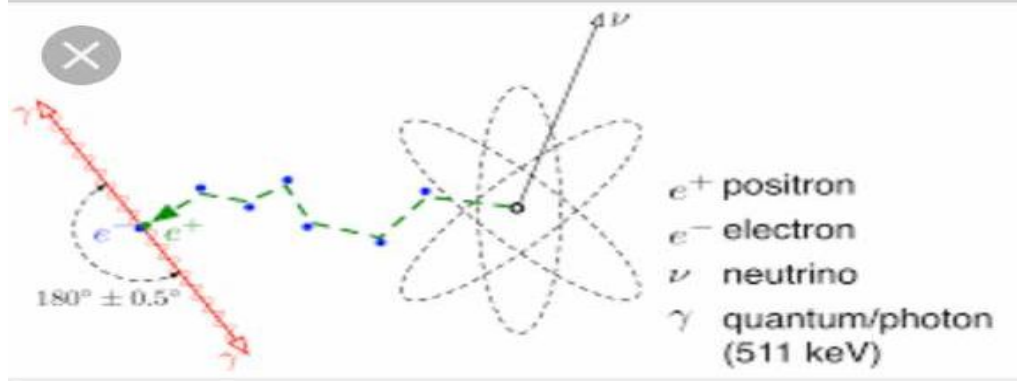
وبالتالي في تأثير كومبتون يكون من المستحيل امتصاص طاقة الفوتون كلية بل تبقى أشعة متشتتة دائما .

4- الإنتاج الزوجي :-

عندما تزداد أشعة جاما تقترب من النواة وفي ظل مجالها الكهربائي التأثير الذي يلي تأثير كومبتون هو تأثير الإنتاج الزوجي ، وفيه يندثر الفوتون تماما ويتحول إلي جسmin : إلكترون وبوزوترون (إلكترون موجب) فكتلتها متساوية وشحنتها مختلفة .

ونظرا لأن الطاقة المكافئة لكل من الإلكترون والبوزوترون هي 0,51 م إف فلا يحدث الإنتاج الزوجي إلا إذا كانت طاقة الفوتون تساوي $1,02 = 2 \times 0,51$ م إف أو أكثر من ذلك ، وفي هذه الحالة ينطلق الإلكترون والبوزوترون بطاقة حركية تساوي الفرق بين طاقة الفوتون مطروحا منها 1,02 م إف وسرعان ما يفقدان هذه الطاقة في وسط مسيبان تأيئاً له .

وعندما يلتقي البوزوترون في نهاية مطافه بالإلكترون يندمجان معا ويندثران (يفنيان) ويتحولان إلي فوتونين متعاكسين في الإتجاه وعلى استقامه واحدة وطاقة كل فوتون تساوي 0,51 م إف كما هو مبينفي الشكل التالي :



الشكل (2-6)

ومن شروط الإنتاج الزوجي أيضا أن يتم ذلك في وجود حقل كهربائي (نتيجة نواة ذرة أو إلكترون) ويظهر ذلك واضحا عندما وجد ديراك حلين لمعادلة الطاقة على النحو التالي :

مما سبق يتبين لنا أن الطاقة الكلية لجسيم ذي طاقة عالية مع وجود التأثير النسبي هي :

$$E^2 = P^2 C^2 + m_0^2 C^4$$

وبأخذ الجذر التربيعي للطرفين وجد ديراك حلين للطاقة أحدهما سالب والآخر موجب :

$$E = \pm \sqrt{P^2 C^2 + m_0^2 C^4}$$

وبالتالي تتبأ ديراك بوجود البوزترون .

حيث أن :

$$P_+ = \text{كمية تحرك البوزترون}$$

$$P_- = \text{كمية تحرك الإلكترون}$$

$$E_+ = \text{طاقة الفوتون} = \frac{1}{2} [(m_0 c^2)^2 + P_+^2 c^2]^{\frac{1}{2}}$$

$$E_- = \text{طاقة الإلكترون} = \frac{1}{2} [(m_0 c^2)^2 + P_-^2 c^2]^{\frac{1}{2}}$$

وبتطبيق قانون حفظ الطاقة نجد أن طاقة الفوتون الأصلية (hf) يساوي مجموع طاقتي البوزترون

والإلكترون أي أن :

$$hf = \frac{1}{2} [(m_0 c^2)^2 + P_-^2 c^2]^{\frac{1}{2}} + \frac{1}{2} [(m_0 c^2)^2 + P_+^2 c^2]^{\frac{1}{2}}$$

وبترتيب الطرفين نجد ان :

$$H^2 f^2 = P_-^2 c^2 + P_+^2 c^2 + 2(m_0 c^2)^2 + 2[(m_0^2 c^4 + P_-^2 c^2)(m_0^2 c^4 + P_+^2 c^2)]^{\frac{1}{2}}$$

ومن ناحية أخرى نطبق قانون حفظ كمية التحرك على النحو التالي :

$$\frac{hf}{c} = P_+ \cos \theta + P_- \cos \theta$$

حيث أن θ هي الزاوية بين اتجاه الفوتون الأصلي وانحراف البوزترون وأيضا الزاوية θ بين الفوتون وانحراف الإلكترون ومن المعادلة السابقة يتضح أن :

$$\frac{hf}{c} \leq P_+ + P_-$$

وبتربيع الطرفين

$$h^2 f^2 \leq P_+^2 + P_-^2 + 2P_+ P_-$$

وبمقارنة هذه المعادلة بالمعادلة السابقة نلاحظ أن :

$$2(m_0 c^2)^2 + 2 [(m_0^2 c^4 + P_+^2 + C^2)(m_0^2 c^4 + P_-^2 + C^2)]^{\frac{1}{2}}$$

ونظرا لأن جميع الحدود السابقة موجبة فلا يمكن تحقيق المتراجحة السابقة أي أن معادلة كمية التحرك لا يمكن تحقيقها إلا إذا كان التفاعل قريبا من جسيم مشحون أو نواة الذرة أو الإلكترون .

(4-2) إمتصاص (توهين) أشعة جاما :-

عندما تسقط الجسيمات على الهدف فإن بعض منها يعبر الهدف دون التأثير بينما يعاني البعض الآخر من انحراف ما ، يقال عن هذه الجسيمات التي انحرقت بأنها تفاعلت أو تصادمت مع نويات الهدف ، من الطبيعي ان يكون لكل تفاعل نووي احتمال معين خاص به ، معنى احتمال أن تقوم النواة بتفاعل ما ، (تشنت أو إمتصاص أو إنتشار) ويعبر عن الإحتمال لحدوث تفاعل معين مع نواة واحدة من نوي الهدف أي أنه عدد إحتتمالات التصادم في وحدة المساحات في الثانية بالمقطع العرضي (Cross-section) ويرمز الفيزيائيون للمقطع العرضي بالرمز (σ) ويعبر عن المقطع العرضي بوحدات المساحة ، ولكن هذه الوحدة كبيرة لذلك إستبدلت بوحدة أخرى تسمى البازل = 10^{-24} سم ويشمل المقطع العرضي الكلي (T_0) جميع إحتتمالات التفاعلات النووية الممكنة .

