## Hoofdstuk 1

**1** ***a***

$A = 56 \times 23 = 1288 \text{ m}^2$

$p = \dfrac{F_{\text{gas op Hover}}}{A} = \dfrac{F_z}{A} = \dfrac{3{,}0 \cdot 10^5 \cdot 9{,}81}{1288} = 2284{,}.. = 2{,}3 \cdot 10^3 \text{ Pa overdruk}$

2,3 kPa

---

**6** ***a***

De dwarsdoorsnede van de bollen is $A = \frac{1}{4}\pi \cdot d^2 = \frac{1}{4}\pi \cdot 0{,}575^2 = 0{,}2596.. \text{ m}^2$

Op elke vacuüm halve bol oefent de lucht een kracht uit:

$F = p \cdot A = 1{,}013 \cdot 10^5 \cdot 0{,}259.. \text{ N}$ .

Elk paard neemt hiervan een achtste deel voor zijn rekening:

$F_{\text{paard}} = \frac{1}{8} \cdot 10^5 \cdot 0{,}259.. = 3245{,}.. = 3{,}2 \cdot 10^3 \text{ N}$

3,2 kN

---

**25**

Algemene gaswet $\dfrac{p \cdot V}{T} = n \cdot R \Rightarrow n = \dfrac{p \cdot V}{R \cdot T}$ . Gebruik S.I.eenheden.

In het begin:

$$\left.\begin{array}{l} p_1 = 2{,}00 \text{ bar} = 2{,}00 \cdot 10^5 \text{ Pa} \\ V_1 = 10 \text{ L} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ T_1 = 0{,}0 \text{ °C} = 273 \text{ K} \\ R = 8{,}3145 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)} \end{array}\right\} \Rightarrow n_1 = \frac{2{,}00 \cdot 10^5 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{8{,}3145 \cdot 273} = 0{,}881.. \text{ mol}$$

Aan het eind:

$$\left.\begin{array}{l} p_2 = 1{,}00 \text{ bar} = 1{,}00 \cdot 10^5 \text{ Pa} \\ V_2 = 10 \text{ L} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ T_2 = 20 \text{ °C} = 293 \text{ K} \\ R = 8{,}3145 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)} \end{array}\right\} \Rightarrow n_2 = \frac{1{,}00 \cdot 10^5 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{8{,}3145 \cdot 293} = 0{,}410.. \text{ mol}$$

Er is weggestroomd 0,881.. − 0,410.. = 0,470.. = 0,47 mol

0,47 mol

---

**40** ***b2***

Er staat een tikfout: de dichtheden in tabel 12 worden gegeven bij $T$ = 273 K en niet bij 293 K.

5

---

## Toets hoofdstuk 1

**3** **Een föhn**

***a***

Vlak voordat je e buis in het water dompelt, is de druk van de hete lucht gelijk aan *b*. Bij 20 °C is er wat water in de buis gelopen en is de druk van de afgekoelde lucht dus iets lager. $\Delta p$ is een paar cm waterdruk. Volgens tabel 6 is 1 cm waterdruk gelijk aan $9{,}8 \cdot 10^1$ Pa dat is te verwaarlozen t.o.v. $b = 1 \cdot 10^5$ Pa.

–

***b***

Pas toe: $\dfrac{V_2}{T_2} = \dfrac{V_1}{T_1}$ $V_1$ = 100% ; $T_1$ = ?? ; $V_2$ = 100 − 21 = 79% ; $T_2$ = 293 K

Invullen geeft $T_1$ = 371 K = 98 °C

371 K
98 °C

***c***

Pas dezelfde formule toe. $T_1$ = 575 K $\Rightarrow$ $V_2$ = 51% $\Rightarrow$
De buis is voor 49% gevuld met water.

49%

---

## Hoofdstuk 2

**8** ***b***

In de uitwerking is gebruik gemaakt van $3{,}3 \cdot 10^8$ J i.p.v. $3{,}4 \cdot 10^8$ J.
Het antwoord wordt $1{,}0 \cdot 10^3$%.

