



# Inhoudsopgave

3	Uitgewerkte examenopgaven bij N-hoofdstuk 3, deel A .....	3-5
3.1	Waarvoor dient dit hoofdstuk met uitwerkingen en hoe gebruik je het? .....	3-5
3.2	Enkele opmerkingen .....	3-6
3.3	Formularium .....	3-6
3.3.3	Geleiders en isolatoren .....	3-6
3.3.4	Wet van Ohm: .....	3-6
3.3.5	Serieschakeling van weerstanden .....	3-7
3.3.6	Parallelschakeling van weerstanden .....	3-7
3.3.7	Kleurcode van weerstanden .....	3-8
3.3.8	Vermogen .....	3-8
3.3.9	Combineren van vermogensvergelijkingen en de wet van Ohm .....	3-9
3.3.10	De capaciteit van een batterij of accu .....	3-9
3.3.11	Serie- en parallelschakeling van spanningsbronnen .....	3-9
3.4	Opgaven .....	3-10
3.4.1	Opgave 3-1 .....	3-11
3.4.2	Opgave 3-2 .....	3-12
3.4.3	Opgave 3-3 .....	3-13
3.4.4	Opgave 3-4 .....	3-14
3.4.5	Opgave 3-5 .....	3-15
3.4.6	Opgave 3-6 .....	3-16
3.4.7	Opgave 3-7 .....	3-17
3.4.8	Opgave 3-8 .....	3-18
3.4.9	Opgave 3-9 .....	3-19
3.4.10	Opgave 3-10 .....	3-20
3.4.11	Opgave 3-11 .....	3-21
3.4.12	Opgave 3-12 .....	3-22
3.4.13	Opgave 3-13 .....	3-23
3.4.14	Opgave 3-14 .....	3-24
3.4.15	Opgave 3-15 .....	3-25



3.4.16	Opgave 3-16 .....	3-26
3.4.17	Opgave 3-17 .....	3-27
3.4.18	Opgave 3-18 .....	3-28
3.4.19	Opgave 3-19 .....	3-29
3.4.20	Opgave 3-20 .....	3-30
3.4.21	Opgave 3-21 .....	3-31
3.4.22	Opgave 3-22 .....	3-32
3.4.23	Opgave 3-23 .....	3-33
3.4.24	Opgave 3-24 .....	3-34
3.4.25	Opgave 3-25 .....	3-35
3.4.26	Opgave 3-26 .....	3-36
3.4.27	Opgave 3-27 .....	3-37
3.4.28	Opgave 3-28 .....	3-38
3.4.29	Opgave 3-29 .....	3-39
3.4.30	Opgave 3-30 .....	3-40
3.4.31	Opgave 3-31 .....	3-41
3.4.32	Opgave 3-32 .....	3-42
3.4.33	Opgave 3-33 .....	3-43
3.4.34	Opgave 3-34 .....	3-44
3.4.35	Opgave 3-35 .....	3-45
3.4.36	Opgave 3-36 .....	3-46
3.4.37	Opgave 3-37 .....	3-47
3.4.38	Opgave 3-38 .....	3-48
3.4.39	Opgave 3-39 .....	3-49
3.4.40	Opgave 3-40 .....	3-50
3.4.41	Opgave 3-41 .....	3-51
3.4.42	Opgave 3-42 .....	3-52
3.4.43	Opgave 3-43 .....	3-53
3.4.44	Opgave 3-44 .....	3-54
3.4.45	Opgave 3-45 .....	3-55
3.4.46	Opgave 3-46 .....	3-56



3.4.47	Opgave 3-47 .....	3-57
3.4.48	Opgave 3-48 .....	3-58
3.4.49	Opgave 3-49 .....	3-59
3.4.50	Opgave 3-50 .....	3-60
3.5	Uitwerkingen .....	3-61
3.5.1	Uitwerking van Opgave 3-1 .....	3-62
3.5.2	Uitwerking van Opgave 3-2 .....	3-63
3.5.3	Uitwerking van Opgave 3-3 .....	3-64
3.5.4	Uitwerking van Opgave 3-4 .....	3-65
3.5.5	Uitwerking van Opgave 3-5 .....	3-66
3.5.6	Uitwerking van Opgave 3-6 .....	3-67
3.5.7	Uitwerking van Opgave 3-7 .....	3-68
3.5.8	Uitwerking van Opgave 3-8 .....	3-69
3.5.9	Uitwerking van Opgave 3-9 .....	3-70
3.5.10	Uitwerking van Opgave 3-10 .....	3-71
3.5.11	Uitwerking van Opgave 3-11 .....	3-72
3.5.12	Uitwerking van Opgave 3-12 .....	3-73
3.5.13	Uitwerking van Opgave 3-13 .....	3-74
3.5.14	Uitwerking van Opgave 3-14 .....	3-75
3.5.15	Uitwerking van Opgave 3-15 .....	3-76
3.5.16	Uitwerking van Opgave 3-16 .....	3-77
3.5.17	Uitwerking van Opgave 3-17 .....	3-78
3.5.18	Uitwerking van Opgave 3-18 .....	3-80
3.5.19	Uitwerking van Opgave 3-19 .....	3-81
3.5.20	Uitwerking van Opgave 3-20 .....	3-82
3.5.21	Uitwerking van Opgave 3-21 .....	3-83
3.5.22	Uitwerking van Opgave 3-22 .....	3-84
3.5.23	Uitwerking van Opgave 3-23 .....	3-85
3.5.24	Uitwerking van Opgave 3-24 .....	3-86
3.5.25	Uitwerking van Opgave 3-25 .....	3-87
3.5.26	Uitwerking van Opgave 3-26 .....	3-88



3.5.27	Uitwerking van Opgave 3-27.....	3-89
3.5.28	Uitwerking van Opgave 3-28.....	3-90
3.5.29	Uitwerking van Opgave 3-29.....	3-91
3.5.30	Uitwerking van Opgave 3-30.....	3-92
3.5.31	Uitwerking van Opgave 3-31.....	3-93
3.5.32	Uitwerking van Opgave 3-32.....	3-94
3.5.33	Uitwerking van Opgave 3-33.....	3-95
3.5.34	Uitwerking van Opgave 3-34.....	3-96
3.5.35	Uitwerking van Opgave 3-35.....	3-97
3.5.36	Uitwerking van Opgave 3-36.....	3-98
3.5.37	Uitwerking van Opgave 3-37.....	3-99
3.5.38	Uitwerking van Opgave 3-38.....	3-100
3.5.39	Uitwerking van Opgave 3-39.....	3-101
3.5.40	Uitwerking van Opgave 3-40.....	3-102
3.5.41	Uitwerking van Opgave 3-41.....	3-103
3.5.42	Uitwerking van Opgave 3-42.....	3-104
3.5.43	Uitwerking van Opgave 3-43.....	3-105
3.5.44	Uitwerking van Opgave 3-44.....	3-106
3.5.45	Uitwerking van Opgave 3-45.....	3-107
3.5.46	Uitwerking van Opgave 3-46.....	3-108
3.5.47	Uitwerking van Opgave 3-47.....	3-109
3.5.48	Uitwerking van Opgave 3-48.....	3-110
3.5.49	Uitwerking van Opgave 3-49.....	3-111
3.5.50	Uitwerking van Opgave 3-50.....	3-112



## 3 Uitgewerkte examenopgaven bij N-hoofdstuk 3, deel A

### 3.1 Waartoe dient dit hoofdstuk met uitwerkingen en hoe gebruik je het?


De voornaamste functie van deze bundel is dat je de kennis die je in cursushoofdstuk 3 van de N-cursus hebt opgedaan, kunt toetsen aan echte examenvragen. Het is daarom een vorm van examentraining.

