

Blok 22 | Elektromagnetisme



Blok 22 Elektromagnetisme

Inhoudsopgave basisstof

	bladzijde
P 2. Soortelijke weerstand; spanningsdeling	5
P 4. Induktie	7
T 0. Spanningsbronnen	10
T 1. Weerstand	11
T 2. Soortelijke weerstand; spanningsdeling	12
T 3. Magnetten en velden	15
T 4. Induktie	17
W 0. Spanningsbronnen	20
W 1. Weerstand	21
W 2. Soortelijke weerstand; spanningsdeling	21
W 3. Magnetten en velden	23
W 4. Induktie	24

De volgorde waarin je de paragrafen het beste kunt doorwerken is:

T 0, W 0,
T 1, W 1,
P 2, T 2, W 2,
T 3, W 3,
P 4, T 4, W 3.

Overzicht van de differentiële stof

Herhaalstof	bladzijde
H 1. Weerstand	25
H 2. Elektriciteit en magnetisme	27
H 3. Sommen over elektromagnetisme	29
H 1. Antwoordblad	33
H 2. Antwoordblad	33
H 3. Antwoordblad	34

Extra stof

165. Oefenen met examensommen blok 22	36
165. Antwoordblad	37

Blok 22 Leerdoelen

Wat moet je kunnen aan het eind van blok 22

(niet vet gedrukt: in eerdere blokken behandeld)
(vet gedrukt: nieuwe stof)

1	Te vinden in:
Je moet de relatie tussen de spanning (V), de stroomsterkte (I) en de weerstand (R) kennen.	T 1, W 1
2	
Je moet:	W 1
a. V kunnen berekenen als I en R gegeven zijn.	
b. R kunnen berekenen als V en I gegeven zijn.	
c. I kunnen berekenen als R en V gegeven zijn.	
3.	
Je moet met behulp van volt- en ampèremeter de weerstand van een apparaat kunnen bepalen.	T 1, W 1
4.	
Je moet op roosterpapier een grafiek kunnen maken, die de relatie aangeeft tussen de spanning (V) en de stroomsterkte (I) bij een weerstand.	T 1, W 1
5.	
Je moet uit deze grafiek de waarde van de weerstand kunnen berekenen.	T 1, W 1
6.	
Je moet weten hoe je van een serieschakeling van weerstanden de totale weerstand kunt berekenen.	T 1, W 1
7.	
Van een serieschakeling moet je weten dat:	T 1, W 1
a. de stroomsterkte door elke weerstand even groot is.	
b. de spanning over de serieschakeling zich verdeelt over de weerstanden.	
8.	
Van een parallelschakeling moet je weten dat:	T 1, W 1
a. de stroomsterkte in de hoofdkring gelijk is aan de som van de stroomsterkte in de verschillende takken.	
b. de spanning over elke tak even groot is.	
9.	
Je moet weten hoe je van een parallelschakeling van weerstanden de totale weerstand kunt berekenen.	T 1, W 1
10.	
Je moet de relatie tussen de spanning(V), de stroomsterkte (I) en het vermogen (P) kennen.	T 1, W 1
11.	
Je moet:	W 1
a. P kunnen berekenen als V en I gegeven zijn.	
b. I kunnen berekenen als P en V gegeven zijn.	
c. V kunnen berekenen als I en P gegeven zijn.	
12.	
Je moet weten wat de soortelijke weerstand is.	P 2, T 2, W 2
13.	
Je moet de eenheid ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$) en het symbool ($\rho$) van soortelijke weerstand kennen.	P 2, T 2, W 2
14.	
Je moet de relatie tussen weerstand (R), soortelijke weerstand (ρ), doorsnede (A) en lengte (l) van een stuk draad kennen.	P 2, T 2, W 2
15.	
Als van R, ρ , l, A er drie gegeven zijn, moet je de ontbrekende kunnen berekenen.	P 2, T 2, W 2
16.	
Je moet weten dat de soortelijke weerstand afhangt van de temperatuur.	P 2, T 2, W 2
17.	
Je moet de werking kennen van een regelbare weerstand en een potentiometer.	P 2, T 2, W 2

18. Je moet weten wat de volgende begrippen betekenen: noordpool, zuidpool, magnetische influentie, magnetisch veld, veldlijnen.	T 3, W 3
19. Je moet met magnetische influentie proeven kunnen verklaren.	T 3, W 3
20. Je moet het veldlijnenpatroon van een magneet, een stroomvoerende draad en een spoel waardoor een stroom gaat, kunnen tekenen.	T 3, W 3
21. Je moet de rechterhandregel kunnen toepassen bij het bepalen van de richting van de veldlijnen van een veld.	T 3, W 3
22. Je moet weten wat een elektromagneet is en je moet weten hoe je de krachtwerking van een elektromagneet kunt vergroten.	T 3, W 3
23. Je moet weten wat we onder inductie verstaan.	P 4, T 4, W 4
24. Je moet de 4 manieren kennen waarop je de opgewekte spanning door inductie kunt vergroten.	P 4, T 4, W 4
25. Je moet de werking van een wisselstroomdynamo kunnen verklaren.	P 4, T 4, W 4
26. Je moet de werking van een transformator kunnen verklaren.	P 4, T 4, W 4
27. Je moet weten dat het vermogen in de primaire kring even groot is als het vermogen in de sekundaire kring ($P_s = P_p$).	P 4, T 4, W 4
28. Je moet de relatie tussen V_p , V_s , N_p , N_s kennen.	P 4, T 4, W 4
29. Je moet de relatie tussen I_p , I_s , N_p , N_s kennen.	P 4, T 4, W 4
30. Je moet sommen zoals in T 4 en W 4 kunnen maken.	T 4, W 4

P2 Soortelijke weerstand; spanningsdeling

In dit praktikum ga je onderzoeken waar de weerstand van een draad van afhangt.

Je onderzoekt achtereenvolgens of de weerstand afhangt van de lengte van de draad, de doorsnede, het materiaal waarvan de draad is gemaakt en de temperatuur van de draad.

Voor dit praktikum kun je gebruik maken van:

- konstantaandraad (verschillende doorsneden).
- koperdraad.
- ijzerdraad.

Daarnaast maak je gebruik van een plank met daarop 2 stekkerbussen. Tussen die stekkerbussen kun je draden spannen.

1.

Hangt de weerstand af van de lengte van de draad?

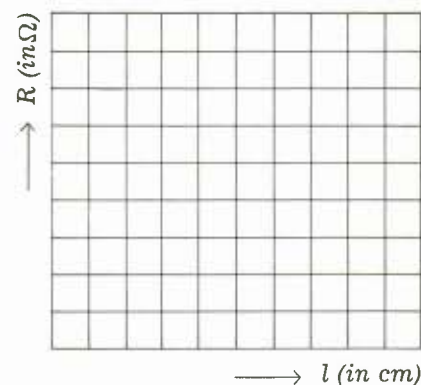
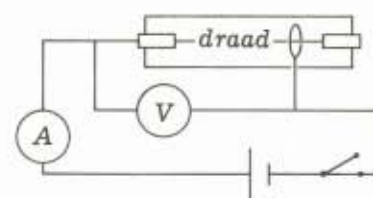
Span tussen de stekkerbussen een konstantaandraad. Bepaal met behulp van volt- en ampèremeter de weerstand van de draad.

Neem een drukschakelaar in je schakeling op.

Bepaal daarna de weerstand van 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm en 50 cm konstantaandraad. (Vervang één aansluiting door een krokodillenbek, die je op elke gewenste plaats kunt bevestigen.)

Zet je resultaten in de tabel hieronder. Zet vervolgens R tegen l uit in het diagram.

l (in cm)	V (in V)	I (in A)	R (in Ω)



Hoe hangt de weerstand af van de lengte van de draad?

2.

Hangt de weerstand af van de doorsnede van de draad?

Om deze vraag te kunnen beantwoorden gebruik je **even lange** konstantaandraden van verschillende doorsneden.

Span de draden tussen de stekkerbussen en bepaal de weerstand.

Zet je resultaten in de tabel hieronder en bereken R .

Vul onder de tabel de lengte in waarover je de weerstand gemeten hebt.

	A (in mm^2)	V (in V)	I (in A)	R (in Ω)
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

$l = \dots \text{ cm.}$



Voer 5 metingen uit. Ook al heb je konstantaandraad van 2 verschillende doorsnedes, dan nog kun je 5 metingen doen.

Bedenk daarvoor zelf een manier.

Waarom moet je de weerstand telkens over eenzelfde lengte meten?

.....

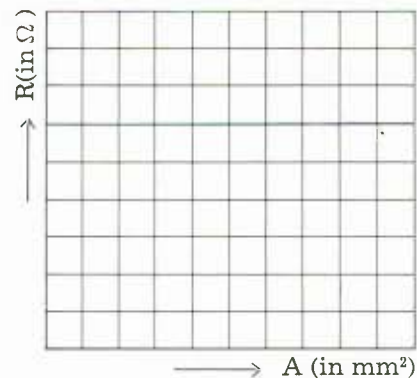
.....

Verwerk de gegevens uit de tabel in het diagram hiernaast.

Hoe hangt de weerstand van de draad af van de doorsnede?

.....

.....



3.

Hangt de weerstand af van het materiaal waarvan de draad is gemaakt?

Je hebt draden van 3 verschillende materialen tot je beschikking.

Bepaal de weerstand van elk van de draden.

Waarom moet de lengte van de draden even groot zijn?

.....

.....

Waarom moet de doorsnede van de draden even groot zijn?

.....

.....

Vul de resultaten in de tabel hieronder in. Bereken R.

materiaal	l (in m)	A (in mm^2)	V (in V)	I (in A)	R (in Ω)
koper					
ijzer					
konstantaan					

Hangt de weerstand af van het soort materiaal?

.....

.....

Kun je nu beweren dat koper een kleinere weerstand heeft dan konstantaan? Waarom?

.....

.....

4.

Hangt de weerstand af van de temperatuur?

Wikkel een spoel van ijzerdraad. Bevestig de spoel zó dat je hem gemakkelijk met een brander kunt verwarmen. (Gebruik statief materiaal).

Maak een schakeling waarbij je de spanning over en de stroomsterkte door de spoel kunt meten. Neem ook een drukschakelaar in de schakeling op en een weerstand van $10\ \Omega$ om de ampèremeter te beschermen. Schakel de stroom in en lees de meters af. Verwarm de spoel terwijl de schakelaar ingedrukt blijft. Let op de meters.

Vul in:

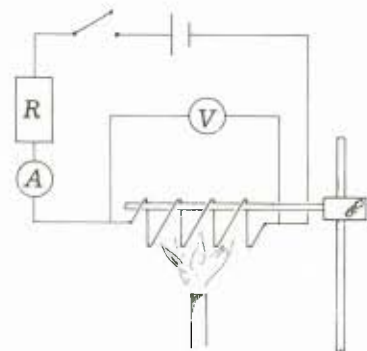
De uitslag van de ampèremeters wordt groter/kleiner.

De uitslag van de voltmeter wordt groter/kleiner.

Neem de weerstand van de spoel toe of af wanneer de temperatuur van de spoel stijgt? Motiveer je antwoord

.....

.....

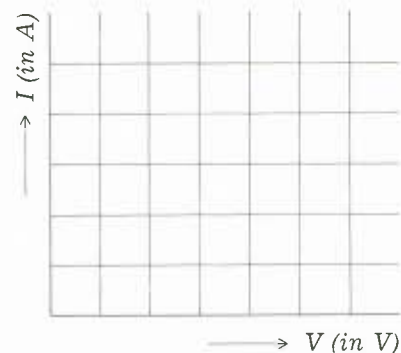
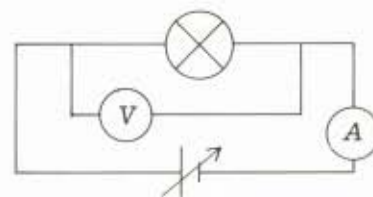


5.

De weerstand van een lamp.

Maak de schakeling die hiernaast is getekend. Bepaal de weerstand van de lamp bij verschillende waarden van de spanning (zie tabel).

V (in V)	I (in A)	R (in Ω)
1,0		
2,0		
3,0		
4,0		
5,0		
6,0		



Zet de gevonden waarden van V en I uit in de grafiek hiernaast.

Hoe verandert de weerstand als de spanning verandert?

Probeer dat te verklaren.

6.

Spanningsdeling.

Een schuifweerstand is een weerstand waarvan je de grootte kunt regelen.

In de klas is een schuifweerstand aanwezig.

Onderzoek hoe de schuifweerstand werkt.



Waarop berust de werking?

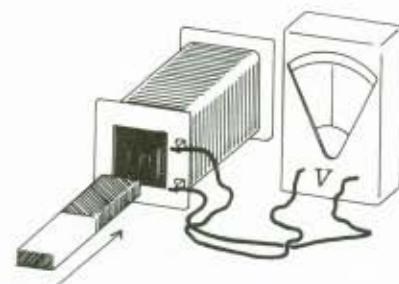
P 4 Induktie

1.

Sluit een spoel aan op een voltmeter. Beweeg een magneet in en uit de spoel. Wat zie je aan de voltmeter?

Houd de magneet enige tijd in de spoel.

Wat zie je aan de voltmeter?



2

Beweeg een magneet snel naar en van de spoel.

Beweeg daarna een magneet langzaam van en naar de spoel.

Wat neem je waar?

3

Voor deze proef heb je twee spoelen nodig met een verschillend aantal windingen. Beweeg de magneet van en naar de kleine spoel (weinig windingen).

Beweeg de magneet van en naar de grote spoel met veel windingen.
In welk geval meet je de grootste spanning?

4

Weekijzeren kern

Voorzie een spoel van een weekijzeren kern. Beweeg de magneet weer van en naar de spoel.

Haal de kern uit de spoel en herhaal de proef.
In welk geval meet je de grootste spanning?



5

Klem twee magneten op elkaar op de wijze zoals hiernaast is getekend.

Beweeg de magneten naar en van de spoel.

Herhaal de proef maar nu met één magneet.

In welk geval meet je de grootste spanning?



Uit de proeven blijkt dat in een spoel een spanning opgewekt wordt, wanneer je een magneet naar of van de spoel beweegt.