وبالنسبة لأشعة جاما فتوجد قائمة المقاطع العرضية لتفاعلات هذه الأشعة مع المادة مثل (الأثر الكهروضوئي - وتشنت كميون- وإنتاج الأزواج الأيونية) . هذه المقاطع العرضية تسمى المقاطع

العرضية الميكروسكوبية ويوجد نوع آخر من المقاطع العرضية الماكروسكوبية ويمكن الحصول عليه من حاصل ضرب المقطع العرضي المايكروسكوبي \times عدد ذرات العنصر .

- تعريف المقطع العرضي :-

هو يعبر عن احتمال حدوث تفاعل مع نواة من نوي الهدف.
وللحصول على المقطع العرضي الماكروسكوبي (لجزئ أو مركب) يتكون من عدة عناصر
(a-b-c) تستخدم المعادلة :

$$\Sigma \text{Mole cule} = N_a \delta_a + N_b \delta_b + N_c \delta_c + \dots$$

(5-2) معامل الإمتصاص :-

هو مقياس للتوهين الذي حدث نتيجة إمتصاص الطاقة الناتجة عن مرور الأشعة في الوسط .
ويعبر عن معامل الإمتصاص عادة بوحدة سم⁻¹ ويجب ملاحظة أن :

مجموع معامل الإمتصاص + معامل التشتت = معامل التوهين

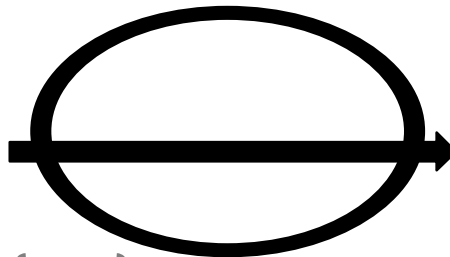
عند مرور الفوتونات خلال أي وسط ماص يحصل تفاعل بين الفوتونات والإلكترونات أو الذرات ذلك الوسط. يعتمد هذا التفاعل على طاقة الفوتون ، نوع وسمك الوسط الماص . حيث أن الوسط الأكثر سمكاً هو الأكثر احتمالاً للتفاعل فعند سقوط فوتون شدته (1 photon /cm²) على سطح ماص سمكه (X) فإن التفاعل يفترض وجود إشعاع أحادي الطاقة (جميع الفوتونات لها نفس الطاقة) تمر خلالها مادة سمكها (ΔX) وشدتها الابتدائية I(x) جزء من الفوتونات سوف تمتص أثناء إختراقها مسافة (X) يزداد الإمتصاص أو الإستطارة بزيادة السمك وإن العلاقة الخطية تكون:

$$I(x+\Delta x) - I(x) / \Delta x = -\mu I(x)$$

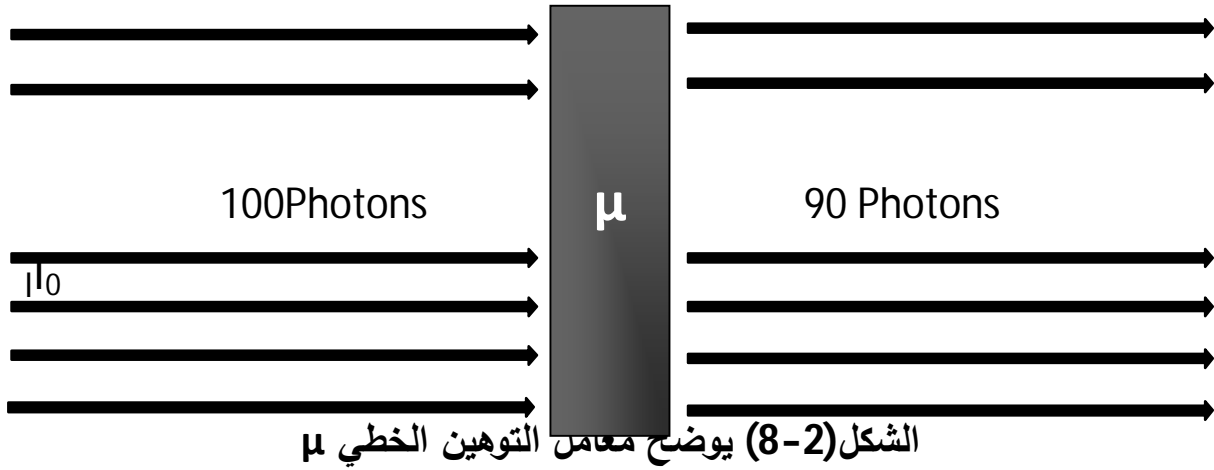
أي أن معدل التغير في الشدة يتناسب مع الشدة حسب المعادلة :

$$I(x) = I(0)e^{-\mu x}$$

PI(X)



- 2- وعند قياس سمك الوسط بوحدة ($^2\text{cm/gm}$) يقاس معامل الإمتصاص (gm^2/cm) .
- 3- وعند قياس سمك الوسط بوحدة ($^2\text{cm/atom}$) يقاس معامل الإمتصاص (atom^2/cm) .
- 4- وعند قياس سمك الوسط بوحدة (barn/atom) يقاس معامل الإمتصاص (atom/barn) .
- الذي يسمى المقطع العرضي الذري (δ) عند مرور الفوتونات خلال مادة سمكها وحدة الطول كما في الشكل (2-8) بعض الفوتونات تخترق المادة والبعض الآخر يتفاعل بالظاهرة الكهروضوئية أو كمبتون و تزاح بعض الفوتونات من الإشعاع مع المادة بعملية تسمى التوهين .



وعلى ذلك فإنه عندما يكون هنالك خليط من الطاقات الساقطة تحسب الشدة الكلية بعد الإختراق طبقاً للمعادلة:

$$I_{\text{total}} = \sum I_0(E) \exp(-\mu_E X)$$

إذا كان هناك شعاع يتضمن طاقتين فإن شدة الشعاع الناتج يكون عبارة عن

$$I = I_1 e^{-\mu_1 x} + I_2 e^{-\mu_2 x}$$

_ أي معامل الإمتصاص الخطي لطاقة ما هو :- عبارة عن حاصل ضرب عدد الذرات في (1) من (cm^3) من المادة مضروباً في المقطع العرضي عند تلك الطاقة . وكما كان معامل الإمتصاص خطي (μ) يرتبط بعدد الذرات (n) الموجودة في (cm^3) من المادة الممتصة وبالمقطع العرضي الكلي تفاعل الأشعة الساقطة مع هذه المادة .

وعليه ممكن كتابة

$$\mu(E) = n\delta_{\text{total}}(E)$$

وبالنسبة المئوية للشدة النافذة من الشدة الأصلية تساوي $(100 \times e^{-\mu x})$ ومقدار الأشعة الممتصة داخل المادة تساوي

$$I_0 - I = I_0(1 - e^{-\mu x})$$

وبالنسبة المئوية للشدة الممتصة إلى الشدة الأصلية تساوي

$$(1 - e^{-\mu x} \times 100)$$

_ ويشترط لتطبيق معادلة الإمتصاص مايلي :-

(أ) أن تكون أشعة جاما ذات طاقة واحدة.