De schrijvers verwachten dat de opgedane kennis door het bestuderen en maken van de vragen scherper in je hoofd wordt geprent dan zonder examentraining. Want training is het natuurlijk wel.

We moeten hierbij opmerken dat na 1 juli 2020 de examenopgaven niet langer na afloop van het examen door examenkandidaten mochten worden meegenomen, omdat de toenmalige verantwoordelijke instantie, Agentschap Telecom, zich niet in staat achtte, in voldoende mate nieuwe examenopgaven te produceren. Verwacht dus geen aanvulling op deze bundel; mogelijk wel een langzame veroudering.

Advies: maak eerst de opgaven die in de tekst van het eigenlijke leerhoofdstuk staan, loop daarna het hoofdstuk nog een keer door om te zien of alles bekend is en begin pas daarna aan de examenvragen in deze bundel.

De opgaven zitten in twee paragrafen. De eerste geeft alleen de opgaven. Zo kun je die maken zonder ongewild het antwoord toch te zien. Een gele pijl in een blauw veld aan het eind van elke opgave brengt je naar de uitwerking van de opgave waarmee je bezig bent. Deze:

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

De uitwerking begint met de opgave en het goede antwoord **vetgedrukt**. Daarna volgt de eigenlijke uitwerking, soms gevolgd door een of meer opmerkingen. De uitwerking hoeft niet de enig juiste te zijn. Het is niet ongewoon dat je via een andere weg ook tot een goed antwoord komt. Leg in zo'n geval beide antwoorden naast elkaar en vergelijk.


Soms begint de uitwerking met een korte analyse. Tenslotte is de eerste vraag die een examenkandidaat zich bij elke examenvraag moet stellen er één van “hoe zit dit precies in elkaar?”. Kort gezegd: begrijp wat je doet.

Aan het eind van een uitwerking kun je via een rode pijl in een blauw veld terug naar de opgave. Dat is deze:



Terug naar de opgave

Via eenzelfde pijl, maar dan groen, kom je vanaf de uitwerking bij de volgende opgave. Dat is deze:

Naar de volgende opgave 

De cursusredactie beveelt aan, de opgaven te maken langs de route van de pijlen. Dan weet je zeker dat je niets overslaat. Noteer het nummer van de laatst bekeken opgave als je stopt om iets anders te doen. Via de inhoudsopgave kun je er met één muisklik weer naartoe.

## 3.2 Enkele opmerkingen

Wegens het grote aantal beschikbare examenopgaven is de bundel bij hoofdstuk 3 gesplitst in deel A en deel B. Dit is deel A met 50 opgaven.

Bij elke opgave is vermeld, hoe vaak de opgave van 2000 tot midden 2020 is voorgekomen en wanneer de opgave in die periode voor het laatst in een examen zat.

Het kan zijn dat een opgave jarenlang niet meer is gebruikt en plotseling, bijvoorbeeld na 10 jaar of nog meer, weer opduikt. Denk dus niet dat een opgave die 15 jaar geleden voor het laatst in een examen zat, nu niet meer zal voorkomen. Maar een opgave die veel voorkomt, zal een grotere kans hebben om weer op te duiken dan één die maar één of twee keer is voorgekomen. Daarom staat onder elke opgave het aantal keren dat deze is gevraagd en wanneer voor het laatst.

Voorafgaand aan de opgaven volgt nu een formularium. Dat is in alle hoofdstukken met een bijbehorende bundel met examenvraagstukken in deze cursus een overzicht van vergelijkingen (“formules”) en begrippen met sterk samengevatte uitleg. We raden aan, dit eerst door te nemen.

## 3.3 Formularium

### 3.3.3 Geleiders en isolatoren

Een geleider is een stof die elektrische stroom geleidt. Dat zijn alle metalen en een bepaalde vorm van koolstof (grafiet, bekend als potloodstift)

Isolatoren zijn stoffen die stroom vrijwel niet geleiden. Bekende isolatoren zijn lucht, kunststoffen (*plastics*), vrijwel alle mineralen zoals mica en keramische stoffen, zoals porselein of baksteen.

Halfgeleiders zijn wat anders. Die hebben bijzondere eigenschappen die pas in hoofdstuk 7 aan de orde komen.

### 3.3.4 Wet van Ohm:

Gaat over het verband tussen spanning  $U$ , stroom  $I$  en weerstand  $R$ .

$$U = I * R$$

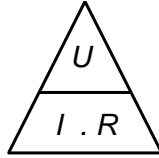
Anders te schrijven als

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

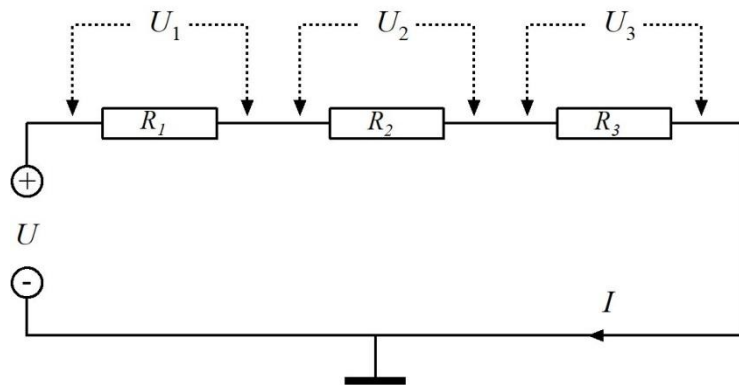
Of

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

Hulpmiddel: de ‘Ohmdriehoek’.



### 3.3.5 Serieschakeling van weerstanden

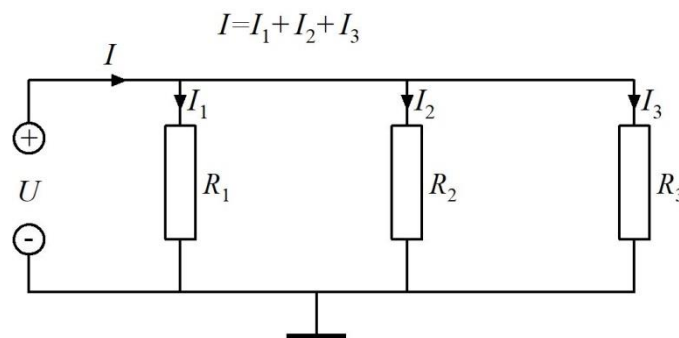


De stroom is door alle weerstanden dezelfde. De spanning over elke weerstand is evenredig met de weerstandswaarde. De vervangingsweerstand is groter dan de grootste afzonderlijke weerstand in de schakeling.