Er zijn 4 manieren om de opgewekte spanning te vergroten.

Schrijf zie hieronder nog eens op:

-
-
-
-

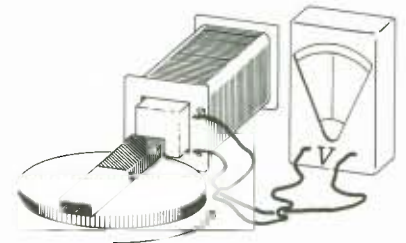
6

Zet een magneet op een draaitafel.

Plaats voor de draaitafel een spoel met kern. Schakel over de spoel een voltmeter.

Draai de tafel rond en let op de voltmeter.

Wat zie je?



7.

Haal een oude fietsdynamo uit elkaar.

Hoe wordt in een dynamo de spanning opgewekt?

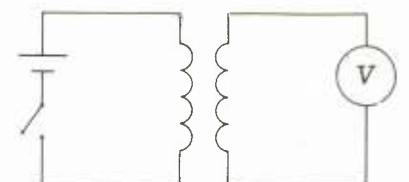
.....
.....



8.

Schakel een spoel in serie met een spanningsbron en een drukschakelaar.

Zet vlak bij de spoel een andere spoel waarover je een voltmeter schakelt. Wat denkt je dat er gebeurt wanneer je de stroom inschakelt?



Schakel de stroom in.

Wat gebeurt er?

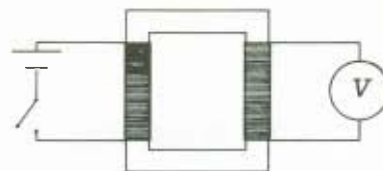
9

Verbind de beide spoelen door een weekijzeren kern. Schakel de stroom in en uit.

Wat neem je waar?

Vergelijk deze proef met proef 8.

Konklusie:



Om een spanning op te wekken in de spoel die niet op de batterij is aangesloten, moet je de stroom telkens in- en uitschakelen.

Is de stroom eenmaal in- of uitgeschakeld, dan wordt geen spanning meer opgewekt.

Wanneer we echter **wisselstroom of wisselspanning** gebruiken, dan wekken we voortdurend spanning op in de niet op de spanningsbron aangesloten spoel.

Wisselstroom verandert namelijk voortdurend van grootte en richting.

Bij de volgende proeven gebruiken we wisselspanning.

Het schema van een bron die wisselspanning levert is:

Symbol voor wisselspanningsbron



10.

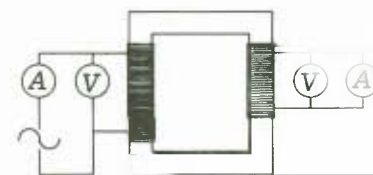
Voor deze proef heb je 2 spoelen nodig met een verschillend aantal windingen. Sluit de kleine spoel aan op een spanningsbron.

Schuif beide spoelen over een weekijzeren kern (zie tekening).

Schakel de wisselstroom in.

Meet de spanning over en de stroomsterkte door de kleine spoel:

$V = \dots\dots\dots$ V; $I = \dots\dots\dots$ A.



Meet de spanning over en de stroomsterkte door de grote spoel:

$V = \dots\dots\dots$ V; $I = \dots\dots\dots$ A.

11.

Herhaal proef 10 maar wissel de kleine en grote spoel om.

De grote spoel wordt nu op de spanningsbron aangesloten.

Grote spoel: $V = \dots\dots\dots$ V; $I = \dots\dots\dots$ A.

Kleine spoel: $V = \dots\dots\dots$ V; $I = \dots\dots\dots$ A.

Vergelijk proef 10 en 11.

Konklusie:

12.

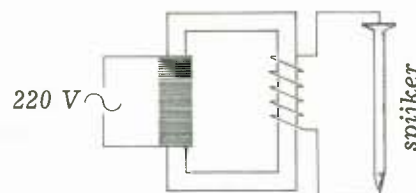
Het doorbranden van een spijker.

Voor deze proef is een grote en een kleine spoel nodig.

De grote spoel wordt aangesloten op het lichtnet: 220 V wisselspanning.

Parallel aan de kleine spoel wordt een spijker geschakeld. Beide spoelen worden over een kern geschoven.

De stroom wordt ingeschakeld en



Kun je deze proef verklaren?

T 0 Spanningsbronnen

Uit blok 12 (P 1, T 1, W 1) weet je wat een **spanningsbron** is:

Een **energiebron**, die er in een elektrische schakeling voor zorgt dat elektrische ladingen kunnen bewegen (= elektrische stroom) omdat die **ladingen energie krijgen** die ze afgeven bij de diverse energiegebruikers in de schakeling.

Spanning (V) is dus: de **energie E** die door een spanningsbron (in een bepaalde tijd) aan een **stroom** wordt **meegegeven** en die door die stroom wordt meegenomen.

Voorbeeld: Op een spanningsbron staat 12 volt. Wat betekent dat? Deze spanningsbron zal een hoeveelheid energie van 12 J meegeven aan een stroom van 1 A in 1 seconde.

$$\text{Ofwel: } 12 \text{ V} = \frac{12 \text{ J}}{1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s}}; \text{ algemeen: } V = \frac{E}{I \cdot t}$$

Voorbeelden van spanningsbronnen zijn:

Accu: de meeste auto-accu's leveren een spanning van 12 V.

Batterij: erg veel soorten, verschillende spanningen en vormen. De bekendste zijn de ronde 1,5 V 'staaf'- en de 1,5 V 'kamera'-batterij ('knoopcel').

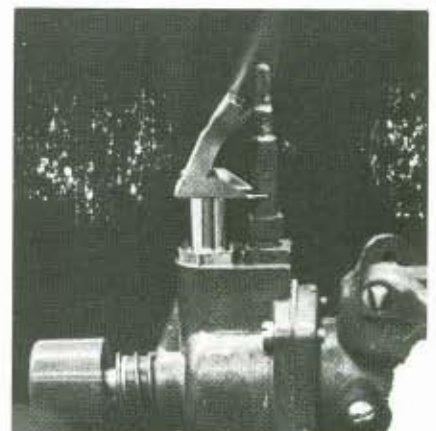
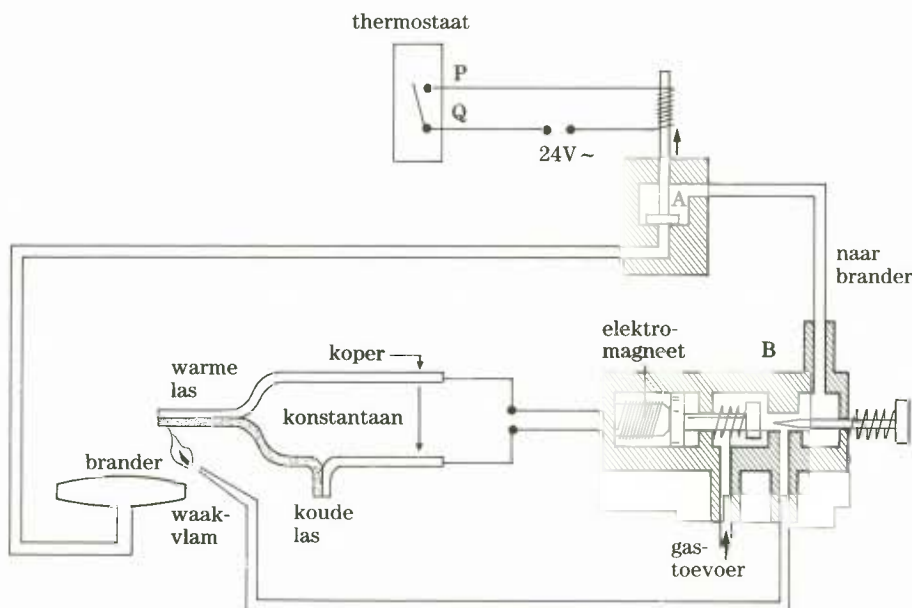
Thermo-element: Bestaat uit twee verschillende metalen. Een bekend voorbeeld bestaat uit twee koperdraadjes met daartussen een konstantaandraadje (koper/konstantaan thermo-element). Een thermo-element levert spanning als er een temperatuurverschil is tussen de beide 'lassen' (een 'warme' en een 'koude' las).

Een thermo-element wordt gebruikt in een waakvlambeveiliging in bv. een geiser of CV-installatie:

Zolang de waakvlam brandt verwarmt deze de 'warme las' (staafje waar de gasvlam tegen aan brandt) en levert het thermo-element spanning. Die spanning wordt geleverd aan een elektromagneet die de gasklep openhoudt.

Als de waakvlam uitwaait koelt de 'warme las' af en levert het thermo-element geen spanning meer aan de elektromagneet. De gasklep wordt niet meer opengetrokken; hij valt dus dicht.

Zonnecel: is een lichtgevoelige cel, die elektrische energie levert als er licht op valt.



Blok 22 Theorie

T 1 Weerstand

In dit blok ga je verder met elektriciteit en magnetisme. Het is al weer een tijd geleden dat je aan die onderwerpen hebt gewerkt. Daarom worden de belangrijkste zaken nog eens herhaald. In deze paragraaf gaat het over elektriciteit. In T 3 vind je de herhaling van magnetisme.

Weerstand

Alle elektrische apparaten laten de stroom door. Sommige apparaten bieden veel weerstand aan de stroom. Andere bieden weinig weerstand zodat de stroom er makkelijk door heen gaat.

De weerstand van een apparaat kun je berekenen door de spanning te delen door de stroomsterkte.

$$\text{Dus: Weerstand} = \frac{\text{Spanning}}{\text{Stroomsterkte}}$$

$$\text{In formule: } R = \frac{V}{I}$$

De eenheid van weerstand is Ohm (Ω)

Om de weerstand van een apparaat te bepalen ga je als het volgt te werk:

Meet de spanning over het apparaat (fig. 1).

Meet de stroomsterkte door het apparaat (fig. 2).

Bereken met $R = V/I$ de weerstand van het apparaat.

De weerstand hangt niet af van de spanning en de stroomsterkte en is een eigenschap van het apparaat.

In de tabel hieronder is voor een apparaat de stroomsterkte gemeten bij verschillende spanningen. Je ziet uit de bekende waarden van R , dat de weerstand konstant is. In het diagram zie je dat aan de rechte lijn, die het verband tussen V en I aangeeft.

V (V)	I (A)	R (Ω)
1,0	0,5	2,0
2,2	1,1	2,0
3,6	1,8	2,1
4,8	2,4	2,0

Het verband tussen V , I en R noemen we de wet van Ohm.

In formule: $V = I \cdot R$.

Daarbij moet R konstant blijven.

Vermogen

In een elektrisch apparaat wordt elektrische energie omgezet in andere energievormen. Zo zet een straalkachel elektrische energie om in warmte. In een gloeilamp wordt elektrische energie omgezet in lichtenergie en warmte.

Om vast te kunnen stellen hoe duur een apparaat is in het energieverbruik, willen we graag weten hoeveel energie er per seconde wordt omgezet. Anders gezegd: we willen het vermogen van het apparaat weten. Het vermogen van een elektrisch apparaat is gelijk aan het produkt van spanning en stroomsterkte.

In formule: $P = V \cdot I$

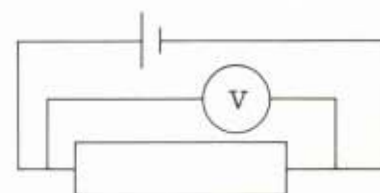


fig. 1

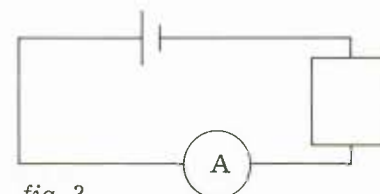
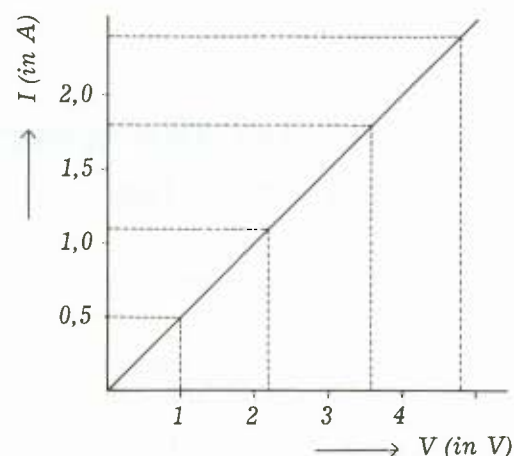


fig. 2



Serie- en parallelschakeling

In een schakeling kunnen de apparaten achter elkaar staan. Je spreekt dan van **serieschakeling**.

Hiernaast is daar een voorbeeld van getekend:

Voor serieschakeling geldt:

1. De stroom door de in serie geschakelde apparaten is even groot.
2. De spanning die de batterij levert, verdeelt zich over de apparaten.

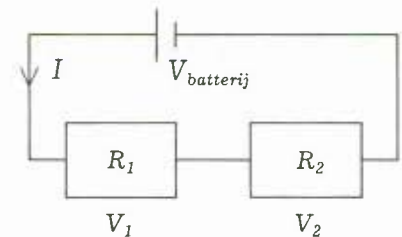
Dus: $V_{\text{batterij}} = V_1 + V_2$.

3. Om de totale weerstand te berekenen van de in serie geschakelde apparaten, moet je de weerstand van de apparaten optellen.

Dus: $R_{\text{totaal}} = R_1 + R_2$.

R_{totaal} wordt vaak de vervangingsweerstand of substitutieweerstand genoemd.

Je kunt eenvoudig nagaan of je met serieschakeling te maken hebt. Als je namelijk één apparaat uitschakelt gaan alle apparaten uit. Je verbreekt dan immers de stroomkring.



In een schakeling kunnen de apparaten ook naast elkaar staan.

Je spreekt dan van **parallelschakeling**.

Hiernaast is daarvan weer een voorbeeld gegeven.

Voor parallelschakeling geldt:

1. De stroom vertakt zich. Een deel gaat door de ene tak; het andere deel gaat door de andere tak.

Dus: $I_{\text{tot}} = I_1 + I_2$.

