



Weerstand en Wheatstone

Een keuzeopdracht voor natuurkunde

Herhalende opdracht over de wet van Ohm, serie- en parallelschakeling en vervangingsweerstand.

Voorkennis: elektrische spanning, stroom, weerstand.

Oriëntatie

Gebruik (een deel van) de volgende opgaven om je kennis van stroomkringen op te frissen, en ga dan door met de open opdrachten. Hoeveel tijd je met de oriëntatie bezig bent, hangt er vanaf hoe goed je de stof al beheerst. Zoek zo nodig het hoofdstuk over Elektrische stroom op in je leerboek natuurkunde (bijvoorbeeld in Systematische Natuurkunde Kernboek B vwo4, hoofdstuk 8).

Vraag 1. Serie en parallel

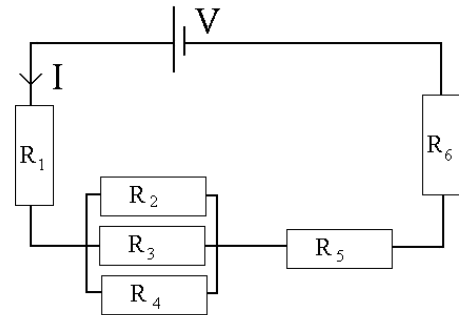
Bekijk de schakeling in het plaatje.

Gegeven is dat $R_1 = R_2 = R_3 = 50 \Omega$ en $R_5 = R_6 = 25 \Omega$.

De spanning is 230 V en de stroom $I = 2,0 \text{ A}$.

Bereken R_4 .

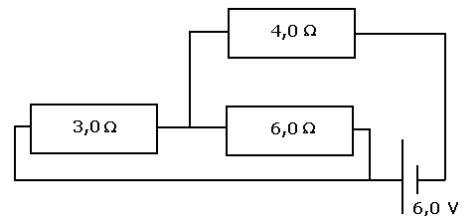
Bereken de stroom door R_2 .



Vraag 2. Drie weerstanden

In de figuur zie je een schakeling met drie weerstanden en een voeding. De waarden van weerstanden staan in de tekening (in Ohm).

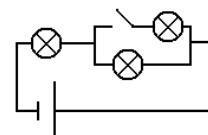
- Bereken voor elke weerstand de stroomsterkte.
- Bereken het door de voeding geleverde vermogen.



Vraag 3. Drie lampjes

Bekijk de schakeling hiernaast, die bestaat uit een stroombron, drie gelijke lampjes L1, L2 en L3 en een schakelaar.

De schakelaar is open en L1 en L2 branden.



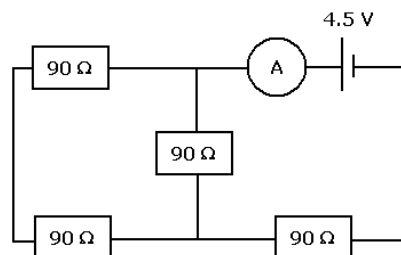
- Wat gebeurt er met de felheid waarmee L1 en L2 branden als de schakelaar dicht gaat? Leg uit.

De volgende opgaven komen uit de eerste ronde van de Natuurkunde Olympiade van de afgelopen jaren. Ze zijn dus wat lastiger dan de vorige opgaven.

Vraag 4. Vier weerstanden ('07)

In de hiernaast staande schakeling loopt stroom.

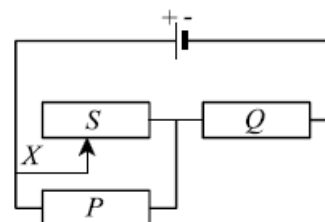
- a. Hoe groot is de stroomsterkte in stroommeter A?
- A. 10 mA
 - B. 17 mA
 - C. 20 mA
 - D. 30 mA



Vraag 5. Schuifweerstand ('06)

In de hiernaast staande schakeling wordt de schuif S naar links, in de richting van X verplaatst.

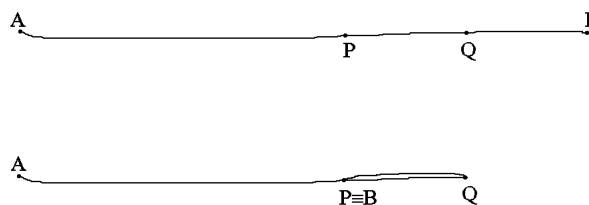
- a. Wat gebeurt er met de stroomsterkte in de weerstanden P en Q?



Vraag 6. Een draadweerstand ('03)

Een homogene metalen draad AB met een lengte van 1,20 meter heeft een elektrische weerstand van 5,0 ohm.

P is een willekeurig op de draad gelegen punt. Q ligt precies tussen de punten P en B in.



De draad wordt nu gedeeltelijk dubbelgeslagen, waarbij B met P in contact wordt gebracht. De weerstand tussen A en Q blijkt nu 4,0 ohm te zijn.

- a. Bereken de afstand tussen de punten A en P.

Vraag 7. Gevoelige weerstanden ('02)

Men schakelt drie weerstanden $R_1 = 16 \Omega$ (1,0 W), $R_2 = 8 \Omega$ (0,40 W) en $R_3 = 4 \Omega$ (0,25 W) in serie. De waarde tussen haakjes geeft het maximale vermogen dat in de weerstand mag worden omgezet opdat de weerstand niet beschadigd zal worden.

