

## Beoordelingsmodel

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

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

### Opgave 1 Koolstof-14-methode

#### 1 maximumscore 3

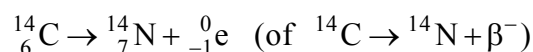
antwoord:

aantal protonen	aantal elektronen	aantal neutronen	massa	halveringstijd
nee	nee	ja	ja	ja

- nee bij aantal protonen en bij aantal elektronen 1
- ja bij aantal neutronen en bij massa 1
- ja bij halveringstijd 1

#### 2 maximumscore 3

antwoord:

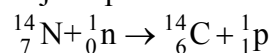


- bèta deeltje rechts van de pijl 1
- N als vervalproduct mits verkregen via kloppende atoomnummers 1
- aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

#### 3 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Bij dit proces komt een proton vrij, want er geldt:



- aantal nucleonen links en rechts gelijk 1
- ${}^1_1\text{p}$  rechts mits verkregen via een kloppende reactievergelijking 1

#### 4 maximumscore 2

antwoord: 11460 jaar

voorbeeld van een antwoord:

Als de verhouding  $R$  nog een kwart is van de oorspronkelijke waarde, zijn er precies twee halveringstijden verstreken. De halveringstijd van C-14 is 5730 jaar, dus de schedel is 11460 jaar oud.

- inzicht dat er twee halveringstijden van C-14 verstreken zijn 1
- opzoeken van de halveringstijd van C-14 en completeren 1

*Opmerking*

*Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.*

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

**5 maximumscore 2**

uitkomst:  $9,8 \cdot 10^{-2} \%$  (of 0,10%)

voorbeeld van een antwoord:

Na 10 halveringstijden is er nog  $\left(\frac{1}{2}\right)^{10} \cdot 100\% = 9,8 \cdot 10^{-2} \%$  C-14 over.

- inzicht dat de activiteit afneemt met  $\left(\frac{1}{2}\right)^{10}$  (of  $2^{10}$  kleiner wordt) 1
- completeren van de berekening 1

## Opgave 2 Slinger van Wilberforce

**6 maximumscore 3**

uitkomst: 32 N

voorbeeld van een berekening:

De zwaartekracht op het blok is:  $F_z = mg = (2,8 \cdot 9,81)$  N.

Om de veer een uitrekking van 9,0 cm is  $F_v = Cu = (49 \cdot 0,090)$  N nodig.

De kracht van de veer op het blok is dan

$F = F_z + F_v = (2,8 \cdot 9,81) + (49 \cdot 0,090) = 32$  N.

- gebruik van  $F_z = mg$  1
- gebruik van  $F_v = Cu$  1
- completeren van de berekening 1

**7 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

Voor de trillingstijd geldt:  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}} = 2\pi\sqrt{\frac{2,8}{49}} = 1,5$  s.

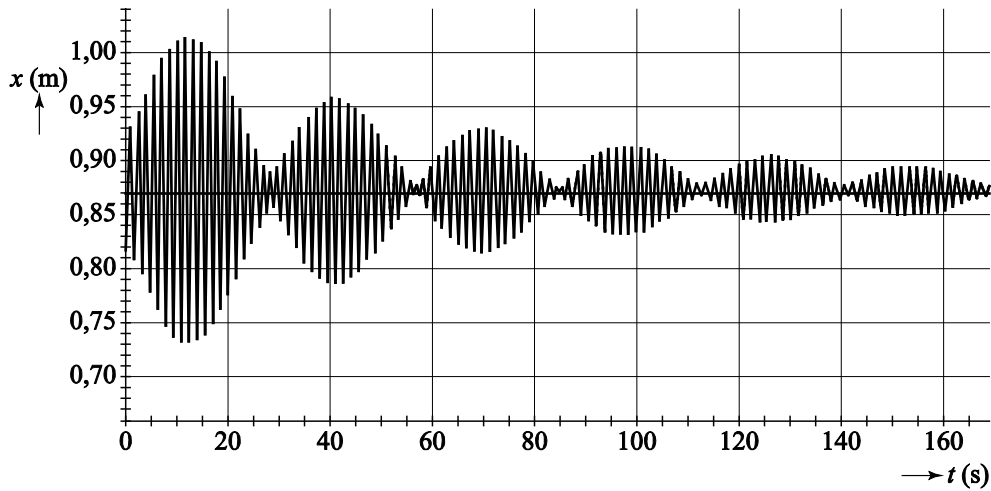
De frequentie is dan:  $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1,5} = 0,67$  Hz.

