

Stof voor et-2: havo4 B h4: Arbeid en energie, h5: Licht en h6: Elektriciteit.

Deze 6 opgaven (21 vragen) en uitwerking vind je op www.agtijmensen.nl

Opgave 1 Eliica Havo 2010-I-opgave 1

De Eliica (figuur 1) is een supersnelle elektrische auto. Hij heeft acht wielen en elk wiel wordt aangedreven door een elektromotor.

In de accu's kan in totaal 55 kWh elektrische energie worden opgeslagen.

Het gemiddelde energieverbruik van de Eliica is 0,17 kWh/km.

De actieradius van een elektrische auto is de afstand die hij met volle accu's kan afleggen bij gemiddeld energieverbruik.

2p 1 Bereken de actieradius van de Eliica.

De topsnelheid van de Eliica is 190 km/h. Bij die snelheid worden de wielen aangedreven met een nuttig vermogen van in totaal 92 kW.

4p 2 Bereken de grootte van de wrijvingskracht die de Eliica bij topsnelheid ondervindt.

Bij topsnelheid verbruikt de auto (veel) meer energie dan gemiddeld.

Het rendement van de elektromotoren van de Eliica bij topsnelheid is 79%.

4p 3 Bereken het energieverbruik per km (in kWh/km) van de Eliica bij topsnelheid.

figuur 1



Opgave 2 Centennial light havo 2010-II-opgave 2

In het jaar 3010 brandde in een brandweerkazerne in de VS sinds 1901, dus al meer dan een eeuw, een gloeilamp; vandaar de naam Centennial light. Je mag aannemen dat de lamp al die tijd was aangesloten op een spanning van 110 V en dat zijn elektrisch vermogen steeds 4,0 W is geweest.

5p 7 Bereken het aantal elektronen dat in die tijd door (een doorsnede van) de gloeidraad is gestroomd.

Opgave 3 Valmeercentrale havo 2010-II-opgave 3

Het elektrisch vermogen dat een windmolen kan leveren, is sterk afhankelijk van de windsnelheid. Men kan afleiden dat de volgende formule geldt:

$$P = kv^3$$

Hierin is:

- P het elektrisch vermogen van de windmolen (in W);
- k een constante die afhangt van eigenschappen van de windmolen;
- v de windsnelheid (in m/s).

Uit deze formule volgt dat het elektrisch vermogen van de windmolen afneemt met 87,5% als de windsnelheid halveert.

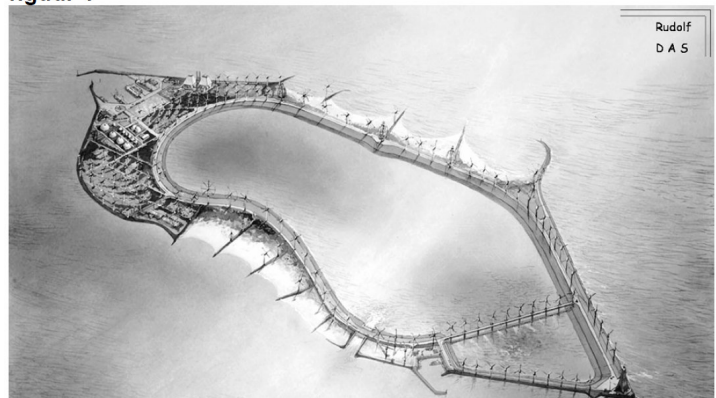
2p 11 Toon dat met een berekening aan.

1p 12 Noem een eigenschap van een windmolen die van invloed is op de grootte van de constante k .

Onlangs zijn plannen gelanceerd om voor de kust van Zeeland een zogenaamde valmeercentrale te bouwen. Zie figuur 1.

Het is een kunstmatig eiland waarin zich het valmeer bevindt: een meer waarin het waterniveau een stuk lager is dan dat van de zee. Op de dijk rondom het valmeer bevinden zich windmolens. Bij voldoende wind pompen ze water uit het meer naar de zee. Bij weinig wind laat men zeewater het meer in lopen; de generatoren die in de dijk zijn aangebracht, wekken dan elektrische energie op.

figuur 1



Bron: Raadgevend Ingenieursbureau Lieveense B.V.

