

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

Zonvolgsysteem

1 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De twee parallelle takken ABD en ACD zijn identiek. Dus staat er geen spanning over de motor en loopt er geen stroom door de motor.

- inzicht dat beide parallelle takken identiek zijn / inzicht in de symmetrie van de schakeling 1
- inzicht dat $U_{AB} = U_{AC}$ of $U_{DB} = U_{DC}$ 1

2 maximumscore 3

uitkomst: verlichtingssterkte $E = 39 \cdot 10^3$ lux (met een marge van $2 \cdot 10^3$ lux)

voorbeelden van een bepaling:

methode 1

Omdat door de hoofdkring een stroom loopt van 100 mA, loopt door elke tak een stroom van 50 mA. Voor elke tak geldt: $U_T = I_T R_T$.

Invullen levert: $7,5 = 50 \cdot 10^{-3} R_T$.

Dit geeft: $R_T = 150 \Omega$.

Er geldt: $R_T = R_1 + R_{LDR}$.

Dit levert: $R_{LDR} = 100 \Omega = 0,10 \text{ k}\Omega$.

Aflezen in figuur 3 geeft: verlichtingssterkte $E = 39 \cdot 10^3$ lux.

- gebruik van $U = IR$ met $I_{LDR} = \frac{1}{2} I_{\text{bron}}$ 1
- inzicht dat $R_T = R_1 + R_{LDR}$ 1
- completeren van de bepaling 1

of

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

methode 2

Omdat door de hoofdkring een stroom loopt van 100 mA, loopt door elke tak een stroom van 50 mA.

Voor weerstand R_1 geldt: $U_{R_1} = I_{R_1} R_1 = 50 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 2,5 \text{ V}$.

Dan geldt voor LDR₁: $U_{\text{LDR}_1} = U - U_{R_1} = 7,5 - 2,5 = 5,0 \text{ V}$.

Dan geldt: $R_{\text{LDR}} = \frac{U_{\text{LDR}}}{I} = \frac{5,0}{50 \cdot 10^{-3}} = 100 \text{ } \Omega = 0,10 \text{ k}\Omega$.

Aflezen in figuur 3 geeft: verlichtingssterkte $E = 39 \cdot 10^3 \text{ lux}$.

- gebruik van $U = IR$ met $I_{\text{LDR}} = \frac{1}{2} I_{\text{bron}}$ 1
- inzicht dat $U_T = U_1 + U_{\text{LDR}}$ 1
- completeren van de bepaling 1

3 maximumscore 3 altijd toekennen

Toelichting:

Het antwoord in het correctievoorschrift gaat uit van een spanningsdeling over de twee serieweerstanden in de rechtersak (R_2 en R_{LDR_2}).

Deze redenering is alleen juist als de stroomsterkte in beide weerstanden gelijk is, dus ófwel als de motor een zeer grote weerstand heeft ófwel wanneer uitgegaan wordt van een infinitesimale verandering van R_{LDR_2} ten opzichte van de evenwichtssituatie.

In feite wordt hier dus een benadering vereist: een redenering als ware het twee losse parallelle takken met ieder twee weerstanden in serie en de bijbehorende spanningsdeling.

Deze benadering kan niet van kandidaten verwacht worden.

Een exacte redenering over de richting van de stroomsterkte door de motor dan wel over de spanning over R_{LDR_2} vereist toepassing van de wetten van Kirchhoff, waarbij minimaal vier gekoppelde vergelijkingen opgelost moeten worden.

Ook dat kan niet van kandidaten worden verwacht.'

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

Cessna

4 maximumscore 5

uitkomst: $\alpha = 7,8^\circ$

voorbeeld van een berekening:

In verticale richting geldt: $F_{\text{lift}} = F_z = mg = 710 \cdot 9,81 = 6,965 \cdot 10^3 \text{ N}$.

De motorkracht kan berekend worden met behulp van het vermogen:

$$P_m = 0,70 \cdot 100 \text{ pk} = 0,70 \cdot 100 \cdot 7,457 \cdot 10^2 = 5,220 \cdot 10^4 \text{ W}.$$

Er geldt: $P_m = F_m v$. Dus geldt: $F_m = \frac{P_m}{v} = \frac{5,220 \cdot 10^4}{55} = 9,49 \cdot 10^2 \text{ N}$.

