

## Beoordelingsmodel

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

### Opgave 1 Friteuse

#### 1 maximumscore 3

uitkomst:  $R = 29,4 \Omega$

voorbeeld van een berekening:

$$P = UI \rightarrow 1800 = 230I \rightarrow I = 7,826 \text{ A}$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{230}{7,826} = 29,4 \Omega$$

- gebruik van  $P = UI$  met  $U = 230 \text{ V}$  1
- gebruik van  $U = IR$  1
- completeren van de berekening 1

#### 2 maximumscore 4

uitkomst:  $c = 1,8 \cdot 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

voorbeeld van een bepaling:

Temperatuurverschil na 200 s:  $\Delta T = 91 - 22 = 69 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Toegevoerde warmte van 0 s tot 200 s:  $Q = Pt = 1800 \cdot 200 = 3,60 \cdot 10^5 \text{ J}$ .

$$Q = c_{\text{vet}} m_{\text{vet}} \Delta T + C_{\text{pan}} \Delta T \rightarrow$$

$$c_{\text{vet}} = \frac{Q - C_{\text{pan}} \Delta T}{m_{\text{vet}} \Delta T} = \frac{3,60 \cdot 10^5 - 1,6 \cdot 10^3 \cdot 69}{2,00 \cdot 69} = 1,8 \cdot 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

- bepalen van de temperatuurstijging in de eerste 200 s (met een marge van  $2 \text{ }^\circ\text{C}$ ) 1
- inzicht dat  $Q = Pt$  1
- inzicht dat  $Q = c_{\text{vet}} m_{\text{vet}} \Delta T + C_{\text{pan}} \Delta T$  1
- completeren van de bepaling 1

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

**3 maximumscore 3**

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

De temperatuurdaling per seconde als er geen warmte wordt toegevoerd, kan met de steilheid van een dalend stuk van een ‘zaagtand’ bepaald worden.

De afgestane warmte per seconde is:

$$(C_{\text{vet}} + C_{\text{pan}}) \cdot \text{temperatuurdaling per seconde.}$$

$C_{\text{pan}}$  is gegeven en  $C_{\text{vet}}$  kan berekend worden met  $C_{\text{vet}} = mc$ , waarin  $m$  de massa van het vet is en  $c$  de in de vorige vraag bepaalde soortelijke warmte (of op te zoeken in de literatuur).

- inzicht dat de temperatuurdaling per seconde, als er geen warmte wordt toegevoerd, met de steilheid van een dalend stuk van een zaagtand bepaald kan worden 1
- inzicht dat de afgevoerde warmte per seconde berekend kan worden met warmtecapaciteit · temperatuurdaling per seconde 1
- inzicht dat warmtecapaciteit =  $C_{\text{vet}} + C_{\text{pan}}$  en dat  $C_{\text{vet}}$  berekend kan worden 1

methode 2

Tijdens één ‘zaagtandperiode’ wordt de afgevoerde warmte gecompenseerd door de toegevoerde warmte van het verwarmingselement:  $Q_{\text{toe}} = Q_{\text{af}}$ .

De toegevoerde warmte in een periode  $\Delta t$  bedraagt  $Q_{\text{toe}} = P_{\text{verw}} \Delta t$ , waarin  $\Delta t$  de tijdsduur is van het stijgende stukje van een ‘zaagtand’ en  $P_{\text{verw}}$  het vermogen van het verwarmingselement.

Gedurende de hele periode wordt er warmte afgestaan aan de omgeving:

$$Q_{\text{af}} = P_{\text{trans}} \Delta t' \text{ waarbij } \Delta t' \text{ de tijdsduur is van één ‘zaagtand’ en}$$

$P_{\text{trans}}$  de warmte die per seconde door de wanden verdwijnt.