(ب) أن يكون سمك الوسط الماص صغير .

(ج) أن يكون شعاع جاما ضيقاً ومجمعاً .

_ وتنطبق معادلة الإمتصاص أيضاً في حالة أشعة أكس.

(6-2) معامل الإمتصاص الكتلي (μ_m) :-

وجد أن (μ) تزداد بشكل خطي مع كثافة المادة (ρ) لذا إستخدم ما يسمى بمعامل

الإمتصاص الكتلي (μ_m)

$$\mu_m = \mu / \rho$$

ويمكن أن نكتب شدة الإشعاع بدلالة (μ_m) كالآتي : In

$$I = I_0 e^{-\mu_m \rho x}$$

(7-2) السمك النصفى $(X_{1/2})$:-

هو سمك اللازم لإنقاص الشدة الإشعاعية لنصف قيمتها الإبتدائية أي أن :

$$\text{At } X_{1/2} \quad I = I_0 / 2$$

$$\text{Then } I = I_0 e^{-\mu x_{1/2}}$$

$$I_0/2 = I_0 e^{-\mu x_{1/2}} = 1/2 e^{-\mu x_{1/2}}$$

بأخذ اللطرفين

$$\ln \frac{1}{2} = -\mu x_{1/2} \quad , \quad x_{1/2} = \ln \frac{1}{2} / -\mu$$

$$x_{1/2} = 0.693 / \mu$$

(8-2) معامل الإمتصاص الذري :-

يكتب معامل الإمتصاص الذري بالصورة :

$$\mu (\text{atom}) = \mu / \rho \times (A / N_A)$$

حيث :

$$N_A = \text{عدد أفقارو}$$

$$A = \text{عدد الكتلي}$$

مما سبق يتضح أن المواد الثقيلة كالخرسانة و الرصاص أكثر كفاءة للحد من كمية أشعة جاما .

الفصل الثالث

الدروع النووية الواقية من الإشعاع

(1-3) مقدمة :-

الدروع النووية الواقية من الإشعاع تؤدي وظائف عديدة ، من أهم هذه الوظائف هي تقليل التعرض الإشعاعي للأشخاص في أماكن وجود الإشعاع ، حيث ان الدروع النووية الواقية من الإشعاع التي تستعمل لهذا الغرض تسمى بالدروع البيولوجية

الدروع النووية تستعمل أيضاً في المفاعلات النووية لتخفيض شدة أشعة جاما في وعاء المفاعل النووي ليحفظه من إرتفاع الحرارة الناتجة من إمتصاص هذه الأشعة ، وهذا النوع من الدروع النووية يسمى بالدروع الحرارية.

وفي أحيان أخرى تستعمل الدروع النووية الواقية من الإشعاع في حماية الأجهزة الإلكترونية الحساسة التي قد لا تعمل بطريقة منظمة في مجال الأشعاع ، مثل هذه الدروع غالباً ماتستعمل لوقاية بعض أنواع المعدات العسكرية المهمة والمختبرات ذات الأجهزة الإلكترونية المحيطة بالمفاعل النووي .

وفي السنوات الأخيرة ظهر نوع آخر من أنواع الدروع النووية الواقية من الإشعاع ، وهي دروع نووية تستخدم في الفضاء الخارجي ، حين أن زيادة وتيرة إرسال مركبات الفضاء ورواد الفضاء إلى الفضاء الخارجي وخصوصاً خلال العقود الأربعة المنصرمة أدى بالعلماء إلى تصميم دروع نووية تحمي رواد الفضاء والأجهزة المهمة من الإشعاعات الكونية المختلفة .

خلال العقد النصرم تم تأسيس محطة فضائية وبنائها تعمل في الفضاء الخارجي وهذه المحطة مزودة بمفاعل نووي لتدويرها بالطاقة اللازمه وهو المفاعل النووي ذات القلب الغازي وكان لابد من حماية الأجهزة والمعدات الإلكترونية وطاقم هذه المحطة من مختلف الإشعاعات الكونية فضلاً من الإشعاعات الخارجة من المفاعل النووي نفسه هذا أدى إلى ظهور نوع جديد من الدروع النووية سميت بالدروع النووية الفضائية التي تضمن حماية جزء معين من الأجهزة غير أبهه بما يحدث للاتجاهات الأخرى ، فمثلاً تركزت حمايتها على منطقة وجود الرواد والأجهزة الإلكترونية الحساسة .

(2-3) أنواع المصادر المشعة التي يجب عزلها:-

لا توجد عملية حجب إشعاعي بدون وجود مصدر مشع ولو إفتراضياً ، فهو أساس عملية الحجب الإشعاعي ففي حالة غياب المصدر المشع تنتفي الحاجة إلى الحجب للإشعاعي . والمصادر المشعة مختلفة ومتنوعة، فبعضها صغير الحجم مثل النظائر المشعة ، والبعض كبير مثل المفاعلات النووية ، وبعضها ثابت في مكانه وبعضه الآخر متحرك. وبعضها نشيطة الإشعاع والبعض ضعيفة النشاط الإشعاعي .

وإليك اهم هذه المصادر :-

(أ) المفاعلات النووية الإنشطارية والاندماجية .

(ب) المعجلات النووية .

(ج) المصادر المشعة (وهي مواد مشعة طبيعية أو صناعية) .

(د) أجهزة توليد الأشعة السينية .

(هـ) المركبات الفضائية والغواصات ذات المفاعلات النووية .

(3-3) أسس تصميم الدروع النووية:-

قبل أن نبدأ في حسابات الدروع النووية الواقية من الإشعاع مثل حساب السمك المطلوب وغيره ، نود أن نبدأ بذكر الدعائم الرئيسية التي يجب على المهندس عند تصميمه أن يراعيها حتى يصل بتصميمه إلى المستوى المرموق ، وهذه الأسس هي :-

(أ) النظرة التكاملية للتصميم :

وذلك بإعتبار أن المفاعل والدروع الخاصة به تمثل وحدة متكاملة يكمل بعضها بعضاً ، لذلك يجب أن تكون جميع أجزاء الدروع الواقية قائمه بمستوى الأداء نفسه .

(ب) مستوى الأمان :

بما أن الهدف الأساسي للدرع هو تحقيق الأمان الكامل للإنسان والمعدات لذلك يجب عدم تجاوز المعايير المسموح بها مهما كانت الظروف ،

(ج) إستيعاب الخدمات الهندسية :

فيجب أن تستوعب الدروع الواقية اللإحتياجات الخاصه بالأعمال الهندسية مثل مرور الكوابل والمواسير وغيرها بحيث يمكن تركيبها وصيانتها بسهولة .

(د) البساطة :

فمبدأ البساطة مبدأ أساسي عند التصميم ، فلا بد من تحري البساطة والسهولة عند تصميم الدروع الواقية .

