Als je een ander antwoord vindt, zijn er minstens twee mogelijkheden:
óf dit antwoord is fout, óf jouw antwoord is fout.

Als je er (vrijwel) zeker van bent dat een antwoord fout is, stuur dan een briefje naar www.stevin.info. Alvast bedankt.

Opmerking vooraf: Het college van toetsen en examens (CvTE) heeft in zijn grote wijsheid besloten dat vanaf 2016 bij een vervalreactie achter de pijl ook het γ-foton moet worden vermeld als dat in de laatste kolom van tabel 25A in BiNaS staat. In geen enkel degelijk universitair natuurkundeboek wordt dat gedaan. Doe het voorlopig dus maar, want het kost je anders een punt.

Opgaven 8.1 – Ioniserende straling

1

A → β−straling
(α's zouden door het papier tegengehouden zijn; γ's laten zich door 1 mm aluminium niet tegenhouden)

B → α−straling
(alleen die wordt al door papier geheel tegengehouden)

C → γ−straling
(α's zouden door het papier tegengehouden zijn en β's door aluminium, maar daarvan is niets te merken) –

D → α− en γ−straling
(Het deel dat door papier wordt tegengehouden wordt, bestaat uit α's. Omdat het aluminium geen effect heeft, zitten er geen β's in het restant. Ook het effect van het lood wijst op γ's)

2 a De α's hebben groot ioniserend vermogen en een korte dracht: bij de besmetting zal lokaal grote schade ontstaan.
De γ's hebben een gering ioniserend vermogen en een grote dracht. De meeste γ's verlaten het lichaam zonder schade aan te richten. Geringe schade zal verspreid door het lichaam optreden. –

b Neen.
Als de bron weg is, is ook de straling weg. De straling heeft eerder wel moleculen geïoniseerd, maar geen atomen radioactief gemaakt. –

3 a Bij α−straling: die wordt door kleding en door de huid al tegengehouden. –

b Het venster mag de α−straling niet (geheel) absorberen. –

4 a β^-− en γ−straling.
Opmerking: γ's worden ook vaak 'deeltjes' genoemd. In hoofdstuk 15 wordt duidelijk gemaakt waarom we dat doen. –

b

$$\left.\begin{aligned} &A(t) = A(0)\cdot\left(\tfrac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \\ &t_{1/2}\left({}^{137}Cs\right) = 30\text{ j} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{A(175)}{A(0)} = \left(\tfrac{1}{2}\right)^{175/30} = 0{,}0175.. = 1{,}8\%$$

1,8%

5 a

$$\left.\begin{aligned} &A(t) = A(0)\cdot\left(\tfrac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \\ &t_{1/2}\left({}^{24}Na\right) = 14{,}8\text{ u} \\ &A(6) = 18\text{ per 10 min} \end{aligned}\right\} \Rightarrow 18 = A(0)\cdot\left(\tfrac{1}{2}\right)^{6/14{,}8} = A(0)\cdot 0{,}755..$$

$$\Rightarrow A(0) = \frac{18}{0{,}755..} = 23{,}8.. = 24\text{ per 10 min}$$

24 / 10 min

b

$$\left.\begin{aligned} &1\text{ cm}^3\text{ bloed} \rightarrow 23{,}8..\text{ deeltjes per 10 min} = \tfrac{23{,}8..}{10\cdot 60} = 0{,}0397..\text{ Bq} \\ &x\text{ cm}^3\text{ bloed} \rightarrow 240\text{ Bq} \end{aligned}\right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x = \frac{240}{0{,}0397..} = 6{,}04..\cdot 10^3 = 6{,}0\cdot 10^3\text{ cm}^3$$

6 L

N.B.

$A(6) = 18 + 4 = 22$ per 10 minuten geeft $x = 4{,}9 \cdot 10^3$ cm^3

$A(6) = 18 - 4 = 14$ per 10 minuten geeft $x = 7{,}8 \cdot 10^3$ cm^3

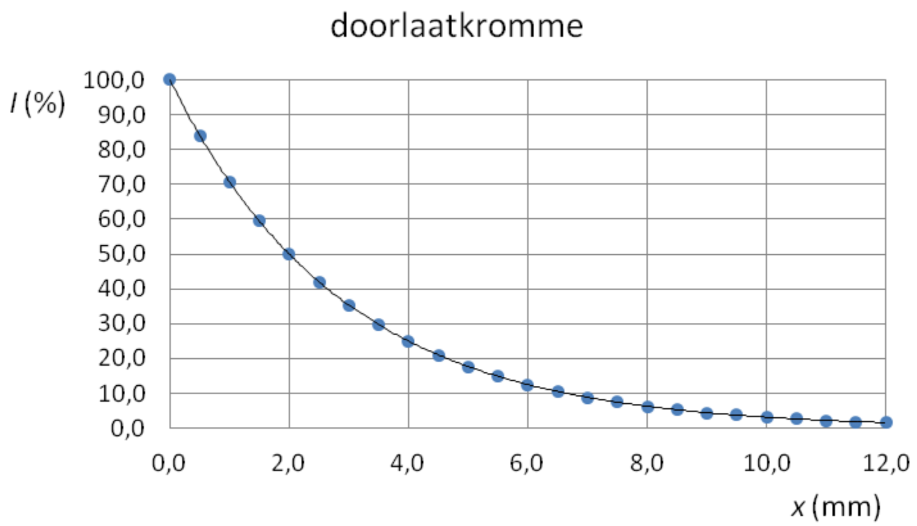
6

$A(t) = A(0) \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$

$\left.\begin{array}{l} A_P(1) = 80 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{1/4} = 67{,}27..\text{ Bq} \\ A_Q(1) = 40 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{1/2} = 28{,}28..\text{ Bq} \end{array}\right\} \Rightarrow A_{P+Q}(1) = 67{,}27.. + 28{,}28.. = 95{,}5.. = 96\text{ Bq}$

