

mbo

# Signaal 1

## *Elektriciteit*

TECHNIEKSTAD



## **COLOFON**

©2019 Kenteq, Hilversum

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand dan wel openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opname, of enige andere wijze, zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

Kenteq  
Postbus 81  
1200 AB Hilversum

[info@techniekstad.nl](mailto:info@techniekstad.nl)

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Elektriciteit</b>	<b>5</b>
1.1	Lading en stroom	6
1.2	Omzetten van formules	7
1.3	Elektrische spanning en potentiaalverschil	15
1.4	Geleiders en isolatoren	19
1.5	Samenvatting	19
1.6	Antwoorden	21
<b>2</b>	<b>Productie van elektriciteit</b>	<b>25</b>
2.1	Productie van elektriciteit	26
2.2	Elektrische energiebronnen	29
2.3	Bronspanning en inwendige weerstand	32
2.4	Samenvatting	36
2.5	Antwoorden	37
<b>3</b>	<b>Wet van Ohm</b>	<b>39</b>
3.1	Wet van Ohm	40
3.2	Samenvatting	54
3.3	Antwoorden	54
<b>4</b>	<b>Weerstand van geleiders</b>	<b>59</b>
4.1	De lengte en weerstand van elektrische leidingen	60
4.2	De doorsnede en de weerstand van elektrische leidingen	60
4.3	Het materiaal en de weerstand van elektrische leidingen	62
4.4	Soortelijke weerstand	63
4.5	De weerstand van een geleider berekenen	64
4.6	Samenvatting	67
4.7	Antwoorden	68
<b>5</b>	<b>Serieschakeling</b>	<b>69</b>
5.1	Serieschakeling	70
5.2	Bijzondere serieschakelingen	83
5.3	Samenvatting	88
5.4	Antwoorden	89
<b>6</b>	<b>Parallelschakeling</b>	<b>93</b>
6.1	Parallelschakeling	94
6.2	Samenvatting	113
6.3	Antwoorden	114
<b>7</b>	<b>Rekenen</b>	<b>119</b>
7.1	Optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen	119
7.2	Machten	125
7.3	Worteltrekken	132
7.4	Breuken oplossen	133
7.5	Verhoudingen berekenen	138
7.6	Procenten	139

7.7	Lengtematen berekenen	140
7.8	Oppervlaktematen	141
7.9	Inhoudsmaten	142
7.10	Samenvatting	145
7.11	Antwoorden	146
<b>8</b>	<b>Vragen</b>	<b>151</b>
8.1	Vragen Elektriciteit	151
8.2	Vragen Productie van elektriciteit	153
8.3	Vragen Wet van ohm	154
8.4	Vragen Weerstand van geleiders	156
8.5	Vragen Serieschakeling	157

WZWB

# 1 Elektriciteit

## Inleiding

Bij elektriciteit is sprake van een (elektrische) spanning en van een (elektrische) stroom. Het begrip (elektrische) lading is nodig voor de hoeveelheid elektriciteit.

Het is voor jouw eigen veiligheid en die van anderen belangrijk dat je deze begrippen kent. Als je niet weet wat de begrippen spanning, stroom en lading betekenen, kun je de gevaren ervan ook niet overzien in de beroepspraktijk en in de werkplaats.



Verdeelinrichting

Daarom kom je in deze leerstof de volgende elektrische begrippen tegen:

- lading
- stroom
- spanning
- potentiaalverschil
- geleider
- isolator.

## Leerdoelen

*Je kunt:*

- de begrippen lading en stroom omschrijven en rekenen met lading, tijd en stroomsterkte
- de stroomrichting in een stroomkring bepalen
- het begrip elektrische spanning omschrijven
- potentiaalverschillen uitrekenen
- de begrippen geleider en isolator omschrijven en voorbeelden geven.

## 1.1 Lading en stroom

Het symbool van de grootte lading is de hoofdletter  $Q$ . Lading is een hoeveelheid elektriciteit, die je uitdrukt in coulomb (C). Een lading kan zich verplaatsen door een draad. De elektrische stroom is de lading die door de draad vloeit.

