

## 01.01 Stroomgeleiding

jj\_01\_01\_001

Geleider, halfgeleider en isolator.

### **Geleider**

Een geleider laat stroom door, heeft dus atomen met veel losse elektronen

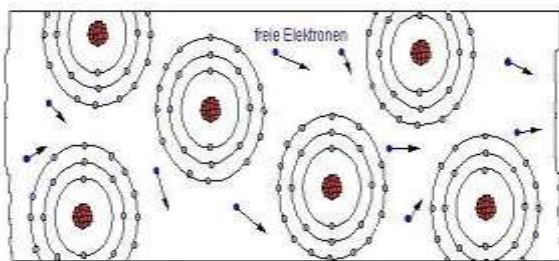
...>>>

Remt de stroom nauwelijks, dus de R weerstand is zeer laag  
-nul- Ohm  $\Omega$

Geleidt de stroom zeer goed, dus de S siemens is zeer hoog oneindig hoge geleiding.

Alle metalen zijn geleiders.

De beste, dat wil zeggen met de kleinste soortelijke weerstand, zijn zilver en koper, maar ook aluminium is een goede geleider.



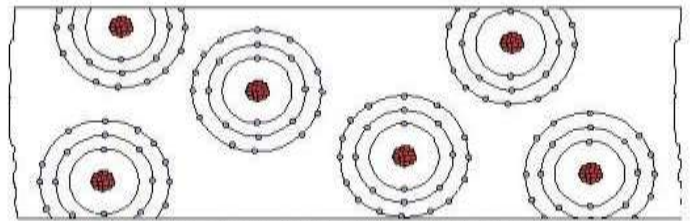
losse elektronen stromen door de stof

### **Geleider:**

- De elektronen zijn niet "vast"verbonden aan het atoom.
- Laten makkelijk los.
- De elektronen bewegen dan door het materiaal.
  - zilver
  - koper
  - aluminium

### **Isolatoren**

Een isolator geleidt NIET, heeft dus geen atomen met losse elektronen...>>>  
Een isolator remt de stroom, hoe meer die remt, hoe hoger de R weerstand  
Als de R hoog is weinig stroom, wanneer R klein is veel stroom.  
Een materiaal dat elektriciteit tegenhoudt en in het bijzonder een voorwerp van glas of porselein.



geen losse elektronen = geen geleiding

### **Isolator:**

- De elektronen zijn zeer vast verbonden aan het atoom.
- Kunnen niet bewegen.
- Er kan geen elektronenstroom plaatsvinden !

Voorbeelden van isolatoren zijn:

- glas
- porselein
- bakeliet
- olie
- steen
- keramiek
- lucht

### **Halfgeleider**

Een halfgeleider is een weerstand totdat je er wat mee doet, dan wordt het een geleider.  
Het geleidingsvermogen is niet groot, maar kan wel heel groot worden.  
Het doet niets vanzelf, je moet er iets voor doen...

Een stof die qua elektrische geleiding het midden houdt tussen een geleider en een isolator.

Voorbeelden van halfgeleiders zijn:

- vochtig hout
- vochtig papier
- kunststof gevuld met koolstof
- verontreinigd silicium of germanium

## 01.01 Stroomgeleiding

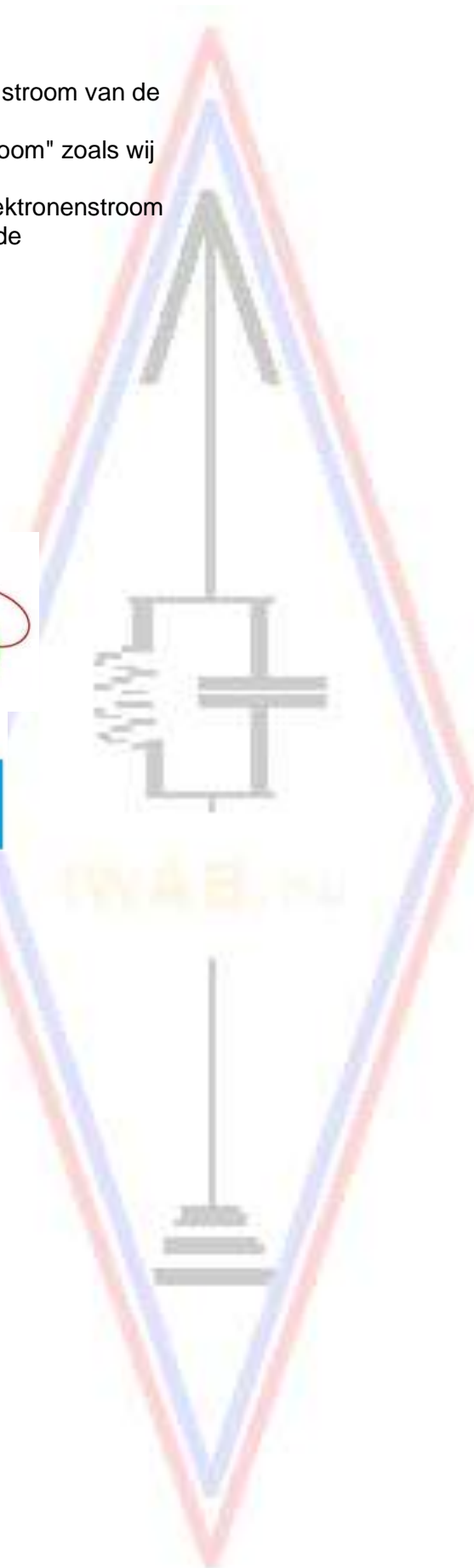
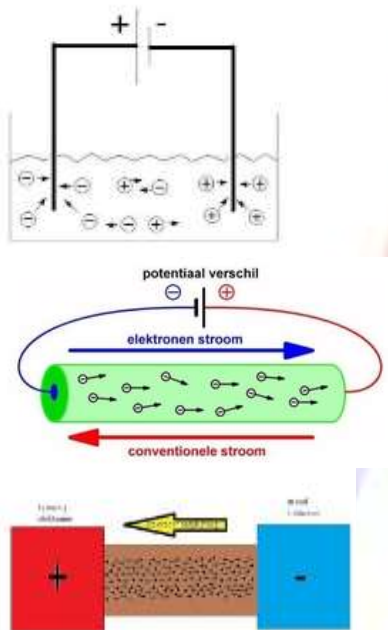
### **Volt**

Vond de elektriciteit uit.

Aangenomen wordt dat de stroom van de + naar de - gaat.

Dit is de "conventionele stroom" zoals wij die kennen !!

Jaren later bleek er een elektronenstroom van - naar + gaat, dit heet de elektronenstroom.



# 01.01 Stroomgeleiding

jj\_01\_01\_002

Stroomsterkte, spanning en weerstand

## Stroomsterkte

Het verplaatsen van elektronen onder invloed van een spanningsverschil, dit wordt I stroom genoemd.

## Stroom

Gaat van hoog naar laag [water van boven naar beneden].

Veel hoogteverschil geeft snellere stroom van het water.

De stroomsnelheid [hoe hard het water stroomt] wordt gemeten in I.

De lading [de hoeveelheid water] wordt gemeten in Q. =Coulomb.

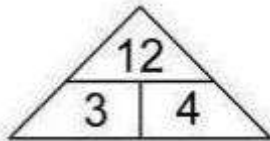
Bij geleiders beschikken we over erg veel ladingsdragers (elektronen en/of ionen).

Bij halfgeleiders zijn er erg weinig ladingsdragers.

Bij isolatoren zijn er helemaal geen ladingsdragers.

$$I = \frac{Q}{t}$$

$$Q = I \times t$$



Q=lading elektronen

t=seconde (tijd)

I=stroom

Hoeveel lading is er verplaatst in 10 seconden bij een stroom van 5 A ???

