

# Blok 3 Elektriciteit maken en gebruiken

## INHOUD

	<b>PRACTICUM</b>
	<b>INLEIDING</b>
<b>P0</b>	<b>HERHALING</b>
<b>P1</b>	<b>ELEKTRICITEIT OPWEKKEN</b>
<b>P2</b>	<b>DE WEERSTAND VAN EEN SNOER</b>
<b>P3</b>	<b>HET TRANSPORT VAN ELEKTRICITEIT</b>
<b>P4</b>	<b>TRANSFORMEREN</b>
<b>P5</b>	<b>ELEKTRICITEIT GEBRUIKEN</b>
<b>P6</b>	<b>ELEKTRISCH REGELEN</b>

	<b>BASISSTOF</b>
<b>TW0</b>	<b>ELEKTRICITEIT</b>
<b>TW1</b>	<b>ELEKTRICITEIT OPWEKKEN</b>
<b>TW2</b>	<b>DE WEERSTAND VAN EEN SNOER</b>
<b>TW3</b>	<b>HET TRANSPORT VAN ELEKTRICITEIT</b>
<b>TW4</b>	<b>TRANSFORMEREN</b>
<b>TW5</b>	<b>ELEKTRICITEIT GEBRUIKEN</b>
<b>TW6</b>	<b>ELEKTRISCH REGELEN</b>

	<b>HERHAALSTOF</b>
<b>H1</b>	<b>BEGRIPPEN IN DIT BLOK</b>
<b>H2</b>	<b>WEERSTAND</b>
<b>H3</b>	<b>INDUCTIE</b>
<b>H4</b>	<b>OEFENEN MET EXAMENOPGAVEN</b>

## EXTRASTOF ONDERZOEK AAN VERSCHILLENDE WEERSTANDEN

## TIJDSINDELING

<b>P0, T0, W0</b>	1 lesuur
<b>P1, T1, W1</b>	2 lesuren
<b>P2, T2, W2</b>	2 lesuren
<b>P3, T3, W3</b>	1 lesuur
<b>P4, T4, W4</b>	2 lesuren
<b>P5, T5, W5</b>	2 lesuren
<b>P6, T6, W6</b>	2 lesuren
<b>D-toets</b>	1 lesuur
<b>H-stof</b>	2 lesuren
<b>E-toets</b>	1 lesuur
<b>Totaal</b>	16 lesuren

## ALGEMEEN

Blok 3 is het laatste blok over elektriciteit. Aan de orde komen (behalve herhaling) inductie en transformeren. Uit het examenprogramma komen in dit blok de volgende eindtermen aan de orde: 1, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15 en 23.

## BIJ BLOK 3

### P0

Herhaling van de wet van Ohm en van eenvoudige schakelingen. De leerlingen meten spanning en stroomsterkte in serie- en parallelschakeling.

Benodigd materiaal (per groepje leerlingen):  
snoertjes, weerstanden:  $R_1 = 100 \Omega$  en  $R_2 = 150 \Omega$ ,  
spanningsbron, spanningsmeter en stroommeter

## BIJ BLOK 3

### P1

Aan de hand van een dynamo wordt gekeken hoe elektriciteit opgewekt wordt. Onderzocht wordt waar inductie van afhangt. De proefjes kunnen door de leerlingen zelf gedaan worden. Als het materiaal een probleem vormt, kunnen de proefjes ook als demonstratie gedaan worden.

Benodigd materiaal:

Proef 1: per opstelling: een dynamo die uit elkaar gehaald kan worden, magneet

Proef 2, 3 en 4: per opstelling: gevoelige stroommeter, 2 magneten, 2 spoelen met een verschillend aantal windingen, een kern, een draaitafeltje

Proef 5: per opstelling: dynamo aan (fiets)wiel, oscilloscoop

*Tip:* Maak van statiefmateriaal, een voorvork, een voorwiel en een dynamo een opstelling waarbij de werking van de dynamo eenvoudig te demonstreren valt.

### BIJ BLOK 3

#### P2

Onderzoeken waar de weerstand van een draad van afhangt. Alle proeven kunnen door de leerlingen zelf gedaan worden.

Benodigd materiaal (per groepje leerlingen):

- constantaandraad van verschillende diktes (eventueel de draad verschillende keren tussen de stekkerbussen spannen) en lengte minstens 150 cm
- koperdraad minstens 50 cm
- ijzerdraad minstens 50 cm
- een spanningsbron (1,5 V)
- een spanningsmeter
- een stroommeter
- een plankje (50 cm met maatverdeling) met twee stekkerbussen waartussen je een draad van 50 cm kunt spannen; als je langere draden gebruikt, wind je deze om de draadhouder op het plankje; de windingen mogen elkaar niet raken!

### BIJ BLOK 3

#### P3

Onderzoeken dat transport van elektriciteit bij hogere spanning minder verliezen oplevert. Alle proefjes kunnen door de leerlingen zelf gedaan worden.

Benodigd materiaal (per groepje leerlingen):

Proef 1: spanningsbron, weerstand van  $10\ \Omega$ ,

3 lampjes, stroommeter, spanningsmeter

Proef 2: transformator (bijv. primaire spoel

300 windingen, secundaire spoel 600 windingen),

wisselspanningsbron, stroommeter, spanningsmeter

voor wisselspanning

### BIJ BLOK 3

#### P4

De werking van een transformator.

Proef 1, 2 en 3 kunnen kan door de leerlingen zelf gedaan worden; proef 4 moet gedemonstreerd worden.

Benodigd materiaal:

Proef 1, 2 en 3: wisselspanningsbron, gelijkspanningsbron (batterij), een (week)ijzeren kern, 2 spoelen van 300 windingen en één spoel van 600 windingen, stroommeter, spanningsmeter voor wisselspanning

Proef 4: spoel 500 windingen, spoel met enkele windingen, waar spijker tussen geklemd kan worden (aansluiten op 220 V)

### BIJ BLOK 3

#### P5

Serie- en parallelschakelingen nog eens bekijken.

Gemeten worden stroomsterkte en spanning.

Weerstand en vermogen worden berekend.

Proef 1 en 2 zijn een herhaling van de metingen van P0. Deze metingen kunnen gewoon overgenomen worden. De leerlingen kunnen deze proeven zelf doen.

Benodigd materiaal (per groepje leerlingen):

snoertjes, weerstanden:  $R_1 = 100\ \Omega$  en  $R_2 = 150\ \Omega$ , spanningsbron, spanningsmeter en stroommeter

### BIJ BLOK 3

#### P6

Aanpassen van spanning. Schuifweerstand en spanningsdeler.

De leerlingen kunnen deze proeven zelf doen.

Benodigd materiaal:

Proef 1: schuifweerstand ( $30\ \Omega$ )

Proef 2, 3 en 5: schuifweerstand ( $30\ \Omega$ ), schakelaar, spanningsbron, spanningsmeter, lampje, snoertjes

### BIJ BLOK 3

#### T0

Herhaling van eenvoudige schakelingen. Serie, parallel. Wet van Ohm. Elektrische stroom en magnetisme. In het werkblad wordt aandacht besteed aan het opzoeken van gegevens in het informatieboekje.

### BIJ BLOK 3

#### T1

Voor het opwekken van elektriciteit kun je een dynamo gebruiken. De dynamo zorgt voor een inductiespanning. Dit wordt op de oscilloscoop bekeken.

Wisselspanning.

Een dynamo maakt van bewegingsenergie elektrische energie.

### BIJ BLOK 3

#### T2

De weerstand van een draad en soortelijke weerstand worden behandeld.

### BIJ BLOK 3

#### T3

Transport van elektriciteit bij hogere spanning wordt doorgerekend.

### **BIJ BLOK 3**

#### **T4**

De transformator wordt uitgelegd. Er worden voorbeelden gegeven van het rekenen met transformatorformules. Kort aandacht voor het gebruik van transformatoren.