*Het begrip lading kun je net zo zien als je appels in een zak koopt:  
Lading A (hoeveelheid appels) = 1 kilogram.  
Nu hebben we geen appels maar elektriciteit dus:  
Lading Q (hoeveelheid elektriciteit) = 1 coulomb*

Bijvoorbeeld: verplaatst zich door een draad een lading van 1.000 coulomb (C) in 5 seconden (s), dan is de stroom groot. Als de lading van 1.000 C zich in 5.000 s door de draad verplaatst is de stroom klein. De sterkte van de stroom is de hoeveelheid coulomb die per seconde door een geleider vloeit. We noemen een ladingverplaatsing van 1 C/s 1 ampère (A).

*1 A komt overeen met een ladingverplaatsing van 1 C/s.*

Om de stroomsterkte ( $I$ ) te berekenen delen we de lading ( $Q$ ) door de tijd ( $t$ ).

$$\text{Stroomsterkte} = \frac{\text{Lading}}{\text{Tijd}}$$

Of in formulevorm:

$$I = \frac{Q}{t}$$

$I$  = stroomsterkte in ampère (A)  
 $Q$  = lading in Coulomb (C)  
 $t$  = tijd in seconde (s)

De formule  $I = \frac{Q}{t}$  kun je zo omzetten dat we de  $Q$  of de  $t$  gemakkelijk kunnen uitrekenen. Je krijgt dan de bijvoorbeeld de formule die in de elektrotechniek veel wordt gebruikt.

$$Q = I \cdot t$$

$Q$  = lading in Coulomb (C) of in ampèreseconde (As)  
 $I$  = stroomsterkte in ampère (A)  
 $t$  = tijd in seconde (s)

Bij voorkeur maken we gebruik van  $As$  omdat we zo ten eerste de formule gemakkelijk kunnen berekenen en omdat ten tweede het omrekenen naar  $Ah$  veel gemakkelijker gaat.

### Voorbeeld

#### Gegeven

In een toestel wordt 12 C lading verplaatst in 4 s.

#### Gevraagd

Hoe groot is de stroomsterkte?

#### Oplossing

De stroomsterkte is het aantal C/s.

In 4 s wordt verplaatst:  $\frac{12}{4} = 3 \text{ C}$ . De stroomsterkte is dan 3 A.

### Voorbeeld

#### Gegeven

De stroomsterkte  $I$  in een toestel is 3 A gedurende 4 s.

#### Gevraagd

Hoeveel lading wordt er verplaatst?

#### Oplossing

$$Q = I \cdot t = 3 \times 4 = 12 \text{ C}$$

## 1.2 Omzetten van formules

In de formule  $I = \frac{Q}{t}$  staan drie grootheden.

We kunnen één grootheid uitrekenen als we de andere twee weten.  
Bijvoorbeeld:  $Q = 600 \text{ C}$  en  $t = 2 \text{ minuten}$ .

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{600}{2 \times 60} = 5 \text{ A}$$

Wat nu als  $I$  en  $t$  gegeven zijn? We kunnen dan  $Q$  niet zo snel bepalen omdat we de formule eerst moeten omzetten!

De onbekende  $Q$  moet dan vóór het is-gelijk-teken (=) komen:

$$I = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = \dots \text{ of } 4 = \frac{8}{2} \Rightarrow 8 = 4 \times 2$$

Hoe komen we daaraan?

*In een formule mogen we alles wijzigen, zolang we links en rechts van het is-gelijk-teken (=) het zelfde doen.*

$$I = \frac{Q}{t}$$

In deze vergelijking willen we  $Q$  vóór het is-gelijk-teken plaatsen. De  $t$  staat onder de deelstreep en willen we graag weg hebben.

$\frac{Q}{t}$  kunnen we dan met  $t$  vermenigvuldigen.

