

Beoordelingsmodel

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

Opgave 1 Goliath

1 maximumscore 3

uitkomst: $\alpha = 40^\circ$

voorbeeld van een berekening:

De lengte van de helling $s = vt = \left(\frac{5,0}{3,6}\right) \cdot 51 = 70,8 \text{ m}$.

Voor de hellingshoek α geldt: $\sin \alpha = \frac{46}{70,8}$;

hieruit volgt dat $\alpha = 40^\circ$.

- gebruik van $s = vt$ 1
- inzicht $\sin \alpha = \frac{\text{hoogte}}{s}$ 1
- completeren van de berekening 1

2 maximumscore 4

uitkomst: $Q = 2,5 \cdot 10^5 \text{ J}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de geproduceerde warmte Q geldt: $Q = (E_z)_{\text{boven}} - (E_k)_{\text{beneden}}$.

Met $E_z = mgh$ en $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ en invullen van de gegevens volgt:

$$Q = 14 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 46 - \frac{1}{2} \cdot 14 \cdot 10^3 \cdot \left(\frac{106}{3,6}\right)^2 = 2,5 \cdot 10^5 \text{ J}.$$

- inzicht dat $Q = (E_z)_{\text{boven}} - (E_k)_{\text{beneden}}$ 1
- gebruik van $E_z = mgh$ 1
- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- completeren van de berekening 1

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

3 maximumscore 4

uitkomst: $a = 8,8 \text{ m s}^{-2}$

voorbeelden van een berekening:

methode 1

$$s = \frac{1}{2}at^2 \rightarrow at \cdot t = 98 ; v = at = \frac{106}{3,6} = 29,4 \text{ m s}^{-1}.$$

Dit levert voor de tijd: $29,4 \cdot t = 98 \rightarrow t = 3,3 \text{ s}$.

$$\text{Dus voor de versnelling: } a \cdot 3,3 = 29,4 \rightarrow a = \frac{29,4}{3,3} = 8,8 \text{ m s}^{-2}.$$

- gebruik van $s = \frac{1}{2}at^2$ 1
- gebruik van $v = at$, waarbij v uitgedrukt is in m s^{-1} 1
- berekenen van t 1
- completeren van de berekening 1

methode 2

$$v_{\text{gem}} = 53 \text{ km h}^{-1} = \frac{53}{3,6} = 14,7 \text{ m s}^{-1}.$$

$$s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow t = \frac{s}{v_{\text{gem}}} = \frac{49}{14,7} = 3,3 \text{ s}.$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{29,4}{3,3} = 8,8 \text{ m s}^{-2}.$$

- berekenen van v_{gem} 1
- gebruik van $t = \frac{s}{v_{\text{gem}}}$ 1
- gebruik van $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als opnieuw de factor 3,6 is vergeten: geen aftrek.

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

4 maximumscore 3

uitkomst: $f_{\text{flits}} = 6,1 \text{ Hz}$

voorbeeld van een berekening:

De trein bestaat uit 5 wagons. De lengte van één wagon is

$$\ell = \frac{13,2}{5} = 2,64 \text{ m.}$$

De tijdsduur tussen 2 flitsen is $\Delta t = \frac{\ell}{v} = \frac{2,64}{16} = 0,165 \text{ s.}$

De flitsfrequentie is dus $f_{\text{flits}} = \frac{1}{\Delta t} = \frac{1}{0,165} = 6,1 \text{ Hz.}$

- berekening van de lengte van één wagon 1
- inzicht $\Delta t = \frac{\ell}{v}$ 1
- completeren van de berekening 1

5 maximumscore 3

uitkomst: $t_{\text{rem}} = 3,0 \text{ s}$

voorbeeld van een berekening:

De maximale remkracht kan worden gevonden met

$$F_{\text{rem}} = ma = \frac{1}{2} mg = m \frac{\Delta v}{\Delta t}.$$

De minimale remtijd is $\Delta t = \frac{\Delta v}{\frac{1}{2} g} = \frac{(15,2 - 0,3)}{\frac{1}{2} \cdot 9,81} = \frac{14,9}{4,905} = 3,0 \text{ s.}$

- gebruik van $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 1
- inzicht $F_{\text{rem}} = \frac{1}{2} mg$ of $a = \frac{1}{2} g$ 1
- completeren van de berekening 1

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

Opgave 2 Heftruck

6 maximumscore 2

voorbeelden van een antwoord:

methode 1:

Beschouw de achterwielen als draaipunt. Als de grijparm dichterbij de voorband wordt verplaatst, wordt zijn moment linksom kleiner, de voorbanden worden dus minder ingedrukt.

