Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores

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

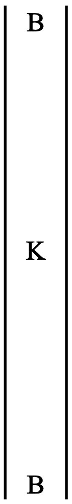
Panfluit

1 maximumscore 2

In de buis bevinden zich **longitudinale** geluidsgolven met verschillende **frequenties**.
Er treedt resonantie op zodra de **golflengte** van een golf in verhouding is met de lengte van de luchtkolom in de buis.

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

2 maximumscore 2



• inzicht dat $\frac{1}{2}\lambda$ past bij de grondtoon	1
• inzicht dat zich in het midden van de buis een knoop bevindt	1

Opmerking
Wanneer een kandidaat een golfpatroon tekent: dit niet aanrekenen.

3 **maximumscore 4**

uitkomst: $f = 4{,}7 \cdot 10^2$ Hz

voorbeeld van een berekening:
Voor de lengte ℓ van de luchtkolom in de buis geldt:
$\ell = 18{,}8 - 1{,}0 = 17{,}8$ cm.
Dit invullen in de gegeven formule levert:
$\frac{1}{4}\lambda = 0{,}178 + 0{,}31 \cdot 1{,}8 \cdot 10^{-2} \rightarrow \lambda = 0{,}734$ m
Voor de frequentie geldt dan:

$$v = f\lambda \rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343}{0{,}734} = 4{,}7 \cdot 10^2 \text{ Hz.}$$

- inzicht dat geldt $\ell = 18{,}8$ cm $- 1{,}0$ cm — 1
- gebruik van $\frac{1}{4}\lambda = \ell + 0{,}31 \cdot d$ met ℓ en d in m — 1
- gebruik van $v = f\lambda$ met $v = 343$ m s^{-1} — 1
- completeren van de berekening — 1

Opmerking
Fouten in significantie niet aanrekenen.

4 **maximumscore 2**

uitkomst: $f = 5{,}0 \cdot 10^2$ Hz (met een marge van $0{,}1 \cdot 10^2$ Hz)

voorbeeld van een bepaling:
methode 1
Er worden 10 trillingen geproduceerd in $2{,}0 \cdot 10^{-2}$ s,

dus $T = \frac{2{,}0 \cdot 10^{-2}}{10} = 2{,}0 \cdot 10^{-3}$ s.

Voor de frequentie geldt: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2{,}0 \cdot 10^{-3}} = 5{,}0 \cdot 10^2$ Hz.

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

of

methode 2
Uit de figuur is af te lezen dat er 10 trillingen worden geproduceerd in $2{,}0\cdot10^{-2}$ s, dus $f = \dfrac{10}{2{,}0\cdot10^{-2}\ \text{s}} = 5{,}0\cdot10^{2}$ Hz.

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

5 **maximumscore 4**
voorbeelden van antwoorden:
– Als de temperatuur stijgt, neemt de geluidssnelheid toe. Bij gelijkblijvende golflengte wordt de frequentie dan hoger. (Dus dat kan een oorzaak zijn.)

- inzicht dat de geluidssnelheid toeneemt bij stijgende temperatuur 1
- inzicht dat bij gelijkblijvende golflengte de frequentie dan stijgt 1

– Om bij een constante geluidssnelheid de frequentie lager te krijgen moet λ groter worden. (De luchtkolom moet langer worden.) De kurk moet dus minder diep in de buis steken.

- consequent inzicht voor het veranderen van λ 1
- consequente conclusie 1

Stretchsensor

6 **maximumscore 2**

gebied	elastische vervorming	plastische vervorming	geen vervorming
I	X		
II		X	
III		X	

indien drie gebieden juist 2
indien twee gebieden juist 1
indien één of geen gebied juist 0

7 **maximumscore 3**

uitkomst: $E = 1,6 \cdot 10^4\ \mathrm{N\,m^{-2}}$ (met een marge van $0,1 \cdot 10^4\ \mathrm{N\,m^{-2}}$)

voorbeeld van een bepaling:
De elasticiteitsmodulus is de steilheid van de grafiek tot een relatieve rek van 0,40, dus:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{6,4 \cdot 10^3}{0,40} = 1,6 \cdot 10^4\ \mathrm{N\,m^{-2}}.$$

- gebruik van $E = \dfrac{\sigma}{\varepsilon}$ — 1
- inzicht dat de grafiek in gebied I gebruikt moet worden — 1
- completeren van de bepaling — 1

Opmerking
Als niet is voldaan aan de tweede deelscore: laatste deelscore voor completeren ook niet toekennen.

