

Holmium

Radioactief holmium wordt gebruikt bij de behandeling van honden met een tumor in de kop. Voor de behandeling is het belangrijk om de massa van de tumor te weten, zodat de dierenarts kan bepalen hoe groot de activiteit moet zijn van de toegediende isotoop. De dierenarts bepaalt eerst het volume van de tumor met behulp van een CT-scan. Een verkleind beeld uit deze CT-scan is te zien in figuur 1.

figuur 1



Voor een ellipsvormige tumor is het volume te berekenen met de formule

$$V = \frac{\pi}{6} \cdot \ell \cdot b \cdot h$$

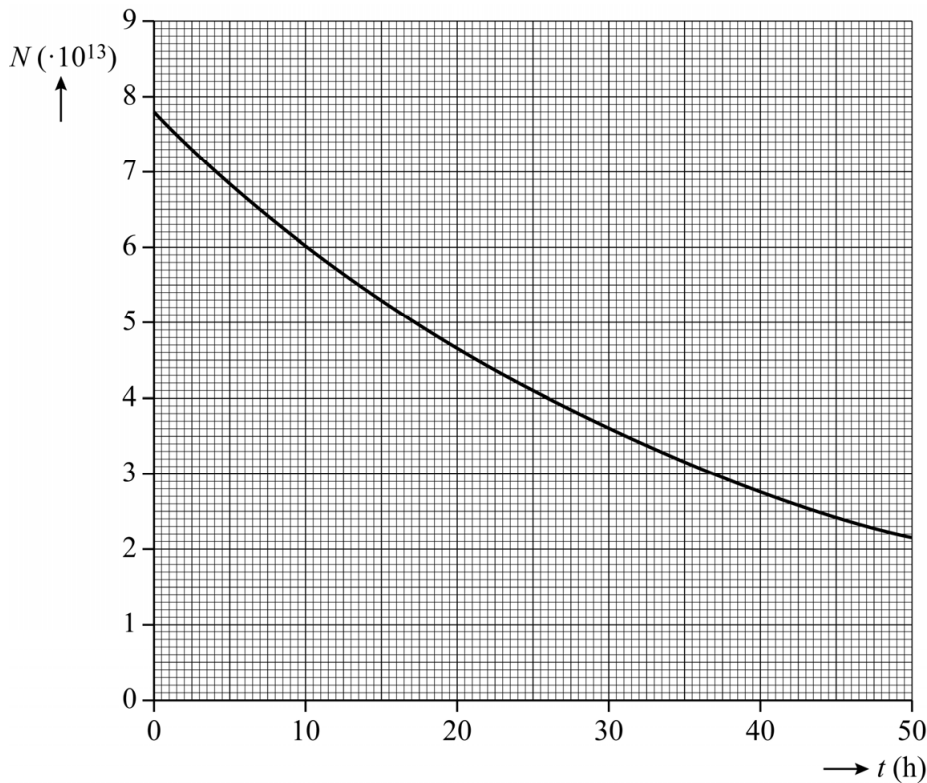
Hierin is b de breedte en ℓ de lengte van de tumor. Zie figuur 1. De hoogte h wordt uit een tweede beeld bepaald en is gelijk aan 31 mm. De dichtheid van het weefsel van de tumor is $1,06 \text{ g cm}^{-3}$. De dierenarts bepaalt hiermee dat de massa van de tumor ten tijde van de CT-scan tussen 10 g en 14 g ligt. Figuur 1 staat op ware grootte op de uitwerkbijlage.

- 3p 17 Toon met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage aan dat deze bepaling klopt.

De bestraling van de tumor gebeurt van binnenuit met het radioactieve holmium-166. Om de tumor genoeg schade toe te brengen, moet hij voldoende straling ontvangen. Ho-166 vervalt na het toedienen tot Er-166 en zendt daarbij gammastraling en een ander stralingsdeeltje uit.

- 4p 18 Voer de volgende opdrachten uit:
- Geef de volledige vergelijking van de vervalreactie van Ho-166.
 - Geef een reden waarom gammastraling niet bijdraagt aan de stralingsdosis.

figuur 2



In figuur 2 is een gedeelte van de vervalcurve afgebeeld die hoort bij de behandeling van de tumor met Ho-166. Het tijdstip $t=0$ komt overeen met het moment waarop $7,8 \cdot 10^{13}$ atomen Ho-166 zijn toegediend. Figuur 2 staat ook op de uitwerkbijlage.

- 3p **19** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de activiteit van het Ho-166 op het moment van toedienen. Noteer je antwoord in twee significante cijfers. Laat in de figuur zien hoe je aan je antwoord komt.

Voor het bestralen van de tumor is een dosis van $8,0 \cdot 10^2$ Gy nodig. Slechts 43% van de ioniserende straling uit al het toegediende Ho-166 wordt geabsorbeerd door de tumor. Per toegediend atoom Ho-166 komt 1,8 MeV aan stralingsenergie vrij. De arts gaat uit van een massa van 12 g voor de tumor.

- 4p **20** Toon aan dat de benodigde dosis dan bereikt wordt.

De halveringstijd van Ho-166 is 26,8 uur. Na het toedienen mag de hond niet direct naar huis vanwege het stralingsrisico voor zijn baasjes. Pas als de dosis per uur lager is dan de norm van $1 \mu\text{Sv/h}$ op 1 m afstand, mag de hond naar huis. Direct na het toedienen wordt op deze afstand $4,7 \mu\text{Sv/h}$ gemeten.

- 1p **21** Wanneer mag de hond op zijn vroegst mee naar huis?
- A binnen 1 dag na de toediening
 - B tussen 1 dag en een halve week na de toediening
 - C tussen een halve week en 1 week na de toediening
 - D meer dan 1 week na de toediening