- gebruik van de hefboomwet 1
- conclusie 1

methode 2:

Als de grijparm naar de heftruck toe bewogen wordt, verplaatst het zwaartepunt van het geheel zich naar achteren. Hierdoor worden de (achterbanden meer en de) voorbanden minder ingedrukt.

- inzicht dat de kracht op het voorwiel afhangt van de plaats van het zwaartepunt 1
- conclusie 1

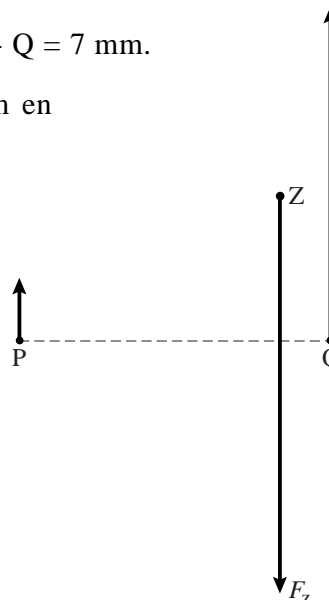
7 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Afstand vector $F_z - P = 36 \text{ mm}$ en afstand $F_z - Q = 7 \text{ mm}$.

Omdat $F_z \hat{=} 55 \text{ mm}$, geldt: $F_P \hat{=} \frac{7}{43} \cdot 55 = 9 \text{ mm}$ en

$F_Q \hat{=} \frac{37}{43} \cdot 55 = 46 \text{ mm}$.



- tekenen van twee vectoren verticaal omhoog op voor- en achteras 1
- de som van de lengten van de vectoren is gelijk aan F_z 1
- inzicht dat de lengten omgekeerd evenredig zijn met de arm 1
- F_Q is tussen 5 en 5,5 keer zo lang als F_P 1

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

8 maximumscore 3

uitkomst: $m_{\text{last}} = 9,00 \cdot 10^3 \text{ kg}$

voorbeeld van een berekening:

De heftruck kantelt net niet voorover dus de normaalkracht in Q is 0 N. Het moment van de last ten opzichte van P maakt dus evenwicht met het moment van de zwaartekracht op de heftruck: $M_{F_{\text{last}}} = M_{F_z}$.

$$m_{\text{last}} \cdot (9,81) \cdot 3,00 = 13500 \cdot (9,81) \cdot 2,00 \rightarrow m_{\text{last}} = 9,00 \cdot 10^3 \text{ kg}.$$

- gebruik van de momentenwet met punt P als draaipunt 1
- inzicht dat het moment van de lastkracht en het moment van de zwaartekracht op de heftruck met elkaar in evenwicht zijn 1
- completeren van de berekening 1

9 maximumscore 4

uitkomst: $p_{\text{onder zuignap}} = 5,1 \cdot 10^3 \text{ Pa}$

voorbeeld van een berekening:

Op de plek van de zuignap drukt de buitenlucht de plaat naar boven; de lucht onder de zuignap drukt de plaat naar beneden.

Als de plaat nog net kan worden opgetild, geldt voor het drukverschil:

$$\Delta p = p_{\text{buiten}} - p_{\text{onder zuignap}} = \frac{F}{A}, \text{ waarin } F = mg = 5000 \cdot 9,81 = 4,91 \cdot 10^4 \text{ N en}$$

$$A = 0,60 \cdot 0,85 = 0,51 \text{ m}^2. \text{ Hieruit volgt: } \Delta p = \frac{4,91 \cdot 10^4}{0,51} = 9,62 \cdot 10^4 \text{ Pa}.$$

De luchtdruk buiten is $1013 \cdot 10^2 \text{ Pa}$.

De druk onder de zuignap is $1013 \cdot 10^2 - 9,62 \cdot 10^4 = 5,1 \cdot 10^3 \text{ Pa}$.

