

Beoordelingsmodel

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

Opgave 1 Didgeridoo

1 maximumscore 4

uitkomst: $f = 78 \text{ Hz}$ (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 $\frac{7,2}{9,0} \cdot 0,08 = 6,4 \cdot 10^{-2} \text{ s}$.

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

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

- bepalen van de tijdschaal 1
- bepalen van T uit het opmeten van minimaal 3 periodes 1
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- completeren van de bepaling 1

2 maximumscore 3

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.

- inzicht dat de geluidssnelheid groter is bij hogere temperatuur 1
- gebruik van $v = f\lambda$ en inzicht dat de golflengte gelijk blijft 1
- conclusie 1

Vraag	Antwoord	Scores
3	maximumscore 3 uitkomst: $P = 3,2 \cdot 10^{-6} \text{ W}$ voorbeeld van een berekening: Uit $L = 10 \log\left(\frac{I}{10^{-12}}\right) = 82$ volgt $I = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ W m}^{-2}$. $P = IA = I \cdot \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 = 1,6 \cdot 10^{-4} \cdot \pi\left(\frac{0,16}{2}\right)^2 = 3,2 \cdot 10^{-6} \text{ W}$.	
	<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>

Opgave 2 Radioactieve schilderijen

4 maximumscore 3

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

voorbeeld van een berekening:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \text{ ofwel } 0,025 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} = \frac{1}{2} \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \cdot v^2.$$

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

- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ met m opgezocht
- omrekenen van eV naar joule
- completeren van de berekening

5 maximumscore 4

antwoord: ${}_{33}^{75}\text{As} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{33}^{76}\text{As}$ en ${}_{33}^{76}\text{As} \rightarrow {}_{34}^{76}\text{Se} + {}_{-1}^0\text{e}$

of: ${}^{75}\text{As} + \text{n} \rightarrow {}^{76}\text{As}$ en ${}^{76}\text{As} \rightarrow {}^{76}\text{Se} + \beta^-$

- neutron links van de reactiepijl van de eerste reactie
- eerste reactie kloppend maken
- elektron rechts van de reactiepijl van de tweede reactie
- tweede reactie kloppend maken

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

6 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

Opgave 3 Koelbox

7 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

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

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:

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

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

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

8 maximumscore 3

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

voorbeeld van een berekening:

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

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

- 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.

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

9 maximumscore 4

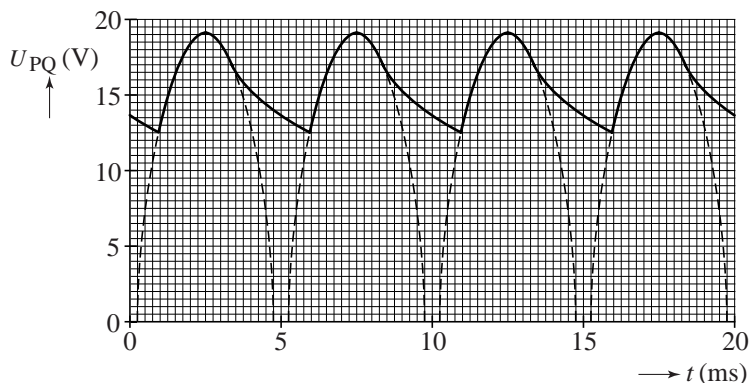
voorbeeld van een antwoord:

- 1 De diodes laten de stroom maar in één richting door de weerstand lopen.
- 2 Als de dynamo één volledige wisselspanningsperiode in 10 ms heeft doorlopen, heeft de weerstand twee identieke pulsen ontvangen.
Dus 4 pulsen in 20 ms.
- 3 $U_{\max} = \sqrt{2} \cdot U_{\text{eff}} = \sqrt{2} \cdot 14,5 = 20,5 \text{ V}$.
- 4 Zolang de spanning van de dynamo niet groter is dan 1,4 V, geleiden de diodes niet en is de spanning over de weerstand 0,0 V.

