

# Werkblad 1

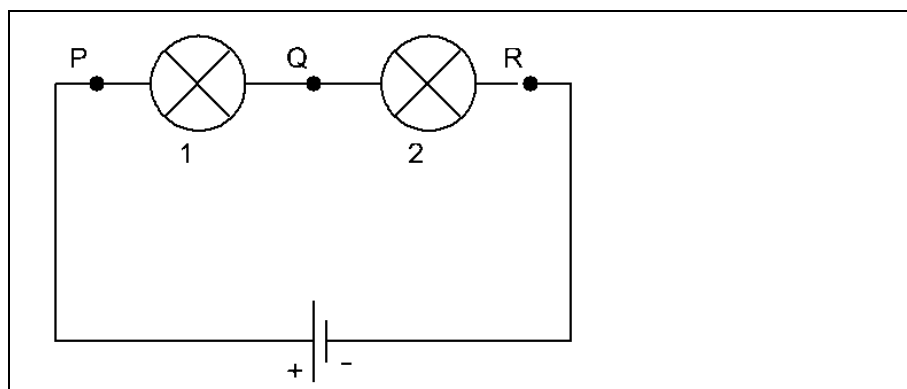
## Serieschakeling gelijke lampjes

In een serieschakeling gaat de stroom door alle onderdelen. In figuur 1 gaat de stroom eerst door lampje 1, dan door lampje 2, om terug te komen bij de spanningsbron.

### 1 Voorspellingen

Een schakeling bestaat uit een spanningsbron en twee identieke lampjes (figuur 1). Schrijf je antwoorden op onderstaande vragen in Box 1.

- a. Vergelijk de helderheid  $H_1$  van lampje 1 met de helderheid  $H_2$  van lampje 2.



Figuur 1 Serieschakeling met twee lampjes

#### Box 1: Voorspelling

Gebruik de symbolen  $>$ ,  $<$  of  $=$  om je antwoorden te noteren op de stippellijn. Bijvoorbeeld, als je vindt dat  $L_1$  feller zal schijnen dan  $L_2$ , dan schrijf je  $H_1 > H_2$

- a.  $H_1 \dots H_2$   
b.  $I_1 \dots I_2 \dots I_{\text{bron}}$   
c.  $U_{PQ} \dots U_{QR}$   
d.  $U_{PQ} + U_{QR} \dots U_{PR}$   
e.  $U_{PR} \dots U_{\text{bron}}$

- b. Vergelijk de stroomsterkte  $I_1$  door lampje 1 met de stroomsterkte  $I_2$  door lampje 2 en met de stroomsterkte  $I_{\text{bron}}$  door de spanningsbron.  
c. Vergelijk de spanning  $U_{PQ}$  over lampje 1 met de spanning  $U_{QR}$  over lampje 2.  
d. Vergelijk de spanning  $U_{PR}$  over beide lampjes met de som  $U_{PQ} + U_{QR}$  van de spanningen over de afzonderlijke lampjes.  
e. Vergelijk de spanning over beide lampjes  $U_{PR}$  met de spanning van de spanningsbron  $U_{\text{bron}}$ .

#### Box 2: Metingen simulatie of practicum

- a.  $H_1 \dots H_2$   
b.  $I_1 \dots I_2 \dots I_{\text{bron}}$   
c.  $U_{PQ} \dots U_{QR}$   
d.  $U_{PQ} + U_{QR} \dots U_{PR}$   
e.  $U_{PR} \dots U_{\text{bron}}$

### 2 Metingen

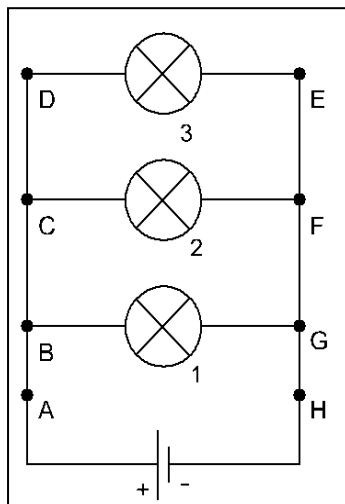
Doe nu het practicum of de simulatie en zie of je voorspellingen kloppen. Schrijf je resultaten in Box 2. Als het resultaat niet klopt met je voorspelling, geef dan een verklaring voor de verschillen.

### 3 Conclusies

- a. Welke regel geldt voor de stroomsterkte in deze serieschakeling?  
b. Welke regel geldt voor de spanning in deze serieschakeling?