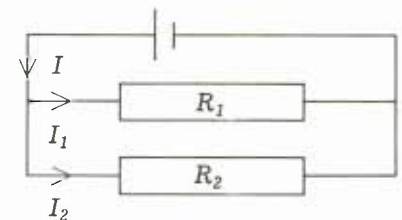
2. De spanning over beide apparaten is even groot.

Deze spanning is gelijk aan de spanning die de bron levert.

3. Om de totale weerstand van de parallel geschakelde apparaten te berekenen maak je gebruik van de volgende formule:

$$\frac{1}{R_{\text{tot}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Wanneer je bij parallelschakeling één apparaat uitschakelt, blijven de andere gewoon functioneren. De stroom kan namelijk nog door de andere takken.



Voor meer dan twee weerstanden parallel geldt:

$$\frac{1}{R_{\text{totaal}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

Bij de wet van Ohm op de vorige bladzijde staat vermeld dat R niet mag veranderen. Eerder is gezegd dat R niet verandert als V of I verandert. Waarom staat dan toch die opmerking: „ R mag niet veranderen”, bij de wet van Ohm?

In P 2 gaan we verder in op die vraag.

T 2 Soortelijke weerstand; spanningsdeling

In P 2 hebben we onderzocht waar de weerstand van een draad van afhangt.

De weerstand blijkt af te hangen van de **lengte** van de draad.

Als de draad 2 maal zo lang wordt, wordt de weerstand 2 maal zo groot.

De weerstand blijkt af te hangen van de **doorsnede** van de draad. Als de doorsnede 3 maal zo groot wordt, wordt de weerstand 3 maal zo klein.

De weerstand hangt af van het **soort materiaal** waarvan de draad gemaakt is.

Je kunt niet zo maar zeggen dat de weerstand van koper kleiner is dan de weerstand van ijzer. Om eerlijk te vergelijken moet je even lange stukken draad nemen, die dezelfde doorsnede hebben.

Daarom heeft men het begrip soortelijke weerstand ingevoerd.

De **soortelijke weerstand** van een draad is de weerstand van 1 meter draad met een doorsnede van 1 mm^2 .

In de tabel hiernaast zie je de soortelijke weerstand van een aantal stoffen.

materiaal	soortelijke weerstand ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
aluminium	0,027
chrom	0,13
goud	0,022
koper	0,017
lood	0,021
nikkel	0,078
ijzer	0,105
konstantaan	0,450
messing	0,06
grafiet	10
rubber	10^{19}

Je kunt nu wel zeggen dat de soortelijke weerstand van koper kleiner is dan de soortelijke weerstand van ijzer.

Het symbool voor soortelijke weerstand is ρ (spreek uit ro).
De eenheid van soortelijke weerstand is $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

Wanneer we de soortelijke weerstand van een stof kennen, dan kunnen we de weerstand van een draad, die van dat materiaal is gemaakt, berekenen.

Voorbeeld:

Wat is de weerstand van 6 m konstantaandraad met een doorsnede van $0,1 \text{ mm}^2$?

Uit de tabel kun je aflezen dat de soortelijke weerstand van konstantaan $0,45 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ is. Dat betekent dat 1 m konstantaandraad met een doorsnede van 1 mm^2 een weerstand heeft van $0,45 \Omega$.

Dus:

1 m konstantaan met een doorsnede van 1 mm^2 : $R = 0,45 \Omega$. Dan

6 m konstantaan met een doorsnede van 1 mm^2 : $R = 6 \cdot 0,45 = 2,7 \Omega$. En

6 m konstantaan met een doorsnede van $0,1 \text{ mm}^2$: $R = 2,7 \cdot 10 = 27 \Omega$.

Het verband tussen de weerstand (R), de doorsnede (A), de lengte (l) en de soortelijke weerstand (ρ) kunnen we in de volgende formule samenvatten:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

In de volgende twee voorbeelden zie je hoe je met deze formule kunt werken.

Rekenvoorbeeld 1

Wat is de weerstand van 6 m koperdraad met een doorsnede van $0,1 \text{ mm}^2$?

We gebruiken de formule $R = \rho \frac{l}{A}$ en vullen stap voor stap in.

1 m konstantaandraad met een doorsnede van 1 mm^2 : $R = 0,45 \cdot \frac{1}{1} = 0,45 \Omega$.

6 m konstantaandraad met een doorsnede van 1 mm^2 : $R = 0,45 \cdot \frac{6}{1} = 2,7 \Omega$.

(je ziet: l 6 x zo groot, maakt R 6 x zo groot)

6 m konstantaandraad met een doorsnede van $0,1 \text{ mm}^2$: $R = 0,45 \cdot \frac{6}{0,1} = 27 \Omega$.

(je ziet: A 10 x zo klein, maakt R 10 x zo groot)

Het eindantwoord klopt precies met het vorige voorbeeld.

Rekenvoorbeeld 2

Van een draad is gegeven dat $R = 8 \Omega$, $l = 19,0 \text{ m}$ en $A = 0,05 \text{ mm}^2$.

Bereken ρ .

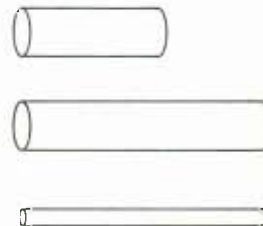
We gebruiken weer $R = \rho \frac{l}{A}$ (We vullen nu gewoon alles in één keer in).

Invullen van de gegevens levert op:

$$8,0 = \rho \frac{19,0}{0,05}. \text{ Dus } 8,0 = \rho \cdot 380.$$

$$\text{Daaruit volgt dan: } \rho = \frac{8,0}{380} = 0,021 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

Uit de proef met de brander blijkt dat de weerstand afhangt van de **temperatuur** van de draad. Als de temperatuur stijgt dan neemt de weerstand toe. Bij ijzer is dit temperatuurseffekt groot. Bij andere stoffen verandert de weerstand nauwelijks bij temperatuurstijging (bijv. bij konstantaan).

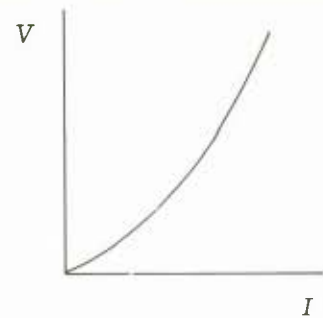


We begrijpen nu ook waarom bij de wet van Ohm staat dat R niet mag veranderen. Immers bij temperatuurstijging verandert de weerstand en dan geldt niet meer: V/I is konstant.

Een voorbeeld daarvan heb je gezien bij de lamp uit proef 5.

Bij hogere V en I neemt de temperatuur van de gloeidraad in de lamp toe (De draad wordt „roodgloeiend”). Uit de metingen blijkt dat dan ook de weerstand van de gloeilamp toeneemt.

In het V - I -diagram kun je dat zien aan de steiler lopende grafiek.

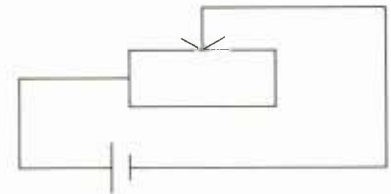


Verklaring: bij dezelfde spanning V blijkt de stroomsterkte I kleiner te zijn dan normaal, waardoor $R = V/I$ een groter getal wordt. Het kost ladingen kennelijk meer moeite om bij een hogere temperatuur door de gloeidraad te komen.

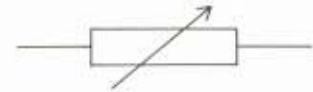
Spanningsdeling

We hebben gezien dat de weerstand afhangt van de lengte. Daarvan wordt gebruik gemaakt in regelbare weerstanden en potentiometers.

Hiernaast zie je het schema van een regelbare weerstand. Door de schuif langs de draad te schuiven neemt de weerstand toe of af.



Het schemasymbool voor de regelbare weerstand is hiernaast weergegeven.

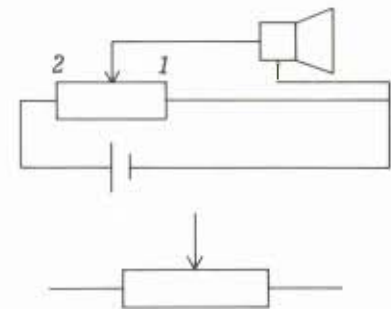


Een potentiometer werkt volgens ditzelfde principe.

In stand 1 is de spanning over het verbruikstoestel (hier een luidspreker) 0 V.

In stand 2 is de spanning over de luidspreker maximaal.

Potentiometers worden vaak geleverd als draaipotentiometer en je vindt ze op elke radio en pick-up. Het symbool voor de potentiometer (ook wel spanningsdeler geheten) staat hiernaast.



LDR en NTC

We bespreken nu nog twee bijzondere weerstanden.

LDR: Light Dependent Resistance ofwel Licht Gevoelige Weerstand.

De waarde van dit type weerstand hangt af van de hoeveelheid licht die erop valt:

weinig licht: de LDR heeft een grote weerstand, laat dus geen of bijna geen stroom door.

veel licht: de LDR heeft een kleine weerstand en laat de stroom (bijna) ongehinderd passeren.

Voorbeelden van toepassingen van een LDR zijn:

Alarminstallaties: een bundel licht, meestal infrarode straling (onzichtbaar), valt op een LDR die via een relais-schakelaar bv. een bel, zoemer of lampje bedient. Onderbreking van de lichtstraal verandert de weerstandswaarde van de LDR, waardoor het relais schakelt en het alarm in werking stelt.

Belichtingsmeter in fotokamera: Afhankelijk van de hoeveelheid licht die op de LDR valt wordt de stroom doorgelaten. De camera reageert hierop door het diafragma (opening waardoor licht op de film valt) groter of kleiner te maken.



NTC: Negatieve Temperatuur Coëfficiënt.

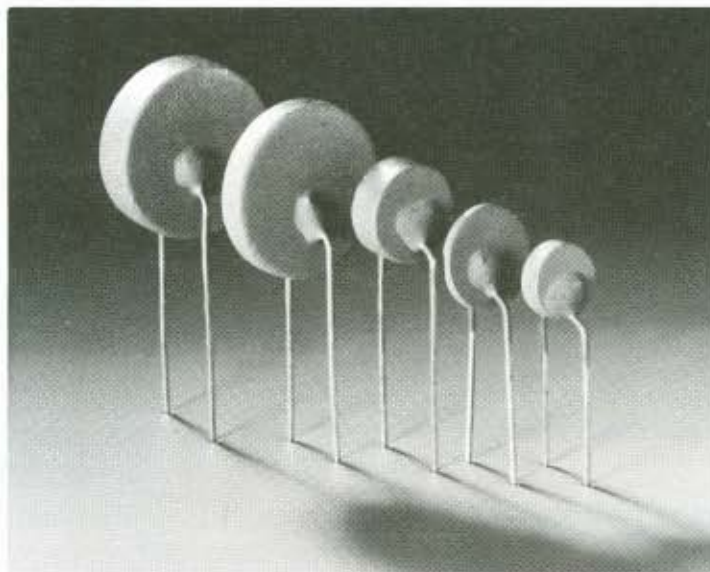
De waarde van dit type weerstand hangt *negatief* af van de temperatuur:

lage temperatuur: de NTC heeft een grote weerstand.

hoge temperatuur: de NTC heeft een kleine weerstand.

Een NTC-weerstand reageert dus precies tegenovergesteld als een gloeilamp.

Het ligt voor de hand dat NTC-weerstanden gebruikt worden bij temperatuurmetingen: de grootte van de stroom die de NTC doorlaat is een maat voor de temperatuur.



T 3 Magnetten en velden

In blok 16 heb je kennis gemaakt met magneten en magnetische velden. In P 4 ga je situaties bekijken waarbij zowel magneten als elektrische stromen een rol spelen.

In deze paragraaf herhalen we eerst wat we in blok 16 al gehad hebben over magnetisme in blok 16.

Magnetten

Een magneet bezit een noordpool en een zuidpool. Gelijksnamige polen van magneten stoten elkaar af. Ongelijksnamige polen trekken elkaar aan.

Magnetten oefenen krachtwerking uit op voorwerpen van ijzer en nikkel in de omgeving van de magneet. Deze voorwerpen gaan zich gedragen als een magneet. Dit verschijnsel noemen we **magnetische influentie**.

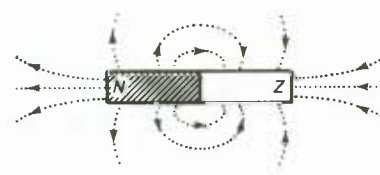
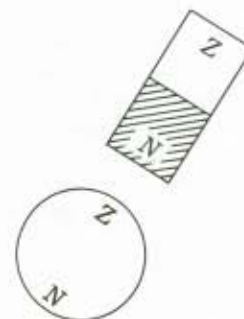
Hiernaast zie je een ijzeren voorwerp in de buurt van een magneet. De kant van het voorwerp die zich het dichtst bij de noordpool bevindt, wordt zuidpool.

Omdat een magneet krachtwerking op afstand vertoont, noemen we de ruimte om de magneet het **magnetisch veld**.

Dat veld kun je zichtbaar maken in een plastic bakje met daarin ijzervijlsel. Houd je de magneet onder het bakje, dan zie je dat het vijlsel zich rangschikt in een bepaald patroon. Het lijkt alsof het ijzervijlsel op denkbeeldige lijnen ligt. Deze denkbeeldige lijnen noemen we **veldlijnen**.

Er is afgesproken dat de veldlijnen van de noordpool naar de zuidpool lopen.

Aan de polen is een magneet het sterkst (de veldlijnen liggen dicht op elkaar).



Magnetisme en elektriciteit

Een draad waardoor een elektrische stroom loopt, vertoont magnetische krachtwerking.

De veldlijnen van het magnetische veld van de stroomdraad liggen in cirkels om de stroomdraad heen.

De richting van de veldlijnen kun je vinden met de rechterhandregel:

Wijs met de duim van je rechterhand in de richting van de stroom.
Buig je vingers. De richting waarin de gebogen vingers wijzen geeft
de richting aan waarin de veldlijnen lopen.

Een spoel waardoor een elektrische stroom loopt, gedraagt zich als een magneet. We noemen zo'n magneet een elektromagneet. Met behulp van de rechterhandregel kun je de noordpool van deze magneet vinden.

