

Beoordelingsmodel

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

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

Elektrische doorstroomverwarmer

1 maximumscore 1

voorbeelden van antwoorden:

Er gaat minder energie verloren aan de buitenlucht. / De waterleiding wordt minder verwarmd.

Opmerking

Een antwoord in de trant van “er is minder draad nodig” of “er is minder verlies” zonder fysisch correcte vermelding waaraan: geen scorepunt toekennen.

2 maximumscore 2

uitkomst: 25 K

voorbeeld van een berekening:

Er geldt $P = 70 \cdot \text{debiet} \cdot \Delta T$. Invullen geeft: $5000 = 70 \cdot 2,9 \cdot \Delta T$.

Hieruit volgt dat $\Delta T = \frac{5000}{70 \cdot 2,9} = 25 \text{ K}$.

- gebruik van $P = 70 \cdot \text{debiet} \cdot \Delta T$ 1
- completeren van de berekening 1

3 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De stroomsterkte $I = \frac{P}{U} = \frac{5000}{230} = 21,7 \text{ (A)}$, de zekering van 25 A is dan het

meest geschikt.

Zekeringen tot en met 20 A branden allemaal door, de zekering van 40 A geeft te weinig bescherming bij overbelasting.

- gebruik van $P = UI$ 1
- inzicht dat te kleine zekeringen doorbranden en te grote te weinig bescherming bieden tegen overbelasting 1
- completeren en consequente conclusie 1

Opmerking

Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.

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

4 **maximumscore 2**

antwoord:

- de totale weerstand van de doorstroomverwarmer **afneemt**.
- de totale stroomsterkte door de weerstandsdraden samen daardoor **toeneemt**.
- het vermogen van de doorstroomverwarmer daardoor **toeneemt**.

- de eerste zin correct 1
- volgende twee zinnen beide consequent met de eerste zin 1

5 **A**

6 **maximumscore 4**

uitkomst: $I = 6,3 \cdot 10^{-6} \text{ A}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de weerstand van de waterkolom geldt: $R = \rho \frac{\ell}{A}$,

waarbij $\rho = 1,3 \cdot 10^5 \text{ } \Omega\text{m}$; $\ell = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}$; $A = \pi r^2 = \pi \cdot (7,5 \cdot 10^{-3})^2 \text{ m}^2$.

Invullen geeft $R = 3,68 \cdot 10^7 \text{ } \Omega$. De stroomsterkte door de waterkolom is dan

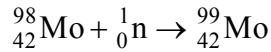
$$I = \frac{U}{R} = \frac{230}{3,68 \cdot 10^7} = 6,3 \cdot 10^{-6} \text{ A.}$$

- gebruik van $R = \rho \frac{\ell}{A}$ 1
- gebruik van $A = \pi r^2$ met $r = \frac{1}{2} \cdot 15 \text{ mm}$ of $A = \frac{1}{4} \pi d^2$ 1
- gebruik van $U = IR$ 1
- completeren van de berekening 1

Molybdeen-99

7 maximumscore 3

antwoord:



- atoomnummer van molybdeen correct 1
- massagetal en atoomnummer van het neutron correct 1
- voor de moederkern een consequente berekening van massagetal en atoomnummer en consequente notatie 1

Opmerking

Een kandidaat die het verkeerde atoomnummer bij Mo-99 vindt maar wel Mo-98 als moederkern noteert, mist de eerste deelscore, maar kan de derde deelscore nog wel behalen.

8 A

9 maximumscore 4

uitkomst: $\lambda = 8,79 \cdot 10^{-12}$ m

voorbeeld van een berekening:

Er geldt $E = hf$ met $E = 0,141 \text{ MeV} = 0,141 \cdot 10^6 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}$ J en

$h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ Js.

Invullen geeft: $0,141 \cdot 10^6 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} = 6,626 \cdot 10^{-34} \cdot f$.

Hieruit volgt dat $f = 3,409 \cdot 10^{19}$ Hz.

Ten slotte geldt: $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{2,998 \cdot 10^8}{3,409 \cdot 10^{19}} = 8,79 \cdot 10^{-12}$ m.