## Werkblad 2

### Parallelschakeling gelijke lampjes



Figuur 2 Parallelschakeling

In een parallelschakeling vertakt de stroom zich. In figuur 2 gaat een deel van de stroom door lampje 1, een deel door lampje 2 en een deel door lampje 3.

#### 4 Voorspellingen parallel lampjes

Neem aan dat de lampjes in figuur 2 identiek zijn. Schrijf je voorspellingen in Box 3.

- Vergelijk de helderheid  $H_1$  van lampje 1 met de helderheden  $H_2$  en  $H_3$  van lampjes 2 en 3.
- Vergelijk de stroomsterkte  $I_1$  in lampje 1 met de stroom-sterkten  $I_2$  en  $I_3$  in lampjes 2 en 3.
- Vergelijk de stroomsterkte  $I_A$  in punt A en  $I_H$  in H met de stroomsterkte  $I_1$  in lampje 1.
- Vergelijk de spanning  $U_{BG}$  over lampje 1 met de spanningen  $U_{CF}$  en  $U_{DE}$  over lampjes 2 en 3.
- Vergelijk de spanningen over de lampjes met de spanning  $U_{\text{bron}}$  van de spanningsbron.

#### Box 3: Voorspelling

Gebruik de symbolen  $>$ ,  $<$  of  $=$  om je antwoorden te noteren. Bijvoorbeeld, als je vindt dat  $L_1$  feller zal schijnen dan  $L_2$ , dan schrijf je  $H_1 > H_2$

- $H_1 \dots H_2 \dots H_3$
- $I_1 \dots I_2 \dots I_3$
- $I_A \dots I_1, I_H \dots I_1, I_A \dots I_H$
- $U_{BG} \dots U_{CF} \dots U_{DE}$
- $U_{BG} \dots U_{CF} \dots U_{DE} \dots U_{\text{bron}}$

#### 5 Simulatie of practicum

Doe nu het practicum of de simulatie en controleer of je voorspellingen kloppen. Schrijf je resultaten in Box 4. Als het resultaat niet klopt met je voorspelling, geef dan een verklaring.

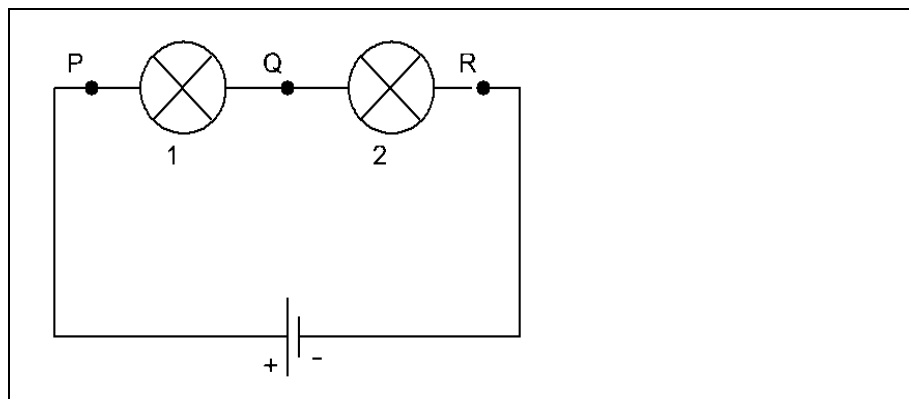
#### Box 4: Resultaat simulatie of practicum

- $H_1 \dots H_2 \dots H_3$
- $I_1 \dots I_2 \dots I_3$
- $I_A \dots I_1, I_H \dots I_1, I_A \dots I_H$
- $U_{BG} \dots U_{CF} \dots U_{DE}$
- $U_{BG} \dots U_{CF} \dots U_{DE} \dots U_{\text{bron}}$

## Werkblad 3

### Serieschakeling ongelijke lampjes

In de eerste serieschakeling gebruikten we identieke lampjes. Nu (figuur 3) nemen we *ongelijke* lampjes. Bijvoorbeeld lampje 1 is 9V - 0,9W (90 ohm) en lampje 2 is 4,5V - 0,45W (45 ohm). Als er op een lampje staat 9V - 0,9W dan betekent dit dat het lampje aangesloten kan worden op een spanning van maximaal 9 V. Bij die maximale spanning is het vermogen dan 0,9W.



