

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

Aan het juiste antwoord op een meerkeuzevraag worden 2 scorepunten toegekend.

Opgave 1 Parasaurolophus

1 maximumscore 1

antwoord: resonantie

2 maximumscore 3

voorbeeld van een berekening:

Voor de grondtoon bij een halfgesloten pijp geldt dat de lengte ℓ van de pijp gelijk is aan $\frac{1}{4}\lambda$. De golflengte van de grondtoon is dan gelijk aan

$\lambda = 4\ell = 4 \cdot 1,8 = 7,2$ m. De frequentie van de grondtoon is dus

$$f = \frac{v_{\text{geluid}}}{\lambda} = \frac{343}{7,2} = 47,6 = 48 \text{ Hz.}$$

- inzicht dat $\ell = \frac{1}{4}\lambda$ 1
- gebruik van $f = \frac{v_{\text{geluid}}}{\lambda}$ met $v_{\text{geluid}} = 343 \text{ ms}^{-1}$ 1
- completeren van het antwoord 1

3 maximumscore 3

voorbeeld van antwoord:

De hoorn van de dino is halfgesloten, zodat de frequenties van de boventonen zich verhouden als 1:3:5: etc. De verhouding van de gegeven frequentie van $2,4 \cdot 10^2$ Hz ten opzichte van de grondtoon van 48 Hz is gelijk aan $\frac{240}{48} = 5$. Het gaat in dit geval dus om de tweede boventoon.

- inzicht dat de frequenties zich verhouden als 1:3:5 1
- berekenen van de verhouding $\frac{f_{\text{boventoon}}}{f_{\text{grondtoon}}}$ 1
- completeren van het antwoord 1

Opmerking

Wanneer als antwoord gegeven wordt: $\frac{240}{48} = 5$, dus de vijfde of vierde boventoon: maximaal 1 scorepunt.

Vraag	Antwoord	Scores
4	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord: De hoorn van het vrouwelijk dier is korter, zodat de golflengte van de grondtoon kleiner is. De frequentie van de grondtoon is dus hoger (omdat geldt $f = \frac{v}{\lambda}$).</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • • 	<ul style="list-style-type: none"> inzicht dat de golflengte van de vrouwelijke hoorn kleiner is completeren van het antwoord 	<p>1</p> <p>1</p>
5	<p>maximumscore 3</p> <p>voorbeeld van een antwoord: De frequentie van de grondtoon is lager dan de frequentie van de boventonen. De golflengte van de grondtoon is dus groter dan de golflengte van de boventonen. Er is gegeven dat het geluid de boom kan passeren als de golflengte van het geluid groter is dan de breedte van een boom, zodat grote golflengtes en derhalve lage frequenties hiervoor geschikt zijn. Dus zijn grondtonen beter geschikt om te communiceren dan boventonen.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • • • 	<ul style="list-style-type: none"> inzicht dat de grondtoon een grotere golflengte heeft dan een boventoon inzicht dat de golflengte van het geluid groter moet zijn dan de breedte van de boom consequente conclusie 	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

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

Opgave 2 RTO

6 maximumscore 3

uitkomst: $a = 4,9 \text{ m s}^{-2}$ (met een marge van $0,5 \text{ m s}^{-2}$)

voorbeeld van een bepaling:

Op $t = 4,0 \text{ s}$ is de snelheid $v = 70 \text{ km h}^{-1} = 19,4 \text{ m s}^{-1}$. De versnelling

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{19,4}{4,0} = 4,85 = 4,9 \text{ m s}^{-2}.$$

- snelheid omrekenen van km h^{-1} naar m s^{-1} 1
- gebruik van $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 1
- completeren van het antwoord 1

7 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

methode 1

De afstand s die het vliegtuig aflegt is gelijk aan de oppervlakte onder het (v,t) -diagram. Deze oppervlakte kan benaderd worden door de oppervlakte van twee geschikte driehoeken bij elkaar op te tellen, of door ‘hokjes te tellen’ onder het gegeven (v,t) -diagram.

De afgelegde afstand is ongeveer gelijk aan $3,4 \cdot 10^3 \text{ m}$. Dit is minder dan de gegeven baanlengte van $4,0 \text{ km}$, dus de test kan op deze baan worden uitgevoerd.

