

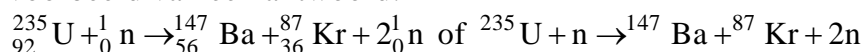
Beoordelingsmodel

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

Opgave 1 Splijstof in een kerncentrale

1 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



- één neutron links van de pijl en twee neutronen rechts van de pijl 1
- Kr als vervalproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- het aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

2 maximumscore 5

uitkomst: $m = 7,1 \cdot 10^2$ (kg)

voorbeeld van een berekening:

Voor de energie die de reactor in één jaar levert, geldt:

$$E = Pt = 1,8 \cdot 10^9 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 = 5,68 \cdot 10^{16} \text{ J.}$$

Per reactie verdwijnt 0,21 u. Dus ontstaat per reactie de volgende hoeveelheid energie: $0,21 \cdot 931,49 = 195,61 \text{ MeV} = 3,1341 \cdot 10^{-11} \text{ J.}$

In één jaar zijn er dan $\frac{5,68 \cdot 10^{16}}{3,1341 \cdot 10^{-11}} = 1,81 \cdot 10^{27}$ reacties.

Bij elke reactie wordt één atoom uranium-235 gebruikt, met een massa van $235 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 3,90 \cdot 10^{-25} \text{ kg.}$

Per jaar wordt dus gebruikt: $1,81 \cdot 10^{27} \cdot 3,90 \cdot 10^{-25} \text{ kg} = 7,1 \cdot 10^2 \text{ kg.}$

- gebruik van $E = Pt$ 1
- inzicht dat het aantal kernreacties per tijdseenheid berekend moet worden 1
- gebruik van $E = mc^2$ of omrekenen van u naar joule 1
- gebruik van de massa van één uranium-235-atoom in kg 1
- completeren van de berekening 1

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

Opgave 2 Reis naar de zon

3 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De startwaarde van v is de snelheid, waarmee de raket vertrekt.

Deze moet groot genoeg zijn om de aarde te verlaten.

- inzicht dat de startwaarde van v gelijk is aan de snelheid waarmee de raket vertrekt 1
- inzicht dat deze waarde groot genoeg moet zijn om de aarde te verlaten 1

Opmerking

Het inzicht vermeld bij het eerste scorepunt mag impliciet blijken.

4 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

$$- R_A = 6,378 \cdot 10^3 \text{ m}$$

$$- F_{\text{zon}} = G \frac{M_{\text{zon}} m}{(d_{\text{AZ}} - x)^2}$$

$$- F_{\text{res}} = F_{\text{zon}} - F_A$$

$$- \text{Als } x > d_{\text{AZ}} - R_{\text{zon}}$$

per goede regel

1

5 maximumscore 3

uitkomst: $t = 2 \text{ h} = 7 \cdot 10^3 \text{ s}$

voorbeeld van een bepaling:

De snelheid op het gegeven punt is gelijk aan de helling van de raaklijn.

Dit levert:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{160 \cdot 10^6 \text{ km}}{12 \text{ dag}} = \frac{160 \cdot 10^9}{12 \cdot 24 \cdot 3600} = 1,5 \cdot 10^5 \text{ ms}^{-1} = 5,6 \cdot 10^5 \text{ km h}^{-1}.$$

Voor de tijd die de raket met deze snelheid over 1 miljoen kilometer doet,

$$\text{geldt: } t = \frac{1 \cdot 10^6}{5,6 \cdot 10^5} = 1,8 = 2 \text{ h}.$$

- tekenen van de raaklijn aan de grafiek in het gegeven punt 1
- gebruik van $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 1
- completeren van de bepaling 1