- inzicht dat geldt $1,000 \text{ MeV} = 1,602 \cdot 10^{-13}$ J 1
- gebruik van $E = hf$ met correcte waarde voor h 1
- gebruik van $c = f\lambda$ met correcte waarde voor c 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- *Onder correcte waarde wordt verstaan: de waarde uit een tabellenboek.*
- *Fouten in de significantie vallen onder de vierde deelscore.*

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

10 maximumscore 4

voorbeeld van een bepaling:

– Voor de activiteit geldt: $A = -\left(\frac{\Delta N}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}}$.

De helling van de grafiek aan de (N, t) -grafiek van Tc-99m op $t = 3,0$ uur is gelijk aan

$$-\left(\frac{\Delta N}{\Delta t}\right) = -\frac{0,40 \cdot 10^{12} - 0,80 \cdot 10^{12}}{(7,0 - 1,6) \cdot 3600} = \frac{0,40 \cdot 10^{12}}{19,4 \cdot 10^3} = 2,1 \cdot 10^7 \text{ (Bq)}.$$

Dit is meer dan $2,0 \cdot 10^7$ (Bq).

- inzicht dat de helling van de grafiek gebruikt moet worden 1
- bepalen van de helling van de grafiek in het vervaldiagram van Tc-99m op $t = 3,0$ uur binnen het interval $(-2,0 \cdot 10^7$ tot en met $-2,4 \cdot 10^7$ Bq 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie 1

voorbeeld van een antwoord:

– De helling van de grafiek op $t = 3,0$ uur is bij beide andere stoffen minder steil. (Dus de activiteit op $t = 3,0$ uur is lager, er is een grotere beginhoeveelheid nodig.)

- inzicht dat de helling van de grafieken op $t = 3,0$ uur bij beide andere stoffen minder steil is of de activiteit van beide andere stoffen op $t = 3,0$ uur kleiner is 1

Opmerking

Een antwoord waar het inzicht in de helling of activiteit niet uit blijkt: vierde deelscore niet toekennen.

11 maximumscore 1

voorbeelden van antwoorden:

Meer absorptie van straling. / Verspreiding over een grotere oppervlakte.

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

12 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De intensiteit die detector p meet, is groter dan de intensiteit die q meet. De tracer bevindt zich dus in a of in b.

methode 1

De afstand bp = 12 cm; de intensiteit die p meet is $27 \mu\text{W m}^{-2}$.

De afstand bq = 20 cm; de intensiteit die q meet is $7 \mu\text{W m}^{-2}$.

$\frac{27}{7} = 3,9$ dus de tracer bevindt zich in b.

of

methode 2

De afstand ap = 8 cm; de intensiteit die p meet is $75 \mu\text{W m}^{-2}$.

De afstand aq = 24 cm; de intensiteit die q meet is $4 \mu\text{W m}^{-2}$.

$\frac{75}{4} = 19$ dus de tracer bevindt zich niet in a, maar in b.

- inzicht dat de tracer zich in a of in b moet bevinden 1
- bepalen van afstanden en intensiteiten van a of b tot een detector 1
- consequente conclusie 1

Opmerking

Een antwoord zonder uitleg: geen scorepunten toekennen.

Road-train

13 maximumscore 3

uitkomst: 3,3 (h)

voorbeeld van een bepaling:

De afstand van Port Augusta naar Port Lincoln is op de kaart van de uitwerkbijlage 5,0 cm. Dit komt overeen met een afstand van $5,0 \cdot 60 = 300$ km.

De road-train rijdt met 90 km h^{-1} , de reis duurt dus $\frac{300}{90} = 3,3$ (h).

- bepalen van de werkelijke afstand van Port Augusta naar Port Lincoln met een marge van 60 km 1
- gebruik van $s = vt$ 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.

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

14 maximumscore 4

uitkomst: $P = 7,9 \cdot 10^4 \text{ W}$

voorbeeld van een berekening:

De hoogte van het wegdek stijgt over traject ab van 13,0 m naar 15,0 m.

De motor levert dan

$$W = mg\Delta h = 160 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot (15,0 - 13,0) = 3,14 \cdot 10^6 \text{ J extra arbeid.}$$

De road-train legt hierbij 1000 m af met een snelheid van $\frac{90}{3,6} = 25 \text{ ms}^{-1}$.

