

**Opgave 1 Accu**

- 3p 1. Het vermogen van de lampen wordt gegeven door  $P = VI$ .  
Dus de accu moet een stroom leveren van  
 $I = P/V = 100/12 = 8,33$  A.  
De "capaciteit" wordt berekend door  $It$ .  
De lampen kunnen dus goed blijven branden gedurende  
 $t = \text{"capaciteit"}/I = 44/8,33 = 5,3$  h.
- 4p 2. *methode 1:*  
Voor de vervangingsweerstand van de twee parallel geschakelde lampen geldt:  
 $1/R_v = 1/R_1 + 1/R_2 = 1/30 + 1/30 = 2/30$ .  
Dus  $R_v = 30/2 = 15 \Omega$ .  
Verder geldt:  $V = IR$ .  
De stroomsterkte die de accu levert is dus  
 $I = V/R_v = 12/15 = 0,80$  A.  
Het vermogen wordt gegeven door  $P = VI = 12 * 0,80 = 9,6$  W.
- methode 2:*  
Voor de vervangingsweerstand van de twee parallel geschakelde lampen geldt:  
 $1/R_v = 1/R_1 + 1/R_2 = 1/30 + 1/30 = 2/30$ .  
Dus  $R_v = 30/2 = 15 \Omega$ .  
Het vermogen dat de accu levert is:  
 $P = V^2/R_v = 12^2/15 = 9,6$  W
- methode 3:*  
Het vermogen dat één lamp omzet is:  
 $P = V^2/R = 12^2/30 = 4,8$  W  
Er zijn twee lampen.  
De accu moet dus een vermogen leveren van  $2 * 4,8 = 9,6$  W.
- 3p 3. In de lamp wordt  $100 - 6,5 = 93,5\%$  van de elektrische energie omgezet in warmte.  
Het warmtevermogen is dus  $0,935 * 35 = 32,725$  W  
In twee uur produceert de lamp aan warmte  
 $Q = Pt = 32,725 * 2 = 65$  Wh of  $32,725 * 2 * 3600 = 2,4 \cdot 10^5$  J.
-

## Opgave 2 Roeien

- 3p 4. Bij één slag verricht de roeier een arbeid van  
 $W_1 = Fs = 320 \cdot 1,5 = 480 \text{ J}$ .  
In één minuut maakt hij 28 slagen en verricht dus een arbeid van  $28 \cdot 480 = 1,3 \cdot 10^4 \text{ J}$
- 4p 5. Elke roeier verrichtte bij deze race een arbeid van  
 $W = Pt = 450 \cdot (6 \cdot 60 + 40) = 18,0 \cdot 10^4 \text{ J}$   
De totaal door de acht roeiers verrichte arbeid was dus  
 $8 \cdot 18,0 \cdot 10^4 = 144 \cdot 10^4 \text{ J}$ .  
Wegens  $W = Fs$  was de gemiddelde kracht die door de roeiers op de boot uitgeoefend werd  
 $F = W/s = 144 \cdot 10^4 / 2000 = 720 \text{ N}$ .  
Bij een gemiddeld constante snelheid is de resulterende kracht gemiddeld nul en is de gemiddelde wrijvingskracht dus gelijk aan de gemiddelde kracht van de roeiers: 720 N.
- 4p 6. Als A nog 600 m van de finish is,  
is B nog  $600 - (30 + 19) = 551 \text{ m}$  van de finish verwijderd.  
A bereikt de finish na  $t = x/v = 600/5,00 = 120 \text{ s}$ .  
B bereikt de finish na  $t = x/v = 551/4,70 = 117 \text{ s}$ .  
B bereikt de finish dus eerder dan A.
- 