$I = Q / t$  dus  $Q = I * t$

$(3 = 12 / 4$  dus  $12 = 3 * 4)$

$Q = I \times t$  geeft  $Q = 5 \times 10 = 50$  Coulomb.

Er is dus zoveel liter water verplaatst...in die 10 seconden.

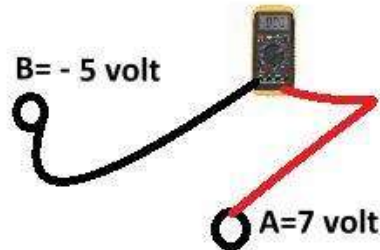
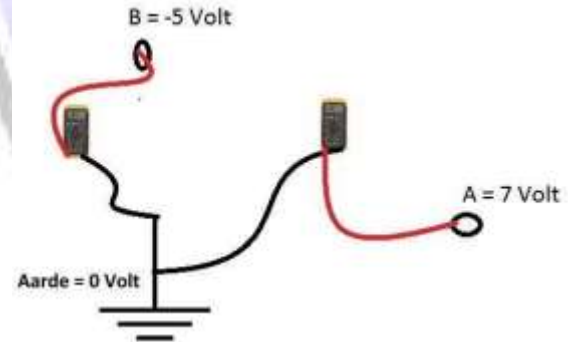
## Spanning

In moeilijke woorden : het elektrische potentiaalverschil tussen twee punten.

Uitleg:

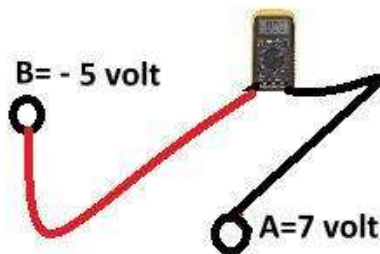
op punt A staat 7 Volt en

op punt B staat -5 Volt



Voltverschil AB =  $U_a - U_b$

Voltverschil AB =  $U_a - U_b$  dus  $7 - (-5) = 12$  Volt  
Uitgedrukt in Volt



Voltverschil BA =  $U_b - U_a$

Voltverschil BA =  $U_b - U_a$   
dus  $-5 - 7 = -12$  Volt

## 01.01 Stroomgeleiding

### Spanning

Kan veroorzaakt worden door:

In een batterij of accu.

Door een statisch elektrisch veld, dynamo of generator.

Door een elektrische stroom die loopt door een magnetisch veld.

### Weerstand

REMT de stroom.

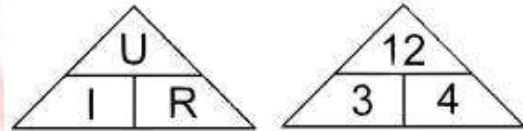
Een elektrische component die de eigenschap heeft om elektrische stroom beperkt door te laten.

Wanneer er weinig weerstand is, is de R laag (en dus grote stroom I).

Wanneer de weerstand groter wordt, is ook de R groter (en minder stroom I).

Uitgedrukt in  $\Omega$ .

### Verhoudingen in de WET van OHM



$$U = I \times R$$

Immers  $12 = 3 \times 4$

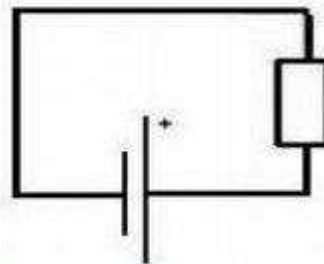
Wat is de stroom I ?

Er komt  $I = U/R$  te staan >>>  $I = 12/4 = 3 \text{ A}$

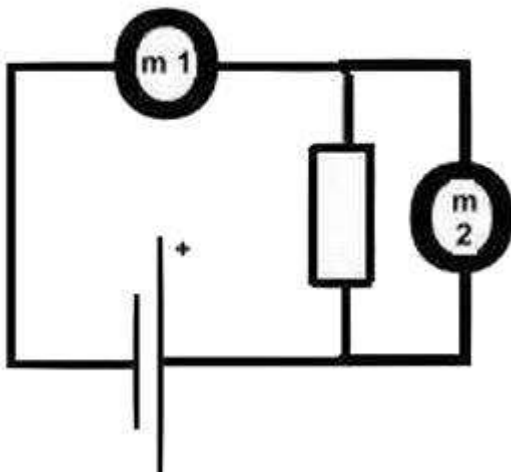
Wat is de weerstand R ?

Er komt  $R = U/I$  te staan >>>  $R = 12/3 = 4 \Omega$

$$\begin{aligned} U &= 12 \text{ volt} \\ R &= 60 \text{ ohm} \\ I &= ? \end{aligned}$$



Wat wijzen de meters aan?



m1

meter 1 staat in de kring, en is dus een stroom meter.

m1 wijst ampère aan.

m2

meter 2 staat over de weerstand, en is dus een spanningsmeter.

m2 wijst de spanning aan.

$$U = I \times R$$

$$I = U/R = 12/60 = 0.2 \text{ A} = 200 \text{ mA}$$

jj\_01\_01\_003

De eenheden ampère, volt en ohm

Ampère

de hoeveelheid stroom I in Ampère A

Volt

het spanningsverschil U in volt V

Ohm

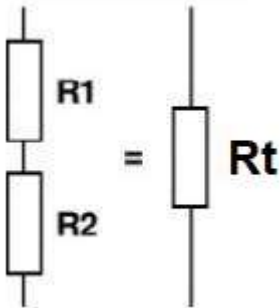
de weerstand R in ohm  $\Omega$

**Wanneer je wat uitrekent ALTIJD de EENHEDEN juist BENOEMEN !!!**

# 01.01 Stroomgeleiding

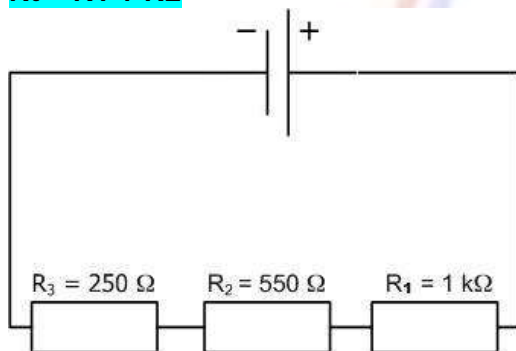
jj\_01\_01\_004  
De wet van Ohm

## Weerstanden in serie



De weerstanden staan achter elkaar en hebben dezelfde stroom.

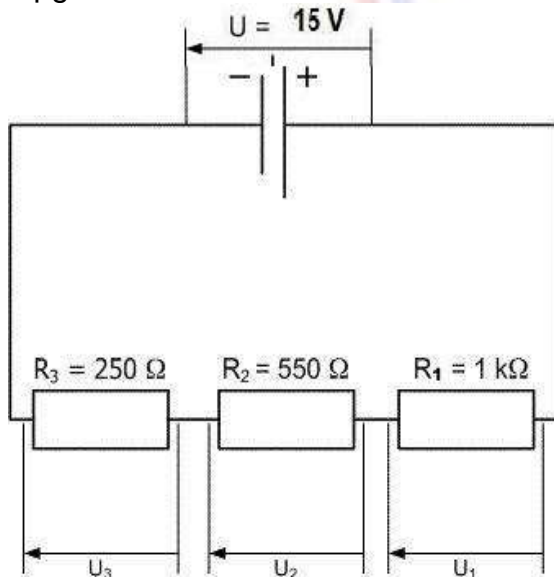
**$R_t = R_1 + R_2$**



**$R_t = R_1 + R_2$**

$R_1 = 1000 \Omega$   
 $R_2 = 550 \Omega$   
 $R_3 = 250 \Omega$   
 $R_T = 1800 \Omega$

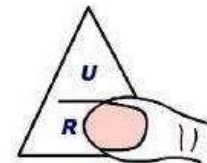
Opgeteld is



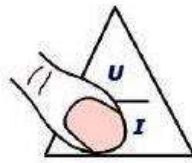
Wat is de stroom door de weerstanden ???