Maar links van het is-gelijk-teken moeten we dat ook doen. We krijgen dan:

$$I = \frac{Q}{t} \Rightarrow I \cdot t = \frac{Q}{t} \cdot t \Rightarrow I \cdot t = Q \Rightarrow Q = I \cdot t$$

Een andere manier:

$$I = \frac{Q}{t} \Rightarrow \frac{I}{1} = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q \cdot 1 = I \cdot t \Rightarrow Q = I \cdot t$$

### Voorbeeld

*Gegeven*

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}$$

*Gevraagd*

Zet deze formule om, om  $n$  te berekenen.

*Oplossing*

We vermenigvuldigen links en rechts met eerst met 60. Daarna delen we links en rechts door  $\pi \cdot d$ .

$$v \cdot 60 = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60} \cdot 60 \Rightarrow v \cdot 60 = \pi \cdot d \cdot n \Rightarrow$$

$$\frac{v \cdot 60}{\pi \cdot d} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{\pi \cdot d} \Rightarrow \frac{v \cdot 60}{\pi \cdot d} = n \Rightarrow n = \frac{v \cdot 60}{\pi \cdot d}$$

Een andere manier is kruislings vermenigvuldigen, dat mag ook: Ook daarbij delen we links en rechts door  $\pi \cdot d$ .

$$\frac{v}{1} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60} \Rightarrow v \cdot 60 = 1 \cdot \pi \cdot d \cdot n \Rightarrow v \cdot 60 = \pi \cdot d \cdot n \Rightarrow$$

$$\frac{v \cdot 60}{\pi \cdot d} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{\pi \cdot d} \Rightarrow \frac{v \cdot 60}{\pi \cdot d} = n \Rightarrow n = \frac{v \cdot 60}{\pi \cdot d}$$





1. Zet de volgende formules om:

a.  $P = U \cdot I$                        $I =$                        $U =$

b.  $U = I \cdot R$                        $I =$                        $R =$

c.  $s = v \cdot t$                        $t =$                        $v =$

d.  $I = \frac{Q}{t}$                        $t =$                        $Q =$



2. Reken steeds de éne aanwezige onbekende uit.

a.  $R = \frac{U}{I}$   
 $R = 20 \Omega$                        $U = 60 \text{ V}$                        $I =$

b.  $W = F \cdot s$   
 $F = 5 \text{ N}$                        $s = 20 \text{ m}$                        $W =$

c.  $P = U \cdot I$   
 $P = 100 \text{ W}$                        $U = 20 \text{ V}$                        $I =$

d.  $Q = I \cdot t$   
 $Q = 100 \text{ As}$                        $t = 25 \text{ s}$                        $I =$

e.  $t = \frac{Q}{I}$   
 $t = 3 \text{ s}$                        $Q = 300 \text{ As}$                        $I =$

f.  $I = \frac{Q}{t}$   
 $t = 5 \text{ s}$                        $I = 10 \text{ A}$                        $Q =$

### Voorbeeld

#### Gegeven

Een stroom van 2 A vloeit gedurende één minuut door een draad.

#### Gevraagd

Hoe groot is de verplaatste lading?

*Oplossing*

$$Q = I \cdot t = 2 \times 60 = 120 \text{ C}$$

**Voorbeeld**

*Gegeven*

Een stroom van 0,1 A verplaatst 40 C lading.

*Gevraagd*

Wat is de tijd die daarvoor nodig is?

*Oplossing*

Om 40 C te verplaatsen is een tijd nodig van:

$$t = \frac{Q}{I} = \frac{40}{0,1} = 400 \text{ s}$$

**Voorbeeld**

*Gegeven*

Een accu van een auto wordt gedurende 20 uur geladen met een stroom van 2,75 A.



*Gevraagd*

Hoe groot is de opgeslagen lading?