Zie figuur 2.

Het valmeer krijgt een oppervlakte van 40 km². Het waterniveau in het meer varieert tussen 32,0 m en 40,0 m onder het zeeniveau. Wanneer het water in het meer van het hoogste naar het laagste niveau wordt gebracht, moet er $3,3 \cdot 10^{11}$ kg zeewater van het meer naar de zee worden gepompt.

4p 13 Toon dat met een berekening aan.

Op het eiland worden 75 windmolens geplaatst die elk een topvermogen hebben van 5,0 MW.

5p 14 Bereken hoeveel uur het minimaal duurt om het water in het meer van het hoogste naar het laagste niveau te brengen. Bereken daartoe eerst de toename van de zwaarte-energie van het weggepompte water.

figuur 2



Bron: Raadgevend Ingenieursbureau Lieveense B.V.

Als het valmeer volloopt, kunnen de generatoren een elektrisch vermogen leveren van $1,5 \cdot 10^3$ MW. Per seconde stroomt er dan $4,94 \cdot 10^6$ kg water met een snelheid van 26 m/s de turbines in die de generatoren aandrijven.

4p 15 Bereken het rendement waarmee de bewegingsenergie van het water wordt omgezet in elektrische energie.

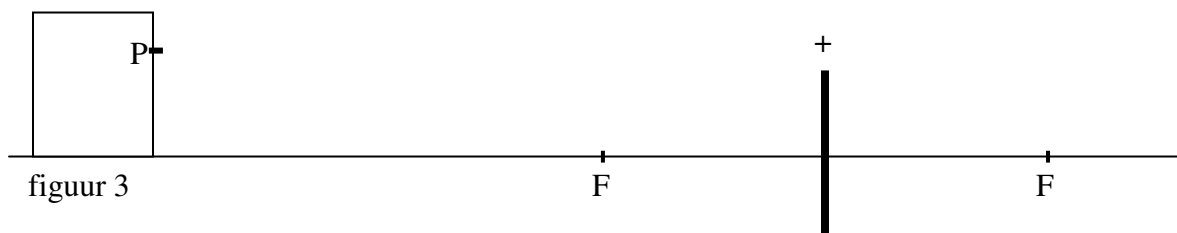
Je kunt je afvragen wat het nut is van de valmeercentrale. De elektrische energie die de windmolens opwekken, zou immers ook rechtstreeks aan het elektriciteitsnet kunnen worden toegevoerd. Ondanks dit argument en de aanzienlijke kosten van het project zijn er toch sterke voorstanders van de valmeercentrale.

1p 16 Noem een argument voor zo'n centrale.

Opgave 4. Een fotoestel.

Je maakt een portretfoto van een fotomodel.

- Teken in figuur 3 het beeld van de voorkant van haar gezicht en het scherm (waar de lichtgevoelige chip zich bevindt). Het gezicht is schematisch weergegeven.
- Teken de bundel die alle stralen bevat die vanuit de pupil P via de lens op het scherm komen.
- De voorkant van haar gezicht dat 30 cm hoog is bevindt zich 60 cm voor de lens met een brandpuntafstand van 50 mm. Bereken de grootte van het beeld.
- Tijdens het nemen van de foto knippert het model met haar ogen. Het ooglid heeft dan een constante snelheid van 0,10 m/s. Het nemen van de foto duurt 0,030 s (de zogenaamde belichtingstijd). Bereken de afstand die het beeld van het ooglid tijdens het nemen van de foto aflegt.



Opgave 5 Elektrische waterkoker

Een elektrische koffiezetapparaat kan in korte tijd water aan de kook brengen. Op het typeplaatje van een bepaald apparaat staat: 230 V 1,4 kW

In het apparaat bevindt zich een smeltveiligheid.

- Leg uit of een smeltveiligheid van maximaal 10 A voldoet.

Aan een rood controlelampje (2,0 V en 15 mA) kun je zien of het apparaat aan staat. Het controlelampje is in serie met een weerstand op 230 V aangesloten.