(هـ) الأساس الأقتصادي :

هو مبدأ مهم ، فلا بد من تصميم أحسن الدروع الواقية من الإشعاعات بأقل ما يمكن من تكاليف .

(3-4) استخدامات الدروع النووية وأهميتها :-

وهناك العديد من الاستخدامات المهمة للدروع النووية الواقية من الإشعاع التي أصبحت تسميتها بالدروع الإشعاعية ، ومثال على ذلك ما نلاحظه دائماً في المستشفيات وخاصة في أماكن التقاط الصور الإشعاعية بواسطة (أشعة - X) وبهذا فإن تناول موضوع الدروع النووية الواقية من الإشعاع الذي أصبح جزءاً مؤثراً في حياتنا اليومية يعد من الأمور المهمة خصوصاً بعد التقدم العلمي الكبير الذي بدأ يركز على استخدام المواد المشعة ومصادر الإشعاع الأخرى في المجالات الطبية والزراعية وكذلك المجالات العلمية الأخرى مثل بناء مفاعلات البحوث النووية وكذلك في مجال توليد الطاقة وفي نواحي الحياة المتعددة .

نحتاج إلى استخدام الدروع النووية الواقية من الإشعاع عادة للوقاية من أشعة (8) والنيوترونات ، بينما قد لا نحتاج إلى ذلك للوقاية من جسيمات (α) أو (β) إلا في حالات خاصة ونادرة ، كون مدى هذه الجسيمات قصير جداً بسبب كتلتها وشحنتها .

إن تحديد سمك درع معين أو إنتقاء شكل التركيب أو نوعية مادة الدرع النووي للحماية من نوع أو من أنواع معينة من الإشعاع هو أساس دراسة الدروع النووية الواقية من الإشعاع وذلك لغرض تخفيض الجرعة الإشعاعية إلى المستوى المحدد والمقبول والوصول بها إلى المعدلات المسموحة للمهنيين أو العامة من الناس .

(3-5) التلف الإشعاعي :-

عملية الحجب الإشعاعي هدفها الأساسي وقاية الإنسان والكائنات الحية والبيئة المحيطة ، ومن مخاطر الأشعة المؤينة وآثارها الضارة يجب أن نهتم بالإضافة إلى ذلك بالمواد المختلفة وأن نحرص على عدم تلفها بسبب الإشعاع ، فالأشعة المؤينة عندما تمر خلال المواد المخلفة فإنها تسبب تغييراً في ترتيب ذراتها وهذا التغيير يؤدي إلى تغير خواص هذه المواد فتصبح غير مناسبة لما وضعت له بعد أن أصابها هذا التغيير هذا مانسمية (التلف الإشعاعي) ، تختلف درجة تلف المواد المشعة ، فالمواد العضوية مثل البلاستيك تتأثر بقوة بالأشعة مما يجعلنا نقول أنها (سريعة التلف) فهي حساسة لكل من أشعة جاما وبيتا بينما المعادن تكون أكثر مقاومة للأشعة لأن إلكتروناتها قابلة

للتوصيل وهذا يمكنها من إمتصاص معظم طاقة الأشعة الساقطة دون تغيرات كبيرة في خواصها ،
اما تأثر المعادن بالنيوترونات فإن ذلك يتم عن طريق إزاحة الذرات الذي يزيد من صلابة المواد (أي مقاومة الشد) مع فقدان المرونة .

والتلف الإشعاعي الناتج عن النيوترونات يتناسب طردياً مع الفيض النيوتروني ومع زمن التعرض لهذا الفيض (nvt) وهذا هو الذي سمي (بالفيض التكاملي) حيث أن :
 $n = \text{عدد النيوترونات لكل (سم}^3 \text{)} \times v = \text{سرعة النيوترونات سم/الثانية.}$
 $t = \text{زمن التعرض بالثانية .}$

وحتى تكون الصورة واضحة للقارئ من المقادير التقريبية المسموح بها لتجنب التلف الإشعاعي الضار بالمعدات فيجب أن يقل الفيض التكاملي (nvt) طوال مدى التعرض عن :-
الحديد غير قابل للصدأ : $(nvt) < (6 \times 10^{22})$.
المواد الغير معدنية : $(nvt) < (16 \times 10^{22})$.

(6-3) أنواع الدروع الواقية من الإشعاع :-

من الممكن تصنيف الدروع الواقية من الإشعاع حسب وظيفة كل منها ، فعلى سبيل المثال اهم وظائف الدروع الواقية من الإشعاع :-
1) حماية الكائنات الحية .
2) الحماية من التلف الإشعاعي .
3) الحماية من تولد الحرارة الداخلية.
4) الحماية من تولد المواد المشعة أو تكوين النظائر المشعة ذات طبيعة خاصة .
_ ومن أنواعها :-

أولاً :- الدروع الخاصة بحماية الإنسان والكائنات الحية :-

يسمى هذا النوع من الدروع بالدروع البيولوجية والإحيائية وعملية الحجب بالحجب البيولوجي واهم خصائصه هو حماية الإنسان والحيوان والكائنات الحية عموماً من أخطار أشعة جاما والنيوترونات ، ولأجل ذلك يجب تكون المواد المكزنة لهذه الدروع محتوية على مايلي :-

- (أ) مواد خفيفة مثل الهيدروجين لتبطين النيوترونات السريعة .
 (ب) مواد متوسطة لإمتصاص النيوترونات البطيئة .
 (ج) مواد ثقيلة لحجب اشعة جاما الساقطة فضلاً عن أشعة جاما الثانوية والمولدة .
 واهم المواد المستخدمة في الدروع البيولوجية هي :-

الماء - الجرافيت - الحديد - البورون - الكادميوم - الرصاص - الخرسانة

نشير هنا إلى أهمية استخدام الخرسانة في الدروع البيولوجية لإمكانية إنتاجها محلياً ورخص سمنها وسهولة صبها وتشكيلها وإمكانية إضافة المواد اللازمة إلى الخلطة الخرسانية مثل الحديد لزيادة كثافتها وهو ما يعرف بالخرسانة المسلحة

ثانياً :- الدروع الخاصة بحماية المواد من التلف الإشعاعي :-

هي دروع خاصة لتقليل مستوى الإشعاع لحماية المعدات الخاصة والأجهزة الحساسة والمواد العضوية المستخدمة في عمليات التبريد وغيرها وتستخدم فيها المواد الثقيلة في حالة حجب أشعة جاما ، بينما تستخدم المواد الخفيفة والمتوسطة في حالة النيوترونات . وعلى وجه العموم يجب أن تكون الإشعاعات ذات مستويات منخفضة نسبياً لمنع التلف الإشعاعي حيث لا يزيد مستوى الإشعاع الذي يتعرض له الحديد غير القابل للصدأ على فيض النيوترونات ($6 \times 10^{22} \text{cm}^2 \cdot \text{sec}^{-1}$) أما المواد العضوية فيجب ألا يزيد الفيض على ($10^8 \text{cm}^2 \cdot \text{sec}^{-1}$) .

