

Beoordelingsmodel

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

Opgave 1 Brand in kernreactor

1 maximumscore 3

antwoord: $^{131}_{53}\text{I} \rightarrow ^{131}_{54}\text{Xe} + ^0_{-1}\text{e}$ of $^{131}\text{I} \rightarrow ^{131}\text{Xe} + \text{e}$

- elektron rechts van de pijl 1
- Xe als eindproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

2 maximumscore 4

uitkomst: $A = 8,9 \cdot 10^{14}$ Bq

voorbeeld van een berekening:

De totale activiteit A van het I-131 in de wolk is gelijk aan het volume V van de wolk in m^3 maal de activiteit per m^3 lucht.

Hierin is: $V = \ell bh$, waarin $\ell = vt = 5,0 \cdot 48 \cdot 3600 = 8,64 \cdot 10^5$ m,

$b = 120 \cdot 10^3$ m en $h = 900$ m. Dus $V = 8,64 \cdot 10^5 \cdot 120 \cdot 10^3 \cdot 900 = 9,33 \cdot 10^{13}$ m^3 .

Hieruit volgt dat $A = 9,33 \cdot 10^{13} \cdot 9,5 = 8,9 \cdot 10^{14}$ Bq.

- inzicht dat de totale activiteit van het I-131 in de wolk gelijk is aan het volume van de wolk maal de activiteit per m^3 lucht 1
- inzicht dat $V = \ell bh$ 1
- inzicht dat $\ell = vt$ 1
- completeren van de berekening 1

3 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Bij het consumeren van radioactieve melk is sprake van besmetting omdat het lichaam de ioniserende straling van binnenuit absorbeert / de bron zich in het lichaam bevindt.

- inzicht dat bij besmetting het lichaam de ioniserende straling van binnenuit absorbeert / de bron zich in het lichaam bevindt 1
- conclusie 1

Vraag	Antwoord	Scores
4	<p>maximumscore 1</p> <p>voorbeeld van een antwoord: De halveringstijd van plutonium-239 en van uranium-238 is (veel) groter dan die van de stof in het filter.</p>	
5	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord: De halveringstijd van de stof in het filter ligt in de orde van grootte van een paar maanden. De enige isotoop van polonium die in aanmerking komt, is polonium-210.</p> <ul style="list-style-type: none"> • schatting van de halveringstijd van de stof in het filter • opzoeken van de halveringstijden van de isotopen van polonium en conclusie 	<p>1</p> <p>1</p>

Opmerking

Een antwoord zonder uitleg of met een foutieve uitleg: 0 punten.

Opgave 2 Centennial light

6 maximumscore 4

uitkomst: $E = 3,8 \cdot 10^3$ (kWh)

voorbeeld van een berekening:

Sinds 1901 is er ongeveer 109 jaar verstreken en heeft de lamp dus

$109 \cdot 365 \cdot 24 = 9,5 \cdot 10^5$ h gebrand.

De lamp heeft dus $E = Pt = 4,0 \cdot 10^{-3} \cdot 9,5 \cdot 10^5 = 3,8 \cdot 10^3$ kWh verbruikt.

- schatting van het aantal uur dat de lamp heeft gebrand (met een marge van $0,2 \cdot 10^5$ h) 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- omrekenen van W naar kW 1
- completeren van de berekening 1

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

7 maximumscore 5

uitkomst: Er zijn $7,8 \cdot 10^{26}$ elektronen door de gloeidraad gestroomd.

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $P = UI$, waarin $P = 4,0$ W en $U = 110$ V.

Dus $I = \frac{P}{U} = \frac{4,0}{110} = 0,0364$ A. Dat betekent dat er per s $0,0364$ C door de

gloeidraad stroomt. In 109 jaar is dat $9,5 \cdot 10^5 \cdot 3600 \cdot 0,0364 = 1,25 \cdot 10^8$ C.

De lading van een elektron is $1,60 \cdot 10^{-19}$ C.

Er zijn dus $\frac{1,25 \cdot 10^8}{1,60 \cdot 10^{-19}} = 7,8 \cdot 10^{26}$ elektronen door de gloeidraad gestroomd.