Het warmteverlies per seconde kan dus berekend worden met:

$$P_{\text{trans}} = \frac{P_{\text{verw}} \Delta t}{\Delta t'}$$

- inzicht dat in een zaagtandperiode de toegevoerde warmte gelijk is aan de afgevoerde warmte 1
- inzicht dat de toegevoerde warmte berekend kan worden met de tijdsduur van het stijgende stuk van de ‘zaagtand’ 1
- inzicht dat er warmteverlies plaatsvindt gedurende de hele periode 1

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

**4 maximumscore 3**

uitkomst:  $\Delta t = 13,8 \text{ }^\circ\text{C}$

voorbeeld van een antwoord:

Een 4-bits AD-omzetter heeft 16 verschillende codes en kan dus 16 verschillende intervallen aangeven.

Het kleinst meetbare temperatuur verschil is  $\frac{220}{16} = 13,8 \text{ }^\circ\text{C}$ .

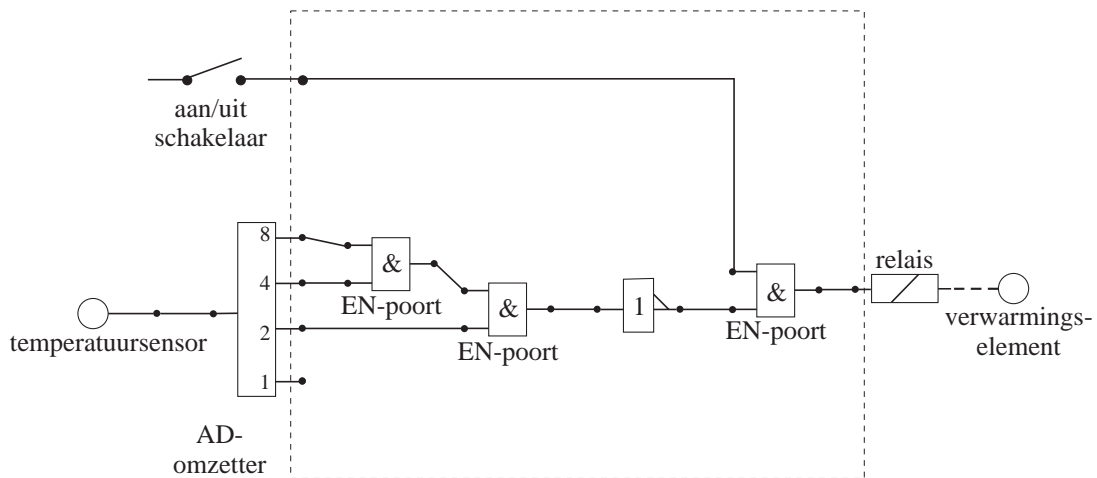
- inzicht dat een 4-bits AD-omzetter  $2^4 = 16$  digitale codes heeft 1
- inzicht dat het temperatuurverschil van  $220 \text{ }^\circ\text{C}$  in 16 intervallen verdeeld wordt 1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

*Gerekend met 15 intervallen in plaats van 16: maximaal 2 punten.*

**5 maximumscore 5**

voorbeeld van een antwoord:



- schakelaar via een EN-poort verbonden met het relais 1
- uitgang 8 en 4 verbonden met een EN-poort 1
- uitgang 2 verbonden met de EN-poort van 4 en 8 1
- gebruik van invertor in sensordeel van de schakeling 1
- completeren van de schakeling 1

*Opmerking*

*Als door extra verbindingen en/of verwerkers een niet naar behoren werkende schakeling is getekend: maximaal 3 punten.*

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

## Opgave 2 Valtoren

**6 maximumscore 4**

uitkomst: het percentage is 35%

voorbeeld van een bepaling:

$$E_{z,\text{begin}} = mg\Delta h = m \cdot 9,81 \cdot 110 \text{ J}$$

$$E_{k,\text{eind}} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \cdot 37,5^2 \text{ J}$$

Het gevraagde percentage is gelijk aan:

$$\frac{m \cdot 9,81 \cdot 110 - \frac{1}{2}m \cdot 37,5^2}{m \cdot 9,81 \cdot 110} \cdot 100\% = 35\%.$$

