

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

Opgave 1 Koolstof-14-methode

1 maximumscore 3

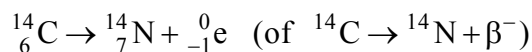
antwoord:

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:

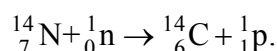


- bètadeeltje rechts van de pijl 1
- N als vervalproduct mits verkregen via kloppende atoomnummers 1
- aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

3 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Bij dit proces komt een proton (of ${}^1_1\text{p}$ of ${}^1_1\text{H}$) 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	<p>maximumscore 2</p> <p>uitkomst: $9,8 \cdot 10^{-2} \%$ (of 0,10%)</p> <p>voorbeeld van een berekening: Na 10 halveringstijden is er nog $\left(\frac{1}{2}\right)^{10} \cdot 100\% = 9,8 \cdot 10^{-2} \%$ C-14 over.</p> <ul style="list-style-type: none"> inzicht dat de activiteit afneemt met $\left(\frac{1}{2}\right)^{10}$ (of 2^{10} kleiner wordt) completeren van de berekening 	1 1

Opgave 2 Slinger van Wilberforce

6 maximumscore 3

uitkomst: 32 N

voorbeeld van een berekening:

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

Om de veer 9,0 cm uit te rekken, is er een $F_v = Cu = (49 \cdot 0,090) \text{ N}$ nodig.

De kracht van de veer op het blok is dan

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

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

7 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

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

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

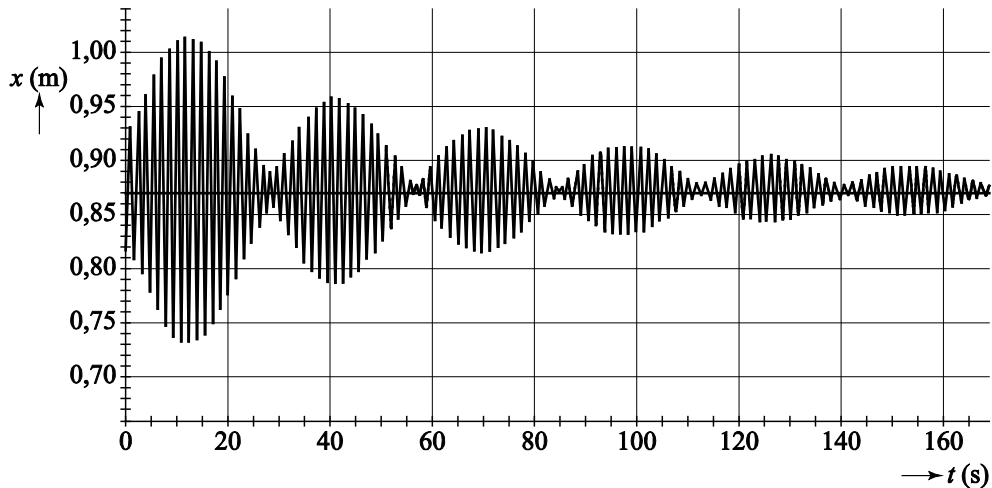
- gebruik van $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$ 1
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- completeren 1

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

8 maximumscore 1

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

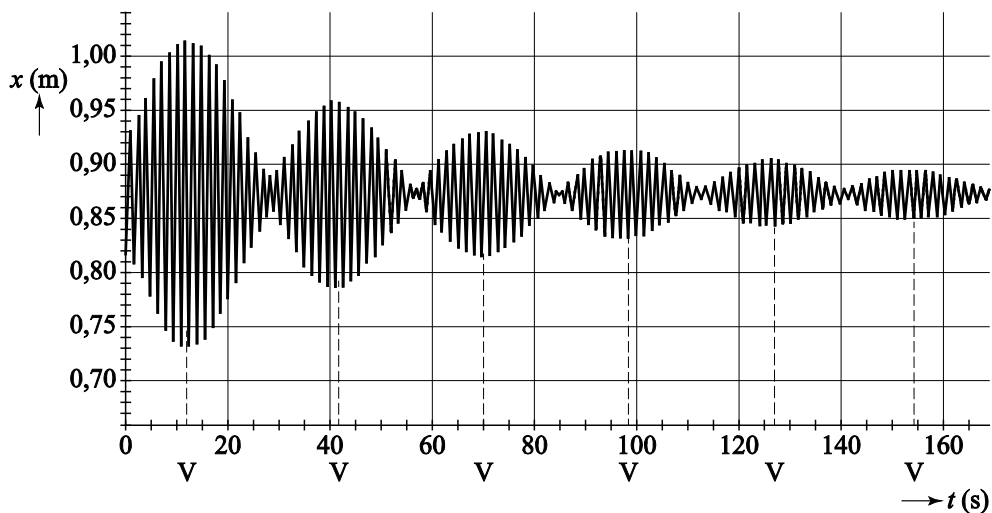
voorbeeld van een antwoord:



Uit de figuur blijkt dat de evenwichtsstand van de trilling ligt op 0,87 m, zie bovenstaande figuur. Dit is tevens de afstand van de onderkant van het blok tot de sensor.