96 Bq

7 a I (x) = 100·(0,5)^(x/2)



–

b plaatje A is 2$d_{½,A}$ dik ⇒ I = 25%

plaatje B is $d_{½,B}$ dik ⇒ er wordt nog eens 50% geabsorbeerd dus I = 12,5%

12,5%

8

$\left.\begin{array}{l} \frac{1}{8} = \left(\frac{1}{2}\right)^3 \\ t_{1/2}\left({}^{14}C\right) = 5730\text{ j} \end{array}\right\} \Rightarrow t = 3 \cdot t_{1/2} = 3 \cdot 5730 = 17190 = 17 \cdot 10^3\text{ j}$

Ongeveer 17000 j geleden

9 a Binas tabel 25A: $E = 4{,}79$ MeV

Binas tabel 5: $1\text{ eV} = 1{,}602 \cdot 10^{-19}$ J

$\Rightarrow E = 4{,}79 \cdot 10^6 \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19} = 7{,}673.. \cdot 10^{-13} = 7{,}67 \cdot 10^{-13}$ J

$7{,}67 \cdot 10^{-13}$ J

b

$P = \frac{E}{t} = \frac{3{,}7 \cdot 10^{10} \cdot 7{,}673.. \cdot 10^{-13}}{1} = 0{,}0283.. = 0{,}028$ W

Opmerking: dochterkernen en latere instabiele generaties leveren ook nog vermogen.

28 mW

c Nodig voor opwarmen

$\left.\begin{array}{l} Q = c \cdot m \cdot \Delta T \\ c = 4{,}2 \cdot 10^3\text{ J/kg} \cdot {}^\circ\text{C} \\ m = 100\text{ g} = 0{,}100\text{ kg} \\ \Delta T = 100 - 20 = 80\ {}^\circ\text{C} \end{array}\right\} \Rightarrow Q = 4{,}2 \cdot 10^3 \cdot 0{,}100 \cdot 80 = 33600\text{ J}$

Dit komt vrij van het radium:

$Q = P \cdot t \Rightarrow 33600 = 0{,}0283.. \cdot t \Rightarrow t = 1{,}183.. \cdot 10^6\text{ s} = \frac{1{,}183.. \cdot 10^6}{7 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 1{,}95.. = 2{,}0$ weken

