

Stof voor vwo6 et4:***Onderwerpen uit Samengevat:****Elektriciteit (CE)**Elektromagnetisme (CE)****Vwo 5:****hoofdstuk 7: Inductie****Vwo 6:****hoofdstuk 1: Gassen en vloeistoffen**hoofdstuk 2: Energie en warmte*

Ga er van uit dat je bij een et van 100 min. ongeveer 20 vragen krijgt te beantwoorden

1. De elektrische kachel.

Een elektrische kachel bestaat uit twee parallel geschakelde weerstanden (gloeispiralen) van elk $50,0 \Omega$. De aanvoer en afvoer draad hebben elk een weerstand van $0,10 \Omega$. De netspanning is 220 V . De beide spiralen zijn apart aan en uit te schakelen; bovendien is met een derde schakelaar de kachel uit te zetten. Zowel de hoofdstroom als de stroom door één van de spiralen wordt gemeten en de spanning over één van de spiralen.

Neem aan dat de temperatuurstijging geen invloed heeft op de weerstandswaarden.

- Teken het schakelschema. Geef het stopcontact weer als een vaste gelijkspanningsbron.
- Als één spiraal is ingeschakeld bereken dan de spanning over deze gloeispiraal.
- Beide spiralen staan nu aan. Bereken het vermogen van beide spiralen samen.
- De kachel staat 10 uur aan op vol vermogen. Bereken hoeveel dat kost als 1 kWh 25 cent kost.

Opgave 2 Zonnetoren

Lees het onderstaande artikel.

ar
tik
el

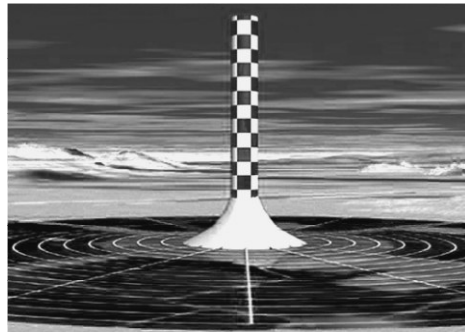
Het Australische bedrijf EnviroMission wil een zonnetoren bouwen met een hoogte van één kilometer. De toren heeft een diameter van 130 m en staat boven op een cirkelvormige glazen plaat met een diameter van $5,0 \text{ km}$ die zich enkele meters boven de grond bevindt. De zon verhit de lucht onder de plaat waardoor deze gaat stromen en via een gat in de glazen plaat de toren in gaat.

In de toren wordt de bewegingsenergie van stromende lucht met behulp van turbines omgezet in elektrische energie.

De zonnecentrale krijgt volgens EnviroMission een vermogen van 200 MW en een jaarlijkse energieproductie van 700 GWh .

naar: Technisch Weekblad, 10 mei 2002

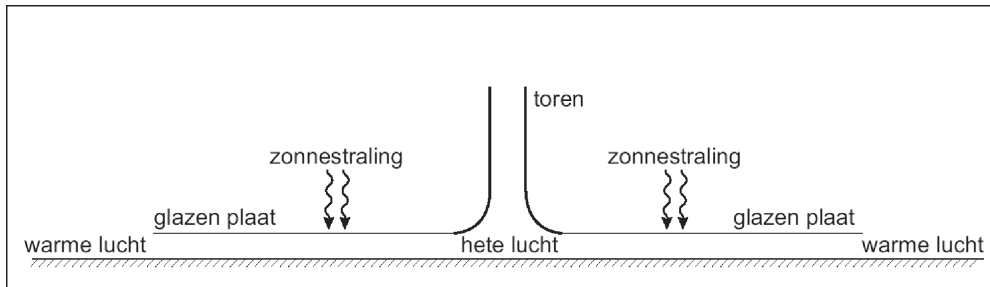
figuur 5



- 2p **16** □ Bereken hoeveel uur de centrale volgens EnviroMission gemiddeld per dag in werking zal zijn.

Figuur 5 is een impressie van een dergelijke zonnetoren. Figuur 6 is een schematische voorstelling van de zonnetoren met de glazen plaat.

figuur 6



Ten behoeve van rekenmodellen gaat EnviroMission uit van het volgende:

- onder de glazen plaat zit $4,3 \cdot 10^7$ kg lucht;
- midden op de dag is de intensiteit van de zonnestraling die op de plaat valt $1,3 \text{ kW m}^{-2}$;
- 80% van deze straling komt ten goede aan het opwarmen van de lucht.

4p 17 □ Bereken de temperatuurstijging per minuut van de lucht onder de plaat als deze stil zou staan en geen warmte afstaat aan de omgeving. Het ontbreken van glas op de plaats van de toren mag buiten beschouwing worden gelaten.

Figuur 6 staat ook op de uitwerkbijlage.

3p 18 □ Geef op de uitwerkbijlage met pijlen aan hoe de lucht in en om de installatie gaat stromen en geef hierbij een uitleg.

Volgens berekeningen zal de lucht met snelheden tot 54 m s^{-1} door de zonnetoren stromen.

We beschouwen een buis met een diameter van 130 m waar lucht door stroomt met een snelheid van 54 m s^{-1} .

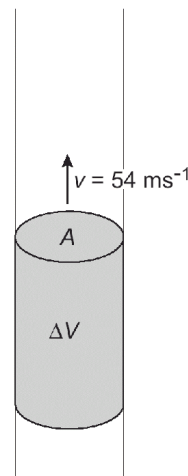
In 1,0 s stroomt een volume ΔV door een doorsnede A van de buis. Zie figuur 7.