- Bereken de waarde van deze serieweerstand.
- Teken de schakeling met de 230 V spanningsbron, het koffiezetapparaat teken deze als een weerstand), de aan/uit schakelaar, de serieweerstand en het lampje. Teken ook de ampèremeter en de voltmeter waarmee je kunt controleren of het lampje brandt bij 2,0 V en 15 mA.

Het aan de kook brengen van het water duurt 24 seconde. Daarna wordt het hete water door een pompje van 0,04 kW door een koffiepads geperst. Dat duurt 20 seconden. 1 kWh kost € 0,22.

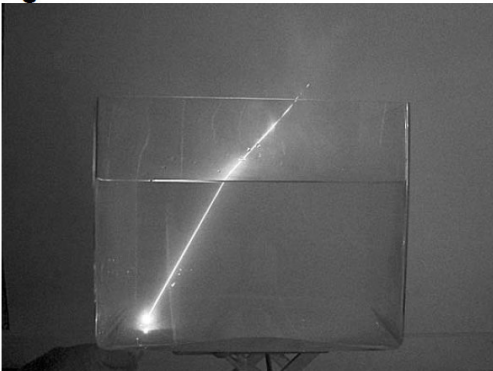
4. Bereken hoeveel euro het per jaar aan elektrische energie kost als je het apparaat vier keer per dag op de genoemde wijze gebruikt.

Opgave 6 Laserpennen 2011-I Opgave 5

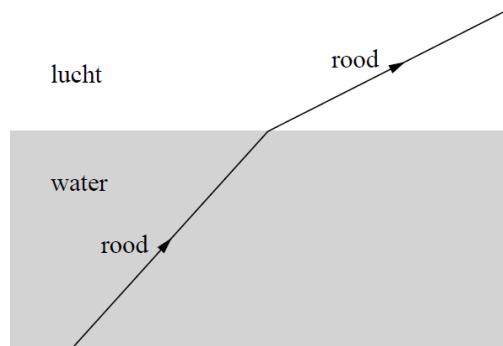
Ineke experimenteert met laserpennen. Ze richt de lichtbundel van een rode laserpen schuin naar boven op de onderkant van een glazen bak met water. Bij het wateroppervlak breekt de lichtbundel. Zie figuur 1.

In figuur 2 is getekend hoe bij een bepaalde stand van de laserpen de rode lichtstraal wordt gebroken.

figuur 1



figuur 2



- 3p 26 Toon met behulp van figuur 2 aan dat de brekingsindex die Ineke vindt, overeenkomt met die in Binas.

Ineke draait de rode laserpen zo dat de gebroken lichtbundel precies langs het wateroppervlak scheert.

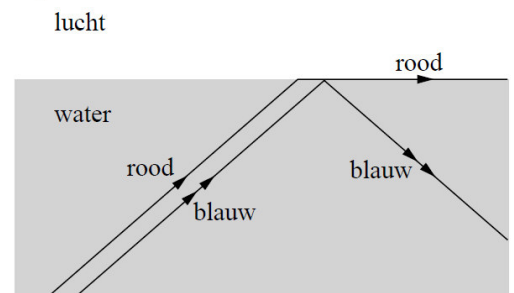
Vervolgens houdt ze naast de rode laserpen een blauwe. In figuur 3 is het verloop van de rode en blauwe lichtbundel getekend.

- 3p 27 Verklaar het verschil tussen het verloop van de blauwe lichtbundel en dat van de rode lichtbundel. Gebruik in je antwoord de begrippen brekingsindex en grenshoek.

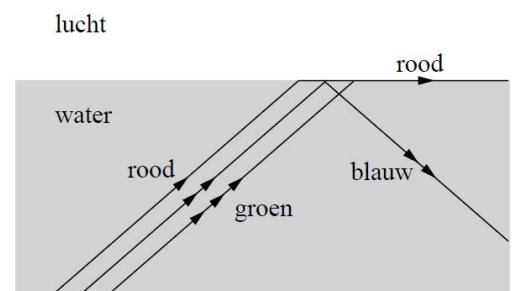
Ineke houdt ook nog een groene laserpen naast de rode en de blauwe. Zie figuur 4.

- 2p 28 Teken in figuur 4 het verdere verloop van de groene lichtbundel.

figuur 3



figuur 4



----- Einde opgaven -----

Uitwerking Oefen-et 2 Havo

Als je de oplosmethode niet ziet gebruik je **SPA** (Systematische Probleem Aanpak). Noteer:

Geg.: Gebruik symbolen en een tekening.