### **BIJ BLOK 3**

#### **T5**

Schakelingen in huis. Serieschakeling en parallelschakeling. Nu ook met vervangingsweerstand.

### **BIJ BLOK 3**

#### **T6**

Spanning regelen met een schuifweerstand. Als variabele weerstand en als spanningsdeler.

### **BIJ BLOK 3**

#### **H1**

De begrippen van blok 3 worden nog eens op een rijtje gezet. Daarna volgen 7 vragen.

### **BIJ BLOK 3**

#### **H2**

Berekeningen met weerstand. Wet van Ohm, bijzondere weerstanden, weerstand van een snoer, spanningsdeler. Korte theorie, afgewisseld met vragen.

### **BIJ BLOK 3**

#### **H3**

Inductie wordt herhaald. Daarna wordt dit toegepast in de transformator. Theorie en vragen.

### **BIJ BLOK 3**

#### **H4**

Oefenen met examenopgaven, die gaan over elektriciteit en magnetisme.

# Samenvattingen

## SAMENVATTING T0

grootheid	symbool	eenheid	symbool
spanning	$U$	volt	V
stroomsterkte	$I$	ampère	A
weerstand	$R$	ohm	$\Omega$

Voor een *serieschakeling* van  $R_1$  en  $R_2$  geldt:

$$U_{\text{bron}} = U_1 + U_2$$

$$I_{\text{bron}} = I_1 = I_2 \text{ (} I \text{ is overal hetzelfde)}$$

$$R_v = R_1 + R_2$$

Voor een *parallelschakeling* van  $R_1$  en  $R_2$  geldt:

$$U_{\text{bron}} = U_1 = U_2$$

$$I_{\text{bron}} = I_1 + I_2$$

$$\frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

De wet van Ohm luidt:

$$R = \frac{U}{I}$$

Een elektromagneet is een spoel (meestal met een kern) waar een elektrische stroom doorheen loopt. Hierdoor wordt de spoel een magneet.

## SAMENVATTING T1

Als een magneet beweegt in of bij een spoel, ontstaat er een spanning over de uiteinden van de spoel. Dit is de inductiespanning.

De inductiespanning hangt af van:

- de snelheid van de bewegendende magneet;
- het aantal windingen van de spoel;
- de sterkte van de magneet;
- of er wel of geen kern in de spoel zit.

Twee toepassingen van het opwekken van inductiespanning vind je in een dynamo en een generator.

## SAMENVATTING T2

De weerstand van een draad hangt af van:

- de lengte  $l$ ;
- de doorsnede  $A$ ;
- de soortelijke weerstand  $\rho$ ;
- de temperatuur  $T$ .

De weerstand van een draad bereken je met de formule:

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

Hierin is  $\rho$  de soortelijke weerstand. De soortelijke weerstand kun je opzoeken in je informatieboekje. De soortelijke weerstand hangt af van het materiaal van de draad.

Als de temperatuur van de draad stijgt, wordt meestal de soortelijke weerstand groter. Uitzonderingen: constantaan:  $\rho$  blijft even groot als de temperatuur verandert; NTC:  $\rho$  wordt kleiner als de temperatuur hoger wordt.

## SAMENVATTING T3

Om elektriciteit met zo weinig mogelijk verlies te transporteren kan men het beste een hoge spanning gebruiken.

Belangrijke formules:

$$U = I \cdot R$$

$$P = U \cdot I$$

## SAMENVATTING T4

Een transformator werkt alleen op wisselspanning.

Voor een ideale transformator (zonder verliezen) geldt:

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{U_p}{U_s}$$

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

$$U_p \cdot I_p = U_s \cdot I_s \text{ (korter: } P_p = P_s \text{)}$$

Toepassingen van transformatoren:

- transport van elektriciteit;
- veiligheidstoepassingen (bijv. in een speelgoedtrein).

## SAMENVATTING T5

Je moet van twee soorten schakelingen de vervangingsweerstand kunnen berekenen:

$$\text{serieschakeling: } R_v = R_1 + R_2$$

$$\text{parallelschakeling: } \frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Voor de spanning  $U$  moet je kijken welk deel van de schakeling verbonden is met de + en welk deel verbonden is met de -.

$$\text{serieschakeling: } U_{\text{bron}} = U_1 + U_2$$

$$\text{parallelschakeling: } U_{\text{bron}} = U_1 = U_2$$

De stroomsterkte moet je volgen van + naar -. Is er een splitsing, dan verdeelt de stroom zich over beide takken.

$$\text{parallelschakeling: } I_{\text{bron}} = I_1 + I_2$$

In een serieschakeling zijn geen splitsingen, dus daar-in is de stroomsterkte overal gelijk.

$$\text{serieschakeling: } I_{\text{bron}} = I_1 = I_2$$

### **SAMENVATTING T6**

Een variabele weerstand is een weerstand waarvan je de waarde kunt veranderen.  
Bij een spanningsdeler zet je de spanning van de bron over de hele weerstand, maar je gebruikt maar een deel van de spanning.

### ANTWOORDEN BLOK 3

#### P0

- 2 **c**  $U_1 + U_2 = U$   
**e**  $I_1 = I_2 = I$   
**f** In een serieschakeling wordt de spanning *verdeeld* over de weerstanden.  
In een serieschakeling is de stroomsterkte door de weerstanden *even groot*.
- 3 **c**  $U_1 = U_2 = U$   
**e**  $I_1 + I_2 = I$   
**f** In een parallelschakeling is de spanning over de weerstanden *even groot*.  
In een parallelschakeling verdeelt de stroomsterkte zich *over de weerstanden*.

### ANTWOORDEN BLOK 3

#### P1

- 1 **b** Magneet (draait rond); kern (vast); spoel (vast); behuizing (vast); aanloopwiel (draait); as (draait).  
**c** Bewegingsenergie wordt elektrische energie.  
**e** Dan kan de magneet ronddraaien.  
**f** Afwisselend; N-pool, Z-pool, N-pool, Z-pool.
- 3 **c** Als er een kern in de spoel zit, is de stroom groter.  
**d** Met twee magneten is de stroom groter.
- 4 **a** De meter krijgt een heen- en weergaande uitslag.  
**b** De magneet draait rond → wisselend veld in de spoel → wisselspanning uit de dynamo.
- 5 **a** Bergen en dalen.  
**b** De bergen en dalen worden breder en lager  
**c** De magneet draait langzamer rond. Daardoor zijn er per seconde minder bergen en dalen. Het magneetveld in de spoel verandert daardoor minder snel. Hierdoor ontstaat een kleinere inductiespanning.

### ANTWOORDEN BLOK 3

#### P2

- 2 **e** Hoe langer de draad, hoe groter de weerstand.
- 3 **c** Hoe dikker de draad, hoe kleiner de weerstand.
- 4 **b** De weerstand is ook afhankelijk van de lengte en de dikte.  
**c** Koper; dezelfde lengte en doorsnede heeft een kleinere weerstand, dus minder verliezen.  
**d** Nee; dit hangt af van de verschillen in dikte en lengte van de draden.

- 5 **k** Bij ijzer neemt de weerstand toe bij een hogere temperatuur; bij constantaan niet.

- 6 **a** Hoe langer de draad, hoe *groter* de weerstand.  
**b** Hoe dikker de draad, hoe *kleiner* de weerstand.  
**c** Hoe hoger de temperatuur van een draad van ijzer, hoe *groter* de weerstand.  
**d** De weerstand van een draad hangt *wel* af van het soort materiaal.