De lucht heeft een temperatuur van $80 \text{ }^\circ\text{C}$ en een druk van $1,02 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

De massa van 1,0 mol lucht is 29 g.

4p 19 □ Bereken de kinetische energie van de lucht die per seconde door de buis gaat.

figuur 7



Opgave 3 Luchtverfrisser

Een bepaalde luchtverfrisser bestaat uit een houder die in het stopcontact gestoken kan worden. In deze houder zit een flesje met geurvloeistof. Zie de figuren 7 en 8.

figuur 7



figuur 8



Een wattenstaaf zit met de onderkant in deze vloeistof en steekt aan de andere kant boven het flesje uit.

Als de houder in het stopcontact zit, verwarmt een verwarmingselement het deel van de wattenstaaf boven het flesje. Hierdoor verdampt de geurvloeistof extra snel.

Het vermogen van het verwarmingselement is 2,0 W.

Els gaat deze luchtverfrisser nader onderzoeken.

Eerst stopt zij de houder met het flesje en de wattenstaaf in het stopcontact, nog zonder dat

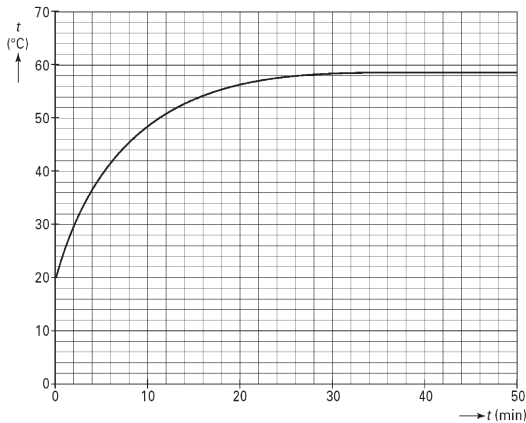
het flesje gevuld is met geurvloeistof.

Gedurende één uur meet Els de temperatuur van het bovenste deel van de wattenstaaf.

De omgevingstemperatuur is 20 °C.

De metingen zijn uitgezet in figuur 9.

figuur 9



Neem aan dat de elektrische energie in het begin volledig wordt gebruikt om het bovenste deel van de wattenstaaf in temperatuur te laten stijgen.

- 4p 17 Bepaal de warmtecapaciteit van het bovenste deel van de wattenstaaf. Gebruik daartoe de grafiek van figuur 9.

Vervolgens plaatst Els een flesje gevuld met geurvloeistof in de houder.

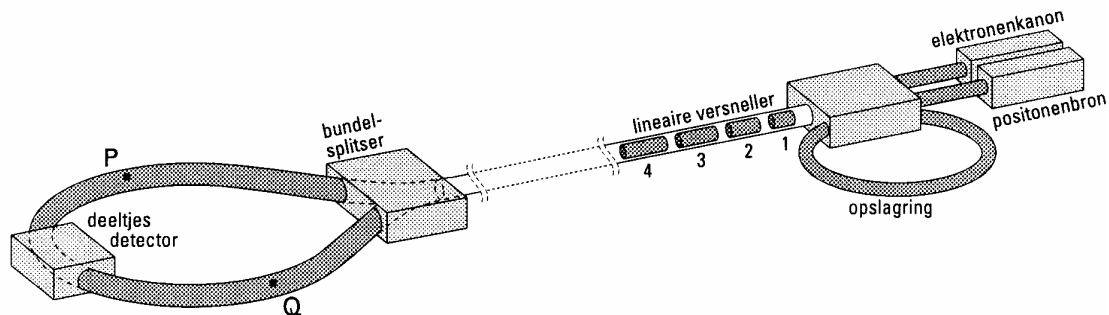
Al snel kan zij ruiken dat de vloeistof verdampt.

- 2p **18** □ Leg uit of door het verdampen van de vloeistof de temperatuur van het bovenste deel van de wattenstaaf hoger, lager of gelijk zal zijn aan de maximale temperatuur van figuur 9.

Opgave 4. Lineaire versneller (vwo 1997-I 3)

In de Verenigde Staten staat een versneller waarmee elementaire deeltjes geproduceerd worden door elektronen en positonen op elkaar te laten botsen. Positonen zijn antideeltjes van elektronen. Dat wil zeggen dat ze dezelfde massa hebben en een even grote, maar tegengestelde lading. De deeltjes worden versneld in de opstelling van figuur 10.

figuur 10



In het elektronenkanon worden de elektronen versneld in een elektrisch veld. Ze verlaten dit veld met een snelheid van $2,4 \cdot 10^7 \text{ m s}^{-1}$.

- 3p **10** Bereken de versnelspanning.

De positonen komen uit een positonenbron, eveneens met een snelheid van $2,4 \cdot 10^7 \text{ m s}^{-1}$. Ze worden vervolgens opgeslagen in een opslagring. Hierin voeren ze een eenparige cirkelbeweging uit onder invloed van een homogeen magneetveld met een sterkte van $0,90 \cdot 10^{-4} \text{ T}$.

- 3p **11** Bereken de tijd die een positon nodig heeft voor één omloop in de opslagring. N.B. Een positon heeft dezelfde massa als een electron maar een lading van $+e$. Zie BINAS tabel 7.