- inzicht dat de stroom slechts in één richting door de weerstand loopt 1
- inzicht dat de diodeschakeling de negatieve spanningspuls van de dynamo omklapt 1
- inzicht dat U_{\max} groter is dan U_{eff} 1
- inzicht dat $U_{\text{PQ}} = 0$ als $U_{\text{dyn}} < (2 \times)$ de drempelspanning 1

10 maximumscore 2

antwoord:



- links van elke top volgt de nieuwe spanning de oude spanning 1
- rechts van elke top is het nieuwe verloop een dalende kromme die niet onder de 12 V komt 1

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

Opgave 4 Zonneneutrino's

11 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Margreet moet tweemaal hetzelfde experiment uitvoeren: éénmaal als de zon hoog aan de hemel staat én éénmaal bij een lage stand van de zon. Zij moet het zonlicht loodrecht op de lens laten vallen en het beeld van de zon scherp afbeelden op een stuk karton dat zij evenwijdig aan de lens houdt.

In beide gevallen moet zij de diameter van het beeld opmeten en de uitkomsten vergelijken.

- inzicht dat het experiment tweemaal moet worden uitgevoerd 1
- inzicht dat er een beeld van de zon moet worden gevormd en worden gemeten 1

12 maximumscore 4

uitkomst: $d = 1,9$ cm

voorbeeld van een berekening:

$$S = 0,50 \text{ dpt} \rightarrow f = \frac{1}{S} = 2,0 \text{ m.}$$

In deze situatie geldt $b = f$.

$$\frac{\text{diameter zon}}{\text{afstand zon}} = \frac{\text{diameter beeld}}{2,0} \rightarrow \frac{1,392 \cdot 10^9}{1,496 \cdot 10^{11}} = \frac{d}{2,0}$$

$$\rightarrow d = 1,86 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 1,9 \text{ cm.}$$

- inzicht dat $\frac{1}{f} = 0,50$ of $f = 2,0$ m 1
- inzicht dat in deze situatie geldt $b = f$ of b berekenen 1
- inzicht dat $\frac{\text{diameter zon}}{\text{diameter beeld}} = \frac{\text{afstand zon}}{\text{afstand beeld}}$ of $N = \frac{B}{V} = \frac{b}{v}$ 1
- completeren van de berekening 1

13 maximumscore 3

antwoord: ${}^1_1\text{H} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^2_1\text{H} + {}^0_1\text{e} + {}^0_0\nu$ of $2p \rightarrow d + e^+ + \nu$

- links van het reactieteken 2 protonen 1
- rechts van het reactieteken een positron en een neutrino 1
- completeren van de reactievergelijking 1

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

14 maximumscore 4

uitkomst: $E = 26,729 \text{ MeV} (= 4,2825 \cdot 10^{-12} \text{ J})$

voorbeeld van een berekening:

$$m_{\text{voor}} = 4m_{\text{proton}} + 2m_{\text{elektron}} = 4 \cdot 1,007276 + 2 \cdot 0,00054858 = 4,030201 \text{ u}$$

$$m_{\text{na}} = m_{\text{He-atoom}} - 2m_{\text{elektron}} = 4,002603 - 2 \cdot 0,00054858 = 4,0015058 \text{ u}$$

$$\text{massadefect} = m_{\text{voor}} - m_{\text{na}} = 4,030201 - 4,0015058 = 0,028695 \text{ u.}$$

Dit komt overeen met $0,028695 \cdot 931,49 = 26,729 \text{ MeV}$.

- berekenen van de massa voor de fusie 1
- berekenen van de massa na de fusie 1
- berekenen massadefect 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Uitkomst in 3 significante cijfers: geen aftrek.

15 maximumscore 4

uitkomst: $9,1 \cdot 10^{28}$

voorbeeld van een antwoord:

Aantal neutrino's dat per seconde per m^2 de aarde treft is $\frac{2,0 \cdot 10^{38}}{4\pi r^2}$ met

$r = 0,1496 \cdot 10^{12} \text{ m}$. Dat zijn $7,11 \cdot 10^{14}$ neutrino's per m^2 . De aarde heeft een

dwarsdoorsnede-oppervlakte van $\pi R_A^2 = \pi \cdot (6,378 \cdot 10^6)^2 = 1,278 \cdot 10^{14} \text{ m}^2$.

