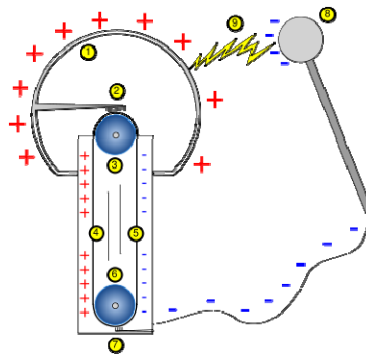


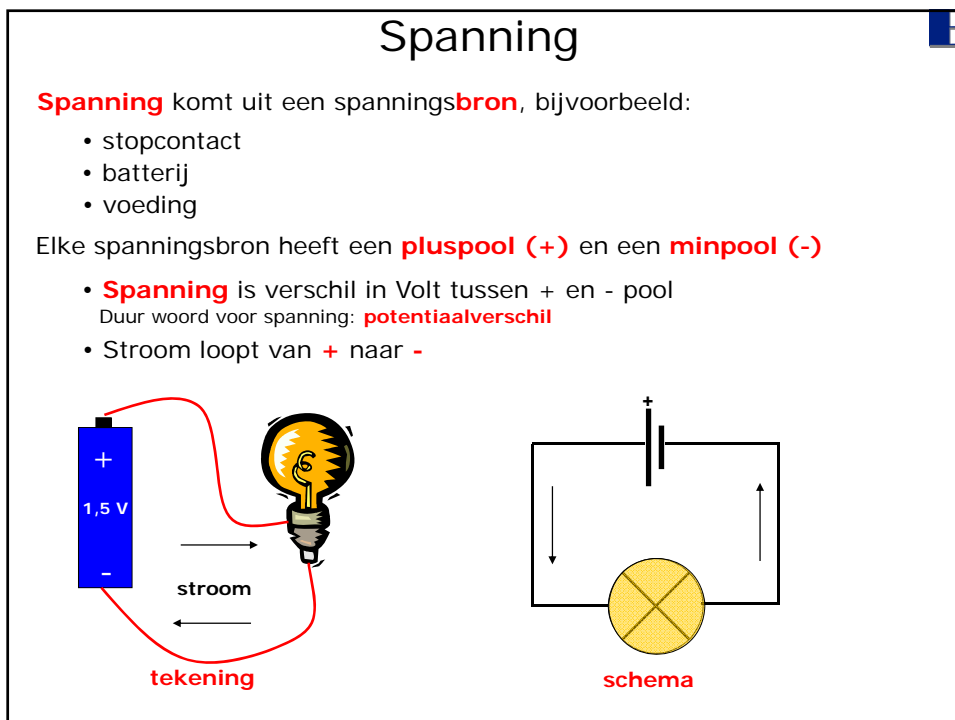
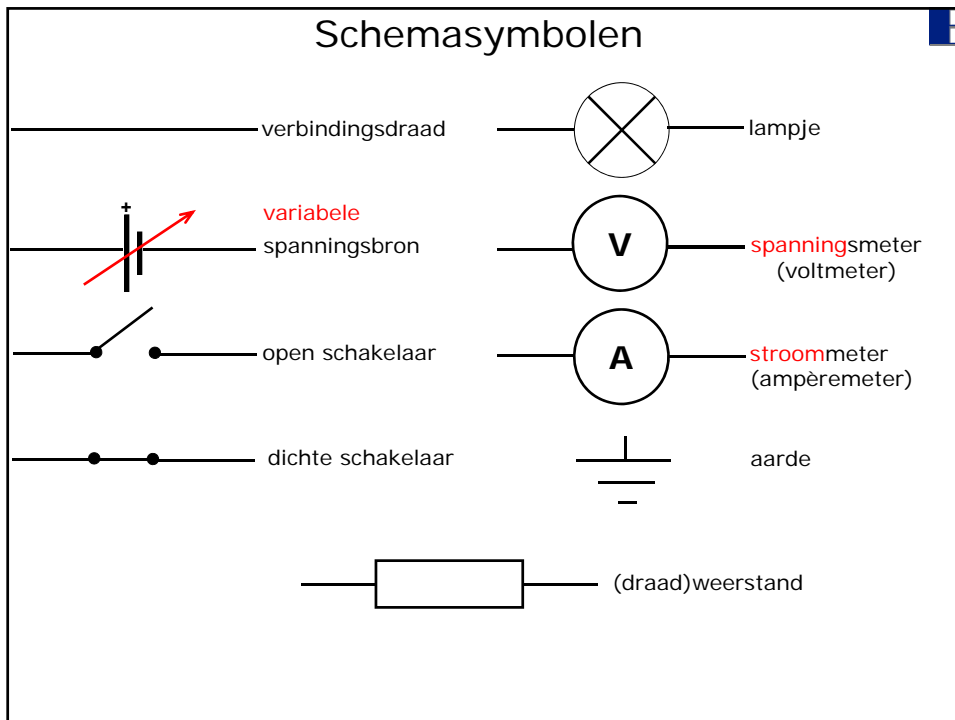
Elektriciteit Inhoud

