

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

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

### Lutetium-177

**1 maximumscore 3**

antwoord:



- elektron **en** gammafoton rechts van de pijl 1
- Hf als vervalproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

**2 D**

**3 maximumscore 3**

uitkomst:  $\lambda = 2,82 \cdot 10^{-12}$  m

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt  $E = hf$ . Invullen geeft  $7,05 \cdot 10^{-14} = 6,626 \cdot 10^{-34} \cdot f$  zodat

$$f = \frac{7,05 \cdot 10^{-14}}{6,626 \cdot 10^{-34}} = 1,06 \cdot 10^{20} \text{ Hz. De golflengte van de straling is dan}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{2,998 \cdot 10^8}{1,06 \cdot 10^{20}} = 2,82 \cdot 10^{-12} \text{ m.}$$

- gebruik van  $E = hf$  1
- gebruik van  $\lambda = \frac{c}{f}$  1
- completeren van de berekening 1

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

**4 maximumscore 3**

uitkomst: 67 (dagen)

voorbeeld van een antwoord:

Als de activiteit is afgenomen tot 0,001 van de oorspronkelijke activiteit,

geldt  $\left(\frac{1}{2}\right)^n = 0,001$  waarbij  $n = \frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}$ .

Als  $\left(\frac{1}{2}\right)^n = 0,001$  is  $n = 10$ . Er moeten dus minstens 10 halveringstijden verstreken zijn voor de volgende afspraak; dit komt overeen met  $10 \cdot 6,7 = 67$  dagen.

- inzicht dat  $\left(\frac{1}{2}\right)^n = 0,001$  1
- inzicht dat geldt  $t = n \cdot t_{\frac{1}{2}}$  1
- consequente conclusie 1

*Opmerking*

*Als voor de redenering gebruik is gemaakt van een berekening waarin een rekenfout is gemaakt: maximaal twee scorepunten toekennen.*

**5 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

De intensiteit van de  $\gamma$ -straling is omgekeerd kwadratisch evenredig met de

afstand (of  $I = \frac{\text{constante}}{r^2}$ ).

Dit betekent dat als de afstand tot de patiënt wordt verdubbeld, de intensiteit van de stralingsenergie vier keer zo klein wordt.

- inzicht in  $I = \frac{\text{constante}}{r^2}$  1
- completeren van het antwoord 1

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

**6 maximumscore 3**

uitkomst:  $6 \cdot 10^{-3} \%$

voorbeeld van een antwoord:

De halveringsdikte van beton voor  $\gamma$ -straling met een energie van 0,05 MeV is 0,75 cm (Binas tabel 28 F of Science Data tabel 5.9)

Een betonnen muur van 10,5 cm is  $\frac{10,5}{0,75} = 14$  halveringsdiktes dik.

Er komt dan nog  $\left(\frac{1}{2}\right)^{14} \cdot 100\% = 6 \cdot 10^{-3} \%$  van de straling door de muur heen.

- opzoeken van de halveringsdikte van beton bij  $E_f = 0,05$  MeV 1
- vergelijken van de dikte van de muur met de halveringsdikte  $d_{\frac{1}{2}}$  1
- completeren van de berekening 1

### Accuboormachine

**7 maximumscore 3**

uitkomst: 4,7 (minuten)

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt:  $P = UI$ . Invullen geeft  $180 = 10,8 \cdot I$  zodat  $I = 16,7$  A.

De capaciteit van de boormachine is 1,3 Ah. De boormachine kan dan

$\frac{1,3}{16,7} = 0,078$  h = 4,7 minuten werken.

