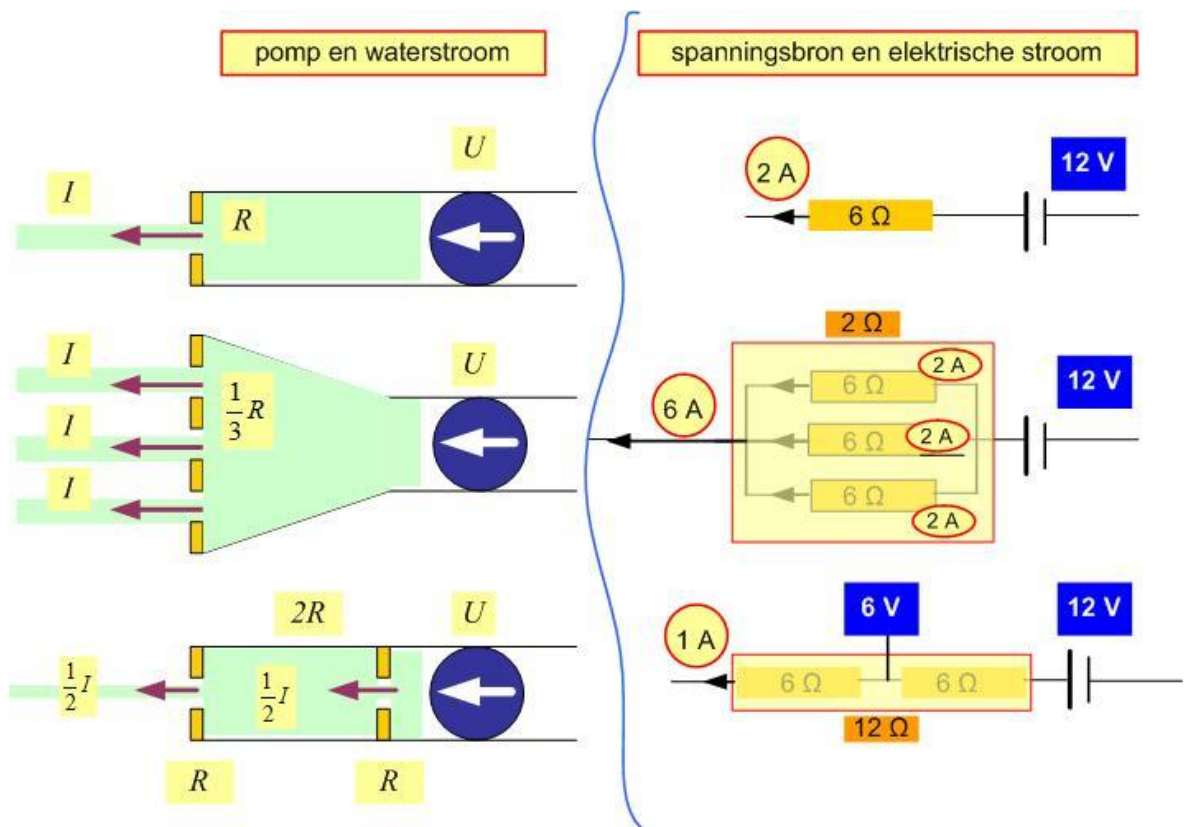


12 Elektrische schakelingen

Onderwerpen:

- Stroomsterkte en spanning bij parallel- en serieschakeling
- Vervangingsweerstand bij parallelschakeling.
- Vervangingsweerstand bij serieschakeling.

12.1 Stroom en spanning bij serie- en parallelschakeling



Vergelijking tussen waterstroom en elektrische stroom

Pomp en waterstroom	Spanningsbron en elektrische stroom
De pompdruk veroorzaakt stroming	De spanning van de accu veroorzaakt stroom.
Plaatje met gat geeft weerstand, bij een kleiner gat is de aantal liter per seconde door de leiding kleiner. Bij 3 gaten is de hoeveelheid water per seconde 3x zo groot, de weerstand is 3x zo klein. Je kunt ook een plaatje nemen met een gat dat 3x zo groot is.	Door een weerstand $R = 6 \Omega$ gaat een stroom I van 2 A ($U = I \cdot R$). De positieve stroom I gaat van + naar - doordat de elektronen van - naar + gaan. Door drie weerstanden van 6Ω gaat een stroom van 6 A. In plaats van 3 weerstanden parallel kun je ook ook 1 weerstand nemen van 2Ω , de zogenaamde vervangingsweerstand R_v .
Als je twee plaatjes met 1 gat achter elkaar plaatst wordt de druk verdeeld over de twee plaatjes. Ieder plaatje krijgt nu de helft van de pompdruk en de hoeveelheid water per seconde wordt 2x zo klein. Je kunt ook 1 plaatje nemen met een gat dat 2x zo klein is.	Door twee weerstanden van 6Ω achter elkaar te zetten wordt de spanning verdeeld en krijgt iedere weerstand 6 V. De stroomsterkte door beide weerstanden van 6Ω is 1 A. In plaats van 3 weerstanden parallel kun je ook ook 1 weerstand nemen van 12Ω , de zogenaamde vervangingsweerstand R_v .