In de horizontale richting geldt: $F_{w,\text{lucht}} = F_m = 9,49 \cdot 10^2 \text{ N}$.

Voor hoek α geldt: $\tan \alpha = \frac{F_{w,\text{lucht}}}{F_{\text{lift}}} = \frac{9,49 \cdot 10^2}{6,965 \cdot 10^3} = 0,136$.

Hieruit volgt: $\alpha = 7,8^\circ$.

- inzicht dat $F_{\text{lift}} = F_z = mg$ 1
- omrekenen van pk naar W en toepassen van de factor 0,70 1
- inzicht dat $P = F_m v$ met $F_m = F_{w,\text{lucht}}$ 1
- inzicht dat $\tan \alpha = \frac{F_{w,\text{lucht}}}{F_{\text{lift}}}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als het vermogen in pk als kracht gebruikt wordt, het derde en vijfde scorepunt niet toekennen.

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

5 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

$$F_{\text{lift}} = \frac{1}{2} \rho A_{\text{vleugel}} C_{\text{lift}} v^2 \text{ geeft: } C_{\text{lift}} = \frac{2F_{\text{lift}}}{\rho A_{\text{vleugel}} v^2}$$

$$\text{Dus geldt: } [C_{\text{lift}}] = \frac{[F_{\text{lift}}]}{[\rho] \cdot [A_{\text{vleugel}}] \cdot [v]^2}.$$

$$\text{Ofwel: } [C_{\text{lift}}] = \frac{\text{N}}{\text{kg m}^{-3} \cdot \text{m}^2 \cdot (\text{m s}^{-1})^2} = \frac{\text{N}}{\text{kg m s}^{-2}} \left(= \frac{\text{kg m s}^{-2}}{\text{kg m s}^{-2}} = 1. \right)$$

invullen van de eenheden van de grootheden in de formule
completeren van het antwoord en consequente conclusie

1
2

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

6 maximumscore 4

uitkomst: $C_{\text{lift}} = 0,26$

voorbeeld van een bepaling:

De vleugeloppervlakte in cm^2 van de Cessna kan geschat worden aan de hand van de figuur op de uitwerkbijlage: $A_{\text{vleugel}} \approx 2 \cdot 5,5 \cdot 2,1 = 23 \text{ cm}^2$.

De spanwijdte van 10,7 m komt overeen met een lengte in de figuur van 13,9 cm.

1,0 m in werkelijkheid komt dus overeen met $\frac{13,9}{10,7} = 1,30$ cm in de figuur.

Dus 1 m^2 in werkelijkheid komt overeen met $1 \cdot 1,3^2 = 1,69 \text{ cm}^2$.

Dus geldt voor de vleugeloppervlakte: $A_{\text{vleugel}} = \frac{23}{1,69} = 13,6 \text{ m}^2$.

In verticale richting geldt: $F_{\text{lift}} = F_z = mg = 710 \cdot 9,81 = 6,97 \cdot 10^3 \text{ N}$.

Voor de liftcoëfficiënt geldt dan:

$$C_{\text{lift}} = \frac{2F_{\text{lift}}}{\rho A_{\text{vleugel}} v^2} = \frac{2 \cdot 6,97 \cdot 10^3}{1,293 \cdot 13,6 \cdot 55,0^2} = 0,26.$$

- gebruik van $F_{\text{lift}} = \frac{1}{2} \rho A_{\text{vleugel}} C_{\text{lift}} v^2$ met $1,0 \text{ kg m}^{-3} \leq \rho < 1,4 \text{ kg m}^{-3}$ 1
- schatten van de vleugeloppervlakte op de uitwerkbijlage tussen 20 cm^2 en 26 cm^2 1
- gebruik van de schaalfactor 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerkingen

- *Het gebruik van de schaalfactor mag impliciet gebeuren.*
- *Als een fout gemaakt wordt in de eenheid van C_{lift} : niet aanrekenen.*
- *Als de vleugeloppervlakte in drie significante cijfers is bepaald en de uitkomst in vier significante cijfers is gegeven: goed rekenen.*
- *Als de lengte van het zijaanzicht met het staartstuk is bepaald en dit leidt tot een andere uitkomst: niet aanrekenen.*

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

7 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De twee gegeven krachten geven een resulterende kracht (die schuin naar beneden gericht is).