2,0 wk

10 a

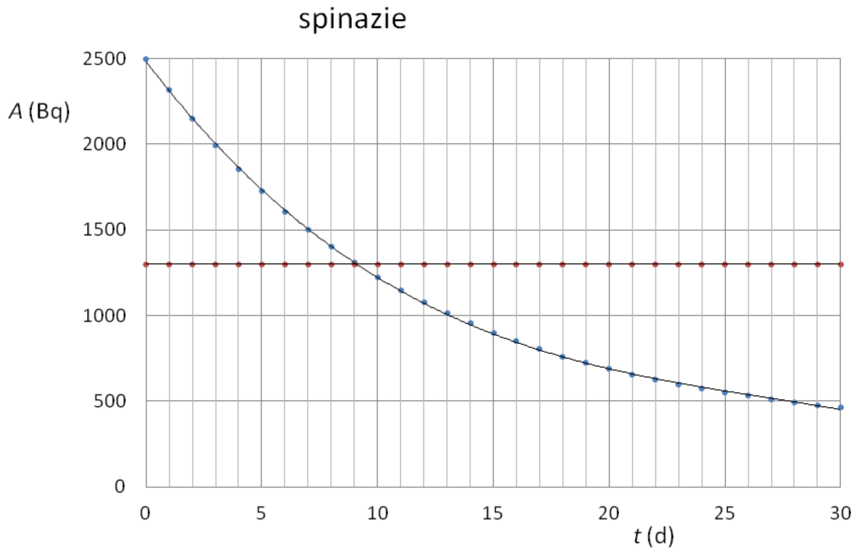
$P_e = 0{,}07 \cdot P_k$

$280 = 0{,}07 \cdot P_k \Rightarrow P_k = 4000 = 4 \cdot 10^3$ W

–

	b	$\left.\begin{array}{l} E_{k,\alpha} = 5{,}5 \text{ MeV} \\ 1 \text{ eV} = 1{,}602 \cdot 10^{-19} \text{ J} \end{array}\right\} \Rightarrow E_{k,\alpha} = 5{,}5 \cdot 10^{6} \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19} = 8{,}81.. \cdot 10^{-13} \text{ J}$ Aantal α-deeltjes per seconde $= \frac{4 \cdot 10^{3} \text{ J/s}}{8{,}81.. \cdot 10^{-13} \text{ J}} = 4{,}53.. \cdot 10^{15} = 4{,}5 \cdot 10^{15}$ Bq	$4{,}5 \cdot 10^{15}$ Bq
	c	Het geleverde vermogen *P* is evenredig met de activiteit *A*. Voor *P* kun je schrijven $P(t) = P(0) \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$ $100 = 280 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{t/86} \Rightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^{t/86} = \frac{100}{280} = 0{,}357..$ $\Rightarrow \frac{t}{86} \cdot \log\left(\frac{1}{2}\right) = \log(0{,}357..) \Rightarrow t = 86 \cdot \frac{\log(0{,}357..)}{\log\left(\frac{1}{2}\right)} = 127{,}.. = 1{,}3 \cdot 10^{2}$ jaar	$1{,}3 \cdot 10^{2}$ jaar
11	***a***	${}_{80}\text{Hg} \rightarrow {}_{79}\text{Au}$ In de kwikkern zou een proton moeten verdwijnen of veranderen in een neutron.	–
	b	${}_{82}\text{Pb} \rightarrow {}_{79}\text{Au}$ In de loodkern zouden drie protonen moeten verdwijnen of veranderen in neutronen.	–

Opgaven 8.2 – Toepassingen en gevaren van straling

12	***a***	β^-–verval: ${}^{40}_{19}\text{K} \rightarrow {}^{0}_{-1}\text{e} + {}^{40}_{20}\text{Ca} + \gamma$	–
	b	Binas tabel 25A: $E_{\beta^-} = 1{,}33$ MeV	–
	c	$\left.\begin{array}{l} E = N \cdot E_\beta = A \cdot t \cdot E_\beta \\ A = 4{,}4 \cdot 10^3 \text{ Bq} \\ t = 1 \text{ j } = 3{,}15 \cdot 10^7 \text{ s} \end{array}\right\} \Rightarrow E = 4{,}4 \cdot 10^3 \cdot 3{,}15 \cdot 10^7 \cdot 1{,}33 = 1{,}84.. \cdot 10^{11} \text{ MeV}$ $\left(\times 1{,}602 \cdot 10^{-13}\right) = 0{,}0295.. = 0{,}030 \text{ J}$	30 mJ
	d	$H = W_R \cdot \dfrac{E}{m} = 1 \cdot \dfrac{0{,}0295..}{60} = 4{,}92.. \cdot 10^{-4} = 4{,}9 \cdot 10^{-4} \text{ Sv}$	0,5 mSv
	e	K–vangst: ${}^{40}_{19}\text{K} + {}^{0}_{-1}\text{e} \rightarrow {}^{40}_{18}\text{Ar} + \gamma$	
13	***a***	$t_{½,Cs}$ = 30 j ⇒ 1 maand = 1/360·$t_{1/2,Cs}$ = 0,0028·$t_{½}$ ⇒ (0,5)^0,0028 = 0,998 ≈ 1 ⇒ de activiteit van het caesium blijft dus 300 Bq $t_{½,I}$ = 8,0 d ⇒ 1 maand = 30/8 = 3,75·$t_{½}$ ⇒ (0,5)^3,75 = 0,074 ⇒ de activiteit van het jodium neemt af tot 0,074·2200 = 164 Bq De totale activiteit na 1 maand is dus 464 Bq. Ergens in die maand zal de grens van 1300 Bq dus gepasseerd worden. *A* (*t*) = 300 + 2200·(0,5)^(*t*/8) met *t* in dagen. 	
	b	Aflezen: na 9 dagen. Berekenen met (0,5)^(*t*/8) = 1000/2200 ⇒ *t* = 9,1 d	9 d
	c	Nee, alleen al door het cesium kom je niet in een redelijke tijd beneden de 250 Bq.	–
14	***a***	De straling maakt het voedsel niet radioactief, maar zorgt wel voor sterilisatie ervan. Het voedsel raakt dus niet besmet. Vanuit het oogpunt van gezondheid is er geen bezwaar tegen bestraald voedsel.	–

b Ja

$$\left.\begin{array}{l} N(t) = N(0)\cdot\left(\tfrac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \\ t_{1/2}\left({}^{32}\mathrm{P}\right) = 14{,}3\ \mathrm{d} \end{array}\right\} \Rightarrow \text{na een half jaar is } \left(\tfrac{1}{2}\right)^{185/14{,}3} \approx \left(\tfrac{1}{2}\right)^{13} = 1{,}27..\cdot 10^{-4}$$

–

Er is dan nog maar 0,01% over van de hoeveelheid ${}^{32}\mathrm{P}$ die door de plant opgenomen was. Heel erg weinig dus, terwijl de hoeveel opgenomen P ook al niet veel geweest zal zijn.

15 a

$t_{1/2}\left({}^{99m}Tc\right) = 6{,}0$ u: γ-straler

$t_{1/2}\left({}^{131}I\right) = 8{,}0$ d: β⁻- en γ-straler

(De γ's worden gebruikt voor het onderzoek.)

–

b $t_{1/2}\left({}^{99}Tc\right) = 2{,}2\cdot 10^{5}$ j

Met zo lange halveringstijd is de activiteit, en dus de stralingsbelasting, van deze β^-−straler heel erg klein.

–

c

- De γ−straler ${}^{99m}Tc$ geeft veel minder schade in het lichaam dan de β^-−straler ${}^{131}I$
- ${}^{99m}Tc$ heeft een veel kortere halveringstijd en is dus veel eerder uit het lichaam verdwenen.