- gebruik van  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$  1
- gebruik van  $f = \frac{1}{T}$  1
- completeren 1

**8 maximumscore 1**

antwoord: 0,87 m (met een marge van 0,5 cm)

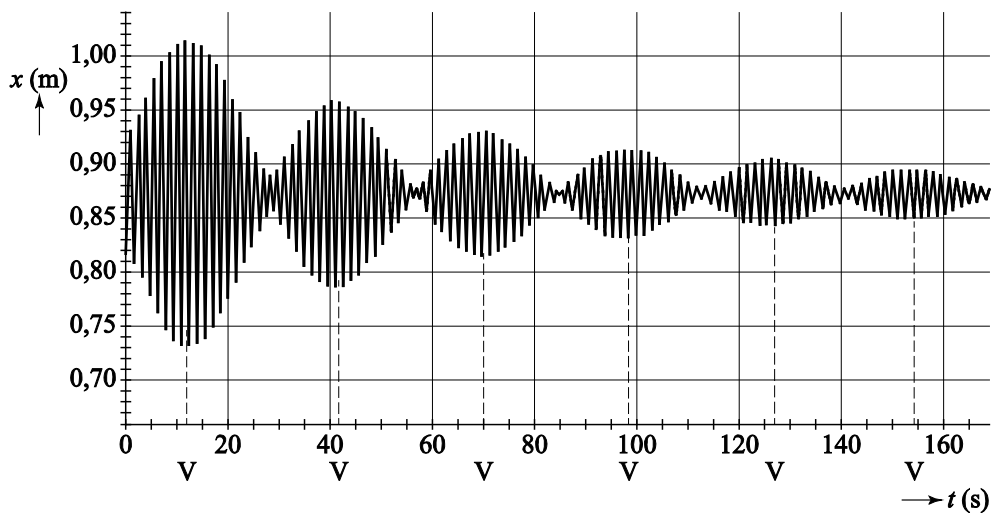
voorbeeld van een antwoord:



Uit de figuur blijkt dat de evenwichtsstand van de trilling ligt op 0,87 m, zie bovenstaande figuur. Dit is tevens de hoogte boven de sensor.

**9 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:



- inzicht dat het gewicht alleen verticaal op en neer beweegt als de uitwijking maximaal is
- alle 6 de tijdstippen juist aangegeven

1

1

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

**10 maximumscore 4**

voorbeeld van antwoorden:

- Uit de figuur op de uitwerkbijlage blijkt dat het gewicht 20 keer draait in 30 s. De trillingstijd is dan gelijk aan  $\frac{30}{20} = 1,5$  s. De frequentie is

$$f = \frac{1}{T} = 0,67 \text{ Hz.}$$

- bepalen van de trillingstijd met gebruik van minstens  $5T$  1
- completeren 1
- De frequentie van draaien is (bijna) gelijk aan de frequentie waarmee de veer op en neer beweegt. Er is dus sprake van resonantie.
- inzicht dat  $f_{\text{veer}} = f_{\text{draai}}$  1
- consequente conclusie 1

*Opmerking*

*Als de frequentie in het eerste deel onjuist bepaald is: maximaal 2 scorepunten toekennen.*

### Opgave 3 Haarföhn

---

**11 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

De eenheid van  $[Q] = \text{kg s}^{-1}$ ; de eenheid van

$[Av\rho] = \text{m}^2 \cdot \text{ms}^{-1} \cdot \text{kg m}^{-3} = \text{kg s}^{-1}$ . Beide termen hebben dus dezelfde eenheid.