ثالثاً :- الدروع الخاصة بالحماية من الحرارة المولدة :-

ويسمى هذا النوع من الدروع بالدروع الحرارية وعادة توضع الدروع الحرارية بين المفاعل والدروع البيولوجية ومهمة الدروع الحرارية هي :-

- (أ) إمتصاص أكبر جزء من الطاقة الإشعاعية وتحويلها إلى طاقة حرارة .
 (ب) إمتصاص الطاقة الحرارية المولدة وتخلص منها عن طريق عمليات تبريد الدرع الوافي بإستخدام الماء أو السوائل أو الغازات المناسبة .

لذلك يجب أن تكون المواد المناسبة للدروع الحرارية لها خاصية إمتصاص أشعة جاما وكذلك النيوترونات فضلاً كونها ذات قابلية لتحمل درجات الحرارة العالية أي مواد درجة إنصهارها عالية

ومن الخصائص أيضاً أن تكون مواد هذه الدروع ذات خصائص حرارية جيدة من حيث التوصيل الحراري وكذلك يمكن تشكيلها بسهولة .

رابعاً :- الدروع الخاصة بالحماية من توليد المواد المشعة :-

وتستخدم هذه الدروع عادة عند عزل الدوائر الخاصة بعمليات التبريد في المفاعلات النووية ، وذلك لمنع تكون النظائر المشعة في مواد التبريد والفي المناطق التي تحتاج إلى صيانة دورية أو دائمة ويشترط في مادة هذه الدروع أن يكون لها مقطع عرضي قريب من الصفر لتوليد المواد المشعة .

(7-3) أوضاع خاصة للدروع :-

هذا النوع من الدروع يعتمد على الوضع الخاص والمطلوب معالجته ، ومن الدروع الخاصة على سبيل المثال لا الحصر (الدرع الظلي - الدرع الرقعي) .

الدرع الظلي :- حيث يتم وضع الأجهزة والمعدات المطلوب حمايتها تحت ظل درع واق وبذلك يتم عزل منطقة كبيرة بواسطة درع صغير الحجم .

الدرع الرقعي :- حيث يتم وضع رقعة مصنوعة من مادة عزل مناسبة على الدرع الأساسي الذي غالباً ما يعاني من نقاط ضعف .

(8-3) التدابير الوقائية من الأخطار الإشعاعية :-

يتم استخدام الحسابات دائماً عند إجراء التجارب المعملية أو عند تصميم بعض الأجهزة أو المعدات التي تشتغل تحت إشعاعات مؤينة ثم بعد ذلك تكون عملية القياس التجريبي ملزمة للتأكد من الجرعات الإشعاعية وقواعد السلامة ، ويستعمل الفنيون عادة العدادات المتنقلة لقياس مستوى الإشعاع أو الجرعة للتأكد من نتائج الحسابات الوقائية .

_ لسلامة الكائنات الحية من الأخطار الإشعاعية يجب إتخاذ التدابير الوقائية التالية :-

(أ) محاولة تجنب توليد الإشعاعات أو النظائر المشعة نتيجة لوجود الفيض النيتروني العالي (أي تقليله إلى أقل من $(10^4 \text{ sec} \cdot \text{cm}^2/\text{n})$) وذلك للتقليل من تكون المواد المشعة الثانوية .

ب) التأكد من إستخدام المصادر المغلقة واحتواء المصادر المشعة في أوعية مع وضع حواجز لمنعها من التمدد والتسرب إلى الخارج وكذلك إستخدام الغرف الحارة و الأبنية المحكمة عند التعامل مع المواد المشعة ذات المستويات الإشعاعية العالية .

ج) أهمية وضع الدروع الواقية المناسبة بين المصدر المشع والمنطقة المعينة المطلوب حمايتها .
د) يجب وضع القيود التي تضمن سلامة الأفراد عند دخول المناطق التي يكون فيها المستوى الإشعاعي خطر مع تحديد الفترة الزمنية المسموح بها للعمل في كل منطقة إشعاعية .
هـ) تخفيض المستوى الإشعاعي للمواد المشعة إما بالماء أو بالهواء في حالة إطلاقها في المجاري أو الهواء ، ويجب أن يكون إشعاعها أقل من المسموح به .

(9-3) الطرق الحسابية لتصميم الحواجز والدروع الواقية :-

النظرة الأولى عند تحديد الطريقة الحسابية المناسبة هي معرفة نوع المصدر المشع من حيث قوته (نشاطة الإشعاعي) ونوعية الأشعة الصادرة منه وطاقة كل منها وفي كثير من الأحوال تكون طاقة الإشعاعات المؤينة متعددة أي على هيئة (أطياف) فضلاً عن كون المصدر متعدد الصور والأشكال الهندسية وبالتالي تكون الحاجة ماسه إلى إستخدام برامج الحاسب الآلي المتعددة الموجودة حالياً في متناول المصممين . ولكي نوضح الطريقة الأساسية للحساب نفرض أن المصدر المشع صغير الحجم أي (مصدر نقطي) ونفرض كذلك أن الأشعة التي نتعامل معها لها طاقة واحدة وبناءً على ذلك نقوم بالحسابات ، وهذا الأساس في الحساب هو ما تقوم به البرامج الحسابية حيث يقسم الطيف الإشعاعي إلى مجموعات لكل مجموعة طاقة معينة .

والنظرة الهندسية لتصميم الدروع الواقية توجي بأن المصمم ينبغي عليه أن يدرك المفهوم الأساسي للعزل الإشعاعي فإذا قام المصمم بتصميم الدرع الواقي للأشعة ذات الأضرار العالية فيكون بذلك قد حمى المنطقة المعنية من أخطار الأشعة الأقل ضرراً أيضاً . بمعنى أن الجسيمات المشحونة مثل الإلكترونات وجسيمات ألفا والبروتون وغيرها ذات مدى قصير جداً في المادة وبالتالي يجب أن يكون الإهتمام منصباً على الأشعة النافذة مثل أشعة جاما وكذلك النيوترونات فالدروع الواقية التي تحجب أشعة جاما والنيوترونات ستحجب بالتبعيه كلاً من أشعة أكس والإشعاعات

الأخرى ومن ناحية أخرى . فإن طريقة حساب سمك الدرع الواقي تعتمد أساساً على الدالة الأسية (EX^-e) حيث (E) عامل التوهين (X) سمك الدرع الواقي .

(1-9-3) حسابات النيوترونات :-

أن حسابات الدروع لنيوترونات تستلزم معرفة المقطع المجهري (الماكروسكوبي) للنيوترونات وهو يساوي حاصل ضرب المقطع المجهري (المايكروسكوبي) (σ) في الكثافة الذرية للدروع الواقي (ρ) :-

$$\Sigma = \sigma \cdot \rho$$

وفي حسابات الدروع الواقية يستخدم عادة ما هو معروف بالمقطع المايكروسكوبي العرضي للإزالة.