- inzicht dat de oppervlakte onder het (v,t) -diagram gelijk is aan de afgelegde afstand 1
- bepalen van de oppervlakte door ‘hokjes te tellen’ of door de oppervlakte te benaderen 1
- completeren van de bepaling en conclusie 1

Vraag	Antwoord	Scores
	<p>methode 2</p> <p>Als 4,00 km in 67 s wordt afgelegd, is</p> $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} = \frac{4,00 \cdot 10^3}{67} = 59,7 \text{ m s}^{-1} = 215 \text{ km u}^{-1}.$ <p>Uit figuur 2 blijkt dat deze gemiddelde snelheid hoger is dan de werkelijke gemiddelde snelheid van het vliegtuig. De afstand die het vliegtuig aflegt is daarom minder dan 4,00 km. De baan is dus lang genoeg voor het uitvoeren van deze test.</p> <ul style="list-style-type: none"> • berekenen van de gemiddelde snelheid bij 4,00 km en 67 s • inzicht dat het vliegtuig een lagere gemiddelde snelheid heeft • conclusie <p><i>Opmerking</i> Als er gerekend is met $v_{\text{gem}} = \frac{1}{2}v_{\text{max}}$: maximaal 1 scorepunt.</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
8	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <p>De kinetische energie $E_k = \frac{1}{2}mv_{\text{max}}^2 = \frac{1}{2} \cdot 5,9 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{325}{3,6}\right)^2 = 2,4 \cdot 10^9 \text{ J}.$</p> <ul style="list-style-type: none"> • gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv_{\text{max}}^2$ • completeren van het antwoord 	<p>1</p> <p>1</p>
9	<p>maximumscore 3</p> <p>uitkomst: $1,7 \cdot 10^2 \text{ (L)}$</p> <p>voorbeeld van een berekening:</p> <p>Bij het verbranden van 1 m^3 kerosine komt $35,5 \cdot 10^9 \text{ J}$ vrij, waarvan $0,4 \cdot 35,5 \cdot 10^9 = 14,2 \cdot 10^9 \text{ J}$ in de vorm van kinetische energie.</p> <p>Er is $2,4 \cdot 10^9 \text{ J}$ nodig om het vliegtuig tot de maximale snelheid te versnellen. Hiervoor wordt $\frac{2,4 \cdot 10^9}{14,2 \cdot 10^9} = 0,169 \text{ m}^3 = 1,7 \cdot 10^2 \text{ liter}$ kerosine gebruikt.</p> <ul style="list-style-type: none"> • juist gebruik van rendement • omrekenen van m^3 naar liter • completeren van het antwoord 	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

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

10 maximumscore 4

uitkomst: $F = 1,1 \cdot 10^5$ N

voorbeeld van een bepaling:

Er geldt: $Fs = \Delta\left(\frac{1}{2}mv^2\right)$ met $\Delta\left(\frac{1}{2}mv^2\right) = 2,4 \cdot 10^9$ J. De remweg s is met figuur 2 te bepalen als de oppervlakte onder het (v,t) -diagram.

Dit oppervlak is gelijk aan $\frac{1}{2} \cdot \frac{325}{3,6} \cdot (67 - 43) = 1,1 \cdot 10^3$ m. De totale

remkracht is dan gelijk aan $F = \frac{2,4 \cdot 10^9}{1,1 \cdot 10^3} = 2,2 \cdot 10^6$ N. De remkracht die per

wiel wordt uitgeoefend is dan gelijk aan $\frac{2,2 \cdot 10^6}{20} = 1,1 \cdot 10^5$ N.

- gebruik van $Fs = \Delta\left(\frac{1}{2}mv^2\right)$ 1
- bepalen van de remweg met een marge van $0,1 \cdot 10^3$ m 1
- gebruik van de factor 20 1
- completeren van het antwoord 1

11 maximumscore 5

voorbeeld van antwoorden:

- 1 Bij het afremmen **blijft de remkracht gelijk**, want (voor de remkracht geldt $F = ma$) uit figuur 2 blijkt dat de vertraging constant is.
- 2 Bij het afremmen **neemt het vermogen van de remmen af**, want (voor het vermogen geldt $P = Fv$, de kracht F is constant) de snelheid neemt af.
- 3 De remmen van de wielen worden zeer heet omdat er **meer** energie per seconde aan de remmen wordt **toegevoerd** dan er per seconde door de remmen wordt **afgestaan** aan de omgeving.