Buig je vingers van je rechterhand over de spoel in de richting van de stroom. Je gestrekte duim wijst dan naar de noordpool van de elektromagneet.

De veldlijnen lopen buiten de spoel van noord naar zuid en binnen de spoel van zuid naar noord.

De magnetische krachtwerking van een elektromagneet kun je vergroten door:

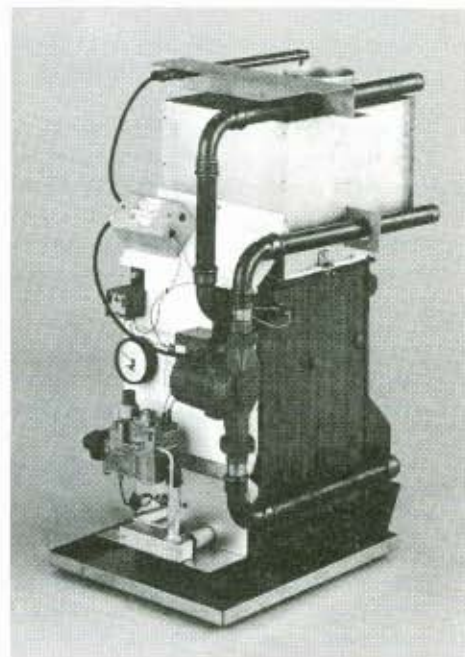
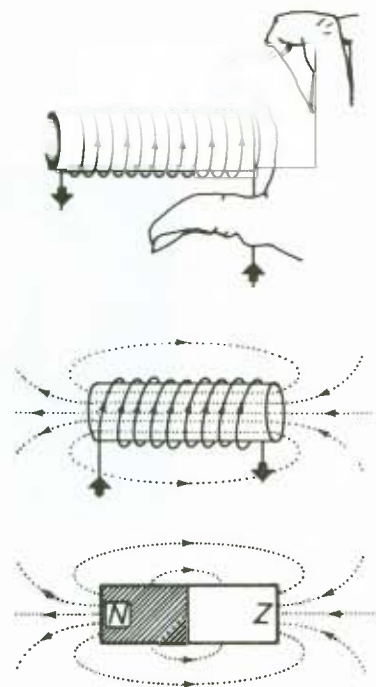
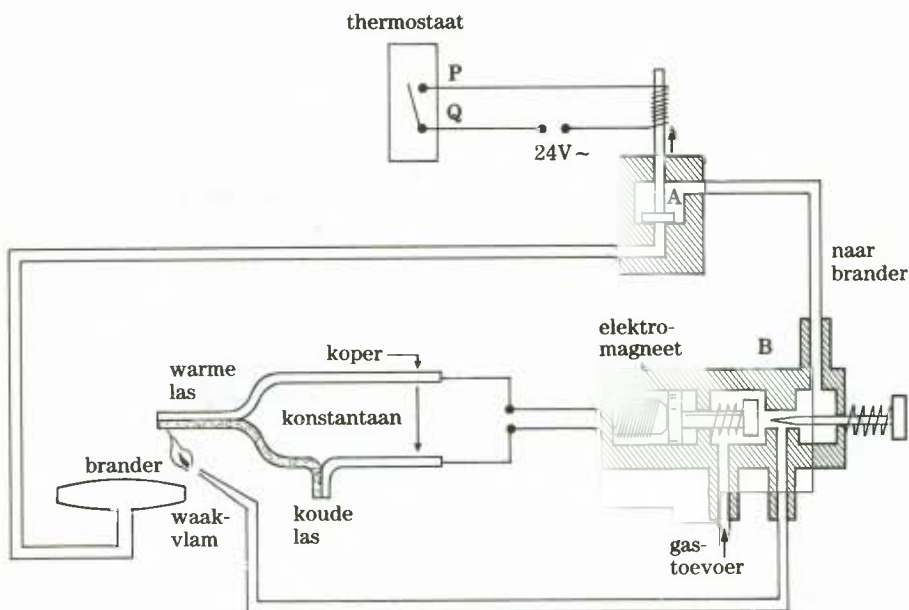
- de stroomsterkte te vergroten;
- de spoel van een weekijzeren kern te voorzien;
- het aantal windingen te vergroten zonder de spoel te verlengen.

Elektromagneten (toepassingen)

Er bestaan vele toepassingen van elektromagneten, waarvan we er een paar noemen:

Relais: Schakelaar op afstand bv. in de waakvlambeveiliging van een CV-installatie of geiser:

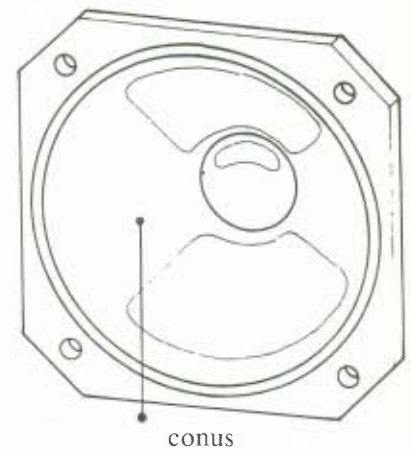
Zolang de waakvlam brandt zorgt een thermo-element dat er stroom loopt door de elektromagneet, waardoor deze magnetisch is en de gasklep vasthoudt. De gasaanvoer is daardoor geopend. Als de waakvlam uitwaait loopt er geen stroom meer door de elektromagneet, waardoor deze niet meer magnetisch is en de gasklep dus niet meer aantrekt: de gasaanvoer gaat dicht.



Luidspreker: om de achterkant van een beweegbare conus (= trechtervormig karton) is een spoeltje (elektromagneet) gewonden.

Dit spoeltje kan bewegen rondom een vaste magneet. Uit de versterker komt een wisselende stroom zowel wat betreft de sterkte als de richting. De spoel is daardoor een veranderende magneet, die wisselend wordt aangetrokken en afgestoten door de vaste magneet.

De bewegende conus zet lucht in beweging, waardoor geluid ontstaat.



T 4 Induktie

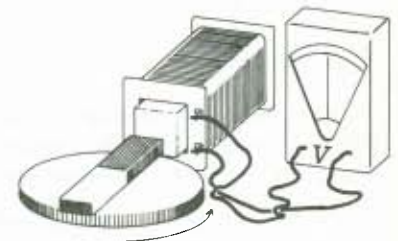
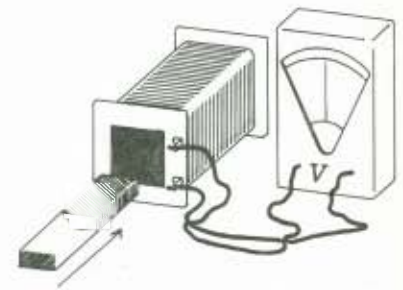
Wanneer je een magneet naar en van een spoel beweegt, wordt in de spoel een spanning opgewekt. Houd je de magneet enige tijd in de spoel, dan meet je geen spanning over de spoel.

In de spoel wordt alleen spanning opgewekt, wanneer het magnetisch veld rond de spoel verandert. We noemen dit verschijnsel **inductie**.

Dus: Als het magnetisch veld rond een spoel verandert, wordt in de spoel een spanning opgewekt.

Er zijn 4 manieren om de opgewekte spanning te vergroten:

1. Je kunt de magneet sneller naar en van de spoel bewegen.
2. Je kunt een spoel nemen met meer windingen bij dezelfde lengte.
3. Je kunt een sterkere magneet nemen.
4. Je kunt de spoel van een weekijzeren kern voorzien.



In proef 6 heb je een manier onderzocht om regelmatigere spanning op te wekken. De magneet draait rond op een draaitafel en passeert telkens een spoel. Bij elke passage van de magneet wordt in de spoel spanning door inductie opgewekt.

Van dit principe wordt gebruik gemaakt in de dynamo, zoals je er een op je fiets hebt.

Door het fietswiel wordt een magneet rondgedraaid. Rond de magneet bevinden zich drie spoelen die in serie geschakeld zijn. Door de ronddraaiende magneet wordt er in de spoelen een spanning opgewekt, zodat in de fietslampen een stroom gaat lopen.

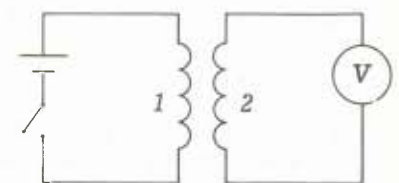
Omdat de stroomsterkte in grootte en richting wisselt, spreken we van een **wisselstroomdynamo**.

Ook in elektrische centrales wordt volgens dit principe spanning opgewekt. Een draaiende elektromagneet zorgt voor een spanning in een zetal rond de magneet opgestelde spoelen.

De magneet wordt aangedreven door een schoepenrad waartegen hete stoom blaast.



Uit blok 16 weet je dat een spoel waardoor een stroom loopt zich gedraagt als een magneet. Je kunt dus via spoel 1 (aangesloten op een spanningsbron) in spoel 2 spanning opwekken (zie tekening). Daarvoor is het nodig, dat het magnetisch veld rond spoel 2 verandert. Dat kun je doen door voortdurend de stroom te onderbreken. Je kunt ook spoel 1 op wisselspanning aansluiten. De stroomsterkte in spoel 1 wisselt dan voortdurend van grootte en richting en door inductie wordt in spoel 2 een spanning opgewekt. Van dit principe maakt men gebruik in een transformator.



De transformator

De transformator is een apparaat waarmee je de spanning omhoog of omlaag kunt transformeren.

De werking is als volgt:

Twee spoelen zijn om één weekijzeren kern geschoven. De ene spoel heeft meer windingen dan de andere.

De spoel die is aangesloten op de spanningsbron noemen we de **primaire spoel**. De andere spoel noemen we de **sekundaire spoel**.

Uit proef 10 weet je dat als het aantal windingen van de primaire spoel (N_p) kleiner is dan het aantal windingen van de secundaire spoel (N_s) geldt:

- de stroomsterkte door de primaire spoel (I_p) is groter dan de stroomsterkte door de secundaire spoel: $I_p > I_s$.
- de spanning over de primaire spoel V_p kleiner is dan de spanning over de secundaire spoel $V_p < V_s$

Is het aantal windingen van de primaire spoel groter dan het aantal windingen van de secundaire spoel, dan geldt:

- $I_p < I_s$ en
- $V_p > V_s$.

Voor een ideale transformator (geen energieverlies) geldt:

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} \quad \text{en} \quad \frac{I_p}{I_s} = \frac{N_s}{N_p}$$

Dus: ga je in een transformator van een spoel met weinig windingen naar een spoel met veel windingen dan transformeer je de spanning omhoog en de stroomsterkte omlaag.

Ga je van veel windingen naar weinig windingen dan transformeer je de spanning omlaag en de stroomsterkte omhoog.

Rekenvoorbeeld

Je hebt een transformator waarvoor geldt: $N_p = 100$ en $N_s = 25$.

De spanning over de primaire spoel is 30 V (wisselspanning).

De spanning over de secundaire spoel kun je als volgt berekenen:

$$\begin{aligned} \frac{N_p}{N_s} &= \frac{V_p}{V_s} & N_p &= 100 \\ & & N_s &= 25 \\ & & V_p &= 30 \text{ V} \end{aligned}$$

Invullen:

$$\frac{100}{25} = \frac{30}{V_s} \Rightarrow V_s = 7,5 \text{ V}$$

Uit de wet van behoud van energie weet je dat er geen energie kan verdwijnen of bijkomen.

Voor de transformator betekent dit, dat het geleverde vermogen aan de primaire spoel (P_p) even groot is als het opgewekte vermogen in de secundaire spoel (P_s).

Dit geldt alleen voor een zogenaamde ideale transformator: een transformator waar geen energieverlies (door warmte-ontwikkeling) optreedt.

Dus: $P_p = P_s$.

Omdat $P = V \cdot I$ kun je dit schrijven als:

$$V_p \cdot I_p = V_s \cdot I_s.$$

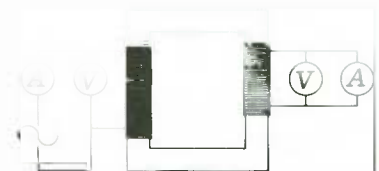
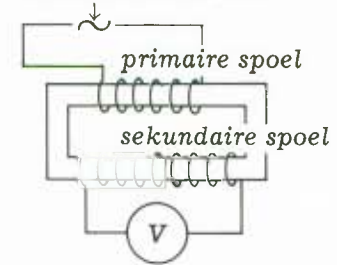
Transformatoren worden veel gebruikt.

In de elektriciteitscentrale wordt de spanning eerst omhoog getransformeerd, via hoogspanningskabels vervoerd en bij de gebruiker omlaag getransformeerd naar 220 V.

Veel elektrische apparaten werken bij een lagere spanning dan 220 V.

Een transformator zorgt er dan voor dat de spanning omlaag getransformeerd wordt. (Bijv. de transformator van de elektrische bel).

wisselspanningsbron



In de laatste proef van P 4 hebben we een spijker doorgebrand. Daarvoor hebben we een primaire spoel met veel en een sekundaire spoel met weinig windingen genomen. Je weet nu dat daardoor de spanning over de sekundaire spoel klein, maar de stroomsterkte zeer groot wordt. Door de spijker (met een lage weerstand) parallel aan de sekundaire spoel te schakelen, wordt de stroomsterkte door die spijker zeer groot. Door de warmte-ontwikkeling ($E = I^2 R t$) smelt de spijker.

Transformator (toepassing)

Een bekende toepassing in huis van een transformator is de beltrafo. Deze wordt gebruikt om veiligheidsredenen: zonder beltrafo zou het drukknopje van de bel worden gevoed met 220 V! De beltrafo wordt aan de primaire kant aangesloten op een stopkontakt (220 V). Door een goede keuze van het aantal windingen

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{v_p}{v_s} \rightarrow \frac{N_p}{N_s} = \frac{220 \text{ V}}{12 \text{ V}} = \frac{18,3}{1}$$

wordt de spanning aan de sekundaire kant verlaagd tot 12 V.

Deze 'laag'spanning is ongevaarlijk. We noemen apparaten die werken op deze lage spanningen ook 'zwakstroom' apparaten.