| Vraag | Antwoord | Scores |
|----------|---|--------|
| 6 | <p>maximumscore 4 uitkomst: $T = 1,3 \cdot 10^3$ K</p> <p>voorbeeld van een berekening: Voor de stralingsintensiteit die het hitteschild van de zon ontvangt, geldt: $I = \frac{P}{4\pi r^2}$. Invullen levert: $I = \frac{0,390 \cdot 10^{27}}{4\pi^2 (7,3 \cdot 10^9)^2} = 1,85 \cdot 10^5 \text{ W m}^{-2}$.</p> <p>Dit is gelijk aan het uitgestraald vermogen per m^2. Hiervoor geldt: $I = \sigma T^4$. Invullen levert: $1,85 \cdot 10^5 = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot T^4$. Dit levert: $T = 1,3 \cdot 10^3$ K.</p> <ul style="list-style-type: none"> • gebruik van $I = \frac{P}{4\pi r^2}$ 1 • opzoeken van het uitgestraald vermogen van de zon 1 • gebruik van $I = \sigma T^4$ 1 • completeren van de berekening 1 | |
| 7 | <p>maximumscore 3 uitkomst: $E = 12,9 \text{ MeV} = 2,06 \cdot 10^{-12} \text{ J}$</p> <p>voorbeeld van een berekening: (Het aantal elektronen links en rechts van de pijl is gelijk.) Voor de totale massaverschil van de reactie geldt dan: $\Delta m = m_{\text{voor}} - m_{\text{na}} = 2 \cdot 3,016029 - (4,002603 + 2 \cdot 1,007825) = 0,0138 \text{ u}$.</p> <p>Dus geldt voor de energie die vrijkomt: $E = 0,0138 \cdot 931,49 = 12,9 \text{ MeV} = 2,06 \cdot 10^{-12} \text{ J}$.</p> <ul style="list-style-type: none"> • gebruik van $E = mc^2$ of inzicht dat 1 u overeenkomt met 931,49 MeV 1 • opzoeken van de atoommassa's 1 • completeren van de berekening 1 | |
| 8 | <p>maximumscore 3 voorbeeld van een antwoord:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ${}^1_1\text{H} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^2_1\text{H} + {}^0_1\text{e}^+ + \nu$ of ${}^1_1\text{H} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^2_1\text{H} + {}^0_1\beta^+ + \nu$ – ${}^2_1\text{H} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} (+\gamma)$ <ul style="list-style-type: none"> • correcte notatie van positron en neutrino 1 • rest van de eerste reactievergelijking 1 • tweede reactievergelijking 1 | |

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

Opgave 3 Parallelle draden

9 maximumscore 4

uitkomst: $d = 6,9 \cdot 10^{-4}$ m

voorbeeld van een berekening:

Voor de weerstand geldt: $R = \rho \frac{\ell}{A}$ met $A = \frac{1}{4} \pi d^2$.

Invullen levert: $0,023 = 17 \cdot 10^{-9} \frac{0,50}{\frac{1}{4} \pi d^2}$. Dit levert: $d = 6,9 \cdot 10^{-4}$ m.

- gebruik van $R = \rho \frac{\ell}{A}$ 1
- inzicht dat $A = \frac{1}{4} \pi d^2$ 1
- opzoeken van ρ 1
- completeren van de berekening 1

10 maximumscore 4

uitkomst: $U = 2,1$ V

voorbeeld van een berekening:

De grootte van de vervangingsweerstand tussen A en B bedraagt $0,5 \cdot 0,023 = 0,0115 \Omega$.

De grootte van de totale weerstand van de schakeling is dus $4 \cdot 0,023 + 0,0115 = 0,104 \Omega$.

Voor de spanning die de voeding moet leveren, geldt:

$U = IR = 20 \cdot 0,104 = 2,1$ V.

- uitrekenen van R_{parallel} 1
- uitrekenen van R_{tot} 1
- gebruik van $U = IR$ 1
- completeren van de berekening 1

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

11 maximumscore 3

uitkomst: $E = 5 \cdot 10^1 \text{ J}$

voorbeeld van een berekening:

Voor het vermogen dat in een draad ontwikkeld wordt, geldt:

$$P = I^2 R = 20^2 \cdot 0,023 = 9,2 \text{ W.}$$

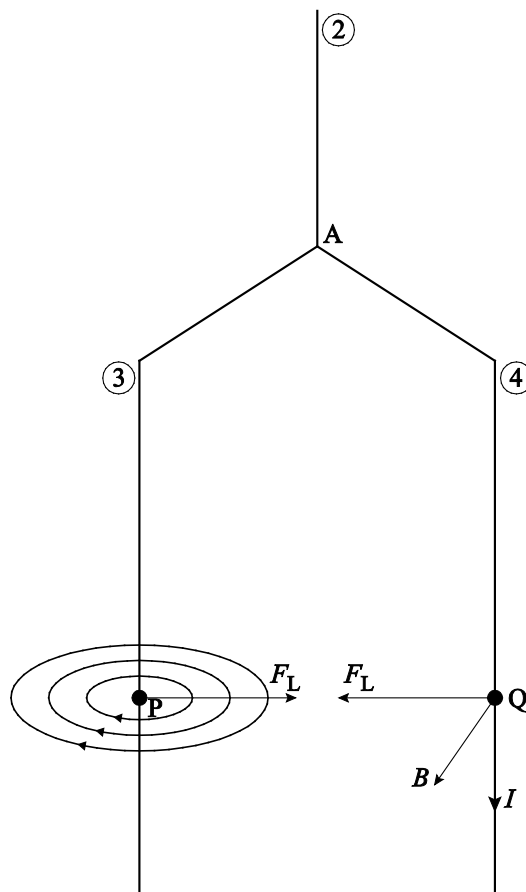
Voor de warmte die ontwikkeld wordt, geldt $E = Pt$.