$1{,}0 \cdot 10^3$%

---

**18** ***a***

$Q_{\text{ijzer},\downarrow} = Q_{\text{water},\uparrow}$

$c_{\text{ijzer}} \cdot m_{\text{ijzer}} \cdot \Delta T_{\text{ijzer},\downarrow} = c_{\text{water}} \cdot m_{\text{water}} \cdot \Delta T_{\text{water},\uparrow}$

$0{,}46 \cdot 40 \cdot \Delta T_{\text{ijzer},\downarrow} = 4{,}18 \cdot 100 \cdot (27 - 15)$

$\Rightarrow \Delta T_{\text{ijzer},\downarrow} = \frac{5016}{18{,}4} = 272{,}6.. \Rightarrow T_{\text{vlam}} = 27 + 272{,}6.. = 299{,}6.. = 300 \text{ °C}$

300 °C

**b**

$$\left.\begin{array}{l} Q_{\text{oven},\downarrow} = P \cdot t = 750 \cdot 158 = 1{,}185.. \cdot 10^5 \text{ J} \\ Q_{\text{water},\uparrow} = c_w \cdot m_w \cdot \Delta T_w = 4{,}18 \cdot 240 \cdot (100 - 0) = 1{,}003.. \cdot 10^5 \text{ J} \end{array}\right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{Q_{\text{water},\uparrow}}{Q_{\text{oven},\downarrow}} = \frac{1{,}003.. \cdot 10^5}{1{,}185.. \cdot 10^5} = 0{,}846.. = 0{,}85 = 85\ \%$$

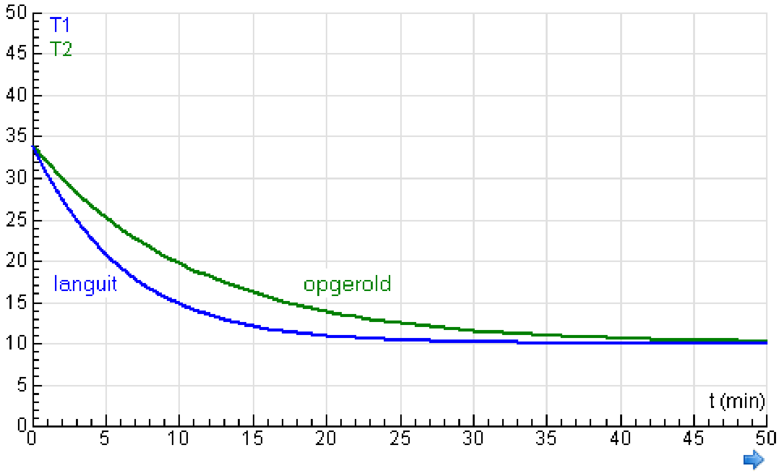
85 %

**20 a**

$$\left.\begin{array}{l} \Delta T_{\text{water}} = 80 - T \\ Q_{\text{water},\downarrow} = c_w \cdot m_w \cdot \Delta T_w = 4{,}18 \cdot 10^3 \cdot 0{,}100 \cdot (80 - T) \\ \Rightarrow Q_{\text{water},\downarrow} = 33440 - 418 \cdot T \\ \Delta T_{\text{melk}} = T - 15 \\ Q_{\text{melk},\uparrow} = c_m \cdot m_m \cdot \Delta T_m = 3{,}9 \cdot 10^3 \cdot 0{,}100 \cdot (T - 15) \\ \Rightarrow Q_{\text{melk},\uparrow} = 390 \cdot T - 5850 \\ Q_{\text{water},\downarrow} = Q_{\text{melk},\uparrow} \end{array}\right\} \left\{\begin{array}{l} 33440 - 418 \cdot T = 390 \cdot T - 5850 \\ \Rightarrow 808 \cdot T = 39290 \\ \Rightarrow T = 48{,}6.. = 49\ ^{\circ}\text{C} \end{array}\right.$$

49 °C

**31 d**




–

De werkelijkheid is ingewikkelder; zelfs spartelen en stilliggen hebben al invloed. Deze schets geldt voor een model waarin het menselijk lichaam wordt behandeld als een bolvormige en een langwerpige waterballon. Als begintemperatuur is 34 °C gekozen, de temperatuur van de huid.

**35 a**

$$P_{\text{el}} = U \cdot I = 12{,}0 \cdot 1{,}50 = 18{,}0 \text{ W}$$

$$\left.\begin{array}{l} Q_{\text{dompelaar},\downarrow} = P_{\text{el}} \cdot t = 18{,}0 \cdot 60 = 1080 \text{ J} \\ Q_{\text{water},\uparrow} = c_w \cdot m_w \cdot \Delta T_w = 4{,}18 \cdot 200 \cdot \Delta T_w = 836 \cdot \Delta T_w \end{array}\right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta T_w = \frac{1080}{836} = 1{,}29.. = 1{,}3\ ^{\circ}\text{C}$$

1,3 °C

**Toets hoofdstuk 2**

**1 c**

Temperatuur in K.

$$\eta = \frac{773 - 323}{773} = 0{,}582.. = 0{,}58 = 58\ \%$$

58 %

**2 b**

De inspanning kost 500 W vermogen.