Berekening van de vervangingsweerstand  $R_{tot}$

$$R_{tot} = R_1 + R_2 + R_3$$

### 3.3.6 Parallelschakeling van weerstanden



De spanning is over alle weerstanden dezelfde. De stroom door de schakeling is de som van de stromen door de afzonderlijke weerstanden. De vervangingsweerstand is kleiner dan de kleinste afzonderlijke weerstand in de schakeling.

Berekening van de vervangingsweerstand  $R_{tot}$ :



$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Als het gaat om maar twee parallel geschakelde weerstanden  $R_1$  en  $R_2$ , kan het ook zo:

$$R_{tot} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

### 3.3.7 Kleurcode van weerstanden

Kleur	Zwart	Bruin	Rood	Oranje	Geel	Groen	Blauw	Violet	Grijs	Wit	Zilver	Goud
Ezelsbrug	Zij	brengt	rozen	op	Gerrits	graf	bij	vies	grijs	weer		
Ring 1	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	-	-
Ring 2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	-	-
Ring 3	$10^0=1$	$10^1$	$10^2$	$10^3$	$10^4$	$10^5$	$10^6$	$10^7$	-	-	$10^{-2}$	$10^{-1}$
Ring 4	-	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$	-	-	$\pm 0,5\%$	-	-	-	-	$\pm 10\%$	$\pm 5\%$

Als ring 4 ontbreekt, is de tolerantie 20%

### 3.3.8 Vermogen

Vermogen  $P$  wordt uitgedrukt in de eenheid Watt en wordt uit stroom en spanning berekend volgens

$$P = U * I$$

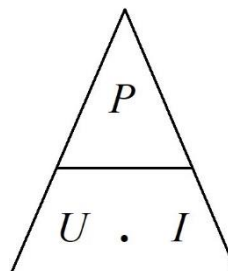
Daaruit volgt op dezelfde manier als bij de wet van Ohm:

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

En

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

Ook hier past weer een driehoek bij:







### 3.3.9 Combineren van vermogensvergelijkingen en de wet van Ohm

Vervang  $I$  door een uitdrukking in  $U$  en  $R$  of  $U$  door een uitdrukking in  $I$  en  $R$ .

#### **$I$ vervangen**

Uit de wet van Ohm  $U = I * R$  volgt dat  $I = U/R$  (aan beide kanten van het = teken delen door  $R$  en daarna het linker- en rechterlid verwisselen)

In de vergelijking voor vermogen  $P = U * I$  halen we  $I$  weg en zetten er  $U/R$  voor in de plaats. Dat geeft

$$P = U * \frac{U}{R} = \frac{U^2}{R}$$

#### **$U$ vervangen**

Zo kun je vermogen in een weerstand berekenen uit alleen weerstand en spanning, zonder eerst de stroom te hoeven uitrekenen.

Als je wel de stroom weet en niet de spanning gaat het ook. In de vergelijking voor vermogen  $P = U * I$  halen we dan  $U$  weg en zetten er  $I * R$  voor in de plaats. Dat geeft

$$P = I * R * I = I * I * R = I^2 * R$$

De uitkomst kun je natuurlijk ook schrijven als  $I^2 R$ .

### 3.3.10 De capaciteit van een batterij of accu

Een batterij of accu kan stroom aan een schakeling leveren, totdat de batterij of accu 'leeg' is. De capaciteit wordt uitgedrukt in Ah, ampèreuur. Dat is het aantal ampères maal het aantal uren. 10 Ah betekent bijvoorbeeld 10 A gedurende 1 uur, 5 A gedurende 2 uur, 10 Ah gedurende 1 uur, enz. Het aantal ampères maal het aantal uren dat die stroom kan lopen, is dan 10.

In werkelijkheid is dat verband niet helemaal zo scherp, omdat de capaciteit bij toenemende stroom iets terugloopt.

### 3.3.11 Serie- en parallelschakeling van spanningsbronnen

Bij in serie geschakelde bronnen is de totale spanning gelijk aan de som van de afzonderlijke spanningen. Een voorbeeld met een batterij is bijvoorbeeld de platte batterij van 4,5 V. Daarin zitten 3 cellen van elk 1,5 V in serie, dus 'kop aan staart' geschakeld. Let even op de terminologie: de cel en de batterij. Een batterij bestaat uit meer dan 1 cel. In de praktijk noemen we beide meestal *batterij*. Strikt genomen is dat onjuist.

Parallel geschakelde spanningsbronnen zijn vooral een theoretische constructie. Je zult in de praktijk niet of nauwelijks parallel geschakelde cellen tegenkomen. De reden is dat zulke cellen in de praktijk nooit exact gelijk zijn. Het gevolg is dat er stroom gaat lopen van de ene cel naar de andere tot de spanningen wel gelijk zijn. Er kan zo nogal wat energie worden vermorst.



## 3.4 Opgaven



### 3.4.1 Opgave 3-1

Welke stof is een geleider voor elektrische stroom?

- A. mica
- B. polystyreen
- C. grafiet

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 t/m midden 2020 11 keer gevraagd; voor het laatst 17 juni 2020



### 3.4.2 Opgave 3-2

Welke stof is een elektrische isolator?

- A. nikkel
- B. grafiet
- C. mica

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Van 2000 t/m midden 2020 13 keer gevraagd; voor het laatst september 2018



### 3.4.3 Opgave 3-3

Een weerstand kan gemaakt zijn van:

- A. mica
- B. polystyreen
- C. koolstof

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 6 keer gevraagd; voor het laatst 24 juni 2020



### 3.4.4 Opgave 3-4

Een weerstand van 100 ohm kan gemaakt zijn van:

- A. nikkel
- B. polystyreen
- C. teflon

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 8 keer gevraagd; voor het laatst 1 november 2019



### 3.4.5 Opgave 3-5

De beweging van elektronen onder invloed van een elektrische spanning heet:

- A. weerstand
- B. stroom
- C. capaciteit

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Van 2000 tot 1 juli 2020 4 keer gevraagd; voor het laatst november 2014



### 3.4.6 Opgave 3-6

De kleurcode voor een weerstand van 4700 ohm kan zijn:

- A. oranje - blauw - bruin - goud
- B. geel - violet - rood - zilver
- C. geel - blauw - oranje - zilver

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

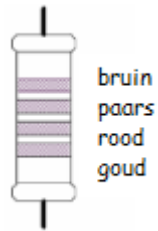
Van 2000 tot 1 juli 2020 12 keer gevraagd; voor het laatst 15 januari 2018