- inzicht dat $I = \frac{P}{U}$ 1
- inzicht dat de stroomsterkte gelijk is aan het aantal C dat per s door de gloeidraad stroomt 1
- opzoeken van de lading van het elektron 1
- inzicht dat het aantal elektronen gelijk is aan $\frac{\text{de totale hoeveelheid lading}}{\text{de lading van een elektron}}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als bij vraag 6 t verkeerd is geschat en die waarde hier is gebruikt: geen aftrek.

8 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Omdat de soortelijke weerstand afneemt als de temperatuur stijgt, zal de weerstand van de draad dat ook doen. De koolstofdraad is dus een NTC.

- inzicht dat de weerstand van de koolstofdraad zich hetzelfde gedraagt als de soortelijke weerstand (of gebruik van $R = \rho \frac{\ell}{A}$) 1
- conclusie 1

Opmerking

Een antwoord zonder uitleg of met een foutieve uitleg: 0 punten.

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

9 maximumscore 5

uitkomst: De temperatuur van de gloeidraad is $1,6 \cdot 10^3 \text{ }^\circ\text{C}$ (met een marge van $0,1 \cdot 10^3 \text{ }^\circ\text{C}$).

voorbeeld van een bepaling:

Voor de lamp geldt: $I = \frac{P}{U} = \frac{4,0}{110} = 0,0364 \text{ A}$.

Uit $U = IR$ volgt dan dat $R = \frac{U}{I} = \frac{110}{0,0364} = 3,03 \cdot 10^3 \text{ } \Omega$.

Verder geldt: $R = \rho \frac{\ell}{A}$, waarin $R = 3,03 \cdot 10^3 \text{ } \Omega$, $\ell = 0,14 \text{ m}$ en

$$A = \pi r^2 = \pi \left(\frac{3,10 \cdot 10^{-5}}{2} \right)^2 = 7,548 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2.$$

Hieruit volgt dat $\rho = \frac{RA}{\ell} = \frac{3,03 \cdot 10^3 \cdot 7,548 \cdot 10^{-10}}{0,14} = 1,63 \cdot 10^{-5} \text{ } \Omega\text{m}$.

Uit de grafiek blijkt dat de temperatuur gelijk is aan $1,6 \cdot 10^3 \text{ }^\circ\text{C}$.

- inzicht dat $R = \frac{U}{I}$ 1
- gebruik van $R = \rho \frac{\ell}{A}$ 1
- gebruik van $A = \pi r^2$ 1
- berekenen van ρ 1
- aflezen van de temperatuur 1

Opmerkingen

Als bij vraag 7 I verkeerd is berekend en die waarde hier is gebruikt: geen aftrek.

Een uitkomst in vier significante cijfers: goed rekenen.

10 maximumscore 2

uitkomst: De lamp zou dan een levensduur van 37,3 jaar hebben gehad.

voorbeeld van een berekening:

De lamp zou dan een levensduur van $\left(\frac{110}{120} \right)^{16} \cdot 150 = 37,3$ jaar hebben gehad.

- toepassen van de factor $\left(\frac{110}{120} \right)^{16}$ 1
- completeren van de berekening 1

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

Opgave 3 Valmeercentrale

11 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Als de windsnelheid halveert, neemt het elektrisch vermogen van de windmolen met een factor $2^3 = 8$ af; er blijft dus $\frac{100}{8} = 12,5\%$ van over.

Het elektrisch vermogen neemt inderdaad met $100 - 12,5 = 87,5\%$ af.

- inzicht dat het elektrisch vermogen van de windmolen met een factor 8 afneemt, als de windsnelheid halveert 1
- inzicht dat er 12,5% van het vermogen overblijft en conclusie 1

12 maximumscore 1

voorbeelden van eigenschappen:

- de grootte van de wieken
- de vorm van de wieken
- het type turbine
- het rendement van de turbine

13 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor de massa van het weggepompte zeewater geldt: $m = \rho V$, waarin

$\rho = 1,024 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ en $V = Ah = 40 \cdot 10^6 \cdot 8,0 = 3,2 \cdot 10^8 \text{ m}^3$.