(2-9-3) حسابات أشعة جاما :-

أما بالنسبة إلى أشعة جاما فيجب إختيار المواد ذات الكثافة العالية وذلك لإن تفاعل الأشعة الكهرومغناطيسية (مثل أشعة جاما) مع المادة تعتمد على الطرق الثلاثة المعروفة ، ومن أهمها التأثير الكهروضوئي والذي يتناسب مع (العدد الذري) اي (Z^5) لذلك كالعناصر مثل الحديد والرصاص لها أهمية خاصة في الدروع الواقية من أشعة أكس و أشعة جاما . لذلك يلجأ المصممون إلى زيادة كثافة المقاطع الخرسانية وذلك بوضع قطع من الحديد عند خلط الخرسانة لتزداد كثافتها وهذا مايسمى بالخرسانة الثقيلة .

_ ونود أن نشير هنا إلى أن العلاقة الأسية البسيطة (EX^-e) مازالت سارية المفعول إلا أنها صحيحة فقط بالنسبة إلى الأشعة الكهرومغناطيسية التي نفذت من الدرع الإشعاعي بدون أن تدخل في أي تصادم ، أما الأشعة التي قد تشتت وتتبعثر بفعل تأثير ظاهرة كمبتون فيمكنها أن تعود إلى سبل من الأشعة وبالتالي تزداد في الجرعة الإشعاعية وهذه الظاهرة تسمى معامل التراكم ونرمز له (B) وعلى هذا الأساس فنعدل الدالة الأسية البسيطة الماضية بالنسبة إلى أشعة جاما حيث أن (B) هو معامل التراكم فيحسب عادة معاملياً بالتجارب .

(10-3) عامل التراكم :-

هنالك الكثير من العوامل التي تؤثر بشكل مباشر في تصميم الدروع النووية الواقية من الإشعاع أو إختبار موادها ومن هذه المؤثرات إن لم تكن أهمها هي مسألة تشتيت الإشعاع المتكرر عند مروره في مادة الدرع النووية فعند مرور أشعة جاما مثلاً في مادة درع معين تشتتت لأكثر من مرة واحدة وقد تعود أشعة جاما التي سبق أن تشتتت لدخل مرة ثانية إلى الكاشف وكأنها لم تعاني من أي تشتت وبذلك تحسب عملياً على أنها أشعة غير متصادمة وهذا يؤدي إلى إختلاف كبير بين الحسابات النظرية وحسابات النتائج العملية حيث أن الحسابات النظرية للتعامل مع هذه الأشعة المشتتة والعائدة إلى العداد مرة أخرى على أنها أشعة متصادمة أي تطرح من الحسابات النظرية وبشكل نهائي . ولتفادي هذا الفرق الكبير بين النتائج العملية والحسابات النظرية يتم اللجوء إلى إدخال عامل معين ومهم إلى الحسابات النظرية للتقريب بين نتائجها والنتائج العملية وهذا العامل يسمى (بعامل التراكم) .

(11-3) حسابات عامل التراكم لمصدرنقطي متجانس لأشعة جاما :-

بالإمكان إجراء حسابات عامل الترمك أيضاً لحالات أخرى من المصادر المشعة لأشعة جاما ، وكذلك لحالة أخرى من تصاميم الدروع النووية ومن هذه الحالات هي حالة إستخدام المصدر النقطي المتجانس لأشعة جاما وعلى إفتراض أن هذا المصدر يعطي عدد (S) من أشعة جاما في الثانية وبشكل متجانس ومحاط أيضاً بالدرع نووي كروي نصف قطرة (R) فإن المعدل الزمني للتعرض في نقطة على السطح الخارجي لهذه الكرة تعطى بالعلاقة :-

$$X^0 = X^0_0 B \rho (\mu R) e^{-\mu R}$$

حيث :-

$B(\mu R)$ = تمثل عامل التراكم التعرضي لمصدر نقطي متجانس .

X^0_0 = هي المعدل الزمني للتعرض في حالة غياب الدرع النووي .

نجد أن :-

$$c\theta_0 = X^0_0$$

حيث أن الفيض الخارج من المصدر النقطي لأشعة جاما يعطى بالعلاقة أدناه :-

$$\Phi_R = S / 4\pi r^2$$

إذن فإن الفيض (Φ_0) في هذه الحالة يمكن أن يمثل بالعلاقة :-

$$2R\pi4/S=\Phi_0$$

و عليه فإن الفيض الغير متصادم (Φ_u) لهذه الحالة على سطح الكرة يعطى وفقاً للمعادلة أدناه :-

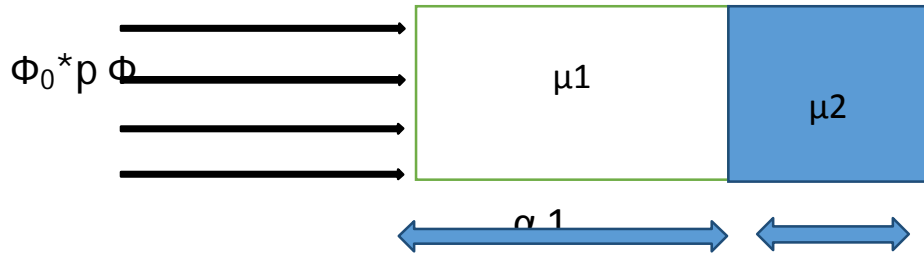
$$2R\pi4/\mu^R - S e = \Phi_u$$

وبهذا فإن فيض التراكم بدورة يمكن أن يعطى بالصيغة أدناه :-

$$\mu^R - R e \mu B S = \Phi_b / 2R\pi4$$

(12-3) عامل التراكم والدروع النووية متعددة الطبقات :-

تم التطرق حتى الآن إلى الدروع النووية الواقية من أشعة جاما ذات الطبقة الواحدة وعلاقة تأثير التراكم فيها والآن نجد أنه من المهم التطرق إلى موضوع من الدروع النووية الشائعة الإستعمال والمكونة من مواد متعددة موضوعة على شكل شرائح تسقط عليها حزمة من أشعة جاما باتجاه واحد أحادية الطاقة (E_0) كما في الشكل أدناه :-



الشكل (3-1)

من المعروف أن أشعة جاما غير المتصادمة خلف الدروع النووية في نقطة (ρ) وتعطى بالعلاقة :-

$$2\alpha\mu + 1\alpha_1\mu - e0\emptyset = u\emptyset$$

حيث أن :-

1μ و 2μ = معاملات التوهين المستخدمتين في مواد الدروع النووية.

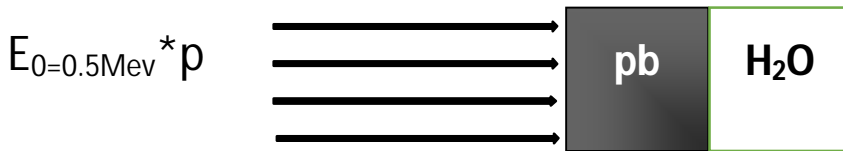
1α و 2α = سمك المادتين.