### 3.4.7 Opgave 3-7

De waarde van deze weerstand is:

- A. 1700  $\Omega$  tolerantie 5%
- B. 1700  $\Omega$  tolerantie 10%
- C. 270  $\Omega$  tolerantie 5%



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking

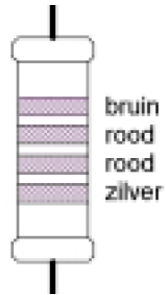


Van 2000 tot 1 juli 2020 10 keer gevraagd; voor het laatst september 2018

### 3.4.8 Opgave 3-8

De waarde van deze weerstand is:

- A. 1,2 k $\Omega$ , tolerantie 5%
- B. 220  $\Omega$ , tolerantie 10%
- C. 1,2 k $\Omega$ , tolerantie 10%



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Van 2000 tot 1 juli 2020 12 keer gevraagd; voor het laatst maart 2018

### 3.4.9 Opgave 3-9

De waarde van deze weerstand is:

- A.  $1\Omega$
- B.  $10\Omega$
- C.  $100\Omega$



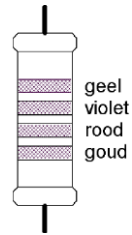
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 11 keer gevraagd; voor het laatst 27 mei 2016

**3.4.10 Opgave 3-10**

De waarde van deze weerstand is:

- A. 2,7 k $\Omega$
- B. 4,7 k $\Omega$
- C. 470 k $\Omega$



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

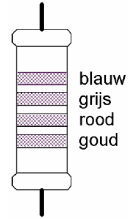
Van 2000 tot 1 juli 2020 6 keer gevraagd; voor het laatst 1 november 2019




### 3.4.11 Opgave 3-11

De waarde van deze weerstand is:

- A. 2,8 M $\Omega$
- B. 680  $\Omega$
- C. 6,8 k $\Omega$



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 6 keer gevraagd; voor het laatst januari 2020



### 3.4.12 Opgave 3-12

De hoogste werkelijke waarde van een 220 ohm 5% weerstand kan bedragen:

- A. 209  $\Omega$
- B. 225  $\Omega$
- C. 231  $\Omega$

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 14 keer gevraagd; voor het laatst januari 2020



### 3.4.13 Opgave 3-13

De mogelijke waarde van een 200 ohm weerstand met tolerantie van 10% ligt tussen:

- A. 195 en 205  $\Omega$
- B. 190 en 210  $\Omega$
- C. 180 en 220  $\Omega$

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 20 keer gevraagd; voor het laatst 6 november 2019



### 3.4.14 Opgave 3-14

Als van een weerstand van 200 ohm de mogelijke waarde ligt tussen 190 ohm en 210 ohm, dan is de tolerantie:

- A. 5%
- B. 10%
- C. 20%

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 12 keer gevraagd; voor het laatst 24 juni 2020






### 3.4.15 Opgave 3-15

Een potentiometer is:

- A. een meetinstrument voor het meten van weerstand
- B. een meetinstrument voor het meten van potentiaalverschil
- C. een weerstand met verplaatsbare aftakking

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 10 keer gevraagd; voor het laatst september 2019



### 3.4.16 Opgave 3-16

Een dikke koperdraad heeft in vergelijking met een dunne koperdraad van dezelfde lengte:

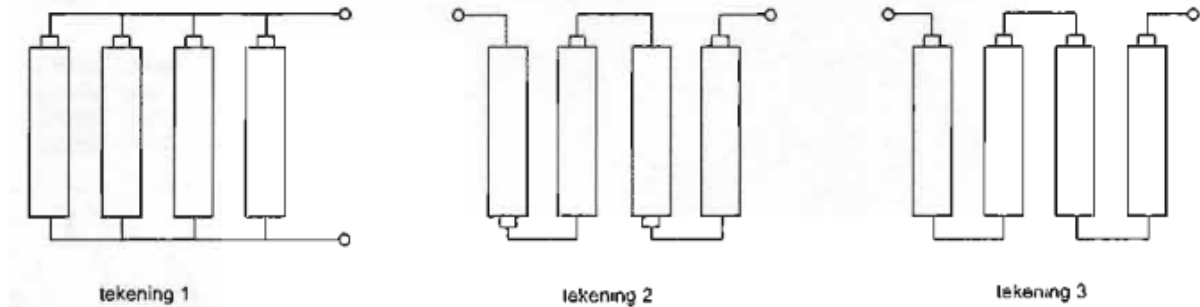
- A. meer weerstand
- B. evenveel weerstand
- C. minder weerstand

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 9 keer gevraagd; voor het laatst november 2018


### 3.4.17 Opgave 3-17

Iemand wil met vier staafcellen van 1,5 V een batterij van 6 V maken.



De juiste wijze van aansluiten is:

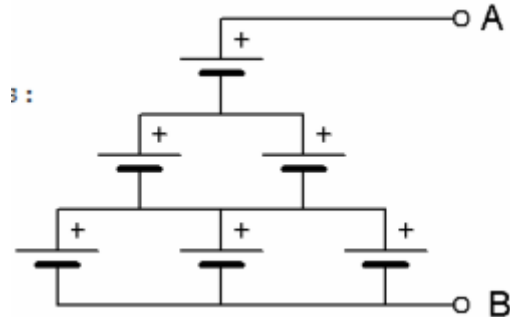
- A. tekening 1
- B. tekening 3
- C. tekening 2

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 5 keer gevraagd; voor het laatst september 2015


**3.4.18 Opgave 3-18**

Zes 1,5 V cellen worden op onderstaande manier aangesloten.



De spanning tussen A en B is:

- A. 6 V
- B. 4,5 V
- C. 9 V

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 13 keer gevraagd; voor het laatst maart 2018



### 3.4.19 Opgave 3-19

Een batterij is opgebouwd uit nikkelcadmium cellen van 1,2 V met een capaciteit van 0,5 Ah. Een draagbare zendontvanger wordt gevoed met 7,2 V en neemt 0,7 A op.

Het minimaal benodigde aantal cellen is:

- A. 6
- B. 10
- C. 12

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 2 keer gevraagd; voor het laatst najaar 2006.




### 3.4.20 Opgave 3-20

Twee batterijen van 12 V, elk met een capaciteit van 36 Ah, worden in serie geschakeld.

De capaciteit van de twee batterijen samen is dan:

- A. 18 Ah
- B. 36 Ah
- C. 72 Ah

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Aantal keren gevraagd niet bekend



### 3.4.21 Opgave 3-21

De stroom die een weerstand in gaat is:

- A. gelijk aan de stroom die er uit komt
- B. groter dan de stroom die er uit komt
- C. kleiner dan de stroom die er uit komt

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 14 keer gevraagd; voor het laatst maart 2018




### 3.4.22 Opgave 3-22

Door een weerstand loopt een stroom. Hierdoor ontstaat over deze weerstand een spanning van 12 volt.