Dus $m = 1,024 \cdot 10^3 \cdot 3,2 \cdot 10^8 = 3,3 \cdot 10^{11} \text{ kg}$.

- gebruik van $m = \rho V$ 1
- opzoeken van ρ 1
- berekenen van V 1
- completeren van de berekening 1

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

14 maximumscore 5

uitkomst: $t = 86$ of 87 (h)

voorbeeld van een berekening:

Voor de toename van de zwaarte-energie van het weggepompte water geldt:

$$\Delta E_z = mg\Delta h, \text{ waarin } m = 3,3 \cdot 10^{11} \text{ kg, } g = 9,81 \text{ m/s}^2 \text{ en } \Delta h = 36,0 \text{ m.}$$

$$\text{Dus } \Delta E_z = 3,3 \cdot 10^{11} \cdot 9,81 \cdot 36,0 = 1,17 \cdot 10^{14} \text{ J.}$$

Verder geldt $E = Pt$, waarin $E = \Delta E_z$ en $P = 75 \cdot 5,0 = 375 \text{ MW}$.

$$\text{Hieruit volgt dat } t = \frac{E}{P} = \frac{1,17 \cdot 10^{14}}{375 \cdot 10^6} = 3,12 \cdot 10^5 \text{ s} = \frac{3,12 \cdot 10^5}{3600} = 87 \text{ h.}$$

- gebruik van $E_z = mgh$ 1
- inzicht dat $\Delta h = 36,0 \text{ m}$ 1
- berekenen van ΔE_z 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- completeren van de berekening 1

15 maximumscore 4

uitkomst: $\eta = 91\%$ (of $\eta = 0,91$)

voorbeeld van een berekening:

$$\text{Voor het rendement geldt: } \eta = \frac{P_{\text{uit}}}{P_{\text{in}}} \cdot 100\%, \text{ waarin } P_{\text{uit}} = 1,5 \cdot 10^9 \text{ W}$$

$$\text{en } P_{\text{in}} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 4,75 \cdot 10^3 \cdot 1,024 \cdot 10^3 \cdot (26)^2 = 1,64 \cdot 10^9 \text{ J/s.}$$

$$\text{Hieruit volgt dat } \eta = \frac{1,5 \cdot 10^9}{1,64 \cdot 10^9} \cdot 100\% = 91\%.$$

- inzicht dat $\eta = \frac{P_{\text{uit}}}{P_{\text{in}}} \cdot 100\%$ 1
- inzicht dat $P_{\text{in}} = \frac{1}{2}mv^2$ waarin m de massa is die per seconde de turbines in stroomt 1
- berekenen van P_{in} 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als hier met de dichtheid van gewoon water is gerekend: geen aftrek.

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

16 maximumscore 1

voorbeelden van argumenten:

- De valmeercentrale kan een constant vermogen leveren.
- Het vermogen van de centrale is aan te passen aan de behoefte.
- In het valmeer wordt energie opgeslagen die gebruikt kan worden wanneer er behoefte aan is.

Opgave 4 Bepalen van de valversnelling**17 maximumscore 3**

uitkomst: $g = 9,76 \text{ m/s}^2$

voorbeeld van een berekening:

Voor de trillingstijd van een slinger geldt: $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$,

waarin $T = \frac{1,46+1,44+1,45}{3} = 1,45 \text{ s}$ en $\ell = 0,520 \text{ m}$.

Hieruit volgt dat $g = 4\pi^2 \frac{\ell}{T^2} = 4\pi^2 \frac{0,520}{(1,45)^2} = 9,76 \text{ m/s}^2$.

- gebruik van $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ 1
- bepalen van T 1
- completeren van de berekening 1

18 maximumscore 4

uitkomst: $g = 9,75 \text{ m/s}^2$ (of $g = 9,8 \text{ m/s}^2$)

voorbeeld van een berekening:

Voor de val van de kogel geldt: $y = \frac{1}{2}gt^2$, waarin

$y = \frac{0,656+0,660+0,669+0,685}{4} = 0,668 \text{ m}$ en $t = \frac{1}{4}T = \frac{1,48}{4} = 0,370 \text{ s}$.