*Oplossing*

$$20 \text{ uur} = 20 \times 60 \text{ minuten} \times 60 \text{ seconden} = 72.000 \text{ seconden}$$

$$Q = I \cdot t = 2,75 \times 60 \times 60 \times 20 = 198.000 \text{ As.}$$

Lading kan dus een nogal groot getal zijn. Daarom gebruiken we in de 'accuwereld' liever de eenheid Ah (ampère-uur). De formule  $Q = I \cdot t$  blijft gelijk. De eenheid van tijd wordt nu uur (h).

$$Q = I \cdot t = 2,75 \times 20 = 55 \text{ Ah}$$

Samenvattend kunnen we dus zeggen:

$$Q = I \cdot t$$

$Q$  = lading in ampère-uur (Ah)  
 $I$  = stroomsterkte in ampère (A)  
 $t$  = tijd in uur (h)

We rekenen bij een accu de lading uitgedrukt in coulomb om naar Ah.

$$1 \text{ Ah} = 3.600 \text{ C}$$

Er gaan immers 60 minuten  $\times$  60 seconden = 3.600 s in een uur.

### Voorbeeld

#### Gegeven

Dezelfde accu als in het eerdere voorbeeld wordt opnieuw gedurende twintig uur geladen met een stroom van 4 A.

#### Gevraagd

Hoe groot is de opgeslagen lading in Ah?

#### Oplossing

$$Q = I \cdot t = 4 \times 20 = 80 \text{ Ah}$$

We zien nu 80 Ah in plaats van het veel grotere getal 288.000 As. Ook al is dat hetzelfde, kleine getallen werken prettiger.

3. In een weerstand loopt gedurende een halve minuut een stroom van 4 A. Hoe groot is de verplaatste lading?

---



---

4. Een toestel neemt in 10 s een lading op van 18 C. Hoe groot is de stroomsterkte?

---



---



5. In een elektrische boiler wordt in een half uur 10.800 C lading verplaatst. Hoe groot is de stroomsterkte geweest?

---



---



6. Een accu wordt een kwartier geladen met een stroomsterkte van 10 A. Hoeveel lading heeft de accu opgenomen? In C en in Ah.

---



---



7. Hoeveel lading verplaatst een stroom van 0,4 A in 10 minuten?

---



---



8. Door een draad wordt een lading van 1 C verplaatst in 100 s. Hoe groot is de stroomsterkte?

---



---



9. Door een geleider vloeit gedurende 40 s een stroom van 4 A en gedurende 2 minuten een stroom van 200 mA. Hoeveel lading is er in totaal verplaatst?

---



---



10. Vul in:

- a. 2 Ah = \_\_\_\_\_ C
- b. 7.200 C = \_\_\_\_\_ Ah
- c. 3,2 Ah = \_\_\_\_\_ C

?

11. In een geleider wordt 25.200 C lading verplaatst.  
Hoeveel Ah is dit?

---

---

?

12. Een elektrische kachel neemt een stroom op van 9,8 A en is twintig uur in bedrijf.  
Hoeveel lading stroomde er door de kachel?

---

---

?

13. Een loodaccu heeft een lading van 60 Ah.  
Hoe lang kan de accu een stroom leveren van 3 A?

---

---

?

14. In 32 uur levert een accu 2.400 Ah.  
Hoe groot is de stroomsterkte?

---

---

?

15. Een strijkijzer neemt één uur lang een stroom op van 2,5 A.  
Bereken de verplaatste lading in coulombs en in ampère-uren.

---

---



16. In hoeveel tijd verplaatst een stroom van 32 A een lading van 112 Ah?

---



---



17. In een voltmeter wordt in 10 minuten 24 C verplaatst.  
Hoeveel mA bedraagt de stroomsterkte?

---



---



18. Door een gloeilamp vloeit een lading van 8 Ah bij een stroomsterkte van 0,25 A.  
Hoe lang brandt de lamp?

---



---



19. Een dynamo levert in twee uur een lading van 10.800 C.  
Hoe sterk is de stroom?

---



---



20. Hoeveel lading verplaatst een stroom van 6,5 A in vier uur?

---



---



21. Door een elektrische klok vloeit in twee weken 0,84 Ah.  
Hoe groot is de stroomsterkte in de klok?

---



---



22. Een generator levert een stroom van 24 A.  
De generator is acht uur in bedrijf.  
Hoeveel Ah heeft de generator geleverd?