Dit duurt $t = \frac{s}{v} = \frac{1000}{25} = 40 \text{ s}$. Het vermogen dat de motor extra levert is

$$P = \frac{W}{t} = \frac{3,14 \cdot 10^6}{40} = 7,9 \cdot 10^4 \text{ W.}$$

- inzicht dat geldt: $W = mg\Delta h$ 1
- bepalen van $\Delta h = 2,0 \text{ m}$ 1
- gebruik van $s = vt$ en $P = \frac{W}{t}$ 1
- completeren van de berekening 1

15 maximumscore 2

antwoorden:

bewering	juist	onjuist
Op traject ab is de zwaartekracht op de road-train het grootst.		X
De normaalkracht op de road-train is het grootst op traject bc.		X
De tijd die nodig is om traject cd af te leggen is het langst.		X

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

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

16 maximumscore 4

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Er geldt:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{7,09}{28,2} = 0,251 \text{ ms}^{-2}.$$

$$F = ma = 160 \cdot 10^3 \cdot 0,251 = 40,2 \cdot 10^3 \text{ (N)} = 40,2 \text{ (kN)}.$$

en:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 160 \cdot 10^3 \cdot 7,09^2 = 4,02 \cdot 10^6 \text{ (J)} = 4,02 \text{ (MJ)}.$$

Dus:

bewering	juist	onjuist
De motor van de road-train van 160 ton levert over deze 100 m meer kracht dan de motor van de vrachtwagen van 40 ton.	X	
De road-train van 160 ton heeft na 100 m meer kinetische energie dan de vrachtwagen van 40 ton.	X	

- gebruik van $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ en $F = ma$ 1
- completeren en consequente conclusie bij bewering 1 1
- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- completeren en consequente conclusie bij bewering 2 1

of

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

methode 2

Er geldt:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 160 \cdot 10^3 \cdot 7,09^2 = 4,02 \cdot 10^6 \text{ (J)} = 4,02 \text{ (MJ)}.$$

en:

$$F = \frac{W}{s} = \frac{E_{\text{kin}}}{s} = \frac{4,02 \cdot 10^6}{100} = 40,2 \cdot 10^3 \text{ (N)} = 40,2 \text{ (kN)}.$$

Dus:

bewering	juist	onjuist
De motor van de road-train van 160 ton levert over deze 100 m meer kracht dan de motor van de vrachtwagen van 40 ton.	X	
De road-train van 160 ton heeft na 100 m meer kinetische energie dan de vrachtwagen van 40 ton.	X	

- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- completeren en consequente conclusie bij bewering 2 1
- inzicht dat geldt $E_k = Fs$ 1
- completeren en consequente conclusie bij bewering 1 1

Opmerkingen

- Wanneer de massa verkeerd is omgerekend: maximaal 3 scorepunten toekennen.
- Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.
- Wanneer de massa op dezelfde manier fout is omgerekend als in vraag 14: niet opnieuw aanrekenen.

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

17 maximumscore 3

uitkomst: $\Delta s_{\text{rem}} = 10 \text{ m}$ met een marge van 1,0 m

voorbeeld van een bepaling:

De remweg van een voertuig kan worden bepaald met de oppervlakte onder het (v,t) -diagram. Voor de vrachtwagen van 40 ton is dit $\frac{1}{2} \cdot 6,0 \cdot 16,7 = 50 \text{ m}$.

Voor de road-train van 160 ton is dit $\frac{1}{2} \cdot 7,2 \cdot 16,7 = 60 \text{ m}$. Het verschil in remweg is dan $60 - 50 = 10 \text{ m}$.

- inzicht dat de remweg de oppervlakte onder het (v,t) -diagram is 1
- inzicht $\Delta s_{\text{rem}} = s_{160t} - s_{40t}$ 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Wanneer gerekend is met v_{max} in plaats van met v_{gem} vervalt de eerste deelscore, maar is de deelscore voor completeren nog wel te behalen.

Metaalmoetheid

18 maximumscore 3

uitkomst: $F = 5,00 \cdot 10^2 \text{ N}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de spanning geldt: $\sigma = \frac{F}{A}$.

Hierin is $A = 2,63 \text{ mm}^2 = 2,63 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$.

De spanning $\sigma = 190 \text{ MPa} = 190 \cdot 10^6 \text{ Pa}$. Invullen geeft

$F = \sigma A = 190 \cdot 10^6 \cdot 2,63 \cdot 10^{-6} = 5,00 \cdot 10^2 \text{ N}$.

