

**Opgave 13**

- a Het positron en het elektron staan nagenoeg stil.  
Dus de totale impuls vóór de reactie is dan (nagenoeg) gelijk aan 0.  
Volgens de wet van behoud van impuls moet de totale impuls na de reactie dan ook gelijk zijn aan 0.  
Dit kan niet als er maar één foton vrijkomt.  
Een foton heeft immers altijd energie, en dus altijd impuls.
- b De frequentie bereken je met de formule voor de energie van een foton.  
De energie van een foton volgt uit de totale energie die ontstaat tijdens de annihilatie.  
De energie die ontstaat tijdens de annihilatie bereken je met de formule van Einstein.

Tijdens de annihilatie verdwijnen een elektron en een positron, die dezelfde massa hebben.

$$E = m \cdot c^2$$

$$m = 2 \times m_{elektron} = 2 \times 9,1093 \cdot 10^{-31} = 1,82186 \cdot 10^{-30} \text{ kg} \quad \text{Zie BINAS tabel 7B}$$

$$c = 2,9979 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1} \quad \text{Zie BINAS tabel 7A}$$

$$E = 1,82186 \cdot 10^{-30} \times (2,9979 \cdot 10^8)^2 = 1,6373 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

1 foton krijgt de helft van deze energie dus  $8,1868 \cdot 10^{-14} \text{ J}$

$$E_f = h \cdot f$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \quad \text{Zie BINAS tabel 7A}$$

$$8,1868 \cdot 10^{-14} = 6,626 \cdot 10^{-34} \cdot f$$

$$f = 1,2355 \cdot 10^{20} \text{ Hz}$$

Afgerond:  $1,2 \cdot 10^{20} \text{ Hz}$ .

13 Een detector registreert de fotonen die vrijkomen als een positron op een elektron botst. Tijdens de interactie tussen die twee deeltjes is hun snelheid zeer klein.

a Leg uit dat bij deze botsing dan minstens twee fotonen moeten vrijkomen.

Tijdens de annihilatie komen twee fotonen vrij.

b Bereken de frequentie van één zo'n foton. Geef je antwoord in twee significante cijfers.