---



---

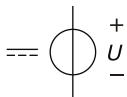
### 1.3 Elektrische spanning en potentiaalverschil

Aan het begrip stroomsterkte is een ander begrip onlosmakelijk verbonden. Dat is het begrip spanning. Waar een stroom of verplaatsing van lading is, daar is ook spanning. De spanning van een spanningsbron heeft de letter  $U$ .

De eenheid van spanning is volt (V).

De positieve of negatieve kant van de spanning noemen we de polariteit.

Dat geven we aan met + en -.

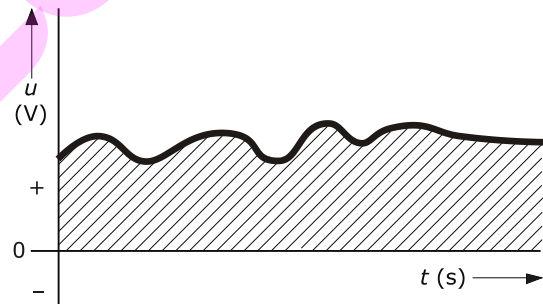


*Symbol van een gelijkspanningsbron*

= betekent gelijkspanning. Noemen we ook wel DC (DirectCurrent) spanning.

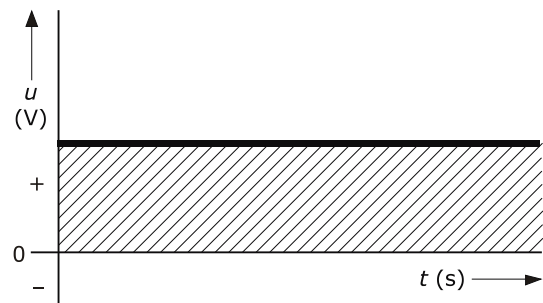
*De polariteit geven we aan met de tekens + of - (plus of min).*

Je ziet nu twee gelijkspanningen getekend. De polariteit blijft gelijk (beide zijn positief).



*Niet zuivere gelijkspanning*

Omdat ook de grootte van de spanning constant is, noemen we deze spanning een *zuivere* gelijkspanning.



*Zuivere gelijkspanning*

*Een gelijkspanning is een spanning waarvan de polariteit gelijk blijft.  
Een zuivere gelijkspanning is een gelijkspanning waarvan ook de grootte gelijk blijft.*

Dit geldt ook voor de stroom.

Een gelijkstroom is een stroom waarvan de richting steeds dezelfde is.  
Een zuivere gelijkstroom is een gelijkstroom waarvan ook de sterkte gelijk blijft.

### Potentiaal en potentiaalverschil

De grootte van een elektrische stroom houdt verband met het verschil in elektrisch niveau tussen de twee punten waartussen de stroom loopt. Eén zo'n niveau noemen we het *potentiaal*.

Het verschil tussen zulke potentialen (het *potentiaalverschil*) noemen we in de praktijk *spanning*.

Potentiaalverschil is een ander woord voor spanning en betekent het verschil tussen potentialen van twee punten.

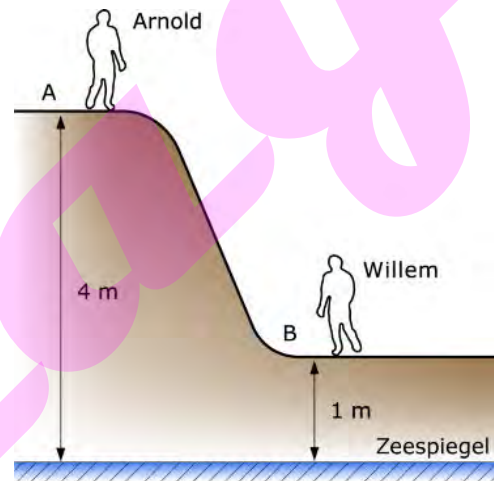
Stel je eens twee mensen voor die op verschillende hoogte staan. Arnold staat op een hoogte van vier meter boven de zeespiegel. Willem staat één meter boven de zeespiegel.

We zeggen: "De potentiaal van punt A is +4 m (vier meter erboven), en de potentiaal van punt B is +1 m (één meter erboven)". Het hoogteverschil tussen de punten A en B is niet zo moeilijk te berekenen. Arnold staat drie meter (vier meter min één meter) hoger dan Willem. We kunnen ook zeggen dat Willem drie meter lager staat dan Arnold.