- inzicht dat het gevraagde percentage gelijk is aan

$$\frac{E_{z,\text{begin}} - E_{k,\text{eind}}}{E_{z,\text{begin}}} \cdot 100\%$$

1

- gebruik van  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$  en aflezen van  $v_{\text{eind}}$  (met een marge van  $0,5 \text{ m s}^{-1}$ )
- gebruik van  $E_z = mg\Delta h$  met  $\Delta h = 110 \text{ m}$
- completeren van de bepaling

1

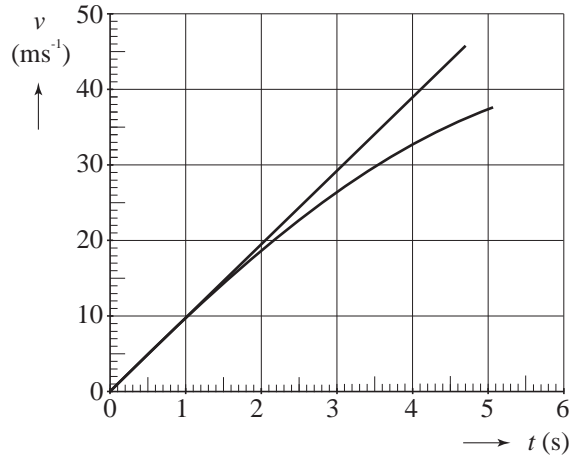
1

1

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

**7 maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:



De tijdsduur voor 110 m vallen volgt uit:

$$s = \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow 110 = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot t_{\text{eind}}^2 \rightarrow t_{\text{eind}} = 4,736 \text{ s.}$$

Voor de eindsnelheid geldt:  $v_{\text{eind}} = gt_{\text{eind}} = 9,81 \cdot 4,736 = 46,5 \text{ m s}^{-1}$ .

De grafiek is dus een rechte vanaf het punt (0;0) tot punt (4,7;46,5).

- gebruik van  $s = \frac{1}{2}gt^2$  of inzicht dat  $E_z = E_k$  1
- berekenen van  $t_{\text{eind}}$  1
- berekenen van  $v_{\text{eind}}$  1
- tekenen van een rechte lijn door (0;0) tot  $(t_{\text{eind}};v_{\text{eind}})$  1

**8 maximumscore 4**

uitkomst:  $m_{\text{lucht}} = 1,4 \cdot 10^3 \text{ kg}$

voorbeeld van een berekening:

$$V_{\text{lucht}} = \pi r^2 h = \pi \left( \frac{3,5}{2} \right)^2 \cdot 120 = 1,15 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

$$pV_{\text{lucht}} = nRT \rightarrow 1025 \cdot 10^2 \cdot 1,15 \cdot 10^3 = n \cdot 8,31 \cdot (273 + 20)$$

$$\rightarrow n = 4,84 \cdot 10^4 \text{ mol}$$

$$m_{\text{lucht}} = n \cdot \text{molaire massa} = n \cdot 28,8 \cdot 10^{-3} = 1,4 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

- inzicht dat  $V_{\text{lucht}} = \pi r^2 h$  1
- gebruik van  $pV = nRT$  met  $R$  opgezocht 1
- inzicht dat  $m = \text{aantal mol} \cdot \text{molaire massa}$  1
- completeren van de berekening 1

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

**9 maximumscore 3**

uitkomst:  $F_{\text{gew}} = 7,5 \cdot 10^{-9} \text{ N}$

voorbeeld van een berekening:

Voor het gewicht geldt:  $F_{\text{gew}} = mg \cdot 10^{-6}$ .

De massa is gelijk aan:  $m = \rho V = 0,76 \cdot 10^3 \cdot 1,0 \cdot 10^{-6} = 7,6 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$ .

Hieruit volgt  $F_{\text{gew}} = 7,6 \cdot 10^{-4} \cdot 9,81 \cdot 10^{-6} = 7,5 \cdot 10^{-9} \text{ N}$ .