إن موضوع حساب فيض التراكم في نقطة (ρ) خلف الدرع النووي أي حساب مقدار (B∅) ، و تكون ذات صعوبة ملحوظة وتمييزة وتختلف إختلافاً كاملاً عن الحسابات السابقة للدروع النووية ذات الطبقة الواحدة .

إن هذه الصعوبة تنشأ عن حقيقة أن عامل التراكم تم حسابه فقط لأشعة جاما أديّة الطاقة الساقطة على مادة ما ولهذا فهذه الحسابات تصلح للفيض الذي يدخل إلى المادة الأولى ولكنها لاتصلح بالنسبة إلى الفيض الداخل إلى المادة الثانية لأن أشعة جاما أساساً دخلت هذه المادة الثانية بتوزيع طاقي مستمر وليست أحادية الطاقة إضافة إلى أن حسابات فيض التراكم في النقطة (ρ) تعتمد بشكل رئيسي وكبير على أي من المادتين ستأتي أولاً .

ومثال عن هذه الحالة هو أن نأخذ أشعة جاما لطاقة مقدارها (0.5mev) تسقط

على درع نووي متكون من طبقتين هما الرصاص والماء كما في الشكل (2-3)

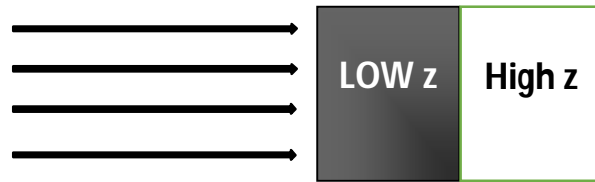


الشكل (3-2)

ولسوء الحظ لا توجد طريقة لإيجاد القيمة الدقيقة لعامل التراكم لطبقات مختلفة من الدرع النووي ، عليه نلجأ إلى إستخدام عامل التراكم لكل مادة على إنفراد . لكن لحسن الحظ يمكن إيجاد

قيمة تقريبيه من خلال إستخدام الطرق التالية التي تعتمد أساساً على طرق ترتيب مواد الدروع النووية الواقية وحسب مايلي :-

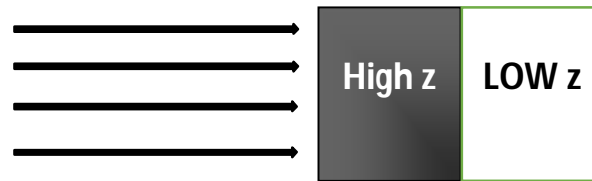
الحالة الأولى : عندما تكون مادتي الدرع متشابه إلى حد ما من ناحية العدد الذري لهما (Z) وهذه الحالة تكون مقبولة عندما يكون الفرق في العدد الذري بحدود (5-10) حين يمكن إستخدام عامل التراكم لهذه الحالة للماده التي لها عامل تراكم أكبر ويمكن حساب عامل التراكم بناءً على الشكل الآتي :



الشكل (3-3)

يمثل درعاً نووياً مكوناً من مادتين تختلفان إختلافاً كبيراً في العدد الذري مع وجود المادة ذات العدد الذري القليل أولاً .

الحالة الثانية : إذا كانت المادتين مختلفتان في العدد الذري (Z) إختلافاً كبيراً مع وجود المادة ذات العدد الذري العالي أولاً كما في الشكل :



الشكل (4-3)

يمثل درع نووي مكون من مادتين مختلفتين إختلافاً كبيراً في العدد الذري مع وجود المادة ذات العدد الذري العالي أولاً .

الفصل الرابع

الجانب العملي

معامل الإمتصاص الخطي لجلد البقر بإستخدام أشعة جاما

(1-4) الهدف :-

إيجاد معامل الإمتصاص الخطي لجلد البقر بإستخدام أشعة جاما .

(2-4) الأجهزة والأدوات :-

عداد قايقر – أشعة جاما – مصدر – حامل – جلد بقر – حواجز إشعاعية- قواطع

(3-4) النظرية :-

أي عندما تمر أشعة جاما شدتها إخلال مادة سمكها (dx) فإن شدتها تتغير ، والتغير في الشدة (dI) يتناسب طرديا مع dx و I أي أن :

$$I=I_0e^{-\mu x}$$
$$\frac{I}{I_0}=e^{-\mu x}$$

$$\frac{I_0}{I} = e^{+\mu x}$$

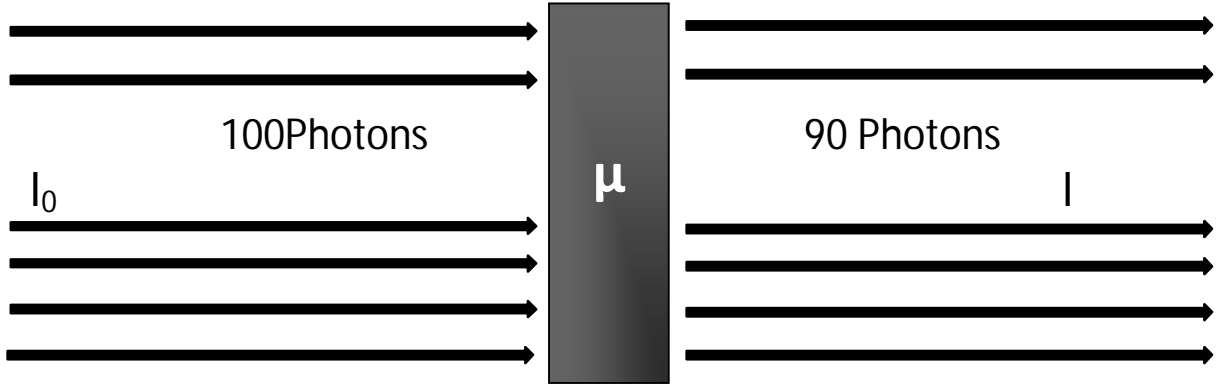
$$\mu x = \ln \frac{I_0}{I}$$

$$\mu = \ln \frac{I_0}{I} / x$$

= شدة الإشعاع الساقط
 I_0 = شدة الإشعاع النافذ
 μ = معامل الإمتصاص الكتلي
 x = السمك

يمتص جزء من الفوتونات ويوهن الجزء الآخر فإذا كانت حزمة الفوتونات الساقطة حزمة ضعيفة ورسمت العلاقة على مقياس شبه لوغريتمي بين شدة الفوتونات النافذة I وسمك الوسط x نحصل على خط مستقيم تتناقص فيه الشدة مع سمك الوسط

الشكل التالي يوضح الأشعة قبل السقوط وبعد السقوط :-



الشكل (1-4)

(4-4) الطريقة :-

تم قياس الخلفية الإشعاعية ووجد أنها تساوي 15 (photon/cm².s) وتم فتح مصدر أشعة جاما وقيس إشعاعه بدون أي سماكات ووجد أنه يساوي 90 (photon/cm².s)، ثم تم وضع السماكات سماكه تلية سماكه ووجد أنه بزيادة السماكات يقل الإشعاع النافذ عبرها وسجلت النتائج في الجدول