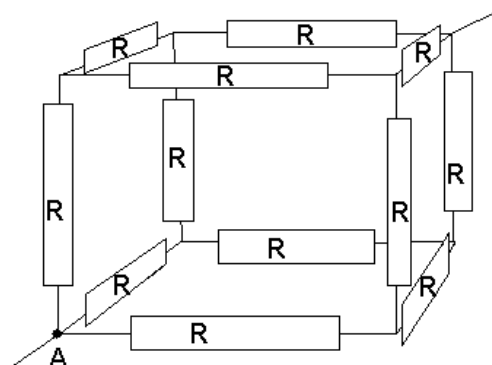
Deze serieschakeling wordt aangesloten op een regelbare voeding waarvan de spanning onbeperkt kan worden verhoogd.

- a. Als men de spanning geleidelijk opvoert, dan is de eerste weerstand die wordt beschadigd:
- A. R_1
 - B. R_2
 - C. R_3
 - D. niet te voorspellen met deze gegevens.

Open opdracht 1: de weerstandenkubus

NB: Afhankelijk van de beschikbare tijd en je interesse kun je kiezen voor een van de open opdrachten, of ze allebei doen.

In de figuur zie je een draadkubus getekend met in elke ribbe een weerstand R .



De vraag is:

Vraag 8. Wat is de vervangingsweerstand van deze kubus?

Als je er na wat puzzelen en overleggen met je burens niet uitkomt, kun je om een hulpblad met tips vragen.

Vervolgvragen

Als je de eerste vraag hebt opgelost, kies dan een of twee van de volgende vragen uit en probeer die te beantwoorden.

Vraag 9. Veranderingen aan de weerstandenkubus

Wat gebeurt er met de vervangingsweerstand als...

- je een van de draden doorknipt?
- of als je een van de weerstanden vervangt door een grotere?
- of een van de weerstanden weghaalt (vervangt door een draad)?
- Maakt het nog uit bij welke weerstand je het bovenste doet?

Vraag 10. Variaties op de weerstandenkubus

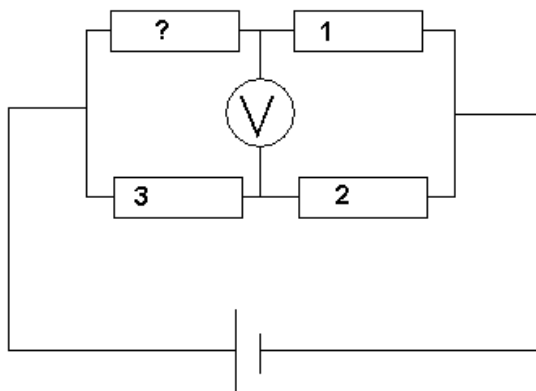
Verzin zelf een ander ruimtelijk figuur om een soortgelijke schakeling van te maken en probeer daar de vervangingsweerstand van te berekenen.

Vraag 11. Gebruik de weerstandenkubus

Ontwerp iets waar je deze schakeling in gebruikt.

Open opdracht 2: Brug van Wheatstone

De Brug van Wheatstone is een schakeling waarmee de waarde van een onbekende weerstand nauwkeurig bepaald kan worden, en ziet er zo uit:



De weerstanden 1,2 en 3 worden gevarieerd tot de Voltmeter nul aanwijst. De vraag is

Hoe werkt de brug van Wheatstone

Wat zijn de voordelen van deze manier van weerstand meten?

Gebruik de volgende opdrachten om de vragen te beantwoorden.

Vraag 12. Werking van de brug van Wheatstone

- Gebruik de wet van Ohm om een formule af te leiden voor de waarde van R_x in termen van R_1 , R_2 en R_3 .
- Om van een onbekende weerstand de grootte te bepalen kun je ook gewoon de stroom meten bij een bekende spanning. Waarom zou de methode met de brug van Wheatstone beter zijn?

Kies voor het vervolg van je onderzoek naar uit de volgende vragen:

Vraag 13. Onderzoek aan de brug van Wheatstone

- Bouw een brug van Wheatstone (bv. met een regelbare weerstand) en laat zien dat je zo inderdaad de grootte van een weerstand kunt bepalen. Maakt het nog uit welke van de drie bekende weerstanden je regelbaar maakt?
- Kun je ook met een experiment laten zien waarom deze methode beter is dan de manier uit onderdeel b)?
- Ontwerp een variant op de brug van Wheatstone (bijvoorbeeld met meer of minder weerstanden). Hoe verschillen de eigenschappen met die van het origineel?
- Ontwerp iets waar je deze schakeling in gebruikt.

Afronding

Maak voor de afronding van deze opdracht een *product* waarmee je aan je klasgenoten laat zien wat je geleerd hebt. Denk bijvoorbeeld aan

- Een berekening stap voor stap van een (ingewikkelde) vervangingsweerstand
- Je zelfgebouwde (variant op de) brug van Wheatstone
- Een zelfbedachte moeilijke opgave over stroomkringen, met een voorbeelduitwerking
- ... of nog iets anders.