$U = R \times I$



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



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

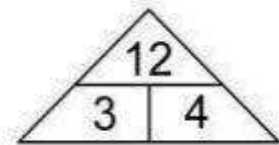
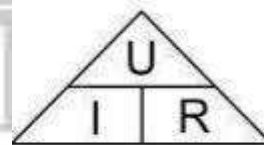
Vinger op de I geeft  $U/R$

$15/1800 = 8.33_{\text{exp-3}} = 8.33 \text{ mA}$

Er loopt een stroom rechtsom, nl van + naar min van de batterij, van 8.33 mA door R1 daarna R2 en daarna door R3.

De totale aangelegde spanning is 15 V deze zal zich verdelen over R1 R2 en R3

Hoe groot is de spanning over R1 R2 en R3 ?



**$U = I \times R$**

De spanning U over R1 =  $U = I \times R = 8.33_{\text{exp-3}} \times 1000 = 8.33 \text{ V}$

De spanning U over R2 =  $U = I \times R = 8.33_{\text{exp-3}} \times 550 = 4.58 \text{ V}$

De spanning U over R3 =  $U = I \times R = 8.33_{\text{exp-3}} \times 250 = 2.08 \text{ V}$

opgeteld is dat de aangelegde spanning  $U_a = 15 \text{ V}$

De spanning over R1 noemen we  $U_{r1}$  en is een gedeelte van de spanning van 15 V

De spanning over R2 noemen we  $U_{r2}$  en is een gedeelte van de spanning van 15 V

De spanning over R3 noemen we  $U_{r3}$  en is een gedeelte van de spanning van 15 V  
Je hebt dus hier 3 deelspanningen en 1 aangelegde spanning.

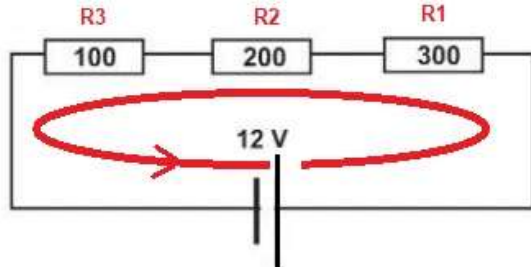


## 01.01 Stroomgeleiding

Er is onderweg geen spanning bijgekomen en ook geen spanning verloren.

$$\Sigma U = 0$$

### De spanningswet van Kirchoff



$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 = 100 + 200 + 300 = 600 \text{ Ohm}$$

$$I = U/R \quad 12/600 = 0.02 \text{ A} = 20 \text{ exp-3 A} = 20 \text{ mA}$$

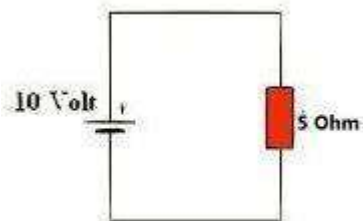
$$\begin{aligned} U_{r1} &= I_{r1} \times R_1 = 0.02 \times 300 = 6 \text{ V} \\ U_{r2} &= I_{r2} \times R_2 = 0.02 \times 200 = 4 \text{ V} \\ U_{r3} &= I_{r3} \times R_3 = 0.02 \times 100 = 2 \text{ V} \\ U_a &= 12 \text{ V} \end{aligned}$$

dus

$$\Sigma U = 0$$

Spanning gaat niet verloren !!

### Wet van Ohm



$R_t =$  hier dus maar 1 weerstand ,dus 5  $\Omega$ .

$$U=10\text{V} \quad R=5 \text{ Ohm} \quad I=?$$

$$R_t = R_1 \quad \text{dus } I=U/R \quad 10/5=2 \text{ A}$$

$$U=IR \quad 2 \times 5 = 10\text{V}$$

$$R_t = R_1 + R_2 \quad 5+5=10 \Omega$$

$$U=I \cdot R \text{ ,dus } I=U/R \quad 10/10=1\text{A}$$

De 1 A loopt door R1 en R2 in SERIE !!

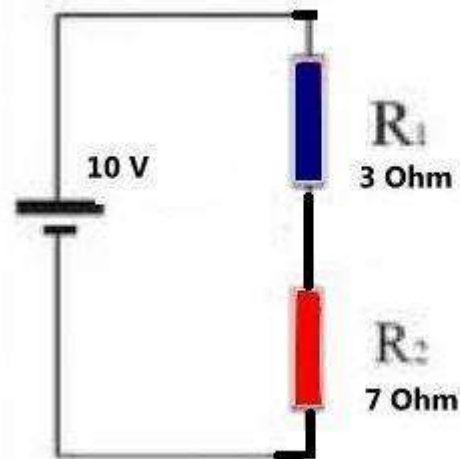
$$U_{R1}=I_{R1} \cdot R_1 \quad 1 \cdot 5 = 5 \text{ V}$$

$$U_{R2}=I_{R2} \cdot R_2 \quad 1 \cdot 5 = 5 \text{ V}$$

$$\text{Samen weer} \quad 10 \text{ V}$$

$$\Sigma U = 0$$

We zien dat de spanning verdeeld wordt in 2 x 5 V en samen weer 10V is !!



$$R_t = R_1 + R_2 \quad 3+7=10 \Omega$$

$$U=I \cdot R \text{ ,dus } I=U/R \quad 10/10=1\text{A}$$

De 1 A loopt door R1 en R2 SERIE !!

$$U_{r1} = I_{r1} \times R_1 \quad 1 \times 3 = 3 \text{ V}$$

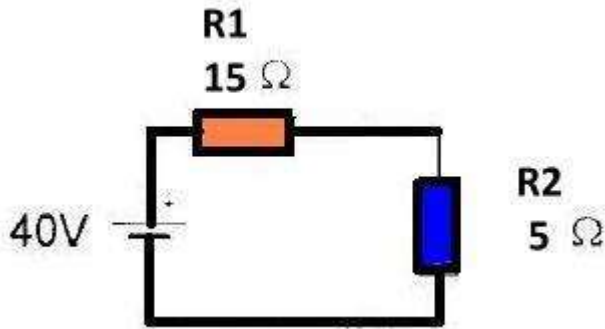
$$U_{r2} = I_{r2} \times R_2 \quad 1 \times 7 = 7 \text{ V}$$

$$\text{Samen weer} \quad 10 \text{ V}$$

$$\Sigma U = 0$$

Alle spanningsvallen zijn gelijk aan  $U_a$   
Dit heet de 2de Wet van Kirchoff

## 01.01 Stroomgeleiding



Hoe verloopt de spanning???

$$U_a = 40 \text{ V}$$

$$R_t = R_1 + R_2 = 15 + 5 = 20 \text{ } \Omega$$

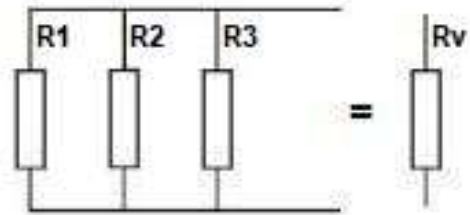
$$I = U/R_t = 40/20 = 2 \text{ A}$$

$$U_{R1} = I R_1 = 2 \times 15 = 30 \text{ V}$$

$$U_{R2} = I R_2 = 2 \times 5 = 10 \text{ V}$$

$$\text{Samen weer} \quad 40 \text{ V}$$

### Weerstanden in parallel



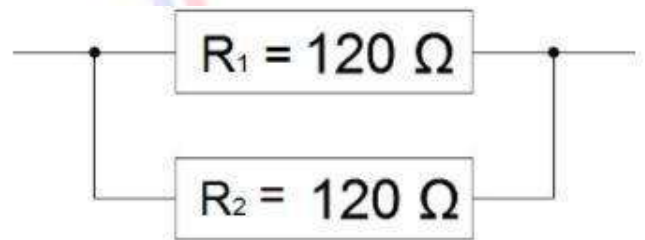
De weerstanden staan naast elkaar en hebben dezelfde spanning.  
De weerstanden worden hier niet zomaar opgeteld.