- gebruik van $\sigma = \frac{F}{A}$. 1
- inzicht dat $1,0 \text{ mm}^2 = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ 1
- completeren van de berekening 1

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

19 maximumscore 2

uitkomst: $\varepsilon = 9,5 \cdot 10^{-4}$ (Binas) of $\varepsilon = 9,74 \cdot 10^{-4}$ (Science Data)

voorbeeld van een berekening:

methode 1

Binas: Er geldt: $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ waarin $E = 0,20 \cdot 10^{12}$ Pa en $\sigma = 190$ MPa.

De relatieve rek van de spaak is dan $\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{190 \cdot 10^6}{0,20 \cdot 10^{12}} = 9,5 \cdot 10^{-4}$.

- gebruik van $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ met $E = 0,20 \cdot 10^{12}$ Pa 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

In Binas wordt ook gewerkt met de waarde $E = 200 \cdot 10^9$ Pa voor roestvast staal. De uitkomst is dan in 3 significante cijfers.

of

methode 2

Science Data: Er geldt: $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ waarin $E = 195 \cdot 10^9$ Pa en $\sigma = 190$ MPa.

De relatieve rek van de spaak is dan $\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{190 \cdot 10^6}{195 \cdot 10^9} = 9,74 \cdot 10^{-4}$.

- gebruik van $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ met $E = 195 \cdot 10^9$ Pa 1
- completeren van de berekening 1

20 maximumscore 2

uitkomst: $f = 3,78$ Hz met een marge van 0,06 Hz

voorbeeld van een bepaling:

methode 1

Uit de figuur op de uitwerkbijlage is af te lezen dat de spaak 7 keer

ronddraait in 1,85 s, dus $T = \frac{1,85}{7} = 0,264$ s.

Hieruit volgt $f = \frac{1}{0,264} = 3,78$ Hz.

- inzicht dat geldt $T = \frac{\text{benodigde tijd}}{\text{aantal omwentelingen}}$ en $f = \frac{1}{T}$ 1
- completeren van de bepaling 1

of

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

methode 2

Uit de figuur op de uitwerkbijlage is af te lezen dat de spaak 7 keer

ronddraait in 1,85 s, dus $f = \frac{7}{1,85} = 3,78 \text{ Hz}$.

- inzicht dat geldt $f = \frac{\text{aantal omwentelingen}}{\text{benodigde tijd}}$ 1
- completeren van de bepaling 1

21 maximumscore 4

voorbeelden van een antwoord:

- De spanningsamplitude in dit onderzoek is gelijk aan $\frac{198-130}{2} = 34 \text{ MPa}$.

- inzicht dat σ_{\max} en σ_{\min} bepaald moeten worden 1
- completeren van de berekening van σ_A (met een marge van 4 MPa) 1

Opmerking

Bij de tweede deelscore hoeft geen rekening gehouden te worden met fouten in significantie of eenheid.

- Bij een spanningsamplitude van 100 MPa zijn $1 \cdot 10^7$ wielomwentelingen te maken. De spanningsamplitude voor de spaak is lager, dus het wiel kan (minimaal) $1 \cdot 10^7$ wielomwentelingen maken.

- inzicht dat σ_A vergeleken moet worden met σ bij $N = 1 \cdot 10^7$ 1
- consequente conclusie 1

22 maximumscore 3

uitkomst: $6,6 \cdot 10^3 \text{ (km)}$

voorbeeld van een bepaling:

Bij een spanningsamplitude van 120 MPa wordt de levensduur van de spaak $3,0 \cdot 10^6$ wielomwentelingen.

De diameter van het wiel is 70 cm, de omtrek is dan

$$2\pi \cdot \frac{1}{2} \cdot 70 = 220 \text{ cm} = 2,2 \text{ m}.$$

De spaak zal dan na $3,0 \cdot 10^6 \cdot 2,2 = 6,6 \cdot 10^6 \text{ m} = 6,6 \cdot 10^3 \text{ km}$ breken.

- aflezen van de levensduur bij 120 MPa 1
- gebruik van omtrek = $2\pi r$ met $r = 35 \text{ cm}$ of πd met $d = 70 \text{ cm}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.