Onder andere door het magneetveld van de opslagring met een bepaalde frequentie aan en uit te schakelen, gaan kleine groepjes positonen de lineaire versnellen binnen. Door het elektronenkanon met dezelfde frequentie aan en uit te schakelen, komen ook de elektronen in groepjes de lineaire versnellen binnen. De lineaire versnellen bestaat uit een groot aantal elektroden in de vorm van holle cilinders. In figuur 10 is de nummering van de eerste vier cilinders aangegeven.

De cilinders met een even nummer zijn op het ene aansluitpunt van een spanningsbron aangesloten, die met een oneven nummer op het andere aansluitpunt.

- 2p **12** Leg uit of deze spanningsbron een wisselspanningsbron of een gelijkspanningsbron moet zijn om een geladen deeltje een telkens groter wordende snelheid te geven.

Op een bepaald moment bevindt zich tussen de cilinders 1 en 2 een groepje elektronen.

- 2p **13** Beredeneer of zich op dat moment tussen de cilinders 7 en 8 een groepje elektronen of een groepje positonen bevindt.

De elektronen en positonen komen vervolgens met een even grote snelheid de bundelsplitser binnen. Ze worden hier door een magneetveld van elkaar gescheiden. Daarna worden beide soorten deeltjes afzonderlijk door middel van magneetvelden naar een plaats binnen de deeltjesdetector geleid, waar ze kunnen botsen.

- 4p **14** Beredeneer of de magneetvelden bij P en Q gelijk gericht zijn of juist tegengesteld zijn aan elkaar.

Opgave 5. Radiotherapie (vwo 1992-I 2)

De röntgenstraling die wordt gebruikt voor medische doeleinden, wordt opgewekt met behulp van energierijke elektronen. In een bepaald soort röntgenapparaat worden die elektronen eerst door een voorversneller gevoerd. De energie van de elektronen bij het binnentreden van de voorversneller is verwaarloosbaar. Bij het verlaten van de voorversneller is de kinetische energie van de elektronen 16 keV. Het elektrische veld in de voorversneller is homogeen.

De elektronen leggen een afstand van 18 mm af in de voorversneller.

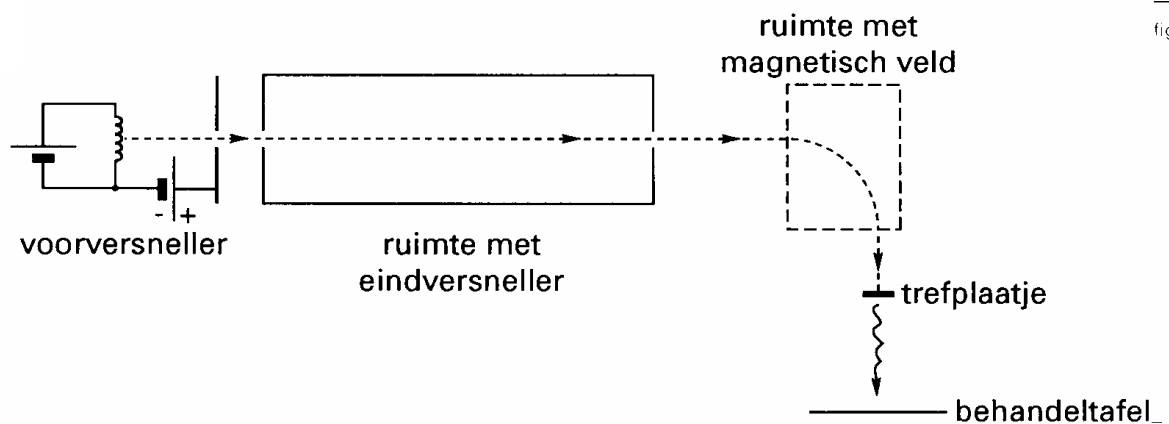
Vervolgens worden de elektronen door een eindversneller gevoerd. De elektronen worden daarna door een magnetisch veld van richting veranderd. Ze kunnen dan op een trefplaatje botsen; hier ontstaat de röntgenstraling, waarmee een patiënt kan worden bestraald. Zie figuur 12.

De eindversneller is aanvankelijk niet ingeschakeld. De straal van de baan van de elektronen in het magnetische veld is dan slechts 0,40 mm.

3p **22** Leg met behulp van een schets uit, welke richting het magnetische veld heeft.

4p **23** Bereken de sterkte van het magnetische veld.

figuur 12



figu

Opgave 6. De luidpreker.

Een luidspreker bestaat in principe uit een spoel die kan bewegen ten opzichte van een vast opgestelde magneet. Aan de spoel zit een trechtervormige conus vast die lucht in trilling kan brengen.

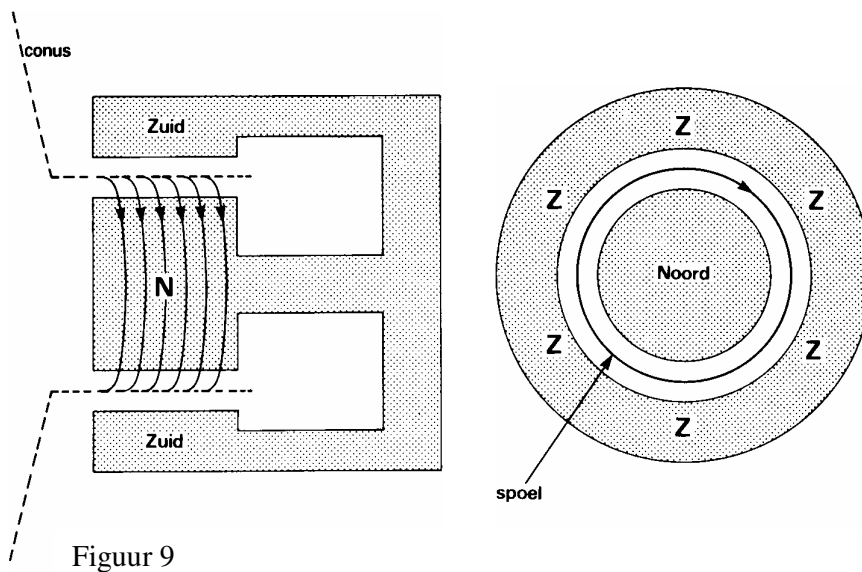
In figuur 9 is een doorsnede in zijaanzicht en een doorsnede in vooraanzicht van een bepaalde luidspreker getekend. In beide figuren zien we de centrale noordpool met daar omheen de spoel en daar weer omheen een ringvormige zuidpool.