De stroom wordt viermaal zo groot gemaakt. De spanning wordt dan:

- A. 3V
- B. 24V
- C. 48V

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 8 keer gevraagd; voor het laatst januari 2020






### 3.4.23 Opgave 3-23

Door een weerstand van 2 kilo-ohm loopt een stroom van 5 milliampère.

De spanning over de weerstand is:

- A. 0,4 V
- B. 2,5 V
- C. 10 V

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 6 keer gevraagd; voor het laatst november 2018



### 3.4.24 Opgave 3-24

Door een weerstand loopt een stroom van  $I$  ampère. De spanning over deze weerstand is evenredig met:

- A.  $\sqrt{I}$
- B.  $I$
- C.  $I^2$

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 10 keer gevraagd; voor het laatst november 2017




### 3.4.25 Opgave 3-25

Over een weerstand van 60 kilo-ohm staat een spanning van 12 volt.

De stroom door de weerstand is:

- A. 5  $\mu\text{A}$
- B. 200  $\mu\text{A}$
- C. 5 mA

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


1 keer gevraagd in voorjaar 2000.



### 3.4.26 Opgave 3-26

Door een weerstand loopt een stroom van 1 ampère; de spanning over de weerstand is 25 volt. De waarde van de weerstand is:

- A.  $25 \Omega$
- B.  $1 \Omega$
- C.  $1/25 \Omega$

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


1 keer gevraagd in najaar 2001.



### 3.4.27 Opgave 3-27

Over een weerstand van 1500 ohm staat een spanning van 9 volt. De stroom in de weerstand is:

- A. 166,7 mA
- B. 13,5 mA
- C. 6 mA

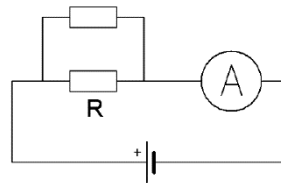
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Aantal keren gevraagd: niet bekend.

**3.4.28 Opgave 3-28**

In het schema is de stroom door R:

- A. gelijk aan die door de ampèremeter
- B. groter dan die door de ampèremeter
- C. kleiner dan die door de ampèremeter



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 2 keer gevraagd; voor het laatst najaar 2007.



### 3.4.29 Opgave 3-29

Twee weerstanden R1 en R2 worden parallel geschakeld.

De vervangingswaarde is:

- A. gelijk aan het product van R1 en R2
- B. kleiner dan R1 en kleiner dan R2
- C. gelijk aan de som van R1 en R2

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 9 keer gevraagd; voor het laatst 24 juni 2020.

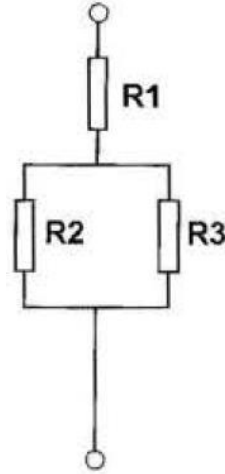
**3.4.30 Opgave 3-30**

Voor de vervangingsweerstand (R) van de schakeling geldt:

A.  $R = R1 + \frac{R2 + R3}{R2 * R3}$

B.  $R = R1 + \frac{R2 * R3}{R2 + R3}$

C.  $\frac{1}{R} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}$



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Aantal keren gevraagd: niet bekend.






### 3.4.31 Opgave 3-31

De vervangingsweerstand van twee weerstanden parallel:

- A. Is altijd kleiner dan de waarde van de kleinste weerstand
- B. Is altijd groter dan de waarde van de grootste weerstand
- C. Ligt tussen de waarden van de twee weerstanden in

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 7 keer gevraagd; voor het laatst 24 mei 2017



### 3.4.32 Opgave 3-32

De vervangingsweerstand van twee weerstanden in serie:

- A. is altijd groter dan de waarde van de grootste weerstand
- B. is altijd kleiner dan de waarde van de kleinste weerstand
- C. ligt tussen de waarde van de twee weerstanden in

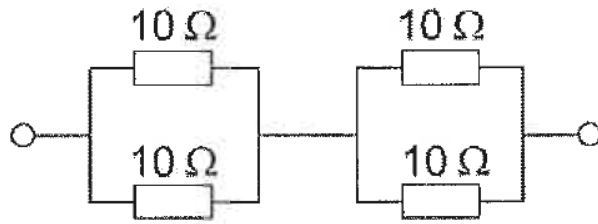

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 7 keer gevraagd; voor het laatst 6 november 2019

**3.4.33 Opgave 3-33**

De vervangingsweerstand is:

- A.  $10\ \Omega$
- B.  $2,5\ \Omega$
- C.  $40\ \Omega$

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 9 keer gevraagd; voor het laatst maart 2019



### 3.4.34 Opgave 3-34

Drie weerstanden van elk 300 ohm worden parallel geschakeld.

De vervangingswaarde is:

- A. 300  $\Omega$
- B. 900  $\Omega$
- C. 100  $\Omega$

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 9 keer gevraagd; voor het laatst september 2014




### 3.4.35 Opgave 3-35

Drie weerstanden worden parallel geschakeld.

De waarden zijn: 10, 15 en 30 ohm.

De vervangingsweerstand is:

- A.  $5 \Omega$
- B.  $18,3 \Omega$
- C.  $7,5 \Omega$

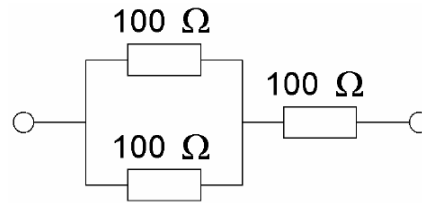
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 11 keer gevraagd; voor het laatst 17 juni 2020.

**3.4.36 Opgave 3-36**

De vervangingsweerstand is:

- A.  $150 \Omega$
- B.  $300 \Omega$
- C.  $33,3 \Omega$



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking

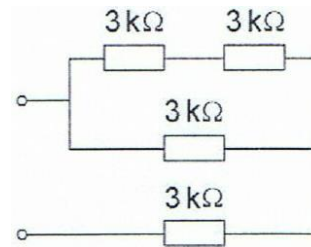


Van 2000 tot 1 juli 2020 13 keer gevraagd; voor het laatst maart 2020.

**3.4.37 Opgave 3-37**

De vervangingsweerstand is:

- A. 4,5 k $\Omega$
- B. 5 k $\Omega$
- C. 4 k $\Omega$



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking

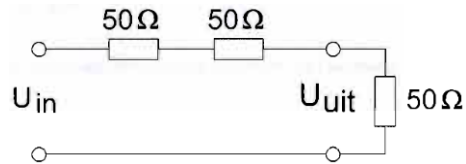



Van 2000 tot 1 juli 2020 4 keer gevraagd; voor het laatst 15 mei 2019.

**3.4.38 Opgave 3-38**

De schakeling geeft een spanningsverzwakking ( $U_{\text{in}}/U_{\text{uit}}$ ) van:

- A. 2 maal
- B. 1 maal
- C. 3 maal



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 9 keer gevraagd; voor het laatst september 2017.