Per seconde treffen $7,11 \cdot 10^{14} \cdot 1,278 \cdot 10^{14} = 9,1 \cdot 10^{28}$ neutrino's de aarde.

- gebruik van de kwadratenwet 1
- opzoeken afstand aarde – zon en diameter aarde 1
- inzicht werkzame doorsnede is πR_A^2 1
- completeren van de berekening 1

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

Opgave 5 Kanaalspringer

16 maximumscore 3

uitkomst: $v = 7,7 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-1}$

voorbeeld van een antwoord:

$y = \frac{1}{2}gt^2$, zodat $9000 = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot t^2$. Hieruit volgt: $t_{\text{vlucht}} = 42,8 \text{ s}$.

$x = v_x t_{\text{vlucht}}$, zodat $v_x = \frac{33 \cdot 10^3}{42,8} = 7,7 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-1}$.

- gebruik van $y = \frac{1}{2}gt^2$ 1
- gebruik van $x = v_x \cdot t_{\text{vlucht}}$ 1
- completeren van de berekening 1

17 maximumscore 5

uitkomst: $p = 34 \text{ kPa}$

voorbeelden van een bepaling:

methode 1

Uit de formules $\frac{pV}{T} = nR$ en $\rho = \frac{m}{V}$ is af te leiden: $p = \left(\frac{nR}{m}\right) \cdot \rho T = c \rho T$

waarin c een constante is als we eenzelfde aantal mol lucht aan het aardoppervlakte en op 7,9 km hoogte vergelijken.

Dat betekent dat

$$\left(\frac{p}{\rho T}\right)_{\text{grond}} = \left(\frac{p}{\rho T}\right)_{\text{hoogte}} \rightarrow \frac{1,013 \cdot 10^5}{1,293 \cdot 273} = \frac{p}{0,51 \cdot 233} \rightarrow p = 3,4 \cdot 10^4 \text{ Pa.}$$

- gebruik van algemene gaswet en $\rho = \frac{m}{V}$ 1
- inzicht dat p evenredig is met ρ en T 1
- aflezen van ρ op 7,9 km hoogte (met een marge van $0,1 \text{ kg m}^{-3}$) 1
- opzoeken van ρ_{lucht} en notie dat deze hoort bij $T = 273 \text{ K}$ en $p = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ 1
- completeren van de bepaling 1

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

methode 2

Uit de grafiek volgt voor de dichtheid op 7,9 km hoogte: $\rho = 0,51 \text{ kg m}^{-3}$.

Uit tabel 12 blijkt dat $\rho_{\text{lucht}} = 1,293 \text{ kg m}^{-3}$ bij $T = 273 \text{ K}$ en

$$p = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}.$$

Ga uit van 1,293 kg lucht met $T = 273 \text{ K}$ en $p = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

1,293 kg lucht heeft dan dus een volume van $1,00 \text{ m}^3$.

Op 7,9 km hoogte heeft 1,293 kg lucht dus een volume van

$$\frac{1,293}{0,51} = 2,54 \text{ m}^3.$$

Volgens de algemene gaswet geldt: $\left(\frac{pV}{T}\right)_{\text{grond}} = \left(\frac{pV}{T}\right)_{\text{hoogte}}$.

Invullen geeft: $\frac{1,013 \cdot 10^5 \cdot 1,00}{273} = \frac{p \cdot 2,54}{233}$ zodat $p = 3,4 \cdot 10^4 \text{ Pa}$.

- aflezen van ρ op 7,9 km hoogte (met een marge van $0,1 \text{ kg m}^{-3}$) 1
- opzoeken van ρ_{lucht} en notie dat deze hoort bij 273 K en $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ 1
- gebruik van de algemene gaswet en $\rho = \frac{m}{V}$ 1
- berekenen van volume op 7,9 km hoogte 1
- completeren van de bepaling 1

18 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Als de baan van figuur 5 als juist moet worden opgevat, is de baan dus gekromd.