$E = P \cdot t$

$1{,}8 \cdot 10^6 = 500 \cdot t \Rightarrow t = 3600 \text{ s} = 1 \text{ uur}$

Bij deze vraag heb je die 25% rendement nog niet nodig.

1 uur

**Hoofdstuk 3**

**4** ***b*** Er stond een tikfout in de formule; het antwoord is goed.

$$m_{\text{stoel+astronaute}} = 800 \cdot \frac{2^2}{4\pi^2} = 81{,}0..\ \text{kg}$$

$$\Rightarrow m_{\text{astronaute}} = 81{,}0.. - 20{,}2.. = 60{,}7.. = 61\ \text{kg}$$

61 kg

**7** ***c*** Er stond twee keer $m_{\text{vis}}$ i.p.v. $m_{\text{veer}}$.

**8** ***b***

$$E_{\text{k,max}} = E_{\text{v,max}} = \tfrac{1}{2} C \cdot A^2$$

$$\Rightarrow 0{,}0557.. = \tfrac{1}{2} C \cdot 0{,}120^2 = 0{,}0072 \cdot C \Rightarrow C = 7{,}73.. = 7{,}7\ \text{N/m}$$

7,7 N/m

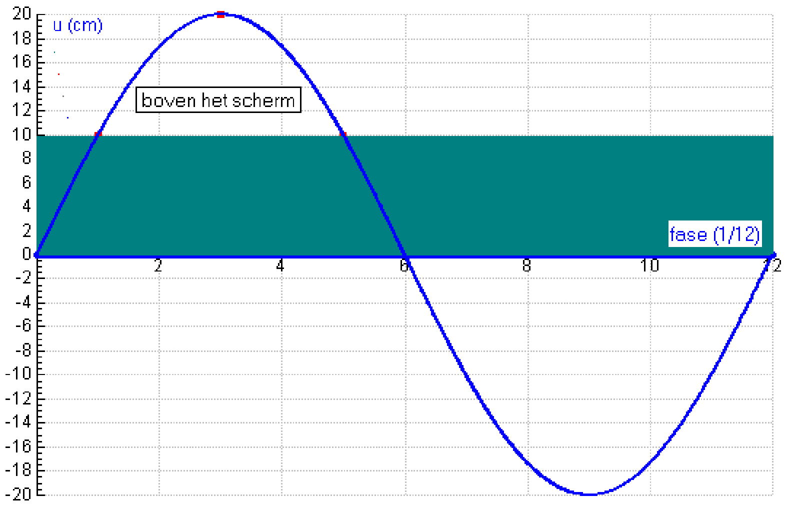
**14** ***b*** Er stond een tikfout; het moet zijn: totdat $u = \tfrac{1}{2}A$

**34** ***a*** Zeven halve perioden duren 4,8 s $\Rightarrow$

$$T = \tfrac{1}{3{,}5} \cdot 4{,}8 = 1{,}37.. = 1{,}4\ \text{s}$$

1,4 s

**36** ***a*** De figuur is gecorrigeerd:




**Toets**

**2** ***a2***

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}} = 2\pi\sqrt{\frac{2000}{3{,}53.. \cdot 10^5}} = 0{,}472..\ \text{s}$$

$$\Rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0{,}472..} = 2{,}11.. = 2{,}1\ \text{Hz}$$

2,1 Hz

**Hoofdstuk 4**

**5**

Antwoord C.

$y = \frac{1}{2} g \cdot t^2$

$(20-12) = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2 \Rightarrow t^2 = 1{,}6 \Rightarrow t = 1{,}26..$

$\Rightarrow v_x = \frac{x}{t} = \frac{30}{1{,}26..} = 23{,}71.... = 23{,}7 \text{ m/s}$

23,7 m/s

---

**25 a**

$f = \frac{250000}{60} = 4{,}16.. \cdot 10^3 \text{ Hz}$

$\omega = 2\pi \cdot f = 2\pi \cdot 4{,}16.. \cdot 10^3 = 2{,}61.. \cdot 10^4 = 2{,}6 \cdot 10^4 \text{ rad/s}$

$a_c = \omega^2 \cdot r = \left(2{,}61.. \cdot 10^4\right)^2 \cdot 0{,}75 \cdot 10^{-3} = 5{,}14.. \cdot 10^5 = 5{,}1 \cdot 10^5 \text{ m/s}^2$