Hieruit volgt dat $g = \frac{2y}{t^2} = \frac{2 \cdot 0,668}{(0,370)^2} = 9,75 \text{ m/s}^2$.

- inzicht dat $y = \frac{1}{2}gt^2$ 1
- bepalen van de gemiddelde waarde van y (met een marge van 0,005 m) 1
- inzicht dat $t = \frac{1}{4}T$ 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
19	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord: Bij de tweede methode is de bepaling van y minder nauwkeurig dan de bepaling van ℓ in de eerste methode (en de bepaling van T is in beide methodes even nauwkeurig). Mireille heeft dus gelijk.</p> <ul style="list-style-type: none"> inzicht dat bij de tweede methode de bepaling van y minder nauwkeurig is dan de bepaling van ℓ in de eerste methode conclusie dat Mireille gelijk heeft 	<p>1</p> <p>1</p>

Opmerking

Een antwoord zonder uitleg of met een foute uitleg: 0 punten.

Opgave 5 Refractometer

20 maximumscore 2

uitkomst: $S = 77,5$ dpt

voorbeeld van een berekening:

Voor de sterkte S van een lens geldt: $S = \frac{1}{f}$, waarin $f = 12,9 \cdot 10^{-3}$ m.

Hieruit volgt dat $S = \frac{1}{12,9 \cdot 10^{-3}} = 77,5$ dpt.

- gebruik van $S = \frac{1}{f}$ 1
- completeren van de berekening 1

21 maximumscore 2

uitkomst: $g = 34,0^\circ$

voorbeeld van een antwoord:

Voor de grenshoek geldt: $\sin g = \frac{1}{n}$, waarin $n = 1,79$,

dus $\sin g = \frac{1}{1,79} = 0,559$. Hieruit volgt dat $g = 34,0^\circ$.

- gebruik van $\sin g = \frac{1}{n}$ 1
- completeren van de berekening 1

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

22 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Bij A is de invalshoek van de lichtstralen tussen 1 en G groter dan de grenshoek en die van de lichtstralen tussen 2 en G juist kleiner. De lichtbundel tussen 1 en G wordt volledig teruggekaatst en die tussen 2 en G gedeeltelijk gebroken.
(Dus de intensiteit van de lichtbundel tussen de lichtstralen 1 en G is groter dan de intensiteit van de lichtbundel tussen de lichtstralen 2 en G.)

- inzicht dat bij A de invalshoek van de lichtstralen tussen 1 en G groter is dan de grenshoek en die van de lichtstralen tussen 2 en G juist kleiner 1
- inzicht dat de lichtbundel tussen 1 en G volledig wordt teruggekaatst 1
- inzicht dat de lichtbundel tussen 2 en G gedeeltelijk wordt gebroken 1

23 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De steilheid van de grafiek is gelijk aan $\frac{1,5300 - 1,3300}{2048} = 9,766 \cdot 10^{-5}$.

Deze steilheid is ook gelijk aan $\frac{n - 1,3300}{1412}$.

Hieruit volgt dat $n = 1,3300 + 1412 \cdot 9,766 \cdot 10^{-5} = 1,4679$.

- inzicht dat de steilheid van de grafiek gelijk is aan $\frac{1,5300 - 1,3300}{2048}$ 1
- inzicht dat deze steilheid ook gelijk is aan $\frac{n - 1,3300}{1412}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Alleen 'aflezen' in de grafiek: 0 punten.

24 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Bij een bepaalde stof heeft elke lichtkleur een andere brekingsindex. Elke lichtkleur heeft dus ook een andere grensstraal. / Er zijn dan veel grensstralen. (Er is dan geen scherpe afbakening tussen volledige en niet volledige terugkaatsing.)

- inzicht dat bij een bepaalde stof elke lichtkleur een andere brekingsindex heeft 1
- inzicht dat elke lichtkleur een andere grensstraal heeft / er dan veel grensstralen zijn 1

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

Opgave 6 Matrixborden

25 maximumscore 5

uitkomst: $v_k = 78$ (km/h)

voorbeeld van een uitleg en berekening:

Als de auto over sensor 1 rijdt, wordt de uitgang van de geheugencel hoog en gaat de teller aan. Als de auto over sensor 2 rijdt, wordt de uitgang van de geheugencel laag en gaat de teller uit.