Andere voorbeelden in huis hiervan zijn: een speelgoedtrein, een racebaan.

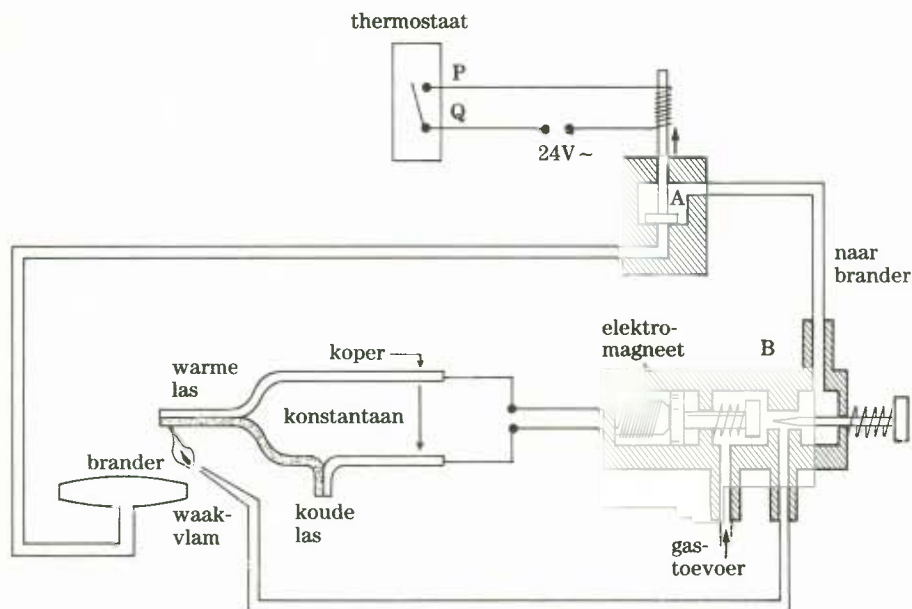
W 0 Spanningsbronnen

1

Hieronder is het schema getekend van het regelsysteem van de brander van de ketel van een centrale verwarming.

De kamerthermostaat is ingesteld op 17 °C en de temperatuur in de kamer is 18 °C.

fig. 1 Schema van het regelsysteem van een cv.



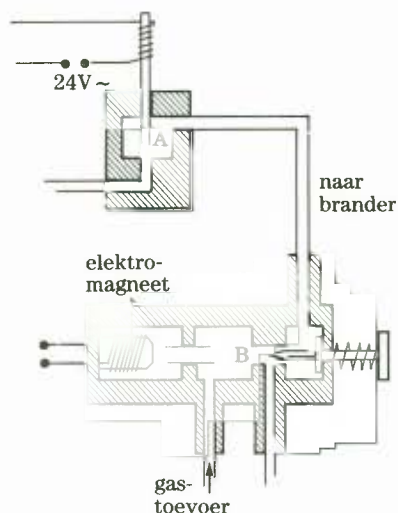
- a. De waakvlam gaat uit! Teken in figuur 2 hieronder hoe de stand van de kleppen A en B dan is, en geef aan hoe het gas stroomt (bijvoorbeeld met een kleur of pijltjes)

We steken de waakvlam weer aan en zetten de thermostaat op 19 °C.

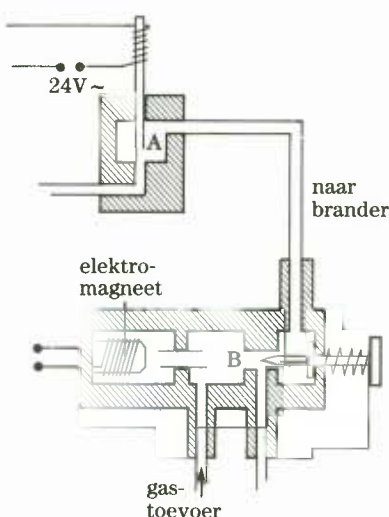
- b. Wat gebeurt er nu met de twee kleppen A en B. Teken dat in figuur 3 hieronder.

Geef in figuur 3 ook aan hoe het gas stroomt.

figuur 2



figuur 3



W 1 Weerstand

1.

Over een scheerapparaat staat een spanning van 220 V.
De stroomsterkte door het apparaat is 1,0 A.
Bereken de weerstand van het scheerapparaat.

2.

De weerstand van een draad is $80\ \Omega$.
Hoe groot is de stroomsterkte als er een spanning van 10 V over de draad staat?

3.

Door een apparaat gaat een stroom van 3 A. De weerstand van het apparaat bedraagt $10\ \Omega$.

- Bereken de spanning over het apparaat.
- Bereken het vermogen van het apparaat.

4.

Op een gloeilamp staat: 0,5 A; 6 W.

- Wat betekent dat?
- Bereken de weerstand van de lamp als hij op de juiste spanning is aangesloten.
- Hoeveel energie zet de lamp in 1 minuut om?

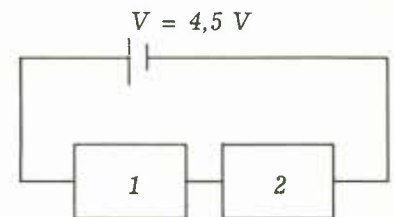
5.

Twee apparaten hebben elk een weerstand van $30\ \Omega$.

- Hoe groot is de totale weerstand als de apparaten in serie staan?
- Wat is de totale weerstand als de apparaten parallel zijn geschakeld?

6.

In de schakeling hiernaast levert de batterij een spanning van 4,5 V. De stroomsterkte door apparaat 1 is 1,5 A.
Hoe groot is de weerstand van apparaten 1 en 2 samen?

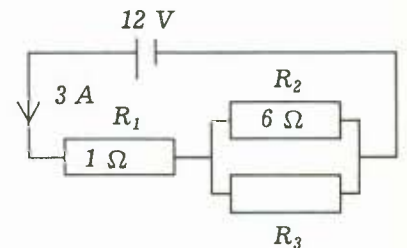


7.

Hiernaast zie je een gekombineerde serie- en parallelschakeling.

Alle gegevens staan in de tekening.

- Hoe groot is de spanning over R_1 ?
- Bereken de stroomsterkte door R_2 .
- Hoe groot is R_3 ?
- Hoe groot is het vermogen van R_3 ?



W 2 Soortelijke weerstand; spanningsdeling

1.

Bereken de weerstand van een stuk ijzerdraad van 2 meter lengte met een doorsnede van $3\ \text{mm}^2$.

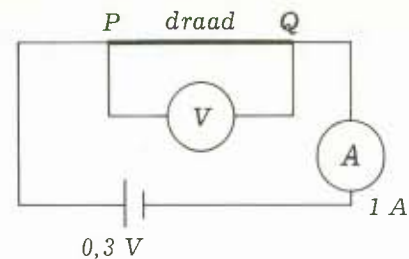
2.

Een stuk van 3 m ni(kkel)-chroomdraad heeft een weerstand van $16,5\ \Omega$.
De doorsnede bedraagt $0,2\ \text{mm}^2$.
Bereken de soortelijke weerstand van nichroom.

3.

In de schakeling hiernaast geeft de voltmeter 0,3 V en de ampèremeter 1 A. aan.

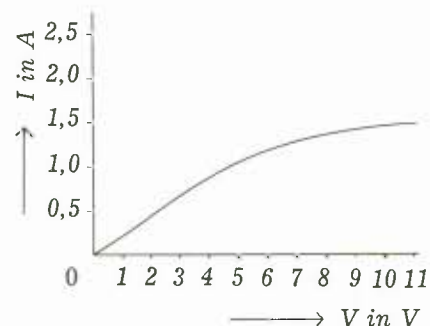
- Bereken de soortelijke weerstand van het stuk draad tussen P en Q als gegeven is dat de lengte 50 cm en de doorsnede $0,1 \text{ mm}^2$ is.
- Ga met behulp van de tabel in T 2 na van welk materiaal de draad gemaakt kan zijn.



4.

In het diagram hiernaast is het verband weergegeven tussen V en I voor een stuk ijzerdraad.

- Bereken de weerstand bij een spanning van 2 V.
Bereken de weerstand bij een spanning van 11 V.
- Waarom geldt de wet van Ohm niet voor het ijzerdraad?



5.

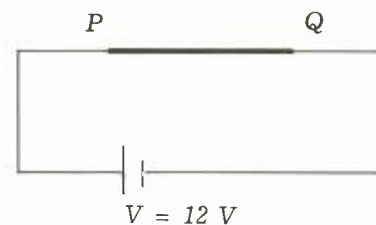
In de tekening hiernaast is tussen de aansluitpunten P en Q 50 cm konstantaandraad gespannen.

De doorsnede van de draad is $0,1 \text{ mm}^2$.

- Bereken de weerstand van het stuk draad.
- Bereken de stroomsterkte door de draad als de batterij een spanning van 12 V afgeeft.

Iemand kort de draad in tot 20 cm.

- Bereken de stroomsterkte door de draad.



6.

Hier rechts is een schakeling getekend met een potentiometer, een batterij en een lamp. De potentiometer bestaat uit 6 meter konstantaandraad met een doorsnede van $0,1 \text{ mm}^2$. In de getekende stand bevindt zich tussen P en Q 2 m draad.

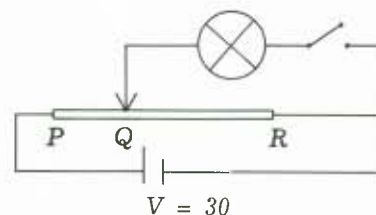
De batterij geeft een spanning af van 30 V.

- Hoe groot is de spanning tussen P en Q?

De lamp heeft een konstante weerstand van 20Ω .

De schakelaar wordt gesloten.

- Hoe groot wordt nu de spanning tussen P en Q?

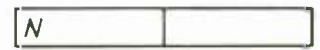


W 3 Magneten en velden

1.

Iemand houdt een magneet boven 2 spijkers. Er gebeurt niets. Tussen de magneet en de spijkers schuift hij een stuk weekijzer. De spijkers worden naar het weekijzer getrokken.

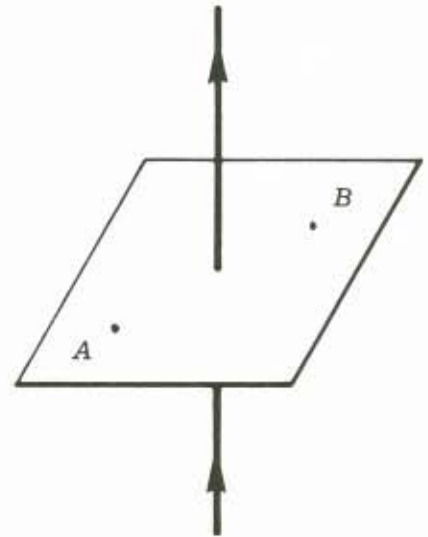
- Verklaar waarom de spijkers naar het weekijzer getrokken worden.
- Waarom hangen de spijkers niet vertikaal, maar met de punten uit elkaar?



2.

Teken het veldlijnenpatroon van de stroomvoerende draad in de tekening hiernaast.

Teken in A en B een naaldmagneet.



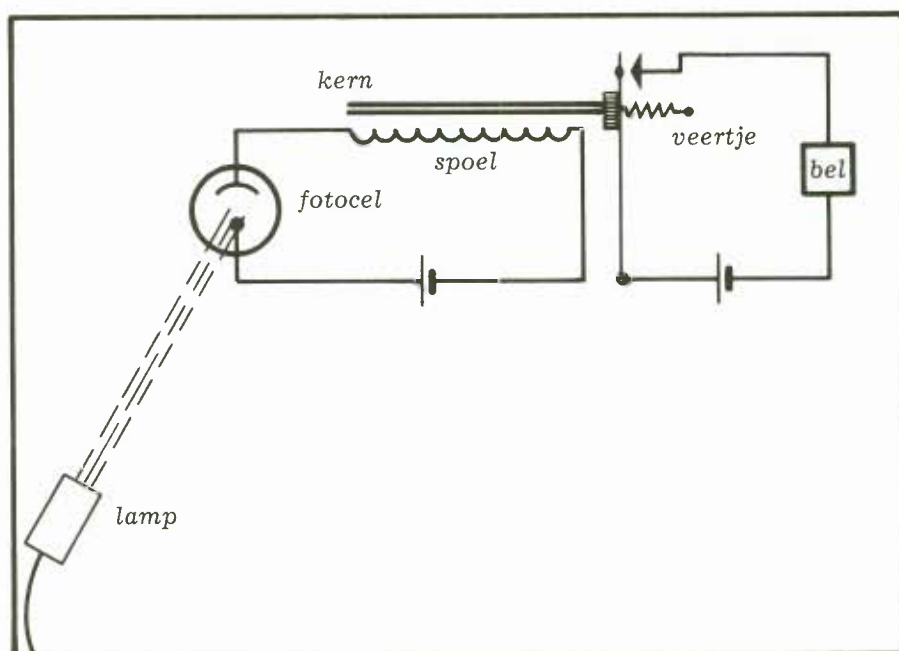
3.

- Geef in de tekening hiernaast de noordpool van de elektromagneet aan.
- Teken het veldlijnenpatroon in en om de spoel.



4.

Een fotocel laat alleen de stroom door als er licht op valt. Leg de werking van de alarminstallatie hieronder uit.

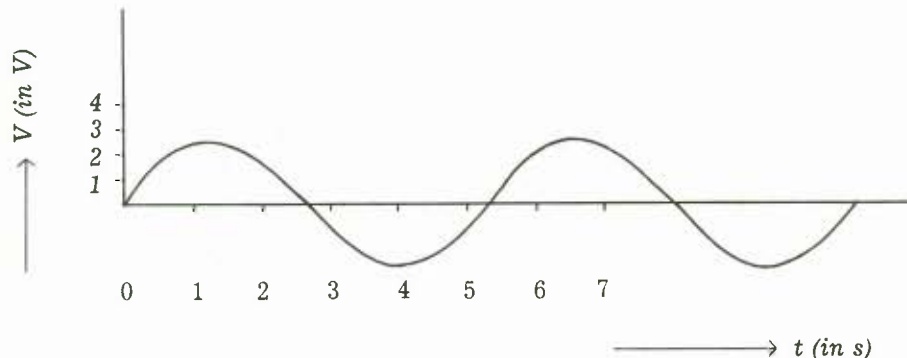


W 4 Induktie

1.