$2{,}6 \cdot 10^4$ rad/s
$5{,}1 \cdot 10^5$ m/s$^2$

---

**30 a**

$$\left.\begin{array}{l} G = 6{,}67.. \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2} \text{ (Binas tabel 7)} \\ M_\oplus = 5{,}97.. \cdot 10^{24} \text{ kg (Binas tabel 31)} \\ R_\otimes = 6{,}37.. \cdot 10^6 \text{ m (Binas tabel 31)} \\ \Rightarrow r = 6{,}37.. \cdot 10^6 + 1{,}00.. \cdot 10^6 = 7{,}37.. \cdot 10^6 \text{ m} \end{array}\right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow g = \frac{6{,}67.. \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}97.. \cdot 10^{24}}{\left(7{,}37.. \cdot 10^6\right)^2} = 7{,}325.. = 7{,}33 \text{ m/s}^2$$

7,33 m/s$^2$

---

**b**

$a_c = \omega^2 \cdot r = g \Rightarrow \omega^2 \cdot 7{,}37.. \cdot 10^6 = 7{,}325.. \Rightarrow \omega = 9{,}96.. \cdot 10^{-4} \text{ rad/s}$

$\Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow 9{,}96.. \cdot 10^{-4} = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = 6305,.. = 6{,}31 \cdot 10^3 \text{ s} = 105 \text{ minuten}$

$\Rightarrow v = \omega \cdot r = 9{,}96.. \cdot 10^{-4} \cdot 7{,}37.. \cdot 10^6 = 7351,.. = 7{,}35 \cdot 10^3 \text{ m/s}$

105 min
7,35 km/s

---

**31 a**

$v = \frac{2\pi \cdot r}{T} = \frac{2\pi \cdot 6{,}378 \cdot 10^6}{24 \cdot 3600} = 463{,}8.. = 464 \text{ m/s}$

Eigenlijk moet je hier voor $T$ de siderische omlooptijd gebruiken die ook in tabel 31 genoemd wordt; zie **Extra** op p. 93. $T_{\text{siderisch}}$ = 23,93 h. Hiermee wordt het antwoord 465 m/s.

464 m/s

---

**b**

$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(463{,}8..)^2}{6{,}378 \cdot 10^6} = 0{,}03373.. = 0{,}0337 \text{ m/s}^2$

Bij gebruik van 23,93 h wordt het antwoord 0,0339 m/s$^2$.

0,0337 m/s$^2$

---

**c**

<u>Eerste manier</u>

Zie p. 86: $g_{\text{evenaar}} = 9{,}7805 \text{ m/s}^2$

Als de aarde stil zou staan, zou dat zijn 9,7805 + 0,0337 = 9,8142 m/s$^2$

$\frac{0{,}0337}{9{,}8142} = 0{,}00343.. = 0{,}34\%$

<u>Tweede manier</u>

Je kunt ook gebruik maken van $g = \frac{GM}{R_\oplus{}^2} = \frac{6{,}6726 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}976 \cdot 10^{24}}{(6{,}378 \cdot 10^6)^2} = 9{,}802 \text{ m/s}^2$

Deze waarden schelen 0,1%. De verklaring voor dat verschil weten we niet. Misschien heeft het ermee te maken dat de aarde geen perfecte homogene bol is.

0,34%

---

**d**

Dan zou $a_c = g$ = 9,8142 m/s$^2$

$a_c = \omega^2 \cdot r \Rightarrow 9{,}8142 = \omega^2 \cdot 6{,}378 \cdot 10^6 \Rightarrow \omega = 0{,}00124.. \text{ rad/s} = \frac{2\pi}{T}$

$\Rightarrow T = 5065,.. \text{ s} = 84{,}41.. \text{ min} = 84 \text{ min } 25 \text{ s}$

84,4 min

**32** ***c***

De diameter van een dynamowieltje is ongeveer 2 cm, dus ongeveer 32 x zo klein als dit fietswiel.
Het toerental is dan ongeveer 32 x zo groot, dus 160 omwentelingen per seconde.
Het toerental mag je ook opgeven als het aantal omwentelingen per minuut $\Rightarrow$ toerental = 160·60 = $9{,}6\cdot 10^3$ p. min

160 Hz
$9{,}6\cdot 10^3$ p. min

## Hoofdstuk 5

**15** ***b***

Volgens de uitleg bij opgave 12 kan hij zelf nog maximaal $\frac{1}{0{,}50} = 2$ dpt leveren. Om tot de normaal maximale 4 dpt te komen heeft hij een bril nodig van +2 dpt.

+2 dpt

***c***

Een voorwerp in het nabijheidspunt zou voor hem op 50 cm afstand voor het oog afgebeeld moeten worden.