- Inleiding : Deze les
- Spanning: Wat is dat, hoe komt dat?
- Stroom(sterkte) : Wat is dat, hoe komt dat?
- Practicum : (I,U) -diagram van een lampje en een weerstand
- Weerstand : Wet van Ohm
- Serieschakeling : "Kerstboom"
- Parallelschakeling : "Voor- en achterlicht"
- Serie+Parallelschakeling : allebei in één schakeling
- Practicum Serie+Parallelschakeling : voor een cijfer
- Vermogen : 25/40/60 W lamp
- Energie : 1 kWh kost ongeveer € 0,04 – 0,12
- Rendement : Gloeilamp - spaarlamp

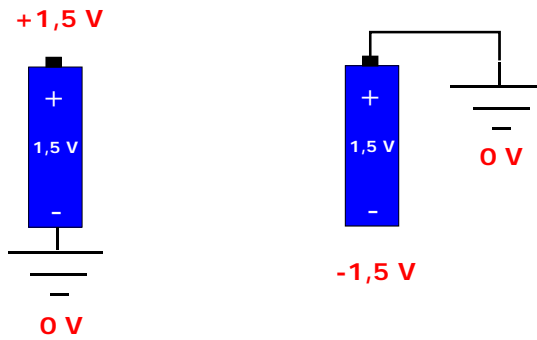
Elektriciteit demonstraties

- Statische elektriciteit
- Van der Graaffgenerator
- Serieschakeling
- Parallelschakeling
- Kortsluiting
- Aflezen spanningsmeter



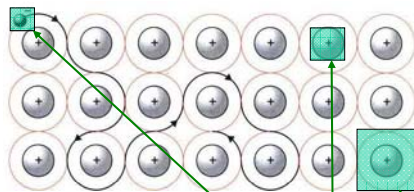


Aarde

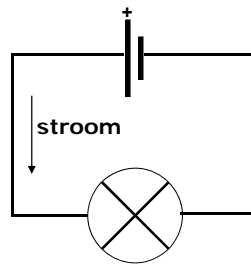


Aarde = potentiaal van 0 V

Stroom



elektronen



Een stroomdraad bestaat uit **atomen**.

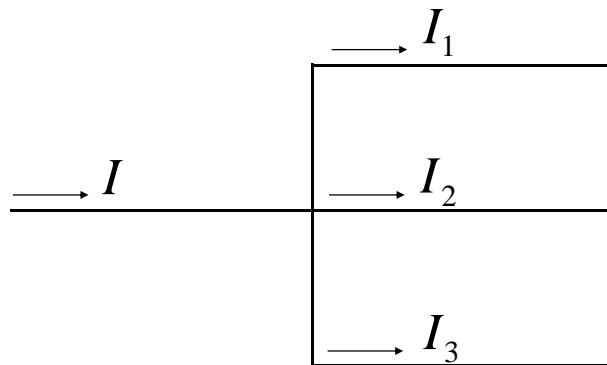
Elk atoom heeft een atoom**kern**.