Figuur 3 Ongelijke lampjes in serie

#### Box 5: Voorspelling

Gebruik de symbolen  $>$ ,  $<$  of  $=$  om je antwoorden aan te geven op de stippellijn. Bijvoorbeeld, als je vindt dat de stroom in lampje 1 groter zal zijn dan in lampje 2, dan schrijf je  $I_1 > I_2$

- $I_1 \dots I_2 \dots I_{\text{bron}}$
- $U_{PQ} \dots U_{QR}$
- $U_{PQ} + U_{QR} \dots U_{PR}$
- $U_{PR} \dots U_{\text{bron}}$

#### Box 6: Resultaat simulatie of practicum

- $I_1 \dots I_2 \dots I_{\text{bron}}$
- $U_{PQ} \dots U_{QR}$
- $U_{PQ} + U_{QR} \dots U_{PR}$
- $U_{PR} \dots U_{\text{bron}}$

### 6 Serieschakeling ongelijke lampjes

- Vergelijk de stroomsterkte  $I_1$  in lampje 1 met de stroomsterkte  $I_2$  in lampje 2 en met de stroomsterkte in de spannings-bron  $I_{\text{bron}}$ .
- Vergelijk de grootte van de spanning  $U_{PQ}$  over lampje 1 met de spanning  $U_{QR}$  over lampje 2.
- Vergelijk de spanning  $U_{PR}$  over beide lampjes met de som van de spanningen  $U_{PQ} + U_{QR}$  over de afzonderlijke lampjes.
- Vergelijk de spanning  $U_{PR}$  over beide lampjes met de spanning  $U_{\text{bron}}$  van de spanningsbron.

### 7 Meting of simulatie

Verifieer je voorspellingen met PhET of een ander simulatieprogramma en vul Box 6 in.

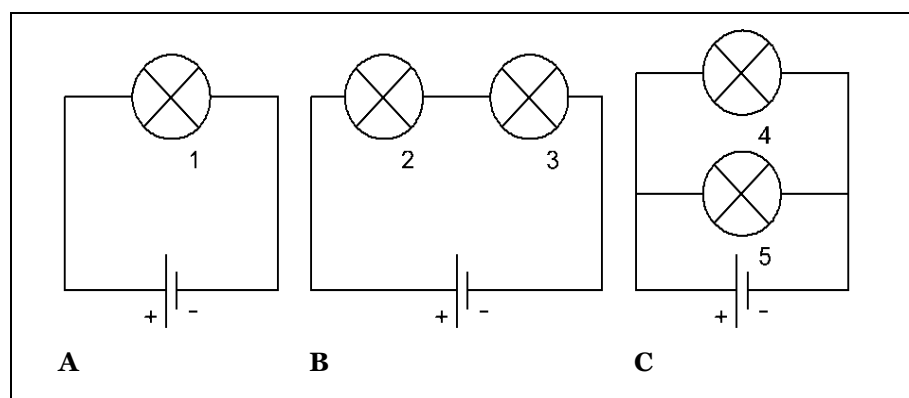
### 8 Conclusies

- Wat is je conclusie over stroomsterkte in deze serieschakeling?
- Wat is je conclusie over spanning in deze serieschakeling?
- Hoe verdeelt de spanning zich over ongelijke lampjes?