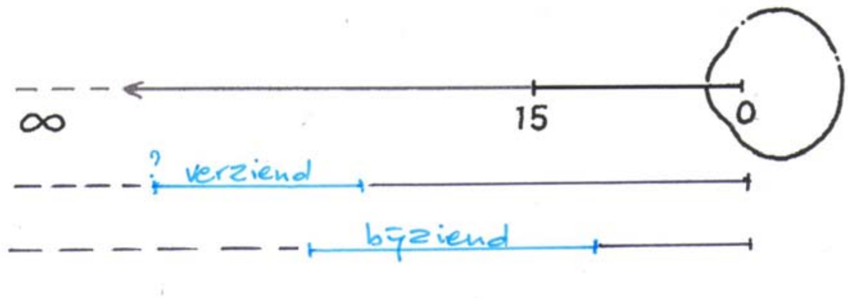
$$\frac{1}{v}+\frac{1}{b}=\frac{1}{n}+\frac{1}{b}=S \Rightarrow \frac{1}{n}+\frac{1}{-0{,}50}=2 \Rightarrow n=0{,}25\text{ m}$$

Dat is nogal logisch, want de brilsterkte is uitgekozen om tot een normale nabijheidspuntafstand te komen.

Hier klopt iets niet. Er is geen opgave 15-c. Dit is meer een toegift bij het antwoord van 15-b.

25 cm

**16** ***b***




–

Om het plaatje voor een verziende te tekenen, heb je meer gegevens nodig. Een jong mens dat licht verziend is, kan wellicht vanaf 20 cm tot in het oneindige kijken door te accommoderen. Een oudere die sterk verziend is, kan zelfs niet in het oneindige scherp zien.

Het plaatje hierboven geldt voor iemand die sterk bijziend is. Een bijziende kan in ieder geval niet in het oneindige scherp zien zonder bril.

**19** ***a***

Bijziendheid

–

***b***

Blijkbaar ziet zij met ongeaccommodeerd oog een voorwerp op 2,50 m afstand scherp
Een punt in de verte moet afgebeeld worden op 2,50 m afstand voor het oog.

$$S=\frac{1}{v}+\frac{1}{b}=\frac{1}{\infty}+\frac{1}{-2{,}50}=-0{,}4\text{ dpt}$$

−0,4 dpt

***c***

Het nieuwe nabijheidspunt wordt afgebeeld op 15 cm voor het oog.

$$\frac{1}{v}+\frac{1}{b}=S \Rightarrow \frac{1}{n}+\frac{1}{-0{,}15}=-0{,}4 \Rightarrow n=0{,}16\text{ m=16 cm}$$

Het nabijheidspunt is 16 – 15 = 1 cm verschoven van het oog af.
Deze bijziende zal bij het lezen misschien de bril afzetten.

1 cm

## Hoofdstuk 6

**1** ***a***

$$\Delta t=\frac{20}{343}=5{,}8\cdot 10^{-2}\text{ s}$$

$5{,}8\cdot 10^{-2}$ s

**14** ***a***

$$\lambda=\frac{v}{f}=\frac{343}{3{,}4\cdot 10^3}=0{,}10\text{ m}$$

Het scherm zorgt voor een ‘spiegelbeeldluidspreker’.

Het lampje brandt als de microfoon zich in een bewegingsknoop bevindt. Zie proef **10** op p. 129.

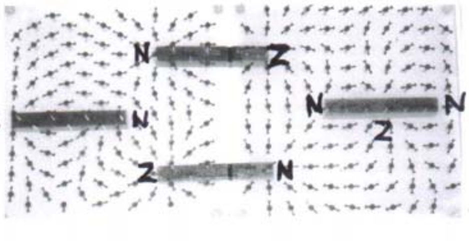
Extra: De ‘spiegelbeeldluidspreker’ heeft een faseverschil van 0,5 met de echte luidspreker. Ze staan even ver van het scherm. Daarom heb je bij het scherm een knoop.