## Opgave 3 Scheepsaandrijving zonder schroef

- 5p 7. De weerstand tussen de platen A en B wordt gegeven door  
 $R = \rho \cdot \square / A$ .  
De soortelijke weerstand  $\rho$  van zeewater is  $0,23 \text{ } \Omega\text{m}$ .  
De lengte  $\square$  is  $0,20 \text{ m}$ .  
De doorsnede  $A$  is  $0,25 \cdot 1,80 = 0,45 \text{ m}^2$ .  
De weerstand is dus  $R = 0,23 \cdot 0,20 / 0,45 = 0,102 \text{ } \Omega$ .  
De spanning tussen de platen A en B is  
 $V = IR = 4,0 \cdot 10^3 \cdot 0,102 = 4,1 \cdot 10^2 \text{ V}$ .
- 3p 8. Zie de figuur in het correctievoorschrift.
- 2p 9. De lorentzkracht wordt uitgeoefend op het zeewater.  
Daardoor ondervindt de boot een reactiekracht die volgens de derde wet van Newton de tegenovergestelde richting heeft. Tengevolge van deze reactiekracht zal de boot dus tegen de richting van de lorentzkracht in gaan bewegen.
- 3p 10. De lorentzkracht is  
 $F_L = BI \square = 3,9 \cdot 4,0 \cdot 10^3 \cdot 0,20 = 3,1 \cdot 10^3 \text{ N} = 3,1 \text{ kN}$ .
- 2p 11. Rivierwater geleidt slechter dan zeewater. De stroomsterkte zal hierdoor kleiner zijn en de lorentzkracht dus ook. Het gevolg is dat de aandrijfmotor slecht werkt in rivierwater.
-

#### Opgave 4 Radongas

- 3p 12. De vervalreactie van radon-222 is  
 ${}^{222}\text{Rn} \rightarrow {}^{218}\text{Po} + {}^4\text{He}$
- 3p 13. Bij het stapsgewijze verval van een uranium-238 kern tot een lood-206 kern neemt het aantal nucleonen in de kern met  $238-206 = 32$  af.  
Bij het uitzenden van een  $\alpha$ -deeltje neemt het aantal nucleonen met 4 af.  
Er zijn dus  $32/4 = 8$   $\alpha$ -deeltjes uitgezonden bij het bedoelde verval.
- 4p 14. De activiteit van 4,0 l lucht in de longen is  
 $A = 4,0 \cdot 10^{-3} \cdot 29 = 0,116 \text{ Bq}$   
De energie van het  $\alpha$ -deeltje dat bij het verval van radon ontstaat is  
 $U_\alpha = 5,486 \text{ MeV} = 5,486 \cdot 10^6 \cdot 1,6022 \cdot 10^{-19} = 8,7897 \cdot 10^{-13} \text{ J}$   
Het door de longen ontvangen stralingsvermogen is dus  
 $P = AU_\alpha = 0,116 \cdot 8,7897 \cdot 10^{-13} = 1,0196 \cdot 10^{-13} \text{ W}$   
De geabsorbeerde energie in 1 jaar is dan  
 $U = Pt = 1,0196 \cdot 10^{-13} \cdot 3,1536 \cdot 10^7 = 3,215 \cdot 10^{-6} \text{ J}$   
Het gevraagde dosisequivalent per jaar is  
 $H = QU/m = 20 \cdot 3,215 \cdot 10^{-6} / 0,200 = 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ Sv} = 0,32 \text{ mSv}$
- 

#### Opgave 5 Röntgenbuis

- 3p 15. De door het elektrische veld verrichte arbeid is gelijk aan de toename van de kinetische energie van de elektronen zodat  
 $q\Delta V = \Delta mv^2$   
Hieruit volgt  
 $\Delta V = \frac{1}{2} \cdot 9,109 \cdot 10^{-31} \cdot (6,3 \cdot 10^7)^2 / 1,602 \cdot 10^{-19} = 1,1 \cdot 10^4 \text{ V}$
- 4p 16. De kinetische energie van het elektron is  
 $U_k = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 9,109 \cdot 10^{-31} \cdot (6,3 \cdot 10^7)^2 = 1,81 \cdot 10^{-15} \text{ J}$   
De energie van het foton wordt gegeven door  
 $U_f = hc/\lambda$   
Met  $U_f = U_k$  volgt dan  
 $\lambda = hc/U_k = 6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,9979 \cdot 10^8 / 1,81 \cdot 10^{-15} = 1,1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
- 3p 17. Röntgenstraling met een groter doordringend vermogen bestaat uit fotonen met een grotere energie.  
Deze ontstaan als de elektronen een grotere kinetische energie hebben.  
De elektronen krijgen een grotere kinetische energie als de (versnel)spanning tussen anode en kathode groter gemaakt wordt.  
De spanning tussen anode en kathode moet dus verhoogd worden.
- 

