الكلية	التربية للعلوم الصرفة
القسم	الفيزياء
المادة باللغة الانجليزية	Health physics
المادة باللغة العربية	فيزياء صحيه
المرحلة الدراسية	المرحلة الثانية
اسم التدريسي	نور زهير
عنوان المحاضرة باللغة الانجليزية	Interaction of X-rays and gamma rays with matter
عنوان المحاضرة باللغة العربية	تفاعل أشعة اكس وأشعة كاما مع المادة
رقم المحاضرة	المحاضرة الثالثة
المصادر والمراجع	كتاب الفيزياء الصحية المنهجي تأليف / الدكتور خالد الاحمد

محتوى المحاضرة

UNIVERSITY OF ANBAR

1.8 – تفاعل أشعة اكس وأشعة كاما مع المادة

Interaction of X-rays and gamma rays with matter

إن أشعة – x – وأشعة كاما. هي إشعاعات كهرومغناطيسية ، ذوات طول موجي أقصر بكثير من طول موجة الأشعة فوق البنفسجية، أو الإشعاعات الضوئية المرئية . يؤدي تفاعل هذه الإشعاعات مع المادة إلى أنتاج الكترونات ثانوية ، تقوم بنقل معظم طاقة فوتونات الأشعة إلى المادة الماصة مما يسبب تأيين ذراتها . وتختلف طرق تفاعل الإشعاعات الكهرومغناطيسية مع مكونات المادة تماما عن طرق تفاعل الجسيمات المشحونة ، حيث أن الجسيمات المشحونة – وكما لاحظنا سابقا – تعطي طاقتها إلى مكونات المادة المعترضة بشكل تدريجي من خلال عدد كبير من حوادث التصادم . أما بالنسبة لأشعة كاما وأشعة –X– فإنها عندما تسقط على سطح المادة فإن عملية امتصاص فوتونات هذه الأشعاعات تتم من خلال حذف هذه الفوتونات من الحزمة بصورة فردية ومن خلال حادثة واحدة يتم فيها إما إمتصاص الفوتون كلياً، وإما استطارته خارج حزمة الأشعة ، مما يؤدي إلى تناقص الحزمة بشكل أسي مع إزدياد سمك المادة الماصة . تتصرف الأشعة الكهرومغناطيسية أثناء التفاعلات كما لو كانت جسيمات خفيفة (فوتونات) وتعطى طاقة الفوتون الواحد بالعلاقة

$$E_\gamma = h\nu \qquad \ldots.(1.25)$$

حيث تمثل ν تردد الفوتون و h ثابت بلانك الذي تبلغ قيمته $4 \cdot 135 \times 10^{-21} \frac{Mev}{sec}$

هناك خمسة أنواع من التفاعلات تُعد هامة في مجال الفيزياء الأشعاعية ، تخوضها فوتونات أشعة كاما وأشعة –X – عند مرورها في المواد. هذه الأنواع الخمسة هي:

1– التأثير الكهروضوئي Photoelectric effect

2– تأثير كومبتون Compton effect

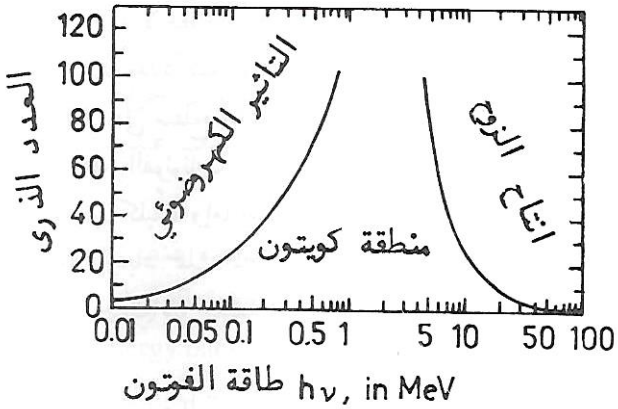
3– إنتاج النروج Pair production

4– التفاعلات النووية الضوئية Photo nuelear reactions

5– إستطارة رالي Rayleigh scattering .

وتُعَدُّ الأنواع الثلاثة الأولى أكثر أهمية من البقية لأنها تساهم في أنتقال الطاقة إلى الألكترونات الذرية في المادة ، ثم تقوم هذه الألكترونات بأعطاء طاقتها إلى المادة من خلال سلسلة من التفاعلات الكولومية الصغيرة على طول مسارها . أما إستطارة رالي فإنها عبارة عن إستطارة مرنة ينجم عنها أنحراف الفوتون بمقدار صغير دون أن يفقد شيئاً من طاقته . أما التفاعلات النووية الضوئية فيمكن أن تسبب بعض المشاكل في مجال الوقاية من الأشعاع بسبب ما تولده من نيترونات في المواد حيث يؤدي أمتصاص فوتونات أشعة كاما إلى أنطلاق النيترونات من التفاعل (γ , n).

يعتمد نوع التفاعل الذي يحصل بين الفوتونات والمادة الماصة على طاقة الفوتونات وعلى العدد الذري للمادة. وتكون الأنواع الثلاثة الأولى هي السائدة بالنسبة للطاقات المحصورة بين 0.01 Mev و 10.Mev . ويبين الشكل (1.6) الأهمية النسبية لكل من الأنواع الثلاثة.