- inzicht dat  $F_{\text{gew}} = mg \cdot 10^{-6}$  1
- inzicht dat  $m = \rho V$  en opzoeken van  $\rho$  1
- completeren van de berekening 1

**10 maximumscore 4**

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Voor de vertraging geldt:  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ .

De snelheid na 110 m vrij vallen volgt uit:

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh \text{ zodat } v = 46,5 \text{ ms}^{-1}.$$

Voor het afremmen geldt:  $\Delta t = \frac{s_{\text{rem}}}{v_{\text{gem}}} = \frac{7,5}{23,3} = 0,32 \text{ s}$ .

De vertraging is dus gelijk aan:  $a = \frac{46,5}{0,32} = 144 \text{ ms}^{-2} = \frac{144}{9,81} g = 15 g$ .

De resulterende kracht op de proefopstellingen is (gemiddeld) 15 maal de zwaartekracht onder normale omstandigheden.

- inzicht dat de snelheid op het eind van de vrije val bepaald moet worden 1
- gebruik van  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  en  $\Delta t = \frac{s_{\text{rem}}}{v_{\text{gem}}}$  of van  $v = at$  en  $s = \frac{1}{2}at^2$  1
- completeren van de berekening 1
- uitleg 1

*Opmerkingen*

*Wanneer een foutief berekende eindsnelheid uit vraag 7 is gebruikt of dezelfde foutieve berekening van de eindsnelheid als in vraag 7 is herhaald: geen aftrek.*

*Wanneer vergeleken wordt met de afremmende kracht van 16 maal de zwaartekracht in plaats van met de resulterende kracht: geen aftrek.*

Vraag	Antwoord	Scores
	<p>methode 2</p> <p>De arbeid die de afremmende kracht verricht, is gelijk aan de afname van de zwaarte-energie tijdens het afremmen plus de kinetische energie <math>E_k</math> die de capsule bij het begin van het afremmen heeft.</p> $E_k = mgh = mg \cdot 110.$ $W_{\text{rem}} = E_z + E_k \rightarrow F_{\text{rem}} \cdot 7,5 = mg \cdot 7,5 + mg \cdot 110 \rightarrow F_{\text{rem}} = 16mg = 16F_z.$ <p>Voor de resulterende kracht <math>F_{\text{res}}</math> geldt: <math>F_{\text{res}} = F_{\text{rem}} - F_z = 16F_z - F_z = 15F_z.</math></p> <p>De resulterende kracht op de proefopstellingen is (gemiddeld) 15 maal de zwaartekracht onder normale omstandigheden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>inzicht dat de arbeid die de afremmende kracht verricht gelijk is aan de afname van de zwaarte-energie en de kinetische energie</li> <li>gebruik van <math>W = Fs</math> en <math>E_z = mgh</math></li> <li>completeren van de berekening</li> <li>uitleg</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

*Opmerking*

*Wanneer vergeleken wordt met de afremmende kracht van 16 maal de zwaartekracht in plaats van met de resulterende kracht: geen aftrek.*

**11 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Zolang (vrijwel) alleen de zwaartekracht op de capsule werkt, is de vloeistof (vrijwel) gewichtloos, dus van  $t = 0,0$  tot  $t = 9,5$  s.

- inzicht dat de tijdsduur van gewichtloosheid gelijk is aan de tijdsduur dat op de capsule alleen de zwaartekracht werkt
- consequente conclusie

## Opgave 3 Thallium

**12 maximumscore 3**

antwoord:  ${}^{204}_{81}\text{Tl} \rightarrow {}^0_{-1}\text{e} + {}^{204}_{82}\text{Pb}$  of  ${}^{204}\text{Tl} \rightarrow \text{e}^- + {}^{204}\text{Pb}$

- elektron rechts van de pijl
- juist symbool van het vervalproduct, mits verkregen via kloppende atoomnummers
- het aantal nucleonen links en rechts van de pijl kloppend