## Werkblad 4 Groepsdiscussie

### 1 Spanning, stroomsterkte en vermogen

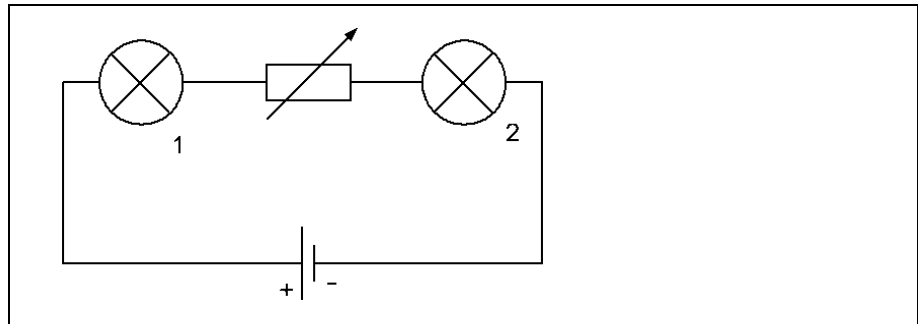


*Figuur 4 Energieverbruik van identieke lampjes in verschillende schakelingen*

- De lampjes 1, 2, 3, 4 en 5 in figuur 4 zijn identiek. Neem aan dat de weerstand constant is. Vergelijk de spanning over de verschillende lampjes. Leg je redenering uit.
- Vergelijk de stroomsterkte in de spanningsbronnen van de drie schakelingen. Leg je redenering uit.
- Orden de schakelingen naar energieverbruik. Neem aan dat in elke schakeling gloednieuwe, identieke batterijen gebruikt worden. Welke batterij is het eerst leeg, welke het laatst? Waarom?
- Pim zegt: "Omdat de lampjes in schakeling B precies hetzelfde zijn, krijgen ze elk de helft van de energie van de spanningsbron voordat de spanningsbron leeg is. Als je die energie van de lampjes in B optelt, dan krijg je hetzelfde als in schakeling A. De spanningsbronnen van schakeling A en B raken dus ongeveer tegelijk leeg." Wat vind je van deze redenering? Overleg met je buurman/buurvrouw. Formuleer een beter antwoord.

## 2 \*Regelbare weerstand en stroomsterkte

Twee lampjes 1 en 2 staan in serie met een weerstand  $R$ , waarvan de waarde kan veranderen (figuur 5). Dat geven we aan door een pijl door de weerstand te tekenen.



Figuur 5 Twee lampjes in serie met een regelbare weerstand

Instructies: Beantwoord de vragen eerst individueel en vul box 7 in. Vervolgens vergelijk je jouw antwoorden met die van je buren en/of doe je simulaties om antwoorden te controleren.

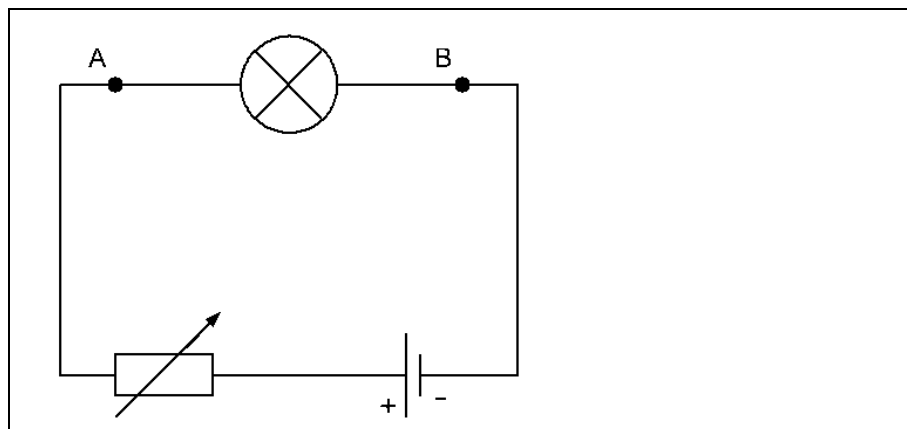
### Box 7: Regelbare weerstand

- a.
- b.
- c.

- a. De stroom door 1 is:
  - A. groter dan de stroom door 2.
  - B. kleiner dan de stroom door 2.
  - C. gelijk aan de stroom door 2.
- b. Als we de waarde van de weerstand  $R$  kleiner maken, dan zal de stroom door 1:
  - A. kleiner worden.
  - B. groter worden.
  - C. niet veranderen.
- c. Als we de waarde van de weerstand  $R$  kleiner maken, dan zal de stroom door 2:
  - A. kleiner worden.
  - B. groter worden.
  - C. niet veranderen.
- d. Gebruik nu een simulatie om je antwoorden te controleren.
- e. Had je de juiste voorspellingen gemaakt? Zo niet, wat heb je dan geleerd van de simulatie?

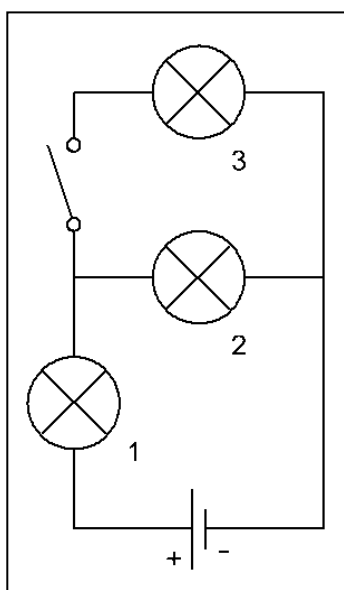
### 3 \*Regelbare weerstand en spanning

Een spanningsbron staat in serie met een regelbare weerstand en een lampje (Figuur 6).



Figuur 6 Regelbare weerstand

- Wat gebeurt er met de spanning  $U_{AB}$  als we de weerstand groter maken? Leg uit.
- Wat gebeurt er met de felheid van het lampje? Leg uit.
- Wat gebeurt er met de stroomsterkte? Leg uit waarom.