Om de atoomkernen draaien **elektronen**.

Elektronen die één richting op bewegen geven een stroom.

Elektronen bewegen van **- naar +**

Vertakking



Als stroom zich vertakt: $I = I_1 + I_2 + I_3$

Spanning meten

Spanning meet je met een voltmeter

Een voltmeter sluit je **parallel** aan

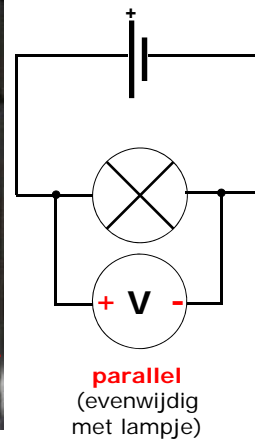
Elke (volt)meter heeft een **bereik**

Het bereik is nu **20 V** →

De voltmeter kan nu maximaal **20 V** meten

Een voltmeter heeft een **+** en een **-**

De **+** en **-** moet je goed aansluiten



Stroom meten

Stroom meet je met een ampèremeter

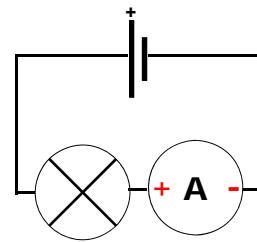
Een ampèremeter sluit je in **serie** aan

Elke (ampère)meter heeft een **bereik**

Het bereik is nu **2 A**
De ampèremeter kan nu maximaal **2 A** meten

Een ampèremeter heeft een **+** en een **-**

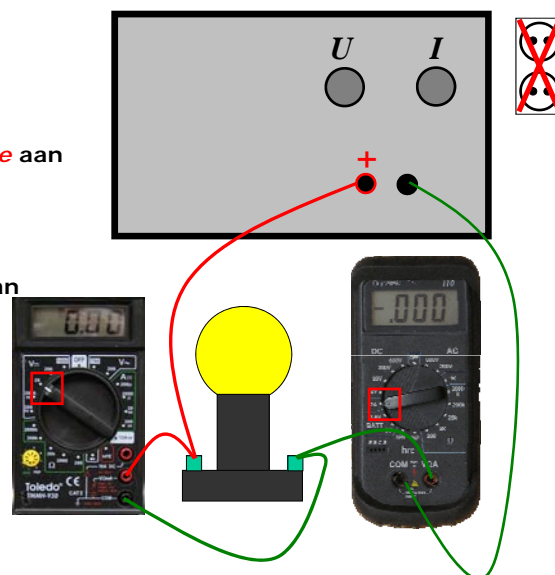
De **+** en **-** moet je goed aansluiten



in serie
("achter"
het lampje)

(I, U) -diagram van een lampje en een weerstand

1. Stel de voeding in
Knop **U: 0 V** Knop **I: 1 A**
2. Verbind het lampje met de +
3. Stel de ampèremeter in
Knop **DC 2A**
4. Sluit de ampèremeter **in serie** aan
5. Stel de voltmeter in
Knop **V= 20**
6. Sluit de voltmeter **parallel** aan
7. Laat schakeling **goedkeuren**



Wet van Ohm

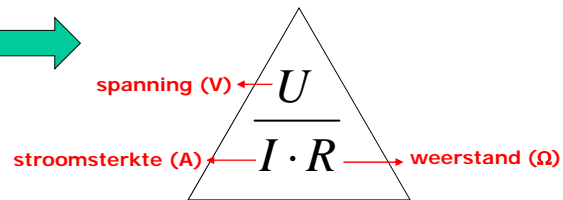
(I,U) -diagram van een lampje is **geen rechte lijn**

- Hoe groter de stroom = hoe heter het lampje

(I,U) -diagram van een **draadweerstand** is **wel een rechte lijn**

- Dan geldt de wet van Ohm:

1. $U = I \cdot R$



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

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

Rekenvoorbeelden

Voorbeeld 1

$$U = ? \text{ V}$$

$$I = 1,5 \text{ A}$$

$$R = 5,0 \Omega$$

$$U = I \cdot R$$

$$U = 1,5 \text{ A} \cdot 5,0 \Omega = 7,5 \text{ V}$$

Voorbeeld 2

$$R = ? \Omega$$

$$U = 3,0 \text{ V}$$

$$I = 1,5 \text{ A}$$

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

$$R = \frac{3,0 \text{ V}}{1,5 \text{ A}} = 2,0 \Omega$$

Voorbeeld 3

$$I = ? \text{ A}$$

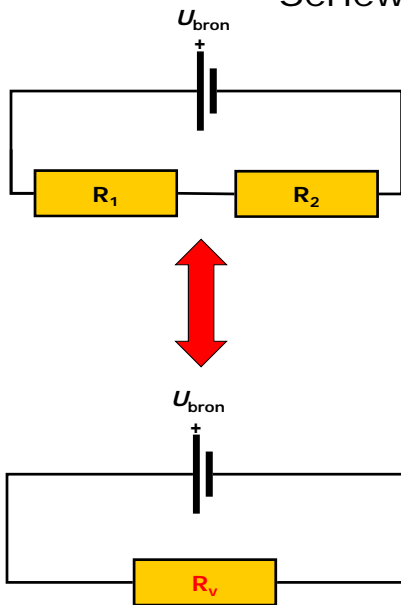
$$U = 4,0 \text{ V}$$

$$R = 5,0 \Omega$$

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

$$I = \frac{4,0 \text{ V}}{5,0 \Omega} = 0,80 \text{ A}$$

Serieweerstanden



Als weerstanden **in serie** staan

- Dan loopt door elke weerstand dezelfde stroom

$$I = I_1 = I_2$$

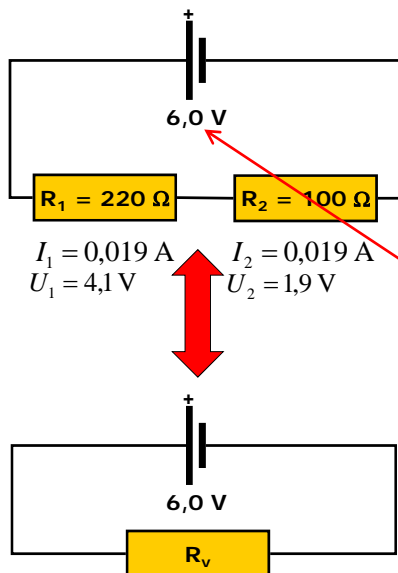
- Dan mag je de spanning over R_1 en R_2 optellen

$$U = U_1 + U_2$$

- Je mag R_1 en R_2 "vervangen" door R_v

$$R_v = R_1 + R_2$$

Voorbeeld



Bereken de stroom door R_1 en R_2

$$R_v = R_1 + R_2 = 220 \Omega + 100 \Omega = 320 \Omega$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{6,0 \text{ V}}{320 \Omega} = 0,018... \text{ A} = 0,019 \text{ A} \quad (= 19 \text{ mA})$$

$$I = I_1 = I_2 = 0,019 \text{ A}$$

Bereken de spanning over R_1 en R_2

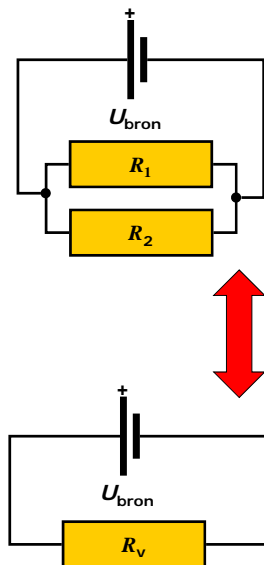
$$U_1 = I_1 \cdot R_1 = 0,018... \text{ A} \cdot 220 \Omega = 4,1... \text{ V} = 4,1 \text{ V}$$

$$U_2 = I_2 \cdot R_2 = 0,018... \text{ A} \cdot 100 \Omega = 1,8... \text{ V} = 1,9 \text{ V}$$

