Elektriese stroombane: Weerstand (Graad 11)*

Free High School Science Texts Project

Based on *Electric Circuits: Resistance (Grade 11)*† by

Free High School Science Texts Project

This work is produced by OpenStax-CNX and licensed under the
Creative Commons Attribution License 3.0‡

1 Weerstand

In graad 10 het jy van resistors geleer en van stroombane waar resistors in serie en parallel geskakel word. In 'n seriestroombaan is daar slegs een pad waardeur 'n stroom kan beweeg. In 'n parallelle stroombaan is daar meer as een pad waardeur 'n stroom kan beweeg.

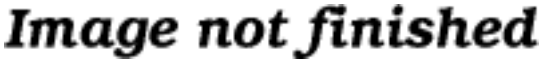


Figure 1

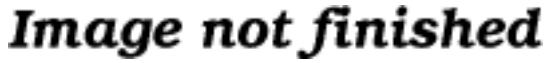
1.1 Ekwivalante weerstand

Wanneer daar meer as een resistor in 'n stroombaan is, kan ons die totale gekombineerde weerstand van al die resistors bereken. Die weerstand van die enkele resistor word dan die *ekwivalente weerstand* genoem.

1.1.1 Ekwivalente weerstand in serie

Beskou 'n seriestroombaan wat uit drie resistors en 'n enkele sel bestaan.

*Version 1.1: Jul 30, 2011 7:45 am -0500
†http://cnx.org/content/m38889/1.1/
‡http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/



Figuur 2

'n Belangrike beginsel wat onthou moet word in verband met 'n seriestroombaan is dat die stroomsterkte deur elke resistor dieselfde is. Dit is omdat daar slegs een pad is waardeur elektrone kan beweeg. Ons kan bepaal in watter rigting die stroom beweeg deur na die konneksie van die battery te kyk. Ons weet dat konvensionele stroom van positief na negatief beweeg. Stroom in hierdie stroombaan sal dan kloksgewys beweeg vanaf punt A na B na C na D en terug na A.

So, hoe gebruik ons hierdie kennis om die totale weerstand in die stroombaan te bereken?

Ons weet dat in 'n seriestroombaan is die stoomsterkte dieselfde in alle komponente.

$$I = I_1 = I_2 = I_3 \tag{1}$$

Ons weet ook dat die totale potensiaalverskil in die stroombaan dieselfde moet wees as die som van die potensiaalverskil oor al drie resistors.

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \tag{2}$$

Ons weet ook dat Ohm se wet vir elke resistor gehoorsaam moet word.

$$\begin{aligned} V_1 &= I_1 \cdot R_1 \\ V_2 &= I_2 \cdot R_2 \\ V_3 &= I_3 \cdot R_3 \end{aligned} \tag{3}$$

Daarom:

$$V = I_1 \cdot R_1 + I_2 \cdot R_2 + I_3 \cdot R_3 \tag{4}$$

Maar, omdat

$$I = I_1 = I_2 = I_3 \tag{5}$$

kan ons dit verder vereenvoudig na:

$$\begin{aligned} V &= I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + I \cdot R_3 \\ &= I\left(R_1 + R_2 + R_3\right) \end{aligned} \tag{6}$$

Ons kan verder Ohm se wet vir die totale stoombaan skryf as:

$$V = I \cdot R \tag{7}$$

Daarom:

$$\begin{aligned} V &= I\left(R_1 + R_2 + R_3\right) \\ I \cdot R &= I\left(R_1 + R_2 + R_3\right) \\ \therefore \quad R &= R_1 + R_2 + R_3 \end{aligned} \tag{8}$$

Definition 1: Ekwivalante weerstand in 'n seriestroombaan, R_s
Vir n resistors in serie is die ekwivalente weerstand:

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n \tag{9}$$

Jy kan die volgende simulasie gebruik om hierdie resultaat te toets asook al die ander resultate in hierdie hoofstuk.

Image not finished

Figuur 3

run demo[1]
Laat ons dit toepas op die volgende stroombaan.

Image not finished

Figuur 4

Die resistors is in serie, daarom:

$$\begin{aligned} R_s &= R_1 + R_2 + R_3 \\ &= 3\,\Omega + 10\,\Omega + 5\,\Omega \\ &= 18\,\Omega \end{aligned} \tag{10}$$

Khan academy video on electric circuits - 1

This media object is a Flash object. Please view or download it at
<http://www.youtube.com/v/7vHh1sfZ5KE&rel=0&hl=en_US&feature=player_embedded&version=3>

Figure 5

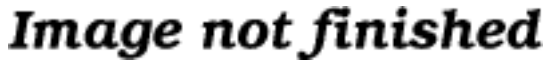
Oefening 1: Ekwivalente weerstand in serie I ***(Solution on p. 8.)***
Twee 10 kΩ resistors is in serie geskakel. Bereken die ekwivalente weerstand.

