

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

Aan het juiste antwoord op een meerkeuzevraag wordt 1 scorepunt toegekend.

Walstroom

1 maximumscore 3

voorbeeld van een berekening:

Voor het elektrisch vermogen van het schip geldt:

$$P = \frac{E}{t} = \frac{3000 \cdot 3,5 \cdot 10^3 \cdot 3,6 \cdot 10^6}{365 \cdot 24 \cdot 3600} = 1,2 \cdot 10^6 \text{ W.}$$

- gebruik van $E = Pt$ 1
- gebruik van de factor 3000 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- *Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.*
- *Als de eenheid niet vermeld is: dit niet aanrekenen.*

2 maximumscore 2

pijl I	chemische energie
pijl II	warmte
pijl III	elektrische energie

- indien drie antwoorden juist 2
- indien twee antwoorden juist 1
- indien één of geen antwoord juist 0

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

3 maximumscore 5

uitkomst: Binas: $V = 9,3 \text{ (m}^3\text{)}$

Sciencedata: $V = 9,5 \text{ (m}^3\text{)}$

voorbeeld van een berekening:

In 24 uur geldt voor de elektrische energie die de generator heeft geleverd:

$$E_{\text{elektrisch}} = Pt = 1,2 \cdot 10^6 \cdot 3600 \cdot 24 = 1,04 \cdot 10^{11} \text{ J.}$$

Voor de energie die de dieselmotor aan de generator moet leveren geldt:

$$\eta = \frac{E_{\text{elektrisch}}}{E_{\text{motor}}} \rightarrow E_{\text{motor}} = \frac{E_{\text{elektrisch}}}{\eta} \rightarrow E_{\text{motor}} = \frac{1,04 \cdot 10^{11}}{0,80} = 1,30 \cdot 10^{11} \text{ J.}$$

Voor de energie die de stookolie moet leveren geldt:

$$\eta = \frac{E_{\text{motor}}}{E_{\text{stookolie}}} \rightarrow E_{\text{stookolie}} = \frac{E_{\text{motor}}}{\eta} \rightarrow E_{\text{stookolie}} = \frac{1,30 \cdot 10^{11}}{0,35} = 3,70 \cdot 10^{11} \text{ J.}$$

Voor de stookolie geldt dan:

$$E_{\text{stookolie}} = r_V V \rightarrow V = \frac{E_{\text{stookolie}}}{r_V} = \frac{3,70 \cdot 10^{11}}{40 \cdot 10^9} = 9,3 \text{ m}^3.$$

- gebruik van $P = \frac{E}{t}$ 1
- juist gebruik van de factoren 0,80 en 0,35 1
- gebruik $E_{\text{stookolie}} = r_V V$ 1
- opzoeken r_V van stookolie 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- Sciencedata geeft $r_V = 38,9 \cdot 10^9 \text{ J m}^{-3}$. Hieruit volgt $V_{\text{stookolie}} = 9,5 \text{ m}^3$.
- Wanneer een van de factoren voor het rendement niet of onjuist is meegenomen, vervalt de tweede deelscore. Wanneer beide factoren niet of onjuist zijn meegenomen, vervallen de tweede en de vijfde deelscore.

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

4 maximumscore 3

uitkomst: $I_{\text{kabel}} = 76 \text{ A}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de totale stroomsterkte in alle kabels geldt:

$$P_{\text{schip}} = UI_{\text{totaal}} \rightarrow I_{\text{totaal}} = \frac{P_{\text{schip}}}{U} = \frac{1,2 \cdot 10^6}{440} = 2727 \text{ A.}$$

De 36 kabels zijn parallel aangesloten, dus:

$$I_{\text{kabel}} = \frac{I_{\text{totaal}}}{36} = \frac{2727}{36} = 76 \text{ A.}$$

- gebruik $P = UI$ 1
- inzicht $I_{\text{kabel}} = \frac{I_{\text{totaal}}}{36}$ 1
- completeren van de berekening 1

5 maximumscore 3

uitkomst: Binas: $R = 8,8 \cdot 10^{-5} \Omega$

Sciencedata: $R = 8,7 \cdot 10^{-5} \Omega$

voorbeeld van een berekening:

Voor de weerstand van de koperen draad geldt:

$$R = \frac{\rho \ell}{A} = \frac{17 \cdot 10^{-9} \cdot 13}{25 \cdot 10^{-4}} = 8,8 \cdot 10^{-5} \Omega.$$

- gebruik van $\rho = \frac{RA}{\ell}$ 1
- opzoeken van de soortelijke weerstand van koper 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- Sciencedata geeft $\rho_{\text{koper}} = 16,8 \cdot 10^{-9} \Omega \text{ m}$. Hieruit volgt $R = 8,7 \cdot 10^{-5} \Omega$.
- Wanneer een kandidaat rekent met een lengte van 26 m, dit niet aanrekenen.