- remkracht blijft gelijk 1
- juiste verklaring voor gelijke remkracht 1
- vermogen neemt af 1
- juiste verklaring voor het afnemen van het vermogen 1
- derde zin helemaal correct 1

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

12 maximumscore 3

uitkomst: $9,7 \cdot 10^2$ K

voorbeeld van een berekening:

Er geldt $\lambda_{\max} T = k_W$ waarin

$\lambda_{\max} = 3,0 \cdot 10^{-6}$ m (afgelezen uit de figuur) en $k_W = 2,90 \cdot 10^{-3}$ mK.

Hieruit volgt dat $T = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{3,0 \cdot 10^{-6}} = 9,7 \cdot 10^2$ K.

- gebruik van $\lambda_{\max} T = k_W$ 1
- bepalen van λ_{\max} met een marge van $0,2 \cdot 10^{-6}$ m 1
- completeren van het antwoord 1

13 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $Q = c\rho V \Delta T$. Beide materialen nemen evenveel warmte Q op bij het afremmen (en hebben een even groot volume V).

De dichtheid van staal is 3,1 maal zo groot als de dichtheid van carbon.

De soortelijke warmte van staal is 0,6 maal zo groot als de soortelijke warmte van carbon, zodat $(c\rho)_{\text{staal}}$ groter is dan $(c\rho)_{\text{carbon}}$.

De temperatuurstijging van carbon is dus groter dan de temperatuurstijging van staal. Carbon bereikt de hoogste temperatuur.

- inzicht dat beide materialen evenveel warmte Q opnemen 1
- inzicht dat $(c\rho)_{\text{staal}}$ groter is dan $(c\rho)_{\text{carbon}}$ 1
- completeren van het antwoord 1

Opgave 3 Gloeilamp van Edison

14 maximumscore 2

antwoord:

Zodra de gloeilamp op een geschikte **spanning** wordt aangesloten, gaat door de gloeidraad een **stroom(sterkte)** lopen, waardoor de gloeidraad een zeer hoge **temperatuur** bereikt, zodat de gloeidraad licht gaat uitzenden.

- indien drie grootheden juist ingevuld 2
- indien twee, één of geen grootheden juist ingevuld 0

Vraag	Antwoord	Scores
15	<p>maximumscore 4</p> <p>uitkomst: $\rho = 33 \cdot 10^{-6} \Omega \text{ m}$</p> <p>voorbeeld van een bepaling:</p> <p>Voor de weerstand van een draad geldt: $R = \frac{\rho \ell}{A}$.</p> <p>Uit de figuur op de uitwerkbijlage blijkt dat lengte ℓ van de gloeidraad 6,1 cm is. De doorsnede is gelijk aan $2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2 = 2,0 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2$.</p> <p>De weerstand R van de draad is $1,0 \cdot 10^3 \Omega$.</p> <p>Invullen geeft: $1,0 \cdot 10^3 = \rho \cdot \frac{6,1 \cdot 10^{-2}}{2,0 \cdot 10^{-9}}$. Hieruit volgt dat $\rho = 33 \cdot 10^{-6} \Omega \text{ m}$.</p>	
•	gebruik van $R = \frac{\rho \ell}{A}$	1
•	opmeten van de lengte van de gloeidraad met een uitkomst tussen 6,1 cm en 6,7 cm	1
•	omrekenen van mm^2 naar m^2	1
•	completeren van het antwoord	1
16	<p>maximumscore 3</p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <p>De weerstand van de gloeidraad (NTC) wordt naar verloop van tijd kleiner omdat de temperatuur van de gloeidraad stijgt. De stroomsterkte door de gloeidraad neemt dan toe. (Er geldt: $I = \frac{U}{R}$.) De stroomsterkte is dus het grootst als de lamp al een tijdje brandt.</p>	
•	inzicht dat weerstand afneemt als de temperatuur stijgt	1
•	inzicht dat de stroomsterkte toeneemt (gebruik van $I = \frac{U}{R}$)	1
•	completeren van het antwoord	1
17	<p>maximumscore 3</p> <p>uitkomst: $E = 8,6 \cdot 10^7 \text{ J}$</p> <p>voorbeeld van een berekening:</p> <p>Voor de elektrische energie geldt: $E = Pt$.</p> <p>Het vermogen $P = 16 \text{ W}$, $t = 1500 \cdot 3600 = 5,4 \cdot 10^6 \text{ s}$, zodat $E = 8,6 \cdot 10^7 \text{ J}$.</p>	
•	gebruik van $E = Pt$	1
•	omrekenen van uur naar seconde	1
•	completeren van het antwoord	1