$$R_v = R_t \text{ parallel}$$

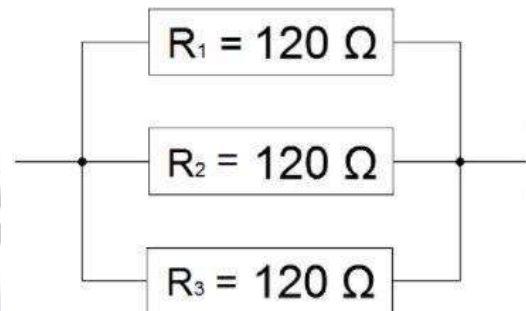
Om  $R_v$  uit te rekenen hebben we de volgende berekening nodig

$$\frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

$$R_v = 1 / ( 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 )$$

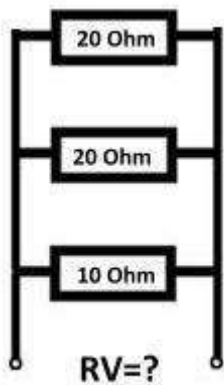


$$R_v = 1 / [1/120 + 1/120] = 60 \text{ } \Omega$$



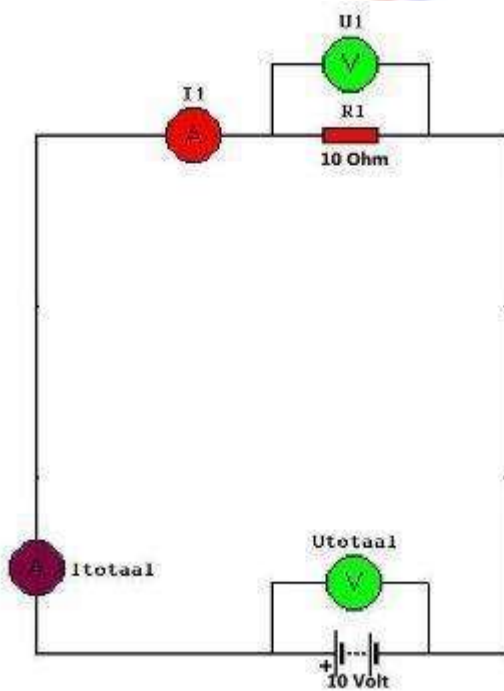
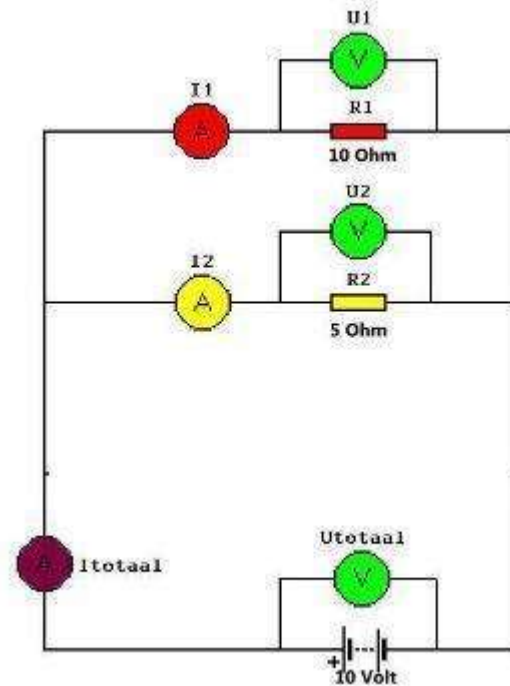
$$R_v = 1 / [ 1/120 + 1/120 + 1/120 ] = 40 \text{ } \Omega$$

## 01.01 Stroomgeleiding



$$R_v = 1 / [ 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 ]$$

$$R_v = 1 / [ 1/10 + 1/20 + 1/20 ] \text{ dit is } 5 \Omega$$



De Spanning U is hetzelfde, maar de stromen anders.

$$I_1 = U_1 / R_1 = 10 / 10 = 1 \text{ A}$$

$$I_2 = U_2 / R_2 = 10 / 5 = 2 \text{ A}$$

$$I_t = I_1 + I_2 = 1 + 2 = 3 \text{ A}$$

**1ste Wet van Kirchhoff**

**Stroom gaat niet verloren !!**

$$\sum I = 0$$

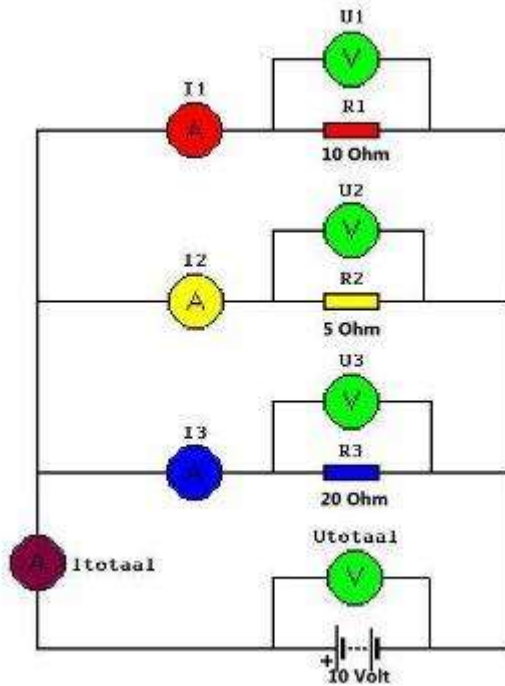
De Spanning U is 10V,

$$I_1 = U_1 / R_1 = 10 / 10 = 1 \text{ A}$$

$$I_t = I_1$$



# 01.01 Stroomgeleiding



De Spanning U is hetzelfde, maar de stromen anders.

$$\begin{aligned}
 I_1 &= U_1 / R_1 & 10 / 10 &= & 1 & \text{ A} \\
 I_2 &= U_2 / R_2 & 10 / 5 &= & 2 & \text{ A} \\
 I_3 &= U_3 / R_3 & 10 / 20 &= & 0.5 & \text{ A} \\
 I_t &= I_1 + I_2 + I_3 & &= & 3.5 & \text{ A}
 \end{aligned}$$

$$R_v = U / I_t = 10 / 3.5 = 2.857 \text{ Ohm}$$

$$R_v = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

$$R_v = \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{1}{5} + \frac{1}{20}}$$

$$R_v = \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{1}{5} + \frac{1}{20}}$$

$$R_v = 2.857 \Omega$$

## 1ste Wet van Kirchhoff

$$\sum I = 0$$

Stroom gaat niet verloren !!  
De deelstromen zijn gelijk aan It.



$$R_v = 1 / (1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3)$$

$$R_v = 1 / (1/1 + 1/2 + 1/4) = 0.57 \Omega$$

$$\begin{aligned}
 I_{r1} &= U / R_1 = 4/1 = 4 \text{ A} \\
 I_{r2} &= U / R_2 = 4/2 = 2 \text{ A} \\
 I_{r3} &= U / R_3 = 4/4 = 1 \text{ A} \\
 \text{Totale stroom} &= 7 \text{ A}
 \end{aligned}$$

$$R_v = U / I_t$$

$$R_v = 4/7 = 0.57 \Omega$$

$$S = 1/R$$

$$S = 1/0.57 = 1.75 \text{ S-remen}$$

$$R = 1/S$$

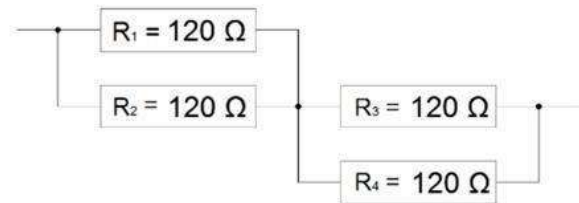
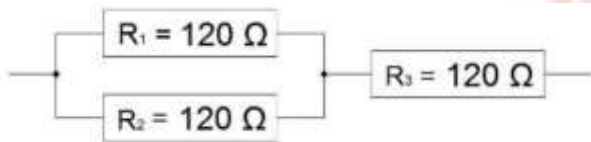
$$R = 1/1.75 = 0.57 \Omega$$

$$R \times S = 1$$

$$0.57 \times 1.75 = 1$$

## 01.01 Stroomgeleiding

### Weerstanden in serie – parallel



De weerstanden R1 en R2 staan parallel  
De weerstanden R1 en R2 samen staan in serie met R3