De spoel is gewikkeld van koperdraad met een lengte van 4,04 m.

De richting van de stroom in de spoel is in figuur 9a aangegeven.

Men houdt de spoel bij de gegeven stroomsterkte in zijn evenwichtsstand vast. De benodigde kracht blijkt 1,3 N te zijn.

- Teken in figuur 9a de richting van de Lorentzkracht in de punten P, Q en R.
- Bereken de magnetische veldsterkte B ter plaatse van de windingen van de spoel.
- Je hebt een losse staafmagneet met de zuidpool rechts en beweegt deze richting spoel. Teken in figuur 9c de richting van de inductiestroom in de spoel. Geef een uitleg.



Figuur 9

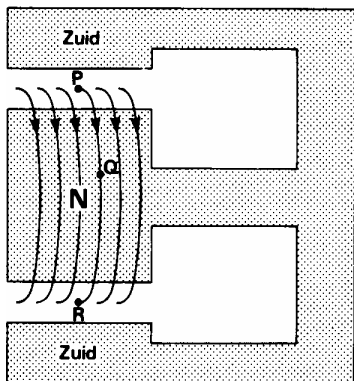


Fig. 9a

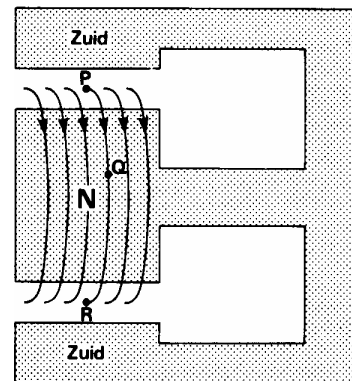
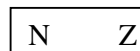


Fig. 9c

Opgave 7. Nieuwe hoogspanningskabels (Vwo 1999-II 1)

Lees onderstaand krantenartikel:

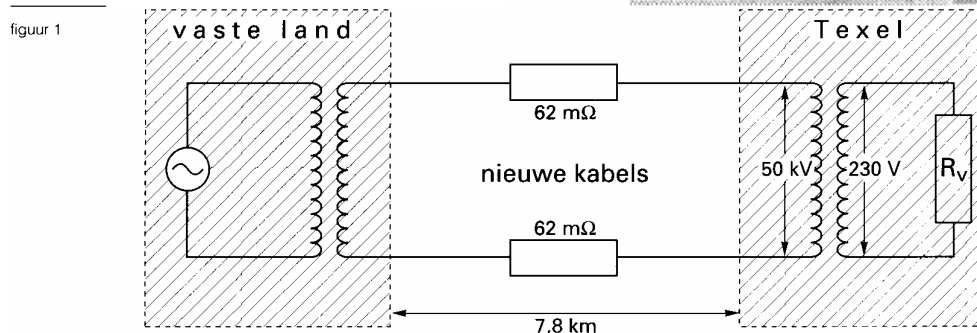
krantenartikel Texel verbonden door kabels

Aan het 'isolement van Texel' is een einde gekomen. Er is een 50 kV-hoogspanningsleiding gelegd, waardoor het mogelijk is elektriciteit van het vasteland naar Texel te transporteren. Volgens een woordvoester van NKF KABEL in Delft is het bijzonder dat het gaat om een leiding van 7,8 km lengte uit één stuk. In de leiding lopen twee koperen kabels, een toe- en een afvoerkabel. Iedere kabel heeft een lengte van 7,8 km en een massa van 150.000 kg. De leiding maakt de kleine elektriciteitscentrale (13,6 MW) bij Oudeschild op Texel overbodig.

bron: Technisch Weekblad, 13 juni 1994

In figuur 1 is schematisch weergegeven hoe de nieuwe kabels zijn opgenomen in de totale installatie die Texel van elektrische energie voorziet.

Op Texel wordt de spanning getransformeerd naar 230 V.



2p **1** Bereken hoe het aantal primaire windingen zich daar verhoudt tot het aantal secundaire windingen.

De nieuwe installatie maakt de centrale bij Oudeschild overbodig en moet dus een elektrisch vermogen van 13,6 MW kunnen leveren.

3p **3** Bereken de vervangingsweerstand R_v van alle apparaten die op Texel zijn ingeschakeld als dit vermogen wordt afgenomen.