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

**13 maximumscore 1**

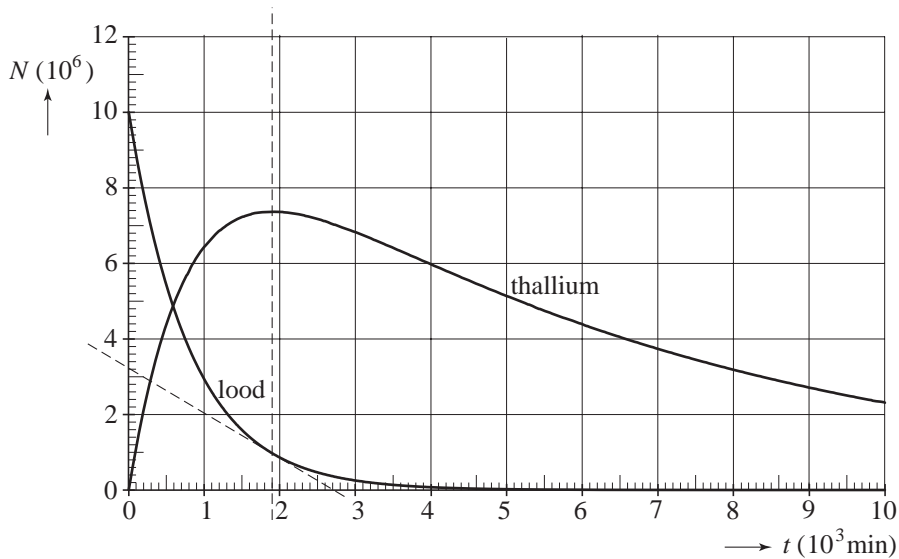
voorbeeld van een antwoord:

$\alpha$ - en  $\beta$ -straling dringen niet door het lichaam naar buiten en kunnen daarom niet gedetecteerd worden, terwijl  $\gamma$ -straling wel voldoende doordringend vermogen heeft.

**14 maximumscore 4**

uitkomst:  $A = 20$  Bq (met een marge van 5 Bq)

voorbeeld van een bepaling:



methode 1

Dan is het aantal Tl-201 kernen dat per seconde vervalt gelijk aan het aantal kernen Tl-201 dat per seconde ontstaat. Dit laatste is gelijk aan de activiteit op dat moment van het Pb-201.

De steilheid van de raaklijn is de activiteit:  $\frac{3,2 \cdot 10^6}{2,7 \cdot 10^3 \cdot 60} = 20$  Bq.

- inzicht dat de activiteit van Tl-201 dan even groot is als de activiteit van Pb-201 1
- inzicht dat de activiteit gelijk is aan de helling van de raaklijn 1
- tekenen van de raaklijn 1
- completeren van de bepaling 1

Vraag	Antwoord	Scores
	<p>methode 2</p> <p>Uit Binas: <math>A(t) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)</math>.</p> <p>De halveringstijd van Tl-201 volgens Binas: <math>t_{\frac{1}{2}} = 72 \text{ h}</math>.</p> <p>Aflezen: <math>N_{\text{Tl}}(1,9 \cdot 10^3 \cdot 60) = 7,4 \cdot 10^6</math>.</p> <p>Invullen geeft: <math>A(t) = \frac{\ln 2}{72 \cdot 3600} \cdot 7,4 \cdot 10^6 = 20 \text{ Bq}</math>.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gebruik van <math>A(t) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)</math>.</li> <li>• opzoeken van <math>t_{\frac{1}{2}}</math></li> <li>• aflezen van <math>N_{\text{max}}</math></li> <li>• completeren van de bepaling</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

## Opgave 4 Onderwatergeluid

### 15 maximumscore 3

uitkomst: 3,28 km

voorbeeld van een berekening:

Uit Binas volgt:  $v_{\text{zeewater}} = 1,51 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1}$ .

Het geluid heeft afgelegd:  $s = v_{\text{zeewater}} t = 1,51 \cdot 10^3 \cdot 4,35 = 6,569 \cdot 10^3 \text{ m}$ .