#### Opgave 6 Aardbevingen

- 2p 18. Bij een longitudinale golf valt de trillingsrichting samen met de voortplantingsrichting; bij een transversale golf staat de trillingsrichting loodrecht op de voortplantingsrichting van de golf. Hierdoor is bij een longitudinale golf sprake van verdichtingen en verdunningen en bij een transversale golf van bergen en dalen.
- 3p 19. Voor de voortplantingssnelheid van golven geldt  
 $v = f\lambda$   
 De golflengte is dus  
 $\lambda = v/f = 3,4 \cdot 10^3 / 1,2 = 2,8 \cdot 10^3 \text{ m}$ .
- 4p 20. De trillingstijd van het massa-veersysteem is  
 $T = 1/f = 1/0,37 = 2,70 \text{ s}$ .  
 Verder geldt  
 $T = 2\pi \sqrt{m/C}$   
 Dus de veerconstante is  
 $C = 4\pi^2 m / T^2 = 4\pi^2 \cdot 4,2 / 2,70^2 = 23 \text{ N/m}$ .
- 4p 21. De tijd die de transversale golven nodig hebben om De Bilt te bereiken is  
 $t_T = x / \langle v_T \rangle = 2,3 \cdot 10^6 / 3,4 \cdot 10^3 = 676 \text{ s}$ .  
 Uit figuur 9 is af te lezen dat de longitudinale golven er 3,5 minuten = 210 s korter over doen. Dus  $t_L = 676 - 210 = 466 \text{ s}$ .  
 De gemiddelde snelheid van de longitudinale golven is dus  
 $\langle v_L \rangle = x / t_L = 2,3 \cdot 10^6 / 466 = 4,9 \cdot 10^3 \text{ m/s} = 4,9 \text{ km/s}$ .
- 4p 22. Na het tekenen van een normaal in de figuur op de bijlage volgt door meting met een geodriehoek dat de invalshoek  $40^\circ$  is. Met de wet van Snellius volgt dan  
 $\sin r = \sin i / n = \sin 40^\circ / 0,80 = 0,803$ .  
 Dus  $r = \arcsin 0,803 = 53^\circ$ .  
 Na tekenen van deze hoek in de figuur op de bijlage ontstaat de figuur van het correctievoorschrift.
-

### Opgave 7 Thermometers

- 4p 23. De hoeveelheid warmte die het kwik in de thermometer per graad temperatuurstijging opneemt is  
 $Q_{\text{kwik}} = m_{\text{kwik}} c_{\text{kwik}} \Delta T = 4,8 \cdot 10^{-3} \cdot 0,138 \cdot 10^3 \cdot 1 = 0,662 \text{ J}.$   
De hoeveelheid warmte die het glas van de thermometer per graad temperatuurstijging opneemt is  
 $Q_{\text{glas}} = m_{\text{glas}} c_{\text{glas}} \Delta T = 10,2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,8 \cdot 10^3 \cdot 1 = 8,16 \text{ J}.$   
Dus de hoeveelheid warmte die de thermometer per graad temperatuurstijging opneemt is  
 $Q_{\text{kwik}} + Q_{\text{glas}} = 0,662 + 8,16 = 8,8 \text{ J}.$
- 2p 24. Bij temperatuurstijging gaan de kwikmoleculen sneller bewegen. Ze botsen daardoor vaker en harder tegen elkaar met als gevolg dat de gemiddelde afstand tussen de moleculen toeneemt en het kwik dus uitzet.
- 4p 25. De temperatuur van het water daalt met  
 $\Delta T_w = 17,2 - 15,5 = 1,7 \text{ }^\circ\text{C}.$   
Het water staat hierbij warmte af:  
 $Q_{\text{af}} = m_{\text{water}} c_{\text{water}} \Delta T_w = 18 \cdot 10^{-3} \cdot 4,18 \cdot 10^3 \cdot 1,7 = 128 \text{ J}.$   
Deze warmte wordt opgenomen door de thermometer die daardoor  $15,5 - 0 = 15,5 \text{ }^\circ\text{C}$  in temperatuur stijgt.  
De warmtecapaciteit van de thermometer is dus  
 $C = Q/\Delta T = 128/15,5 = 8,3 \text{ J/}^\circ\text{C}.$
- 3p 26. De gevoeligheid van een temperatuursensor is de spanningsverandering per graad celsius temperatuurverandering.  
Dit komt overeen met de steilheid van de ijkgrafiek.  
Ijkgrafiek 1 is het steilst.  
Dus temperatuursensor 1 is het gevoeligst.
- 4p 27. Een 4 bits AD-omzetter telt  $2^4 = 16$  stappen.  
Bij een bereik van 5,0 V wordt de stapgrootte dus  
 $5,0/16 = 0,313 \text{ V}.$   
Als de thermometer  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  aanwijst, geeft sensor 1 een spanning van 2,3 V (aflezen ijkgrafiek). Dit komt overeen met  $2,3/0,313 = 7,36$  stappen.  
De AD-omzetter geeft dus het getal 7 binair weer: 0111

EINDE

---