8 **maximumscore 3**

uitkomst: $F = 5,8 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{N}$

voorbeeld van een bepaling:

$$\sigma = \frac{F}{A} \rightarrow F = \sigma A = 3,2 \cdot 10^3 \cdot 1,8 \cdot 10^{-6} = 5,8 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{N}$$

- gebruik van $\sigma = \dfrac{F}{A}$ — 1
- bepalen van σ bij ε = 0,20 met een marge van 0,1 $\mathrm{kN\,m^{-2}}$ — 1
- completeren van de bepaling — 1

9 **maximumscore 2**

De spanning over ab **neemt toe** als R_1 uitrekt.
De spanning over bc **neemt af** als R_1 uitrekt.
De spanning over ac **blijft gelijk** als R_1 uitrekt.

- de spanning over ab en bc juist — 1
- de spanning over ac juist — 1

10 maximumscore 4

uitkomst: $P_{max} = 2,2 \cdot 10^{-2}$ W

voorbeeld van een berekening:
Voor het maximale vermogen geldt: $P_{max} = UI_{max}$.

Voor de stroom in de schakeling geldt $I = \dfrac{U}{R_{totaal}}$, dus de stroom is maximaal als de waarde voor R_{totaal} minimaal is.

Hieruit volgt: $R_{totaal} = R_{1\,min} + R_2 = 1,0 \cdot 10^3 + 5,6 \cdot 10^3 = 6,6 \cdot 10^3\ \Omega$.

$$I_{max} = \frac{U}{R_{totaal}} = \frac{12}{6,6 \cdot 10^3} = 1,82 \cdot 10^{-3}\ \text{A}.$$

$$P_{max} = UI_{max} = 12 \cdot 1,82 \cdot 10^{-3} = 2,2 \cdot 10^{-2}\ \text{W}.$$

- gebruik van $R_{totaal} = R_1 + R_2$ 1
- inzicht dat de minimale waarde voor R_1 gebruikt moet worden 1
- gebruik van $P = UI$ en $U = IR$ 1
- completeren van de berekening 1

11 maximumscore 3

uitkomst: $t = 1,3$ (h)

voorbeeld van een berekening:
Voor de stroomsterkte door het pak geldt: $I = \dfrac{P}{U} = \dfrac{19}{12} = 1,58$ A.

Voor de tijd die het pak dan kan werken, geldt:

$$t = \frac{\text{capaciteit}}{I} = \frac{2,0}{1,58} = 1,3\,(\text{h}).$$

- gebruik van $P = UI$ 1
- inzicht dat geldt $t = \dfrac{\text{capaciteit}}{I}$ 1
- completeren van de berekening 1

12 B

Powerskips

13 maximumscore 5

uitkomst: $F_v = 2{,}1 \cdot 10^2$ N

voorbeeld van een bepaling:
De normaalkracht op één Powerskip is de helft van de totale zwaartekracht:
$F_n = \frac{1}{2}F_z = \frac{1}{2}mg = \frac{1}{2} \cdot 65 \cdot 9{,}81 = 319$ N.
In deze situatie geldt:

$$F_1 r_1 = F_2 r_2 \rightarrow F_v = \frac{F_n r_n}{r_v} = \frac{319 \cdot 24}{36} = 2{,}1 \cdot 10^2 \text{ N.}$$

- inzicht dat geldt $F_n = \frac{1}{2}mg$ — 1
- gebruik van $F_1 r_1 = F_2 r_2$ — 1
- bepalen van $r_n = 24$ mm (met een marge van 2 mm) — 1
- bepalen van $r_v = 36$ mm (met een marge van 2 mm) — 1
- completeren van de bepaling — 1

14 A

15 maximumscore 3

uitkomst: $F_{res} = 4{,}4 \cdot 10^3$ N

voorbeeld van een antwoord:
Op 1,15 s geldt: $F_{res} = ma$.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10}{0{,}15} = 67 \text{ m s}^{-2} \rightarrow F_{res} = ma = 65 \cdot 67 = 4{,}4 \cdot 10^3 \text{ N.}$$

- bepalen van a (met een marge van 15 m s^{-2}) — 1
- gebruik $F_{res} = ma$ — 1
- completeren van de bepaling — 1

16 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

$$[E] = \frac{1}{2}[C][u]^2 \rightarrow \text{J} = \text{N m}^{-1} \cdot \text{m}^2 = \text{N m.}$$

(Deze twee eenheden zijn gelijk aan elkaar.)

- invullen van juiste eenheden voor E, C en u — 1
- inzicht dat geldt J = N m — 1

17 **maximumscore 3**

uitkomst: $u = 0{,}12$ m

voorbeelden van een bepaling:

methode 1

Er geldt: $E_{\text{veer}} = E_{\text{k}} \rightarrow \frac{1}{2}Cu^2 = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow u = \sqrt{\frac{mv^2}{C}}$.

Invullen met $v = v_{\text{max}} = 4{,}65\ \text{m s}^{-1}$ levert: $u = \sqrt{\frac{65 \cdot 4{,}65^2}{1{,}0 \cdot 10^5}} = 0{,}12$ m.