Iemand meet het verband tussen de spanning en de tijd bij een wisselstroomdynamo. Zijn gegevens verwerkt hij tot een grafiek in het diagram hieronder.

- Op welke tijdstippen is de spanning het grootst?
- Op welke tijdstippen is de spanning het kleinst?
- Wat kun je aan de dynamo veranderen om een hogere spanning te krijgen?



2.

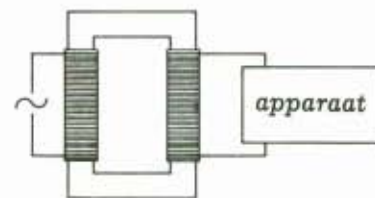
Voor een transformator geldt:

$$N_p = 200; N_s = 1000; V_p = 10.000 \text{ V}; I_p = 5 \text{ A}.$$

- Bereken V_s en I_s .
- Bereken P_s en P_p .
- Voor een niet ideale transformator geldt: $P_p > P_s$.
Verklaar waarom.

3.

De primaire spoel van de transformator in de tekening hier rechts is aangesloten op het lichtnet (wisselspanning met een spanning van 220 V). De secundaire spoel met 200 windingen is aangesloten op een apparaat dat werkt op een spanning van 44 V. Hoeveel windingen moet de primaire spoel hebben om de spanning omlaag te transformeren tot 44 V?



4.

In de secundaire keten van een transformator staat een lamp van 12 V; 24 W. Het lampje brandt op de juist spanning. De primaire keten is aangesloten op het lichtnet. Hoe groot is de stroomsterkte door de primaire keten?

5 (naar: eindexamen 1982)

Een van de problemen bij het transport van elektrische energie over grote afstanden is het energieverlies dat daarbij optreedt. We willen enig idee krijgen over dit energieverlies en vergelijken daarom twee schakelingen:

Schakeling 1: V_1 geeft de spanning over de bron aan.

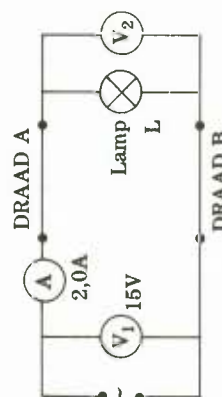
- Bereken het vermogen, dat de bron aan de schakeling levert. De weerstand van draad A en draad B bedraagt samen $3,0 \Omega$. De weerstand van de overige draden mag worden verwaarloosd.
1. Bereken het spanningsverschil over draad A en B samen.
2. Wat zal de meter V_2 aangeven, m.a.w. hoe groot is de spanning over de lamp?
- Bereken het verlies in de beide draden.

In werkelijkheid worden transformatoren gebruikt bij het transport van energie.

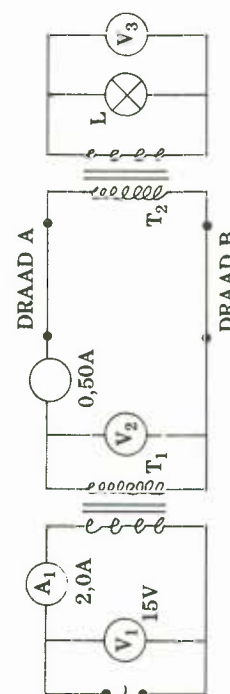
Schakeling 2: T_1 en T_2 zijn ideale transformatoren, de weerstand van draad A en draad B bedraagt samen $3,0 \Omega$.

- Bereken de spanning die meter V_2 zal aangeven.
- Bereken weer het vermogensverlies in de draden A en B.
- Vergelijk je antwoorden op c. en e. en verklaar het voordeel van transformatoren bij energietransport.

schakeling 1



schakeling 2



Blok 22 Herhaalstof

H 1 Weerstand

Om de weerstand van een draad te berekenen kun je gebruik maken van de volgende formule:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

In deze formule is:

R de weerstand; eenheid: Ω (ohm)

l de lengte; eenheid: m

A de doorsnede; eenheid: mm^2

ρ de soortelijke weerstand; eenheid: $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

De soortelijke weerstand is de weerstand van 1 m draad met een doorsnede van 1 mm^2 .

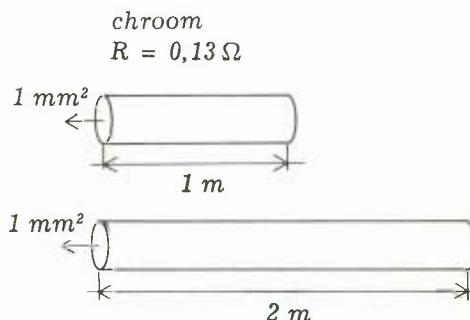
De soortelijke weerstand verschilt van materiaal tot materiaal. Uit de tabel in T 2 kun je dat aflezen. Daarin zie je dat bijvoorbeeld de soortelijke weerstand van chroom $0,13 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ is.

Hiernaast zie je wat dat betekent:

Vraag 1

Wat is de weerstand van het stuk chroom dat hiernaast is getekend?

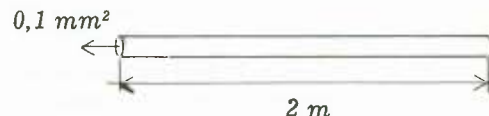
R = Ω



Vraag 2

Wat is de weerstand van het stuk chroom dat hiernaast is getekend?

R = Ω



Vraag 3

Vul aan:

Als de lengte van een draad 2 x zo groot wordt, wordt de weerstand van de draad

Als de doorsnede van de draad 2 x zo groot wordt, wordt de weerstand van de draad

Je kunt de antwoorden van 3 begrijpen.

Twee stukken draad achter elkaar bieden de stroom meer weerstand dan één stuk (serieschakeling).

Als de doorsnede van de draad groter wordt, kan de elektrische stroom door een „bredere baan” stromen en ondervindt minder weerstand.

Met de formule $R = \rho \frac{l}{A}$ kun je de weerstand van een draad bepalen.

Voorbeeld: van een draad is gegeven: $\rho = 0,12 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$; $l = 3 \text{ m}$;

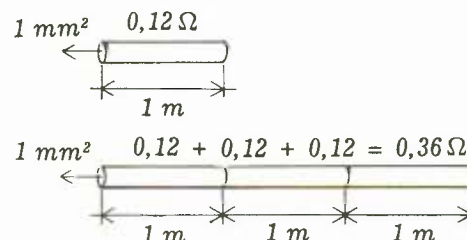
$A = 2 \text{ mm}^2$. Vul je de gegevens in, in $R = \rho \frac{l}{A}$ dan krijg je:

$$R = 0,12 \cdot \frac{3}{2} \Omega = 0,18 \Omega$$

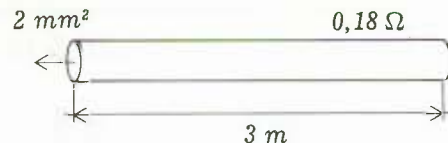
Je kunt dat ook begrijpen op de volgende manier:

$\rho = 0,12 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ betekent dat 1 m materiaal met een doorsnede van 1 mm^2 een weerstand heeft van $0,12 \Omega$.

3 m materiaal met een doorsnede van 1 mm^2 heeft een weerstand van $0,36 \Omega$



Maak je de doorsnede 2 maal zo groot (2 mm^2) dan wordt de weerstand 2 x zo klein: dus $R = 0,18 \Omega$.



Vraag 4

Bereken R als gegeven is $\rho = 0,18 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

$l = 75 \text{ cm}$ en $A = 0,1 \text{ mm}^2$

Als R , l en A van een draad gegeven zijn, kun je ρ uitrekenen. Je vult dan alle gegevens in, in de formule en rekent ρ uit.

Voorbeeld:

Gegeven is: $R = 0,96 \Omega$; $l = 25 \text{ cm}$ en $A = 0,25 \text{ mm}^2$.

In de formule moet l in meter dus: $l = 0,25 \text{ m}$.

Vul de gegevens in in $R = \rho \frac{l}{A}$:

$$0,96 = \rho \cdot \frac{0,25}{0,25} \text{ dus } 0,96 = \rho \cdot 1 \Rightarrow \rho = 0,96 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

Vraag 5

Gegeven is: $R = 3,4 \Omega$; $l = 8,0 \text{ m}$ en $A = 0,1 \text{ mm}^2$.

Bereken ρ .

De soortelijke weerstand van een materiaal is niet altijd even groot. Hij is namelijk afhankelijk van de temperatuur. Als de temperatuur toeneemt, dan neemt ook de soortelijke weerstand en dus de weerstand toe.

In de tabel hiernaast zie je dat de weerstand van de lamp toeneemt als V en I toenemen.

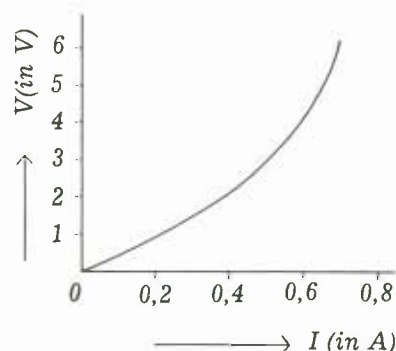
Doordat bij hogere V en I de temperatuur van de gloeidraad stijgt (hij wordt roodgloeiend), neemt de weerstand toe.

Er geldt beslist niet R is konstant.

Er zijn materialen waarvan de soortelijke weerstand minder gevoelig is voor de temperatuurstijging (zoals bijvoorbeeld konstantaan). Dan geldt wel: R is konstant.

De weerstand van een lamp

V (in V)	I (in A)	R (in Ω)
1,0	0,20	5,0
2,0	0,40	5,0
3,0	0,50	6,0
4,0	0,60	6,7
5,0	0,66	7,5
6,0	0,70	8,7

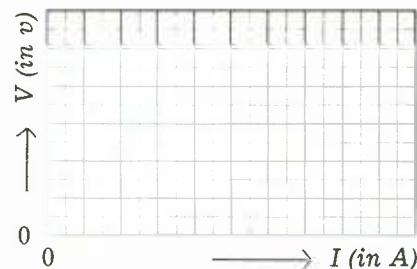


Vraag 6

Hiernaast zie je een tabel met verschillende waarden van V en I voor een draad.

- Vul de derde kolom in.
- Verwerk de tabel in het diagram (zet zelf getallen bij de assen).
- Geldt R is konstant?

V (in V)	I (in A)	R (in Ω)
0,5	0,11	
1,0	0,21	
1,5	0,33	
2,0	0,45	
2,5	0,55	
3,0	0,67	



In het eerste deel van het herhaalblad heb je gezien dat de weerstand van een draad afhangt van de lengte. Hiernaast zie je 50 cm draad. De weerstand van het stuk draad is $10\ \Omega$.

Je kunt nu de spanning over het stuk PU berekenen:

$$\left. \begin{array}{l} R = 10\ \Omega \\ I = 0,5\ \text{A} \end{array} \right\} V = I \cdot R = 10 \cdot 0,5\ \text{V} = 5\ \text{V}$$

Het stuk PU is in 5 gelijke stukken verdeeld van 10 cm. Je weet dat elk stuk een weerstand heeft van $2\ \Omega$.

Je kunt nu de spanning over PQ berekenen:

$$\left. \begin{array}{l} R = 2\ \Omega \\ I = 0,5\ \text{A} \end{array} \right\} V = I \cdot R = 2 \cdot 0,5\ \text{V} = 1\ \text{V}$$

Over de stukken QR, RS, ST en TU is de spanning natuurlijk ook 1 V.

De spanning wordt verdeeld over de draad.

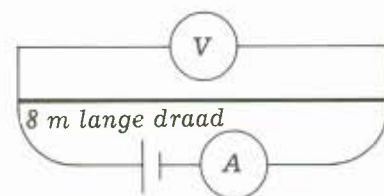
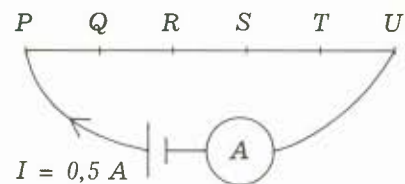
Je spreekt ook wel van spanningsdeling.

Vraag 7

De spanning over een stuk draad van 8 m bedraagt 24 V.

a. Hoeveel bedraagt de spanning over 4 m draad?

b. En over 2 m draad?



H 2 Elektriciteit en magnetisme

Magneten kun je gebruiken om spanning op te wekken. Nader je een spoel met een magneet, dan wordt er spanning in de spoel opgewekt.

In de tekening hiernaast is dat afgebeeld:

Houd je de magneet in of bij de spoel dan vertoont de voltmeter geen uitslag.

Verwijder je daarna de magneet, dan meet je tijdens het wegtrekken weer een spanning.

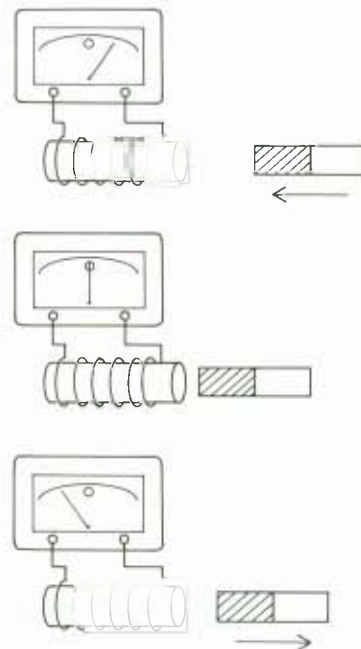
Dus:

Als het magnetisch veld rond een spoel **verandert**, wordt er in de spoel een spanning opgewekt.

Dit verschijnsel noemen we **inductie**.

De opgewekte spanning hangt af van

- de spoel:
 - a. hoe meer windingen bij dezelfde lengte hoe groter de spanning.
 - b. door een weekijzeren kern kun je de opgewekte spanning vergroten.
- de magneet:
 - a. met een sterke magneet wordt een hogere spanning opgewekt.
 - b. als je de magneet sneller naar of van de spoel af beweegt, is de opgewekte spanning groter.