Opgave 12.1

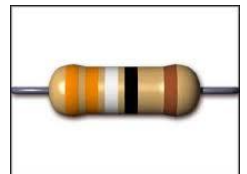
We hebben een leiding met daarin een plaatje K met een gat met oppervlakte A. Een pomp levert een druk P waardoor er een waterstroom is 10 liter water per minuut. Maak bij iedere beschreven situatie een schetsje.

- Het plaatje K wordt vervangen door een plaatje Q met een oppervlak van 4A. Hoe groot is nu de waterstroom in L/min en waarom?
- Er worden nu 4 plaatjes Q achter elkaar in de leiding geplaatst. Hoe groot is nu de waterstroom en waarom?
- Je plaatst nu 1 plaatje K achter 1 plaatje Q. Hoe groot zal de waterstroom nu zijn?
- Je plaatst nu een plaatje V met 6 gaatjes met oppervlak A achter 1 plaatje Q. Hoe groot is de druk over plaatje Q uitgedrukt in P.

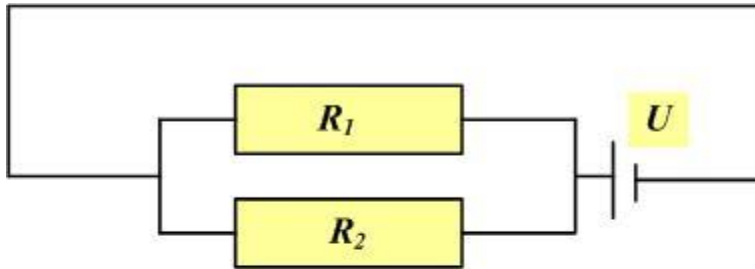
Opgave 12.2

Je hebt een aantal weerstanden van 10Ω en een spanning van 10 V. Maak bij iedere beschreven situatie een schetsje en gebruik geen formules voor de vervangingsweerstand.

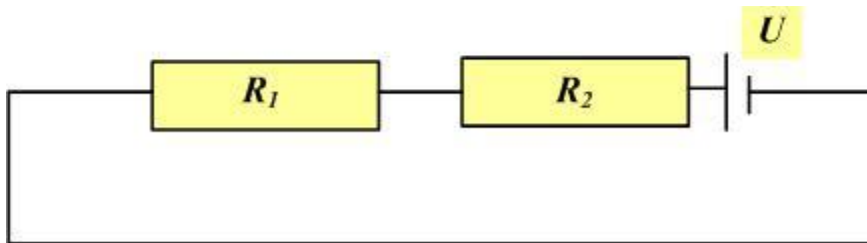
- Hoe groot is de stroomsterkte door 1 weerstand van 10Ω ?
- Hoe groot is de totale stroomsterkte als je 5 weerstanden parallel schakelt?
- Hoe groot is de vervangingsweerstand?
- Hoe groot is de stroomsterkte als je 5 weerstanden in serie schakelt?
- Hoe groot is de spanning over elke weerstand als je 5 weerstanden in serie schakelt?



We kunnen uit het voorgaande enkele conclusies trekken.



Spanning over R_1 is spanning over R_2 . Stroomsterkte is het grootst door de kleinste weerstand



Stroomsterkte door R_1 en R_2 is hetzelfde. Spanning is het grootst over de grootste weerstand

Bij een parallelschakeling is de spanning over de weerstanden hetzelfde en wordt de stroom verdeeld over de weerstanden. Door de grootste weerstand loopt de kleinste stroom.

$$U_1 = U_2 \rightarrow I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2 \rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

$$I = I_1 + I_2 \rightarrow \frac{U}{R_v} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} \rightarrow \frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

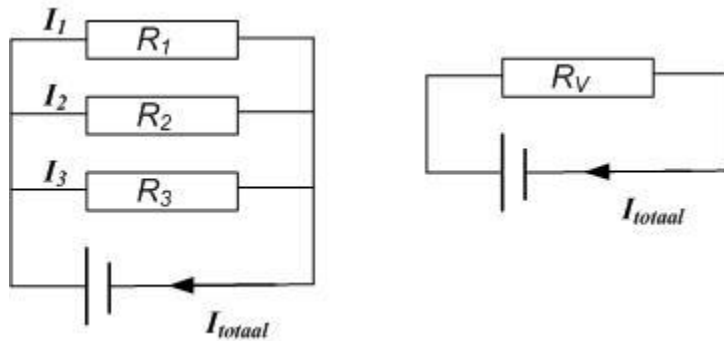
Bij een serieschakeling is de stroom door de weerstanden hetzelfde en wordt de spanning verdeeld over de weerstanden. Over de grootste weerstand staat de grootste spanning.