### ANTWOORDEN BLOK 3

#### P3

- 1 **h** Als je meer stroom gebruikt, wordt de spanning kleiner. Je hebt veel verlies in de kabels
- 3 Bij een hogere spanning zijn de verliezen kleiner

### ANTWOORDEN BLOK 3

#### P4

- 1 **a** Vrijwel niets. Alleen bij het in- en uitschakelen een minimale uitslag op spannings- en stroommeter.  
**c** Grotere uitslag.  
**d** Nog grotere uitslag.  
**e** Een heen- en weergaande uitslag op spannings- en stroommeter.
- 2 **d** Hoe kleiner het aantal secundaire windingen, hoe kleiner *de spanning over de secundaire spoel*.  
**e** Hoe kleiner het aantal secundaire windingen, hoe groter *de stroomsterkte door de secundaire spoel*.  
**f** Deze transformator kun je gebruiken om een lagere spanning te maken.
- 3 **b** Hoe groter het aantal secundaire windingen, hoe kleiner *de stroomsterkte in de secundaire spoel*.  
**c** Hoe groter het aantal secundaire windingen, hoe groter *de spanning in de secundaire spoel*.  
**d** Deze transformator kun je gebruiken om een hogere spanning te maken.

### ANTWOORDEN BLOK 3

#### P5

- 1 **e** De vervangingsweerstand is kleiner dan  $R_1$  en kleiner dan  $R_2$ .  
**j** Als je het vermogen van  $R_1$  en  $R_2$  optelt, *dan heb je het vermogen van de bron*.
- 2 Conclusies:  
**a**  $U_{\text{bron}} = U_1 = U_2$   
**b**  $I_{\text{bron}} = I_1 + I_2$   
**c**  $1/R_v = 1/R_1 + 1/R_2$   
**d**  $P_{\text{bron}} = P_1 + P_2$



- 3 **e** De vervangingsweerstand is gelijk aan  $R_1 + R_2$ .  
**j** Als je het vermogen van  $R_1$  en  $R_2$  optelt, dan heb je het vermogen van de bron.
- 4 Conclusies:  
**a**  $U_{\text{bron}} = U_1 + U_2$   
**b**  $I_{\text{bron}} = I_1 = I_2$   
**c**  $R_v = R_1 + R_2$   
**d**  $P_{\text{bron}} = P_1 + P_2$

### ANTWOORDEN BLOK 3

#### P6

- 1 Als je de schuifweerstand tussen 3 en 4 aansluit, moet de stroom door de hele draad. Je gebruikt de hele weerstand. Sluit je tussen 1 en 3 (of 4) of tussen 2 en 3 (of 4) aan, dan moet de stroom door een deel van de draad. Je gebruikt dan een deel van de weerstand.
- 2 **e** Tussen 1 en 3 (of 4) of tussen 2 en 3 (of 4).
- 3 **c** Hoe groter de weerstand van de schuifweerstand, hoe kleiner de stroomsterkte. En dus hoe kleiner de spanning over het lampje.
- 4 **a** Voor het regelen van de stroomsterkte.  
**b** Je kunt de stroomsterkte door een onderdeel van de schakeling aanpassen.  
**c** De weerstand wordt warm; er gaat energie verloren.
- 6 **a** Het regelen van de spanning over een apparaat.  
**b** Je kunt een te hoge spanning aanpassen.  
**c** De schuifweerstand wordt warm; er gaat weer energie verloren.

### ANTWOORDEN BLOK 3

#### W0

1 **a**

grootheid	symbool	eenheid	symbool
elektrische spanning	$U$	volt	V
elektrische stroom	$I$	ampère	A
elektrische weerstand	$R$	ohm	$\Omega$
energie	$E$	joule	J
vermogen	$P$	watt	W (= J/s)

**b** formules:

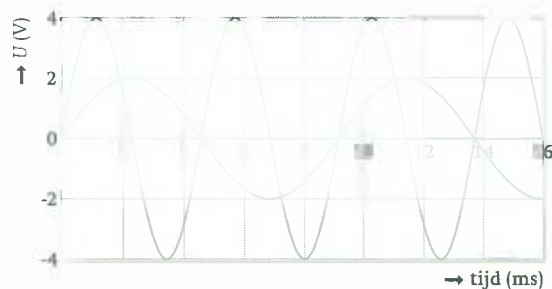
- wet van Ohm  $U = I \cdot R$
- vermogen  $P = U \cdot I$
- energie  $E = P \cdot t$
- $U_{\text{bron}} = U_1 + U_2$
- $I_{\text{bron}} = I_1 = I_2$  ( $I$  is overal hetzelfde)
- $R_v = R_1 + R_2$
- $U_{\text{bron}} = U_1 = U_2$
- $I_{\text{bron}} = I_1 + I_2$
- $\frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

- 2 **a**  $U = I \cdot R \rightarrow 50 = I \times 200 \rightarrow I = 50/200 = 0,25 \text{ A}$   
**b** 50 V  
**c** 0 V; een snoer heeft geen weerstand.  
**d** Overal 0,25 A
- 3 **a** Eén weg van + naar - : een serieschakeling.  
**b** 0,10 A; in een serieschakeling is de stroomsterkte overal even groot.  
**c**  $U = I \cdot R \rightarrow U = 0,10 \times 200 = 20 \text{ V}$   
**d**  $U_2 = U_{\text{bron}} - U_1 \rightarrow U_2 = 30 \text{ V}$   
**e**  $U = I \cdot R \rightarrow 30 = 0,10 \times R_2 \rightarrow R_2 = 300 \Omega$
- 4 **a**  $U = I \cdot R \rightarrow 50 = I_1 \times 200 \rightarrow I_1 = 50/200 = 0,25 \text{ A}$   
**b**  $I = I_1 + I_2 \rightarrow I = 0,25 + 2,0 = 2,25 \text{ A}$   
**c**  $U = I \cdot R \rightarrow 50 = 2,0 \times R_3 \rightarrow R_3 = 50/2,0 = 25 \Omega$   
**d**  $1/R_v = 1/R_1 + 1/R_3 \rightarrow 1/R_v = 1/200 + 1/25 \rightarrow 1/R_v = 0,005 + 0,04 = 0,045 \rightarrow R_v = 22 \Omega$
- 5 **a**  $U = I \cdot R \rightarrow 7 = 0,4 \times R_{L1} \rightarrow R_{L1} = 7/0,4 = 17,5 \Omega$   
**b**  $U = I \cdot R \rightarrow 3 = 0,2 \times R_{L2} \rightarrow R_{L2} = 3/0,2 = 15 \Omega$   
**c** De totale weerstand van de kring wordt groter. Daardoor wordt de stroomsterkte in de kring kleiner. Er gaat dus een kleinere stroom door  $L_1$ , waardoor deze lamp zwakker gaat branden.  
**d** De stroom in de kring splitst zich nu niet meer voor  $L_2$  en  $L_3$ . Door  $L_2$  gaat dus de volledige stroom en daardoor gaat  $L_2$  feller branden.
- 6 **a** - magneetveld sneller veranderen;  
- meer windingen;  
- sterkere magneet;  
- kern in de spoel.  
**b** In een hijsinstallatie, luidspreker, cassette-recorder, relais.  
**c** Hijsinstallatie: autowrakken optillen.  
Luidspreker: conus aantrekken en afstoten.  
Cassetterecorder: geluidssignaal op het bandje wegschrijven.  
Relais: schakelaar van een tweede stroomkring sluiten.

## ANTWOORDEN BLOK 3

### W1

- 1 **a** Als in een spoel het magnetisch veld verandert.  
**b** – magnetisch veld sneller veranderen;  
 – meer windingen;  
 – sterkere magneet;  
 – kern in de spoel.
- 2 **ab** – Magneet: magnetisch veld.  
 – Spoel: wekt inductiespanning op als magnetisch veld verandert.  
 – Kern: vergroot magnetisch veld in spoel.  
**c** De magneet draait rond. Daardoor verandert het magnetisch veld in de spoel. Hierdoor ontstaat een inductiespanning.  
**e** Die maak je zelf. Jij moet harder trappen.
- 3 **a** 2,5 ms en 12,5 ms  
**b** 0 ms; 5 ms; 10 ms en 15 ms  
**c** De toppen worden hoger en komen dichterbij elkaar te liggen.
- 4 **a** Er komt steeds een andere pool voor de opening van de spoel langs.  
**b** 10 ms  
**c**  $1,0 \text{ s} / 10 \text{ ms} = 100$  omw per seconde
- 5 **a** De magneet draait. Per ronde krijg je twee keer een N-pool en twee keer een Z-pool langs de spoel.  
**b** 4,5 ms  
**cd** Zie figuur.



