

mbo

# Signaal 1

## *Elektriciteit*

 **kenteq**

WZWBCE



COLOFON

©2024 Kenteq, Bilthoven

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  
Soestdijkseweg Zuid 224  
3721 AJ Bilthoven  
uitgeverij@kenteq.nl

# Inhoudsopgave

---

<b>1</b>	<b>Elektriciteit</b>	<b>5</b>
1.1	Lading en stroom	6
1.2	Elektrische spanning en potentiaalverschil	12
1.3	Geleiders en isolatoren	16
1.4	Samenvatting	17
1.5	Antwoorden	19
1.6	Vragen Elektriciteit	21
<b>2</b>	<b>Productie van elektriciteit</b>	<b>23</b>
2.1	Productie van elektriciteit	24
2.2	Elektrische energiebronnen	26
2.3	Bronspanning en inwendige weerstand	30
2.4	Samenvatting	33
2.5	Antwoorden	34
2.6	Vragen Productie van elektriciteit	35
<b>3</b>	<b>Wet van Ohm</b>	<b>37</b>
3.1	Wet van Ohm	38
3.2	Samenvatting	48
3.3	Antwoorden	49
3.4	Vragen Wet van ohm	52
<b>4</b>	<b>Weerstand van geleiders</b>	<b>55</b>
4.1	Lengte en weerstand van elektrische leidingen	56
4.2	Doorsnede en weerstand van elektrische leidingen	56
4.3	Materiaal en weerstand van elektrische leidingen	58
4.4	Soortelijke weerstand	58
4.5	Weerstand van een geleider berekenen	59
4.6	Samenvatting	62
4.7	Antwoorden	63
4.8	Vragen Weerstand van geleiders	64
<b>5</b>	<b>Serieschakeling</b>	<b>65</b>
5.1	Serieschakeling	66
5.2	Bijzondere serieschakelingen	74
5.3	Samenvatting	76
5.4	Antwoorden	77
5.5	Vragen Serieschakeling	79



<b>6</b>	<b>Parallelschakeling</b>	<b>81</b>
6.1	Parallelschakeling	82
6.2	Spanning	82
6.3	Stroom	84
6.4	Vervangingsweerstand	87
6.5	Parallel schakelen van draden	93
6.6	Shuntweerstand	94
6.7	Samenvatting	98
6.8	Antwoorden	99
6.9	Vragen Parallelschakeling	102
<b>7</b>	<b>Rekenen</b>	<b>107</b>
7.1	Optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen	108
7.2	Machten	113
7.3	Worteltrekken	119
7.4	Breuken	120
7.5	Verhoudingen	124
7.6	Procenten	125
7.7	Lengtematen	126
7.8	Oppervlaktematen	127
7.9	Inhoudsmaten	128
7.10	Engelse maten	129
7.11	Samenvatting	131
7.12	Antwoorden	132
7.13	Vragen rekenen	135

# 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, ken je de gevaren ervan ook niet in de beroepspraktijk en in de werkplaats.

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

- lading
- stroom
- spanning
- weerstand
- 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 ervan geven.



Verdeelinrichting



## 1.1 Lading en stroom

Het symbool van de grootheid 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 appels die je in een zak koopt: Lading A (hoeveelheid appels) = 1 kilogram.  
Nu hebben we geen appels in een zak, maar elektriciteit door een draad dus: Lading Q (hoeveelheid elektriciteit) = 1 coulomb*

De sterkte van de stroom is de hoeveelheid coulomb die per seconde door een geleider vloeit. Een ladingverplaatsing van 1 C/s 1 noemen we ampère (A).

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

Om de stroomsterkte ( $I$ ) te berekenen deel je de lading ( $Q$ ) door de tijd ( $t$ ).

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

Of in formulevorm:

Stroomsterkte
$I = \frac{Q}{t}$
$I$ = stroomsterkte in ampère (A) $Q$ = lading in Coulomb (C) $t$ = tijd in seconde (s)

De formule  $I = \frac{Q}{t}$  kun je omzetten zodat je de  $Q$  of de  $t$  gemakkelijk kunt uitrekenen.

Je krijgt dan de formule die in de elektrotechniek veel wordt gebruikt:

Lading
$Q = I \cdot t$
$Q$ = lading in coulomb (C) of in ampèreseconde (As) $I$ = stroomsterkte in ampère (A) $t$ = tijd in seconde (s)

Maak bij voorkeur gebruik van As (ampèreseconde) omdat je zo de formule gemakkelijk kunt beredeneren en omdat het omrekenen naar Ah (ampère-hour, in Nederlands: ampère-uur) veel gemakkelijker gaat.

### Voorbeeld

#### Gegeven

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

#### Gevraagd

Hoe groot is de stroomsterkte?

#### Oplossing

In 1 s wordt verplaatst:  $\frac{12}{4} = 3 \text{ C}$ .

