

(6-14 p. 232 FRENCH) Demostreu que els processos que s'indiquen a continuació són impossibles des del punt de vista dinàmic:

- (a) Un fotó xoca amb un electró en repòs i transfereix tota l'energia a l'electró.
- (b) Un fotó situat en l'espai lliure es transforma en un electró i un positró.
- (c) Un positró i un electró en repòs es destrueixen s'anihilen creen un únic fotó.

Solució

(a) Si fora cert, es compliria el següent:



En aplicar el principi de conservació de l'impuls energia obtindríem,

$$E_\gamma + (mc^2)_{e^-} = E_{e^-}$$

$$(pc)_\gamma = (pc)_{e^-}$$

Per al fotó  $E_\gamma = (pc)_\gamma$ , per tant la segona equació s'escriu també en la forma  $E_\gamma = (pc)_{e^-}$ . Si elevem al quadrat les dues equacions i a la primera li restem la segona, sense oblidar que  $E_{e^-}^2 - (pc)_{e^-}^2 = (mc^2)_{e^-}^2$ , arribem a l'expressió  $2 E_\gamma (mc^2)_{e^-} = 0$ , resultat impossible, si existeix el fotó i l'electró inicials.

(b) Un fotó no es pot transformar en un electró i positró, tots dos en repòs, perquè no es conservaria l'impuls. Podríem suposar, no obstant, que el fotó es transforma en un electró i un positró, d'igual impuls, en aquest cas tindríem

$$E_\gamma = E + E$$

$$(pc)_\gamma = (pc) + (pc)$$

Si una altra vegada fem  $E_\gamma = (pc)_\gamma$  trobem, del sistema anterior, que per l'electró i positró,  $\beta = \frac{pc}{E} = 1$ . Però això significaria que aquests tenen velocitat  $c$ , cosa que és impossible.

(c)  $e^+ + e^- \longrightarrow \gamma$ . La conservació de l'impuls energia en dona el sistema següent:

$$E_{e^+} + (mc^2)_{e^-} = E_\gamma$$

$$(pc)_{e^+} = (pc)_\gamma$$

Si tenim en compte que  $E_\gamma = (pc)_\gamma$ , aleshores s'arriba a l'equació

$$E_{e^+} + (mc^2)_{e^-} = (pc)_{e^+}$$

Resultat impossible de complir, ja que si elevem al quadrat i tenim en compte que, per a una partícula,  $(pc)^2 = E^2 - (mc^2)^2$ , s'arriba a  $E_{e^+}^2 + (mc^2)_{e^-}^2 + 2 E_{e^+} (mc^2)_{e^-} = E_{e^+}^2 - (mc^2)_{e^+}^2$  equació que només té una solució matemàtica per a un valor negatiu de  $E_{e^+}$ .