$$I_1 = I_2 \rightarrow \frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2} \rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

$$U = U_1 + U_2 \rightarrow I \cdot R_v = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 \rightarrow R_v = R_1 + R_2$$

Voorbeeld

Gegeven: $R_1 = 10\Omega$; $R_2 = 20\Omega$; $R_3 = 30\Omega$; $U = 12\text{ V}$
Bereken I_1, I_2, I_3 en R_v



$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{12}{10} = 1,2 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{12}{20} = 0,6 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{12}{30} = 0,4 \text{ A}$$

$$I = 1,2 + 0,6 + 0,4 = 2,2 \text{ A} \rightarrow R_v = \frac{U}{I} = \frac{12}{2,2} = 5,5 \Omega$$

$$\text{of } \frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \rightarrow \frac{1}{R_v} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \frac{1}{30} = 0,183 \rightarrow R_v = \frac{1}{0,183} = 5,5 \Omega$$

Opgave 12.3

Een weerstand van 10Ω is in serie geschakeld met een weerstand 30Ω .
De totale spanning over beide weerstanden is 24 V .
Bereken de spanning over iedere weerstand.

Opgave 12.4

Een weerstand van 10Ω is parallel geschakeld met een weerstand 30Ω .
De spanning over beide weerstanden is 24 V .
Bereken de vervangingsweerstand en de totale stroomsterkte.

Opgave 12.5

Bepaal de vervangingsweerstand van bijgaande schakeling
Alle weerstanden hebben een waarde van 10Ω .



Opgave 12.6

Bereken de vervangingsweerstand van 4 weerstanden van $10\ \Omega$ die in serie geschakeld zijn.

Opgave 12.7

Bereken de vervangingsweerstand van 4 weerstanden van $10\ \Omega$ die parallel geschakeld zijn.

Opgave 12.8

Een weerstand van $5\ \Omega$ is parallel geschakeld met een weerstand van $10\ \text{k}\Omega$. Geef zonder berekening een schatting van de vervangingsweerstand.

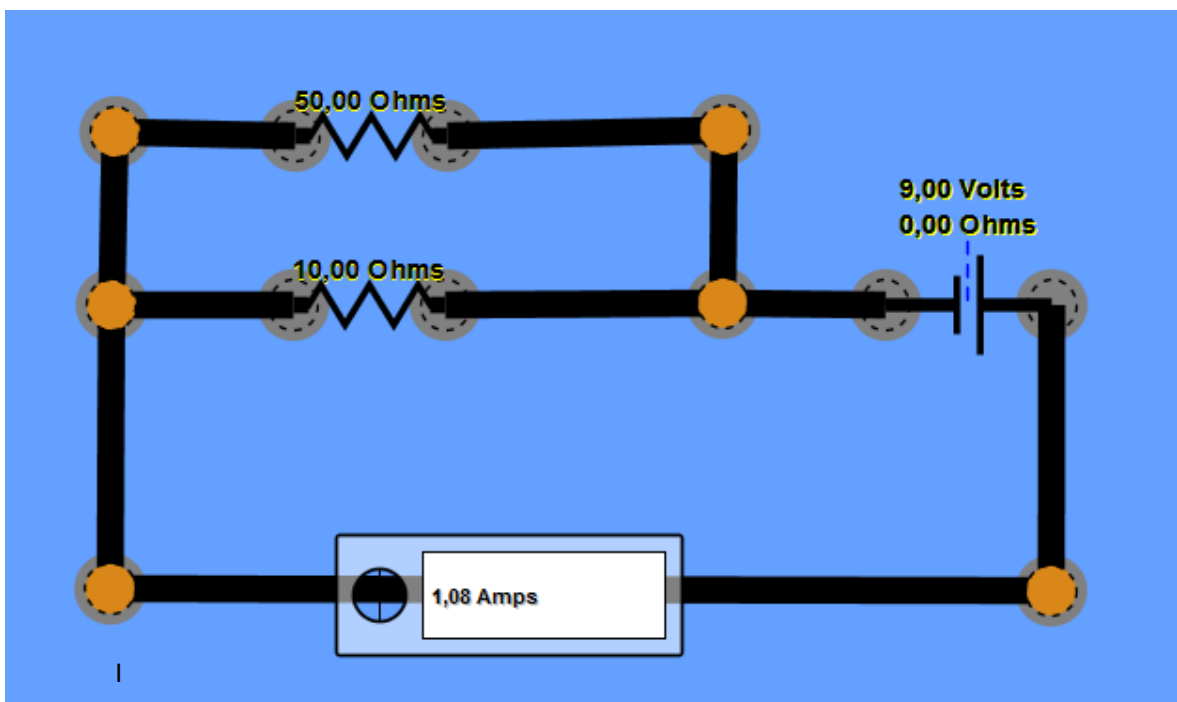
Opgave 12.9

Een weerstand van $5\ \Omega$ is in serie geschakeld met een weerstand van $10\ \text{k}\Omega$. Geef zonder berekening een schatting van de vervangingsweerstand.