R1 en R2 staan parallel  
R3 en R4 staan parallel

We maken er eerst een serieschakeling van, dus  $R_{v12} + R_3$

R1 en R2 samen staat in serie met R3 en R4 samen.

$$R_{v12} + R_3 = R_t$$

deze formule is dus een samenvoeging van:

$$\frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} + \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

$$1 / [1/120 + 1/120] + 1 / [1/120 + 1/120] = 120 \Omega$$

$$U = I \times R$$

$$\text{en } \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

raar maar waar !!

$$R_{v12} + R_3 = R_t$$

$$R_{v12} = 1 / [1/R_1 + 1/R_2] = 60 \text{ Ohm}$$

$$R_3 = 120 \text{ Ohm}$$

$$R_t = 180 \text{ Ohm}$$

# 01.01 Stroomgeleiding

jj\_01\_01\_005

De wetten van Kirchhoff

$$\sum I = 0$$

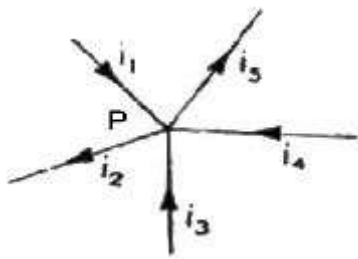
De stroomwet van Kirchhoff.

"SOM" van de stromen=0

**Stroom gaat niet verloren !!**

In elk knooppunt in een elektrische kring is de som van de stromen die in dat punt samenkomen gelijk aan de som van de stromen die vanuit dat punt vertrekken.

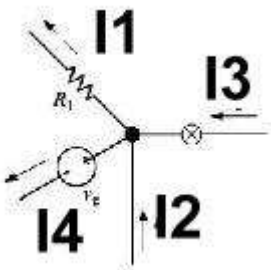
Wat erin gaat...>>>...komt er ook uit.



Kijken we naar de stromen:

- I1 gaat naar P
- I2 gaat uit P
- I3 gaat naar P
- I4 gaat naar P
- I5 gaat uit P

Wat erin gaat...>>>...komt er ook uit,  
dus:  $I1 + I3 + I4 = I2 + I5$



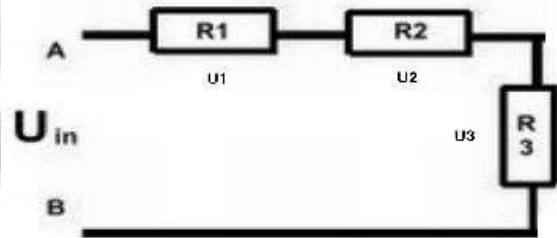
Wat erin gaat...>>>...komt er ook uit,  
dus:  $I2 + I3 = I1 + I4$

$$\sum U = 0$$

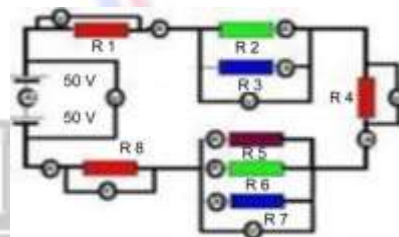
De spanningswet van Kirchhoff  
"SOM" van de spanningen is 0  
**Spanning gaat niet verloren !!**

$$\sum U = 0$$

De som van de spanningen (rekening houdend met de richting) in een gesloten kring = nul.



$$U_{in} = U1 + U2 + U3$$

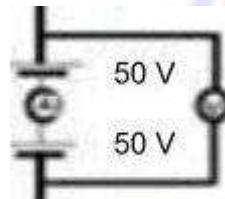


- R1=R4=R8=10 Ohm
- R2=R6=40 Ohm
- R3=R7=30 Ohm
- R5=15 Ohm

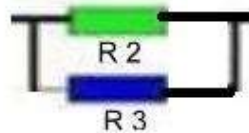
Wat wijzen de meters aan?

De tekening lezen>>>>

kijken we naar de voeding dan zien we 2 keer 50 V dus 100 V totaal.

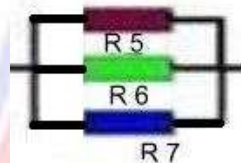


R2 en 3 staan parallel en moeten vervangen worden door Rv23.



R2 en R3 Parallel

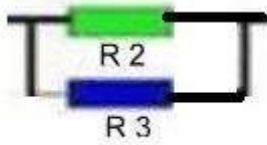
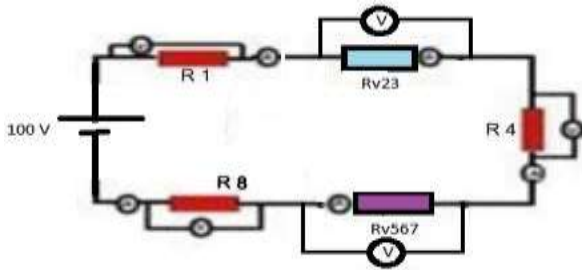
R5 6 en 7 staan parallel, de Rv noemen we Rv567.



R5 R6 R7 parallel

Nu staan R1+Rv23+R4+Rv567+R8 in serie.

# 01.01 Stroomgeleiding



R2 en R3 Parallel

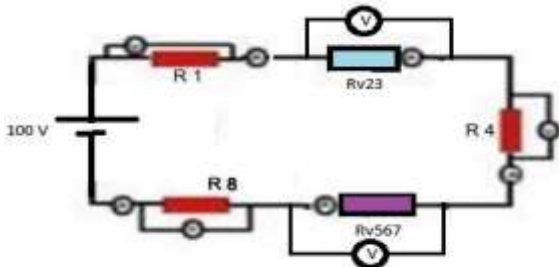
**1**

$$R_{v23} = 1/R_2 + 1/R_3$$

$$1/(1/40 + 1/30) = 17,143 \Omega$$

$$R_{v567} = 1/(1/R_5 + 1/R_6 + 1/R_7)$$

$$R_{v567} = 1/(1/15 + 1/40 + 1/30) = 8 \Omega$$



$$R_t = R_1 + R_{v23} + R_4 + R_{v567} + R_8$$

$$R_t = 10 + 17,143 + 10 + 8 + 10 = 55 \Omega$$

$$I_t = U_t / R_t = 100 / 55 = 1,8 \text{ A}$$

$$I_{R1} = 1,8 \text{ A} = I_{R_{v23}} = 1,8 \text{ A} = I_{R4} = 1,8 \text{ A}$$