De afstand van het schip tot de rots is dan:  $\frac{6,569 \cdot 10^3}{2} = 3,28 \text{ km}$ .

- opzoeken van de geluidssnelheid in zeewater 1
- gebruik van  $s = vt$  1
- completeren van de berekening 1

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

**16 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

$$v = \lambda f \rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{1,51 \cdot 10^3}{2,0 \cdot 10^3} = 0,76 \text{ m.}$$

De golflengte is groter dan de afmetingen van de vis, daarom zal er buiging om de vis optreden. Er vindt dus minder (geen) terugkaatsing plaats. Een afzonderlijke vis kan hiermee minder goed (niet) opgespoord worden.

- gebruik van  $v = \lambda f$  1
- berekenen van  $\lambda$  1
- inzicht dat er vanwege buiging minder terugkaatsing optreedt omdat de afmeting van het voorwerp kleiner is dan de golflengte 1

*Opmerking*

*Dezelfde foutieve geluidssnelheid gebruikt als in de vorige vraag: geen aftrek.*

**17 maximumscore 3**

uitkomst:  $P_{\text{bron}} = 1,1 \cdot 10^8 \text{ W}$

voorbeeld van een berekening:

Voor het geluidsdrukniveau geldt:  $L = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \rightarrow 160 = 10 \log\left(\frac{I}{10^{-12}}\right)$ .

Hieruit volgt dat  $I = 1,0 \cdot 10^4 \text{ Wm}^{-2}$ , dus dat

$$P_{\text{bron}} = I \cdot 4\pi r^2 = 1,0 \cdot 10^4 \cdot 4\pi \cdot 30^2 = 1,1 \cdot 10^8 \text{ W.}$$

- gebruik van  $L = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$  met  $I_0 = 10^{-12} \text{ Wm}^{-2}$  1
- gebruik van  $I = \frac{P_{\text{bron}}}{4\pi r^2}$  1
- completeren van de berekening 1

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

**18 maximumscore 4**

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

De afstand is  $\frac{1,0 \cdot 10^6 \text{ m}}{30 \text{ m}} = 3,33 \cdot 10^4$  keer zo groot geworden.

De intensiteit is  $(3,33 \cdot 10^4)^2 = 1,11 \cdot 10^9$  keer zo klein geworden.

Het geluids(druk)niveau is met  $10 \cdot \log(1,11 \cdot 10^9) = 90 \text{ dB}$  afgenomen.

Er blijft over:  $160 - 90 = 70 \text{ dB}$ .

Dat is meer dan 50 dB, dus ze hebben er last van.

- inzicht dat de intensiteit van het geluid afneemt met het kwadraat van de afstand 1
- berekenen van de afname van het geluids(druk)niveau 1
- berekenen van het geluids(druk)niveau 1
- conclusie 1

methode 2

$$L = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right) = 10 \log\left(\frac{\frac{P_{\text{bron}}}{4\pi r^2}}{10^{-12}}\right) = 10 \log\left(\frac{1,13 \cdot 10^8}{4\pi \cdot 1,0 \cdot 10^{12}}\right) = 70 \text{ dB.}$$

Dat is meer dan 50 dB, dus ze hebben er last van.

- gebruik van  $L = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$  met  $I_0 = 10^{-12} \text{ Wm}^{-2}$  1
- gebruik van  $I = \frac{P_{\text{bron}}}{4\pi r^2}$  1
- completeren van de berekening 1
- conclusie 1

*Opmerking*

Wanneer gebruik gemaakt wordt van een foutief antwoord voor  $P_{\text{bron}}$  in de vorige vraag: geen aftrek.