–

d γ's met een kleinere energie geven een scherpere afbeelding. Zie uitleg opgave 25

–

16 a De afstand wordt $\frac{25}{0{,}5} = 50\times$ zo klein.

De straling wordt nu verdeeld over een oppervlak dat $50^2 = 2500\times$ zo klein is.
De ontvangen dosis neemt dan met een factor 2500 toe.

2500

b

$$H = W_R\cdot\frac{E}{m} \Rightarrow E = \frac{H\cdot m}{W_R} \Rightarrow \left|\begin{array}{l} E_1 = \dfrac{H_1\cdot m}{W_{R,1}} = \dfrac{20\cdot 10^{-3}\cdot 60}{1} = 1{,}2\ \mathrm{J} \\ E_2 = \dfrac{H_2\cdot m}{W_{R,2}} = \dfrac{20\cdot 10^{-3}\cdot 60}{2} = 0{,}60\ \mathrm{J} \end{array}\right\}$$

$\Rightarrow E = 1{,}2 + 0{,}60 = 1{,}8$ J

1,8 J

17 a

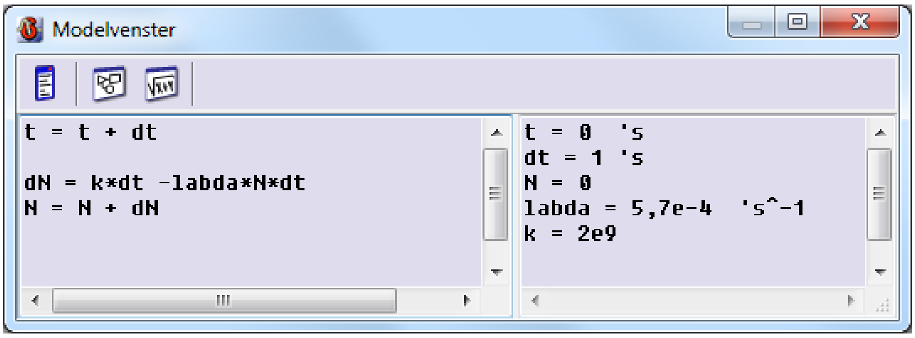
$${}^{14}_{7}\mathrm{N} + {}^{1}_{1}\mathrm{H} \rightarrow {}^{11}_{6}\mathrm{C} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$$

$${}^{11}_{6}\mathrm{C} \rightarrow {}^{0}_{1}\mathrm{e} + {}^{11}_{5}\mathrm{B}$$

–

b Er had moeten staan: schets in plaats van teken, want er is niet gegeven met welke intensiteit het ^{14}N wordt bestraald. Logaritmisch papier is niet bruikbaar voor deze opgave. Daar heb je alleen wat aan bij een aflopende e-macht.

Met dit model is de eerste grafiek getekend:

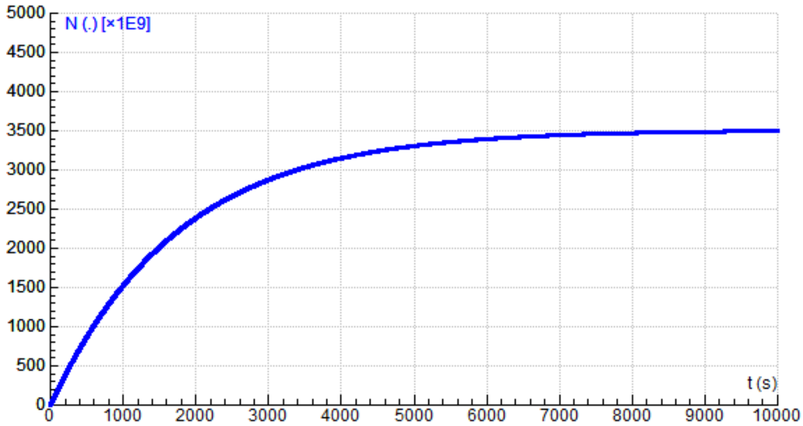


k is de intensiteit van de bundel protonen; we kiezen daarvoor $2 \cdot 10^9$ protonen per s.

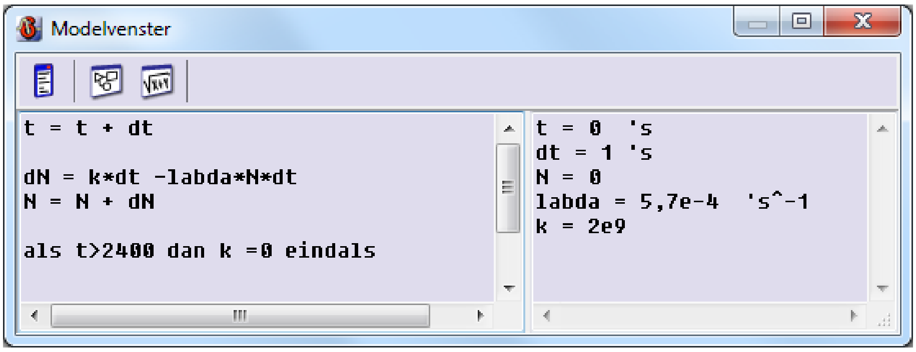
λ is berekend met $t_{½} = 20{,}4$ min uit Binas via $\lambda \cdot t_{½} = \ln 2$.