6 maximumscore 2

De geleidbaarheid van de 6,6 kV kabel is

veel kleiner dan de geleidbaarheid van de 36 oude 440 V kabels samen.

De stroomsterkte door de 6,6 kV kabel is **veel kleiner dan** de stroomsterkte door de 36 oude 440 V kabels samen.

per juiste regel 1

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

Wereldrecord blobspringen

7 maximumscore 3

uitkomst: $v_{\text{groep}} = 11,8 \text{ m s}^{-1}$ ($10,5 \text{ m s}^{-1} \leq v_{\text{groep}} \leq 12,4 \text{ m s}^{-1}$)

voorbeeld van een bepaling:

De snelheid van de groep is te bepalen door op $t = 1,27 \text{ s}$ de helling van de raaklijn te bepalen.

Er geldt: $v_{\text{groep}} = \frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{17,1}{1,45} = 11,8 \text{ m s}^{-1}$.

- tekenen van de raaklijn op $t = 1,27 \text{ s}$ 1
- gebruik van $v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$ 1
- completeren van de bepaling 1

8 maximumscore 3

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Voor de snelheid van de drukgolf geldt:

$$v_{\text{druk golf}} = \frac{s_{\text{blob}}}{t_{\text{druk golf}}} = \frac{s_{\text{blob}}}{1,34 - 1,27}$$

De afstand die de drukgolf door de blob reist moet geschat worden. Op de foto is de afstand tussen de groep en Zimmerli op de blob 2 cm. De groep valt van een hoogte van 9,9 m. Op de foto is dit een afstand van 2,8 cm.

Voor de afstand die de drukgolf aflegt geldt dan: $\frac{2}{2,8} \cdot 9,9 = 7 \text{ m}$.

Ingevuld levert dit: $v_{\text{druk golf}} = \frac{7}{1,34 - 1,27} = 1 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-1}$.

Deze snelheid is lager dan de geluidssnelheid in lucht ($= 3,4 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-1}$).

of

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

methode 2

De lengte van een persoon op de foto is te schatten op 1,8 m. Dit komt overeen met 0,5 cm op de foto. De afstand tussen Zimmerli en de groep is

2 cm. Voor de afstand die de drukgolf aflegt geldt dan: $\frac{1,8}{0,5} \cdot 2 = 7$ m.

Ingevuld levert dit: $v_{\text{druk golf}} = \frac{7}{1,34 - 1,27} = 1 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-1}$.

Deze snelheid is lager dan de geluidssnelheid in lucht ($= 3,4 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-1}$).

- gebruik van $s = vt$ met $t = 0,07$ s 1
- beredeneerd schatten van de afstand tussen de 4 en 9 m 1
- completeren en consequente conclusie 1

Opmerkingen

- *Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.*
- *Bij een schatting tussen 3,5 m en 9,4 m: dit goed rekenen.*

9 maximumscore 3

uitkomst: $F_{\text{blob}} = 1,5 \cdot 10^4 \text{ N}$

voorbeeld van een berekening:

Uit $F_{\text{res}} = F_{\text{blob}} - F_z$ volgt:

$$F_{\text{blob}} = F_{\text{res}} + F_z = ma + mg = 80 \cdot 1,78 \cdot 10^2 + 80 \cdot 9,81 = 1,5 \cdot 10^4 \text{ N.}$$

- gebruik van $F_{\text{res}} = ma$ 1
- inzicht dat geldt $F_{\text{blob}} = F_{\text{res}} + F_z$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als de kandidaat geen gebruik heeft gemaakt van $F_z = mg$ vervallen de tweede en de derde deelscore.