De horizontale component van de resulterende kracht treedt op als middelpuntzoekende kracht (waardoor het vliegtuig een bocht maakt / in een cirkelbeweging komt).

De verticale component van de resulterende kracht zorgt ervoor dat het vliegtuig daalt.

- inzicht dat er een resulterende kracht is 1
- inzicht dat de horizontale component hiervan optreedt als middelpuntzoekende kracht / zorgt dat het vliegtuig een bocht maakt 1
- inzicht dat de verticale component zorgt dat het vliegtuig hoogte verliest 1

Opmerking

De term ‘middelpuntzoekende kracht’ hoeft niet per se genoemd te worden.

8 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

$$E_k = E_k + P_{netto} \cdot dt$$

- inzicht dat E_k verandert met $P_{netto} \cdot dt$ 1
- inzicht dat E_k toeneemt 1

9 maximumscore 3

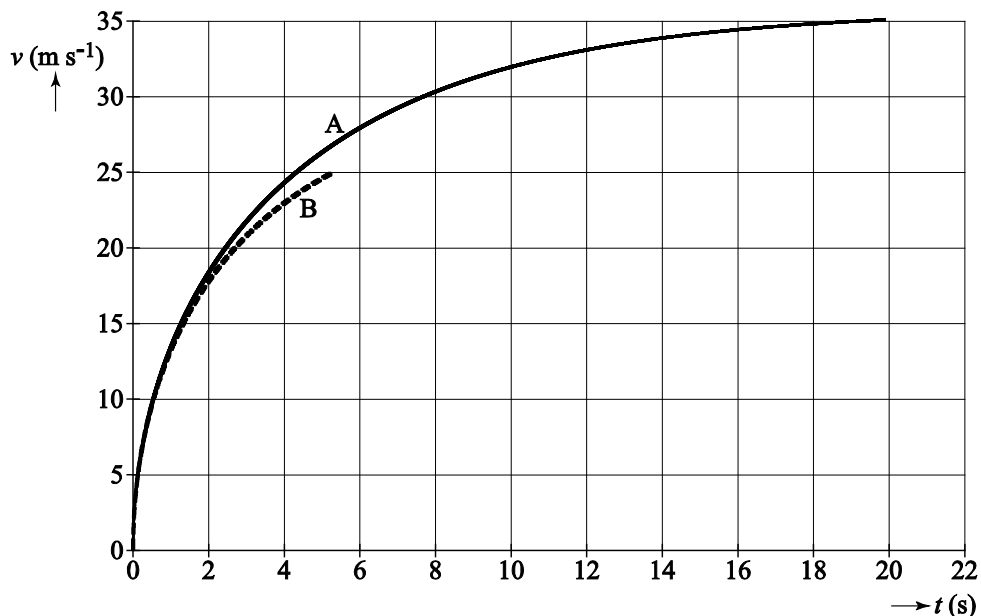
voorbeeld van een antwoord:

- Er moet gerekend worden met de snelheid van het vliegtuig ten opzichte van lucht.
- De windsnelheid v_{wind} in het model is positief gekozen. De factor $(v - v_{wind})$ zal dientengevolge kleiner zijn (dan zonder wind). (Dus is de snelheid van het vliegtuig ten opzichte van de wind kleiner / de grootte van de (lucht)wrijvingskracht en/of de liftkracht kleiner.)
Dus is er sprake van meewind.