## ANTWOORDEN BLOK 3

### W2

- 1 **a** – lengte;  
 – doorsnede;  
 – temperatuur;  
**b**  $R = U/I$   
**c**  $R$ : weerstand  
 $U$ : spanning over de draad  
 $I$ : stroomsterkte door de draad  
**d** – soortelijke weerstand;  
 – lengte;  
 – doorsnede.  
**e**  $R = \rho \cdot l/A$   
**f**  $R$ : weerstand van de draad  
 $\rho$ : soortelijke weerstand  
 $l$ : lengte van de draad  
 $A$ : doorsnede van de draad
- 2 **a** Tabel 4 Soortelijke weerstand  
**b**  $10,0 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$   
**c** Een draad van grafiet met een lengte van 1 m en een doorsnede van  $1 \text{ mm}^2$  heeft een weerstand van  $10,0 \Omega$ .  
**d** De weerstand van een even lange en dikke draad grafiet is groter dan eenzelfde draad van koper omdat de soortelijke weerstand van grafiet groter is.
- 3 **a**  $R = \rho \cdot l/A \rightarrow R = 10,0 \cdot 0,18 / 3,2 = 0,56 \Omega$   
**b** Zie figuur.



- c** Benodigd materiaal:  
 potlood, spanningsbron, spanningsmeter, stroommeter (eventueel: weerstandmeter/multimeter).
- 4 **a** De soortelijke weerstand verandert als de temperatuur verandert.  
**b** Bij de meeste metalen wordt de (soortelijke) weerstand groter, als de temperatuur hoger wordt. De weerstand van het snoer wordt groter.
- 5 **a**  $R = \rho \cdot l/A \rightarrow R = 0,105 \times 2,0 / 3,00 = 0,070 \Omega$   
**b**  $A = 2 \times 3,00 = 6,00 \text{ mm}^2 \rightarrow R = 0,035 \Omega$   
**c**  $A \times 2 \rightarrow R : 2$   
**d**  $U = I \cdot R \rightarrow U = 0,125 \times 0,035 = 0,0044 \text{ V}$



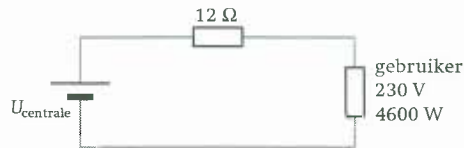
- 6** **a**  $R = U/I \rightarrow R = 0,3/1,00 = 0,30 \, \Omega$   
**b**  $R = \rho \cdot l/A \rightarrow 0,30 = \rho \cdot 0,50/0,10 \rightarrow$   
 $\rho = 0,060 \, \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$   
**c** De draad is waarschijnlijk van zink gemaakt.  
**d**  $0,15 \, \text{V}$   
**e**  $R_{\text{pr}} = 0,5 \times R = 0,15 \, \Omega$   
**f** Dit stukje is nog steeds van zink, dus de soortelijke weerstand is nog steeds  $0,06 \, \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  (strikvraag!).
- 7** **a** Zie figuur 51 (links) van H1.  
**b** Constantaan.  
**c** Als je een stroom door een draad stuurt, wordt de draad warm. Daardoor wordt de weerstand meestal groter. Bij constantaan is dit niet het geval.  
**d** Zie figuur 51 (midden) van H1.  
**e** Bij een grotere spanning neemt de stroomsterkte niet evenredig toe.
- 8** **a**  $R = U/I \rightarrow R = 1,0/0,5 = 2,0 \, \Omega$   
 $R = U/I \rightarrow R = 2,0/0,8 = 2,5 \, \Omega$   
 $R = U/I \rightarrow R = 3,0/1,0 = 3,0 \, \Omega$   
**b** Nee,  $R$  is niet constant.  
**c**  $R = \rho \cdot l/A \rightarrow 2,0 = 0,055 \times 0,05/A \rightarrow A = 0,0014 \, \text{mm}^2$   
**d** De gloeidraad is veel warmer dan  $293 \, \text{K}$  ( $20 \, ^\circ\text{C}$ ).

### ANTWOORDEN BLOK 3

#### W3

- 1** **a** Minder verlies.  
**b** Gevaarlijk.  
**c** Vanaf de centrale omhoog. Bij gebruiker omlaag. (Buiten de stad omlaag; in wijk verder omlaag tot  $230 \, \text{V}$ .)  
**d** – De productie gebeurt met een dynamo en deze levert wisselspanning.  
– Makkelijk te transformeren. Een hoge spanning voor vervoer (minder verliezen). Een lage spanning bij de gebruiker (veilig).  
**e** Dynamo.
- 2** **a** Zie figuur 23 van T3.  
**b** Dynamo: opwekken.  
Transformator: hoge spanning maken.  
Kabels: vervoer elektriciteit.  
Transformator: lage spanning maken.  
**c** Dynamo: niet in bebouwde kom.  
Kabels met hoogspanning: niet over bewoonde gebieden.  
Transformator: in transformatorhuisje.

- 3** **a**  $P = U \cdot I \rightarrow 4600 = 230 \times I \rightarrow I = 20 \, \text{A}$   
**b** Zie figuur.



- c**  $U_{\text{draden}} = I \cdot R \rightarrow U = 20 \times 12 = 240 \, \text{V}$   
**d**  $U_{\text{centrale}} = 230 + 240 = 470 \, \text{V}$   
**e**  $P_{\text{verlies}} = U_{\text{draden}} \cdot I = 240 \times 20 = 4800 \, \text{W}$ . Dit is meer dan er in de huizen gebruikt wordt!
- 4** **a**  $P = U \cdot I \rightarrow 46\,000 = 230 \times I \rightarrow I = 200 \, \text{A}$   
**b**  $U_{\text{draden}} = I \cdot R = 200 \times 12 = 2400 \, \text{V}$   
**c**  $U_{\text{centrale}} = 2400 + 230 = 2630 \, \text{V}$   
**d**  $P_{\text{verlies}} = U_{\text{draden}} \cdot I = 2400 \times 200 = 480\,000 \, \text{W}$  (meer dan  $10 \times$  zo veel als er in de huizen gebruikt wordt!).
- 5** **a**  $P = U \cdot I \rightarrow 46\,000 = 23\,000 \times I \rightarrow I = 2,0 \, \text{A}$   
**b**  $U_{\text{draden}} = I \cdot R \rightarrow U_{\text{draden}} = 2,0 \times 12 = 24 \, \text{V}$   
 $P = U \cdot I = 24 \times 2,0 = 48 \, \text{W}$   
**c**  $P = U \cdot I \rightarrow 46\,000 = 230 \times I \rightarrow I = 200 \, \text{A}$

### ANTWOORDEN BLOK 3

#### W4

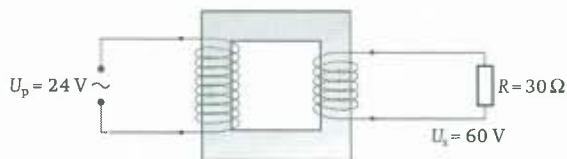
- 1** **a** Twee spoelen en een kern.  
**b** Je hebt een wisselend magnetisch veld nodig.  
**c** In de secundaire spoel meer windingen dan in de primaire spoel ( $N_s > N_p$ ); de stroomsterkte in de secundaire spoel is kleiner dan in de primaire spoel.  
**d**  $P_p = P_s$ ;  $P = U \cdot I$ ; dus als  $U$  groter wordt, moet  $I$  kleiner worden, opdat  $U \cdot I$  even groot blijft.  
**e**  $P_{\text{verlies}} = U_{\text{draden}} \cdot I$ ; als  $I$  kleiner is, dan is  $U_{\text{draden}}$  ( $= I \cdot R$ ) ook kleiner. Dus is  $P = U \cdot I$  ook kleiner.
- 2** **a** Voor een ideale transformator geldt dat er geen verliezen zijn. Dus:  $P_p = P_s$ .  
**b** – Primair: de eerste; de spoel waarop jij de wisselspanning aansluit.  
– Secundair: de tweede; de spoel waarop jij het apparaat aansluit.  
**c**  $\frac{N_p}{N_s} = \frac{U_p}{U_s}$   
 $\frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}$   
 $U_p \cdot I_p = U_s \cdot I_s$  (korter:  $P_p = P_s$ )