Vraag	Antwoord	Scores
18	maximumscore 3 voorbeeld van een antwoord: Een dunne plek in de draad heeft een hoge weerstand (want $R = \rho \frac{\ell}{A}$). De warmteontwikkeling per seconde is gelijk aan $I^2 R$. De stroomsterkte I in de hele draad is gelijk, zodat er in het deel met de grootste weerstand de meeste warmte ontwikkeld zal worden (en de draad juist op die plek stuk zal gaan). Dit is op de plek waar de gloeidraad dun is geworden.	
	<ul style="list-style-type: none"> inzicht dat de weerstand op een dunne plek in de draad hoog is inzicht dat de stroomsterkte door de hele draad gelijk is completeren van het antwoord 	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

Opgave 4 Röntgenstraling

19 D

20 A

21 A

22 A

23 C

24 maximumscore 3

uitkomst: 0,14 Sv

voorbeeld van een berekening:

Voor de equivalente dosis geldt: $H = Q \frac{E}{m}$.

De energie die de voet in 15 s ontving is gelijk aan $\frac{0,21}{60} \cdot 15 = 5,25 \cdot 10^{-2}$ J.

Gegeven is: $m = 0,350$ kg en $Q = 0,95$.

Invullen levert: $H = 0,95 \cdot \frac{5,25 \cdot 10^{-2}}{0,350} = 0,14$ Sv.

- gebruik van $H = Q \frac{E}{m}$ 1
- berekenen van de energie per meting 1
- completeren van het antwoord 1

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

Opgave 5 Kelly Kettle

25 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Om 1,5 liter water van 20 °C te verwarmen tot 100 °C is aan energie nodig:

$Q = cm\Delta T = 4,18 \cdot 10^3 \cdot 1,5 \cdot 0,998 \cdot 80 = 5,01 \cdot 10^5$ J. In Binas tabel 5 staat dat

1 cal = 4,184 J, zodat $5,01 \cdot 10^5$ J overeenkomt met $\frac{5,01 \cdot 10^5}{4,184} = 12 \cdot 10^4$ cal.

- gebruik van $Q = cm\Delta T$ 1
- opzoeken (of gebruik van) de soortelijke warmte en dichtheid van water 1
- gebruik van 1 cal = 4,184 J 1
- completeren van het antwoord 1

Opmerking

Als voor de dichtheid van water met 1,0 kg/L gerekend is: goed rekenen.

26 maximumscore 3

uitkomst: $m = 34$ (gram)

voorbeeld van een berekening:

Om 1,5 liter water van 20 °C te verwarmen tot 100 °C is $5,01 \cdot 10^5$ J nodig.

Hiervoor is $\frac{5,01 \cdot 10^5}{14,7 \cdot 10^6} = 0,034$ kg = 34 gram gras nodig.

- inzicht dat er $5,01 \cdot 10^5$ J aan energie nodig is 1
- inzicht dat $m = \frac{5,01 \cdot 10^5}{14,7 \cdot 10^6}$ 1
- completeren van het antwoord 1

27 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Bij de Kelly Kettle is het contactoppervlak A veel groter dan bij de Bushcooker, zodat de warmteoverdracht P groter is. Het water in de Kelly Kettle is dus eerder warm.

- inzicht dat A groter is 1
- inzicht dat daardoor P groter wordt 1

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

28 maximumscore 3

uitkomst: 10 dompelaars

voorbeeld van een berekening:

Om 1,5 liter water van 20 °C in 3,0 minuten te laten koken is $5,01 \cdot 10^5$ J aan energie nodig. Eén dompelaar levert in 3,0 minuten een energie van

$E = Pt = 300 \cdot 3,0 \cdot 60 = 5,4 \cdot 10^4$ J. Er zijn $\frac{5,01 \cdot 10^5}{5,4 \cdot 10^4} = 9,3$ dus 10 dompelaars

nodig.

- gebruik van $E = Pt$ 1
- inzicht dat het aantal dompelaars berekend kan worden met $\frac{cm\Delta T}{E_{el}}$ 1
- completeren van het antwoord 1

Opmerking

Als 9,3 of 9 als antwoord gegeven is: maximaal 2 scorepunten toekennen.