الشكل (1.6) : الأهمية النسبية لأنواع تفاعلات أشعة كاما مع المادة حسب الطاقة

توضيح المنحنيات في الشكل (1.6) أيضاً المناطق التي يكون فيها أي النوعين من التفاعلات السابقة متساويان في أحتمالية الحدوث، كما يمكن ملاحظة أن التأثير الكهروضوئي سيكون هو الأكثر حدوثاً في الطاقات القليلة للفوتونات ، يلي ذلك في الطاقات المتوسطة تأثير كومبتون ، أما في الطاقات العالية فإن إنتاج النروج سيكون الأكثر حدوثاً. بالنسبة للمواد ذات الأعداد الذرية القليلة مثل الكربون ، الهواء ، الماء والنسيج البشري فإن مدى تأثير كومبتون سيكون سائداً وضمن مدى واسع من الطاقة يمتد من 20k ev إلى 30 Mev ، ولكن هذا التأثير يتضاءل مع إزدياد قيمة z للمادة .

1 - 8 - 1 .التأثير الكهروضوئي Photoelectric effect-

يُعد التأثير الكهروضوئي من أهم التفاعلات التي تخوضها الفوتونات ذات الطاقة الواطئة في المادة. يتم في هذا النوع من التفاعل إمتصاص الفوتون المار عبر المادة من قبل الالكترونات المرتبطة بقوة في الذرة مثل الالكترونات الموجودة في الطبقة الداخلية (Kshell) ، وخاصة في المواد التي لها عدد ذري كبير، ويوضح الشكل (1.7) تخطيطاً توضيحياً لعملية التأثير الكهروضوئي ، حيث يتفاعل فوتون طاقته hν مع احد الألكترونات الذرية في الطبقةK ، لقد وجد – تجريبياً ونظرياً – أن نحو 80% من عمليات الأمتصاص الكهروضوئي للفوتونات تقوم بها الكترونات الطبقة K وذلك عندما تكون طاقة الفوتونات أكبر من طاقة الأرتباط E_b لهذه الألكترونات. وينتج عن هذه العملية تلاشي الفوتون نهائياً بعد أن يعطي كل طاقته إلى الالكترون. الطاقة الحركية للإلكترون المتحرر تعطى بالعلاقة الآتية :

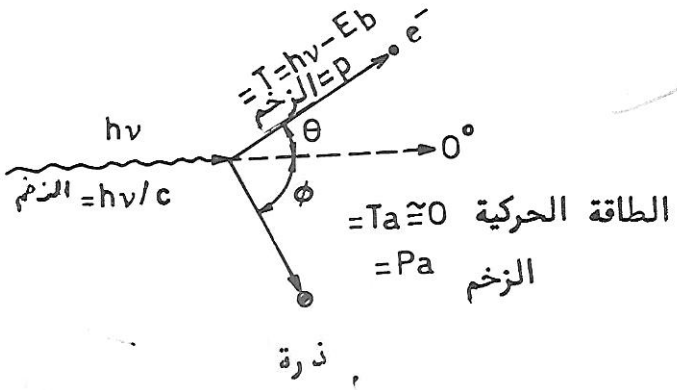
$$T_o = h\nu_0 - E_b \qquad \ldots(1.26)$$

وذلك لأن الطاقة الحركية التي تأخذها الذرة نتيجة الأرتداد تكون مساوية للصفر تقريباً ويمكن ملاحظة ذلك من علاقة طاقة إرتداد الذرة T_a بالطاقة الحركية للإلكترون T_e حيث أن $T_a = \frac{m_0}{M}$ إذ أن النسبة $\frac{m_0}{M}$ هي صغيرة جداً بحيث يمكن أعتبارها صفراً.

لقد وجد تجريبياً أن أحتمال حدوث الأنبعاث الكهروضوئي للإلكترونات من المادة يزداد كلما كانت طاقة الفوتونات hν مقاربة لطاقة إرتباط الالكترون E_b ، وتمثل قيمة ν التي تتساوى عندها طاقة الفوتون مع طاقة الأرتباط مايسمى بحافة الرنين ، حيث يكون التأثير الكهروضوئي على أشده ، ويمكن حساب هذه القيمة لـ ν من المساواة بين hν و E_b

$$E_b = h\nu \Rightarrow \nu = \frac{E_b}{h} \qquad \ldots(1.27)$$

من ناحية أخرى يعتمد أحتمال حدوث الأمتصاص الكهروضوئي للفوتونات على المقطع العرضي للذرة بالنسبة للتفاعل الكهروضوئي ويعطى هذا المقطع العرضي للذرة الواحدة بالعلاقة الآتية:



الشكل (1.7 –): رسم تخطيطي يوضح التفاعل بين الفوتون hν والذرة خلال عملية التأثير الكهروضوئي. الفوتون بطاق hν يصطدم مع احد الالكترونات في الذرة فيقتلعه من مكانه ويعطيه طاقة حركية مقدارها $T = -E_b$

UNIVERSITY OF ANBAR