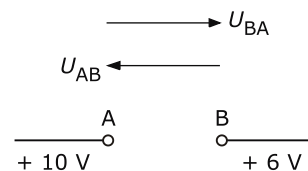
- Het potentiaal van punt A ten opzichte van punt B is +3 meter (drie meter hoger).
- Het potentiaal van punt B ten opzichte van punt A is -3 meter (drie meter lager).

#### Tekenafpraak voor spanningen

We kennen bij spanningen de volgende tekenafpraak.



Hoogteverschil als voorbeeld van potentiaalverschil

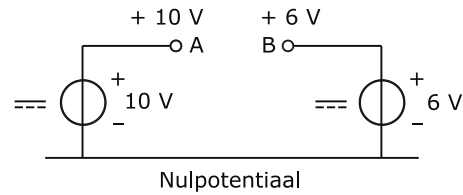


Tekenafpraak bij spanningen



Potentiaal van klem A = +10 V  
 Potentiaal van klem B = +6 V

We kunnen ons dit als volgt voorstellen:



Tekenvoorbeeld potentiaalverschil

De spanning of het potentiaalverschil tussen A en B kunnen we op twee manieren aangeven:

- Het potentiaal van klem A ten opzichte van het potentiaal van klem B is  $U_{AB}$
- Het potentiaal van klem B ten opzichte van het potentiaal van klem A is  $U_{BA}$

*Afspraak*

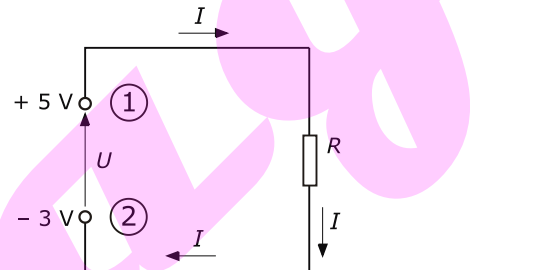
We berekenen de potentiaalverschillen op de volgende manier.

$$U_{AB} = +10 - (+6) = +10 - 6 = +4 \text{ V}$$

$$U_{BA} = +6 - (+10) = +6 - 10 = -4 \text{ V}$$

*Stroomrichting*

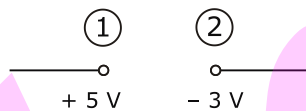
We weten nu dat de stroom van het hoogste potentiaal naar het laagste potentiaal vloeit. Dit geven we aan door middel van een pijl. Bij de pijl staat het symbool  $I$  voor stroom. De stroom heeft overal in de stroomkring dezelfde richting. We zien dat binnenin de spanningsbron de stroom van - naar + gaat en daarbuiten van + naar -.



De stroom in de spanningsbron gaat van - naar +

**Voorbeeld**

*Gegeven*



Potentiaal van klem 1 en klem 2

Het potentiaal van klem 1 is +5 V  
 Het potentiaal van klem 2 is -3 V

*Gevraagd*

- Bepaal nu de spanning of het potentiaalverschil tussen beide klemmen.
- Geef tevens de stroomrichting aan.

*Oplossing*

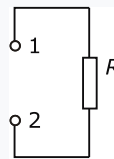
- $U_{12} = +5 - (-3) = +5 + 3 = +8 \text{ V}$
- $U_{21} = -3 - (+5) = -3 - 5 = -8 \text{ V}$

De elektrische stroom loopt nu in de belasting van klem 1 met het hoogste potentiaal naar klem 2 met het laagste potentiaal.



23. De potentiaal van klem 1 is +6 V en de potentiaal van klem 2 is +5 V.

Bepaal  $U_{12}$  en  $U_{21}$  en geef de stroomrichting aan.




---

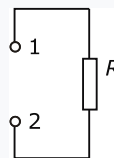


---



24. De potentiaal van klem 1 is -6 V. De potentiaal van klem 2 is +5 V.

Bepaal  $U_{12}$  en  $U_{21}$  en geef ook de stroomrichting aan.