–

| | | | |
|---|---|---|---|
| | ***b*** | De afstand tussen twee van die knopen is ½$\lambda$ dus 5,0 cm. | 5,0 cm |
| **T 1** | ***d*** | $v = \lambda \cdot f = 0{,}78 \cdot 440 = 3{,}4 \cdot 10^2$ m/s | $3{,}4 \cdot 10^2$ m/s |
| **T 3** | ***b***$^2$ | $\sin \alpha_2 = \dfrac{2\lambda}{d} = \dfrac{2 \cdot 870 \cdot 10^{-9}}{1{,}57 \cdot 10^{-6}} = 1{,}10..$ $\Rightarrow$ de tweede orde bestaat niet. | – |
| | ***c*** | $\sin \alpha_2 = \dfrac{2\lambda}{\frac{1}{2}d} = \dfrac{2 \cdot 633 \cdot 10^{-9}}{\frac{1}{2} \cdot 1{,}57 \cdot 10^{-6}} = 1{,}6..$ $\Rightarrow$ de tweede orde bestaat nu niet meer.<br>$\sin \alpha_1 = \dfrac{633 \cdot 10^{-9}}{0{,}5 \cdot 1{,}57 \cdot 10^{-6}} = 0{,}806 \Rightarrow \alpha_1 = 53{,}7°$<br>De eerste orde bij de dvd zit nu op de plaats van de tweede orde bij de cd. Dat kun je ook zonder rekenen zien. In de formule $\sin \alpha_1 = \dfrac{1 \cdot \lambda}{d}$ is de *d* van de dvd 2× zo klein als die van de cd, dus $\sin \alpha_1$ is 2× zo groot. | – |

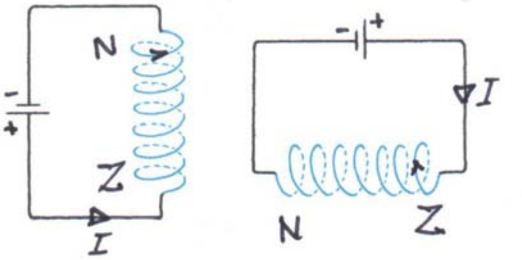
## Hoofdstuk 7

**3** *-*



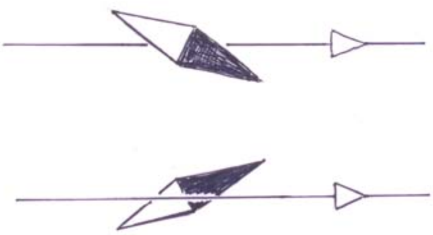

–

**6** ***b*** De lange pootjes van de spanningsbronnen zijn de +.

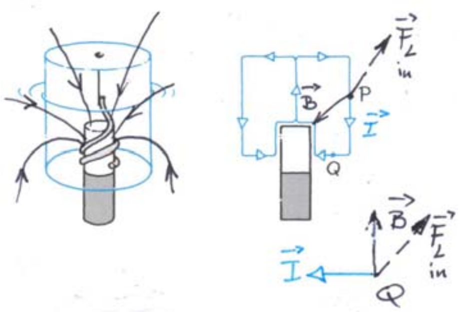



–

**28** ***b***



**34** ***a***
***b***
***c***




–

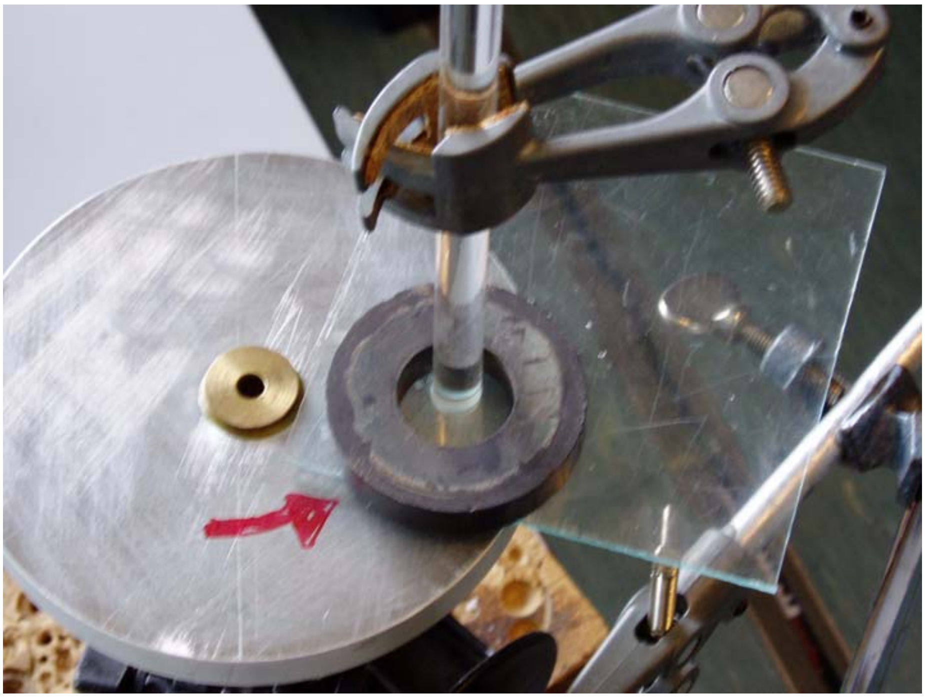
**36** ***c*** $F_L = B \cdot I \cdot \ell$ $\quad 0{,}030 = B \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 3{,}14 \Rightarrow B = 0{,}96$ T — 0,96 T

## Hoofdstuk 8

**2** - De ringmagneet gaat niet zweven. Dat lijkt alleen maar zo, want hij ondervindt van de vinger zoveel wrijving dat hij niet omlaag zakt.