- gebruik van $p = \frac{F}{A}$ 1
- inzicht dat het zuigend oppervlak in m^2 en de zwaartekracht in N berekend moet worden 1
- inzicht dat de druk gelijk is aan de buitendruk min de onderdruk 1
- completeren van de berekening 1

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

Opgave 3 Waterpeil

10 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Door lucht over het water te blazen wordt de verdamping bevorderd.

Doordat de relatief snel bewegende moleculen het meest ontsnappen (neemt de gemiddelde kinetische energie van de moleculen van het water af en daarom) daalt de temperatuur.

- inzicht dat de verdamping wordt bevorderd 1
- inzicht dat de gemiddelde kinetische energie van de watermoleculen daalt of inzicht dat door verdamping warmte aan het water onttrokken wordt 1

11 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De grenshoek van gewoon glas bij geel licht is $41,5^\circ$.

De hoek van inval is 45° .

De hoek van inval is groter dan de grenshoek, dus vindt er totale reflectie plaats.

- opzoeken van de grenshoek van geel licht bij glas 1
- inzicht dat de hoek van inval 45° is 1
- inzicht dat er totale reflectie plaatsvindt als de hoek van inval groter is dan de grenshoek 1

12 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

In tabel 18 van Binas kun je aflezen dat de lichtstraal gaat van optisch dicht naar optisch minder dicht medium. Daarbij hoort een breking van de normaal af en dat is straal e.

- inzicht dat de lichtstraal overgaat van optisch dicht naar optisch minder dicht medium 1
- inzicht dat er breking van de normaal af optreedt 1
- consequente keuze van de lichtstraal 1

13 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De uitgang (de kraan) beïnvloedt het ingangssignaal (de intensiteit van het licht op de sensor). Er is hier dus sprake van terugkoppeling. Het is een regelsysteem.

- inzicht dat hier sprake is van terugkoppeling of inzicht dat het waterniveau constant gehouden wordt 1
- conclusie 1

Vraag	Antwoord	Scores
14	<p>maximumscore 4</p> <p>voorbeeld van een antwoord: Als het waterpeil onder P zakt, wordt de LDR sterker belicht waardoor de weerstand van de LDR afneemt. De spanning over de weerstand van 680Ω neemt dan toe. Gevolg: de comparator geeft een hoog signaal en de kraan gaat open. En dat moet ook als de bak leeg raakt. Er is dus géén invertor nodig.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat de weerstand van de LDR afneemt als het waterpeil onder P staat 1 • inzicht dat de spanning over de weerstand R dan toeneemt 1 • inzicht dat de comparator dan een hoog signaal geeft 1 • conclusie 1 	
15	<p>maximumscore 4</p> <p>uitkomst: $U_{\text{ref}} = 3,92 \text{ V}$</p> <p>voorbeelden van een bepaling:</p> <p>methode 1 Bij een verlichtingssterkte van 140 lux is de weerstand van de LDR $1,40 \text{ k}\Omega$. De referentiespanning is dan $\frac{0,680}{0,680+1,40} \cdot 12,0 = \frac{8,16}{2,08} = 3,92 \text{ V}$.</p> <ul style="list-style-type: none"> • bepalen van de weerstand van de LDR 1 • bepalen van R_{totaal} 1 • inzicht in spanningsdeler 1 • completeren van de bepaling 1 <p>methode 2 Bij een verlichtingssterkte van 140 lux is de weerstand van de LDR $1,40 \text{ k}\Omega$. De totale weerstand is $0,680 + 1,40 = 2,08 \text{ k}\Omega$. Door de beide weerstanden loopt een stroomsterkte $I = \frac{U_{\text{totaal}}}{R_{\text{totaal}}} = \frac{12,0}{2,08 \cdot 10^3} = 5,77 \cdot 10^{-3} \text{ A}.$ Er geldt: $U_{\text{ref}} = IR = 5,77 \cdot 10^{-3} \cdot 0,680 \cdot 10^3 = 3,92 \text{ V}$.</p> <ul style="list-style-type: none"> • bepalen van de weerstand van de LDR 1 • bepalen van R_{totaal} 1 • inzicht dat $I = \frac{U_{\text{totaal}}}{R_{\text{totaal}}}$ 1 • completeren van de bepaling 1 	