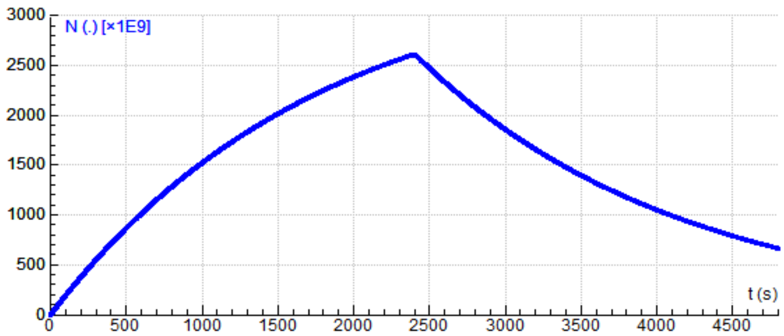
Uit dit Coach-model blijkt dat *N* nooit boven $3{,}5 \cdot 10^{12}$ uitkomt, hoe lang je ook bestraalt. Je kunt dit ook zien door de eis te stellen dat $dN = 0 \Rightarrow N = k/\lambda$.

Vul de waarden voor *k* en λ maar in.



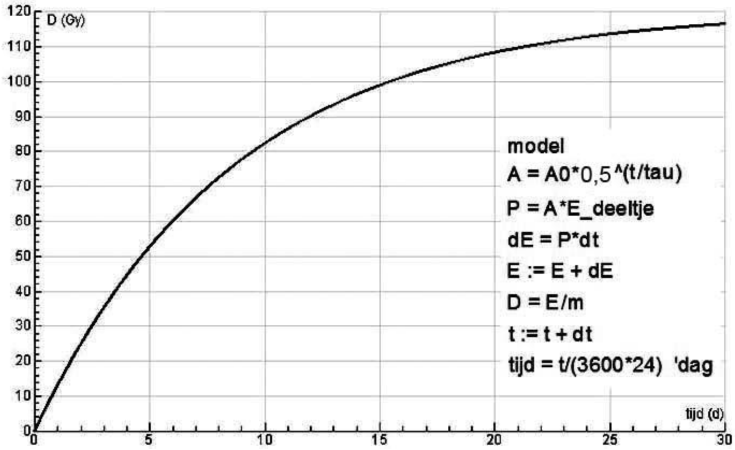
Met dit model is de tweede grafiek getekend:





18 ***a*** De grafiek loopt steeds minder steil: het tempo waarin de dosis toeneemt wordt lager. Dat tempo wordt bepaald door de activiteit van ^{131}I. Die activiteit wordt dus kleiner.

b



60 Gy 6 d / 90 Gy 12 d / 105 Gy 18 d

Tussen 0 d en 6 d is de dosis toegenomen met 60 Gy
tussen 6 d en 12 d met 30 Gy
tussen 12 d en 18 d met 15 Gy.

Na 6 d is de toename dus steeds de helft van de vorige toename $\Rightarrow$ $t_{½}$ = 6 d.

c In *Binas* staat $t_{½}$ = 6 d. We vinden een lagere $t_{½}$ omdat jodium ook langs natuurlijke weg uit het lichaam verdwijnt.

Opgaven hoofdstuk 8

19 *a* Z = 63 hoort bij Eu, europium

b $^{147}_{63}\text{Eu}\left|\begin{array}{l}\text{massagetal: 147 protonen + neutronen}\\ \text{atoomnummer: 63 protonen}\end{array}\right\}\Rightarrow 147-63=84\text{ neutronen}$

84

20 *a* $t_{1/2}\left({}^{33}\text{P}\right)=25\text{ d}$

25 d

b $N(t)=N(0)\cdot\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$

Na 200 dagen is nog over $\dfrac{N(200)}{N(0)}=\left(\frac{1}{2}\right)^{200/25}=0{,}00390..=0{,}4\%$

Dus is vervallen $100-0{,}4=99{,}6\%$

99,6%

c $A(t)=A(0)\cdot\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}=A(0)\cdot 0{,}001$

$\Rightarrow\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}=0{,}001$

$\Rightarrow\log\left(\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}\right)=\log(0{,}001)$

$\Rightarrow\left(\dfrac{t}{t_{1/2}}\right)\cdot\log\left(\frac{1}{2}\right)=\log(0{,}001)$

$\Rightarrow t=t_{1/2}\cdot\dfrac{\log(0{,}001)}{\log\left(\frac{1}{2}\right)}=25\cdot\dfrac{-3}{-0{,}301..}=249{,}1..=249\text{ d}$

N.B. $\frac{1}{1000}\approx\frac{1}{1024}=\frac{1}{2^{10}}=\left(\frac{1}{2}\right)^{10}\Rightarrow t/t_{1/2}\approx 10\Rightarrow t\approx 10\cdot t_{1/2}=10\cdot 25=250\text{ d}$

250 d

21 *a* Je hebt deze formule nodig: $A(t)=\dfrac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}}\cdot N(t)$.