Een **dynamo** is een apparaat waarmee elektrische stroom wordt opgewekt.

Het principe is eenvoudig:

een magneet draait rond tussen een 3-tal spoelen die in serie zijn geschakeld.

Vraag 1

Leg met inductie uit dat de ronddraaiende magneet een spanning in de spoelen opwekt

Vraag 2

Wat zal men met de spoelen gedaan hebben om de spanning zo hoog mogelijk te maken?

Vraag 3

Op je fiets zit een dynamo.

Waarom gaat je koplamp feller branden, wanneer je harder gaat fietsen?

De spanning die de dynamo opwekt varieert. De stroomsterkte varieert ook (in grootte en richting). We spreken daarom van wisselspanning of wisselstroom.

De dynamo die wisselstroom levert noemen we een wisselstroomdynamo.

Een transformator is een apparaat waarmee spanning en stroomsterkte omhoog of omlaag getransformeerd kunnen worden.

Hiernaast zie je een voorbeeld van een transformator.

De **primaire** spoel is de spoel die in serie staat met de spanningsbron.

De **sekundaire** spoel staat in serie met het apparaat (in ons voorbeeld een lamp).

Het aantal windingen van de spanning over en de stroomsterkte door de primaire spoel geven we aan met:

aantal windingen N_p
spanning V_p
stroomsterkte I_p

Voor de sekundaire spoel:

aantal windingen N_s
spanning V_s
stroomsterkte I_s

Vraag 4

Vul in: a. $\frac{I_p}{I_s} = \dots\dots\dots$ b. $\frac{V_p}{V_s} = \dots\dots\dots$

Vraag 5

Als N_p is groter dan N_s dan geldt:

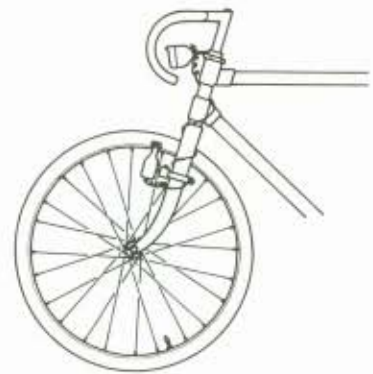
I_p is groter/kleiner dan I_s .

V_p is groter/kleiner dan V_s .

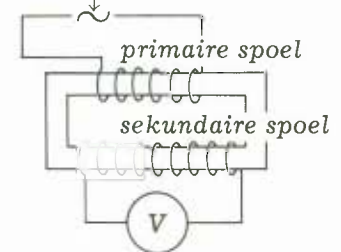
Vraag 6

Iemand sluit de primaire spoel van een transformator aan op een **gelijkspanning** van 6 V.

Hoe hoog is de spanning over de sekundaire spoel?



wisselspanningsbron



We kunnen met behulp van de formules op de vorige bladzijde berekeningen uitvoeren.
Voorbeeld:

Van een transformator is gegeven: $N_p = 200$; $N_s = 50$; $V_p = 220$ V.
Om V_s (de spanning over de sekundaire spoel) te berekenen ga je als het volgt te werk:

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}. \text{ Invullen geeft } \frac{220}{V_s} = \frac{200}{50}.$$

$$\text{Dus } \frac{220}{V_s} = 4; V_s = \frac{220}{4} = 55 \text{ V}.$$

Omdat $N_p > N_s$ wordt de spanning omlaag getransformeerd.

Vraag 7

Van een transformator weet je dat: $N_p = 1000$; $N_s = 10.000$; $V_p = 200$ V

a. Wordt de spanning omhoog of omlaag getransformeerd?

.....

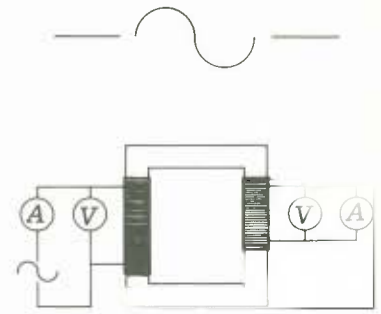
b. Bereken V_s .

.....
.....
.....

Vraag 8

Van een transformator is gegeven: $N_p = 800$, $N_s = 200$.

De stroomsterkte door de primaire spoel bedraagt: 0,05 A. Bereken: I_s .



H 3 Sommen over elektromagnetisme

We zetten in dit blad eerst de regels en formules over elektriciteit en elektromagnetisme op een rij.

Daarna ga je oefenen met sommen na een 2-tal voorbeeldsommen doorgenomen te hebben.

Overzicht van de belangrijkste regels en formules.

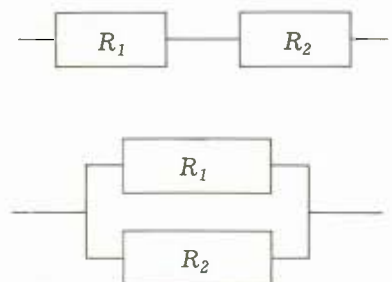
Weerstand $R = \frac{V}{I}$

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

Wet van Ohm $\frac{V}{I}$ is konstant mits R niet verandert.

Serienschakeling $R_{\text{tot}} = R_1 + R_2$
De **spanning** verdeelt zich over de weerstanden.
De **stroomsterkte** is door alle weerstanden even groot.

Parallelschakeling $\frac{1}{R_{\text{tot}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$
De **spanning** over de parallelgeschakelde weerstanden is even groot.
De **stroomsterkte** vertakt zich. Een deel gaat door de ene tak en een deel gaat door de andere tak.



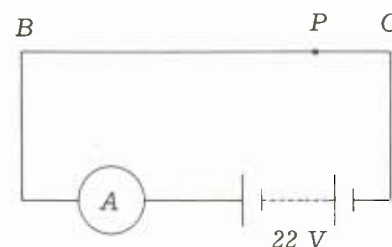
Transformator $\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$ en $\frac{I_p}{I_s} = \frac{N_s}{N_p}$

Vermogen: $I_p \cdot V_p = I_s \cdot V_s$.
(mits er geen energieverlies in de transformator optreedt).

Energie $P = V \cdot I$
 $E = P \cdot t = V \cdot I \cdot t$.

Voorbeeld 1

In figuur 5.1 is een stroomkring getekend. BC is een overal even dikke homogene draad met een konstante weerstand van 40Ω . De spanningsbron S levert een konstante spanning van 22 volt. Met de ampèremeter A meet men de stroomsterkte in de stroomkring. De weerstand in de toevoerdraden en de ampèremeter wordt verwaarloosd. Zie figuur 5.1.



figuur 5.1

- a. Welke waarde zal de ampèremeter aangeven in de situatie van figuur 5.1?

De lengte van de draad BC is 100 cm. Men kiest op BC een punt P, zodat de weerstand van PC 10Ω is.

- b. 1. Bereken de afstand tussen B en P.
2. Bereken de spanning over het draadstuk BP.

Uitwerking onderdeel a.

Gegeven: $R_{BC} = 40 \Omega$ $R_{(\text{andere draden})} = 0 \Omega$.
 $V = 22 \text{ V}$.

Gevraag: I

Oplossing:

Formule: $R = \frac{V}{I}$ $\left\{ \begin{array}{l} V = 22 \text{ V} \\ R_{BC} = 40 \Omega \end{array} \right. \Rightarrow 40 = \frac{22}{I} \Rightarrow I = \frac{22}{40} \text{ A} = 0,55 \text{ A}$.

(Voor dit korte onderdeel hebben we géén tekening gemaakt).

Uitwerking onderdeel b:

Gegeven: (zie onderdeel a)

$R_{BC} = 40 \Omega$

$V = 22 \text{ V}$

$I = 0,55 \text{ A}$ (dat heb je berekend).

(nieuwe gegevens):

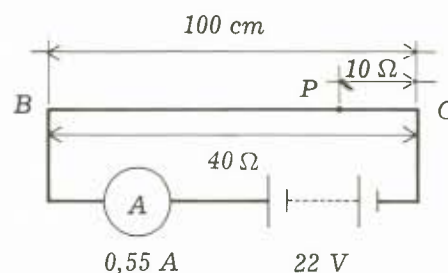
$l_{BC} = 100 \text{ cm}$

$R_{PC} = 10 \Omega$

- Gevraagd: 1. l_{BP}
2. V_{BP}

Oplossing:

We maken eerst een tekening en zetten de gegeven er in.



Formules:

1. $R = \rho \frac{l}{A} \Rightarrow$ de weerstand is evenredig met de lengte van de draad.

2. $V = I \cdot R$.

Berekening:

1

$R_{BP} = (40 - 10) \Omega = 30 \Omega$

$R_{PC} = 10 \Omega$

R_{BP} is dus 3x zo groot als R_{PC} . Dus is het stuk draad ook 3x zo lang.

Daarom: $l_{BP} = 75 \text{ cm}$ en $l_{PC} = 25 \text{ cm}$.

Berekenen we de lengte met een stukje wiskunde:

stel $l_{PC} = x$. Dan $l_{BP} = 3x$ (3 keer zo lang).

Nu geldt: $x + 3x = 100 \text{ cm} \Rightarrow x = 25 \text{ cm}$

$$\left. \begin{array}{l} R = \frac{V}{I} \\ R_{BP} = 30 \Omega \\ I = 0,55 \text{ A} \end{array} \right\} \quad 30 = \frac{V}{0,55} \Rightarrow V = 30 \cdot 0,55 \text{ V} = 16,5 \text{ V}.$$

Voorbeeld 2

Een transformator is via de primaire spoel verbonden met het lichtnet. In de sekundaire keten is een smeltveiligheid (F), een ampèremeter (A) en twee lampjes (L_1 en L_2) opgenomen.

De netspanning bedraagt 220 V; de sekundaire spanning is 44 V.

De ampèremeter wijst 4,0 A aan; de weerstand van L_1 en L_2 bedraagt 20Ω .

- Bereken de stroomsterkte in de primaire spoel.
- Wat is het vermogen van L_1 in deze situatie?

Uitwerking a.

Gegeven: $V_p = 220 \text{ V}$

$V_s = 44 \text{ V}$

$I_s = 4,0 \text{ A}$

$R_{L_1} = 20 \Omega$

$R_{L_2} = 20 \Omega$

Gevraagd: I_p

Oplossing:

We maken eerst een tekening en zetten daarin de gegevens:

Formules/Regels:

$$\frac{I_p}{I_s} = \frac{N_s}{N_p} \text{ en } I_p \cdot V_p = I_s \cdot V_s$$

Berekening:

Niet gegeven zijn $\frac{N_s}{N_p}$, dus gaan we met de tweede formule aan de slag.

$$\left. \begin{array}{l} I_p V_p = I_s V_s \\ I_p = ? \\ V_p = 220 \text{ V} \\ I_s = 4,0 \text{ A} \\ V_s = 44 \text{ V} \end{array} \right\} \quad \begin{array}{l} I_p \cdot 220 = 4,0 \cdot 44 \Rightarrow \\ I_p = \frac{176}{220} \text{ A} = 0,8 \text{ A} \end{array}$$

Uitwerking b.

Gegevens: (zie onderdeel a).

(nieuw) $I_p = 0,8 \text{ A}$.

Gevraagd: P_{L_1} (het vermogen van L_1)

Oplossing:

We maken geen nieuwe tekening omdat er niets veranderd is.

Formules/Regels:

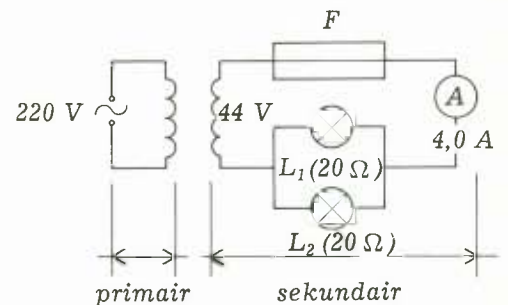
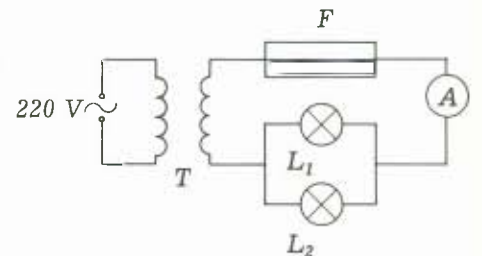
$P = V \cdot I$. Je weet echter V en I over en door de lampen niet.

R is wel gegeven en $I_{\text{hoofdketen}}$ ook.

Je maakt dus verder gebruik van:

- hoofdstroom vertakt zich

- $V = I \cdot R$.



Berekening:

De stroom verdeelt zich over de 2 lampen. Door elk gaat 2,0 A (ze hebben dezelfde weerstand).

$$\left. \begin{array}{l} V = I \cdot R \\ I = 2,0 \text{ A} \\ R_{L_1} = 20 \Omega \end{array} \right\} \quad V_{L_1} = 40 \text{ V}$$

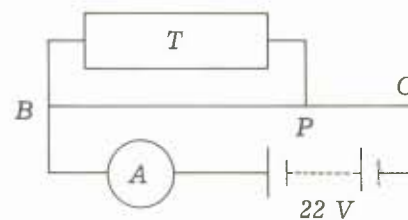
$$\left. \begin{array}{l} P = V \cdot I \\ V = 40 \text{ V} \\ I = 2,0 \text{ A} \end{array} \right\} \quad P = 80 \text{ W.}$$

Ga nu zelf aan de slag met de volgende opgaven:

3

Deze opgave is het vervolg van voorbeeld 1. Je hebt dus alle gegevens van die opgave nodig. Gebruik dus bij deze opgave de uitwerking van dat voorbeeld.

Men heeft de beschikking over een elektrisch toestel T. Het toestel werkt juist goed, als het wordt aangesloten zoals is aangegeven in figuur 5.2. Op de ampèremeter leest men nu een stroomsterkte af van 1,0 A. Zie figuur 5.2.



figuur 5.2

- c. Bereken de spanning tussen de punten B en P door het aansluiten van T veranderd is.
- d. Toon door berekening aan, dat de weerstand van toestel T 20Ω bedraagt.

4

Deze opgave is het vervolg van voorbeeld 2. Je hebt alle gegevens van die opgave nodig. Gebruik voor deze opgave de uitwerking van dat voorbeeld.