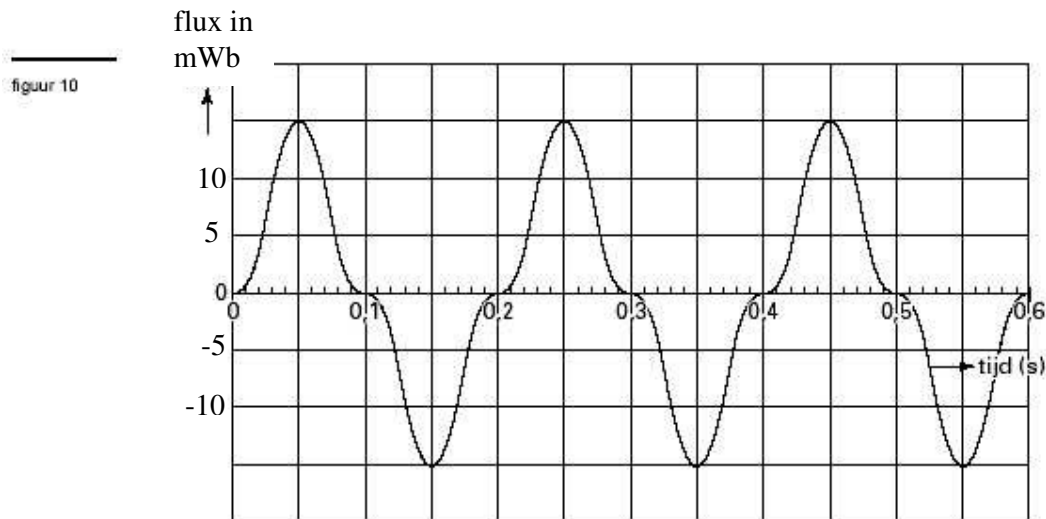
3p **4** Bereken het rendement van dit energietransport.

Opgave 8. Dynamo van Clarke (Havo N2 2004-I 4)

In het midden van de negentiende eeuw zijn de eerste apparaten ontwikkeld waarmee elektrische spanningen konden worden opgewekt.

De dynamo van Clarke bevat een hoefijzermagneet en twee spoelen van elk 80 windingen die van de ene naar de andere pool van de magneet draaien.

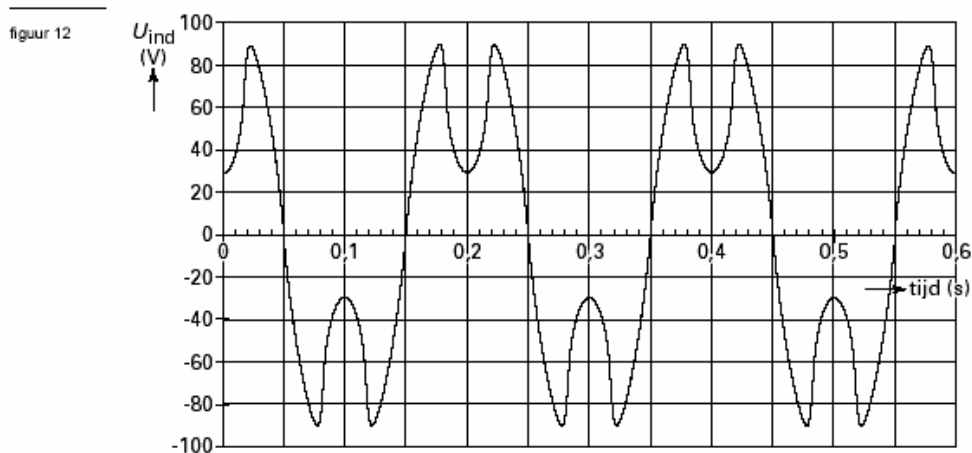
In figuur 10 is de flux binnen één zo'n ronddraaiende spoel als functie van de tijd weergegeven.



3p **15** Bepaal met figuur 10 de inductiespanning op $t = 0,025$ s.

4p **16** Leg uit dat er een wisselspanning ontstaat.

De tweede spoel is zo aangesloten dat de spanning die daarin wordt opgewekt de spanning in de andere spoel versterkt. In figuur 12 is de totale inductiespanning die de dynamo van Clarke opwekt, weergegeven als functie van de tijd.



Bij een wisselspanning hoort een bepaalde effectieve spanning.

2p **17** Teken in figuur 12 de grafiek van de effectieve waarde. Geef een toelichting.

----- Einde -----

Uitwerking**1. De elektrische kachel.**

a. Zie de tekening. De ampèremeters mogen ook voor de spiralen R_2 en R_3 staan.

b. Alleen R_2 is ingeschakeld.

Eerst R_v berekenen:

De drie weerstanden staan in serie: $R_v = 0,1 + 50,0 + 0,1 = 50,2$

Ω

$$I = U/R_v = 220/50,2 = 4,382 \text{ A}$$

$$U_2 = I \cdot R_2 = 4,382 \cdot 50,0 = \mathbf{219 \text{ V}}$$

c. Het vermogen berekenen we met $P = U \cdot I$ dus moeten we eerst de stroom en de spanning over de serie weerstanden berekenen

Eerst R_2 en R_3 (parallel) vervangen:

$$1/R_v = 1/50 + 1/50 = 1/25 \rightarrow R_v = 25 \Omega$$

Deze staat in serie met R_1 en R_4 :

$$R_v = 0,1 + 25 + 0,1 = 25,2 \Omega$$

$$\text{Nu de hoofdstroom } I \text{ berekenen: } I = U/R_v = 220/25,2 = 8,73 \text{ A.}$$

$$\text{Dan de spanning: } U = I \cdot R_{2,3} = 8,73 \cdot 25,0 = 218 \text{ V}$$