N van ^{40}K is $1\cdot 10^{-4}\cdot 8{,}0\cdot 10^{21}=8{,}0\cdot 10^{17}$

Invullen geeft:

$13=\dfrac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}}\cdot 8\cdot 10^{17}\ \Rightarrow\ t_{\frac{1}{2}}=\dfrac{\ln 2\cdot 8\cdot 10^{17}}{13}=4{,}3\cdot 10^{16}\text{ s}=\dfrac{4{,}3\cdot 10^{16}}{3{,}15\cdot 10^{7}}=1{,}4\cdot 10^{9}\text{ jaar}$

Volgens *Binas* $1{,}28\cdot 10^{9}$ y

$1{,}4\cdot 10^{9}$ y

b Je meet dan dezelfde activiteit want $1{,}4\cdot 10^{9}$ y » mensenlven.

–

22 *a* Gebruik deze formule: $A(t)=\dfrac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}}\cdot N(t)$ met $t_{1/2}$ in s.

$A(t)=\dfrac{\ln 2}{4{,}54\cdot 24\cdot 3600}\cdot 5{,}0\cdot 10^{18}=8{,}8\cdot 10^{12}\text{ Bq}$

$8{,}8\cdot 10^{12}$ Bq

b $5{,}0\cdot 10^{6}=\dfrac{\ln 2}{1{,}60\cdot 10^{3}\cdot 3{,}15\cdot 10^{7}}\cdot N(t)\ \Rightarrow\ N=3{,}6\cdot 10^{17}$

$3{,}6\cdot 10^{17}$

c De isotoop ^{204}Pb heeft een halveringstijd van $1{,}4\cdot 10^{17}$ y. Daarvan zal de activiteit in een mensenleven dus niet merkbaar veranderen.

^{204}Pb

23

$^{204}_{82}\text{Pb}+{}^{0}_{-1}\text{e}\rightarrow{}^{204}_{81}Tl$

$^{207}_{82}\text{Pb}+{}^{0}_{-1}\text{e}\rightarrow{}^{207}_{81}Tl$

$^{208}_{82}\text{Pb}+{}^{0}_{-1}\text{e}\rightarrow{}^{208}_{81}Tl$

$^{206}_{82}\text{Pb}+{}^{0}_{-1}\text{e}\rightarrow{}^{206}_{81}Tl$

Al deze thalliumisotopen zijn β−stralers: dat helpt dus niet als beveiliging.

–

24 ***a***

Eerst verpakken, daarna bestralen.
De γ–straling dringt door de verpakking heen. De inhoud wordt en blijft steriel.

Antwoord: –

b

$$E = N \cdot E_\gamma = A \cdot t \cdot E_\gamma$$

$$\Rightarrow E = 8{,}0 \cdot 10^{16} \cdot 10 \cdot 1{,}25 = 1 \cdot 10^{18}\ \text{MeV} = \left(\times 1{,}602 \cdot 10^{-13}\right) 1{,}602 \cdot 10^{5}\ \text{J}$$

$$D = \frac{\frac{1}{2} \cdot E}{m}$$

$$\Rightarrow D = \frac{\frac{1}{2} \cdot 1{,}60.. \cdot 10^{5}}{5{,}0} = 1{,}60.. \cdot 10^{4} = 1{,}6 \cdot 10^{4}\ \text{Gy}$$

In feite zal de dosis kleiner zijn, want nu wordt ervan uitgegaan dat alle straling door de inhoud van de doos geabsorbeerd wordt. In de praktijk gaat een groot gedeelte van de γ's door de doos heen.

Antwoord: 16 kGy

c

Gebruik Binas tabel 28[F] voor een schatting van de halveringsdikte

$$\left.\begin{array}{l} E_\gamma = 1{,}0\ \text{MeV} \rightarrow d_{1/2,\,\text{Pb}} = 0{,}86\ \text{cm} \\ E_\gamma = 2{,}0\ \text{MeV} \rightarrow d_{1/2,\,\text{Pb}} = 1{,}34\ \text{cm} \end{array}\right\}$$

$$\Rightarrow E_\gamma = 1{,}25\ \text{MeV} \rightarrow d_{1/2,\,\text{Pb}} = 0{,}86 + \tfrac{1}{4} \cdot (1{,}34 - 0{,}86) \approx 1\ \text{cm}$$

Dan $\left(\frac{1}{2}\right)^{d/d_{1/2}} \approx \left(\frac{1}{2}\right)^{4/1} = \frac{1}{16}$

De intensiteit zal door de afscherming met een factor 16 afnemen.

Antwoord: 16

25 ***a***

Je hebt ook tabel 7B nodig om u om te rekenen in kg.
massagetal$_{226\text{-Ra}}$ = 226,02540 u = 226,02540·1,660538921·10^{-27} = 3,7642·10^{-25} kg

Antwoord: 3,76·10^{-25} kg

b

N = (1,0·10^{-3}) / (3,7642·10^{-25}) = 2,67·10^{21}

Antwoord: –

c

$$A(t) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} \cdot N(t) \ \Rightarrow\ t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2 \cdot N}{A}$$

Invullen $\Rightarrow\ t_{\frac{1}{2}} = \dfrac{\ln 2 \cdot 2{,}67 \cdot 10^{21}}{3{,}7 \cdot 10^{10}} = 4{,}9768 \cdot 10^{10}\ \text{s} = \dfrac{4{,}9768 \cdot 10^{10}}{3{,}15 \cdot 10^{7}} = 1{,}58 \cdot 10^{3}\ y$