Figuur 7 Drie lampjes

- Leg uit waarom  $U_{AB}$  kleiner wordt als de stroomsterkte toeneemt.

Als een batterij oud wordt, neemt die zogenaamde inwendige weerstand toe.  $U_{AB}$  neemt daardoor af en het lampje wordt minder fel.

### 4 \*\*Drie lampjes

Drie dezelfde lampjes zijn aangesloten op een ideale spanningsbron (figuur 7). Eerst branden alleen lampjes 1 en 2. Vervolgens wordt de schakelaar gesloten zodat lampje 3 ook brandt.

Kies bij het beantwoorden van de vragen a t/m d uit de volgende antwoorden:

- neemt toe
- neemt af
- blijft gelijk.

Schrijf je antwoorden in Box 8.

- Wanneer de schakelaar gesloten wordt, neemt de helderheid van lampje 1...
- Wanneer de schakelaar gesloten wordt, neemt de helderheid van lampje 2...
- Wanneer de schakelaar gesloten wordt, neemt de spanning over lampje 1...
- Wanneer de schakelaar gesloten wordt, neemt de spanning over lampje 2...

#### Box 8: Voorspellingen

- 
- 
- 
-

## 5 **\*\*Drie lampjes vervolg**

Bij bovenstaand probleem werd leerlingen ooit gevraagd om de helderheid van de lampjes te vergelijken in de situatie met een gesloten schakelaar. Alle lampjes branden. We kregen de volgende antwoorden:

Leerling A: "Lampjes 2 en 3 branden even fel, maar zwakker dan lampje 1. Lampjes 2 en 3 moeten de stroom delen terwijl lampje 1 alle stroom krijgt."

Leerling B: "Lampje 1 heeft meer weerstand dan 2 en 3 als je ze samen neemt, dus lampje 1 staat op een grotere spanning. Daarom brandt lampje 1 feller dan lampjes 2 en 3."

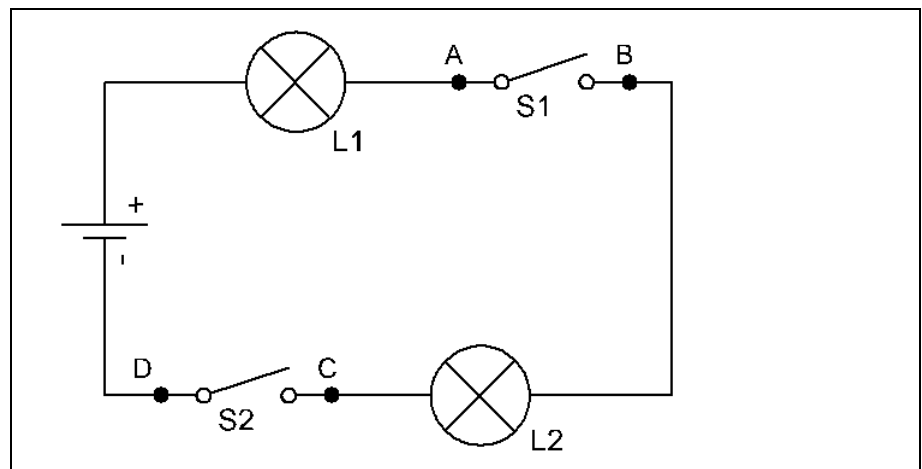
Leerling C: "Lampje 1 gebruikt de meeste stroom, dus is er minder voor lampjes 2 en 3 die dan ook minder fel zijn."

Leerling D: "Na lampje 1 verdeelt de spanning zich in twee paden, zodat 2 en 3 allebei minder spanning krijgen dan A. Daarom is lampje 1 helderder dan lampjes 2 en 3."

- Wie van deze leerlingen redeneert correct (is er wel iemand?) en wat is er fout aan de andere redeneringen?
- Als je tijd hebt kun je een simulatie of proefje doen om je voorspellingen en redeneringen te controleren.

## 6 **Spanning en schakelaars**

Twee lampjes  $L_1$  en  $L_2$  zijn in serie aangesloten op een spanningsbron (figuur 8). Naast elk lampje zit een schakelaar.



Figuur 8 Spanning en schakelaars

Wat is de spanning over AB als

- $S_1$  open is en  $S_2$  dicht?
- $S_1$  en  $S_2$  beide dicht zijn?

Wat is de spanning over CD als

- $S_1$  open is en  $S_2$  dicht?
- $S_1$  en  $S_2$  beide dicht zijn?