- gebruik van:  $P = UI$  1
- gebruik van  $It = 1,3$  1
- completeren van de berekening 1

**8 maximumscore 3**

|                |      |
|----------------|------|
| schakeling I   | wel  |
| schakeling II  | niet |
| schakeling III | niet |
| schakeling IV  | niet |
| schakeling V   | niet |

- indien vijf juiste antwoorden 3
- indien vier juiste antwoorden 2
- indien drie juiste antwoorden 1
- indien twee, één of geen juiste antwoorden 0

| Vraag     | Antwoord   | Scores |
|-----------|--|--------|
| <b>9</b>  | <p><b>maximumscore 3</b></p> <p>uitkomst: <math>v = 0,79 \text{ (m s}^{-1}\text{)}</math></p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <p>Er geldt <math>v = \frac{2\pi r}{T}</math> met <math>T = \frac{60}{1500} = 0,040 \text{ s}</math> dus <math>v = 2\pi \cdot \frac{5,0 \cdot 10^{-3}}{0,040} = 0,79 \text{ m s}^{-1}</math>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gebruik van <math>v = \frac{2\pi r}{T}</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat <math>T = \frac{60}{\text{toerental}}</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• completeren van de berekening <span style="float: right;">1</span></li> </ul> |        |
| <b>10</b> | <p><b>maximumscore 2</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <p>Als er harder hout wordt gebruikt, moet er een grotere kracht <math>F</math> op het materiaal worden uitgeoefend om een gat te boren. Als het vermogen <math>P</math> constant is en de kracht <math>F</math> groter is, is de snelheid <math>v</math> kleiner en wordt het toerental minder.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat er een grotere kracht wordt uitgeoefend <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat de snelheid van het boortje en dus het toerental afnemen <span style="float: right;">1</span></li> </ul>                           |        |
| <b>11</b> | <p><b>maximumscore 2</b></p> <p>uitkomst: <math>F = 1,1 \cdot 10^3 \text{ N}</math></p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <p>Voor deze boor geldt: <math>16 = F \cdot d</math>. Het boortje heeft een diameter 15 mm, invullen geeft: <math>F = \frac{16}{0,015} = 1,1 \cdot 10^3 \text{ N}</math>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat <math>\text{koppel} = F \cdot d</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• completeren van de berekening <span style="float: right;">1</span></li> </ul>   |        |
| <b>12</b> | <p><b>maximumscore 2</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <p>Als het koppel constant is, is bij een grotere afstand <math>d</math> de kracht <math>F</math> minder. De bewering klopt niet.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat de kracht kleiner wordt bij een grotere diameter <span style="float: right;">1</span></li> <li>• consequente conclusie <span style="float: right;">1</span></li> </ul>  |        |

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

## Solderen

### 13 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

methode 1 Binas

Het smeltpunt van messing is 1170 K; het smeltpunt van zacht soldeer is 490 K. De temperatuur van de punt van de soldeerbout moet hoger zijn dan 490 K omdat het zacht soldeer moet smelten maar lager dan 1170 K omdat het messing niet mag smelten.

of

methode 2 Sciencedata

Het smeltpunt van messing is 1233 K; het smeltpunt van zacht soldeer is 456 K. De temperatuur van de punt van de soldeerbout moet hoger zijn dan 456 K omdat het zacht soldeer moet smelten maar lager dan 1233 K omdat het messing niet mag smelten.

- opzoeken van de smeltpunten van zacht soldeer en messing 1
- inzicht dat de temperatuur van de punt van de soldeerbout tussen de smeltpunten van zacht soldeer en messing moet liggen 1

### 14 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Het vermogen in de punt is 90 W, de stroomsterkte is 15 A.

De spanning  $U$  over de punt is dan:  $U = \frac{P}{I} = \frac{90}{15} = 6,0 \text{ V}$ .

Het apparaat is aangesloten op 230 V, de spanning over de punt is 6,0 V.

In het soldeerapparaat zit dus een transformator.

- gebruik van  $P = UI$  1
- inzicht in de eigenschappen van een transformator 1
- completeren van het antwoord 1

### 15 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

Als de transformator warm wordt, gaat er energie verloren. Deze energie is wel geleverd door het stopcontact, maar wordt niet gebruikt om te solderen. Het stopcontact levert dus meer dan 90 W.