$$I_{R_{v567}} = 1,8 \text{ A} = I_{R8} = 1,8 \text{ A}$$

$$U_{R1} = I_{R1} * R_1 = 1,8 * 10 = 18 \text{ V}$$

$$U_{R_{v23}} = I_{R_{v23}} * R_{v23} = 1,8 * 17,143 = 30 \text{ V}$$

$$U_{R4} = I_{R4} * R_4 = 1,8 * 10 = 18 \text{ V}$$

$$U_{R_{v567}} = I_{R_{v567}} * R_{v567} = 1,8 * 8 = 14 \text{ V}$$

$$U_{R8} = I_{R8} * R_8 = 1,8 * 10 = 18 \text{ V}$$

$$U_t = U_1 + U_{23} + U_4 + U_{567} + U_8 \quad \text{ca } 100 \text{ V}$$

$$I_{R2} = U_{R2} / R_2 = 30 / 40 = 750 \text{ mA}$$

$$I_{R3} = U_{R3} / R_3 = 30 / 30 = 1 \text{ A}$$

$$\text{Deze samen } I_t = I_{R2} + I_{R3} = \text{ca } 1,8 \text{ A}$$

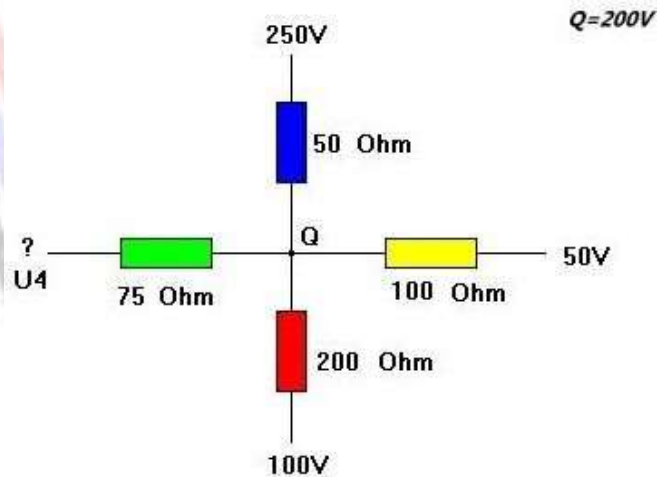
$$I_{R5} = U_{R5} / R_5 = 14 / 15 = 933 \text{ mA}$$

$$I_{R6} = U_{R6} / R_6 = 14 / 40 = 350 \text{ mA}$$

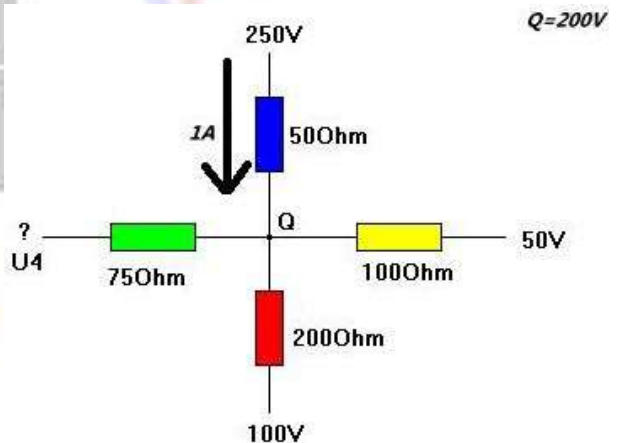
$$I_{R7} = U_{R7} / R_7 = 14 / 30 = 467 \text{ mA}$$

$$\text{Deze samen } I_t = I_{R5} + I_{R6} + I_{R7} = 1,8 \text{ A}$$

## Voorbeeld

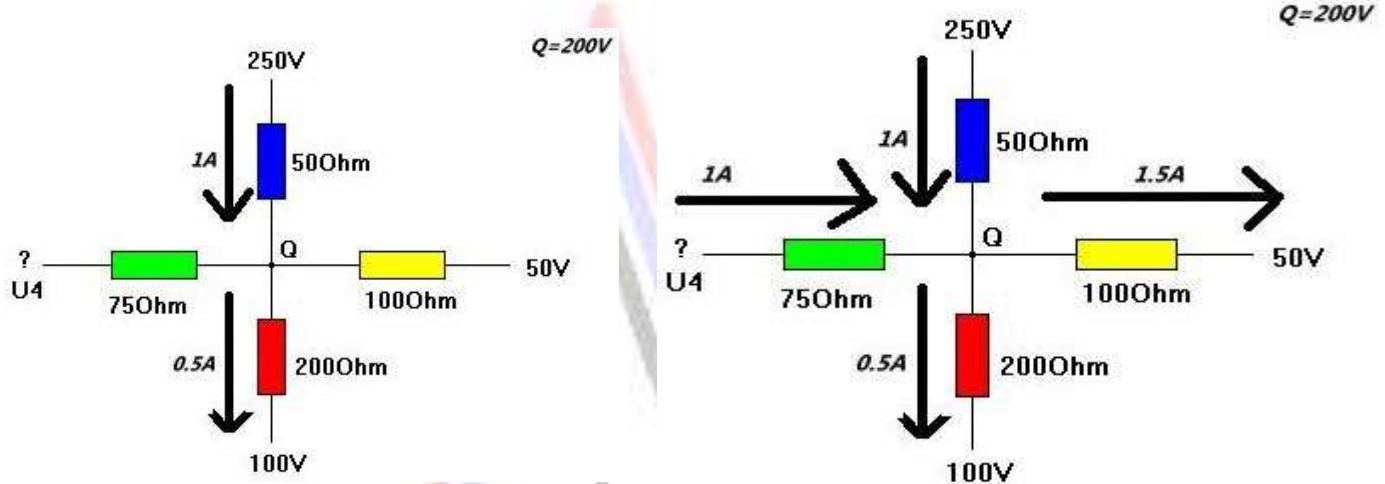


U over de 50  $\Omega$  weerstand =  $250 - 200 = 50 \text{ V}$   
 I door blauw richting Q =  $U/R = 50/50 = 1 \text{ A}$



U over de 200  $\Omega$  weerstand =  $200 - 100 = 100 \text{ V}$   
 I door rood vanuit Q =  $U/R = 100/200 = 0,5 \text{ A}$

## 01.01 Stroomgeleiding

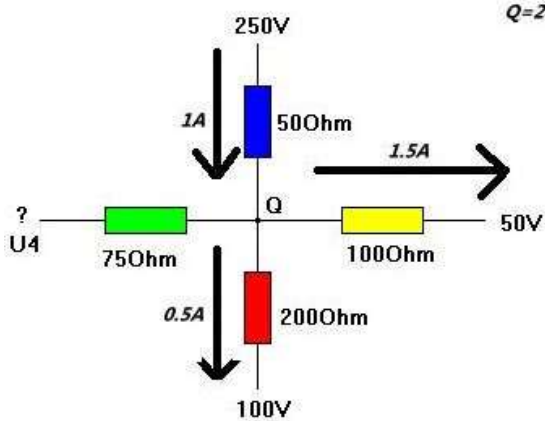


U over de 100 Ω weerstand =  $200 - 50 = 150V$   
 I door geel vanuit  
 $Q = U/R = 150/100 = 1,5A$

U over de groene weerstand

$$I \cdot R = 1 \cdot 75 = 75V$$

$$U_4 = Q + 75 = 275V$$



Vanuit Q =  $0.5 + 1.5 = 2A$

Naar Q = 2A

I door groen naar Q =  $2 - 1 = 1A$



# 01.01 Stroomgeleiding

jj\_01\_01\_006

Elektrisch vermogen [  $P = U \times I$  ].

$P = U \times I$

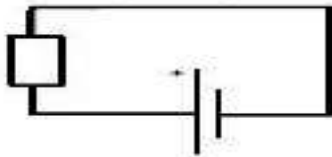
Elektrisch Vermogen

P = het vermogen in Watt

U = de spanning in Volt

I = de stroom in Ampère

R = 50 Ohm  
U = 10 volt  
P = ?