- c. Bereken de weerstand van de smeltveiligheid F.
- d. Als lampje L_1 uitvalt, is er dan een kans dat de smeltveiligheid doorbrandt? Licht je antwoord toe.

H 1 Antwoordblad

1

$$R = 0,26 \Omega$$

2

$$R = 2,6 \Omega$$

3

..... ook 2 x zo groot.

..... 2 keer zo klein.

4

$$\rho = 0,18 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$l = 0,75 \text{ m}$$

$$A = 0,1 \text{ mm}^2$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} = 0,18 \cdot \frac{0,75}{0,1} \Omega = 1,35 \Omega$$

Denk erom: l moet in meter.

5

$$R = 3,4 \Omega$$

$$l = 8,0 \text{ m}$$

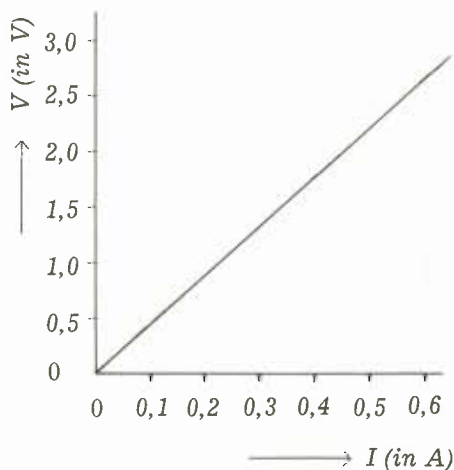
$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} \Leftrightarrow 3,4 = \rho \cdot \frac{8,0}{0,1} \Rightarrow$$

$$A = 0,1 \text{ mm}^2$$

$$3,4 = \rho \cdot 80 \Rightarrow \rho = \frac{3,4}{80} = 0,04 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}.$$

6

V (in V)	I (in A)	R (in Ω)
0,5	0,11	4,5
1,0	0,21	4,7
1,5	0,33	4,5
2,0	0,45	4,4
2,5	0,55	4,5
3,0	0,67	4,5



c. De weerstand varieert nauwelijks. De verschillen zijn waarschijnlijk te wijten aan de (on)nauwkeurigheid van de meting.

7

a. 12 V

b. 6 V

H 2 Antwoordblad

1

Doordat de magneet draait, verandert voortdurend het magnetisch veld in de spoelen. Daardoor ontstaat er over de spoelen een spanning.

2

Men zal de spoelen van een weekijzeren kern voorzien en het aantal windingen zo groot mogelijk kiezen, zonder de spoel langer te maken.

3

Als je harder gaat fietsen draait je wiel en dus ook de magneet in de dynamo sneller rond.

De opgewekte spanning wordt daardoor hoger.

4

$$a. \frac{I_p}{I_s} = \frac{N_s}{N_p}$$

$$b. \frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

5

I_p is kleiner dan I_s .

V_p is groter dan V_s .

6

0 V. Bij gelijkspanning verandert het magnetisch veld van de primaire spoel niet. Er wordt dus ook geen spanning in de sekundaire spoel opgewekt.

7

a. De spanning wordt omhoog gestransformeerd want $N_p < N_s$.

$$b. \frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} \text{ dus } \frac{200}{V_s} = \frac{1000}{10000}$$

$$\frac{200}{V_s} = 0,1 \Rightarrow V_s = \frac{200}{0,1} = 2000 \text{ V.}$$

8

$$\frac{I_p}{I_s} = \frac{N_s}{N_p} \text{ Dus: } \frac{0,05}{I_s} = \frac{200}{800}$$

$$\frac{0,05}{I_s} = 0,25 \Rightarrow I_s = \frac{0,05}{0,25} = 0,20 \text{ A.}$$

H 3 Antwoordblad

3

c. Gegeven: $V = 22 \text{ V}$

$$I = 1,0 \text{ A}$$

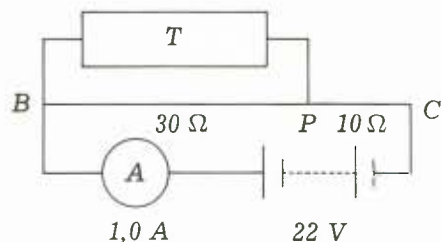
$$R_{BP} = 30 \Omega$$

$$R_{PC} = 10 \Omega$$

Gevraagd: Is V_{BP} veranderd?

Oplossing:

Tekening en gegevens:



Regels/formules:

in b2 van voorbeeld 1 heb je V_{BP} berekend, voor de vorige situatie en V_{BP} was toen gelijk aan 16,5 V.

We kunnen in de nieuwe situatie V_{BP} uitrekenen door gebruik te maken van:

$$V_{BP} + V_{PC} = V_{BC}$$

Berekening:

$$V_{BC} = 22 \text{ V}$$

$$\left. \begin{array}{l} V = I \cdot R \\ R_{PC} = 10 \Omega \\ I_{PC} = 1,0 \text{ A} \end{array} \right\} V_{PC} = 10 \text{ V}$$

$$\text{Dus } V_{BP} = 12 \text{ V.}$$

De spanning wordt kleiner.

(Je kunt ook als volgt redeneren:

het apparaat T verkleint de weerstand van het stuk tussen BP.

Daardoor gaat er naar verhouding een grotere spanning staan over PC).

d. Gegeven: (zie onderdeel c)

(nieuw) $V_{BC} = 12 \text{ V}$.

Gevraagd: $R_T = 20 \Omega$?

Oplossing:

Regels/formules

$V_{BP} = 12 \text{ V}$; met behulp van $V = I \cdot R$ kun je R berekenen. I bereken je door gebruik te maken van de eigenschap van parallelschakeling: stroom vertakt zich.

De stroom door tak BP bepaal je met $V = I \cdot R$.

Berekening:

$$\left. \begin{array}{l} V_{BP} = 12 \text{ V} \\ R_{BP} = 30 \Omega \end{array} \right\} I_{BP} = \frac{12}{30} \text{ A} = 0,4 \text{ A}.$$

$$I_T + I_{BP} = 1,0 \text{ A} \Rightarrow I_T = 0,6 \text{ A}$$

$$\left. \begin{array}{l} I_T \cdot R_T = V_{BP} \\ I_T = 0,6 \text{ A} \end{array} \right\} 0,6 \cdot R_T = 12 \Rightarrow$$

$$\left. \begin{array}{l} V_{BP} = 12 \text{ V} \end{array} \right\} R_T = \frac{12}{0,6} \Omega = 20 \Omega.$$

4

c. Gegeven: (zie onderdeel a en b).

$V_p = 220 \text{ V}$

$I_p = 0,8 \text{ A}$ (berekend in a).

$V_s = 44 \text{ V}$

$I_s = 4,0 \text{ A}$

$R_{L1} = R_{L2} = 20 \Omega$

$P_{L1} = 80 \text{ W}$ (berekend in b).

Gevraagd: R_F (de weerstand van de smeltveiligheid).

Oplossing:

Regels/formules:

Je maakt gebruik van $V = I \cdot R$

I is gegeven.

V kun je bepalen uit $V_s = 44 \text{ V}$

$V_{L1} = 40 \text{ V}$ (heb je berekend bij b).

$$\left. \begin{array}{l} \text{Berekening } V_s = 44 \text{ V} \\ V_{L1} = 40 \text{ V} \\ I = 4,0 \text{ A} \end{array} \right\} \begin{array}{l} V_F = V_s - V_{L1} = 44 - 40 = 4 \text{ V}. \\ 4 = 4,0 \cdot R_F \Rightarrow R_F = 1 \Omega. \end{array}$$

d. Gegeven: L_1 valt uit; $R_F = 1 \Omega$

Gevraagd: brandt F door?

Oplossing:

tekening: zie c.

Regels/formules:

$$R_{TOT} = R_F + R_{L2}.$$

$$V = I \cdot R$$

als $I_s > 4,0 \text{ A}$ kans op doorbranden.

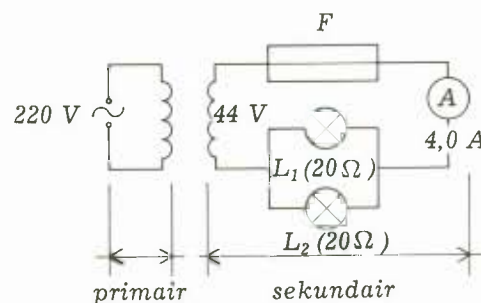
$I_s < 4,0 \text{ A}$ geen kans op doorbranden.

Berekening:

$$\left. \begin{array}{l} R_{TOT} = 1 \Omega + 20 \Omega = 21 \Omega \\ V_s = 44 \text{ V} \end{array} \right\} I_s = \frac{44}{21} \text{ A} = 2,1 \text{ A (afgerond)}$$

Dus $I_s < 4,0 \text{ A}$ en dus brandt de veiligheid niet door.

Tekening met gegevens:



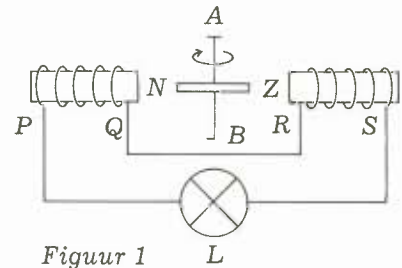
165 Oefenen met examensommen blok 22

1

Een dynamo bestaat uit een permanente magneet, die om een as AB kan draaien tussen twee spoelen PQ en RS. Deze spoelen bestaan uit geïsoleerd koperdraad en bevatten elk een weekijzeren kern.

Op deze dynamo is een lampje L aangesloten. Zie fig. 1.

Als de magneet met voldoende snelheid wordt rondgedraaid, gaat het lampje branden.



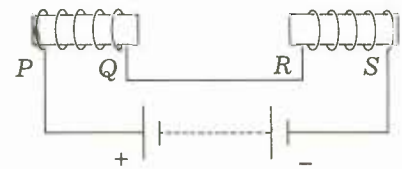
Figuur 1

- a. Verklaar, dat de dynamo elektrische stroom levert.

Bij een bepaald toerental levert de dynamo een vermogen van 3 W bij een spanning van 6 V.

- b. Bereken bij dit toerental de stroomsterkte door het lampje.
c. Bereken de energie, die de dynamo nu in 10 minuten levert.

De permanente magneet wordt nu uit de dynamo verwijderd en het lampje L wordt vervangen door een gelijkspanningsbron. P wordt aangesloten op de positieve pool van de spanningsbron, S op de negatieve pool. Zie fig. 2.



Figuur 2

- d. Welke magnetische pool ontstaat nu bij Q?

(Dit is een aangepaste opgave).

2

Op een lamp staat vermeld: 6 V, 15 W.

- a. Dat betekent:

1. als de lamp brandt, is de spanning over de lamp 6 volt en is het in de lamp ontwikkelde vermogen 15 watt;
2. als de lamp brandt, is de spanning over de lamp 6 volt en is het in de lamp ontwikkelde vermogen 15 watt per seconde;
3. als de spanning over de lamp 6 volt bedraagt, is het in de lamp ontwikkelde vermogen 15 watt;
4. als de spanning over de lamp 6 volt bedraagt, is het in de lamp ontwikkelde vermogen 15 watt per seconde.

Kies het juiste antwoord en licht de keuze toe.

Iemand wil deze lamp aansluiten op een spanningsbron die een konstante spanning van 24 volt levert. Hij sluit daartoe de lamp in serie met een extra weerstand op de spanningsbron aan. De weerstand van de verbindingsdraden is te verwaarlozen.

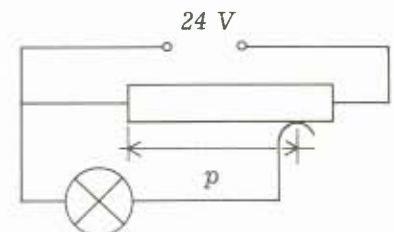
- b. Bereken hoe groot deze extra weerstand moet zijn opdat de spanning over de lamp 6 volt is.
c. Bereken het aantal joule dat de spanningsbron per seconde aan de stroomkring levert.

In plaats van de vaste extra weerstand kan hij ook een schuifweerstand gebruiken en de schakeling, die hiernaast getekend is, toepassen. De grootte van p is zo bepaald dat de spanning over de lamp 6 volt is.

- d. Het aantal joule dat de spanningsbron, in de getekende situatie weergegeven, aan de stroomkring levert is:

1. meer dan het te berekenen aantal joule in vraag c;
2. minder dan het berekenen aantal joule in vraag c;
3. gelijk aan het te berekenen aantal joule in vraag c.

Kies het juiste antwoord en licht de keuze toe.



Antwoordblad

Extra stof 165

1

a. Door het wisselende magnetische veld wordt een inductie spanning in de spoelen opgewekt.

b. $3 = 6 \cdot I \iff I = 0,5 \text{ A}$

c.
$$\left. \begin{array}{l} E = P \cdot t \\ P = 3 \text{ W} \\ t = 600 \text{ s} \end{array} \right\} E = 3 \cdot 600 \text{ J} = 1800 \text{ J}$$

d. Zuidpool

2

a. 3 is juist

b. Je weet $V_L = 6 \text{ V} \Rightarrow V_R = 18 \text{ V}$.

$$\left. \begin{array}{l} I_L = P_L / V_L \\ I_L = \frac{15}{6} \text{ A} = 2,5 \text{ A} \Rightarrow I_T = 2,5 \text{ A} \end{array} \right\} R = \frac{18}{2,5} = 7,2 \Omega$$

c. Gevraagd: aantal Joule per s = vermogen

$$\left. \begin{array}{l} P = V \cdot I \\ V = 18 + 6 = 24 \text{ V} \\ I = 2,5 \text{ A} \end{array} \right\} P = 24 \cdot 2,5 = 60 \text{ W}$$

d. Over de lamp staat 6 V. Er gaat dus 2,5 A door.

Door het parallelgeschakelde deel van de schuifweerstand loopt ook een deel van de stroom.

Dus: $I_{\text{totaal}} > 2,5 \text{ A}$.

Maar dan: $P > 24 \cdot 2,5 \text{ W}$, dus $P > 60 \text{ W}$.

Dus antwoord 1 is juist.