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

**16 maximumscore 4**

uitkomst:  $t = 82$  s (Binas) of  $t = 81$  s (Sciencedata)

voorbeeld van een antwoord:

methode 1 Binas

Om de koperen punt van de soldeerbout op te warmen van  $20\text{ °C}$  naar  $400\text{ °C}$  is  $Q = cm\Delta T = 387 \cdot 50 \cdot 10^{-3} \cdot (400 - 20)$  J =  $7,35 \cdot 10^3$  J nodig.

Het vermogen van de soldeerbout is  $90$  W, dus het duurt

$$t = \frac{Q}{P} = \frac{7,35 \cdot 10^3}{90} = 82 \text{ s.}$$

of

methode 2 Sciencedata

Om de koperen punt van de soldeerbout op te warmen van  $20\text{ °C}$  naar  $400\text{ °C}$  is  $Q = cm\Delta T = 385 \cdot 50 \cdot 10^{-3} \cdot (400 - 20)$  J =  $7,32 \cdot 10^3$  J nodig.

Het vermogen van de soldeerbout is  $90$  W, dus het duurt

$$t = \frac{Q}{P} = \frac{7,32 \cdot 10^3}{90} = 81 \text{ s.}$$

- gebruik van  $Q = cm\Delta T$  1
- opzoeken van de soortelijke warmte van koper 1
- gebruik van  $E = Pt$  1
- completeren van de berekening 1

**17 maximumscore 2**

- De warmtegeleidingscoëfficiënt van het materiaal van de punt van de tang **moet groot zijn** 1
- De soortelijke weerstand van het materiaal van de punt van de tang **is niet van belang** 1

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

## Mondharp

### 18 maximumscore 3

uitkomst:  $f = 82$  Hz (met een marge van 5 Hz)

voorbeeld van een antwoord:

methode 1

Voor de frequentie geldt:  $f = \frac{1}{T}$ , waarin  $T = \frac{0,295 - 0,198}{8} = 0,0121$  s.

Hieruit volgt dat  $f = \frac{1}{0,0121} = 82$  Hz.

- bepalen van  $T$  met meer dan 5 trillingen 1
- gebruik van  $f = \frac{1}{T}$  1
- completeren van de bepaling 1

of

methode 2

Uit de figuur is af te lezen dat er 8 trillingen gemaakt worden in

$0,295 - 0,198 = 0,097$  s. Hieruit volgt  $f = \frac{8}{0,097} = 82$  Hz.

- inzicht dat geldt  $f = \frac{\text{aantal trillingen}}{\text{benodigde tijd}}$  1
- bepalen van de benodigde tijd voor minimaal 5 trillingen 1
- completeren van de bepaling 1

### 19 maximumscore 3

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

voorbeeld van een antwoord:

Voor de massa van het metaalplaatje geldt:  $m = \rho V$ . Hierin is

$\rho = 7,8 \cdot 10^3$  kg m<sup>-3</sup> en  $V = 8,5 \cdot 10^{-2} \cdot 3,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,50 \cdot 10^{-3} = 1,49 \cdot 10^{-7}$  m<sup>3</sup>.

Invullen geeft:  $m = \rho V = 1,49 \cdot 10^{-7} \cdot 7,8 \cdot 10^3 = 1,2 \cdot 10^{-3}$  kg.

- gebruik van  $m = \rho V$  1
- opzoeken van de dichtheid van staal 1
- completeren van de berekening 1

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

**20 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

$$[f_g] = [c] \frac{[v][d]}{[\ell]^2}. \text{ Hieruit volgt dat } [c] = \frac{[f_g][\ell]^2}{[v][d]} = \frac{\text{s}^{-1} \text{ m}^2}{\text{ms}^{-1} \text{ m}} = 1.$$

- dimensie van  $f_g$  als  $\text{s}^{-1}$  1
- dimensie van  $\ell$  en  $v$  en  $d$  1
- completeren van het antwoord 1

**21 maximumscore 3**

uitkomst:  $f = 57 \text{ Hz}$  (Binas) of  $f = 65 \text{ Hz}$  (Sciencedata)

voorbeeld van een antwoord:

methode 1 Binas

Voor de frequentie van de grondtoon geldt:  $f_g = c \frac{vd}{\ell^2}$ .