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

### Opgave 5 Leeslamp

**19 maximumscore 3**

uitkomst: bedrag = 1,5 euro

voorbeeld van een berekening:

Voor de door de dimmer verbruikte energie geldt:

$$E = UIt = 230 \cdot 5,0 \cdot 10^{-3} \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 = 36,3 \text{ MJ} = \frac{36,3}{3,6 \cdot 10^6} \text{ kWh} = 10 \text{ kWh.}$$

of:

$$P = UI = 230 \cdot 5,0 \cdot 10^{-3} = 1,15 \text{ W} = 1,15 \cdot 10^{-3} \text{ kW} \rightarrow$$

$$E = Pt = 1,15 \cdot 10^{-3} \cdot 365 \cdot 24 \text{ kWh} = 10 \text{ kWh}$$

10 kWh kost  $10 \cdot 0,15 = 1,5$  euro.

- gebruik van  $E = UIt$  of:  $P = UI$  en  $E = Pt$  1
- omrekenen van J naar kWh of invullen van  $P$  en  $t$  in kW en h 1
- completeren van de berekening 1

**20 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

Bij elke stand in tabel 1 kan met  $P = UI$  het verbruikte elektrische

vermogen uitgerekend worden met  $U = 230 \text{ V}$ , en dus  $\frac{E}{P}$ .

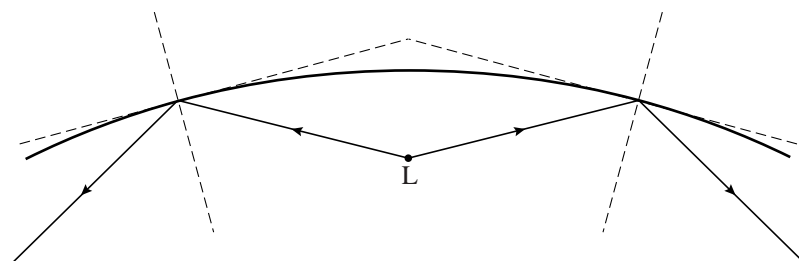
Stand S	$I$ (A)	$E$ (lx)	$P$ (W)	$\frac{E}{P}$ (lx W <sup>-1</sup> )
0	$5,0 \cdot 10^{-3}$	0	1,15	0
1	0,10	2	23,0	0,087
2	0,20	87	46,0	1,89
3	0,30	478	69,0	6,93
4	0,40	915	92,0	9,95
5	0,42	982	96,6	10,2

De nuttige opbrengst is het hoogste bij stand 5.

- berekenen van minimaal 2 waarden van  $P$  1
- inzicht dat nuttige opbrengst gelijk is aan  $\frac{E}{P}$  1
- de nuttige opbrengst uitgerekend bij de standen 1 tot en met 5 en conclusie 1

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

**21 maximumscore 3**  
voorbeeld van een antwoord:



Bij het tekenen van de tweede lichtstraal kan ook gebruik gemaakt worden van de symmetrie in de figuur.

- een normaal en/of een raaklijn getekend in een punt waar een lichtstraal de spiegel raakt 1
- toepassen van hoek van inval = hoek van terugkaatsing 1
- completeren van de tekening 1

**22 maximumscore 3**  
voorbeeld van een antwoord:

De oppervlakte van de verlichte cirkel:  $A = \pi r^2 = \pi \cdot 0,80^2 = 2,01 \text{ m}^2$ .

$$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm m}^{-2} \rightarrow E = \frac{\Phi}{A} \rightarrow \Phi = EA = 982 \cdot 2,01 = 1,97 \cdot 10^3 \text{ lm, en dat is}$$

groter dan wat op de verpakking staat.