Controle:

$$U = U_1 + U_2 = 4,1 \text{ V} + 1,9 \text{ V} = 6,0 \text{ V}$$

Paralleelweerstand



Als weerstanden **parallel** staan

- Dan staat over elke weerstand dezelfde spanning

$$U = U_1 = U_2$$

- Dan mag je de stroom door R_1 en R_2 optellen

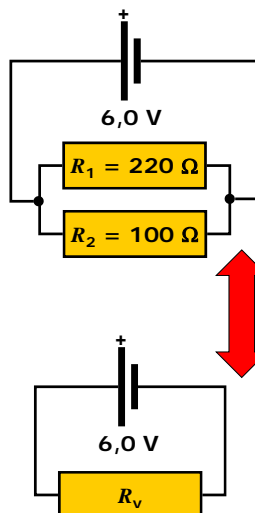
$$I = I_1 + I_2$$

Je mag R_1 en R_2 "vervangen" door R_v

- De weerstand gaat "moeilijk"

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

Voorbeeld



Bereken de stroom door R_1 en R_2

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{6,0 \text{ V}}{220 \Omega} = 0,027... \text{ A} = 0,027 \text{ A} (= 27 \text{ mA})$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{6,0 \text{ V}}{100 \Omega} = 0,060... \text{ A} = 0,060 \text{ A} (= 60 \text{ mA})$$

Bereken de vervangingsweerstand van R_1 en R_2

$$\frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{220 \Omega} + \frac{1}{100 \Omega} = \frac{0,0145...}{\Omega}$$

$$R_v = \frac{\Omega}{0,0145...} = 68,7... \Omega = 69 \Omega$$

(Je mag bij deze formule op hele Ω afronden)

Controle

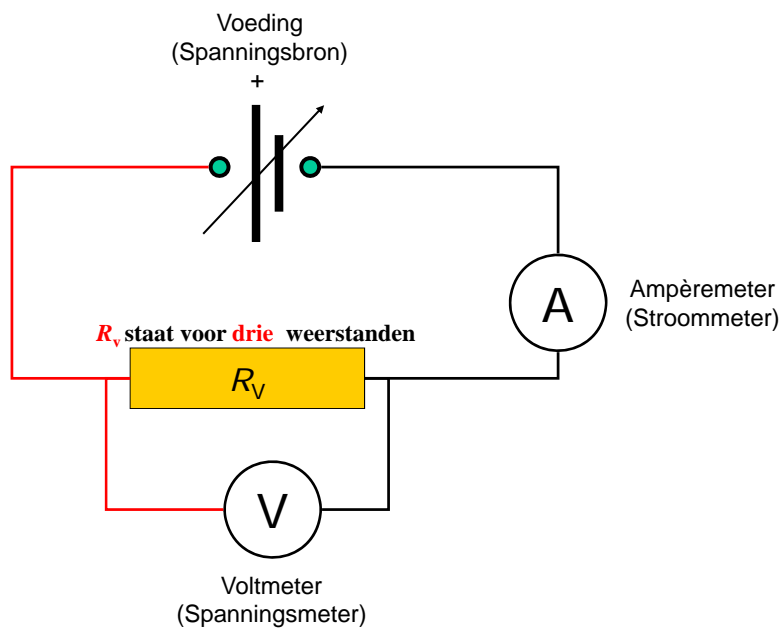
$$I = I_1 + I_2 = 0,027... \text{ A} + 0,060... \text{ A} = 0,087... \text{ A}$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{6,0 \text{ V}}{0,87 \text{ A}} = 68,9... \Omega = 69 \Omega$$

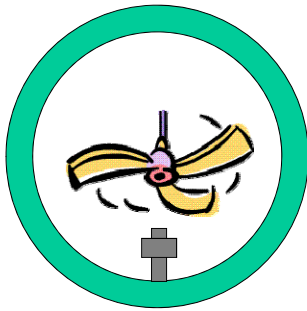
Serie- en parallelschakeling: benodigdheden