Volgens *Binas* 1,60·10^{3} y

Antwoord: 1,58·10^{3} y

26 ***a***

$$\text{rc} = -\frac{8{,}2 \cdot 10^{5}}{14{,}5 \cdot 10^{3} \cdot 3{,}15 \cdot 10^{7}} = -1{,}80 \cdot 10^{-6}\ \text{Bq} \ \Rightarrow\ A = 1{,}80 \cdot 10^{-6}\ \text{Bq}$$

Antwoord: 1,8·10^{-6} Bq

b

N = 5·10^{5} kernen ; $t_{½}$ = 5730 y = 5730·3,15·10^{7} = 1,80·10^{11} s

Invullen in de formule $A(t) = \dfrac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} \cdot N(t) \Rightarrow$ A = 1,9·10^{-6} Bq

Antwoord: 1,9·10^{-6} Bq

27 ***a***[1]

$E_\alpha = 4{,}79$ MeV Binas tabel 25

Antwoord: –

a[2]

$$\left.\begin{array}{l} E = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \\ E = 4{,}79 \cdot 10^{6} \cdot 1{,}60.. \cdot 10^{-19} = 7{,}673.. \cdot 10^{-13}\ \text{J} \end{array}\right\} 7{,}673.. \cdot 10^{-13} = \tfrac{1}{2} \cdot 6{,}6 \cdot 10^{-27} \cdot v^2$$

$$\Rightarrow v^2 = 2{,}325.. \cdot 10^{14} \Rightarrow v = 1{,}52.. \cdot 10^{7} = 1{,}5 \cdot 10^{7}\ \text{m/s}$$

N.B. Dit is ongeveer 5% van de lichtsnelheid. Voor de berekening zou je eigenlijk de relativiteitstheorie moeten gebruiken. Je zou dan uitkomen op een wat lager waarde.

Antwoord: –

b

$$\frac{4{,}79\ \text{MeV}}{34\ \text{eV}} = \frac{4{,}79 \cdot 10^{6}}{34} = 1{,}40.. \cdot 10^{5} = 1{,}4 \cdot 10^{5}\ \text{ionen}$$

Antwoord: 1,4·10^{5}

c

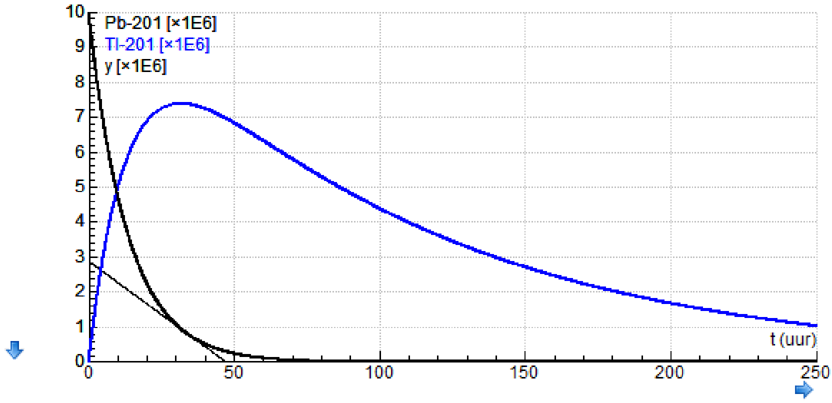
$$\left.\begin{array}{l} \text{dracht } \Delta x = v_{gem} \cdot \Delta t \\ v_{gem} = \frac{1{,}52.. \cdot 10^{7} + 0}{2} = 0{,}76 \cdot 10^{7}\ \text{m/s} \end{array}\right\} \Rightarrow 0{,}03 = 0{,}76 \cdot 10^{7} \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = 4 \cdot 10^{-9}\ \text{s}$$