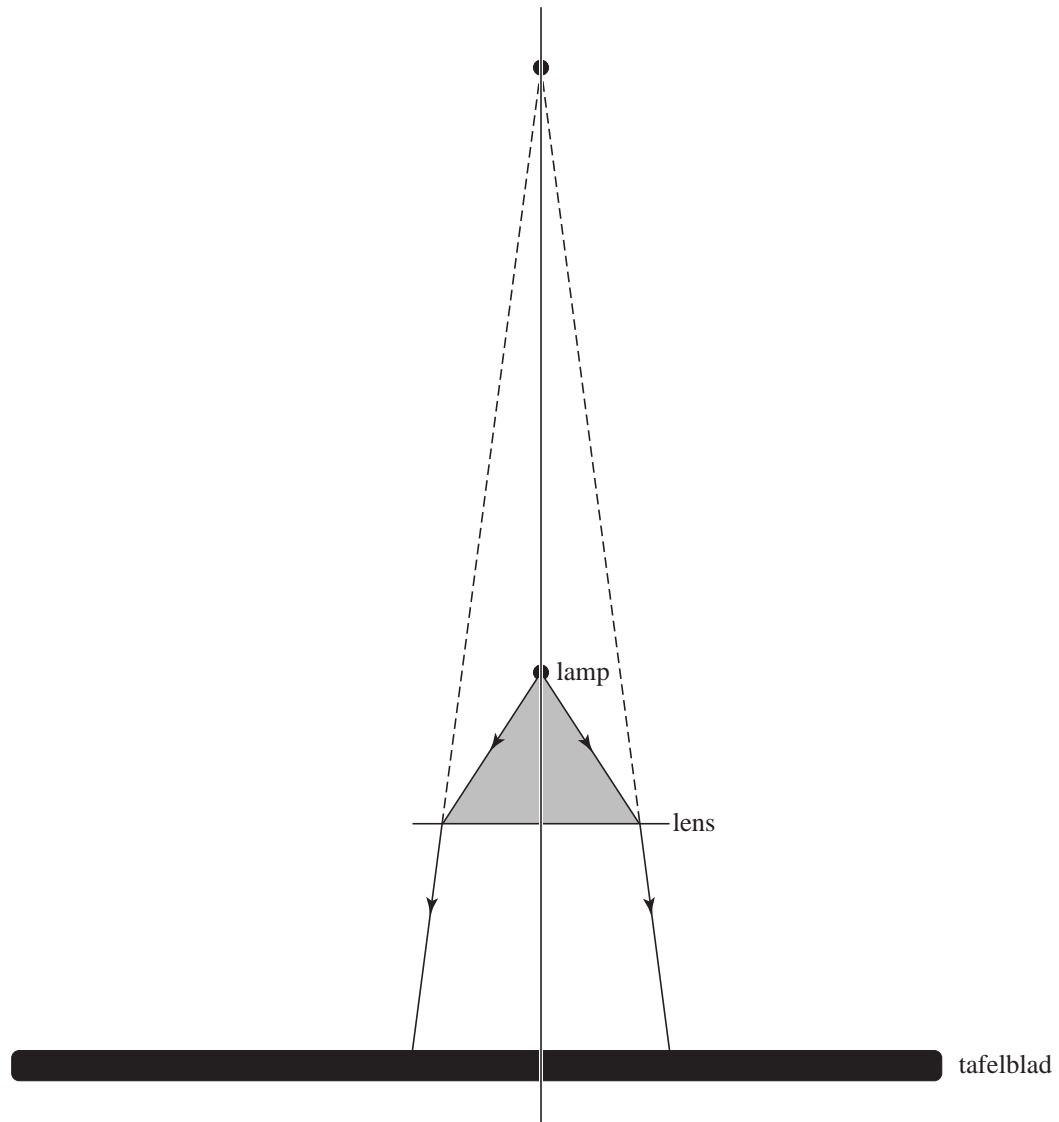
- berekenen van de oppervlakte van de cirkel 1
- inzicht dat  $E = \frac{\Phi}{A}$  1
- completeren van het antwoord 1

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

**23 maximumscore 4**

voorbeeld van de constructie:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{v} \rightarrow \frac{1}{25} = \frac{1}{b} + \frac{1}{20} \rightarrow \frac{1}{b} = -\frac{1}{100} \rightarrow b = -100 \text{ cm}$$



- gebruik van de lenzenformule 1
- berekenen van de beeldafstand 1
- inzicht dat het beeld virtueel is en dus aan de bovenkant van de lens ligt 1
- completeren van de constructie 1

*Opmerking*

*Wanneer de virtuele lichtstralen niet gestippeld getekend zijn: geen aftrek.*