- eenheid van  $Q$  1
- eenheid van  $A$ , van  $v$ , en van  $\rho$  1
- vermenigvuldigen van de eenheden  $A$ ,  $v$ ,  $\rho$  en consequente conclusie 1

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

**12 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt:  $Q = Av\rho$ , waarbij:

$$A = \pi r^2 = \pi \left( \frac{1}{2} \cdot 4,5 \cdot 10^{-2} \right)^2 = 1,59 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2; v = 9,5 \text{ ms}^{-1}; \text{ en } \rho = 1,19 \text{ kg m}^{-3}.$$

Invullen geeft:  $Q = Av\rho = 1,59 \cdot 10^{-3} \cdot 9,5 \cdot 1,19 = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ kgs}^{-1}$ .

- gebruik van  $A = \pi r^2$  met  $r = \frac{1}{2} \cdot 4,5 \text{ cm}$  1
- bepalen van de dichtheid van lucht bij  $20^\circ\text{C}$  met een marge van  $0,01 \text{ kg m}^{-3}$  1
- completeren 1

**13 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

methode 1:

De plastic zak van 60 liter wordt in 3,9 sec opgeblazen. Dit is

$$\frac{60}{3,9} = 15,4 \text{ L s}^{-1}. \text{ De massa van 1000 L lucht is 1,19 kg, dus er wordt}$$

$$\frac{15,4}{1000} \cdot 1,19 = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ kgs}^{-1} \text{ lucht in de plastic zak geblazen.}$$

- berekenen van het aantal liter lucht per sec 1
- gebruik van  $\rho = \frac{m}{V}$  1
- completeren 1

methode 2:

In de zak zit 60 liter lucht, dit is  $1,19 \cdot 60 = 71,4 \text{ g}$ .

$$\text{Het opblazen duurt } 3,9 \text{ s, dus er wordt } \frac{71,4}{3,9} = 18,3 \text{ g s}^{-1} = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ kgs}^{-1}$$

lucht in de plastic zak geblazen.

- inzicht dat  $m = \rho V$  1
- inzicht dat  $Q = \frac{m}{t}$  1
- completeren 1

*Opmerking*

*Als ook hier dezelfde foutieve waarde voor de dichtheid gebruikt is als in de vorige vraag: niet opnieuw aanrekenen*

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

**14 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Het vermogen van de draad in stand 1 is  $(6,5 \cdot 10^2 - 1,0 \cdot 10^2) = 5,5 \cdot 10^2$  W.

In stand 2 is het vermogen van beide draden  $(1,2 \cdot 10^3 - 1,0 \cdot 10^2) = 1,1 \cdot 10^3$  W,

dit is precies twee maal zoveel als het vermogen van één draad.

(De weerstandsdraden hebben dus hetzelfde elektrische vermogen).

- inzicht dat  $P_{\text{el,1 draad}} = P_{\text{stand 1}} - P_{\text{koud}}$  1
- inzicht dat  $P_{\text{el,stand 2}} = 2 \cdot P_{\text{el,stand 1}}$  1

**15 maximumscore 4**

uitkomst: 8,4 m

voorbeeld van een berekening:

Het elektrisch vermogen van één draad is  $(6,5 \cdot 10^2 - 1,0 \cdot 10^2) = 5,5 \cdot 10^2$  W.

Er geldt:  $P = \frac{U^2}{R}$  zodat  $R = \frac{U^2}{P} = \frac{230^2}{5,5 \cdot 10^2} = 96,18 \Omega$ .

Voor de weerstand van een draad geldt:  $R = \rho \frac{\ell}{A}$  ; invullen geeft

$96,18 = 1,10 \cdot 10^{-6} \frac{\ell}{0,096 \cdot 10^{-6}}$ . Hieruit volgt dat  $\ell = 8,4$  m.