10 maximumscore 1

antwoord: IV

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

11 maximumscore 3

uitkomst: $\Delta h = 37 \text{ m}$

voorbeeld van een berekening:

Volgens het behoud van energie geldt:

$$m_{\text{groep}} g \Delta h_{\text{groep}} = m_{\text{Zimmerli}} g \Delta h_{\text{Zimmerli}} \rightarrow \Delta h_{\text{Zimmerli}} = \frac{m_{\text{groep}} \Delta h_{\text{groep}}}{m_{\text{Zimmerli}}} \rightarrow$$

$$\Delta h_{\text{Zimmerli}} = \frac{300 \cdot 9,9}{80} = 37 \text{ m.}$$

- inzicht in het behoud van zwaarte-energie 1
- gebruik $E_z = mgh$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Wanneer een kandidaat de snelheid van de groep heeft gebruikt, vervalt de eerste deelscore.

12 maximumscore 2

mogelijke verklaringen	juist	onjuist
De blob neemt energie op.	X	
De zwaartekracht remt Zimmerli af.		X
Zimmerli schiet schuin omhoog weg.	X	

- indien drie antwoorden juist 2
- indien twee antwoorden juist 1
- indien één of geen antwoord juist 0

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

Kookstenen

13 maximumscore 3

uitkomst: $\lambda_{\max} = 4,41 \cdot 10^{-6} \text{ m}$

voorbeeld van een berekening:

$$\lambda_{\max} T = k_{\text{W}} \rightarrow \lambda_{\max} = \frac{k_{\text{W}}}{T} = \frac{2,8978 \cdot 10^{-3}}{(384 + 273)} = 4,41 \cdot 10^{-6} \text{ m.}$$

- gebruik van $\lambda_{\max} T = k_{\text{W}}$ 1
- omrekenen van °C naar K 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als de tweede deelscore niet is gehaald, kan de derde deelscore nog wel worden behaald.

14 maximumscore 4

uitkomst: $m = 1,6 \text{ kg}$

voorbeeld van een berekening:

$$\text{Er geldt: } Q_{\text{graniet}} = Q_{\text{water}} \rightarrow c_{\text{graniet}} m_{\text{graniet}} \Delta T_{\text{graniet}} = c_{\text{water}} m_{\text{water}} \Delta T_{\text{water}}.$$

Hieruit volgt:

$$m_{\text{water}} = \frac{c_{\text{graniet}} m_{\text{graniet}} \Delta T_{\text{graniet}}}{c_{\text{water}} \Delta T_{\text{water}}} = \frac{0,82 \cdot 10^3 \cdot 2,3 \cdot (384 - 100)}{4,18 \cdot 10^3 \cdot (100 - 18)} = 1,6 \text{ kg water.}$$

- inzicht $Q_{\text{graniet}} = Q_{\text{water}}$ 1
- gebruik van $Q = cm\Delta T$ 1
- opzoeken c_{graniet} en c_{water} 1
- completeren van de berekening 1

15 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Basalt heeft een grotere soortelijke warmte. Er is dus een kleinere massa basalt nodig om dezelfde hoeveelheid water op te warmen.

- inzicht dat basalt een grotere soortelijke warmte heeft 1
- consequente conclusie 1

Opmerking

Een antwoord gebaseerd op dichtheid: geen scorepunten toekennen.

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

16 maximumscore 3

situatie	opwarmtijd water wordt langer	opwarmtijd water wordt korter
De kooksteen heeft een groter oppervlak bij gelijke massa.		X
De kooksteen heeft een hogere begintemperatuur.		X
De houten pot wordt afgedekt met een deksel.		X
De houten pot is breder en minder diep. De pot is gevuld met dezelfde hoeveelheid water.	X	
De bodem waar de houten pot op staat is bevroren.	X	

- indien vijf antwoorden juist 3
- indien vier antwoorden juist 2
- indien drie antwoorden juist 1
- indien minder dan drie antwoorden juist 0

17 maximumscore 3

uitkomst: $P = 1 \cdot 10^2 \text{ W}$

voorbeeld van een berekening:

Invullen geeft: $P = \frac{\lambda A \Delta T}{d} \rightarrow P = \frac{0,4 \cdot 0,1 \cdot (100 - 20)}{3 \cdot 10^{-2}} = 1 \cdot 10^2 \text{ W}.$

- gebruik van $P = \frac{\lambda A \Delta T}{d}$ 1
- omrekenen van cm^2 naar m^2 en van cm naar m 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Wanneer gerekend met een waarde voor λ tussen 0,3 en 0,5 $\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$ (Binas), dit niet aanrekenen.

