

* إنتاج الزوج وفناء الجسيمات

بعد ان درسنا الظاهرة الكهروضوئية وانشاع الاشعة السينية وظاهرة كومبتون يمكننا ان نتساءل

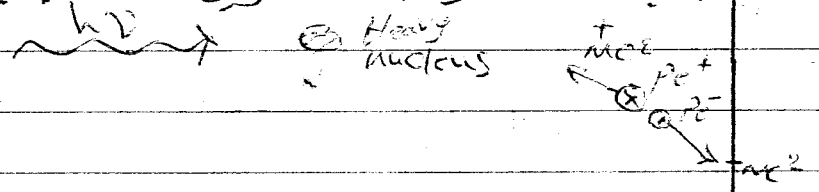
اذا كان من الممكن ان تكون هناك ظاهرة طبيعية يتم فيها تحويل الطاقة الكهربائية إلى مادة بشرط تحقق قوانين حفظ الطاقة والزخم والشحنة الكلية.

1- تحويل الفوتون إلى جسيم
بما ان الفوتون ليس له شحنة لذلك فان الجسيم الناتج يجب ان يكون عديم الشحنة الجسيمات مختلفة الشحنة لكي تحقق قانون حفظ الشحنة ايانه لا يمكن تحويل الفوتون إلى إلكترون منفرد. ولكن ترديد الإلكترون احدى سائله والاخر موجب لسمي بوزيترون وذلك للحفاظ على الشحنة الكلية وان اقل طاقة يمكن ان تمتلكها الفوتون لتحوّل إلى إلكترون وبوزيترون يجب ان تساوي طاقة تكوين كل من الجسيمين وذلك للحفاظ على الطاقة

$$h\nu = 2mc^2$$

$$= 2(0.511 \text{ MeV})$$

$$= 1.02 \text{ MeV}$$



وهذه الطاقة تعادل فوتون طوله الموجي $\lambda = 0.0124 \text{ \AA}$ وهذا الطول هو الحد الأدنى في منطقة اشعة غاما واذا كان الفوتون يحمل طاقة أكبر من طاقة تكوين الجسيمات فان الطاقة الاماكنية ستظهر في شكل طاقة حركية للجسيمات

$$h\nu = E_e + E_p$$

$$= (mc^2 + KE) + (mc^2 + KE)$$

$$= 2mc^2 + KE^- + KE^+$$

$$= 1.02 \text{ MeV} +$$

والمحافظة الزخم يجب ان يكون هناك جسيم ثالث لامتصاص الفرق في الزخم ولهذا الجسيم الثالث هو نواة الذرة حيث ان انتاج الجسيمات يتم عند ما تمر الفوتون ذات الطاقة العالية بالقرب من نواة ذرة ثقيلة اذاً لكي تتم هذه العملية يجب أن تكون قرب النواة لكي يتحقق قانون حفظ الزخم

$$E^2 = p^2 c^2 + E_0^2$$

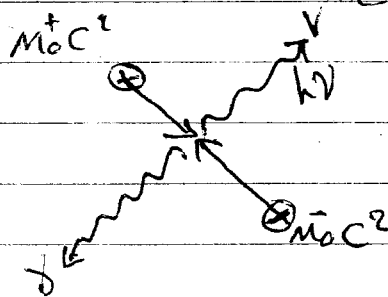
$$p = \frac{\sqrt{E^2 - E_0^2}}{c}$$

$$E^2 = p^2 c^2 + m^2 c^4$$

$$p = \frac{\sqrt{E^2 - m^2 c^4}}{c}$$

5 - كحول الجسم إلى فوتون

ان ظاهرة اختفاء زوج من الجسيمات (الكترن و بوزيترون) إلى فوتون هي ظاهرة العكسية لانتاج الجسيمات تحدث هذه الظاهرة عند ما يتوقف الجسم وحيدية (الكترن - والبوزيترون) وتنتجنا طاق من الجسيمات في حالة تكون لذلك فان الترخيم يساوي صفر ومع هذه الحالة