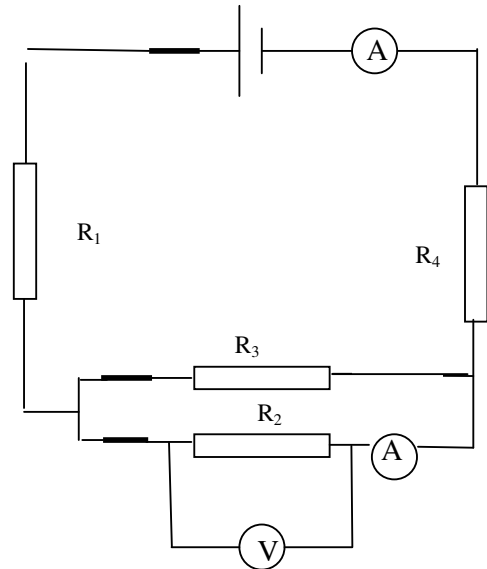
$$\text{Tot slot: } P = U \cdot I = 218 \cdot 8,73 = 1905 = \mathbf{1,9 \text{ kW}}$$

d. Je betaald voor het vermogen van spiralen en kabels:

$$P = U \cdot I = 220 \cdot 8,73 = 1921 \text{ W}$$

$$E = P \cdot t = 1,921 \text{ kW} \cdot 10 \text{ h} = 19,21 \text{ kWh}$$

$$\text{Dat kost } 19,21 \cdot 25 = 480 \text{ cent} = \mathbf{\text{€ } 4,80}$$

**Opgave 2 Zonnepanelen****Maximumscore 2**

16 uitkomst: 9,59 uur

voorbeeld van een berekening:

$$\text{De omgezette energie per dag is } \frac{700}{365} = 1,92 \text{ GWh} = 1,92 \cdot 10^3 \text{ MWh.}$$

$$\text{Met } E = P \cdot t \text{ volgt } t = \frac{1,92 \cdot 10^3}{200} = 9,59 \text{ uur.}$$

- gebruik $E = P \cdot t$ 1
- completeren van de berekening 1

Maximumscore 4

17 uitkomst: $\Delta T = 28 \text{ K}$.

voorbeeld van een berekening:

Het vermogen dat de lucht van de zon ontvangt, is

$$P = \eta \cdot I_{\text{zon}} \cdot \pi \cdot r^2 = 0,80 \cdot 1,3 \cdot 10^3 \cdot \pi \cdot (2,5 \cdot 10^3)^2 = 2,04 \cdot 10^{10} \text{ W.}$$

De hoeveelheid warmte die de lucht per minuut ontvangt, is gelijk aan

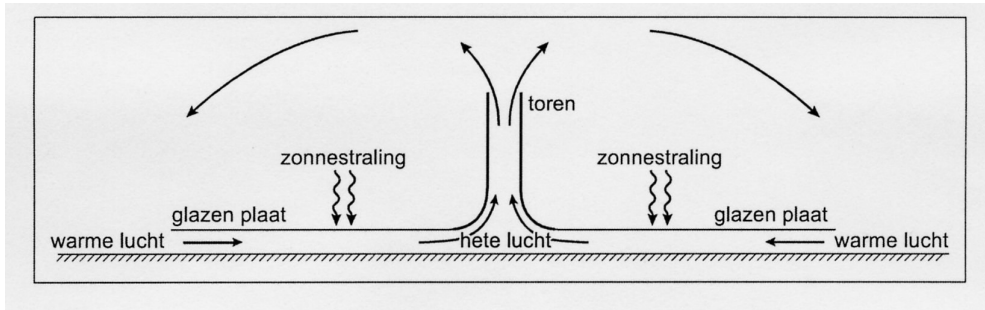
$$Q = P \cdot t = 2,04 \cdot 10^{10} \cdot 60 = 1,22 \cdot 10^{12} \text{ J.}$$

$$\text{Voor de temperatuurstijging per minuut geldt: } \Delta T = \frac{Q}{m \cdot c} = \frac{1,22 \cdot 10^{12}}{4,3 \cdot 10^7 \cdot 1,00 \cdot 10^3} = 28 \text{ K.}$$

- inzicht dat $P = \eta \cdot I_{\text{zon}} \cdot \pi \cdot r^2$ 1
- gebruik van $Q = P \cdot t$ 1
- gebruik van $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ met opzoeken c_{lucht} 1
- completeren van de berekening 1

Maximumscore 3

18 voorbeeld van een antwoord:



uitleg:

Door het verwarmen zet lucht uit. Hierdoor wordt de dichtheid kleiner dan de dichtheid van koude lucht. De warme lucht gaat daardoor opstijgen (door de toren). Onder de glazen plaat ontstaat dan een lage druk. Daardoor zal er lucht vanuit de omgeving onder de glasplaat worden gezogen.

- tekening met pijlen voor de stroomrichting onder glasplaat en in de toren 1
- tekenen van pijlen buiten de zonnetoren 1
- inzicht dat de dichtheid van warme lucht kleiner is dan de dichtheid van koude lucht en dat de warme lucht hierdoor omhoog gaat 1

Maximumscore 419 uitkomst: $1,1 \cdot 10^9$ J.

voorbeeld van een berekening:

Het volume lucht dat per seconde passeert is $\pi \cdot r^2 \cdot v = \pi \cdot 65^2 \cdot 54 = 7,17 \cdot 10^5 \text{ m}^3$.

Het aantal mol is dan $n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{1,02 \cdot 10^5 \cdot 7,17 \cdot 10^5}{8,31 \cdot 353} = 2,49 \cdot 10^7 \text{ mol}$.