9 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:



- inzicht dat het gewicht alleen verticaal op en neer beweegt als de uitwijking maximaal is 1
- alle 6 de tijdstippen juist aangegeven 1

Vraag	Antwoord	Scores
10	<p>maximumscore 4</p> <p>voorbeeld van antwoorden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 dan $f = \frac{1}{T} = 0,67$ Hz. <ul style="list-style-type: none"> • bepalen van de trillingstijd met gebruik van minstens $5T$ 1 • completeren 1 <ul style="list-style-type: none"> - De frequentie van draaien is (bijna) gelijk aan de frequentie waarmee de veer op en neer beweegt. Er is dus sprake van resonantie. <ul style="list-style-type: none"> • 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 ρ 1
- vermenigvuldigen van de eenheden A , v , en ρ en consequente conclusie 1

Vraag	Antwoord	Scores
12	<p>maximumscore 3 voorbeeld van een antwoord: Er geldt: $Q = Av\rho$, waarbij: $A = \pi r^2 = \pi(\frac{1}{2} \cdot 4,5 \cdot 10^{-2})^2 = 1,59 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$; $v = 9,5 \text{ ms}^{-1}$; en $\rho = 1,19 \text{ kg m}^{-3}$. Invullen geeft: $Q = Av\rho = 1,59 \cdot 10^{-3} \cdot 9,5 \cdot 1,19 = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ kgs}^{-1}$.</p> <ul style="list-style-type: none"> • gebruik van $A = \pi r^2$ met $r = \frac{1}{2} \cdot 4,5 \text{ cm}$ 1 • bepalen van de dichtheid van lucht bij $20 \text{ }^\circ\text{C}$ met een marge van $0,01 \text{ kg m}^{-3}$ 1 • completeren 1 	
13	<p>maximumscore 3 voorbeeld van een antwoord: methode 1: De plastic zak van 60 liter wordt in 3,9 sec opgeblazen. Dit is $\frac{60}{3,9} = 15,4 \text{ L s}^{-1}$. De massa van 1000 L lucht is 1,19 kg, dus er wordt $\frac{15,4}{1000} \cdot 1,19 = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ kgs}^{-1}$ lucht in de plastic zak geblazen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • berekenen van het aantal liters lucht per sec 1 • gebruik van $\rho = \frac{m}{V}$ 1 • completeren 1 <p>methode 2: In de zak zit 60 liter lucht, dit is $1,19 \cdot 60 = 71,4 \text{ g}$. Het opblazen duurt 3,9 s, dus er wordt $\frac{71,4}{3,9} = 18,3 \text{ gs}^{-1} = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ kgs}^{-1}$ lucht in de plastic zak geblazen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat $m = \rho V$ 1 • inzicht dat $Q = \frac{m}{t}$ 1 • completeren 1 <p><i>Opmerking</i> Als ook hier dezelfde foutieve waarde voor de dichtheid gebruikt is als in de vorige vraag: niet opnieuw aanrekenen.</p>	

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 zo veel als het vermogen van één draad.

(De weerstandsdraaden hebben dus hetzelfde elektrisch 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 mm^2 naar 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: $8,1 \cdot 10^{-3}$ (of 0,81%)

voorbeeld van een berekening:

De kinetische energie per sec van de uitgeblazen lucht is

$$E_{\text{kin}}(\text{per sec}) = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,8 \cdot 10^{-2} \cdot (9,5)^2 = 0,812 \text{ J.}$$

Het elektrisch vermogen van de föhn in de stand 'koud' is $1,0 \cdot 10^2 \text{ W}$.

Het rendement van de ventilator is

$$\eta = \frac{E_{\text{kin}}(\text{per sec})}{P_{\text{koud}}} = \frac{0,812}{1,0 \cdot 10^2} = 8,1 \cdot 10^{-3} \text{ (of 0,81\%).}$$

- gebruik van $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- inzicht dat $\eta = \frac{E_{\text{kin}}(\text{per sec})}{P_{\text{koud}}}$ 1
- completeren van de berekening 1

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

Opgave 4 Botsproef

17 maximumscore 3

antwoord: 20 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
19	<p>maximumscore 4</p> <p>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:</p> $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20}{0,052} = 385 \text{ ms}^{-2} = 39g.$ <p>De vertraging blijft hier onder de wettelijke richtlijnen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$ 1 • inzicht dat de vertraging maximaal is als de (v,t)-grafiek zo steil mogelijk loopt 1 • completeren van de bepaling van a (met een marge van 15g) 1 • consequente conclusie 1 	
20	<p>maximumscore 3</p> <p>antwoorden:</p> <p>1 niet waar 2 waar 3 niet waar</p> <p>per juist antwoord 1</p>	
21	<p>maximumscore 3</p> <p>uitkomst: 17 m s^{-1}</p> <p>voorbeeld van een berekening: methode 1: Er geldt: $mgh = \frac{1}{2}mv^2$, invullen geeft: $m \cdot 9,81 \cdot 15 = \frac{1}{2}mv^2$ zodat $v = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 15} = 17 \text{ m s}^{-1}$.</p> <ul style="list-style-type: none"> • gebruik van $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ 1 • inzicht dat de massa niet van belang is 1 • completeren van de berekening 1 	

