

P6 Oefening of Practicum: Diagnose en Remediatie Elektrische Schakelingen

Beschrijving

Elektrische schakelingen is een onderwerp met een mijnenveld aan misconcepties. Hoe goed je lessen ook zijn geweest, er zal nog veel gecorrigeerd moeten worden.

In de volgende oefeningen voorspellen leerlingen resultaten die ze vervolgens kunnen verifiëren met lampjes en meters, maar ook -veel sneller- met PhET simulaties. De voorspellingen worden in een box geschreven en de docent kan in een oogopslag zien of ze goed of fout zijn en welke fout er gemaakt wordt. Door een snelle rondgang weet de docent meteen of en welke misconcepties veel voorkomen en waar (kort) op moet worden gereageerd naar een groepje of later klassikaal.

De oefeningen gaan over lampjes met een ouderwets gloeiend filament met de aanname dat alle lampjes ongeacht de stroomsterkte een vaste weerstand hebben. In werkbladen 1 en 2 gaat het om identieke lampjes (zelfde weerstand) in werkblad 3 betreft het ongelijke lampjes. Als de docent bezwaar heeft tegen ouderwetse gloeilampjes, kunnen die vervangen worden door gelijke weerstanden.

Alternatief: In deze versie worden de opgaven gecombineerd met practicum via PhET simulatie of lampjes. Een efficiënt alternatief is dat opgaven één-voor-één worden afgewerkt met een individuele (of tweetallen) voorspelling en daarna korte klassikale feedback. In dat geval gebruik een Powerpoint oefenset om de klas synchroon te houden. Dit gaat dan volgens de didactiek van formatieve toetsing en snelle feedback (Berg, 2019).

Benodigheden

- Laptops of Chromebooks voor PhET simulatie
- Eventueel: lampjes met fittingen, kabels, A meters en V meters

Klassikale introductie van het practicum

We gaan vandaag oefenen met de basisbegrippen spanning (U), stroomsterkte (I), weerstand (R), vermogen (P), en lichtintensiteit of helderheid (H).

Werkbladen 1 - 3 worden in kleine groepjes (tweetallen) beantwoord met voorspellingen die je in de tekst box noteert. Aan het eind van elk werkblad controleer je de voorspellingen door practicum of met de PhET simulatie.

<https://phet.colorado.edu/nl/simulations/circuit-construction-kit-dc>

Werkblad 4 wordt gedaan als groepsdiscussieopdracht in groepjes van 3 of 4 leerlingen. De docent kan een keuze maken uit de 6 opdrachten of aan verschillende groepjes verschillende opdrachten toewijzen waarbij ze eventueel later hun werk aan de klas presenteren op een whiteboard.

Ervaringen

De werkbladen zijn vaak gebruikt door de auteur in klassen en workshops en ze maakten deel uit van de Nieuwe Natuurkunde collectie en SLO materiaal.

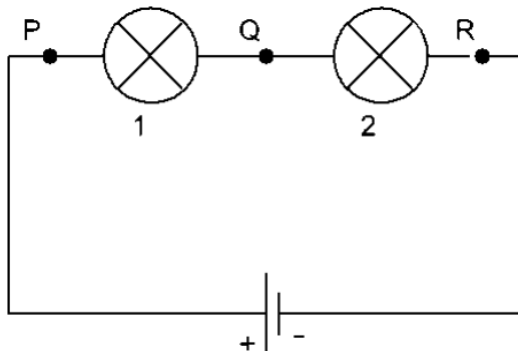
Werkblad 1: Serieschakeling gelijke lampjes

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.

1. Vergelijk de helderheid H_1 van lampje 1 met de helderheid H_2 van lampje 2.



Figuur 1 Serieschakeling met twee lampjes

2. Vergelijk de stroomsterkte I_1 door lampje 1 met de stroomsterkte I_2 door lampje 2 en met de stroomsterkte I_{Bron} door de spanningsbron.
3. Vergelijk de spanning U_{PQ} over lampje 1 met de spanning U_{QR} over lampje 2.
4. Vergelijk de spanning U_{PR} over beide lampjes met de som $U_{PQ} + U_{QR}$ van de spanningen over de afzonderlijke lampjes.
5. Vergelijk de spanning over beide lampjes U_{PR} met de spanning van de spanningsbron U_{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?

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 $H_1 > H_2$

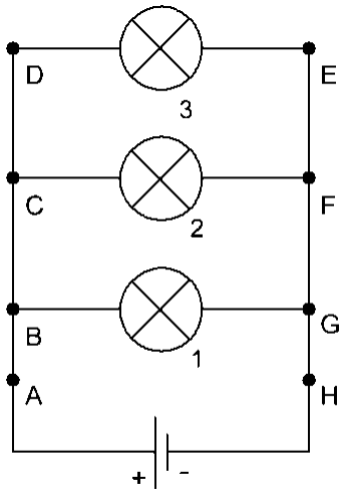
- a. $H_1 \dots H_2$
- b. $I_1 \dots I_2 \dots I_{Bron}$
- c. $U_{PQ} \dots U_{QR}$
- d. $U_{PQ} + U_{QR} \dots U_{PR}$
- e. $U_{PR} \dots U_{Bron}$

Box 2: Metingen Simulatie of Practicum

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

Werkblad 2: Parallelschakeling gelijke lampjes

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.