Punt P wordt eventjes hoog als de teller dan 64 pulsen (of meer) heeft geteld.

Voor de kritieke snelheid geldt: $v_k = \frac{1,0}{t_k}$, waarin $t_k = \frac{64}{1384} = 0,046243$ s.

Hieruit volgt dat $v_k = \frac{1,0}{0,046243} = 21,6$ m/s = $21,6 \cdot 3,60 = 78$ km/h.

- inzicht dat de teller aangaat, als de auto over sensor 1 rijdt, en dat de teller uitgaat, als de auto over sensor 2 rijdt 1
- inzicht dat punt P eventjes hoog wordt, als de teller 64 pulsen heeft geteld 1
- inzicht dat $v_k = \frac{1,0}{t_k}$ m/s 1
- inzicht dat $t_k = \frac{64}{1384}$ s 1
- completeren van de berekening 1

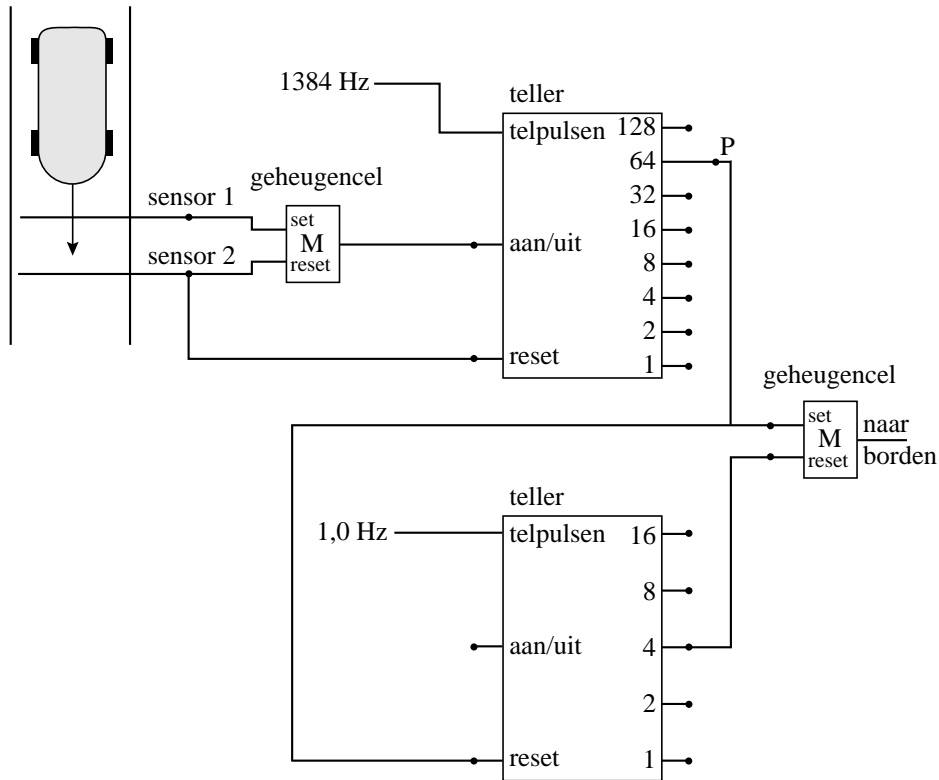
Opmerking

Als er gerekend is met 63 pulsen: goed rekenen.

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

26 maximumscore 3

antwoord:



- verbinden van P met de set van de geheugencel 1
- verbinden van P met de reset van de teller 1
- verbinden van uitgang 4 van de teller met de reset van de geheugencel 1

Opmerking

Als door extra of foute verbindingen een niet naar behoren functionerende schakeling is ontstaan: maximaal 1 punt.

Bronvermeldingen

- Opgave 3, figuur 1 Raadgevend Ingenieursbureau Lieveense B.V.
 Opgave 3, figuur 2 Raadgevend Ingenieursbureau Lieveense B.V.