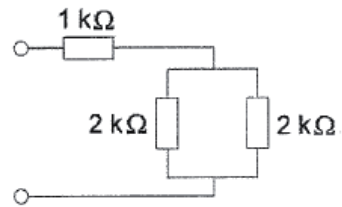


**3.4.39 Opgave 3-39**

De schakeling wordt aangesloten op een batterij van 40 volt.

De stroom die de batterij levert is:

- A. 20 mA
- B. 13,3 mA
- C. 8 mA



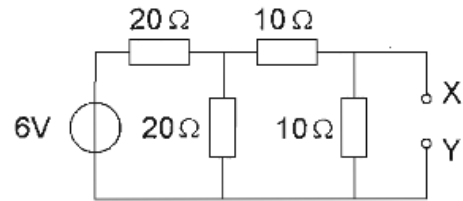
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 13 keer gevraagd; voor het laatst s1 november 2019.

**3.4.40 Opgave 3-40**

De spanning tussen de punten X en Y is:

- A. 3V
- B. 1V
- C. 2V



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking

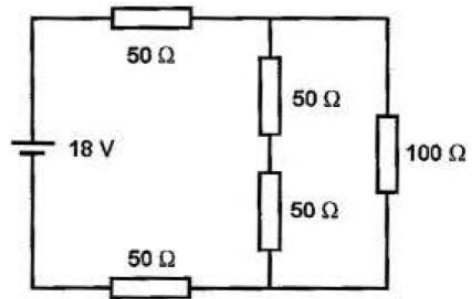



Van 2000 tot 1 juli 2020 12 keer gevraagd; voor het laatst 16 maart 2017.

**3.4.41 Opgave 3-41**

De spanning over de weerstand van 100 ohm is:

- A. 12 V
- B. 6 V
- C. 3 V



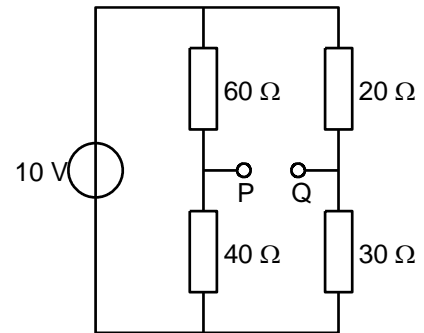
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Aantal keren gevraagd: niet bekend.

**3.4.42 Opgave 3-42**

Het spanningsverschil tussen P en Q is:

- A. 2V
- B. 4V
- C. 0V



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking

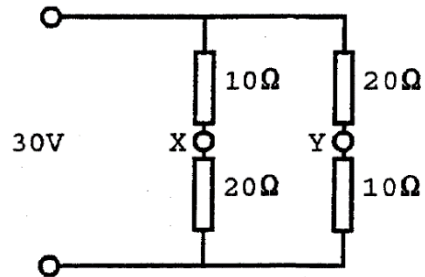


Van 2000 tot 1 juli 2020 7 keer gevraagd; voor het laatst 23 mei 2014.

**3.4.43 Opgave 3-43**

De spanning tussen X en Y is:

- A. 20 V
- B. 10 V
- C. 0 V



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 1 keer gevraagd op het voorjaarsexamen van 2000.

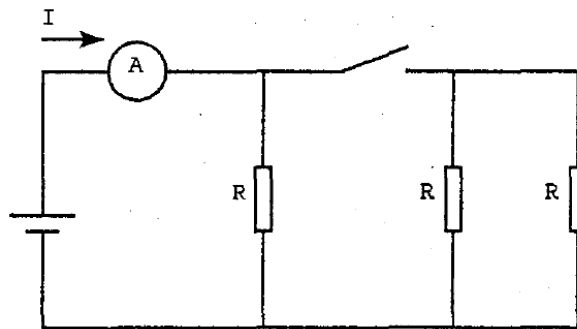
### 3.4.44 Opgave 3-44


Een weerstand van  $R$  ohm is aangesloten op een spanningsbron.

Hieraan worden twee weerstanden van  $R$  ohm parallel geschakeld.

De door de spanningsbron geleverde stroom  $I$  zal hierdoor:

- A. 3x zo klein worden
- B. 2x zo groot worden
- C. 3x zo groot worden



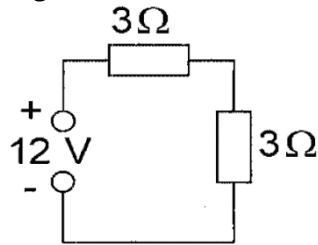
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 1 keer gevraagd op het voorjaarsexamen van 2001

**3.4.45 Opgave 3-45**

De stroom in de schakeling is:

- A. 0,5 A
- B. 2 A
- C. 8 A



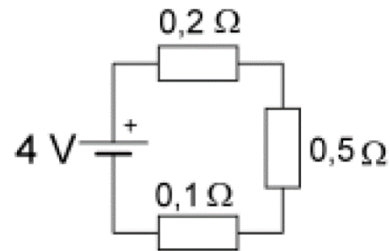
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 1 keer gevraagd op het najaarsexamen van 2003

**3.4.46 Opgave 3-46**

De stroom in de schakeling is:

- A. 0,2 A
- B. 3,2 A
- C. 5 A



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 1 keer gevraagd op het voorjaarsexamen van 2004





### 3.4.47 Opgave 3-47

De watt is de eenheid van:

- A. stroomdichtheid
- B. energie
- C. vermogen

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Aantal keren gevraagd: niet bekend.



### 3.4.48 Opgave 3-48

De maximaal toelaatbare stroom die continu door een 10 watt weerstand van 1000 ohm mag lopen, is:

- A. 0,1 A
- B. 0,01 A
- C. 1 A

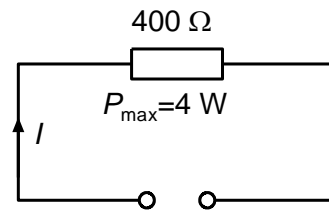
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 18 keer gevraagd; voor het laatst januari 2019.

**3.4.49 Opgave 3-49**

De maximaal toelaatbare gelijkstroom  $I$  bedraagt:

- A. 0,01 A
- B. 0,1 A
- C. 1 A



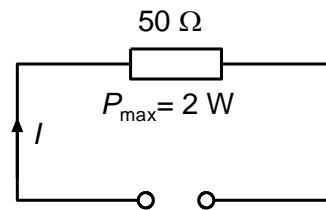
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 26 keer gevraagd; voor het laatst 17 juni 2020.

**3.4.50 Opgave 3-50**

De maximaal toelaatbare gelijkstroom  $I$  bedraagt:

- A. 40 mA
- B. 25 mA
- C. 200 mA



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 18 keer gevraagd; voor het laatst 6 november 2019.



## 3.5 Uitwerkingen



### 3.5.1 Uitwerking van Opgave 3-1

Welke stof is een geleider voor elektrische stroom?