De ring wordt alleen meegesleept, zoals op deze twee foto's te zien is. Hij ligt hier op een schijfje perspex dat 1 mm boven de schijf wordt vastgehouden.

Op de eerste foto staat de schijf stil, op de tweede draait hij.



De vraag zou moeten luiden: 'Waarom wordt de ringmagneet meegesleept?'

We hebben hier te maken met het omgekeerd van Proef 6. Daar werd een schijf aluminium meegesleept door een draaiende magneet. Ook nu moet je denkbeeldige ringen aanbrengen in het aluminium. Als zo'n ring de magneet nadert, wordt hij afgestoten door de magneet, maar via actie/reactie wordt ook de magneet afgestoten door de schijf.

**8** ***a*** Je hoeft maar één kwart van de periode te bekijken.
$Q = 4 \cdot (0{,}1^2 + 0{,}2^2 + 0{,}3^2) \cdot 100 \cdot 0{,}05 \cdot 10^{-3} = 2{,}8 \cdot 10^{-3}$ J

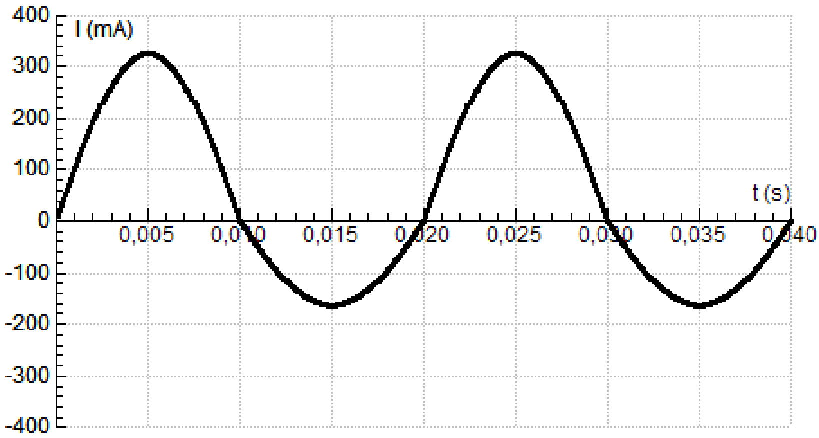
$2{,}8 \cdot 10^{-3}$ J

**14** ***a***
***b***

| $U_p$ (V) | $I_p$ (A) | $P$ (W) | $N_p : N_s$ | $U_s$ (V) | $I_s$ (A) | $R_s$ (Ω) | $R_p$ (Ω) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 230 | 4,35 | 1000 | 10 : 1 | 23 | 43,5 | 0,53 | 53 |
| 230 | 0,008 | 1,8 | 38 : 1 | 6 | 0,3 | 20 | 30 k |
| 2,0 | 20 | 40 | 1 : 50 | 100 | 0,40 | 250 | 0,10 |
| 200 | 0,50 | 100 | 2 : 1 | 100 | 1,00 | 100 | 400 |
| 0,10 | 1 | 0,1 | 1 : 100 | 10 | 0,01 | 1000 | 0,1 |
| 200 | 1 | 200 | 100 : 1 | 2 | 100 | 0,02 | 200 |

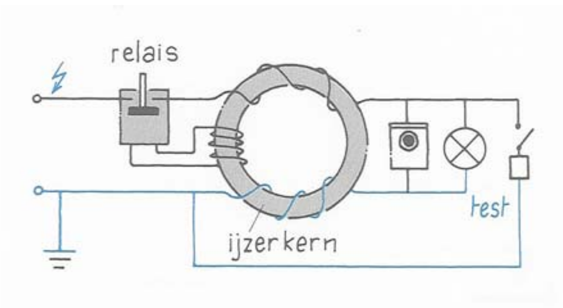
–

**24** ***a*** Als de stroom met de klok mee gaat dan is $I > 0$
$U_{max} = 230 \cdot \sqrt{2} = 325$ V
$I_{max,1} = 325/1 = 325$ mA $I > 0$
$I_{max,2} = 325/2 = 163$ mA $I < 0$




–

**30** De testknop zit in de figuur niet op de goede plaats. Het moet zo:




***b*** Als je op de testknop drukt, gaat de afvoerstroom niet rondom de ijzeren kern en wordt het magnetische veld van de aanvoerstroom niet gecompenseerd.