- inzicht dat er sprake is van de snelheid van het vliegtuig ten opzichte van lucht 1
- inzicht dat de factor $(v - v_{wind})$ kleiner wordt 1
- consequente conclusie 1

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

10 maximumscore 3
 voorbeeld van een antwoord:



- de grafiek begint bij $v = 0 \text{ m s}^{-1}$ en eindigt bij $v = 25 \text{ m s}^{-1}$ (met een marge van 1 m s^{-1}) 1
- de grafiek begint bij $t = 0 \text{ s}$ en eindigt bij $t = 5,4 \text{ s}$ (met een marge van $0,2 \text{ s}$) 1
- de grafiek loopt onder grafiek A met dezelfde vorm 1

Opmerking

Als de grafiek wel door het punt ($t = 5,4 \text{ s}$, $v = 25 \text{ m s}^{-1}$) gaat, maar daar niet stopt, maximaal 2 scorepunten toekennen.

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

Sirius B als Quantumsysteem

11 maximumscore 2

uitkomst: $T = 2,52 \cdot 10^4$ K

voorbeeld van een berekening:

$$\lambda_{\max} T = k_W \rightarrow 115 \cdot 10^{-9} T = 2,898 \cdot 10^{-3} \rightarrow T = 2,52 \cdot 10^4 \text{ K.}$$

- gebruik van $\lambda_{\max} T = k_W$ 1
- completeren van de berekening 1

12 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

- Er zijn bij alle genoemde kernen evenveel protonen als neutronen (en bij elk proton hoort één elektron.)
- (De massa van een elektron is te verwaarlozen ten opzichte van de massa van een kerndeeltje.)

$$\text{Er geldt dan: } N_e = \frac{M_{\text{zon}}}{m_p + m_n} = \frac{2 \cdot 10^{30}}{2 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27}} \approx 6 \cdot 10^{56}.$$

- inzicht dat alle betrokken kernen evenveel protonen als neutronen hebben 1
- inzicht dat $N_e = \frac{M_{\text{zon}}}{m_p + m_n}$ en opzoeken van de massa van de zon 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als de berekening is geëindigd met de uitkomst 10^{57} : goed rekenen.

13 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

$$\text{Er geldt: } V = N_e d^3 \rightarrow 8,1 \cdot 10^{20} = 6 \cdot 10^{56} \cdot d^3 \rightarrow d = 1 \cdot 10^{-12} \text{ m.}$$

- inzicht dat $V = N_e d^3$ 1
- completeren van de berekening 1

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

14 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

- In de lengte L van de energieput past een geheel aantal halve golflengtes. Dus geldt: $L = n \frac{1}{2} \lambda$. Omschrijven levert de gegeven formule.
- Invullen levert: $\lambda_{B,\min} = \frac{2L}{n_{\max}} = \frac{2 \cdot 5,8 \cdot 10^6}{8,4 \cdot 10^{18}} = 1,4 \cdot 10^{-12}$ m.
- Deze minimale de Broglie-golflengte is in de orde van grootte van de onderlinge afstand $d = 1 \cdot 10^{-12}$ m. (Dus zijn er quantumeffecten door overlap van golven.)
- inzicht dat in de lengte L van de energieput een geheel aantal halve golflengtes past 1
- gebruik van $\lambda_B = \frac{2L}{n}$ met $n = n_{\max}$ 1
- completeren van de berekening 1
- constatering dat de minimale de Broglie-golflengte in de orde van grootte van de onderlinge afstand is 1

Opmerking

In deze vraag hoeft uiteraard geen rekening gehouden te worden met significantie.

15 maximumscore 3

voorbeeld van antwoord:

- (Er geldt: $E_n = n^2 \frac{h^2}{8mL^2}$.) De energie van elk niveau en daarmee de som van alle energieën neemt toe als L afneemt.
- Als de ster door de gravitatie-energie E_g zou krimpen, wordt L kleiner en daarmee neemt $E_{k,Q}$ toe. Hierdoor zal de ster zich (steeds meer) verzetten tegen ineenstorting.
- De meest stabiele (evenwichts)situatie zal optreden bij het minimum van de totale energie E_{tot} .
Dit is bij een straal van $6 \cdot 10^6$ m (met een marge van $1 \cdot 10^6$ m).
- inzicht dat de energieën in een energieput toenemen als de afmetingen van de energieput kleiner worden 1
- inzicht dat de ster zich verzet tegen ineenstorting door toenemende $E_{k,Q}$ 1
- aflezen van de straal bij het minimum van E_{tot} 1

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

Protonenweegschaal?