Invullen levert: $E = 9,2 \cdot 5 = 46 \text{ J} = 5 \cdot 10^1 \text{ J}$.

- gebruik van $P = I^2 R$ 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- completeren van de berekening 1

12 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:



- tekenen van de richting van de stroomsterkte in Q naar beneden 1
- consequent tekenen van de richting van het magnetisch veld in Q 1
- consequent tekenen van de richting van de lorentzkracht in Q 1
- consequent tekenen van de richting van de lorentzkracht in P tegengesteld gericht aan de lorentzkracht in Q 1

| Vraag | Antwoord | Scores |
|-------|---|---|
| 13 | <p>maximumscore 5</p> <p>uitkomst: $F_L = 3,9 \cdot 10^{-4}$ N</p> <p>voorbeeld van een berekening:</p> <p>Voor de grootte van het magnetisch veld in Q geldt: $B = \mu_0 \frac{I}{2\pi r}$.</p> <p>Invullen levert: $B = 1,26 \cdot 10^{-6} \frac{12,5}{2\pi 4,0 \cdot 10^{-2}} = 6,27 \cdot 10^{-5}$ T.</p> <p>Voor de lorentzkracht in Q geldt:</p> $F_L = BI\ell = 6,27 \cdot 10^{-5} \cdot 12,5 \cdot 0,50 = 3,9 \cdot 10^{-4}$ N. | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • invullen van $B = \mu_0 \frac{I}{2\pi r}$ met $\mu_0 = 1,26 \cdot 10^{-6}$ (T m A⁻¹ = H m⁻¹) • inzicht dat $I = 12,5$ A • gebruik van $F_L = BI\ell$ • inzicht dat $\ell = 0,50$ m • completeren van de berekening | <p style="text-align: right;">1</p> <p style="text-align: right;">1</p> <p style="text-align: right;">1</p> <p style="text-align: right;">1</p> <p style="text-align: right;">1</p> |

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

Opgave 4 Trekkertrek

14 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De afgelegde afstand is gelijk aan de oppervlakte onder de grafiek.

Schatting van de oppervlakte levert een afstand van rond de 90 meter.

Deze poging is dus geen 'full pull'.

- inzicht dat de afgelegde afstand gelijk is aan de oppervlakte onder de grafiek 1
- schatten van de oppervlakte 1
- completeren van het antwoord 1

15 maximumscore 6

voorbeeld van een antwoord:

De versnelling bij de start is gelijk aan de helling van de raaklijn aan het

(v,t) -diagram bij de start. Hiervoor geldt: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{8,5}{6,0} = 1,42 \text{ ms}^{-2}$.

Dus voor de resultante kracht geldt: $F_{\text{res}} = ma = 16,5 \cdot 10^3 \cdot 1,42 = 23,4 \cdot 10^3 \text{ N}$.

Er geldt: $F_{\text{res}} = F_{\text{aandr}} - F_{\text{w}}$. In figuur 4 is F_{w} bij de start af te lezen.

Invullen levert: $F_{\text{aandr}} = 23,4 \cdot 10^3 + 15 \cdot 10^3 = 3,8 \cdot 10^4 \text{ N}$.

Voor het eigen gewicht van de tractor geldt:

$F_{\text{gew}} = mg = 4,5 \cdot 10^3 \cdot 9,81 = 4,4 \cdot 10^4 \text{ N}$.

Dit voldoet ongeveer aan de vuistregel / dit voldoet niet aan de vuistregel.

- bepalen van de raaklijn aan het (v,t) -diagram bij de start 1
- gebruik van $F_{\text{res}} = ma$ 1
- inzicht dat $F_{\text{res}} = F_{\text{trek}} - F_{\text{w}}$ 1
- aflezen van F_{w} bij de start 1
- gebruik van $F_{\text{gew}} = mg$ 1
- completeren van het antwoord 1