De stroomsterkte is het aantal C/s.

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

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

Er wordt 12 C lading verplaatst.

### Omzetten van formules

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

Je kunt één grootheid uitrekenen als je de andere twee weet.

### Voorbeeld

#### Gegeven

$Q = 600 \text{ C}$  en  $t = 2 \text{ minuten}$ .

#### Gevraagd

De stroomsterkte  $I$ .

#### Oplossing

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

Wat nu als  $I$  en  $t$  gegeven zijn?

Je kunt dan  $Q$  niet zo snel bepalen omdat je de formule eerst moet omzetten!

$I = \frac{Q}{t}$ , de onbekende  $Q$  moet dan vóór het is-gelijk-teken (=) komen:

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

of

$$4 = \frac{8}{2} \Rightarrow 8 = 4 \times 2$$



Hoe zit dat?

*In een formule mag je alles wijzigen, zolang je links en rechts van het is-gelijk-teken (=) het zelfde doet.*

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

In deze vergelijking willen je  $Q$  vóór het is-gelijk-teken plaatsen.

De  $t$  staat onder de deelstreep en wil je graag weg hebben.

$\frac{Q}{t}$  kun je dan met  $t$  vermenigvuldigen.

Maar links van het is-gelijk-teken moet je dat ook doen. Dan krijg je:

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

Zo zijn er drie variaties voor dezelfde formule:

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

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



Accu

#### Gevraagd

Hoe groot is de opgeslagen lading?

#### Oplossing

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

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

---

### 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:

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

---

Lading kan dus een nogal groot getal zijn. Gebruik daarom 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 = hour in Engels).

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



Samenvattend:

Lading
$Q = I \cdot t$
$Q$ = lading in coulomb (C) of in ampèreseconde (As) $I$ = stroomsterkte in ampère (A) $t$ = tijd in seconde (s)

Bij een accu reken je de lading uitgedrukt in coulomb om naar Ah.

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

Want er gaan 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

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

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

---

---

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

---

---

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

---

---

? 8. Vul in:

a. 2 Ah = \_\_\_\_\_ C

b. 7.200 C = \_\_\_\_\_ Ah

c. 3,2 Ah = \_\_\_\_\_ C

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

---

---

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

---

---

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

---

---

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

---

---



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

---

---

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

---

---

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

---

---

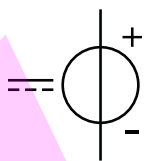
## 1.2 Elektrische spanning en potentiaalverschil

Bij het begrip stroomsterkte hoort een ander begrip. Dat is het begrip spanning. Waar een stroom of verplaatsing van lading is, daar is ook spanning.

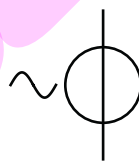
De spanning van een spanningsbron heeft de letter  $U$ .

De eenheid van spanning is volt (V).


Er zijn twee soorten spanning, *gelijkspanning* en *wisselspanning*. Gelijkspanning met de polariteiten + en -. Wisselspanning met L en N.



*Symbol gelijkspanningsbron*



*Symbol wisselspanningsbron*

DC 

Gelijkspanning noem je ook wel DC spanning.

*DC = Direct Current*

**De polariteit geef je aan met de tekens + en - (plus en min).**

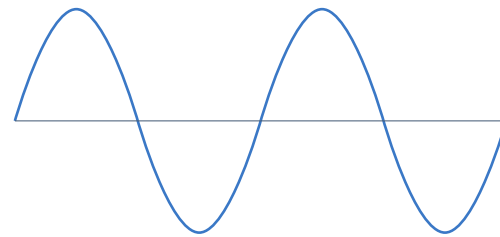
AC 

Wisselspanning noem je ook wel AC spanning.

*AC = Alternating Current*

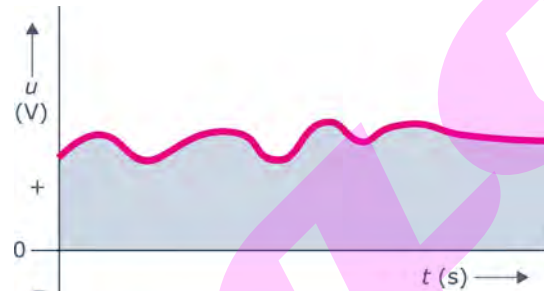
**De polariteit voor wisselspanning geef je aan met de letter L en N (fase en nul).**

Je ziet een wisselspanning met een positieve helft aan de bovenzijde en een negatieve helft aan de onderzijde. De beide helften zijn even groot qua spanning. De spanning is de ene keer positief en de andere keer negatief. Dit geldt ook voor de stroom. Een wisselstroom is een stroom die eerst positief wordt en daarna negatief. Dit patroon herhaalt zich continu.



Wisselspanning

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, noem je 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.*