Gevr. Gebruik symbolen en de tekening.

Opl.: Bedenk wat het onderwerp is en zoek in BINAS de formules die bij dat onderwerp horen.

Opgave 1 Eliica Havo 2010-I-opgave 1

2p 1 geg.: 1 accu bevat $E = 55 \text{ kWh}$
1 km rijden kost $E = 0,17 \text{ kWh}$

Gevr.: afstand

Opl.: afstand = $55/0,17 = 324 = \underline{\underline{3,2 \cdot 10^2 \text{ km}}}$

4p 2 Geg.: $v = 190 \text{ km/h} = 52,78 \text{ m/s}$ constant

$P_{\text{nut}} = 92 \cdot 10^3 \text{ W}$

Gevr.: F_w

Opl.: $P = F \cdot v \rightarrow 92 \cdot 10^3 = F \cdot 52,78 \rightarrow F_{\text{motor}} = 1,7 \cdot 10^3 \text{ N}$

Snelheid is constant dus F_w is ook $1,7 \cdot 10^3 \text{ N}$

4p 3 Geg.: rendement = 79%

$P_{\text{nuttig}} = 92 \cdot 10^3 \text{ W}$

$v = 190 \text{ km/h} = 52,78 \text{ m/s}$

Gevr.: E (voor 1 km) in kWh/km

Opl.: $P_{\text{nuttig}} = 92 \cdot 10^3 = 79\%$ dus $P_{\text{in}} = 100\% = 116 \cdot 10^3 \text{ W} = 116 \text{ kW}$
(Voor je $E = P \cdot t$ kunt gebruiken moet je eerst t berekenen)

$s = v \cdot t \rightarrow 1 = 190 \cdot t \rightarrow t = 1/190 = 0,00526 \text{ h}$

Nu kun je $E = P \cdot t$ toepassen: $E = 116 \cdot 0,00526 = 0,61 \text{ kWh}$

Opgave 2 Centennial light havo 2010-II-opgave 2

5p 7 Geg.: $U = 110 \text{ V}$

$P = 4,0 \text{ W}$

$t = 109 \text{ jaar} = 109 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 = 3,437 \cdot 10^9 \text{ s}$

$1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$

$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Gevr.: aantal e

Opl.: $P = U \cdot I \rightarrow 4,0 = 110 \cdot I \rightarrow I = 0,0364 \text{ A} (= \text{C/s})$

$0,0364 \text{ C in } 1 \text{ s}$ dus in 1 jaar loopt er $0,0364 \cdot 3,437 \cdot 10^9 = 1,25 \cdot 10^6 \text{ C}$

$1 e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ dus $1,25 \cdot 10^6 \text{ C} = 1,15 \cdot 10^6 \text{ C} / 1,6 \cdot 10^{-19} = \underline{\underline{7,8 \cdot 10^{26}}}$ elektronen

Opgave 3 Valmeercentrale havo 2010-II-opgave 3**2p 11 Methode 1:**

Kies een willekeurige waarde voor v , bijv. $v = 4 \text{ m/s}$:

$$v = 4 \text{ dan is } P = k \cdot 4^3 = 64 \cdot k$$

$$v = 2 \text{ dan is } P = k \cdot 2^3 = 8 \cdot k$$

$$P \text{ is afgenomen met } 64 \cdot k - 8 \cdot k = 56 \cdot k \text{ dat is } 56 \cdot k / 64 \cdot k \cdot 100\% = 87,5 \%$$

Methode 2:

Kies ook voor k een willekeurige waarde, bijv. $k = 3$

$$v = 4 \text{ dan is } P = 3 \cdot 4^3 = 192$$

$$v = 2 \text{ dan is } P = 3 \cdot 2^3 = 24$$

$$P \text{ is afgenomen met } 192 - 24 = 168 \text{ dat is } 168 / 192 \cdot 100\% = 87,5 \%$$

1p 12 Noem één van de volgende voorbeelden:

Lengte, breedte, oppervlakte, vorm van de wieken

4p 13 Geg.: opp. $A = 40 \cdot 10^6 \text{ m}^2$

$$h = 8,00 \text{ m}$$

$$\text{dichtheid zeewater} = 1,024 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

Gevr.: massa m

$$\text{Opl.: } V = A \cdot h = 40 \cdot 10^6 \cdot 8,00 = 3,2 \cdot 10^8 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ m}^3 = 1,024 \cdot 10^3 \text{ dus } 3,2 \cdot 10^8 \text{ m}^3 = 3,2 \cdot 10^8 \text{ m}^3 \cdot 1,024 \cdot 10^3 = \underline{\underline{3,3 \cdot 10^{11} \text{ kg}}}$$

5p 14 Geg.: $h = 36,0 \text{ m}$

$$m = 3,3 \cdot 10^{11} \text{ kg}$$

$$75 \text{ molens met elk } P = 5,0 \cdot 10^6 \text{ W}$$

Gevr.: t in uur

$$\text{Opl.: } E_z = m \cdot g \cdot h = 3,2 \cdot 10^{11} \cdot 9,81 \cdot 36,0 = 1,17 \cdot 10^{14} \text{ J}$$

$$P = 75 \cdot 5,0 \cdot 10^6 \text{ W} = 3,75 \cdot 10^8 \text{ W}$$

$$\text{Nu } E = P \cdot t \rightarrow 1,17 \cdot 10^{14} = 3,75 \cdot 10^8 \cdot t \rightarrow t = 3,12 \cdot 10^5 \text{ s}$$

$$\text{Dat is } \underline{\underline{86 \text{ h}}}$$

4p 15 Geg.: $P = 1,5 \cdot 10^9 \text{ W}$

$$t = 1 \text{ s}$$

$$m = 4,94 \cdot 10^6 \text{ kg}$$

$$v = 26 \text{ m/s}$$

Gevr.: rendement

$$\text{Opl.: } E_{\text{in}} = E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 4,94 \cdot 10^6 \cdot 26^2 = 1,64 \cdot 10^9 \text{ J (= nuttige energie)}$$

$$\text{Elektrische energie} = E_{\text{nut}} = P \cdot t = 1,5 \cdot 10^9 \cdot 1 = 1,5 \cdot 10^9 \text{ J}$$

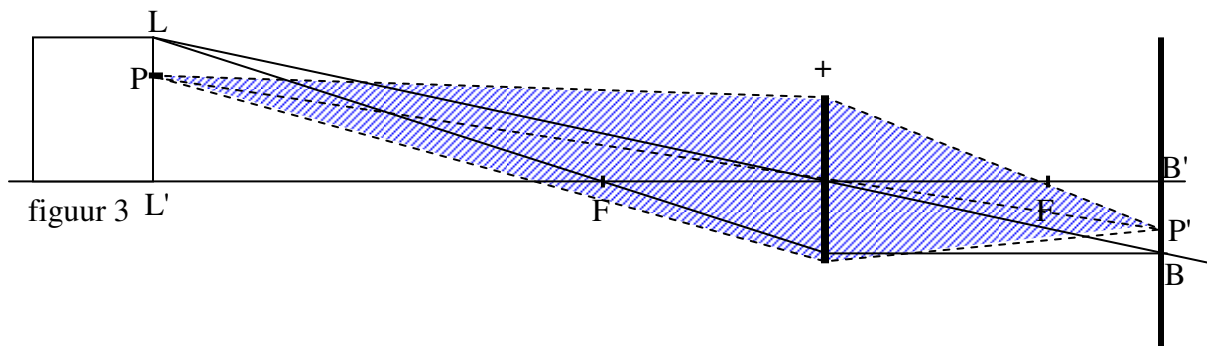
$$\text{Rendement} = E_{\text{nut}} / E_{\text{in}} \cdot 100 \% = 1,5 \cdot 10^9 / 1,64 \cdot 10^9 \cdot 100\% = \underline{\underline{91 \%}}$$

1p 16 Mogelijke antwoorden:

- Als het windstil is wordt er toch elektrische energie opgewekt m.b.v. vallend water.
- Als er weinig vraag is naar elektrische energie kan de windenergie gebruikt worden om het meer te vullen.