Naaldjes rond de aarde

23 maximumscore 3

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $m = \rho V = \rho \cdot \ell \cdot A$. De dichtheid van koper is $8,96 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

Invullen geeft: $40 \cdot 10^{-9} = 8,96 \cdot 10^3 \cdot 0,018 \cdot \frac{1}{4} \pi d^2$. Hieruit volgt dat

$d = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ m} = 18 \text{ } \mu\text{m}$. Dit is minder dan de diameter van een mensenhaar.

- gebruik van $m = \rho V$ met $\rho = 8,96 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ 1
- omrekenen van μg naar kg 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Opmerking

Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.

24 maximumscore 3

uitkomst: $f = 8,3 \cdot 10^9 \text{ Hz}$

voorbeeld van een berekening:

De golflengte van de microgolfstraling is gelijk aan $2 \cdot 1,8 = 3,6 \text{ cm}$.

Voor de frequentie van deze straling geldt: $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{0,036} = 8,3 \cdot 10^9 \text{ Hz}$.

- inzicht dat $\lambda = 2 \cdot \ell_{\text{naaldje}}$ 1
- gebruik van $c = f\lambda$ 1
- completeren van de berekening 1

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

25 maximumscore 2

uitkomst: $t = 0,6$ (h)

voorbeeld van een berekening:

Er wordt $\frac{2,0 \cdot 10^4}{8} = 2500$ byte per seconde = $2,5 \cdot 10^{-3}$ megabyte per

seconde verzonden.

Voor een foto van 5 megabyte is dan $\frac{5}{2,5 \cdot 10^{-3}} = 2 \cdot 10^3$ s = 0,6 h nodig.

- correct omrekenen van bits naar megabyte of omgekeerd 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Wanneer is gerekend met $1,000$ MB = 1024 kB (= $1,049 \cdot 10^6$ B), dit goed rekenen.

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

26 maximumscore 4

uitkomst: $T = 1,01 \cdot 10^4$ s

voorbeeld van een berekening:

Voor de snelheid van een naaldje geldt: $v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$.

Hierin is $G = 6,674 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ en $M = 5,972 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.

De straal van de cirkelbaan is gelijk aan

$$r = h + r_{\text{aarde}} = 3,70 \cdot 10^6 + 6,371 \cdot 10^6 = 10,071 \cdot 10^6 \text{ m.}$$

Hieruit volgt dat $v = \sqrt{G \frac{M}{r}} = \sqrt{6,674 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5,972 \cdot 10^{24}}{10,071 \cdot 10^6}} = 6,291 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$.

Uit $v = \frac{2\pi r}{T}$ volgt: $T = \frac{2\pi \cdot 10,071 \cdot 10^6}{6,291 \cdot 10^3} = 1,01 \cdot 10^4 \text{ s.}$

- gebruik van $v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$ met correcte waarden voor G en M 1
- inzicht dat $r = h + r_{\text{aarde}}$ met correcte waarde voor r_{aarde} 1
- gebruik van $v = \frac{2\pi r}{T}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- *Wanneer de straal van de aarde niet is meegerekend is het scorepunt voor completeren nog wel te behalen.*
- *Onder correcte waarde wordt verstaan: de waarde uit een tabellenboek. Fouten in de significantie vallen onder de vierde deelscore.*
- *Als een kandidaat voor de straal van de aarde gebruik maakt van de waarde $6,378 \cdot 10^6 \text{ m}$: dit ook goed rekenen.*

27 maximumscore 2

antwoord:

- De naaldjes bevonden zich **lager dan** de geostationaire baan.
- De middelpuntzoekende kracht op een naaldje was **gelijk aan** de gravitatiekracht op een naaldje.

per correcte zin

1

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

28 maximumscore 3

uitkomst: 4,7 (naaldjes per km²)

voorbeeld van een berekening:

Het aardoppervlak is $4\pi r^2 = 4\pi(6,371 \cdot 10^3)^2 = 5,101 \cdot 10^8 \text{ km}^2$.

Het gemiddelde aantal naaldjes per km² is $\frac{480 \cdot 10^6}{0,20 \cdot 5,101 \cdot 10^8} = 4,7$.

- gebruik van $A = 4\pi r^2$ 1
- correct gebruik van factor 20% 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- *Wanneer is gerekend met dezelfde foutieve waarde voor r_{aarde} als in vraag 26: niet opnieuw aanrekenen.*
- *Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.*
- *De antwoorden “4 (naaldjes per km²)” of “5 (naaldjes per km²)” ook goed rekenen.*