Oefening 2: Ekwivalente weerstand in serie II ***(Solution on p. 8.)***
Twee resistors is in serie geskakel. Die ekwivalente weerstand is 100 Ω. As een resistor 10 Ω is, bereken die waarde van die tweede resistor.

[1] http://phet.colorado.edu/sims/circuit-construction-kit/circuit-construction-kit-dc_en.jnlp

1.1.2 Ekwivalente parallelle weerstand

'n Stroombaan bestaan uit een sel en drie resistors wat in parallel geskakel is.



Figuur 6

Die eerste beginsel wat verstaan moet word oor 'n parallelle stroombaan, is dat die potensiaalverskil oor komponente dieselfde is. Dit is omdat daar in werklikheid slegs twee punte is wat gedeel word en potensiaalverskil tussen hierdie punte moet altyd dieselfde wees. So, vir die stroombaan hierbo is die volgende waar:

$$V = V_1 = V_2 = V_3 \tag{11}$$

Die tweede beginsel vir 'n parallelle stroombaan is dat die som van die stroomsterktes deur elke resistor dieselfde moet wees as die totale stroomsterkte in die stroombaan.

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \tag{12}$$

Ook as ons Ohm se wet toepas op die hele stoombaan, kan ons skryf:

$$V = \frac{I}{R_p} \tag{13}$$

waar R_p die ekwivalante weerstand in hierdie parallelle stroombaam is.

Ons is nou gereed om Ohm se wet op elke resistor toe te pas, om te vind dat:

$$\begin{aligned} V_1 &= R_1 \cdot I_1 \\ V_2 &= R_2 \cdot I_2 \\ V_3 &= R_3 \cdot I_3 \end{aligned} \tag{14}$$

Dit kan ook geskryf word as:

$$\begin{aligned} I_1 &= \tfrac{V_1}{R_1} \\ I_2 &= \tfrac{V_2}{R_2} \\ I_3 &= \tfrac{V_3}{R_3} \end{aligned} \tag{15}$$

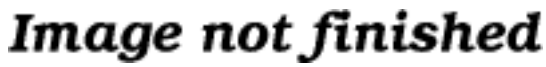
Nou het ons:

$$\begin{aligned} I &= I_1 + I_2 + I_3 \\ \tfrac{V}{R_p} &= \tfrac{V_1}{R_1} + \tfrac{V_2}{R_2} + \tfrac{V_3}{R_3} \\ &= \tfrac{V}{R_1} + \tfrac{V}{R_2} + \tfrac{V}{R_3} \\ \text{because} \quad & V = V_1 = V_2 = V_3 \\ &= V\left(\tfrac{1}{R_1} + \tfrac{1}{R_2} + \tfrac{1}{R_3}\right) \\ \therefore \quad \tfrac{1}{R_p} &= \left(\tfrac{1}{R_1} + \tfrac{1}{R_2} + \tfrac{1}{R_3}\right) \end{aligned} \tag{16}$$

Definisie 2: Ekwivalente weerstand in 'n parallelle stroombaan, R_p
Vir n resistors in parallel, is die ekwivalente weerstand:

$$\frac{1}{R_p} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots + \frac{1}{R_n}\right) \tag{17}$$

Laat ons die formule toepas op die volgende stroombaan.



Figuur 7

Wat is die totale weerstand in die stroombaan?

$$\begin{aligned} \tfrac{1}{R_p} &= \left(\tfrac{1}{R_1} + \tfrac{1}{R_2} + \tfrac{1}{R_3}\right) \\ &= \left(\tfrac{1}{10\,\Omega} + \tfrac{1}{2\,\Omega} + \tfrac{1}{1\,\Omega}\right) \\ &= \left(\tfrac{1+5+10}{10}\right) \\ &= \left(\tfrac{16}{10}\right) \\ \therefore \quad R_p &= 0,625\,\Omega \end{aligned} \tag{18}$$

Khan academy video on electric circuits 2

This media object is a Flash object. Please view or download it at
<http://www.youtube.com/v/ZrMw7P6P2Gw&rel=0&hl=en_US&feature=player_embedded&version=3>

Figure 8

Khan academy video on electric circuits 3

This media object is a Flash object. Please view or download it at
<http://www.youtube.com/v/3NcIK0s3IwU&rel=0&hl=en_US&feature=player_embedded&version=3>

Figure 9

1.2 Die gebruik van Ohm se Wet in serie en parallelle stroombane

Oefening 3: Ohm se Wet ***(Solution on p. 8.)***
Bereken die stroomsterkte (I) in die stroombaan as die resistors beide ohmies is.