---

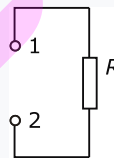


---



25. De potentiaal van klem 1 is -6 V. en de potentiaal van klem 2 is -5 V.

Bepaal  $U_{12}$  en  $U_{21}$  en geef de stroomrichting aan.




---

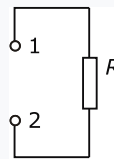


---



26. De potentiaal van klem 1 is +6 V. en de potentiaal van klem 2 is -5 V.

Bepaal  $U_{12}$  en  $U_{21}$  en geef de stroomrichting aan.




---

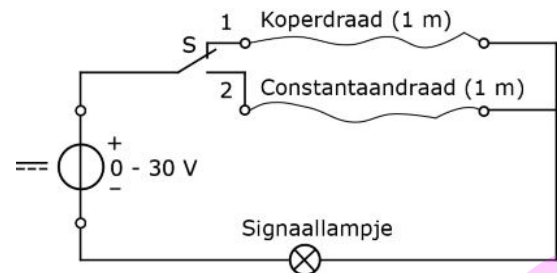


---

## 1.4 Geleiders en isolatoren

Als we verschillende materialen gebruiken blijkt dat het ene materiaal elektrische stroom beter geleidt dan het andere.

Als we draden van dezelfde lengte nemen, dan blijkt dat met de schakelaar in stand 1 het lampje normaal gloeit. Zetten we de schakelaar in stand 2, dan gloeit het lampje zwak.



*Bij koper ondervindt de stroom minder weerstand dan bij constantaan*

De draden waar de stroom doorheen gaat zijn even dik en even lang. Toch loopt er door de koperdraad een sterkere stroom dan door de constaandraad, want bij de koperdraad brandt het lampje feller. Koper geleidt elektrische stroom dus beter dan constantaan.

Koper is dan ook een goede geleider.

Met andere woorden: "Bij koper ondervindt de stroom minder weerstand dan bij constantaan".

### Geleiders

Geleiders zijn materialen die gemakkelijk elektrische stroom geleiden. Over het algemeen geleiden alle metalen elektrische stroom goed, maar het ene metaal geleidt minder goed dan het andere. De ene metaalsoort heeft een hogere weerstand dan de andere. Metalen met lage weerstand zijn goud en zilver. Het is logisch dat we in de elektrotechniek graag gebruik maken van goede geleiders, dus metalen met een lage weerstand.

Goud en zilver zijn duur. Daarom gebruiken we in de elektrotechniek meestal koper als geleider. We maken ook veel gebruik van aluminium als geleider.

### Isolatoren

Isolatoren zijn materialen zoals glas, rubber en veel kunststoffen. Ze hebben een hoge weerstand en geleiden de stroom slecht of helemaal niet.

## 1.5 Samenvatting

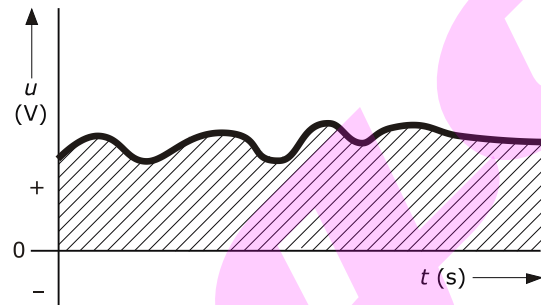
- Elektrische stroomsterkte ( $I$ ) wordt uitgedrukt in ampère (A) en komt overeen met de verplaatste hoeveelheid lading per seconde. Elektrische stroom is de ladingverplaatsing van de positief (+) naar negatief (-). In de praktijk praten we gewoon over stroom.
- Bij een stroomsterkte van 1 A verplaatst zich in één seconde een elektrische lading van 1 C.