De massa van de lucht is dan $2,49 \cdot 10^7 \cdot 0,029 = 7,23 \cdot 10^5 \text{ kg}$.

$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 7,23 \cdot 10^5 \cdot (54)^2 = 1,1 \cdot 10^9 \text{ J}$.

- inzicht dat $\Delta V = \pi \cdot r^2 \cdot v$ 1
- gebruik van $n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T}$ met R opgezocht 1
- omrekening naar massa en gebruik van $E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ 1
- completeren van de berekening 1

Opgave 3 Luchtverfrisser**Maximumscore 4**17 antwoord: $C = 24 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$.

voorbeeld van een bepaling:

Bij $20 \text{ }^\circ\text{C}$ is er nog geen warmte-uitwisseling met de omgeving.

De steilheid van de grafiek bij $20 \text{ }^\circ\text{C}$ is 50 K in $10 \text{ min} = \frac{50}{600} = 8,3 \cdot 10^{-2} \text{ K} \cdot \text{s}^{-1}$.

De toegevoerde warmte Q in een seconde is $2,0 \text{ J}$.

$C = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{2,0}{8,3 \cdot 10^{-2}} = 24 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ (of $24 \text{ J} \cdot \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$).

- tekenen van de raaklijn bij $20 \text{ }^\circ\text{C}$ 1
- bepalen van de steilheid (met een marge van $1 \cdot 10^{-2} \text{ K} \cdot \text{s}^{-1}$) 1
- inzicht dat $C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{P_{el}}{\text{steilheid}}$ 1
- completeren van de bepaling 1

Maximumscore 2

18 voorbeeld van een antwoord:

Voor het verdampen van de vloeistof in het flesje is energie nodig. Deze energie wordt onttrokken aan het wattenstaafje. Daarom is de temperatuur lager dan de maximale temperatuur zonder verdamping.

- er is energie nodig voor het verdampen van de vloeistof 1
- inzicht dat hierdoor de temperatuur van het wattenstaafje lager is 1

1

Uitwerking Opgave 4. Lineaire versneller (vwo 1997-I 3) (Alleen voor N&T)

10. _{3p} Er geldt: $\frac{1}{2}mv^2 = q\Delta V$ dus $\Delta V = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{q}$

met:

- $m = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
- $q = -e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- $v = 2,4 \cdot 10^7 \text{ m s}^{-1}$

Dus:
$$\Delta V = \frac{\frac{1}{2} \times 9,109 \cdot 10^{-31} \times (2,4 \cdot 10^7)^2}{1,602 \cdot 10^{-19}} =$$

$$= 1,637 \cdot 10^3 = 1,6 \cdot 10^3 \text{ V}$$

11. _{3p} Er geldt:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{mv^2}{r} = Bqv \rightarrow \frac{v}{r} = \frac{Bq}{m} \\ \frac{2\pi r}{T} = v \rightarrow \frac{v}{r} = \frac{2\pi}{T} \end{array} \right\} \rightarrow \frac{2\pi}{T} = \frac{Bq}{m} \rightarrow T = \frac{2\pi m}{Bq}$$

met:

- $m = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
- $B = 0,90 \cdot 10^{-4} \text{ T}$
- $q = -e$

Dus:
$$T = \frac{2\pi \cdot 9,109 \cdot 10^{-31}}{0,90 \cdot 10^{-4} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}} = 3,969 \cdot 10^{-7} = 4,0 \cdot 10^{-7} \text{ s.}$$

12.

_{2p} Het kan geen gelijkspanningsbron zijn, want als een geladen deeltje tussen cilinder 1 en 2 versneld wordt, zou het tussen cilinder 2 en 3 weer vertraagd worden.

13.

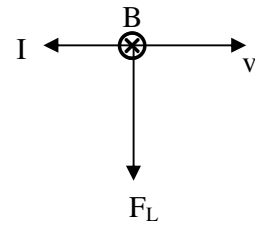
_{2p} Een groepje elektronen, want net zoals 2 een hogere potentiaal heeft dan 1, heeft 8 een hogere potentiaal dan 7.

14.

_{4p} De ladingen in P en Q zijn tegengesteld, de richtingen van de snelheden zijn gelijk. De lorentzkrachten moeten tegengesteld gericht zijn. Dus moeten (volgens een richtingsregel) de magneetvelden bij P en Q gelijk gericht zijn.

Uitwerking Opgave 5. Radiotherapie (vwo 1992-I 2)N&T

22. Zie de tekening.
 Electronen zijn negatief en bewegen naar rechts dus stroom I is naar links.
 De electronen worden omlaag afgebogen dus de lorentzkracht F_L is omlaag.
 Met linkerhandregel: De magnetische inductie B is het papier in.