- Voeding
- Ampèremeter
- Voltmeter
- Drie weerstanden
- 5 snoeren

Serie- en parallelschakeling: meetopstelling



Vermogen



- Een band is opgepompt
- Het ventiel staat open
- Een (lichte) ventilator staat boven het ventiel
- De lucht heeft het **vermogen** om de ventilator te laten draaien

Hoe **verandert** het **vermogen** (P) als:

- De band een **hogere spanning** (U) heeft?
- Door het ventiel een **grotere stroom** (I) loopt?

$$\text{Vermogen (W)} \longleftarrow P = U \cdot I \longrightarrow \text{Stroomsterkte (A)}$$

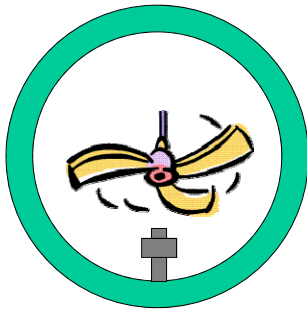
Spanning (V)

Voorbeeld

Hoeveel stroom loopt er door een gloeilamp van 80 W ?

$$I = \frac{P}{U} = \frac{80 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 0,34.. \text{ A} = 0,35 \text{ A}$$

Energie



- Een band is opgepompt
- Het ventiel staat open
- Een (lichte) ventilator staat boven het ventiel
- De lucht heeft het **vermogen** (P) om de ventilator te laten draaien
- **energie** (E) = **vermogen** (P) \times **tijdsduur** (t)

$$E = P \cdot t$$

Energie (Ws)

Vermogen (W)

tijdsduur (s)

$$1 \text{ Ws} = 1 \text{ J}$$

$$1 \text{ kWh} = 1 \cdot 10^3 \text{ Wh} = 1 \cdot 10^3 \cdot 3600 \text{ Ws} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J} (= 3,6 \text{ MJ})$$

$$1 \text{ J} = \frac{1}{3,6 \cdot 10^6} \text{ kWh}$$

Voorbeeld

Hoeveel energie verbruikt een lamp van 80 W in 24 uur?

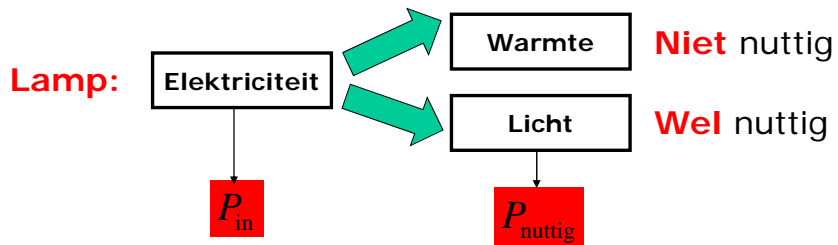
Geef het antwoord in kWh en in J

$$E = P \cdot t = 80 \text{ W} \cdot 24 \text{ h} = 1920 \text{ Wh} = 1,9 \text{ kWh}$$

$$= 1,920 \cdot 3,6 \cdot 10^6 \text{ J} = 6,9 \cdot 10^6 \text{ J}$$

Rendement

Vermogen/energie kan van soort **veranderen**
Niet alle veranderde vermogen/energie is **nuttig**, bijv.:



$$\text{Rendement (geen eenheid)} \longleftarrow \eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}} \longrightarrow \begin{array}{l} \text{Nuttig vermogen (W)} \\ \text{Ingaand vermogen (W)} \end{array}$$

$$3 = \frac{6}{2}$$

$$6 = 3 \cdot 2$$

Tip voor driehoek: $P_{\text{nuttig}} = \eta \cdot P_{\text{in}}$

Voorbeeld

Een gloeilamp van 80 W geeft 3,0 W aan licht.
Bereken het rendement:

$$\eta = ?$$

$$P_{\text{in}} = 80 \text{ W}$$

$$P_{\text{nuttig}} = 3,0 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}} = \frac{3,0 \text{ W}}{80 \text{ W}} = 0,037... = 0,038 (= 3,8 \%) \text{ (weinig dus)}$$