| Vraag | Antwoord | Scores |
|-----------|---|----------------------------|
| 16 | <p>maximumscore 3</p> <p>voorbeeld van een antwoord: Jelle heeft gelijk. Doordat de kracht op de bodem klein is, is (volgens de derde wet van Newton) de kracht op de tractor ook klein. Tjerk heeft ongelijk: de derde wet van Newton geldt altijd.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht in de werking van de derde wet van Newton • conclusie dat Jelle gelijk heeft • conclusie dat Tjerk ongelijk heeft | <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> |
| 17 | <p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <ul style="list-style-type: none"> – voordeel: de tractor heeft bij grotere massa meer grip op de grond – nadeel: bij gelijkblijvende kracht heeft een zwaardere tractor een kleinere versnelling <ul style="list-style-type: none"> • voordeel • nadeel | <p>1</p> <p>1</p> |
| 18 | <p>maximumscore 3</p> <p>voorbeeld van een antwoord: Bij een recht evenredig verband geeft de ene grootte gedeeld door de andere grootte steeds een constant getal. Bij deze grootheden geeft dat steeds $56 \pm 3 \text{ (NkW}^{-1})$. Dus is hier sprake van een recht evenredig verband.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat bij een recht evenredig verband de ene grootte gedeeld door de andere grootte steeds een constant getal geeft • uitrekenen van minstens drie verhoudingsgetallen • completeren van het antwoord | <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> |
| 19 | <p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord: De oppervlakte onder een (F,s)-diagram is een maat voor de arbeid. Maar hier is sprake van de arbeid van de wrijvingskracht. Dit is niet gelijk aan de maximale arbeid van de trekker, omdat de kracht die de trekker uitoefent groter is dan de wrijvingskracht. Tjerk heeft dus ongelijk.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat de oppervlakte onder een (F,s)-diagram een maat is voor de arbeid • inzicht dat de arbeid van de trekker groter is dan de arbeid van de wrijvingskracht | <p>1</p> <p>1</p> |

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

Opgave 5 Oor

20 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Als resonantie optreedt, komt de lengte van de gehoorgang overeen met een kwart golflengte. Dus geldt: $\lambda = 4 \cdot 0,028 = 0,112$ m.

Dus geldt voor de resonantiefrequentie van de gehoorgang:

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343}{0,112} = 3 \text{ kHz. (Het klopt dus.)}$$

- inzicht dat $\ell = \frac{1}{4} \lambda$ 1
- gebruik van $v = f \lambda$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

De kandidaat mag elke geluidssnelheid bij een temperatuur hoger dan 273 K kiezen.

21 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Bij een baby is de gehoorgang korter, dus is de resonantiefrequentie hoger.

- inzicht dat bij een baby de gehoorgang korter is 1
- completeren van het antwoord 1

22 maximumscore 2

uitkomst: 25 (maal groter)

voorbeeld van een berekening:

Als we het trommelvlies vergelijken met het ovale venster geldt:

- door de hefboomwerking is de kracht een factor 1,3 groter;
- de oppervlakte is een factor 19 kleiner.

Het gevolg is dat de druk een factor $1,3 \cdot 19 = 25$ groter is.

- inzicht dat een factor $\frac{1}{19}$ in de oppervlakte een factor 19 in de druk geeft 1
- completeren van de berekening 1

| Vraag | Antwoord | Scores |
|-----------|---|--------|
| 23 | <p>maximumscore 3</p> <p>uitkomst: $m = 1,4 \cdot 10^{-6}$ kg</p> <p>voorbeeld van een bepaling: Op een afstand van 0,5 cm geldt voor de stijfheid: $C = 5,0 \cdot 10^2 \text{ N m}^{-1}$.</p> <p>Voor de trillingstijd geldt: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$.</p> <p>Met $f = \frac{1}{T}$ geeft dit: $\frac{1}{3,0 \cdot 10^3} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{5,0 \cdot 10^2}}$. Dit levert: $m = 1,4 \cdot 10^{-6}$ kg.</p> <ul style="list-style-type: none"> • gebruik van $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$ en aflezen van C 1 • gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1 • completeren van de bepaling 1 | |
| 24 | <p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <p>Er geldt: $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{C}{m}}$.</p> <p>Uit figuur 5 blijkt dat als de afstand x tweemaal zo groot wordt, de stijfheid (ongeveer) de helft wordt.</p> <p>Uit figuur 3 blijkt dat als de afstand x tweemaal zo groot wordt, de frequentie (ongeveer) 4 maal zo klein wordt.</p> <p>Als de frequentie 4 maal zo klein wordt, geldt: $\sqrt{\frac{C}{m}} = \frac{1}{4}$. Dus geldt: $\frac{C}{m} = \frac{1}{16}$.</p> <p>Dus moet de massa toenemen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat de frequentie evenredig is met de wortel van de stijfheid 1 • consequente conclusie 1 | |