Figuur 2 Parallelschakeling

4 Voorspellingen parallel lampjes

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

a. Vergelijk de helderheid H_1 van lampje 1 met de helderheden H_2 en H_3 van lampjes 2 en 3.

b. Vergelijk de stroomsterkte I_1 in lampje 1 met de stroomsterkten I_2 en I_3 in lampjes 2 en 3.

c. Vergelijk de stroomsterkte I_A in punt A en I_H in H met de stroomsterkte I_1

in lampje 1.

d. Vergelijk de spanning U_{BG} over lampje 1 met de spanningen U_{CF} en U_{DE} over lampjes 2 en 3.

e. Vergelijk de spanningen over de lampjes met de spanning U_{bron} van de spanningsbron.

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 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 $H_1 > H_2$

a. $H_1 \dots H_2 \dots H_3$

b. $I_1 \dots I_2 \dots I_3$

c. $I_A \dots I_1, I_H \dots I_1, I_A \dots I_H$

d. $U_{BG} \dots U_{CF} \dots U_{DE}$

e. $U_{BG} \dots U_{CF} \dots U_{DE} \dots U_{bron}$

Box 4: Resultaat Simulatie of Practicum

a. $H_1 \dots H_2 \dots H_3$

b. $I_1 \dots I_2 \dots I_3$

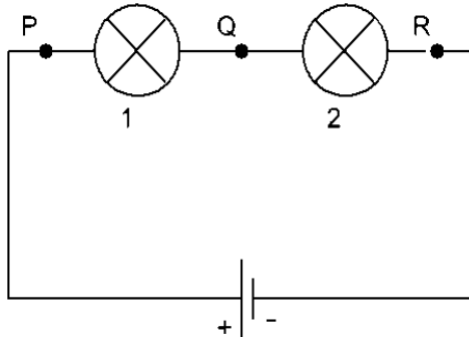
c. $I_A \dots I_1, I_H \dots I_1, I_A \dots I_H$

d. $U_{BG} \dots U_{CF} \dots U_{DE}$

e. $U_{BG} \dots U_{CF} \dots U_{DE} \dots U_{bron}$

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

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_{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_{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?

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 $I_1 > I_2$

a. $I_1 \dots I_2 \dots I_{Bron}$

b. $U_{PQ} \dots U_{QR}$

c. $U_{PQ} + U_{QR} \dots U_{PR}$

d. $U_{PR} \dots U_{Bron}$

Box 6: Resultaat Simulatie of Practicum

a. $I_1 \dots I_2 \dots I_{Bron}$

b. $U_{PQ} \dots U_{QR}$

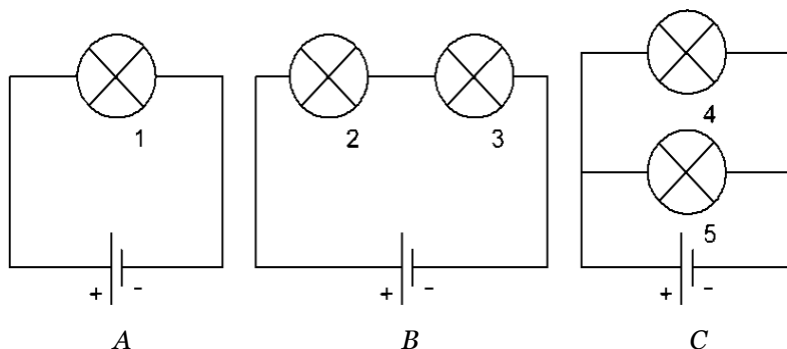
c. $U_{PQ} + U_{QR} \dots U_{PR}$

d. $U_{PR} \dots U_{Bron}$

Werkblad 4 voor Groepjesdiscussie

De volgende vragen komen uit het Nieuwe Natuurkunde pilot materiaal maar zijn hier samengebracht in een werkblad voor groepjesdiscussie. Op een whiteboard kopiëren leerlingen links de schakeling en schrijven ze rechts hun antwoorden met toelichting. Elke leerling uit een groepje moet de toelichting kunnen presenteren in de klassikale einddiscussie.

Begripsvragen 1 t/m 6 voor discussie in drietallen.



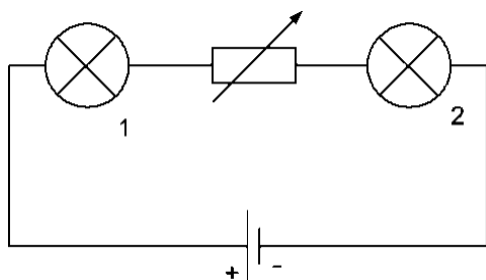
Figuur 4 Energieverbruik van identieke lampjes in verschillende schakelingen

1 Nogmaals spanning, stroomsterkte en vermogen

- 1, 2, 3, 4 en 5 in figuur 4 zijn identieke lampjes. 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 eenzelfde gloednieuwe, identieke batterij gebruikt wordt. 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 met keuze A, B, of C. Vervolgens vergelijk je jouw antwoorden met die van je burens en/of doe je simulaties om antwoorden te controleren.