- De verplaatste lading bereken je met de formule:

$Q = I \cdot t$

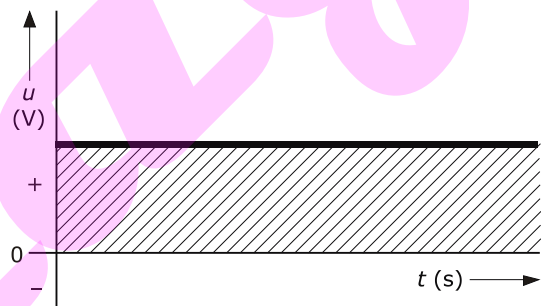
$Q$  = lading in Coulomb (C) of in ampèreseconde (As)  
 $I$  = stroomsterkte in ampère (A)  
 $t$  = tijd in seconde (s)

- Elektrische spanning ( $U$ ) wordt uitgedrukt in volt (V).
- Gelijks spanning of gelijkstroom is een spanning of stroom die steeds dezelfde polariteit of richting heeft.



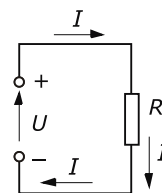
*Gelijks spanning heeft steeds dezelfde polariteit*

Een *zuivere* gelijkspanning of -stroom heeft ook steeds dezelfde grootte.



*Een zuivere gelijkspanning heeft ook steeds dezelfde grootte*

- Als de polariteit van de spanningsbron is gegeven, kunnen we door middel van een pijl de richting van de gelijkstroom aangeven.



*De pijl geeft de richting van de gelijkstroom aan*

- Met het potentiaal van een klem bedoelen we de polariteit (+ of -) en de grootte ervan. De potentiaal van klem A is bijvoorbeeld +3 V.



*Potentiaalverschil tussen de klemmen A en B*

Met het potentiaalverschil bedoelen we het verschil in potentiaal tussen de klemmen A en B.

-  $U_{AB} = +3 - -2 = +5 \text{ V}$   
 -  $U_{BA} = -2 - +3 = -5 \text{ V}$

- Een ander woord voor potentiaalverschil is spanning.

## 1.6 Antwoorden

*Antwoord 1*

$$I = \frac{P}{U} \quad U = \frac{P}{I}$$

$$I = \frac{U}{R} \quad R = \frac{U}{I}$$

$$t = \frac{S}{v} \quad v = \frac{S}{t}$$

$$t = \frac{Q}{I} \quad Q = I \cdot t$$

*Antwoord 2*

- a.  $I = 3 \text{ A}$
- b.  $W = 100 \text{ Nm}$
- c.  $I = 5 \text{ A}$
- d.  $I = 4 \text{ A}$
- e.  $I = 100 \text{ A}$
- f.  $Q = 50 \text{ As}$

*Antwoord 3*

$$Q = 120 \text{ C}$$

*Antwoord 4*

$$I = 1,8 \text{ A}$$

*Antwoord 5*

$$I = 6 \text{ A}$$

*Antwoord 6*

$$Q = 9.000$$
$$C = 2,5 \text{ Ah}$$

*Antwoord 7*

$$Q = 240 \text{ C}$$

Antwoord 8

$$I = 0,01 \text{ A} = 10 \text{ mA}$$

Antwoord 9

$$Q = 184 \text{ C}$$

Antwoord 10

a.  $7.200 \text{ C}$

b.  $2 \text{ Ah}$

c.  $11.520 \text{ C}$

Antwoord 11

$$Q = 7 \text{ Ah}$$

Antwoord 12

$$Q = 196 \text{ Ah}$$

Antwoord 13

$$t = 20 \text{ uur}$$

Antwoord 14

$$I = 75 \text{ A}$$

Antwoord 15

$$Q = 2,5 \text{ Ah (of: } Q = 9.000 \text{ C)}$$

Antwoord 16

$$t = 3,5 \text{ uur}$$

Antwoord 17

$$I = 0,04 \text{ A} = 40 \text{ mA}$$

Antwoord 18

$$t = 32 \text{ uur}$$

Antwoord 19

$$I = 1,5 \text{ A}$$

Antwoord 20

$$Q = 26 \text{ Ah}$$

Antwoord 21

$$I = 2,5 \text{ mA}$$

Antwoord 22

$$Q = 192 \text{ Ah}$$