- gebruik van  $P = \frac{U^2}{R}$  (of  $P = UI$  en  $U = IR$ ) 1
- gebruik van  $R = \rho \frac{\ell}{A}$  met  $\rho = 1,10 \cdot 10^{-6} \Omega \text{m}$  1
- omrekenen van  $\text{mm}^2$  naar  $\text{m}^2$  1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

*Als in deze opgave opnieuw een verkeerde waarde voor het vermogen van de weerstandsdraad gebruikt is: niet opnieuw aanrekenen.*

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

**16 maximumscore 3**

uitkomst: 0,73 (of 73%)

voorbeeld van een berekening:

Om  $1,8 \cdot 10^{-2}$  kg lucht op te warmen van  $21 \text{ }^\circ\text{C}$  tot  $65 \text{ }^\circ\text{C}$  is er

$Q = cm\Delta T = 1,01 \cdot 10^3 \cdot 1,8 \cdot 10^{-2} \cdot (65 - 21) = 799,9 \text{ J}$  nodig.

De weerstandsdraden gebruiken daarvoor  $P_{\text{el}} = P_{\text{stand 2}} - P_{\text{koud}} =$

$(1,2 \cdot 10^3 - 1,0 \cdot 10^2) = 1,1 \cdot 10^3 \text{ J}$ .

Het rendement is dan:  $\eta = \frac{Q}{P_{\text{el}}} = \frac{799,9}{1,1 \cdot 10^3} = 0,73$  (of 73%)

- gebruik van  $Q = cm\Delta T$  1
- inzicht dat  $\eta = \frac{Q}{P_{\text{stand 2}} - P_{\text{koud}}}$  1
- completeren van de berekening 1

## Opgave 4 Botsproef

---

**17 maximumscore 3**

antwoord:  $20 \text{ m s}^{-1}$  (met een marge van  $2,0 \text{ m s}^{-1}$ )

voorbeeld van een bepaling:

De snelheid van de auto op een bepaald tijdstip kan bepaald worden met behulp van de helling van de raaklijn aan de grafiek in het  $(s,t)$ -diagram. In het gegeven  $(s,t)$ -diagram is de snelheid van de auto op  $t = 0 \text{ s}$  maximaal.

Voor die snelheid geldt:  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{1,4}{0,07} = 20 \text{ m s}^{-1}$ .

- inzicht dat de snelheid op een tijdstip bepaald kan worden met de helling van de raaklijn op dat tijdstip aan het  $(s,t)$ -diagram 1
- inzicht dat de snelheid van de auto maximaal is op  $t = 0 \text{ s}$  1
- completeren van de bepaling 1

**18 maximumscore 3**

voorbeelden van antwoorden:

- aanraking muur: punt B, want daar begint de snelheid af te nemen.
- maximale vertraging: punt C, want daar loopt het  $(v,t)$ -diagram het steilst.
- stopt met verder indeuken: punt D want daar is de snelheid 0.

per juist antwoord 1

*Opmerking*

*Juist tijdstip, maar met een foutieve uitleg: geen scorepunt.*



Vraag	Antwoord	Scores
<b>19</b>	<b>maximumscore 4</b> voorbeeld van een antwoord: De vertraging van het hoofd van de pop is maximaal als de grafiek in het $(v,t)$ - diagram zo steil mogelijk loopt. De vertraging is de helling van de raaklijn op dat tijdstip. Voor de maximale vertraging geldt: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20}{0,052} = 385 \text{ ms}^{-2} = 39g .$ De vertraging blijft hier onder de wettelijke richtlijnen.	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>inzicht dat <math>a = \left( \frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}</math></li> <li>inzicht dat de vertraging maximaal is als de <math>(v,t)</math>-grafiek zo steil mogelijk loopt</li> <li>completeren van de bepaling van <math>a</math> (met een marge van 15g)</li> <li>consequente conclusie</li> </ul>	1 1 1 1
<b>20</b>	<b>maximumscore 3</b> antwoorden: 1 niet waar 2 waar 3 niet waar  per juist antwoord	1
<b>21</b>	<b>maximumscore 3</b> uitkomst: $17 \text{ m s}^{-1}$  voorbeeld van een berekening: Er geldt: $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ , invullen geeft: $m \cdot 9,81 \cdot 15 = \frac{1}{2}mv^2$ , zodat $v = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 15} = 17 \text{ m s}^{-1} .$	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>gebruik van <math>mgh = \frac{1}{2}mv^2</math></li> <li>inzicht dat de massa niet van belang is</li> <li>completeren van de berekening</li> </ul>	1 1 1
<b>22</b>	<b>maximumscore 2</b> voorbeeld van een antwoord: In de middelste foto is $F_N > F_Z$ want de auto wordt afgeremd.	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>inzicht dat <math>F_N &gt; F_Z</math></li> <li>juiste toelichting</li> </ul>	1 1