Vraag	Antwoord	Scores
	<p>methode 2:</p> <p>Voor de verticale valbeweging geldt: $s = \frac{1}{2}gt^2$.</p> <p>Invullen geeft: $15 = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot t^2$ waaruit volgt dat $t = 1,75$ s. Voor de snelheid van de auto geldt dan: $v = gt = 9,81 \cdot 1,75 = 17 \text{ ms}^{-1}$.</p> <ul style="list-style-type: none"> • gebruik van $s = \frac{1}{2}gt^2$ 1 • gebruik van $v = gt$ 1 • completeren van de berekening 1 	
22	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <p>In de middelste foto is $F_N > F_Z$ want de auto wordt afgeremd.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat $F_N > F_Z$ 1 • juiste toelichting 1 	

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

Opgave 5 Knallende ballon

23 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Als Raymond de referentiespanning verhoogt, zal de lamp pas bij een grotere geluidsterkte flitsen.

- inzicht dat de lamp bij een grotere geluidsterkte moet flitsen 1
- conclusie 1

24 maximumscore 3

uitkomst: $1,3 \cdot 10^{-3}$ s

voorbeeld van een berekening:

De geluidssensor is over een afstand van $(50 - 6) = 44$ cm verplaatst.

De geluidssnelheid bij 20 °C is 343 ms⁻¹; het tijdsverschil tussen de linker

en de rechter foto is dan $t = \frac{s}{v} = \frac{0,44}{343} = 1,3 \cdot 10^{-3}$ s.

- inzicht dat de geluidssensor over 44 cm verplaatst is 1
- opzoeken van de geluidssnelheid bij 20 °C 1
- completeren van de berekening 1

25 maximumscore 2

uitkomst: $6,7 \cdot 10^2$ s⁻¹ (Hz)

voorbeeld van een berekening:

Als de lamp binnen 1,5 ms na de knal moet flitsen, moet er tussen twee pulsen van de pulsgenerator 1,5 ms zitten. De frequentie moet dan ingesteld

worden op $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1,5 \cdot 10^{-3}} = 6,7 \cdot 10^2$ s⁻¹.

- inzicht dat er tussen twee pulsen 1,5 ms moet zitten 1
- completeren van de berekening 1

26 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

De lamp flitst dan vaker dan 1 keer tijdens een opname en dan mislukt de foto.

Vraag	Antwoord	Scores
27	<p>maximumscore 2 voorbeeld van een antwoord: Als er gefilmd wordt met 420 beelden per seconde, is de tijd tussen twee beelden gelijk aan $\frac{1}{420} = 2,38 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 2,38 \text{ ms}$. Dit is minder dan 2,5 ms, dus de knallende ballon is altijd te zien.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat er $\frac{1}{420} \text{ s}$ tussen twee filmbeelden zit 1 • completeren 1 	
28	<p>maximumscore 2 voorbeeld van een antwoord:</p> <p>methode 1: Als een pixel 0,127 mm groot is, moet het aantal pixels op 20 cm gelijk zijn aan $\frac{200}{0,127} = 1575$ voor een foto van redelijke kwaliteit. Dit is bij geen enkele filmsnelheid het geval.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat het aantal pixels op 20 cm berekend moet worden 1 • consequente conclusie 1 <p>methode 2: Bij gebruik van 420 beelden per seconde is het aantal pixels 224×168. De pixelgrootte op 20 cm is dan $\frac{200}{224} = 0,89 \text{ mm}$ en dit is te groot voor een foto van redelijk kwaliteit.</p> <ul style="list-style-type: none"> • berekenen van de pixelgrootte bij 420 beelden per seconde 1 • consequente conclusie 1 	

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

29 maximumscore 4

uitkomst: 9,7 cm (met een marge van 0,2 cm)

voorbeeld van een berekening:

Op de foto is de ballon 9,0 cm breed; dit is 6,4 maal groter dan op de beeldchip, dus op de beeldchip is de ballon $\frac{9,0}{6,4} = 1,41$ cm breed.

De vergrotingsfactor $N = \frac{b}{v} = \frac{\text{breedte ballon op chip}}{\text{werkelijke breedte ballon}} = \frac{1,41}{22} = 0,064$.

De afstand van de ballon tot de lens is 161 cm, dus de voorwerpsafstand $v = 161$ cm.

Voor de beeldafstand b geldt: $b = Nv = 0,064 \cdot 161 = 10,3$ cm.

Invullen van v en b in de lenzenformule $\frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ geeft $f = 9,7$ cm.

- bepalen van de breedte van de ballon op de beeldchip 1
- gebruik van $b = Nv$ met $N = \frac{\text{breedte ballon op chip}}{\text{werkelijke breedte ballon}}$ 1
- gebruik van $\frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- Als met $b = f$ gerekend wordt: maximaal 3 scorepunten.
- Als alleen de breedte van de ballon op de foto is opgemeten: geen scorepunten.