–

**Hoofdstuk 9**

**Hoofdstuk 10**

**10.2 – Spectra**

In een paar opgaven van deze paragraaf komt het begrip *impuls* aan de orde.

De impuls hoort niet bij de stof van het eindexamen, maar hij komt wel voor in de formule van De Broglie (zie p. 238).

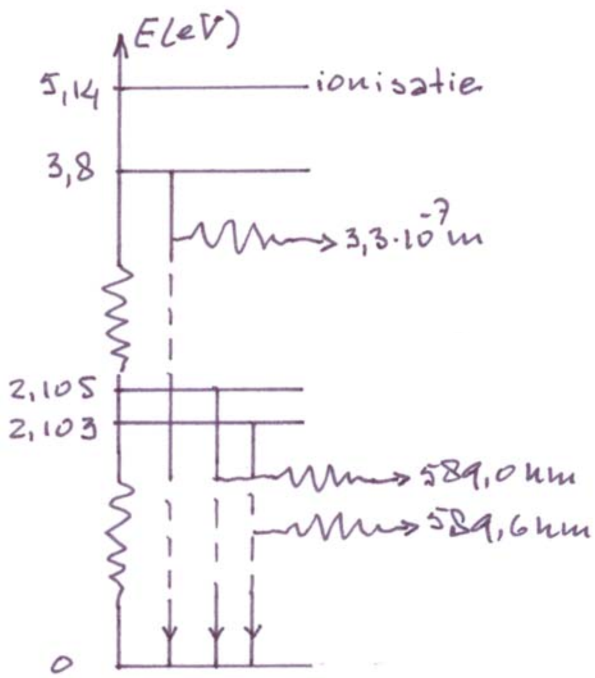
In veel gevallen is de impuls $p$ belangrijker dan de energie kinetische $E_{kin}$ , bijvoorbeeld bij botsingen.

Voor $p$ geldt $p = mv$ (per definitie, massa maal snelheid) en bij <u>elke</u> botsing is de totale impuls behouden, dus:

$\Sigma\, mv_{\text{vóór}} = \Sigma\, mv_{\text{ná}}$

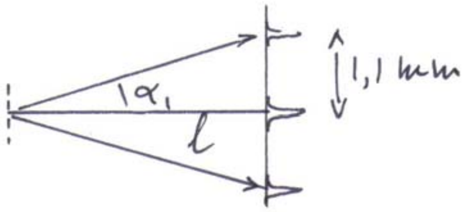
Zo'n behoudswet geldt praktisch nooit voor de kinetische energie, eigenlijk alleen voor atomaire deeltjes en bij benadering voor biljartballen.

Newton schreef zijn tweede wet dan ook als $F \cdot \Delta t = \Delta(mv)$.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **11** | ***b*** [1] | $E\text{ (in eV)} = \dfrac{h \cdot c}{e \cdot \lambda} \Rightarrow \lambda = 1284\text{ nm}$ | 1284 nm |
| **14** | ***b*** | $E\text{ (in eV)} = \dfrac{h \cdot c}{e \cdot \lambda} \Rightarrow 2{,}105\text{ eV en } 2{,}103\text{ eV}$ | 2,105 eV<br>2,103 eV |
| | ***e*** |  | – |

**Toets**

**1** ***b***




0,80 m

$1 \cdot \lambda = d \cdot \sin\alpha_1 \;\Rightarrow\; 550 \cdot 10^{-9} = 4 \cdot 10^{-4} \cdot \sin\alpha_1 \;\Rightarrow\; \sin\alpha_1 = 1{,}375 \cdot 10^{-3} \;\Rightarrow \tan\alpha_1 = 1{,}375 \cdot 10^{-3}$

$$\tan\alpha_1 = 1{,}2375 \cdot 10^{-3} = \frac{1{,}1 \cdot 10^{-3}}{\ell} \;\Rightarrow\; \ell = 0{,}80 \text{ m}$$

**3** ***c*** Voor ionisatie is 14,3 eV nodig.

14,3 eV = $2{,}29 \cdot 10^{-18}$ J = $\tfrac{1}{2}mv^2 \;\Rightarrow\; v = 2{,}2 \cdot 10^{6}$ m/s

$2{,}2 \cdot 10^{6}$ m/s