## Opgave 5 Telstar satelliet

### 23 maximumscore 4

uitkomst:  $5,7 \cdot 10^2$  N

voorbeeld van een berekening:

Voor de gravitatiekracht geldt:  $F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ .

Hierin is  $G = 6,6726 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ ,  $m_1 = m_{\text{aarde}} = 5,976 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ,

$m_2 = 77 \text{ kg}$  en  $r = r_{\text{aarde}} + h$ .

Als de afstand  $r$  klein is, is de gravitatiekracht groot. De hoogte  $h$  boven het aardoppervlak is daar  $h = 952 \text{ km}$ , zodat

$r = r_{\text{aarde}} + h = (6,378 + 0,952) \cdot 10^6 \text{ m}$ .

Invullen geeft:

$$F_g = 6,6726 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5,976 \cdot 10^{24} \cdot 77}{((6,378 + 0,952) \cdot 10^6)^2} = 5,7 \cdot 10^2 \text{ N}.$$

- gebruik van  $F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$  met  $G = 6,6726 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$  1
- opzoeken van  $m_{\text{aarde}}$  en  $r_{\text{aarde}}$  1
- gebruik van  $r = r_{\text{aarde}} + h$  met  $h = 952 \text{ km}$  1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

*Als er geen rekening gehouden is met de straal van de aarde: maximaal 2 scorepunten toekennen.*

### 24 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt:  $\frac{m_2 v^2}{r} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$  dus  $v^2 = \frac{G m_1}{r}$ . Als de afstand  $r$  tot de aarde klein

is, is de snelheid  $v$  groot. De snelheid in het perigeum P is dus groter dan de snelheid in het apogeum A.

- gebruik van  $\frac{m_2 v^2}{r} = \frac{G m_1 m_2}{r^2}$  1
- inzicht dat de snelheid groot is als de afstand tot de aarde klein is 1
- conclusie 1

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

**25 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Voor een geostationair baan geldt dat de omlooptijd gelijk is aan 24 uur (en dat de snelheid in de baan constant is), de Telstar draait dus niet in een geostationaire baan.

- gebruik van 24 uur als omlooptijd van een geostationaire baan 1
- conclusie 1

**26 D**

**27 maximumscore 4**

uitkomst: ongeveer 1 golflengte

voorbeeld van een bepaling:

De golflengte van de uitgezonden signalen is gelijk aan

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{4170 \cdot 10^6} = 7,2 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 72 \text{ mm.}$$

De diameter van de satelliet is op de foto gelijk aan 10,5 cm. Dit is in werkelijkheid 88 cm, dus de foto is 8,4 keer verkleind.

Opening X is (ongeveer) 9 mm hoog, de werkelijke hoogte is dan  $8,4 \cdot 9 = 76 \text{ mm}$ . In de hoogte van opening X past dus ongeveer 1 golflengte.

- gebruik van  $\lambda = \frac{c}{f}$  met  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-2}$  1
- bepalen van de vergrotingsfactor van de foto 1
- bepalen van de werkelijke hoogte van X 1
- conclusie 1

**28 B**