16 maximumscore 3

uitkomst: $v = 558 \text{ m s}^{-1}$

voorbeeld van een bepaling:

In de grondfrequentie geldt: $\ell = \frac{1}{2} \lambda$.

Hieruit volgt voor de golflengte: $\lambda = 2\ell = 2 \cdot 150 \cdot 10^{-9} = 300 \cdot 10^{-9} \text{ m}$.

Voor de golfsnelheid geldt dan: $v = \lambda f = 300 \cdot 10^{-9} \cdot 1,86 \cdot 10^9 = 558 \text{ m s}^{-1}$.

- inzicht dat in de grondfrequentie geldt: $\ell = \frac{1}{2} \lambda$ 1
- gebruik van $v = \lambda f$ 1
- completeren van de bepaling 1

17 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

- De afname in resonantiefrequentie blijkt uit het minteken in de formule.
- De resonantiefrequentie neemt af. De golflengte in het nanobuisje verandert niet (de lengte van het nanobuisje blijft immers gelijk). Dus zal de golfsnelheid afnemen.

- inzicht dat de afname blijkt uit het minteken in de formule 1
- inzicht dat de golflengte constant blijft 1
- completeren van het antwoord 1

18 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor de massa van een naftaleenmolecuul geldt:

$$m_{\text{C}_{10}\text{H}_8} = 128 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} = 2,12 \cdot 10^{-25} \text{ kg.}$$

Invullen in de formule levert:

$$\Delta f = \frac{-\Delta m}{2m_{\text{nano}}} \cdot f_0 = \frac{-5 \cdot 2,12 \cdot 10^{-25}}{2 \cdot 6,2 \cdot 10^{-22}} \cdot 1,86 \cdot 10^9 = -1,6 \cdot 10^6 \text{ Hz.}$$

Dit komt overeen met de waarde in de grafiek op $t = 8,8 \text{ s}$.

- gebruik van $\Delta f = \frac{-\Delta m}{2m_{\text{nano}}} \cdot f_0$ 1
- omrekenen van de massa van het molecuul van u naar kg 1
- completeren van de berekening 1
- aflezen van de grafiek en consequente conclusie 1

Opmerking

In deze vraag hoeft uiteraard geen rekening gehouden te worden met significantie.

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

19 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

In figuur 5 is te zien dat de frequentieverandering afhankelijk is van de plaats waar het naftaleenmolecuul vasthecht op het nanobuisje. Als dit meer bij de uiteinden van het buisje plaatsvindt, zal Δf kleiner zijn.

- inzicht in de betekenis van figuur 5 1
- inzicht dat de moleculen op verschillende plaatsen op het buisje vasthechten 1

20 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De massa van een proton is een factor 128 kleiner dan de massa van een naftaleenmolecuul. Dus is Δf ook dezelfde factor kleiner.

Dit geeft voor Δf van één proton: $\Delta f = \frac{-3,2 \cdot 10^5}{128} = -2,5 \cdot 10^3$ Hz.

Deze Δf is (veel) kleiner dan de ruis (variatie) in de frequentieverandering.

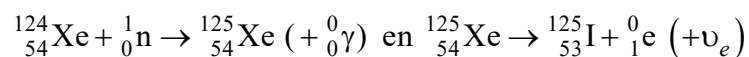
De massa van één enkel proton is dus niet meetbaar.

- inzicht dat in de formule voor Δm de protonmassa gebruikt moet worden 1
- inzicht dat Δf een factor 128 kleiner wordt / berekenen van Δf voor één proton 1
- vergelijken van deze frequentieverandering met de ruis en conclusie 1

Inwendige bestraling

21 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



- inzicht dat bij de eerste reactie het neutron links van de pijl staat en dat Xe-125 (met een gammafoton) gevormd wordt 1
- de tweede reactie met I-125 als eindproduct 1
- kloppende reactievergelijkingen 1

Opmerking

Als de tweede reactievergelijking met K-vangst opgesteld is: goed rekenen.