**d**  $N_p$ : primair aantal windingen; geen eenheid  
 $N_s$ : secundair aantal windingen; geen eenheid  
 $U_p$ : primaire spanning; eenheid: V  
 $U_s$ : secundaire spanning; eenheid: V  
 $I_p$ : primaire stroomsterkte; eenheid: A  
 $I_s$ : secundaire stroomsterkte; eenheid: A  
 $P_p$ : primair vermogen; eenheid: W  
 $P_s$ : secundair vermogen; eenheid: W  
**e** – transport elektriciteit bij hoogspanning;  
 – beveiliging (laagspanning);  
 – halogeenlampen op 12 V.  
**f** Als je 12 V vastpakt, is dat een vrij kleine spanning. De stroomsterkte die door je heengaat, is dan veel kleiner dan bij 230 V.

- 3 a** Wisselspanning op primaire spoel → wisselend magnetisch veld in kern → geeft wisselend magnetisch veld door aan secundaire spoel → inductiespanning over secundaire spoel  
**b** Van het aantal windingen, van de stroomsterkte en van de kern in de spoel.  
**c** Om een inductiespanning te krijgen heb je een steeds veranderend magnetisch veld nodig.  
**d**  $N_p/N_s = U_p/U_s \rightarrow U_p/U_s = 400/200 \rightarrow U_s = 0,5U_p$

- 4 a**  $N_p/N_s = U_p/U_s \rightarrow 200/1000 = 10\,000/U_s \rightarrow U_s = 50\,000\text{ V} = 50\text{ kV}$   
 $U \times 5 \rightarrow I : 5$  Dus:  $I_s = 5,0/5 = 1,0\text{ A}$   
**b**  $P_p = U_p \cdot I_p = 10\,000 \times 5,0 = 50\,000\text{ W}$   
 $P_s = U_s \times I_s = 50\,000 \times 1,0 = 50\,000\text{ W}$   
**c** Er gaat energie verloren (warmte). Een deel van  $P_p$  komt niet in de secundaire spoel.

- 5 a**  $U_p = 230\text{ V}$ ;  $N_p = ?$   
 $U_s = 46\text{ V}$ ;  $N_s = 200$ ;  $P_s = 11,5\text{ W}$   
 $N_p/N_s = U_p/U_s \rightarrow N_p/200 = 230/46 \rightarrow N_p = 1000$   
**b**  $P_p = P_s \rightarrow P_p = 11,5\text{ W}$   
 $P_p = U_p \cdot I_p \rightarrow 11,5 = 230 \times I_p \rightarrow I_p = 0,05\text{ A}$



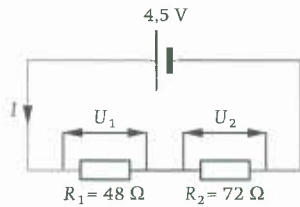
- 6 a** Zie figuur.  
**b**  $N_p/N_s = U_p/U_s \rightarrow N_p/50 = 24/60 \rightarrow N_p = 20$   
**c**  $U = IR \rightarrow 60 = I \times 30 \rightarrow I = 2,0\text{ A}$   
**d**  $P_p = P_s$ ;  $P_s = 60 \times 2,0 = 120\text{ W} \rightarrow P_p = 120\text{ W} \rightarrow U_p \cdot I_p = 120 \rightarrow I_p = 120/24 = 5,0\text{ A}$   
**e**  $I_s$  wordt kleiner, zodat  $P_s$  kleiner wordt. Dus is dan ook  $P_p$  kleiner, zodat ook  $I_p$  kleiner zal zijn.

## ANTWOORDEN BLOK 3

### W5

- 1 a** In serie: de apparaten hebben wel invloed op elkaar.  
 Parallel: de apparaten werken onafhankelijk van elkaar.  
**b** Schakelaar in serie met een lamp.  
 Een dimmer in serie met een lamp.  
 De zekering in serie met de groep.  
 Bij de kerstboomverlichting staan de lampjes in serie.  
 De volumeknop is in serie met de rest van de versterker.  
**c** In een serieschakeling is de stroomsterkte overal even groot.  
**d**  $U_1 + U_2 = U_{\text{bron}}$
- 2 a** De groepen zijn parallel aan elkaar.  
 Verschillende apparaten zijn parallel.  
 Lampen branden parallel.  
**b** De stroom splitst zich. De som van de stromen door de takken is gelijk aan de stroom door de spanningsbron.  
**c** Die spanning is over beide weerstanden even groot. En de spanning is gelijk aan de spanning van de spanningsbron.
- 3 a**  $R_v = R_1 + R_2 = 10 + 15 = 25\ \Omega$   
**b**  $U = IR \rightarrow 50 = I \times 25 \rightarrow I = 2,0\text{ A}$   
**c**  $U_1 = IR_1 = 2,0 \times 10 = 20\text{ V}$   
 $U_2 = IR_2 = 2,0 \times 15 = 30\text{ V}$   
 (Controle:  $U_1 + U_2 = 20 + 30 = 50\text{ V} = U_{\text{bron}}$ )  
**d**  $R_2$ , want  $R_2$  is de grootste weerstand en de stroomsterkte is in beide weerstanden even groot.
- 4 a**  $1/R_v = 1/R_1 + 1/R_2 = 1/10 + 1/15 \rightarrow R_v = 6,0\ \Omega$   
**b**  $U = IR \rightarrow 50 = I \times 6 \rightarrow I = 8,3\text{ A}$   
**c**  $U = I_1 \cdot R_1 \rightarrow 50 = I_1 \times 10 \rightarrow I_1 = 5,0\text{ A}$   
 $U = I_2 \cdot R_2 \rightarrow 50 = I_2 \times 15 \rightarrow I_2 = 3,3\text{ A}$   
 (Controle:  $I_1 + I_2 = 5,0 + 3,3 = 8,3\text{ A} = I$ )  
**d** Door weerstand  $R_1$ . De spanning over de weerstanden is even groot. Door de kleinste weerstand gaat dan de grootste stroomsterkte.  
**e** De spanning over  $R_2$  blijft 50 V.  
**f** De spanning blijft even groot, dus de stroomsterkte ook. De spanningsbron zorgt voor een kleinere stroom.

5 a Zie figuur.



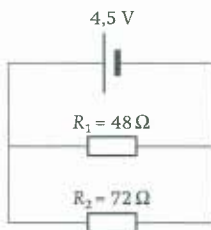
b  $R_v = R_1 + R_2 = 48 + 72 = 120 \, \Omega$

c  $U = I \cdot R \rightarrow 4,5 = I \times 120 \rightarrow I = 0,0375 \, \text{A} = 37,5 \, \text{mA}$ .