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

Oude horloges

18 maximumscore 1

eigenfrequentie/resonantiefrequentie/grondtoon/grondfrequentie

Opmerking

Alleen resonantie: geen scorepunt toekennen.

19 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

methode 1

$$T = \frac{8,4 \cdot 10^{-3}}{3} = 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ s.}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2,8 \cdot 10^{-3}} = 3,6 \cdot 10^2 \text{ Hz. Dit ligt in het hoorbare gebied.}$$

- bepalen van T met een marge van $0,1 \cdot 10^{-3}$ s 1
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie 1

of

methode 2

$$f = \frac{3}{8,4 \cdot 10^{-3}} = 3,6 \cdot 10^2 \text{ Hz. Dit ligt in het hoorbare gebied.}$$

- inzicht dat geldt $f = \frac{\text{aantal trillingen}}{\text{benodigde tijd}}$ 1
- bepalen van een aantal trillingen en de daarvoor benodigde tijd met een marge van $0,1 \cdot 10^{-3}$ s 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie 1

Opmerking

Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

Vraag	Antwoord	Scores
20	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord: In een massa-veersysteem (met een bepaalde C) hangt T alleen af van m. Hierin is m onafhankelijk van de plaats. Dus T is dan overal hetzelfde; de NASA hoeft geen rekening te houden met een andere T in de ruimte.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat m onafhankelijk is van de plaats 1 • consequente conclusie over T 1 	
21	<p>maximumscore 3</p> <p>voorbeeld van een antwoord: ${}_{61}^{147}\text{Pm} \rightarrow {}_{62}^{147}\text{Sm} + {}_{-1}^0\text{e}$</p> <ul style="list-style-type: none"> • alleen bètadeeltje als vervaldeeltje rechts van de pijl 1 • Sm rechts van de pijl (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1 • aantal nucleonen links en rechts gelijk 1 	
22	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord: β-straling komt (blijkbaar) niet of nauwelijks door de behuizing heen. Röntgenstraling komt er door het grote doordringende vermogen wel doorheen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat het doordringend vermogen van β-straling kleiner is dan dat van röntgenstraling 1 • conclusie dat röntgenstraling wel door de wand van het horloge doordringt en β-straling niet 1 	
23	<p>maximumscore 3</p> <p>uitkomst: 0 tot 20%</p> <p>voorbeelden van een antwoord:</p> <p>methode 1 (Binas) De halveringsdikte van ijzer bij 0,05 MeV is 0,049 cm. Er is dus $\frac{0,147}{0,049} = 3,0$ maal gehalveerd. Dus $100 \cdot (\frac{1}{2})^3 = 12,5\%$ van de röntgenstraling dringt door de achterzijde van het horloge, dus 0 tot 20%.</p> <p>of</p>	

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

methode 2 (Sciencedata)

De halveringsdikte van ijzer bij 0,05 MeV is 0,045 cm.

Voor 3 keer halveren is een ijzerdikte van $3 \cdot 0,045 = 0,135 \text{ cm} = 1,35 \text{ mm}$ nodig. Dan zou 12,5% van de röntgenstraling overblijven.

De achterkant van het horloge is nog dikker, dus er blijft nog minder over, dus 0 tot 20%.

- opzoeken halveringsdikte van ijzer 1
- inzicht dat geldt $\frac{\text{dikte horlogewand}}{\text{halveringsdikte}} = \text{aantal halveringen}$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Opmerkingen

- Bij een juist antwoord waarbij dit niet is omcirkeld in de tabel, dit niet aanrekenen.
- Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

24 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

Per seconde ontvangt de pols een energie van

$$E = 25 \cdot 0,05 = 1,25 \text{ MeV.}$$

Dit komt overeen met $1,25 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} = 2,0 \cdot 10^{-13} \text{ J.}$

$$D = \frac{E}{m} = \frac{2,0 \cdot 10^{-13}}{0,075} = 2,7 \cdot 10^{-12} \text{ Gy per seconde.}$$

Uit $H = w_R D$ volgt per jaar: $H = 365 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 1 \cdot 2,7 \cdot 10^{-12} = 8 \cdot 10^{-5} \text{ Sv.}$