Box 7
Regelbare
weerstand

2.1. De stroom door lampje 1 is:

- A. groter dan de stroom door 2
- B. kleiner dan de stroom door 2
- C. gelijk aan de stroom door 2

2.1

2.2 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

2.2

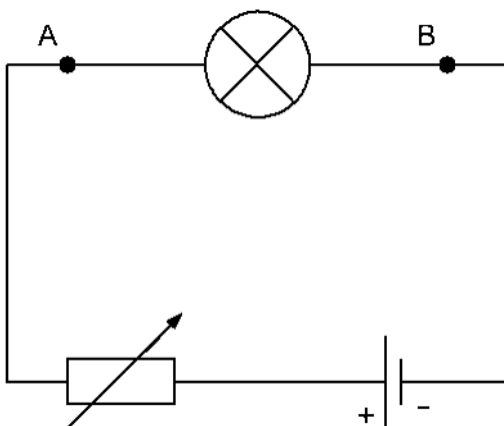
2.3. Als we de waarde van de weerstand R *kleiner* maken dan zal de stroom door 2:

- A. kleiner worden
- B. groter worden.
- C. niet veranderen

2.3

2.4. Gebruik nu een simulatie om je antwoorden te controleren.

2.5. Had je de juiste voorspellingen gemaakt? Zo niet, wat heb je dan geleerd van de simulatie?



Figuur 6 Regelbare weerstand

3* Regelbare weerstand en spanning.

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

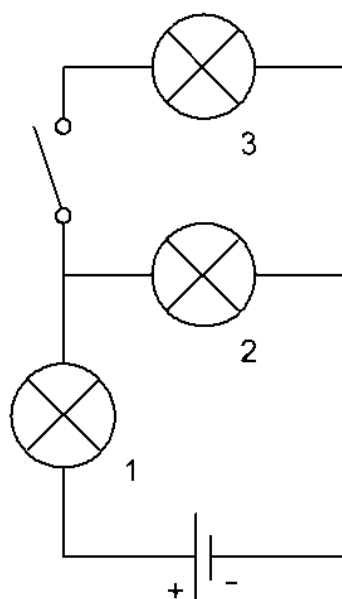
- a. Wat gebeurt er met de spanning U_{AB} als we de weerstand groter maken? Leg uit.
- b. Wat gebeurt er met de felheid van het lampje? Leg uit.
- c. Wat gebeurt er met de stroomsterkte? Leg uit waarom.

Een gewone, niet-ideale spanningsbron is vergelijkbaar met de bovenstaande schakeling, afgezien van het feit dat de weerstand dan in de spanningsbron zit en dat A en B eigenlijk de polen van de spanningsbron zijn. Als een spanningsbron veel stroom levert, dan wordt de spanning

tussen de polen U_{AB} wat lager.

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

4** Drie lampjes



Figuur 7 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:

- A. neemt toe
- B. neemt af
- C. blijft gelijk

Schrijf je antwoorden in Box 8.

- a. Wanneer de schakelaar gesloten wordt, neemt de helderheid van lampje 1:
- b. Wanneer de schakelaar gesloten wordt, neemt de helderheid van lampje 2:
- c. Wanneer de schakelaar gesloten wordt, neemt de spanning over lampje 1:
- d. Wanneer de schakelaar gesloten wordt, neemt de spanning over lampje 2:

Box 8

Voorspellingen

- a.
- b.
- c.

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:

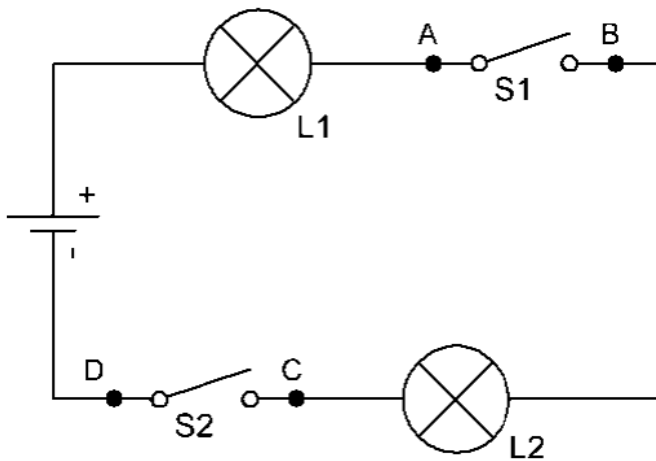
Leerling A: "Lampjes 2 en 3 branden even fel, maar zwakker dan lampje 1. Lampjes 2 en 3 moeten de stroom delen terwijl lampje 1 alle stroom krijgt."

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."

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



Figuur 8 Spanning en schakelaars

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.

Wat is de spanning over AB als

- S1 open is en S2 dicht?
- S1 en S2 beide dicht zijn?

Wat is de spanning over CD als

- S1 open is en S2 dicht?
- S1 en S2 beide dicht zijn?