In een serieschakeling is de stroomsterkte overal even groot, dus dit is de stroomsterkte door de batterij en door  $R_1$  en  $R_2$ .

d  $U_2 = I \cdot R_2 \rightarrow U_2 = 0,0375 \times 72 = 2,7 \, \text{V}$

6 a Zie figuur.



b  $1/R_v = 1/R_1 + 1/R_2 \rightarrow 1/R_v = 1/48 + 1/72 \rightarrow R_v = 28,8 \, \Omega$

c  $U = I_{\text{bron}} \cdot R_v \rightarrow 4,5 = I_{\text{bron}} \times 28,8 \rightarrow I_{\text{bron}} = 0,16 \, \text{A}$

$U = I_1 \cdot R_1 \rightarrow 4,5 = I_1 \times 48 \rightarrow I_1 = 0,094 \, \text{A}$

$U = I_2 \cdot R_2 \rightarrow 4,5 = I_2 \times 72 \rightarrow I_2 = 0,063 \, \text{A}$

(Controle:  $I_1 + I_2 = 0,157 = 0,16 \, \text{A} = I_{\text{bron}}$ )

7 a In serie.

b  $230/14 = 16,4 \, \text{V}$

c  $P = U \cdot I \rightarrow 3,0 = 16,4 \times I \rightarrow I = 0,18 \, \text{A}$

$R = U/I \rightarrow R = 16,4/0,18 = 90 \, \Omega$

8 a  $P = U \cdot I \rightarrow 100 = 230 \times I \rightarrow I = 0,435 \, \text{A}$

b  $16/0,435 = 36,8 \rightarrow 36 \, \text{lampen}$

9 a  $U = I \cdot R \rightarrow 3 = 6 \times R_1 \rightarrow R_1 = 0,5 \, \Omega$

b  $I_1 = I_2 + I_3 \rightarrow 6,0 = 1,5 + I_3 \rightarrow I_3 = 4,5 \, \text{A}$

c  $U_2 = I_2 \cdot R_2 \rightarrow U_2 = 1,5 \times 6 = 9,0 \, \text{V}$

d  $U_3 = 9,0 \, \text{V}; I_3 = 4,5 \, \text{A} \rightarrow R_3 = U_3/I_3 = 9,0/4,5 = 2,0 \, \Omega$

e  $U = I \cdot R_v \rightarrow 12 = 6,0 \times R_v \rightarrow R_v = 2,0 \, \Omega$

## ANTWOORDEN BLOK 3

### W6

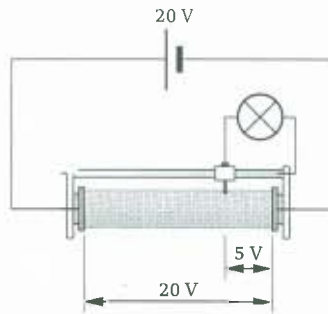
1 a Een weerstand waarvan je de waarde kunt veranderen.

b Lange draad die om een klos gewonden wordt. Met een schuif maak je verbinding met een deel van de draad.

c – als weerstand die je aan kunt passen;

– als spanningsdelers.

2 abcd Zie figuur.



3 a  $R_v = R_{\text{var}} + R = 25 + 25 = 50 \, \Omega$

b  $U = I \cdot R \rightarrow 30 = I \times 50 \rightarrow I = 0,60 \, \text{A}$

c  $U = I \cdot R \rightarrow U = 0,60 \times 25 = 15 \, \text{V}$

d De spanning verdeelt zich over twee even grote weerstanden. Dus:  $U = 30/2 = 15 \, \text{V}$

e  $R_v = R_{\text{var}} + R = 75 + 25 = 100 \, \Omega; U = I \cdot R_v \rightarrow$

$30 = I \times 100 \rightarrow I = 0,30 \, \text{A}$

$U = I \cdot R \rightarrow U = 0,30 \times 25 = 7,5 \, \text{V}$

f De variabele weerstand is groter geworden en krijgt een groter deel van de spanning van de bron. Of: De variabele weerstand is groter geworden, zodat de stroomsterkte in de schakeling kleiner is geworden. Met  $U = I \cdot R$  zie je dat bij een kleinere  $I$ ,  $U$  ook kleiner wordt.

g Dan wordt  $I$  kleiner, dus ook het vermogen ( $P = U \cdot I$ ).

4 a Een transistor is een schakelaar.  $U < 0,7 \, \text{V} \rightarrow$  schakelaar open (grote weerstand; geen stroom).  $U > 0,7 \, \text{V} \rightarrow$  schakelaar gesloten (kleine weerstand; wel stroom).

b De spanning over  $R_{\text{var}}$  is kleiner dan  $0,7 \, \text{V}$ . Je moet de waarde van  $R_{\text{var}}$  groter maken. Daardoor zal er een grotere spanning over  $R_{\text{var}}$  komen te staan.

c  $R_{\text{tot}} = R + R_{\text{var}} = 500 + 500 = 1000 \, \Omega$

$U = I \cdot R \rightarrow 5,0 = I \times 1000 \rightarrow I = 0,005 \, \text{A}$

$U_{R_{\text{var}}} = I \cdot R_{\text{var}} \rightarrow U_{R_{\text{var}}} = 0,005 \times 500 = 2,5 \, \text{V}$

d De lamp brandt. De spanning is groter dan  $0,7 \, \text{V}$ .

e  $U_{R_{\text{var}}} + U_R = 5,0 \, \text{V}$ . Lamp brandt net als

$U_{R_{\text{var}}} = 0,7 \, \text{V}$ . Dus  $U_R = 4,3 \, \text{V}$ .

$U_R = I \cdot R \rightarrow 4,3 = I \times 500 \rightarrow I = 0,0086 \, \text{A}$

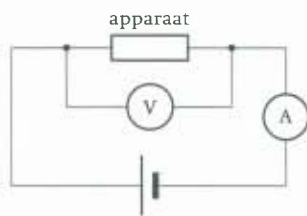
$U_{R_{\text{var}}} = I \cdot R_{\text{var}} \rightarrow 0,7 = 0,0086 \times R_{\text{var}} \rightarrow R_{\text{var}} = 81,4 \, \Omega$

- 5 a  $R = \rho \cdot l/A \rightarrow R = 0,6 \times 0,75/0,20 = 2,25 \Omega$   
 b  $5,0 \text{ V} = 75 \text{ cm} \rightarrow 1,0 \text{ V} = 15 \text{ cm} \rightarrow$   
 $3,0 \text{ V} = 3 \times 15 = 45 \text{ cm}$   
 c Over  $1,0 \Omega = 5,0 \text{ V}$ ; dus over  $2,25 \Omega$ :  
 $2,25 \times 5,0 = 11,25 \text{ V}$ .
- 6 a Zie figuur 41 (links) van T6.  
 b  $U = IR = 0,2 \times 20 = 4,0 \text{ V}$   
 c  $P = UI \rightarrow 5,0 = U \times 0,2 \rightarrow U = 25 \text{ V}$   
 d  $U_{\text{bron}} = U_{\text{var}} + U_{\text{lamp}} = 4,0 + 25 = 29 \text{ V}$   
 e Weerstand kleiner, stroomsterkte groter, lamp brandt feller.
- 7 a  $U = 40/6 = 6,7 \text{ V}$   
 b  $R_{\text{tot}} = R_1 + R_2 \rightarrow 30 = R_1 + 5 \rightarrow R_1 = 25 \Omega$   
 c  $U = IR \rightarrow 40 = I \times 30 \rightarrow I = 1,33 \text{ A}$   
 d  $U_2 = IR_2 \rightarrow U_2 = 1,33 \times 5 = 6,7 \text{ V}$

### ANTWOORDEN BLOK 3

## H1

- 1 a Een dynamo maakt van een beweging een elektrische stroom.  
 b Harder laten draaien.  
 c De draaiende magneet zorgt steeds voor een veranderend magnetisch veld. De ene keer is er een N-pool voor de spoel, even later een Z-pool.  
 d Verandert de spanning van een wisselspanning.  
 e Door een secundaire spoel met meer windingen te gebruiken.  
 f In de secundaire spoel ontstaat inductiespanning. Inductiespanning ontstaat alleen maar als het magnetisch veld (en dus de stroomsterkte door de spoel) steeds verandert.
- 2 a  $R = U/I$   
 b Zie figuur.