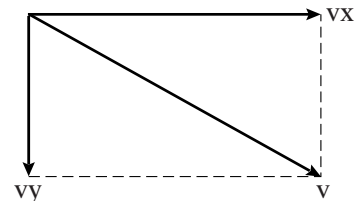
Dat betekent dat de snelheid van richting verandert. Hiervoor is een (netto)kracht vereist, zodat $\vec{F}_{\text{res}} \neq 0$.

- constatering dat de baan gekromd is 1
- inzicht dat voor een gekromde baan een (netto)kracht vereist is 1

19 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

In deze regel wordt met de stelling van Pythagoras de waarde van de snelheid berekend met behulp van de grootte van de horizontale en verticale snelheidscomponent.



- inzicht dat de stelling van Pythagoras gebruikt wordt 1
- tekening van de vectoren van de snelheidscomponenten en van v_{totaal} 1

Vraag	Antwoord	Scores
20	<p>maximumscore 3</p> <p>uitkomst: $k = 9,1 \cdot 10^3$ (m) (met een marge van $0,4 \cdot 10^3$ m)</p> <p>voorbeeld van een bepaling: Uit de grafiek blijkt dat op 7,9 km hoogte geldt $\rho = 0,51 \text{ kg m}^{-3}$ zodat</p> $0,51 = 1,22 \cdot e^{-\frac{7900}{k}}$ <p>Hieruit volgt $k = 9,1 \cdot 10^3$ (m)</p> <ul style="list-style-type: none"> • bij elkaar horende waarden voor h en ρ uit de grafiek afgelezen 1 • h in meter ingevuld 1 • completeren van de bepaling 1 	
21	<p>maximumscore 4</p> <p>voorbeeld van een antwoord: Regel 9: $F_x = F_{x_lift} - F_{x_wrijving}$ Regel 13: $F_y = F_z - F_{y_lift} - F_{y_wrijving}$</p> <ul style="list-style-type: none"> • juiste krachten genoemd in regel 9 1 • plus- en mintekens in regel 9 juist 1 • juiste krachten genoemd in regel 13 1 • plus- en mintekens in regel 13 juist 1 	
22	<p>maximumscore 4</p> <p>uitkomst: $s = 34 \cdot 10^3$ m (met een marge van $3 \cdot 10^3$ m)</p> <p>voorbeeld van een bepaling: Gebruik de (v,t)-grafiek. De afgelegde weg komt overeen met de oppervlakte onder deze grafiek. Deze oppervlakte is te benaderen door een rechthoek en een driehoek: $s = 65 \cdot 430 + \frac{1}{2} \cdot (95 - 65) \cdot 430 = 34 \cdot 10^3$ m.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat de (v,t)-grafiek gebruikt moet worden 1 • inzicht dat de oppervlakte onder deze grafiek bepaald moet worden 1 • completeren van de bepaling 2 	

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

23 maximumscore 5

uitkomst: $\alpha = 24^\circ$ (met een marge van 2°)

Voorbeeld van een bepaling:

Voor de hoek α met de horizon geldt: $\sin \alpha = \frac{v_y}{v}$.

De waarde van v kan worden afgelezen op de (v,t) -grafiek:

$v = 96,5 \text{ m s}^{-1}$ op $t = 16 \text{ s}$.

De waarde van v_y kan berekend worden met het (F_y,t) -diagram.

In de y -richting geldt: $\int F_y \cdot dt = m \Delta v_y$ zodat de impulstoename in de y -richting tussen $t = 0 \text{ s}$ en $t = 16 \text{ s}$ overeenkomt met de oppervlakte onder de grafiek. Deze oppervlakte komt overeen met $3,4 \cdot 10^3 \text{ Ns}$.

Hieruit volgt: $v_y = \frac{3,4 \cdot 10^3}{85,5} = 40 \text{ m s}^{-1}$.

Voor hoek α geldt dan: $\sin \alpha = \frac{40}{96,5}$ zodat $\alpha = 24^\circ$.

- aflezen van v op $t = 16 \text{ s}$ 1
- inzicht dat geldt $\sin \alpha = \frac{v_y}{v}$ 1
- inzicht dat de verticale stoot de oppervlakte in het (F_y,t) -diagram is 1
- berekenen van v_y met behulp van $\text{stoot}_y = m \Delta v_y$ 1
- completeren van de bepaling 1