Oefening 4: Ohm se wet I *(Solution on p. 9.)*

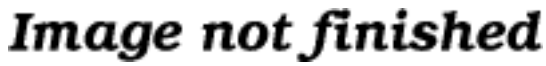
Bereken die stroomsterkte (I) in die stroombaan as die resistors beide ohmies is.

Oefening 5: Ohm se wet II *(Solution on p. 9.)*

Twee ohmiese resistors (R_1 en R_2) is in serie geskakel met 'n sel. Bereken die weerstand van R_2, as die stroomsterkte in R_1 and R_2 0,25 A is en as die potensiaalverskil oor die sel 1,5 V is. R_1=1 Ω.

1.3 Batterye en interne weerstand

Batterye word vervaardig van materiale wat weerstand het. Dit beteken dat batterye nie alleen oor 'n potensiaalverskil(volt) beskik nie, maar ook interne weerstand het. As verwys word na die totale potensiaalverskil of volt as die emk $\mathcal{E}$, dan kan na 'n battery verwys word as 'n emk wat in serie aan 'n resistor r geskakel is. Die interne weerstand van die battery word voorgestel deur die simbool r.



Figuur 10

Definisie 3: Las

Die eksterne weerstand in die stroombaan word na as die las verwys.

Veronderstel dat die sel met emk $\mathcal{E}$ en interne weerstand r voorsien 'n stroom I deur 'n eksterne las resistor R. Dan is die afname in potensiaalverskil verskaf deur die sel oor die las resistor:

$$V = I \cdot R \tag{19}$$

Net so is, vanaf Ohm se wet, die afname in potensiaalverskil oor die interne weerstand:

$$V_r = I \cdot r \tag{20}$$

Die potensiaalverskil V van die sel is verwant aan die emk $\mathcal{E}$ en interne weerstand r deur:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= V + Ir; or \\ V &= \mathcal{E} - Ir \end{aligned} \tag{21}$$

Die emk van 'n sel of battery is konstant, omdat dit slegs afhang van die chemiese reaksie (wat chemiese energie in elektriese energie omskakel) wat binne-in die sel plaasvind. Daarom kan ons sien dat die potensiaalverskil oor die pole van die sel of battery afhang van die stroom wat deur die eksterne las in die stroombaan getrek word. Hoe hoër die stroom, hoe laer is die potensiaalverskil oor die pole van die sel, omdat die emk konstant bly. Ook, die potensiaalverskil is slegs gelyk aan die emk as die stroomsterkte baie klein is.

Die maksimum stroom wat deur 'n sel of battery getrek word, word bepaal deur 'n kritiese waarde I_c. By 'n stroom van I_c, V= 0 V. Dan word die vergelyking:

$$\begin{aligned} 0 &= \mathcal{E} - I_c r \\ I_c r &= \mathcal{E} \\ I_c &= \frac{\mathcal{E}}{r} \end{aligned} \tag{22}$$

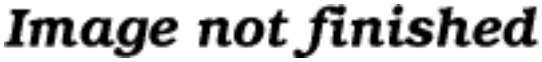
Die maksimum stroom wat van 'n sel of battery getrek word is minder as $\frac{\mathcal{E}}{r}$.

Oefening 6: Interne weerstand ***(Solution on p. 10.)***

Wat is die interne weerstand van 'n sel as die emk 12 V is, die val in potensiaalverskil oor die pole is tot 10 V en die stroom wat deur die eksterne komponente waaroor die sel geskakel is beweeg, is 4 A.

1.3.1 Weerstand

1. Bereken die ekwivalente weerstand van:
   a. drie 2 Ω resistors in serie;
   b. twee 4 Ω resistors in parallel;
   c. 'n 4 Ω resistor in serie met'n 8 Ω resistor;
   d. 'n 6 Ω resistor in serie met twee resistors (4 Ω en 2 Ω) in parallel.
2. Bereken die totale stroomsterkte in hierdie stroombaan as beide resistors ohmies is.



Figuur 11

3. Twee ohmiese resistors word in serie geskakel. Die weerstand van een van die resistors is 4 Ω . Wat is die weerstand van die ander resistor as 'n stroom van 0,5 A deur die resistor beweeg as dit geskakel is oor 'n bron met 'n potensiaalverskil van 6 V?
4. Wat word bedoel met die *interne weerstand* van 'n battery?
5. Verduidelik waarom daar 'n verskil is tussen die emk en potensiaalverskil oor die battery as die las(eksterne weerstand in die stroombaan)vergelykbaar is in grote met die van die interne weerstand van die battery.
6. Wat is die interne weerstand van 'n battery as die emk 6 V en die val in die potensiaalverskil is tot 5,8 V wanneer 'n stroom van 0,5 A deur die stroombaan beweeg wanneer dit aan 'n eksterne weerstand verbind is?

