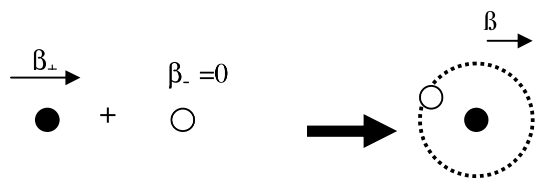
(**6-13, p. 232 FRENCH**) Un positró amb una energia cinètica de 0,51 MeV xoca inelàsticament amb un electró en repòs i es crea un àtom de positroni que retrocedeix lliurement. L'electró i el positró que formen el positroni s'anihilen en vol creant dos fotons γ.

(a) Quina és la velocitat de l'àtom de positroni?
(b) Quina és l'energia màxima possible per a un dels fotons produïts mitjançant aquest procés d'anihilació?

Solució

(a)



Cal tenir en compte que per a un electró, o positró, mc^2 = 0,51 MeV, per tant l'energia total de β_+ és de $2mc^2$.

En aplicar el principi de conservació de l'impuls energia tindrem que

$$(2\,mc^2 + mc^2\,,\, pc)_{\text{Total abans}} \quad = \quad (E'\,,\, p'c\,)_{\text{Total després}}$$

On E' és l'energia total del positroni format i p'c l'impuls corresponent.

Però, $pc = \sqrt{(2mc^2)^2 - (mc^2)^2} = \sqrt{3}mc^2$, i p'c = βE', aleshores tindrem que,

$$3mc^2 = E'$$
$$\sqrt{3}\, mc^2 = \beta\, E'$$

D'on es dedueix que

$$\beta = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

(b)
Perquè un dels fotons tinga energia màxima els sentit d'aquests ha de ser oposat (veure exercici 6-11). És a dir

Si apliquem el principi de conservació de l’impuls energia i tenim en compte resultats anteriors per al positroni, podem escriure que

$$(3mc^2\ ,\ \frac{3mc^2}{\sqrt{3}})_{\text{Total abans}} \quad = \quad (E_f'+E_f\ ,\ -p'c + pc)_{\text{Total després}}$$

Com que per al fotó E_f = pc,

$$(3mc^2\ ,\ \frac{3mc^2}{\sqrt{3}})_{\text{Total abans}} \quad = \quad (E_f'+E_f\ ,\ -E_f' + E_f)_{\text{Total després}}$$

D’on resulten el sistema d’equacions,

$$3mc^2 = E'_f + E_f$$

$$\frac{3mc^2}{\sqrt{3}} = -E'_f + E_f$$

la solució del qual és E_f = 1,2 MeV, si tenim en compte que mc^2=0,51 MeV.