Het dragen van het horloge blijft dus (ruimschoots) onder de limiet van $50 \cdot 10^{-3} \text{ Sv.}$

- inzicht dat E gelijk is aan het aantal geabsorbeerde fotonen maal de energie van een foton 1
- omrekenen van MeV naar J 1
- gebruik van $D = \frac{E}{m}$ en gebruik van $H = w_R D$ 1
- omrekenen van seconde naar jaar of omgekeerd 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Opmerkingen

- Het gebruik van $H = w_R D$ mag ook impliciet.
- Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

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

Elysium

25 A

26 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

De afstand r van de geostationaire baan tot het middelpunt van de aarde is gelijk aan $6,371 \cdot 10^6 + 36 \cdot 10^6 = 42 \cdot 10^6$ m.

Er geldt:

$$\frac{r^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2} \rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM} = \frac{4\pi^2 \cdot (42 \cdot 10^6)^3}{6,674 \cdot 10^{-11} \cdot 5,972 \cdot 10^{24}} = 7,53 \cdot 10^9 \rightarrow$$

$$T = 8,7 \cdot 10^4 \text{ s.}$$

Dit (komt overeen met $\frac{8,6 \cdot 10^4}{3,60 \cdot 10^3} = 24$ h en) is de tijd waarin de aarde één

keer rond zijn as draait.

- gebruik van $\frac{r^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2}$ met opzoeken van G en M 1
- inzicht dat geldt $r = R_A + h_{\text{geostationair}}$ met opzoeken van R_A 1
- inzicht dat de omlooptijd in een geostationaire baan gelijk is aan de rotatietijd van de aarde 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.
- Als geen rekening is gehouden met R_A , vervallen de tweede en vierde deelscore.

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

27 maximumscore 2

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Als Elysium even groot lijkt als de maan, moeten de twee gegeven driehoeken gelijkvormig zijn.

Er geldt dan voor de hoogte waarop Elysium zich moet bevinden:

$$\frac{D_M}{D_{\text{Elysium}}} = \frac{h_M}{h_{\text{Elysium}}} \rightarrow \frac{3,5 \cdot 10^6}{64 \cdot 10^3} = \frac{3,8 \cdot 10^8}{h_{\text{Elysium}}} \rightarrow$$

$$h_{\text{Elysium}} = 6,9 \cdot 10^6 \text{ m } (= 6,9 \cdot 10^3 \text{ km}).$$

Dit is lager dan de geostationaire baan.

- inzicht dat geldt $\frac{D_M}{D_{\text{Elysium}}} = \frac{h_M}{h_{\text{Elysium}}}$ 1
- completeren en consequente conclusie 1

of

methode 2

Voor de hoek waaronder je de maan ziet geldt:

$$\tan \alpha = \frac{3,5 \cdot 10^6}{3,8 \cdot 10^8} \rightarrow \alpha = 0,53^\circ.$$

Voor de hoek waaronder je Elysium ziet als deze zich in de geostationaire baan zou bevinden geldt:

$$\tan \alpha = \frac{64 \cdot 10^3}{36 \cdot 10^6} \rightarrow \alpha = 0,10^\circ.$$

Deze hoeken zijn niet hetzelfde, Elysium kan zich dus niet in de geostationaire baan bevinden.

- inzicht dat geldt $\tan \alpha = \frac{\text{diameter}}{\text{afstand tot aardoppervlak}}$ 1
- completeren en consequente conclusie 1

Opmerkingen

- *Wanneer is gerekend met de sinus (kleine hoekenbenadering), dit niet aanrekenen.*
- *Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.*

28 maximumscore 1

antwoord: II

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

29 maximumscore 3

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $v = \frac{2\pi r}{T}$ met $T = \frac{360}{3,0} \cdot 3,2 = 384 \text{ s}$.

Dus $v = \frac{2\pi \cdot 32 \cdot 10^3}{384} = 5,2 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}$.

Dit is minder dan de benodigde snelheid.

- gebruik van $v = \frac{2\pi r}{T}$ 1
- inzicht dat geldt $T = \frac{360}{3,0} \cdot 3,2$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Opmerking

Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

Bronvermeldingen

Walstroom

naar: magazines.defensie.nl/allehens/2015/01/06_walvoeding

Kookstenen figuur 2

University Leiden, Faculty of Archaeology, Laboratory for Artefact Studies