- gebruik $E_{\text{veer}} = E_{\text{k}}$ — 1
- aflezen $v_{\text{max}} = 4{,}65\ \text{m s}^{-1}$ (met een marge van $0{,}10\ \text{m s}^{-1}$) — 1
- completeren van de bepaling — 1

of

methode 2

Er geldt: $E_{\text{veer}} = E_{\text{z}} \rightarrow \frac{1}{2}Cu^2 = mgh \rightarrow u = \sqrt{\frac{2mgh}{C}}$.

Invullen met $h = h_{\text{max}} = 1{,}1$ m uit de grafiek levert:

$u = \sqrt{\frac{2 \cdot 65 \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}1}{1{,}0 \cdot 10^5}} = 0{,}12$ m.

- gebruik $E_{\text{veer}} = E_{\text{z}}$ — 1
- bepalen van $h_{\text{max}} = 1{,}1$ m (met een marge van 0,2 m) — 1
- completeren van de bepaling — 1

Opmerking

Als de kandidaat het volledige hoogteverschil heeft bepaald tussen twee keerpunten, dit niet aanrekenen.

18 **maximumscore 3**

voorbeelden van een schatting:
methode 1
Uit de foto kan geschat worden dat de spronghoogte gelijk is aan h = 1,5 m.
Er geldt dan: $E_{\text{veer}} = E_{\text{z}} = mgh = 75 \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}5 = 1{,}1 \cdot 10^3$ J.
Dit is minder dan de $1{,}8 \cdot 10^3$ J die in het veersysteem kan worden opgeslagen.

- schatten van h = 1,5 m (met een marge van 0,5 m) — 1
- inzicht dat $E_{\text{veer}} = E_{\text{z}} = mgh$ — 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie — 1

of

methode 2
Voor de maximale spronghoogte geldt:
$E_{\text{veer}} = E_{\text{z}} \rightarrow 1{,}8 \cdot 10^3 = mgh_{\text{max}} \rightarrow 1{,}8 \cdot 10^3 = 75 \cdot 9{,}81 \cdot h_{\text{max}} \rightarrow h_{\text{max}} = 2{,}4$ m.
Uit de foto kan geschat worden dat spronghoogte h = 1,5 m. Dit is minder hoog dan de maximale spronghoogte, dus er is minder dan $1{,}8 \cdot 10^3$ J in het veersysteem opgeslagen.

- inzicht dat $E_{\text{veer}} = E_{\text{z}} = mgh_{\text{max}}$ — 1
- schatten van h = 1,5 m (met een marge van 0,5 m) — 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie — 1

Opmerking
Wanneer de kandidaat in methode 2 de hoogte impliciet schat door te stellen dat de sprong op de foto (veel) lager is dan 2,4 m: dit goed rekenen.

Dateren met Rb en Sr

19 **A**

20 **maximumscore 4**

voorbeeld van een berekening:

De atoommassa van Rb-87 is $86{,}91 \cdot 1{,}661 \cdot 10^{-27} = 1{,}443 \cdot 10^{-25}$ kg.

Er geldt dus voor het aantal kernen N: $N = \dfrac{1{,}0 \cdot 10^{-6}}{1{,}443 \cdot 10^{-25}} = 6{,}93 \cdot 10^{18}$.

Uit de gegeven formule volgt dan:

$$A = \frac{0{,}693\, N}{t_{\frac{1}{2}}} \rightarrow t_{\frac{1}{2}} = \frac{0{,}693 \cdot 6{,}93 \cdot 10^{18}}{3{,}09} = 1{,}55 \cdot 10^{18} \text{ s.}$$

Dit komt overeen met $\dfrac{1{,}55 \cdot 10^{18}}{365 \cdot 24 \cdot 3600} = 4{,}9 \cdot 10^{10}$ (jaar).

- gebruik van de atoommassa van Rb-87 — 1
- gebruik van een correcte waarde voor de omrekening van u naar kg — 1
- gebruik van $A = \dfrac{0{,}693\, N}{t_{\frac{1}{2}}}$ — 1
- completeren van de berekening — 1

Opmerkingen

– *Als de kandidaat de waarde 87 gebruikt als atoommassa: dit niet aanrekenen.*

– *Onder correcte waarde wordt verstaan: de waarde uit een tabellenboek.*

21 maximumscore 3

antwoord:

voorbeeld van een bepaling:

De steilheid van de grafiek is $\dfrac{7{,}195\cdot 10^{8}-6{,}905\cdot 10^{8}}{4{,}5\cdot 10^{8}}=0{,}064.$

Er geldt:

$$\text{steilheid}=\frac{0{,}693\cdot t}{t_{\frac{1}{2}}}\rightarrow t=\frac{\text{steilheid}\cdot t_{\frac{1}{2}}}{0{,}693}=\frac{0{,}064\cdot 4{,}9\cdot 10^{10}}{0{,}693}=4{,}6\cdot 10^{9}\ \text{jaar.}$$

- bepalen van de steilheid (met een marge van 0,004) 1
- gebruik van $\text{steilheid}=\dfrac{0{,}693\cdot t}{t_{\frac{1}{2}}}$ 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Als een kandidaat bij de bepaling voor vraag 21 uitgaat van de waardes uit figuur 3, hiervoor geen punten in mindering brengen.