- c Bij een bepaalde waarde van  $U$  lees je de bijbehorende  $I$  af. Dan reken je met  $R = U/I$  de weerstand uit.  
 d  $U = 5,0 \text{ V}$ ;  $I = 0,19 \text{ A} \rightarrow R = 5,0/0,19 = 26 \Omega$   
 $U = 10,0 \text{ V}$ ;  $I = 0,38 \text{ A} \rightarrow R = 10,0/0,38 = 26 \Omega$   
 e  $U = 5,0 \text{ V}$ ;  $I = 0,28 \text{ A} \rightarrow R = 5,0/0,28 = 18 \Omega$   
 $U = 10,0 \text{ V}$ ;  $I = 0,41 \text{ A} \rightarrow R = 10,0/0,41 = 24 \Omega$   
 f  $U = 5,0 \text{ V}$ ;  $I = 0,1 \text{ A} \rightarrow R = 5,0/0,1 = 50 \Omega$   
 $U = 10,0 \text{ V}$ ;  $I = 0,5 \text{ A} \rightarrow R = 10,0/0,5 = 20 \Omega$   
 g Ohmse weerstand: weerstand blijft even groot.

- h Lamp: de weerstand wordt groter. De gloeidraad wordt warm en laat de stroom moeilijker door.  
 i De weerstand van de NTC wordt kleiner als de spanning groter wordt. De temperatuur van de NTC is hoger als de spanning  $10 \text{ V}$  is.
- 3 a De temperatuur van de gloeidraad wordt hoger, zodat de soortelijke weerstand groter wordt.  
 b De weerstand van een NTC wordt juist kleiner als de temperatuur hoger wordt.  
 c Als thermometer.
- 4 a Minder verliezen.  
 b De hoogspanning wordt met een transformator omlaaggebracht tot een spanning van  $230 \text{ V}$ .
- 5 a De spanningsdeler werkt met een schuifweerstand, een transformator met twee spoelen en een kern.  
 b Weinig verliezen.  
 c Werkt alleen op wisselspanning.  
 d Schakeling met transistor. Ook mogelijk: schakeling met dimmer.  
 e Bij een speelgoedtrein. Maakt van  $230 \text{ V}$   $12 \text{ V}$ .

- 6 a Waar de waarde van de weerstand moet kunnen veranderen. Bijvoorbeeld bij de volumeknop van de t.v.  
 b Zie figuur 39 van T6.  
 Een variabele weerstand is een lange draad om een klos. Als je deze weerstand tussen 1 en 4 aansluit, moet de stroom door een deel van de draad. Als je de schuif verandert, kun je dat deel groter of kleiner maken, zodat de weerstand groter of kleiner wordt.

- 7 a Voor een *serieschakeling* van  $R_1$  en  $R_2$  geldt:  
 $U_{\text{bron}} = U_1 + U_2$ ;  $I_{\text{bron}} = I_1 = I_2$ ;  $R_v = R_1 + R_2$   
 Voor een *parallelschakeling* geldt:  
 $U_{\text{bron}} = U_1 = U_2$ ;  $I_{\text{bron}} = I_1 + I_2$ ;  $1/R_v = 1/R_1 + 1/R_2$   
 Wet van Ohm:  $U = I \cdot R$   
 Weerstand van een snoer:  $R = \rho \cdot l/A$   
 Vermogen:  $P = U \cdot I$   
 Transformator:  $N_p/N_s = U_p/U_s$ ;  $N_p/N_s = I_s/I_p$ ;  $P_p = P_s$

grootheid	symbool	eenheid	symbool
spanning	$U$	volt	V
stroomsterkte	$I$	ampère	A
weerstand	$R$	ohm	$\Omega$
soortelijke			
weerstand	$\rho$	-	$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
vermogen	$P$	watt	W
aantal	$N$	-	-

## ANTWOORDEN BLOK 3

### H2

1 a

$U$ (V)	$I$ (A)	$R$ ( $\Omega$ )
0	0,0	-
2	0,8	2,5
4	1,2	3,3
6	1,5	4,0
8	1,8	4,4
10	2,0	5,0

b De weerstand wordt groter.

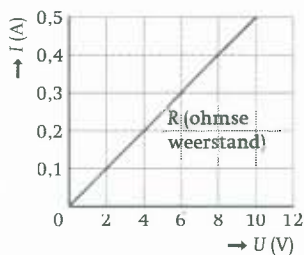
c Als je de spanning over een lamp groter maakt, wordt de gloeidraad warmer, zodat de weerstand groter wordt (grotere soortelijke weerstand).

2 a De weerstand is onafhankelijk van de spanning. De weerstand is constant.

b

$R$ ( $\Omega$ )	$U$ (V)	$I$ (A)
20	2,0	0,1
20	4,0	0,2
20	6,0	0,3
20	8,0	0,4
20	10,0	0,5

c Zie figuur.



3 a NTC, LDR, diode.

b NTC: weerstand wordt kleiner als temperatuur hoger wordt.

LDR: weerstand wordt kleiner als er licht op valt.

Diode: laat de stroom maar in één richting door.

c NTC: elektrische thermometer.

LDR: belichtingsmeter.

Diode: in alle apparaten waar de stroom een bepaalde richting moet hebben.

4 a Een draad van chroom met een doorsnede van  $1 \text{ mm}^2$  en een lengte van 1 m heeft een weerstand van  $0,13 \Omega$ .

b  $25 \times 0,13 = 3,25 \Omega$

c De weerstand is dan kleiner.

d  $R = \rho \cdot l/A = 0,13 \times 25/5 = 0,65 \Omega$

Of  $3,25/5 = 0,65 \Omega$ .

5 a Dikke kabels gebruiken.

b Kleinste soortelijke weerstand: zilver.

c  $R = \rho \cdot l/A = 0,017 \times 25\,000/150 = 2,83 \Omega$

d  $U = I \cdot R = 50 \times 2,83 = 142 \text{ V}$

e Kleinere stroomsterkte.

Dikkere kabels gebruiken.

Meer kabels gebruiken.

Toch zilveren kabels gebruiken.

De kabels kouder maken.

6 a  $R = U/I = 5,0/0,2 = 25 \Omega$

b  $10 \text{ cm} = 25 \Omega \rightarrow 5 \text{ cm} = 12,5 \Omega$

c  $U = I \cdot R = 0,2 \times 12,5 = 2,5 \text{ V}$

d Een spanningsdeler verdeelt de spanning in twee stukken. Je gebruikt een deel van de spanning.

## ANTWOORDEN BLOK 3

### H3

1 - Een magneet beweegt met de noordpool in de richting van een spoel. Hierdoor is er een toename van het magnetisch veld in de spoel. Er ontstaat een inductiespanning over de spoel.  
- De magneet ligt stil. Geen verandering van magnetisch veld. Geen inductiespanning.  
- De magneet gaat weg van de spoel. Het veld in de spoel neemt af. Weer inductiespanning, maar nu de andere kant op dan toen de magneet naar de spoel bewoog.

2 a Een magneet draait rond voor een spoel.

Hierdoor heb je afwisselend een toename en een afname van het magnetisch veld.

b Je hebt steeds een veranderend veld. Het ene moment neemt het magnetisch veld toe, even later neemt het weer af. Ook heb je afwisselend een N- en een Z-pool voor de spoel.

c De magneet gaat dan sneller rond, zodat het magnetisch veld sneller verandert. Er ontstaat een grotere inductiespanning. Hoe groter de spanning, hoe feller de lamp brandt.

3 a In de primaire spoel loopt een wisselstroom.

Hierdoor ontstaat een wisselend magnetisch veld in de primaire spoel. De kern geeft dit wisselende veld door naar de secundaire spoel. Hier ontstaat dus ook een steeds veranderend magnetisch veld. Daardoor krijg je steeds een inductiespanning over de spoel.

b Je krijgt alleen een inductiespanning als het veld verandert.