Opgave 4. Een fotoestel.

- a. Zie de tekening.
- Teken 2 constructiestralen.
 - Eén vanuit L door het optisch midden en één door het linker brandpunt.
 - Bij het snijpunt bevindt zich het beeld B. Dus daar moet je het scherm tekenen.
- b. - Teken eerst het beeld van P. Dan vind je P'. Daar is maar één constructiestraal voor nodig, bijvoorbeeld die door het optisch midden.
- Teken de straal vanuit P naar de bovenkant van de lens en dan verder naar P'.
 - Doe hetzelfde voor de straal vanuit P naar de onderkant van de lens.
 - Arceer de bundel tussen beide stralen.



- c. Geg.: $f = 50 \text{ mm} = 5,0 \text{ cm}$, $v = 60 \text{ cm}$, $V (=LL') = 30 \text{ cm}$
 Gevr.: $B (=BB')$
 Opl.: Bij een lens staat in BINAS $1/f = 1/b + 1/v$ en $N = |b/v|$
- Je hebt de vergroting nodig maar je weet b niet dus moet je eerst nog b berekenen:
 $1/f = 1/b + 1/v \rightarrow 1/5 = 1/b + 1/60 \rightarrow b = 5,45 \text{ cm}$
 - $N = |b/v| = |5,45/60| = 0,0909$ (keer vergroot)
 - $N = B/V \rightarrow 0,0909 = B/30 \rightarrow B = 0,0909 \cdot 30 \text{ cm} = 2,73 = 2,7 \text{ cm}$
 $N=B/V$ staat niet in BINAS dus je moet je leren dat vergroting = grootte van het beeld/grootte van het voorwerp.
- d. Geg.: $v = 0,10 \text{ m/s}$, $t = 0,030 \text{ s}$ en $N = 0,0909$
 Gevr.: De afstand (die het beeld van het ooglid aflegt) op het scherm
 Opl.: De afstand die het ooglid aflegt is (afstand = $v \cdot t$) = $0,10 \cdot 0,030 = 0,0030 \text{ m}$
 $N = B/V \rightarrow 0,0909 = B/0,0030 \rightarrow N = 0,0909 \cdot 0,0030 \text{ m} = 0,00027 \text{ m} (= 0,27 \text{ mm}).$

Opgave 5 Elektrische waterkoker

1. Geg.: $P = 1,410^3 \text{ W}$ en $U = 230 \text{ V}$.

Gevr: I .

Opl.: $P = U \cdot I$ (BINAS) dus $I = P/U = 1,4 \cdot 10^3 / 230 = 6,1 \text{ A}$

Dat is minder dan de toegestane 10A dus de smeltveiligheid voldoet.

2. Bij serieschakeling geldt: de totale spanning $U = U_1 + U_2$ en de hoofdstroom $I = I_1 + I_2$

Methode 1:

Voor de serieweerstand R_1 geldt dus $I = 15 \text{ mA} = 0,015 \text{ A}$ en $U_1 = 230 - 2 = 228 \text{ V}$

BINAS: $U_1 = I_1 \cdot R_1$ dus $R_1 = 228/0,015 = \underline{1,5 \cdot 10^4 \Omega}$

Methode 2:

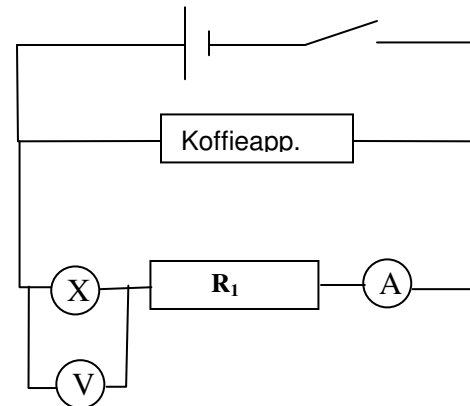
$R_v = U/I = 230/0,015 = 15.333 \Omega$

Voor het lampje geldt $R_L = U_L/I = 2/0,015 = 133 \Omega$

De serieweerstand $R_1 = 15.333 - 133 = \underline{1,5 \cdot 10^4 \Omega}$

3. *Toelichting:*

- *ampèremeter in serie met lampje*
- *voltmeter parallel aan lampje*
- *met schakelaar moet je alles uit kunnen zetten*
- *koffieapparaat parallel aan lampje + serieweerstand*