22 maximumscore 1

(pijl) A

Meteoriet van Tsjeljabinsk

23 maximumscore 3

antwoord: $v_a = 3{,}0 \cdot 10^4 \text{ m s}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:
Voor de baansnelheid van de aarde geldt:

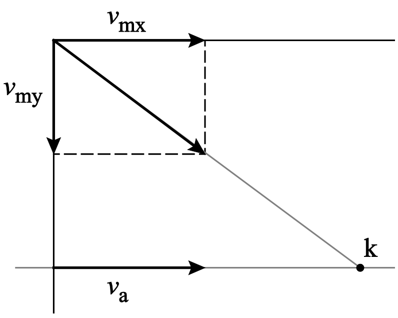
$$v_a = \frac{2\pi r_{baan}}{T} = \frac{2\pi \cdot 1{,}496 \cdot 10^{11}}{365 \cdot 24 \cdot 3600} = 3{,}0 \cdot 10^4 \text{ m s}^{-1}.$$

- gebruik van $v = \dfrac{2\pi r}{T}$ — 1
- opzoeken van een correcte waarde voor r_{baan} — 1
- completeren van de berekening — 1

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

24 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:



De snelheidsvector v_m kan ontbonden worden in een vector v_{mx} parallel aan de snelheidsvector van de aarde en een vector v_{my} loodrecht daarop. De snelheid v_{mx} is (ongeveer) even groot als de snelheid van de aarde.
De meteoriet leek dus op de aarde af te komen met een snelheid v_{my} vanuit de richting van de zon.

- ontbinden van vector v_m in de gegeven richtingen — 1
- conclusie dat component v_{mx} (ongeveer) even groot is als v_a en de meteoriet met snelheid v_{my} vanuit de zon lijkt te komen — 1

25 D

26 maximumscore 3

voorbeeld van een bepaling:
Het spoor op de foto is 4,1 cm lang. Uit de schaal op de foto blijkt dat 1,6 cm op de foto overeenkomt met 100 km in werkelijkheid. In werkelijkheid is het spoor dus $\frac{4,1}{1,6} \cdot 100 = 256 \text{ km}$ lang.

Voor de snelheid v geldt dus: $v = \frac{s}{t} = \frac{2,56 \cdot 10^5}{13} = 20 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1}$.

- opmeten van het spoor (met een marge van 0,2 cm) — 1
- gebruik van $s = vt$ — 1
- toepassen van de schaalfactor met een marge van 0,1 cm en completeren van de bepaling — 1

27 maximumscore 4

antwoord: $E = 4 \cdot 10^2$ kiloton TNT

voorbeeld van een berekening:
Voor de kinetische energie van de meteoriet geldt:
$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 9 \cdot 10^6 \cdot (20 \cdot 10^3)^2 = 1,8 \cdot 10^{15}$ J.

Omgerekend is dat $\frac{1,8 \cdot 10^{15}}{4,2 \cdot 10^{12}} = 4 \cdot 10^2$ kiloton TNT.

- gebruik van $E = \frac{1}{2}mv^2$ — 1
- inzicht dat 1 ton = $1 \cdot 10^3$ kg — 1
- inzicht dat geldt dat $\text{aantal kiloton TNT} = \frac{E_k}{4,2 \cdot 10^{12}}$ — 1
- completeren van de berekening — 1

28 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:
Op de foto is een mens 11 cm lang. In werkelijkheid is die lengte ongeveer 1,8 m. Hieruit volgt dat 1 cm overeenkomt met 0,15 m.
Het volume van de meteoriet kan daarmee geschat worden op
$0{,}6^3 = 0{,}22\ \text{m}^3$. Uit de dichtheid volgt dan: $\rho = \dfrac{m}{V} = \dfrac{6 \cdot 10^2}{0{,}22} = 2{,}7 \cdot 10^3\ \text{kg}\,\text{m}^{-3}$.
Dit ligt niet in de buurt van de dichtheid van ijzer ($= 7{,}9 \cdot 10^3\ \text{kg}\,\text{m}^{-3}$), dus het is geen ijzermeteoriet.

- beredeneerd schatten van het volume van de meteoriet tussen 0,15 en 0,40 m^3 — 1
- gebruik van $\rho = \dfrac{m}{V}$ — 1
- (impliciet) opzoeken van ρ_{ijzer} — 1
- completeren en consequente conclusie — 1