- A. mica
- B. polystyreen
- C. **grafiet**

#### **Uitwerking**

Bij examenvragen komen de volgende materialen in de drie categorieën voor.

Geleiders: grafiet (potloodstift), dat is een vorm van koolstof, ijzer, nikkel en aluminium;

Halfgeleiders: germanium en silicium (hoofdstuk 7 en 8);

Isolatoren: bijvoorbeeld polystyreen (piepschuim), porselein, mica en teflon.

In zuivere vorm is silicium (Si), net als germanium (Ge), bij kamertemperatuur een isolator.

Mica is een uitstekend isolerend mineraal dat zich laat splijten in heel dunne blaadjes.

Teflon is een tamelijk hittebestendige isolator van kunststof. IJzer, nikkel en aluminium zijn metalen. Alle metalen zijn geleiders.

Van de drie antwoorden blijft dan alleen grafiet over als geleider. Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 3.5.2 Uitwerking van Opgave 3-2

Welke stof is een elektrische isolator?

- A. nikkel
- B. grafiet
- C. mica

#### **Uitwerking**

Mica is van de drie genoemde stoffen de enige isolator (met goede warmtegeleiding), terwijl grafiet en nikkel geleiders zijn.

Antwoord C.

#### **Opmerking**

Hout, porselein, glas, papier, plastic, rubber, bakeliet en lucht werden vroeger ook gevraagd. Die kunnen natuurlijk in een soortgelijke opgave zo weer opduiken.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 3.5.3 Uitwerking van Opgave 3-3

Een weerstand kan gemaakt zijn van:

- A. mica
- B. polystyreen
- C. **koolstof**

#### **Uitwerking**

Weerstanden zijn min of meer geleidend dus moeten zijn gemaakt van geleidende materialen zoals koolstof. Mica en polystyreen zijn isolatoren, net als teflon.

Antwoord C

#### **Opmerking**

Nikkel of een legering van metalen, ook geleiders dus, worden ook vaak in weerstanden verwerkt.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave







### 3.5.4 Uitwerking van Opgave 3-4

Een weerstand van 100 ohm kan gemaakt zijn van:

- A. **nikkel**
- B. polystyreen
- C. teflon

#### **Uitwerking**

Door een weerstand moet stroom kunnen lopen, dus die moet gemaakt zijn van een geleider. Hetzelfde verhaal als bij de vorige opgave. De enige geleider in het rijtje is het metaal nikkel. Dit en de rest kennen we van de vorige opgave.

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 3.5.5 Uitwerking van Opgave 3-5

De beweging van elektronen onder invloed van een elektrische spanning heet:

- A. weerstand
- B. stroom**
- C. capaciteit

#### **Uitwerking**

Stroom in een elektrisch circuit is verplaatsing van negatieve elektronen van min naar plus onder invloed van een elektrische spanning.

Antwoord B.

#### **Opmerking**

Voorwaarden voor een stroom zijn een spanning en een gesloten, dat wil zeggen niet onderbroken, circuit.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 3.5.6 Uitwerking van Opgave 3-6

De kleurcode voor een weerstand van 4700 ohm kan zijn:

- A. oranje - blauw - bruin - goud
- B. geel - violet - rood - zilver**
- C. geel - blauw - oranje - zilver

#### Uitwerking

Voor elk cijfer staat een kleur. Meestal gaat het om 4 kleurringen. De eerste en tweede ring staan voor een cijfer. De derde ring staat voor het aantal nullen, de vierde voor de tolerantie. De ezelsbrug voor de kleurcode van de eerste twee ringen is

Zij	Brengt	Rozen	Op	Gerrit's	Graf	Bij	Vies	Grijs	Weer
Zwart	Bruin	Rood	Oranje	Geel	Groen	Blauw	Violet	Grijs	Wit
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

De derde ring geeft het aantal nullen en volgt dezelfde code. Geel is dus 4 nullen. De vierde ring geeft de tolerantie aan, dat is het percentage waarmee de werkelijke weerstandswaarde mag afwijken van de aangegeven waarde. De meest voorkomende kleuren zijn zilver (10%) en goud (5%). Dat is te onthouden met de gedachte dat goud deftiger is dan zilver. Ring afwezig betekent 20%.

Nu die 4700 ohm. De 4 moet geel opleveren. Daarmee kan antwoord A naar de prullenbak. De 7 is violet en dan blijft alleen antwoord B over. Twee nullen is rood, dus dat klopt ook.

De weerstand zal er in kleur ongeveer zo uitzien:



Antwoord B.

#### Opmerking

De tolerantie is in de vraag niet genoemd. De zilveren ring in antwoord B betekent 10%; goud in A 5%. Een tolerantie van 10% betekent dat de werkelijke weerstandswaarde 10% (=470 ohm) naar boven en naar beneden mag afwijken en dus ligt tussen  $4700 - 470$  ohm = 4230 ohm en  $4700 + 470$  ohm = 5170 ohm.



Terug naar de opgave

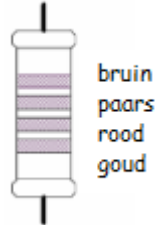
Naar de volgende opgave



### 3.5.7 Uitwerking van Opgave 3-7

De waarde van deze weerstand is:

- A. 1700  $\Omega$  tolerantie 5%
- B. 1700  $\Omega$  tolerantie 10%
- C. 270  $\Omega$  tolerantie 5%



#### Uitwerking

Het werken met de kleurcode staat beschreven in de uitwerking van Opgave 3-6.

Om de juiste ringenvolgorde vast te stellen, kun je het beste de tolerantiering zoeken, want die kleur wijkt af van de andere drie. Dat is de onderste (goud). Dat is de laatste. We beginnen dus bij bruin. Dat wordt:

Bruin	Paars(violet)	Rood	Goud
1	7	00	5%

Antwoord A.



Terug naar de opgave

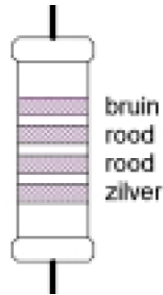
Naar de volgende opgave



### 3.5.8 Uitwerking van Opgave 3-8

De waarde van deze weerstand is:

- A. 1,2 k $\Omega$ , tolerantie 5%
- B. 220  $\Omega$ , tolerantie 10%
- C. 1,2 k $\Omega$ , tolerantie 10%



#### Uitwerking

Zie eventueel de uitwerking van Opgave 3-6 voor de details.

We beginnen weer met de tolerantiering. Die is zilverkleurig. Dat betekent 10%. Dan moeten we voor de weerstandswaarde aan de andere kant beginnen, dus

Bruin Rood Rood Zilver

1 2 00 10%

Dat betekent 1200  $\Omega$  = 1,2 k $\Omega$ , tolerantie 10%.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 3.5.9 Uitwerking van Opgave 3-9

De waarde van deze weerstand is:

- A.  $1 \Omega$
- B.  $10 \Omega$
- C.  $100 \Omega$



#### Uitwerking

De tolerantiering (goud, in dit geval) zit beneden. De eerste ring zit dan boven, dus

Bruin	Zwart	Zwart	Goud
1	0	-	5%

Het eerste cijfer is 1, daarna 0, gevolgd door 0 nullen, vandaar het streepje. Het getal is dus 10 en de weerstandswaarde 10 ohm.

