

## Opgave 2 Radiotherapie

---

In de geneeskunde wordt sinds lange tijd gebruik gemaakt van ioniserende straling om tumoren te behandelen. Vroeger gebruikte men daarbij vaak de isotoop radium-226. Een kleine hoeveelheid hiervan bracht men aan op de punt van een naald die in de tumor werd gestoken.

Ra-226 zendt  $\alpha$ - en  $\gamma$ -straling uit.

3p **6** Geef de vervalvergelijking van Ra-226.

2p **7** Hieronder staan twee beweringen.

I Het doordringend vermogen van  $\alpha$ -straling is groter dan dat van  $\gamma$ -straling.

II Het ioniserend vermogen van  $\alpha$ -straling is groter dan dat van  $\gamma$ -straling.

Wat is juist?

A Alleen bewering I is waar.

B Alleen bewering II is waar.

C Beide beweringen zijn waar.

D Geen van beide beweringen is waar.

In plaats van Ra-226 wordt tegenwoordig vaak de radioactieve isotoop iridium-192 gebruikt. Deze isotoop zendt  $\beta$ -straling uit.

2p **8** Hieronder staan twee beweringen.

a I De massa van een  $\beta$ -deeltje is groter dan de massa van een  $\alpha$ -deeltje.

b II De lading van een  $\beta$ -deeltje is groter dan de lading van een  $\alpha$ -deeltje.

Wat is juist?

A Alleen bewering I is waar.

B Alleen bewering II is waar.

C Beide beweringen zijn waar.

D Geen van beide beweringen is waar.

Behalve  $\alpha$ -,  $\beta$ - en  $\gamma$ -straling wordt in de geneeskunde vaak röntgenstraling toegepast.

2p **9** Hieronder staan twee beweringen.

a I Volgens Binas is de energie van een  $\gamma$ -foton groter dan die van een röntgenfoton.

b II Volgens Binas is de golflengte van  $\gamma$ -straling groter dan die van röntgenstraling.

Wat is juist?

A Alleen bewering I is waar.

B Alleen bewering II is waar.

C Beide beweringen zijn waar.

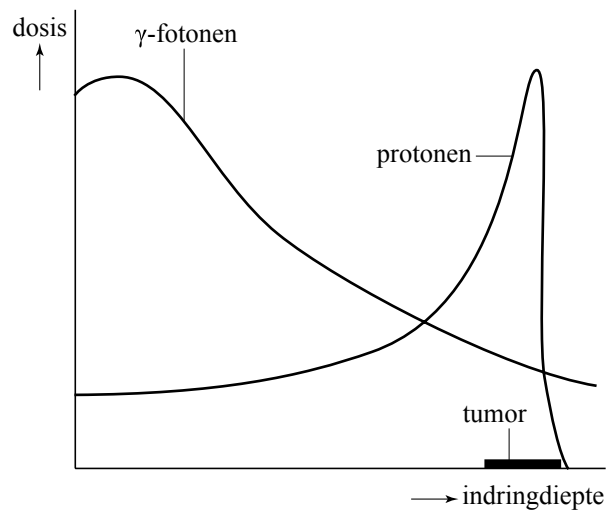
D Geen van beide beweringen is waar.

Sinds kort is een nieuwe bestralingmethode ontwikkeld: bestraling met snelle protonen. Deze methode heeft voordelen ten opzichte van bestraling met  $\gamma$ -fotonen.

In figuur 1 is zowel voor  $\gamma$ -fotonen als protonen de (geabsorbeerde) dosis weergegeven als functie van de indringdiepte. Ook is aangegeven op welke diepte de tumor zich bevindt.

Kenmerkend voor protonen is de piek in de grafiek. De plaats waar deze piek optreedt, hangt af van de energie van de protonen. Die energie kan men instellen.

**figuur 1**



- 2p **10** Noem aan de hand van figuur 1 twee voordelen van bestraling met protonen ten opzichte van bestraling met  $\gamma$ -fotonen.

Men wil een oogtumor met een massa van 4,2 mg met protonen bestralen. De protonenbundel die er op gericht wordt, bevat  $7,8 \cdot 10^3$  protonen per seconde. De energie van elk proton is 70 MeV. De protonen geven 80% van hun energie af aan het weefsel van de tumor.

De tumor moet een stralingsdosis (de geabsorbeerde energie per kg) opnemen van 60 Gy, verdeeld over 30 bestralingen.

- 5p **11** Bereken hoe lang elke bestraling moet duren. Neem daarbij aan dat alle protonen de tumor treffen.