Hierin is  $c = 0,162$ ;  $v_{\text{staal}} = 5,1 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$ ;  $d = 0,50 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ ;  $\ell = 8,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ .

Invullen geeft  $f_g = c \frac{vd}{\ell^2} = 0,162 \cdot \frac{5,1 \cdot 10^3 \cdot 0,50 \cdot 10^{-3}}{(8,5 \cdot 10^{-2})^2} = 57 \text{ Hz}$ .

of

methode 2 Sciencedata

Voor de frequentie van de grondtoon geldt:  $f_g = c \frac{vd}{\ell^2}$ .

Hierin is  $c = 0,162$ ;  $v_{\text{staal}} = 5790 \text{ ms}^{-1}$ ;  $d = 0,50 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ ;  $\ell = 8,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ .

Invullen geeft  $f_g = c \frac{vd}{\ell^2} = 0,162 \cdot \frac{5790 \cdot 0,50 \cdot 10^{-3}}{(8,5 \cdot 10^{-2})^2} = 65 \text{ Hz}$ .

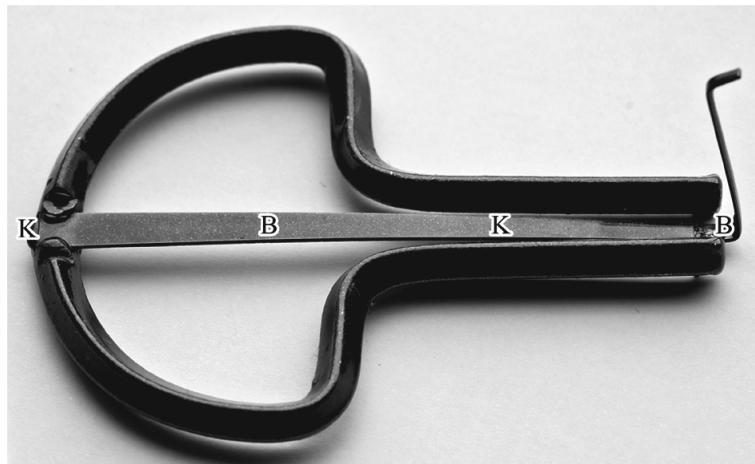
- gebruik van  $f_g = c \frac{vd}{\ell^2}$  1
- opzoeken van de geluidssnelheid/voortplantingssnelheid in staal 1
- completeren van de berekening 1



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

**22 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:



- knoop uiterst links en buik uiterst rechts 1
- juiste verdeling en volgorde van knopen en buiken 1

**23 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

De laagst mogelijke toon heeft een langere golflengte, want  $f = \frac{v}{\lambda}$ .

(In beide holtes past  $0,25 \lambda$ .) In beide holtes is de geluidssnelheid hetzelfde, dus de laagste toon heeft de langste golflengte en dus de langste klankkast. De figuur 4A zal dus de lagere toon laten horen.

- (impliciet) gebruik van  $f = \frac{v}{\lambda}$  1
- completeren van de uitleg 1

**24 maximumscore 3**

uitkomst:  $f = 5,2 \cdot 10^2$  Hz

voorbeeld van een antwoord:

De klankkast is 17 cm lang, dus  $0,25 \lambda = 0,17$  m. Hieruit volgt dat  $\lambda = 0,68$  m. De geluidssnelheid bij 313 K is  $354 \text{ m s}^{-1}$  (Binas) of  $355 \text{ m s}^{-1}$  (Sciencedata).

De frequentie van de laagste toon is dan  $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{354}{0,68} = 5,2 \cdot 10^2$  Hz.