Antwoord: 4 ns

	d	$P_{bron} = A \cdot E_\alpha$. Hier is A de activiteit van de bron. $P_{bron} = A \cdot E_\alpha = 5 \cdot 10^4 \cdot 4{,}79 \cdot 10^6 \cdot 1{,}60.. \cdot 10^{-19} = 3{,}83.. \cdot 10^{-8}$ W Hiervan bereikt 10% het scherm. $I = \dfrac{0{,}10 \cdot P_{bron}}{A}$. Hier is A het schermoppervlak. $I = \dfrac{0{,}10 \cdot P_{bron}}{A} = \dfrac{0{,}10 \cdot 3{,}83.. \cdot 10^{-8}}{0{,}10 \cdot 0{,}10} = 3{,}83.. \cdot 10^{-7} = 4 \cdot 10^{-7}$ W/m^2	$4 \cdot 10^{-7}$ W/m^2
28	*a*	${}^{131}_{53}\mathrm{I} \rightarrow {}^{0}_{-1}\mathrm{e} + {}^{131}_{54}\mathrm{Xe}$	–
	b	Bij een activiteit A = 1 Bq neemt een volwassene per dag op $H = 22\ (\mathrm{m}^3) \cdot 5{,}9 \cdot 10^{-6}\ (\mathrm{Sv/m}^3) = 1{,}29.. \cdot 10^{-4}\ \mathrm{Sv} = 1{,}29.. \cdot 10^{-4}\,\mathrm{J/kg}$ $\Rightarrow E = 24 \cdot 10^{-3}\ (\mathrm{kg}) \cdot 1{,}29.. \cdot 10^{-4}\ (\mathrm{J/kg}) = 3{,}11.. \cdot 10^{-6} = 3{,}1 \cdot 10^{-6}$ J Voor een kind is dat $H = 15\ (\mathrm{m}^3) \cdot 8{,}3 \cdot 10^{-6}\ (\mathrm{Sv/m}^3) = 1{,}24.. \cdot 10^{-4}\ \mathrm{Sv} = 1{,}24.. \cdot 10^{-4}$ J/kg $\Rightarrow E = 15 \cdot 10^{-3}\ (\mathrm{kg}) \cdot 1{,}24.. \cdot 10^{-4}\ (\mathrm{J/kg}) = 1{,}86.. \cdot 10^{-6} = 1{,}9 \cdot 10^{-6}$ J Een volwassene absorbeert de meeste stralingsenergie.	–
	c	1. Bij jodiumconcentratie 10 mg/dm^3 is de opname door de schildklier geringer dan bij een normale concentratie van 0,5 mg/dm^3: zie grafiek. 2. Het jodium dat de schildklier toch nog opneemt zal voor een verhoudingsgewijs geringer deel bestaan uit radioactief jodium.	–
	d	Tot een maand na het ongeluk. De halveringstijd van ^{131}I is 8 d. Na vier halveringstijden = 32 d is in de omgeving nog maar ongeveer 6% van het radioactieve jodium over.	–
29	*a*	$^{99}\mathrm{Tc}^{m}$ is een γ−straler met een halveringstijd van 6,0 uur, $A(t) = A(0) \cdot \left(\tfrac{1}{2}\right)^{t/6{,}0}$ $\dfrac{A(t)}{A(0)} = 0{,}20 = \left(\tfrac{1}{2}\right)^{t/6{,}0} \Rightarrow \dfrac{t}{6{,}0} \cdot \log\left(\tfrac{1}{2}\right) = \log(0{,}20) \Rightarrow t = 13.9.. = 14$ uur	14 u
	b	Eerst de totale ‘dode tijd’ berekenen: $5\% \rightarrow 250\ \mathrm{ns} \Rightarrow 100\% \rightarrow 20 \times 250 = 5000\ \mathrm{ns} = 5000 \cdot 10^{-9} = 5 \cdot 10^{-6}$ s De camera kan per seconde maximaal $\dfrac{1}{5 \cdot 10^{-6}} = 2 \cdot 10^5$ γ's verwerken.	$2 \cdot 10^5$
	c	De β’s van ^{43}K leveren geen bijdrage aan de afbeelding; zij worden geabsorbeerd door het omringende weefsel en kunnen daar schade aanbrengen. $^{99}\mathrm{Tc}^{m}$ heeft dat nadeel niet. Dat zendt alleen γ’s uit.	–
30	*a*	De hoeveelheid ^{201}Tl neemt eerst toe doordat ^{201}Pb vervalt. Op den duur neemt dat verval af en ga je ook merken dat ^{201}Tl vervalt.	–
	b	De toename door het verval van Pb is dan even groot als de afname door het verval van Tl.	–

c

$$\text{rc} = -\frac{2{,}8 \cdot 10^6}{46 \cdot 3600} = -16{,}9\ \text{Bq} \Rightarrow A = 16{,}9 = 17\ \text{Bq}$$



17 Bq

d

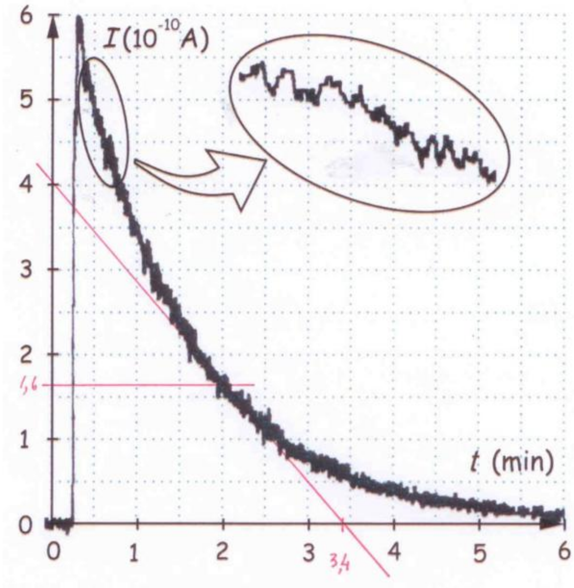
$$A(t) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} \cdot N(t) \Rightarrow t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2 \cdot N}{A}$$

$N = 7{,}4 \cdot 10^6$ kernen ^{201}Tl $\Rightarrow$ $t_{½} = 3{,}0 \cdot 10^5$ s = 84 h

Je kunt ook meten aan de blauwe lijn na *t* 70 h, want dan heb je alleen maar met ^{201}Tl te maken.

84 h

31 -



$$\text{rc} = -\frac{4{,}0 \cdot 10^{-10}}{3{,}4 \cdot 60} = -1{,}96 \cdot 10^{-12}\ \text{A/s} = -\lambda \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-10} \Rightarrow$$

$$\lambda = 1{,}225 \cdot 10^{-2}\ \text{s}^{-1} \Rightarrow t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{1{,}225 \cdot 10^{-2}} = 56{,}6 = 57\ \text{s}$$

Volgens Binas is de waarde 55,6 s.

57 s