- 4 **a**  $N_p/N_s = U_p/U_s \rightarrow 100/10 = 230/U_s \rightarrow U_s = 23 \text{ V}$   
**b**  $P = U \cdot I \rightarrow 46 = 230 \times I_p \rightarrow I_p = 0,2 \text{ A}$   
**c**  $P = U \cdot I \rightarrow 46 = 23 \times I_s \rightarrow I_s = 2,0 \text{ A}$   
 Of: secundair  $10 \times$  zo weinig windingen, dus een  $10 \times$  zo grote stroomsterkte;  $I_s = 10 \times 0,2 = 2,0 \text{ A}$   
**d** Een lagere spanning is veiliger.

- 5 **a**  $N_p/N_s = U_p/U_s \rightarrow 500/N_s = 230/11,5 \rightarrow N_s = 25$   
**b**  $P = U \cdot I \rightarrow 4,6 = 11,5 \times I_s \rightarrow I_s = 0,4 \text{ A}$   
**c**  $N_p/N_s = I_s/I_p \rightarrow 500/25 = 0,4/I_p \rightarrow I_p = 0,02 \text{ A}$

## ANTWOORDEN BLOK 3

### H4

- 1 **a** Heen: 2,5 km; terug: 2,5 km. Samen 5,0 km.  
**b**  $U_{\text{kabels}} = 30 \text{ V}$ ;  $I = 50 \text{ A}$ ;  $R = U/I = 30/50 = 0,6 \Omega$   
**c**  $R = \rho \cdot l/A \rightarrow 0,6 = 0,017 \times 5000/A \rightarrow A = 142 \text{ mm}^2$   
**d** Er gaat dan een grotere stroom lopen, zodat er meer spanning over de kabel komt te staan. Er is dan minder spanning voor de lampen.
- 2 **a**  $P = U \cdot I \rightarrow 60 = 220 \times I \rightarrow I = 0,27 \text{ A}$   
**b**  $R = U/I \rightarrow R = 220/0,27 = 814 \Omega$   
 $U = I \cdot R \rightarrow I = 230/814 = 0,283 \text{ A}$   
 $P = U \cdot I \rightarrow P = 230 \times 0,283 = 65 \text{ W}$   
**c**  $5/60 (\times 100\%) = 8,3\%$   
**d** Hogere spanning: grotere stroomsterkte. De lamp brandt feller en wordt heter. Daardoor zal de gloeidraad sneller kapot gaan.
- 3 **a**  $10 \Omega$   
**b**  $U = I \cdot R \rightarrow 5 = I \times 10 \rightarrow I = 0,5 \text{ A}$   
**c**  $5,0 \text{ V}$   
**d**  $R_{\text{tot}} = 15 \Omega$   
 $U = I \cdot R \rightarrow 5 = I \times 15 \rightarrow I = 0,33 \text{ A}$   
 $U = I \cdot R \rightarrow U = 0,33 \times 10 \rightarrow U = 3,3 \text{ V}$   
**e** Weerstand kring (tussen + en -) groter  $\rightarrow$  kleinere stroomsterkte.
- 4 **a**  $P = U \cdot I \rightarrow 200 = 120 \times I \rightarrow I = 1,67 \text{ A}$   
**b**  $U = I \cdot R \rightarrow (220 - 120) = 1,67 \times R \rightarrow R = 60 \Omega$   
**c**  $P = U \cdot I \rightarrow P = 220 \times 1,67 \rightarrow P = 367 \text{ W}$
- 5 **a** - samen met een massieve spoel van de helling laten rollen;  
 - massa meten;  
 - weerstand bepalen en met soortelijke weerstand lengte uitrekenen;  
 - afrollen en lengte nameten.  
**b** Zie de figuur bij vraag 2b van H1.  
**c**  $R = \rho \cdot l/A \rightarrow 3,4 = 0,017 \times l/0,1 \rightarrow l = 20 \text{ m}$   
**d** Nee. Een dunner draad heeft een grotere weerstand. Dan zou de draad juist langer lijken.

- 6 **a** Inductie.  
**b** Computertje meet tijd en aantal keren dat wiel rondgaat. Het moet dan nog weten welke afstand hoort bij één keer rondgaan.  
**c** Aantal keren rond  $\times$  omtrek wiel  
**d** Afstand : tijd  
**e** Snellere verandering van magnetisch veld.

7 D

8  $R = \rho \cdot l/A \rightarrow 1,0 = 0,45 \times l/0,50 \rightarrow l = 1,11 \text{ m}$

9  $N_p/N_s = U_p/U_s \rightarrow 1000/20 = 220/U_s \rightarrow U_s = 4,4 \text{ V}$   
 $R = U/I \rightarrow R = 4,4/5,0 = 0,88 \Omega$



## Onderzoek aan verschillende weerstanden

### OPEN ONDERZOEK

In deze extrastof ga je onderzoek doen aan verschillende weerstanden. Dit wordt een zogenoemd *open onderzoek*. Bij een open onderzoek moet zelf bepalen wat je gaat doen. Dat doe je aan de hand van de *onderzoeksvraag*. Het onderzoek moet antwoord geven op die vraag. Zo'n onderzoeksvraag kun je zelf opstellen. Het kan ook zijn dat de onderzoeksvraag gegeven is. Aan de hand van de onderzoeksvraag moet je eerst een *meetplan* opstellen. In het meetplan moet staan:

- wat je gaat onderzoeken;
- hoe je dat onderzoek gaat uitvoeren (in stappen);
- welke spullen je daarvoor nodig denkt te hebben.

Daarna ga je het meetplan uitvoeren. Je kunt de meetresultaten weergeven in de vorm van een tabel of een grafiek. Het belangrijkste van het onderzoek is de *conclusie*. Die moet antwoord geven op de onderzoeksvraag.

In dit extrastofblad is de onderzoeksvraag:

*Hoe hangt de weerstand van een radioweerstand (ohmse weerstand) af van de spanning en de stroomsterkte?*

Maak nu eerst een meetplan (zie aanwijzing 1).  
 Leg je meetplan voor aan je docent.  
 Voer (na goedkeuring) het meetplan uit.  
 Noteer je meetresultaten in de vorm van een tabel of grafiek.  
 Trek een conclusie uit je metingen.  
 Maak van dit practicum een verslag (zie aanwijzing 2).

### AANWIJZING 1

Je gaat dus voor verschillende spanningen over de weerstand de stroomsterkte door de weerstand meten. Als je spanning en stroomsterkte weet, kun je de waarde van de weerstand berekenen.  
 Dit moet in je meetplan staan:

- hoe je bij verschillende spanningen de stroomsterkte meet (teken een schakelschema);
- hoe je de weerstand berekent.

### AANWIJZING 2

Uit het verslag van een onderzoek moet blijken:

- wat er onderzocht is;
- hoe dit gedaan is;
- wat de resultaten van het onderzoek zijn.

Het verslag moet dus bestaan uit het meetplan, een presentatie van de meetresultaten en de conclusie.

Uiteraard moet in het verslag ook staan wie het onderzoek heeft uitgevoerd en wanneer dat gebeurd is.

### MOGELIJKHEDEN VOOR VERVOLGONDERZOEK

- 1 Hoe hangt de weerstand van een gloeilampje af van de spanning en de stroomsterkte?
- 2 Hoe hangt de weerstand van een NTC af van de spanning en de stroomsterkte?
- 3 Hoe hangt de weerstand van een diode af van de spanning en de stroomsterkte?
- 4 Hoe hangt de weerstand van een LDR af van de hoeveelheid licht die erop valt (bij een vaste spanning)?

### BENODIGD MATERIAAL

- variabele spanningsbron
- spanningsmeter
- stroommeter
- weerstand (lampje, diode, NTC, LDR)
- snoertjes

De opstelling die gebruikt moet worden is eenvoudig: stroommeter in serie met de weerstand, spanningsmeter parallel over de weerstand.

De bedoeling is dat de leerlingen zelf het experiment opzetten. Een meetplan maken, dit bespreken, metingen doen en een verslag maken. Het leukste is dat te doen aan weerstanden waar ze nog niet aan gemeten hebben.