Opgave 12.10

Bouw de volgende schakeling met simulatie en controleer het antwoord van de volgende vragen

e16



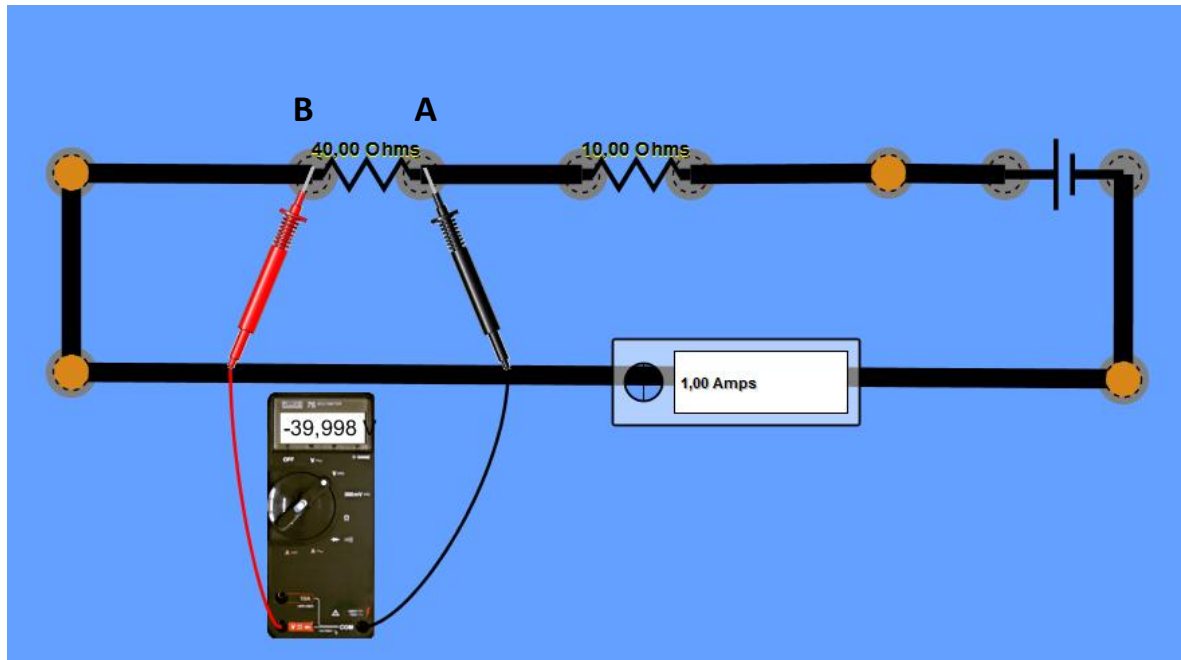
- Bereken R_v met de metingen in de afbeelding.
- Bereken R_v met de formule voor de vervangingsweerstand en controleer het antwoord.

Verander de onderste weerstand zodat de vervangingsweerstand gelijk is aan $18\ \Omega$.

- Bereken de stroom door de onderste weerstand.
- Geef de richting aan van de stroomsterkte I .

Opgave 12.11

Bouw de volgende schakeling met simulatie en controleer het antwoord van de volgende vragen.



- Waarom is de gemeten spanning negatief?
- Bereken de spanning van de batterij en controleer in de simulatie.
- Bereken de spanning over de rechter weerstand en controleer met de simulatie.
- In welke richting stromen de elektronen?
- Verander de waarde van de rechter weerstand zodat de spanning over de linker weerstand gelijk is aan 5,00 V. Welke waarde krijgt de rechter weerstand? Aan welke kant van de linker weerstand is de spanning positief?
- Bepaal de spanning in punt B als punt A aan de 0-volt (aarde) aangesloten wordt?

Samenvatting hoofdstuk 12

- S1 Wat kun je zeggen over stroom en spanning bij een parallelschakeling?
- S2 Wat kun je zeggen over stroom en spanning bij een serieschakeling?
- S3 Leid een formule af voor de vervangingsweerstand bij een parallelschakeling.
- S4 Leid een formule af voor de vervangingsweerstand bij een serieschakeling.