Solutions to Exercises in this Module

Solution to Exercise (p. 3)

Step 1. Aangesien die resistors in serie is, kan ons sê dat:

$$R_s = R_1 + R_2 \tag{23}$$

Step 2.

$$\begin{aligned} R_s &= R_1 + R_2 \\ &= 10\,k\,\Omega + 10\,k\,\Omega \\ &= 20\,k\,\Omega \end{aligned} \tag{24}$$

Step 3. Die ekwivalente weestand van twee 10 kΩ resistors wat in serie geskakel is, is 20 k Ω.

Solution to Exercise (p. 3)

Step 1. Aangesien die resistors in serie is, kan ons sê dat:

$$R_s = R_1 + R_2 \tag{25}$$

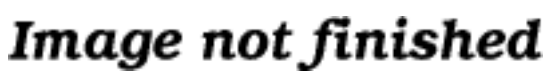
Ons is gegee die waardes van R_s en R_1.

Step 2.

$$\begin{aligned} R_s &= R_1 + R_2 \\ \therefore \quad R_2 &= R_s - R_1 \\ &= 100\,\Omega - 10\,\Omega \\ &= 90\,\Omega \end{aligned} \tag{26}$$

Step 3. Die tweede resistor het 'n weerstand van 90 Ω.

Solution to Exercise (p. 5)



Figuur 12

Step 1. Ons moet die stroomsterkte in die stroombaan bereken.
Step 2. Aangesien die resistors ohmies is, kan ons Ohm se wet gebruik. Daar is egter twee resistors in die stroombaan en ons moet die totale weerstand bereken.
Step 3. Aangesien die resistors in serie geskakel is, is die totale weerstand R:

$$R = R_1 + R_2 \tag{27}$$

Daarom,

$$R = 2 + 4 = 6\ \Omega \tag{28}$$

Step 4.

$$\begin{aligned} V &= R \cdot I \\ \therefore \quad I &= \frac{V}{R} \\ &= \frac{12}{6} \\ &= 2\ A \end{aligned} \tag{29}$$

Step 5. 'n 2 A stroom beweeg deur die stroombaan.

Solution to Exercise (p. 6)

Image not finished

Figuur 13

Step 1. Ons moet bereken wat die stroomsterkte in die stroombaan is.
Step 2. Aangesien die resistors ohmies is, kan ons Ohm se wet gebruik. Daar is egter twee resistors in die stroombaan en ons moet die totale weerstand bereken.
Step 3. Aangesien die resistors in parallel verbind is, is die totale weerstand R:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \tag{30}$$

Daarom,

$$\begin{aligned} \frac{1}{R} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \\ &= \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \\ &= \frac{2+1}{4} \\ &= \frac{3}{4} \\ Therefore, R &= 1,33\ \Omega \end{aligned} \tag{31}$$

Step 4.

$$\begin{aligned} V &= R \cdot I \\ \therefore \quad I &= \frac{V}{R} \\ &= \frac{12}{\frac{4}{3}} \\ &= 9\ A \end{aligned} \tag{32}$$

Step 5. 'n 9 A stroom beweeg deur die stroombaan.

Solution to Exercise (p. 6)

Step 1. Image not finished

Figuur 14

Step 2. Ons kan Ohm se wet gebruik om die totale weerstand R in die stroombaan te vind, en dan die onbekende weerstand te bereken deur die beginsel te gebruik,

$$R = R_1 + R_2 \tag{33}$$

omdat dit in 'n seriestroombaan geskakel is.

Step 3.

$$\begin{aligned} V &= R \cdot I \\ \therefore \quad R &= \frac{V}{I} \\ &= \frac{1{,}5}{0{,}25} \\ &= 6\,\Omega \end{aligned} \tag{34}$$

Step 4. Ons weet dat:

$$R = 6\,\Omega \tag{35}$$

en dat

$$R_1 = 1\,\Omega \tag{36}$$

omdat

$$R = R_1 + R_2 \tag{37}$$

$$R_2 = R - R_1 \tag{38}$$

daarom,

$$R_2 = 5\,\Omega \tag{39}$$

Solution to Exercise (p. 6)

Step 1. Dit is 'n interne weerstand probleem. So ons gebruik die vergelyking:

$$\mathcal{E} = V + Ir \tag{40}$$

Step 2.

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= V + Ir \\ 12 &= 10 + 4\,(r) \\ &= 0.5 \end{aligned} \tag{41}$$

Step 3. Die interne weerstand van die resistor is 0.5 Ω.