- inzicht dat  $\ell = 0,25 \lambda$  1
- opzoeken van de geluidssnelheid/voortplantingssnelheid bij 313 K 1
- completeren van de berekening 1

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

## Wereldrecord Usain Bolt

### 25 maximumscore 3

uitkomst:  $v = 10 \text{ m s}^{-1}$

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt:  $s = vt$  waarbij  $s = 100 \text{ m}$  en  $t = 9,6 \text{ s}$ . Invullen geeft:  $100 = v \cdot 9,6$

zodat  $v = \frac{100}{9,6} = 10,42 \text{ ms}^{-1} = 10 \text{ ms}^{-1}$ .

- gebruik van  $s = vt$  1
- bepalen van de eindtijd met een marge van 0,1 s 1
- completeren van de berekening 1

### 26 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Bolt haalt zijn maximale snelheid vanaf 40 m. De snelheid is daar

$$v = \frac{100 - 40}{9,6 - 4,7} = \frac{60}{4,9} = 12,24 \text{ ms}^{-1} = 12,24 \cdot 3,6 = 44 \text{ km h}^{-1}.$$

Dit is bijna  $45 \text{ km h}^{-1}$ .

- gebruik van  $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$  1
- inzicht dat steilheid vanaf 40 m bepaald moet worden 1
- bepalen van de steilheid met een marge van  $0,5 \text{ ms}^{-1}$  1
- consequente conclusie 1

*Opmerking*

*Voor het behalen van de tweede deelscore mag ieder stuk van de grafiek tussen  $x = 40 \text{ m}$  en  $x = 100 \text{ m}$  gebruikt worden.*

### 27 maximumscore 3

uitkomst:  $P = 1,6 \cdot 10^3 \text{ W}$

voorbeeld van een antwoord:

Bolt heeft na 2,86 s een  $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 93 \cdot 10^2 = 4,65 \cdot 10^3 \text{ J}$ .

Het vermogen dat hij hiervoor moet leveren is dan

$$P = \frac{\Delta E_k}{t} = \frac{4,65 \cdot 10^3}{2,86} = 1,6 \cdot 10^3 \text{ W}.$$

- gebruik van  $P = \frac{\Delta E_k}{t}$  1
- gebruik van  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$  1
- completeren van de berekening 1

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

28 maximumscore 4  
uitkomst: 0,84

voorbeeld van een antwoord:



De horizontale component van de vector van de afzetkracht is 3,2 cm lang;  
de vector van de afzetkracht is 3,8 cm. De efficiënte is dan  $\frac{3,2}{3,8} = 0,84$ .

- gebruik van efficiënte =  $\frac{F_{\text{afzet, hor}}}{F_{\text{afzet}}}$  1
- construeren van de horizontale component van de afzetkracht 1
- opmeten van de lengtes van beide vectoren met een marge van 1 mm 1
- completeren van de bepaling 1

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

**29 maximumscore 2**

uitkomst: 1,5 s (met een marge van 0,2 s)

voorbeeld van een antwoord:

Als Usain Bolt niet vanuit stilstand hoeft te vertrekken, kan hij het met een snelheid die hij vanaf 60 m en verder heeft, beginnen. De grafiek in figuur 1 vanaf 60 m kan dan doorgetrokken worden tot  $x = 0$ .

Het snijpunt met de  $t$ -as geeft de tijdwinst. Dit is 1,5 sec.

- inzicht dat de lijn vanaf 60 m doorgetrokken moet worden tot  $x = 0$  1
- bepalen van het snijpunt met de  $t$ -as 1

*Opmerking*

*Wanneer een kandidaat een raaklijn heeft getrokken aan de grafiek op  $x = 10$  m en deze doortrekt tot  $x = 0$  m, mag de eerste deelscore worden toegekend. Als het antwoord dan uitkomt op  $t = 0,7$  s (met een marge van 0,2 s), mag ook de tweede deelscore worden toegekend.*