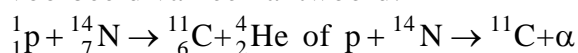


Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

Opgave 2 PET-scan

4 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:



- proton en N-14 voor de pijl 1
- C-11 en α -deeltje na de pijl 1

5 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Er ontstaat een neutrino. Het positron heeft leptongetal -1 . Volgens de wet van behoud van leptongetal moet dus ook een deeltje met leptongetal $+1$ ontstaan. (Dat is het neutrino.)

- inzicht in de wet van behoud van leptongetal 1
- conclusie dat een neutrino ontstaat 1

6 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Het positron en het elektron staan (nagenoeg) stil. Dus de totale impuls vóór de reactie is (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 alleen als de twee fotonen in tegengestelde richting bewegen.

- inzicht in de wet van impulsbehoud 1
- inzicht dat na de reactie de totale impuls gelijk aan 0 is 1

7 maximumscore 3

uitkomst: $f = 1,24 \cdot 10^{20}$ Hz

voorbeeld van een berekening:

Bij de reactie wordt de massa van het positron en het elektron omgezet in de energie van de twee gamma-fotonen.

Dus voor één foton geldt: $E = mc^2 = hf$.

Invullen levert: $E = 9,11 \cdot 10^{-31} (3,00 \cdot 10^8)^2 = 6,63 \cdot 10^{-34} f$.

Dit levert: $f = 1,24 \cdot 10^{20}$ Hz.

- inzicht dat twee elektronmassa's omgezet worden in twee fotonen 1
- inzicht dat voor één foton geldt $E = mc^2 = hf$ 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

8 maximumscore 3

uitkomst: De orde van grootte van Δt is $1,0 \cdot 10^{-9}$ s (of $1,0 \cdot 10^{-10}$ s).

voorbeeld van een berekening:

De diameter van het hoofd wordt geschat op 20 cm.

$$\text{Er geldt dan: } \Delta t = \frac{\Delta x}{c} = \frac{0,2}{3,0 \cdot 10^8} = 0,7 \cdot 10^{-9} \text{ s.}$$

Dus de orde van grootte Δt is $1,0 \cdot 10^{-9}$ s (of $1,0 \cdot 10^{-10}$ s).

- inzicht dat $\Delta t = \frac{\Delta x}{c}$ 1
- schatten van de diameter van een hoofd tussen 15 cm en 30 cm 1
- completeren van de berekening 1

9 maximumscore 4

uitkomst: $D = 2 \cdot 10^{-2}$ Gy

voorbeeld van een bepaling:

$$\text{Voor de stralingsdosis geldt: } D = \frac{E}{m}$$

Voor de totaal geabsorbeerde energie geldt: $E = NE_p$. Hierbij is N gelijk aan het totaal aantal positronen en E_p de geabsorbeerde energie per positron.

N is uit de grafiek te bepalen door de oppervlakte onder de grafiek te schatten. (In de tijd gelijk aan de halveringstijd, vervallen evenveel deeltjes als in de rest van de tijd.)

$$\text{Dit levert: } N = 2 \cdot 300 \cdot 10^6 \cdot 15 \cdot 60 = 5,4 \cdot 10^{11}$$

$$\text{Invullen levert: } D = \frac{5,4 \cdot 10^{11} \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{1,5} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ Gy.}$$

- gebruik van $D = \frac{E}{m}$ 1
- inzicht dat $E = NE_p$ 1
- bepalen van het aantal deeltjes uit de oppervlakte onder de grafiek (met een marge van $1 \cdot 10^{11}$) 1
- completeren van de bepaling 1

10 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

Een deel van de C-11-isotopen verlaten gedurende de tijd de hersenen.