فان الجسمان معاً لا يولدان فوتوناً واحداً بل يولدان زوج من الفوتونات المتجاهين متعاكسين لكي يتحقق قانون حفظ الترخيم

$$e^- + e^+ = \gamma + \gamma$$

قانون حفظ الشحنة

في حالة الترخيم = صفر «عبر عن ذلك» الألكترونات الترخيم يساوي صفر

الترخيم النهائي يجب ان يكون متساوي لكي يصبح صفر

$$h\nu_1 = h\nu_2 = h\nu_{min} = m^2 c^4$$

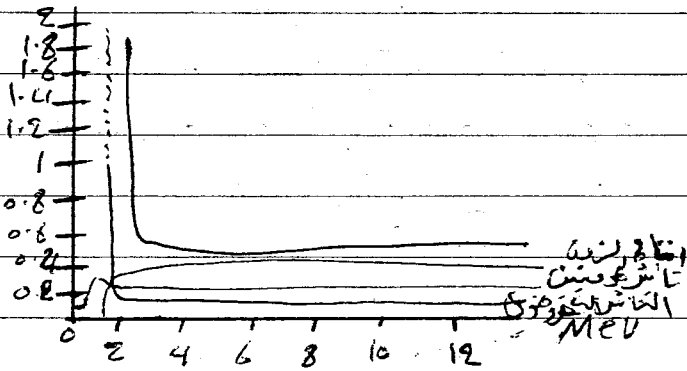
حيث ان $h\nu_{min}$ هي اقل طاقة للفوتون الناتج من اختفاء الجسيمات وتساوي لطاقة تكوين الاكترون 0.511 MeV

ملاحظة / النسبة لاختفاء الجسيمات

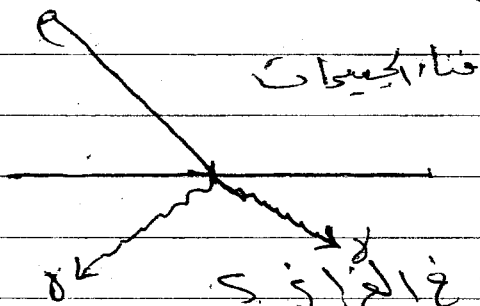
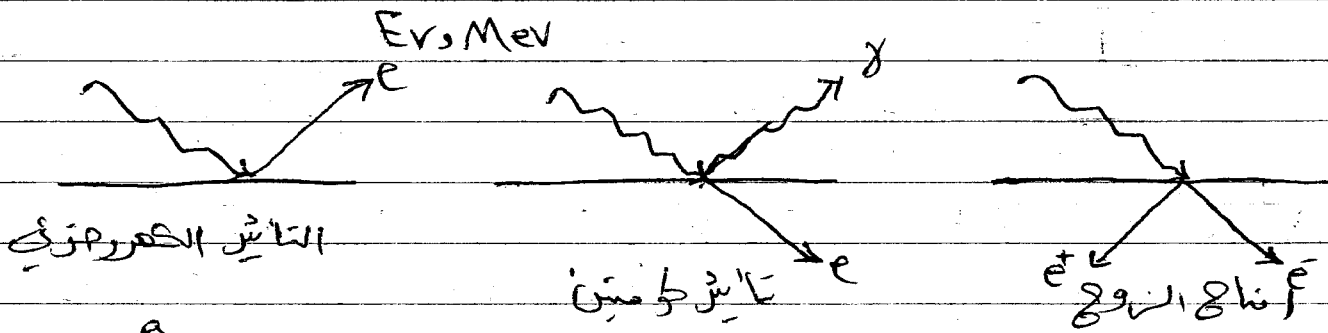
هذه العملية تحدث دون الحاجة الى الواق.

نلاحظ هنا ان ظاهرة انتاج الجسيمات تشبه الظاهرة الكهروضوئية وظاهرة كومبتن في انهما تبدأ بفوتون وتنتهي بالكترن

$M cm^{-1}$



كثافة تغير استعمال الطاقة
والعلاقة بين



هذا يدل على أن كثافة إنتاج الزوج في الفراغ هي