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

Opgave 4 Koelbox

16 maximumscore 3

uitkomst: 12 (h)

voorbeelden van een berekening:

methode 1

Voor de energie-inhoud van de accu geldt:

$$E_{\text{accu}} = UI t = 12 \cdot 55 \cdot 60 \cdot 60 = 2,38 \text{ MJ.}$$

Voor de omgezette energie in de koelbox geldt: $E_{\text{koelbox}} = Pt = 54 \cdot t$.

$$E_{\text{koelbox}} = E_{\text{accu}} \rightarrow 54 \cdot t = 2,38 \cdot 10^6 \rightarrow t = 4,4 \cdot 10^4 \text{ s} = \frac{4,4 \cdot 10^4}{3600} = 12 \text{ h.}$$

- inzicht $E_{\text{accu}} = UI t$ met $t = 3600 \text{ s}$ 1
- gebruik van $E_{\text{koelbox}} = Pt$ 1
- completeren van de berekening 1

methode 2

Voor de stroomsterkte die de accu levert, geldt: $I = \frac{P}{U} = \frac{54}{12} = 4,5 \text{ A.}$

Maximale tijd is $\frac{55 \text{ Ah}}{4,5 \text{ A}} = 12 \text{ h.}$

- gebruik van $P = UI$ 1
- inzicht dat de capaciteit gelijk is aan It met t in uur 1
- completeren van de berekening 1

methode 3

Voor de hoeveelheid lading die een volle accu bezit, geldt:

$$q = 55 \text{ Ah} = 55 \text{ A} \cdot 3600 \text{ s} = 1,98 \cdot 10^5 \text{ C.}$$

Voor de energie-inhoud van de accu geldt:

$$E = qU = 1,98 \cdot 10^5 \cdot 12 = 2,38 \cdot 10^6 \text{ J.}$$

Maximale tijd: $t = \frac{E}{P} = \frac{2,38 \cdot 10^6}{54} = 4,4 \cdot 10^4 \text{ s} = 12 \text{ h.}$

- inzicht dat $q =$ capaciteit van de accu 1
- inzicht dat de energie gelijk is aan qU 1
- completeren van de berekening 1

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

17 maximumscore 3

uitkomst: $C = 1,1 \cdot 10^3 \text{ J K}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $C_{\text{box}} + C_{\text{water}} = 20 C_{\text{box}}$; dus $C_{\text{box}} = \frac{1}{19} C_{\text{water}}$.

$$C_{\text{box}} = \frac{c_{\text{water}} \cdot m}{19} = \frac{4,18 \cdot 10^3 \cdot 5,0}{19} = 1,1 \cdot 10^3 \text{ J K}^{-1}.$$

- inzicht $C_{\text{box}} + C_{\text{water}} = 20 C_{\text{box}}$ 1
- inzicht $C_{\text{water}} = c_{\text{water}} \cdot m$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als uitgegaan is van $C_{\text{box}} = \frac{1}{20} C_{\text{water}}$: maximaal 2 punten.

18 maximumscore 3

uitkomst: $t_{\text{aan}} = 96 \text{ s}$

voorbeeld van een berekening:

$$P_{\text{el}} = 126 \text{ J s}^{-1} = 126 \text{ W}.$$

$$P_{\text{in}} = \alpha A \Delta T.$$

$$A = 2 \cdot (0,30 \cdot 0,30) + 4 \cdot (0,20 \cdot 0,30) = 0,42 \text{ m}^2.$$

$$P_{\text{in}} = \alpha A \Delta T = 0,40 \cdot 0,42 \cdot 20 = 3,36 \text{ W}.$$

$$E_{\text{in}} = P_{\text{in}} \cdot 3600 = 1,21 \cdot 10^4 \text{ J}.$$

$$t_{\text{aan}} = \frac{E_{\text{uit}}}{P_{\text{el}}} = \frac{1,21 \cdot 10^4}{126} = 96 \text{ s}.$$

- berekenen van totale oppervlakte 1
- inzicht $E_{\text{in}} = P_{\text{in}} \cdot 3600$ en $E_{\text{uit}} = P_{\text{el}} \cdot t_{\text{aan}}$ 1
- completeren van de berekening 1

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

Opgave 5 Radioactieve schilderijen

19 maximumscore 3

antwoord: $v = 2,2 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \text{ ofwel } 4,0 \cdot 10^{-21} = \frac{1}{2} \cdot 1,67493 \cdot 10^{-27} \cdot v^2.$$

Hieruit volgt: $v = 2,2 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1}$.

- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- massa neutron opgezocht 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als voor de massa van het neutron de waarde van 1 u, dus $1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, genomen is: goed rekenen.

20 maximumscore 3

antwoord: ${}^{76}_{33}\text{As} \rightarrow {}^{76}_{34}\text{Se} + {}^0_{-1}\text{e}$ of ${}^{76}\text{As} \rightarrow {}^{76}\text{Se} + \beta^-$

- β^- -deeltje (elektron) rechts van de pijl 1
- Se als vervalproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- aantal nucleonen links en rechts kloppend 1

21 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Na 20 uur is de verhouding van de activiteit van arseen en mangaan:

$$A(20)_{\text{arsen}} : A(20)_{\text{mangaan}} = [A(0)_{\text{arsen}} \left(\frac{1}{2}\right)^{20/26,8}] : [A(0)_{\text{mangaan}} \left(\frac{1}{2}\right)^{20/2,6}].$$

Met $A(0)_{\text{arsen}} = A(0)_{\text{mangaan}}$ volgt voor deze verhouding: 123 : 1.

(De veronderstelling is dus juist.)

- inzicht dat $A(t) = A(0) \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{\tau}}$ 1
- invullen van $t = 20$ en $\tau = 2,6$ respectievelijk 26,8 u 1
- berekenen van $A(20)_{\text{arsen}} : A(20)_{\text{mangaan}}$ 1

Vraag	Antwoord	Scores
22	<p>maximumscore 3</p> <p>voorbeeld van een antwoord: Het Co-60 zendt β^- en γ-straling uit. De β^--straling wordt door het glas volledig tegengehouden en de γ-straling zal nog gedeeltelijk door het glas komen. Conclusie: 1) de dikke glasplaat heeft zeker zin om alle β^--straling tegen te houden; 2) de bezoekers staan zeker nog bloot aan γ-straling uit het schilderij.</p> <ul style="list-style-type: none"> inzicht dat β^- en γ-straling vrijkomt inzicht dat de dikke glasplaat alle β^--straling absorbeert inzicht dat er nog γ-straling door het glas treedt 	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

Opgave 6 Didgeridoo

23 maximumscore 4

uitkomst: $f = 78$ Hz (met een marge van 2 Hz)

voorbeeld van een bepaling:

In de figuur komt 9,0 cm overeen met een tijd van 0,08 s.

Voor 5 periodes wordt een afstand gemeten van 7,2 cm.

Dat komt overeen met een tijd van $\frac{7,2}{9,0} \cdot 0,08 = 6,4 \cdot 10^{-2}$ s.

Daarmee geldt: $T = \frac{6,4 \cdot 10^{-2}}{5} = 1,28 \cdot 10^{-2}$ s.

Met $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1,28 \cdot 10^{-2}}$ volgt $f = 78$ Hz.

- bepalen van de tijdschaal 1
- bepalen van T uit het opmeten van minimaal drie periodes 1
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- completeren van de bepaling 1

Vraag	Antwoord	Scores
24	<p>maximumscore 3</p> <p>voorbeeld van een antwoord: Uit tabel 15A van Binas blijkt dat de geluidssnelheid groter is als de temperatuur hoger is. De golflengte blijft gelijk, dus uit $f = \frac{v}{\lambda}$ volgt dat als v groter is ook f groter is. Dus de didgeridoo klinkt hoger bij hogere temperatuur.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat de geluidssnelheid groter is bij hogere temperatuur • gebruik van $v = f\lambda$ en inzicht dat de golflengte gelijk blijft • conclusie 	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
25	<p>maximumscore 3</p> <p>uitkomst: $P = 3,2 \cdot 10^{-6}$ W</p> <p>voorbeeld van een berekening: Uit $L = 10 \log\left(\frac{I}{10^{-12}}\right) = 82$ volgt $I = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ W m}^{-2}$. $P = IA = I \cdot \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 = 1,6 \cdot 10^{-4} \cdot \pi \left(\frac{0,16}{2}\right)^2 = 3,2 \cdot 10^{-6} \text{ W}.$</p> <ul style="list-style-type: none"> • gebruik van $L = 10 \log\left(\frac{I}{10^{-12}}\right)$ • gebruik van $P = IA$ met $A = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2$ • completeren van de berekening 	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>