4. Geg.: $P = 1,4 \text{ kW}$ en $t = 24 \text{ s} = 0,00667 \text{ h}$

$P = 0,04 \text{ kW}$ en $t = 20 \text{ s} = 0,00556 \text{ h}$

1 kWh kost € 0,20

4x per dag gebruikt, een jaar lang

Gevr.: kosten

Opl.: - Water koken: $E = P \cdot t = 1,4 \cdot 0,00667 = 0,00934 \text{ kWh}$

- Pompje: $E = P \cdot t = 0,04 \cdot 0,00556 = 0,000222 \text{ kWh}$

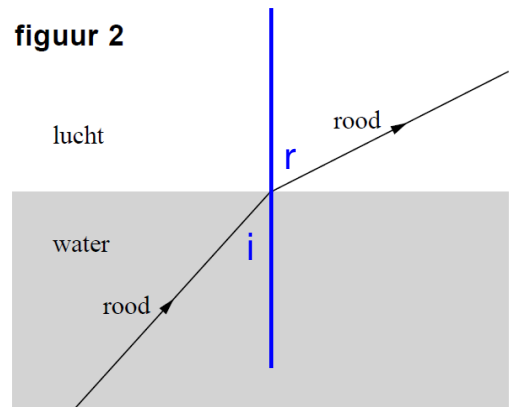
- Samen is dat 0,00956 kWh

- 4x per dag en 365 dagen dus $4 \cdot 365 \cdot 0,00956 = 13,96 \text{ kWh}$

- Dat kost $13,96 \cdot 0,20 = \underline{\underline{\text{€ } 2,79}}$

Opgave 6 Laserpennen 2011-I Opgave 5

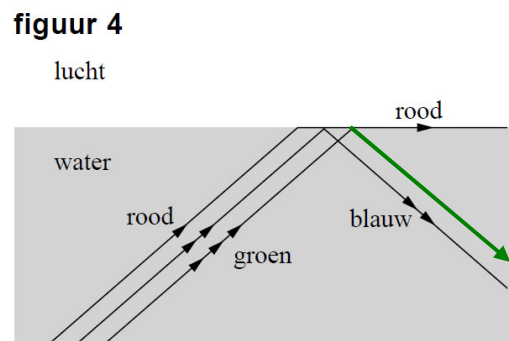
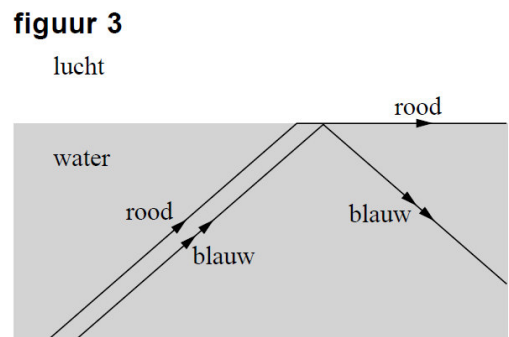
- 3p 26 - De normaal tekenen en opmeten: $i = 42^\circ$ en $r = 63^\circ$ (met een marge van 2°)
- $\frac{\sin i}{\sin r} = n \rightarrow n = \frac{\sin 42}{\sin 63} = 0,751$
 - Dat is van water naar lucht dus van lucht naar water is $n = 1/0,751 = 1,33$
 - Opzoeken in BINAS: $n(\text{water})$ is 1,33
 - Conclusie: gemeten waarde komt overeen met BINAS



- 3p 27 - De grenshoek van blauw licht is kleiner dan van rood licht (zie BINAS)
- Bij rood licht is $i = g$ dus net geen totale reflectie en bij blauw licht is $i > g$ dus wel totale reflectie

2p 28 *Zie figuur 4.*

- *Voor groen treedt ook totale reflectie op want De grenshoek is kleiner dan die van rood.*
- *Omdat i voor de drie stralen hetzelfde is, is t ook hetzelfde.*
- *De groene straal gaat verder evenwijdig aan de blauwe.*



----- *Einde uitwerkingen* -----