Opmerking

Als de kandidaat in de eerste reactievergelijking meerdere neutronen links van de pijl zet en de reactievergelijkingen daarna juist uitwerkt met I-125 als eindproduct, dit ook goed rekenen.

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

22 maximumscore 5

uitkomst: $m = 2,9 \cdot 10^{-11}$ (kg)

voorbeelden van een berekening:

methode 1

Er geldt: $A = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N$. Voor I-125 geldt: $t_{\frac{1}{2}} = 59$ dag.

Invullen levert: $17 \cdot 10^6 = \frac{\ln 2}{59 \cdot 24 \cdot 3600} N \rightarrow N = 1,25 \cdot 10^{14}$.

Er geldt: $N = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}} \rightarrow 1,25 \cdot 10^{14} = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{10}{59}} \rightarrow N_0 = 1,41 \cdot 10^{14}$.

Dan geldt: $m = N_0 \cdot M = 1,41 \cdot 10^{14} \cdot 124,9 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} = 2,9 \cdot 10^{-11}$ kg.

of

methode 2

Er geldt: $A = A_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$. Voor I-125 geldt: $t_{\frac{1}{2}} = 59$ dag.

Invullen levert: $A = A_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}} \rightarrow 17 \cdot 10^6 = A_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{10}{59}} \rightarrow A_0 = 19,1 \cdot 10^6$.

Er geldt: $A = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N$.

Invullen levert: $19,1 \cdot 10^6 = \frac{\ln 2}{59 \cdot 24 \cdot 3600} N_0 \rightarrow N_0 = 1,41 \cdot 10^{14}$.

Dan geldt: $m = N_0 \cdot M = 1,41 \cdot 10^{14} \cdot 124,9 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} = 2,9 \cdot 10^{-11}$ kg.

- gebruik van $A = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N$ 1
- gebruik van $N = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$ of $A = A_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$ 1
- de halveringstijd van I-125 in s 1
- inzicht dat $m = N_0 \cdot M$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- Voor de massa van I-125 mag ook 125 u gebruikt worden.
- Als een kandidaat het aantal deeltjes en de activiteit aan elkaar gelijkstelt, vervallen de eerste en de laatste deelscore.

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

23 maximumscore 2

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

De activiteit is evenredig met de dosistoename per eenheid van tijd, en dus met de afgeleide van de gegeven grafiek. Na één jaar is deze afgeleide, en dus ook de activiteit, vrijwel nul. Theo heeft gelijk.

- inzicht dat de activiteit evenredig is met de afgeleide van de grafiek 1
- consequente conclusie 1

of

methode 2

Na ongeveer een jaar is kennelijk alle energie door de tumor geabsorbeerd. Dit houdt in dat de bron de activiteit verloren heeft. Theo heeft gelijk.

- inzicht dat na ongeveer een jaar vrijwel alle energie geabsorbeerd is 1
- consequente conclusie 1

24 maximumscore 1

voorbeelden van een antwoord:

- Op korte afstand bepaalt de plaatsing van de losse naaldjes de vorm van de isodoselijnen.
- Op grote afstand bepaalt het totaal van de naaldjes de vorm van de isodoselijnen.

inzicht dat op korte afstand de exacte plaatsing van de staafjes het patroon bepaalt / dat op grote afstand het totaal van de naaldjes het patroon bepaalt 1

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

25 maximumscore 2

antwoord:

naam	uitspraak	gelijk	ongelijk
Erik	zegt dat de stralingsintensiteit van binnen naar buiten afneemt zowel vanwege de kwadratenwet als door absorptie in het weefsel.	X	
Myrthe	stelt dat de niet-geabsorbeerde fotonen geen schade aan de tumor toebrengen.	X	
Frank	zegt dat de tumor nog steeds radioactief is ten gevolge van I-125, ook als dat helemaal vervallen is.		X

- | | |
|------------------------------------|---|
| indien drie rijen juist | 2 |
| indien twee rijen juist | 1 |
| indien minder dan twee rijen juist | 0 |