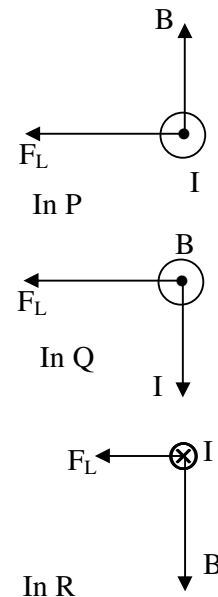


23. Bij een cirkelbeweging geldt: $F_{mpz} = mv^2/r$ en hier is $F_{mpz} = F_L = Bqv$
 $mv^2/r = Bqv$ ofwel $B = mv/(Bq)$
 $m = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
 $q = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
 $r = 0,40 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
 v moet nog berekend worden met $E_k = 1/2mv^2$: $E_k = 16 \text{ keV} = 16 \cdot 10^3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
 $m = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
 hieruit volgt dat $v = 7,50 \cdot 10^7 \text{ m/s}$

Alles invullen: $B = mv/(Bq)$ levert op $B = 1,1 \text{ T}$

Uitwerking Opgave 6. Luidsprekers (vwo 1987 -I 3) (Alleen voor N&T)

- a. Zie de tekening: In punt P is I het papier uit, B is van noordpool naar zuidpool dus B is omhoog. Dus F_L is naar links.
 In punt Q is I omlaag, B is het papier uit. Dus F_L is naar links.
 In punt R is I het papier in, B omlaag dus F_L is naar links.
 N.B.: *Het is ook logisch dat F_L in elk punt naar links is gericht want de spoel van de luidspreker moet naar links (en als de stroomrichting omkeert naar rechts) zodat hij bij wisselstroom heen en weer trilt.*



- b. $F_L = BIl$ dus $B = F_L/(I.l) = 1,3/(0,23 \cdot 4,04) = 1,4 \text{ T}$

- c. Zie figuur 9d.
 1. De veldlijnen van magneet lopen bij de Z-pool naar rechts
 2. De magneet gaat naar rechts dus de flux in de spoel neemt toe; de inductiestroom wekt een tegenflux (gestreepte pijl) op
 3. Rechtervuist: I aan de voorkant omhoog.
Of met de wet van Lenz:
 1. Oorzaak (naderen van Z-pool) wordt tegengewerkt dus spoel maakt Z-pool aan de linker kant. Veldlijnen in spoel naar links.
 2. Rechtervuist: I aan de voorkant omhoog.

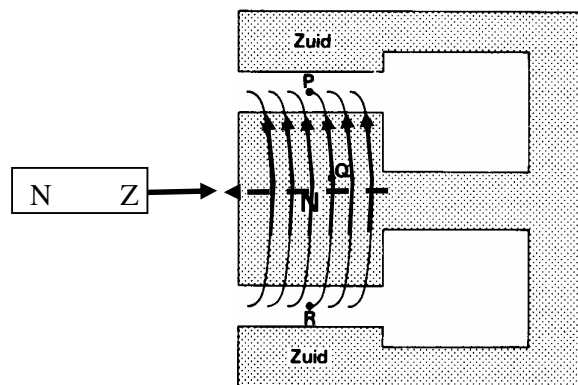


Fig. 9d

Uitwerking Opgave 7. Nieuwe hoogspanningskabels (Vwo 1999-II 1)

- 1 transformator: $N_p : N_s = U_p : U_s = 50 \cdot 10^3 : 230 = 217 : 1$ ofwel 217
- 3 $P = U^2 / R \Rightarrow 13,6 \cdot 10^6 = 230^2 / R \Rightarrow \underline{R = 3,89 \cdot 10^{-3} \Omega}$
- 4 In Texel is $P_s = 13,6$ MW dus P_p ook (ideale transformator).
 $I_p = P_p / U_p = 13,6 \cdot 10^6 / 50 \cdot 10^3 = 272$ A
 P_{verlies} in beide kabels: $P_{\text{verlies}} = I^2 R = 272^2 \cdot (2 \cdot 62 \cdot 10^{-3}) = 9,17 \cdot 10^3$ W
 (Of $U_{\text{kabel}} = IR_{\text{kabel}} = 272 \cdot (2 \cdot 62 \cdot 10^{-3}) = 33,7$ V en $P_{\text{verlies}} = U_{\text{kabel}} \cdot I = 33,7 \cdot 272 = 9,17 \cdot 10^3$ W)
 Op het vaste land is het opgewekte vermogen $13,6 \cdot 10^6 + 9,17 \cdot 10^3 = 13,61 \cdot 10^6$ W
 Het rendement = $P_{\text{nut}} / P_{\text{in}} \cdot 100\% = 13,6 \cdot 10^6 / 13,61 \cdot 10^6 \cdot 100\% = \underline{99,9\%}$

Uitwerking Opgave 8. Dynamo van Clarke (Havo N2 2004-I 4)

15. BINAS: $U_{\text{ind}} = N \cdot \Delta\Phi / \Delta t = N \cdot \Delta\text{flux} / \Delta t$ waarbij $\Delta\text{flux} / \Delta t = r.c.$ van de raaklijn.
 Teken de raaklijn op $t = 0,025$ s en bepaal de r.c..
 $U_{\text{ind}} = N \cdot \Delta\Phi / \Delta t = 80 \cdot (40 - - 7,5) \cdot 10^{-3} / 0,05 = 80 \cdot 0,95 = \underline{76 \text{ V}}$
16. Als de spoel en de magneet elkaar naderen neemt de flux in de spoel toe. $U_{\text{ind}} = N \cdot \Delta\Phi / \Delta t$ is dan positief. Als de spoel en de magneet uit elkaar gaan neemt de flux in de spoel af.
 $U_{\text{ind}} = N \cdot \Delta\Phi / \Delta t$ is dan negatief.
17. U_{eff} is ongeveer 60 V. In de grafiek betekent dat een horizontale lijn bij ongeveer 60 V.
 De effectieve waarde is een gelijkspanning (hier 60 V) die hetzelfde effect heeft (hetzelfde vermogen in een weerstand ontwikkelt) als een wisselspanning (hier zoals in figuur 12).

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