أدناه وتم رسم علاقة بيانيه بين x و $\frac{I}{I_0} \ln$

(5-4) النتائج :-

N	X	I_0	I_0/I	$\ln \frac{I_0}{I}$
1	2mm	46	1.95	0.66
2	4	45	2	0.69
3	6	43	2.09	0.73
4	8	41	2.19	0.78

$l=90$

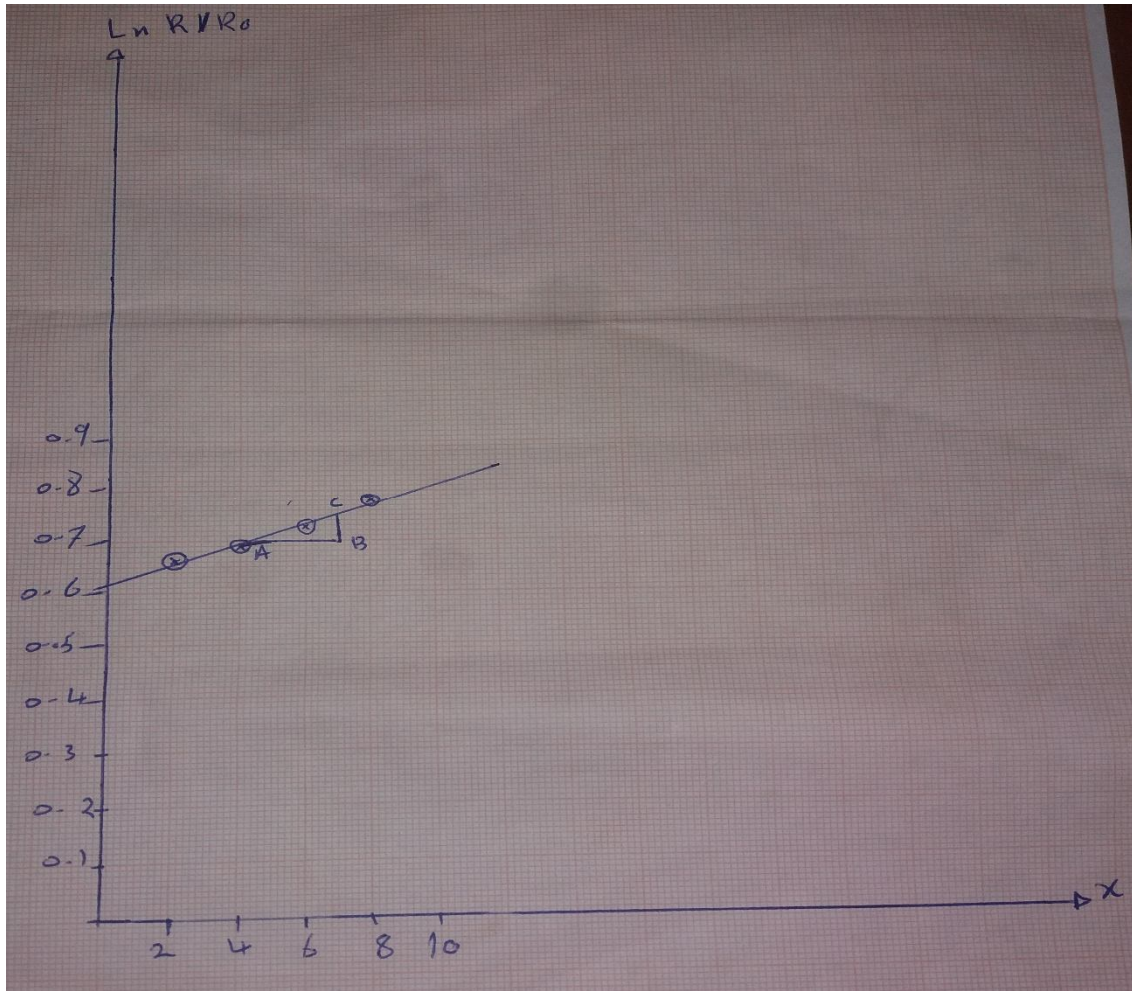
$d=6.8\text{cm}$

(6-4) التخطيط البياني :-

رسم بياني يوضح العلاقة بين (x) و $(\ln I/I_0)$

$\forall \text{ cm } X \equiv 2 \text{ cm}$

$\forall \text{ cm } Y \equiv \ln R/R_0 = 0.1$



الشكل (4-1)

(7-4) الحسابات :-

$$\text{SLOPE} = \frac{BC}{AB} = \frac{\ln \frac{I}{I_0}}{X}$$

$$= \frac{0.05}{1.5} = 0.03 \text{ cm}^{-1}$$

≡ SLOPE معامل الامتصاص الخطي

(8-4) الخلاصة :-

تم إيجاد معامل الإمتصاص الخطي لجلد البقر ووجد أنه يساوي 0.03 cm^{-1} وهو مناسب لكي يصلح كدرع نووي للوقاية من أخطار أشعة جاما .

الفصل الخامس

1-5 المناقشة والنتائج :-

من خلال تناونا لهذا البحث هنالك بعض النقاط التي يجب مناقشتها ومنها قلة الزمن المستغرق في التعامل مع الجهاز نسبة لمضار التعرض المستمر لأشعة جاما .

من خلال هذه الدراسة تم التوصل إلى :-

- 1- أن أشعة جاما لها مقدره عالية على النفاذية .
- 2- أن جلد البقر يمكن إستخدامه كدرع واقى من الإشعاعات الضارة .
- 3- تتغير شدة أشعة جاما بعد مرورها خلال أوساط معينة مختلفة السماكة .
- 4- تم إيجاد معامل الإمتصاص الكتلي لجلد البقر بإستخدام أشعة جاما .

3-5 التوصيات والمقترحات :-

توصي هذه الدراسة بالآتي :-

- 1- بإستخدام ملابس مصنعة من جلد البقر لساكن المناطق ذات الإشعاعات العالية .

2- إقامة المعامل النووية بعيداً عن المناطق السكنية لتفادي الأضرار الناجمة عن الإشعاعات النووية

3- نوصي القائمين على الدراسات الفيزيائية بالبحث في مدى إمتصاص المواد الأخرى المتوفرة والرخيصة لأشعة جاما .

المصادر والمراجع :-

- 1- أ.د عذاب طاهر الكناني ، الفيزياء الإشعاعية ، بغداد العراق ، دار الفجر ، ط1 ، 2008م .
- 2- د. محمد عبد الرحمن الشيخ ، هندسة الإشعاع النووي ، 2004م ، ط1 ، السعودية ، الرياض ، جامعة الملك سعود ، المكتبة الوطنية .

- 3- أ.د. عذاب الطاهر الكناني ، الفيزياء النووية الطبية ، العراق ، دار الفجر ، 2009م .
- 4- د. أحمد الناغي ، د. محمد نبيل يس البكري ، الفيزياء النووية 2008م ، القاهرة ، دار الفكر العربي .
- 5- الويكيبيديا الموسوعه الحرة ، منشورات للفيزياء النووية .