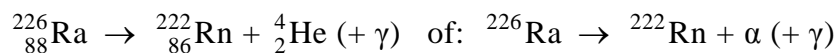


Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

## Opgave 2 Radiotherapie

**6 maximumscore 3**

antwoord:



- het  $\alpha$ -deeltje rechts van de pijl 1
- Rn als eindproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- het aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

**7 B**

**8 D**

**9 A**

**10 maximumscore 2**

voorbeelden van voordelen:

- Bij bestraling met protonen ontvangt het gebied vóór de tumor een lagere dosis dan bij bestraling met  $\gamma$ -fotonen.
- Bij bestraling met protonen ontvangt het gebied achter de tumor geen dosis.
- Bij bestraling met protonen kan men er voor zorgen dat de tumor het grootste deel van de straling ontvangt.

per juist voordeel (tot een maximum van 2 punten) 1

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

**11 maximumscore 5**

uitkomst:  $t = 1,2 \cdot 10^2$  s

voorbeeld van een berekening:

Per bestraling geldt:  $D = \frac{E}{m}$ , waarin  $D = \frac{60}{30} = 2,0$  Gy en  $m = 4,2 \cdot 10^{-6}$  kg.

Dus  $E = 2,0 \cdot 4,2 \cdot 10^{-6} = 8,4 \cdot 10^{-6}$  J.

De energie van een proton is:  $70 \text{ MeV} = 70 \cdot 10^6 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1,12 \cdot 10^{-11} \text{ J}$ .

De energie die het afgeeft, is:  $E_{\text{proton}} = 0,80 \cdot 1,12 \cdot 10^{-11} = 8,96 \cdot 10^{-12} \text{ J}$ .

Het aantal protonen dat de tumor moet treffen, is gelijk aan

$$\frac{E}{E_{\text{proton}}} = \frac{8,4 \cdot 10^{-6}}{8,96 \cdot 10^{-12}} = 9,38 \cdot 10^5.$$

Een bestraling moet  $t = \frac{9,38 \cdot 10^5}{7,8 \cdot 10^3} = 1,2 \cdot 10^2$  s duren.

- inzicht dat  $E = Dm$  1
- in rekening brengen van 80% 1
- inzicht dat het aantal protonen dat de tumor moet treffen gelijk is  
aan  $\frac{E}{E_{\text{proton}}}$  1
- inzicht dat  $t = \frac{\text{het aantal protonen dat de tumor moet treffen}}{\text{het aantal protonen dat de tumor per seconde treft}}$  1
- completeren van de berekening 1