$I = U/R$

$I = 10/50$

$I = 200 \text{ mA}$

$P = U \times I$

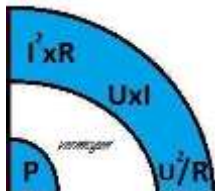
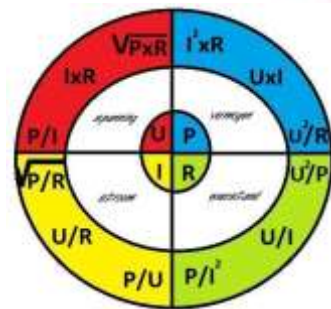
$P = 10 \times 200\text{m}$

$P = 2 \text{ Watt}$

$P = U^2 / R$

$P = [10 \times 10] / 50$

$P = 2 \text{ Watt}$



Het vermogen P

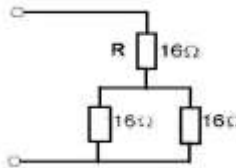
kan met diverse formules worden berekend; allemaal afgeleid van:

$P = U \times I$

Voorbeeld:

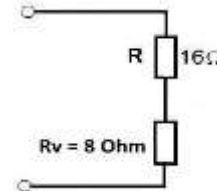
R dissipeert 4 watt.

Het gedissipeerd vermogen van de gehele schakeling is



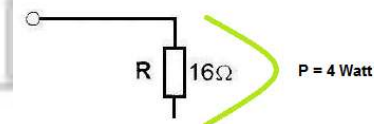
In de eerste R van 16 Ω zit 4 Watt.

De andere weerstanden parallel, we krijgen dus het volgende:



De twee weerstanden van elk 16 Ω zijn nu vervangen.

Kijken we alleen naar de bovenste:



Hier is:

$P = 4 \text{ Watt}$

$R = 16 \Omega$

Kunnen we hier wat mee?

Wat is de stroom daar ?

Raadpleeg de formules; Wat kan ik?

$P = I^2 \times R$

$4 = I^2 \times 16$

$I^2 = 4 / 16$

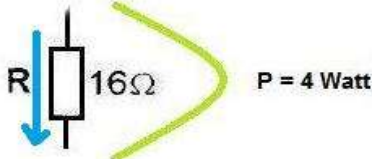
$I^2 = 0.25$

$I = \sqrt{0.25}$

$I = 0.5 \text{ A} = 500 \text{ mA}$

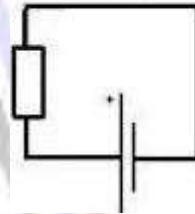
# 01.01 Stroomgeleiding

$I = 0.5 \text{ A}$   
 $I = 500 \text{ mA}$



jj\_01\_01\_007  
 De eenheid Watt

$R = 50 \text{ Ohm}$   
 $U = 10 \text{ volt}$   
 $P = ?$



Volgende formule:

**$U = I \times R$**

$U = 0.5 \times 16$

$U = 8 \text{ V}$

Nu weten op dat punt:

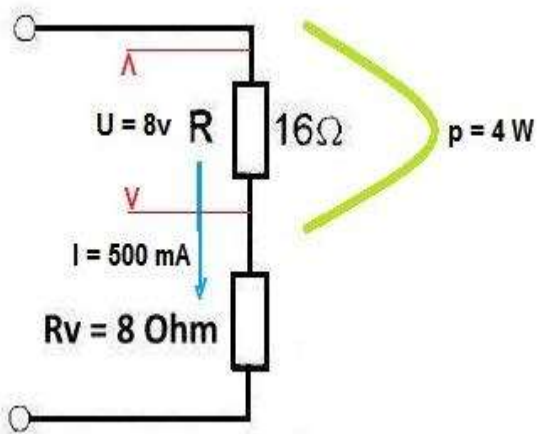
$P = 4 \text{ Watt}$

$R = 16 \text{ Ohm}$

$I = 500 \text{ mA}$

$U = 8 \text{ V}$

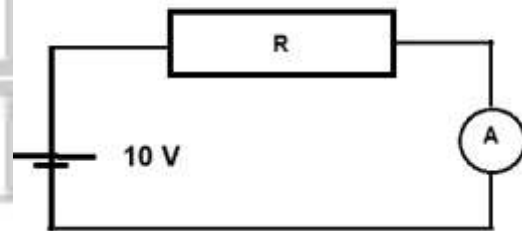
Terug naar de tekening:



$I = U/R = 10/50 = 200 \text{ mA}$

$P = U \times I = 10 \times 200 \text{ m} = 2 \text{ Watt}$

IR wordt eens zo groot  
 P wordt?



**$P = U \times I$**

$P = U \times 2I$

$P = 2P$

Stel:

$U = 10 \text{ V}$

$I = 4 \text{ A}$  en daarna  $8 \text{ A}$

(met een halve weerstand =  $R/2$ )

$P = ?$  en daarna ?

Het vermogen P over R van 8 Ohm.

$P = U \times I \quad 10 \times 4 = 40 \text{ W}$  en daarna

$P = U \times I \quad 10 \times 8 = 80 \text{ W}$

**$P = I^2 \times R$**

$P = [0.5 \times 0.5] \times 8$

$P = 2 \text{ Watt}$

$P = U \times I \quad \gg \gg$

$I = 2 \times \text{groter}$ , dan  $P$  ook  $2 \times \text{groter}$

**$R_t = R_1 + R_2$**

$R_t = 16 + 8$

$R_t = 24 \text{ Ohm}$

**$P_t = I^2 \times R_t$**

$P_t = [0.5 \times 0.5] \times 24$

$P_t = 6 \text{ Watt}$

## 01.01 Stroomgeleiding

jj\_01\_01\_008

Elektrische energie [  $Ws = P \times t$  ]

### Elektrische energie

Een lamp met een elektrisch vermogen van 1 Watt verbruikt in 1 seconde 1 Joule aan elektrische energie.

$$E = P \times t \quad \text{Ook wel} \quad W = P \times t$$

E of W

E = elektrische energie in joule  
W = vermogen in Watt-sec.  
P = vermogen in Watt.  
T = tijd in sec.

In de dagelijkse praktijk worden grotere hoeveelheden uitgedrukt in kilowattuur (kWh).

1 W = 1 E = 1 Joule  
[vaak bij voedingswaarden].

1 kWh komt overeen met 3.600.000 Joule.

$$E = Ws$$

jj\_01\_01\_009

De eenheid Joule

$$W = P \times t$$

W = Watt-sec.

P = vermogen in Watt.

t = tijd in sec.

Energie (Joule of Wattseconde) =

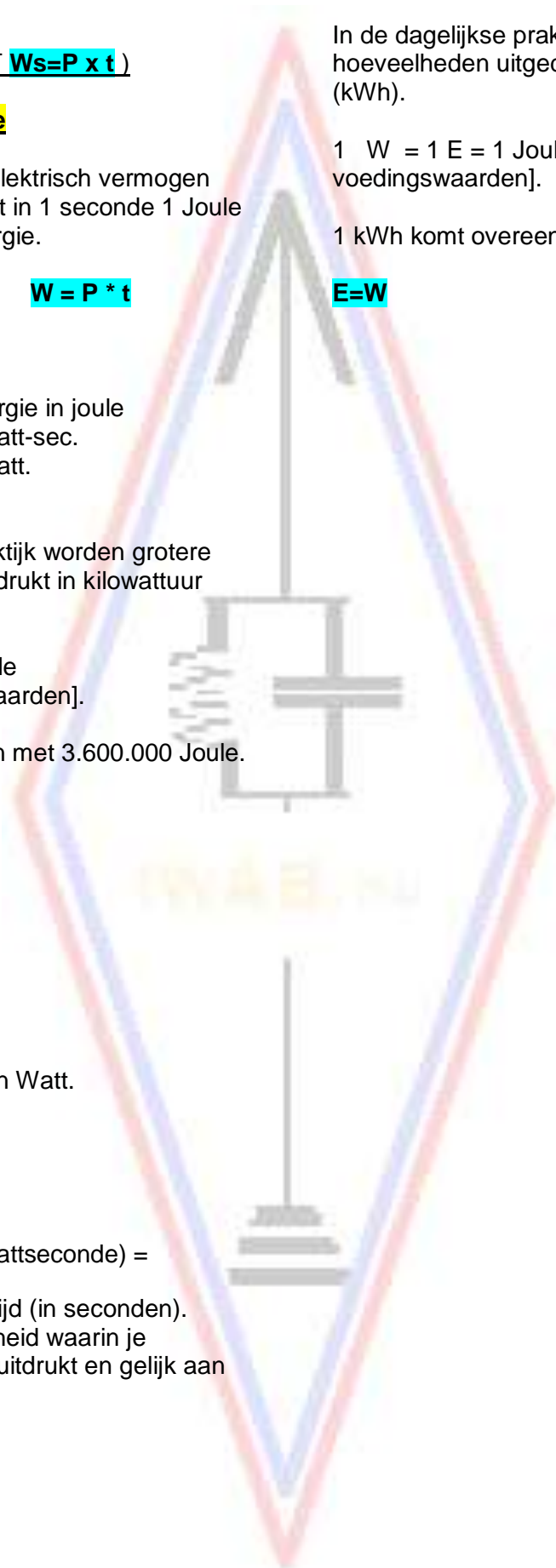
Vermogen (Watt) \* tijd (in seconden).  
Joule is dus de eenheid waarin je Elektrische energie uitdrukt en gelijk aan een Wattseconde.

In de dagelijkse praktijk worden grotere hoeveelheden uitgedrukt in kilowattuur (kWh).

1 W = 1 E = 1 Joule [vaak bij voedingswaarden].

1 kWh komt overeen met 3.600.000 Joule.

$$E = W$$



## 01.01 Stroomgeleiding

jj\_01\_01\_010

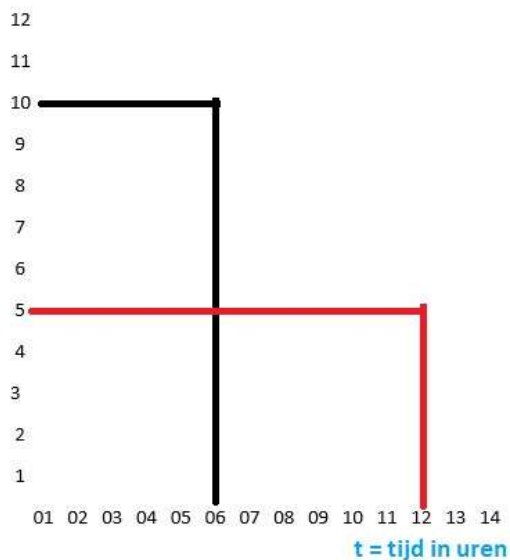
Capaciteit van een batterij [ ampere-uur ]

### Batterij



Capaciteit van een batterij.  
Uitgedrukt in Ah ampères per uur.

### Ampère A



.60Ah levert 10A 6 uur lang.  
levert 5 A 12 uur lang .

Een kleine lamp met weinig stroom, brandt langer dan een felle lamp met meer stroom.

### Aanvulling Casio

Rekenen

EXP ( X10x )

De EXP knop op je rekenmachine



EXP

Kijken we nog eens naar

Naam	Getal	Getal	Calc.
<b>Tera</b>	1.000 000 000 000		Exp12
<b>Giga</b>	1 000 000 000		Exp9
<b>Mega</b>	1.000 000		Exp6
<b>Kilo</b>	1.000		Exp3
	1		
milli		0.001	Exp-3
μ micro		0.000 001	Exp-6
nano		0.000 000 001	Exp-9
pico		0.000 000 000 001	Exp-12

## 01.01 Stroomgeleiding

### milli

Dit is  $1/1000$  oftewel  $0.001 = 10^{-3}$   
 $10^{-3}$  geeft dus milli aan.

### Kilo

1 kilo (-gram) is 1.000 (gram)  
1 K is 1000 oftewel  $10^{+3}$   
 $10^{+3}$  geeft dus Kilo aan

### micro $\mu$

Al weer kleiner , nl milli / 1000 is 0.000.001  
is  $10^{-6}$   
 $10^{-6}$  geeft micro aan.

### Mega

Een groot getal vb 144 Mhz is  
144.000.000 Hz oftewel  $144 \times 10^6$  Hz  
 $10^6$  geeft Mega aan

### nano

is 1000 keer kleiner dan micro is dus zeer klein  
1 nF = 0.000.000.001 F oftewel  $10^{-9}$  F  
 $10^{-9}$  geeft nano aan.

### Giga

een pc met een geheugen van 100 Gb  
heeft 100.000.000.000 b aan geheugen  
100 G =  $100 \times 10^9$   
 $10^9$  geeft dus Giga aan

### pico

wordt vaak gebruikt bij condensatoren ,  
deze hebben dus een zeer kleine waarde

10 pF is 0.000.000.000.01 F oftewel  $10^{-12}$  F  
 $10^{-12}$  geeft dus pico aan

ENG functie op je rekenmachine



ENG

Omdat we net zagen dat we met de eenheden

Tera – Giga – Mega – Kilo – milli – micro – nano en pico werken , kan een berekening wel eens uitkomen op bv  $0.23 \times 10^{-4}$

$10^{-4}$  is geen gebruikte grootte en nu komt de **ENG** knop tot recht....

ok we hadden  $0.23 \times 10^{-4}$  en drukken nu op de **ENG** en krijgen dan  $2.3 \times 10^{-5}$   
ook  $2.3 \times 10^{-5}$  is geen grootte , nog een keer op de **ENG** en krijgen  $23 \times 10^{-6}$

$23 \times 10^{-6}$  is 23 micro

Met de ENG functie kom je altijd wel op een geschikte grootte terecht.



## 01.01 Stroomgeleiding

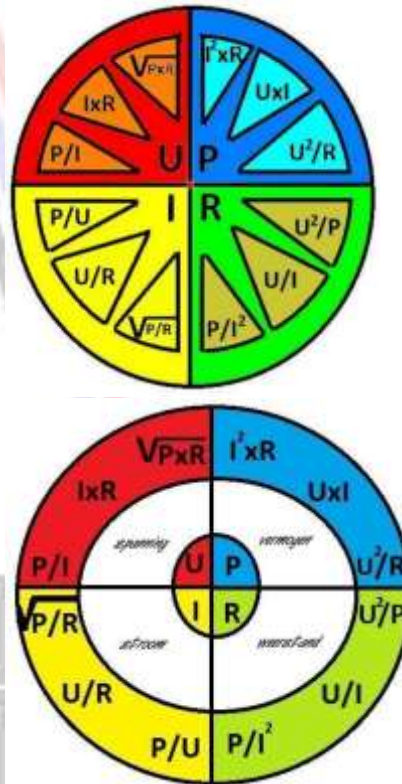
jj\_01\_01\_011  
**AANVULLING**

**Aanvulling**

**Getallen:**

Naam	Getal	Getal	Calc.
<b>Tera</b>	1.000 000 000 000		Exp12
<b>Giga</b>	1 000 000 000		Exp9
<b>Mega</b>	1.000 000		Exp6
<b>Kilo</b>	1.000		Exp3
	1		
milli		0.001	Exp-3
μ micro		0.000 001	Exp-6
nano		0.000 000 001	Exp-9
pico		0.000 000 000 001	Exp-12

Goochelen met getallen.



Geeft je rekenmachine dit aan:

$12^{X10-3}$  dan  $12 \times 10^{-3}$

Dit is 12 milli.

Ook wel  $12^{\text{exp}-3}$

$3300 = 3K3 = 3.3^{\text{exp}3}$

som uitkomst van een optelling  
 verschil uitkomst van een aftrekking  
 product uitkomst van een vermenigvuldiging  
 coëfficiënt uitkomst van een deling

Hier staan alle belangrijke formules in