Antwoord B.

#### Opmerking

De tolerantie wordt niet gevraagd, maar de gouden ring geeft aan dat die 5% is. Een volledige uitleg van de kleurcode staat in de uitwerking van Opgave 3-6.



Terug naar de opgave

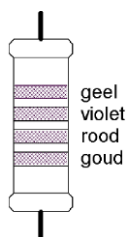
Naar de volgende opgave



### 3.5.10 Uitwerking van Opgave 3-10

De waarde van deze weerstand is:

- A. 2,7 k $\Omega$
- B. 4,7 k $\Omega$**
- C. 470 k $\Omega$



#### Uitwerking

Kijk voor de zekerheid eerst waar de tolerantiering zit. In een bak losse weerstanden of op een print staat dat er ook niet bij. Dan wordt de oplossing:

Geel	Violet	Rood	Goud
4	7	00	5%

Dat is 4700  $\Omega$  , gelijk aan 4,7 k $\Omega$ .

Antwoord B.

#### Opmerking

De tolerantie wordt niet gevraagd, maar de gouden ring geeft aan dat die 5% is. Een volledige uitleg van de kleurcode staat in de uitwerking van Opgave 3-6.



Terug naar de opgave

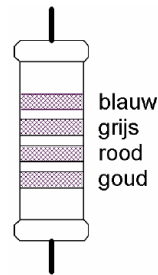
Naar de volgende opgave



### 3.5.11 Uitwerking van Opgave 3-11

De waarde van deze weerstand is:

- A. 2,8 M $\Omega$
- B. 680  $\Omega$
- C. 6,8 k $\Omega$



#### Uitwerking

Kijk voor de zekerheid weer eerst waar de tolerantiering zit. Dan krijgen we:

Blauw	Grijs	Rood	Goud
6	8	00	5%

6800  $\Omega$  is 6,8 k $\Omega$ .

#### Opmerking

De tolerantie wordt niet gevraagd, maar de gouden ring geeft aan dat die 5% is. Een volledige uitleg van de kleurcode staat in de uitwerking van Opgave 3-6.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave







### 3.5.12 Uitwerking van Opgave 3-12

De hoogste werkelijke waarde van een 220 ohm 5% weerstand kan bedragen:

- A. 209  $\Omega$
- B. 225  $\Omega$
- C. 231  $\Omega$

#### Uitwerking

Bereken eerst 5% van 220.  $0,05 * 220 = 11$ .

De laagste werkelijke waarde van zo'n weerstand mag dan  $220 \Omega - 11 \Omega = 209 \Omega$  zijn; de hoogste waarde  $220 \Omega + 11 \Omega = 231 \Omega$ .

Hier wordt de hoogste waarde gevraagd en die staat in antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 3.5.13 Uitwerking van Opgave 3-13

De mogelijke waarde van een 200 ohm weerstand met tolerantie van 10% ligt tussen:

- A. 195 en 205  $\Omega$
- B. 190 en 210  $\Omega$
- C. **180 en 220  $\Omega$**

#### Uitwerking

Bereken eerst 10% van 200.  $0,10 * 200 = 20$ .

De laagste mogelijke waarde is dan  $200 \Omega - 20 \Omega = 180 \Omega$  en de hoogst mogelijke waarde  $200 \Omega + 20 \Omega = 220 \Omega$ .

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 3.5.14 Uitwerking van Opgave 3-14

Als van een weerstand van 200 ohm de mogelijke waarde ligt tussen 190 ohm en 210 ohm, dan is de tolerantie:

- A. 5%
- B. 10%
- C. 20%

#### Uitwerking

De toegestane afwijking is  $200 \Omega - 190 \Omega = 10 \Omega$  naar beneden en  $210 \Omega - 200 \Omega = 10 \Omega$  naar boven.

De vraag komt dan neer op: hoeveel % is  $10 \Omega$  van  $200 \Omega$ ? Iets eenvoudiger: hoeveel procent is 10 van 200? 1% van 200 is 2. 2 gaat 5 keer in 10 (want  $10:2 = 5$ ). Dat wordt 5%.

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 3.5.15 Uitwerking van Opgave 3-15

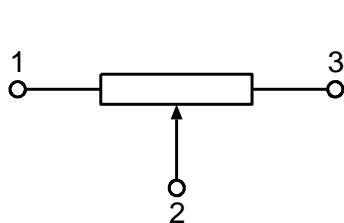
Een potentiometer is:

- A. een meetinstrument voor het meten van weerstand
- B. een meetinstrument voor het meten van potentiaalverschil
- C. **een weerstand met verplaatsbare aftakking**

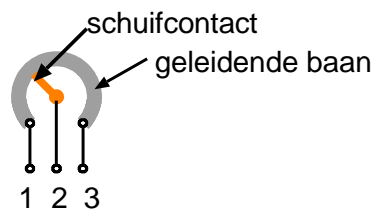
#### Uitwerking

Een potentiometer is een weerstand met verplaatsbare aftakking. Hiermee kan bijvoorbeeld een spanning of het geluidsvolume van een versterker met luidspreker of koptelefoon worden ingesteld.

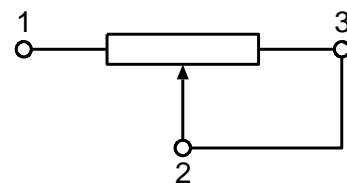
Hieronder enkele afbeeldingen



Schemasymbool  
potentiometer



Opbouw



Zo maak je van een  
potentiometer een  
variabele weerstand

En zo kan een potmeter er in werkelijkheid uitzien



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 3.5.16 Uitwerking van Opgave 3-16

Een dikke koperdraad heeft in vergelijking met een dunne koperdraad van dezelfde lengte:

- A. Meer weerstand
- B. Evenveel weerstand
- C. **Minder weerstand**

#### Uitwerking

Elektrische stroom is een verplaatsing van elektronen. Een dikke stroomdraad geeft minder weerstand dan een dunne. Wat dit betreft, gedraagt stroom zich net als water in een tuinslang of een waterleidingbuis. Een dikkere slang of buis biedt minder stromingsweerstand dan een dunne.

Antwoord C.

#### Opmerking

De weerstand  $R$  van een draad is afhankelijk van de lengte  $l$ , de soortelijke weerstand  $\rho$  (Griekse  $r$ , de letter heet rho) van het geleidend materiaal en de doorsnee  $A$ .

Vergelijking:

$$R = \frac{l \cdot \rho}{A}$$

De doorsnede  $A$  hangt af van de diameter (dikte)  $d$  volgens

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Daaruit volgt: draaddiameter (dikte) 2x zo groot, weerstand 4x zo klein.



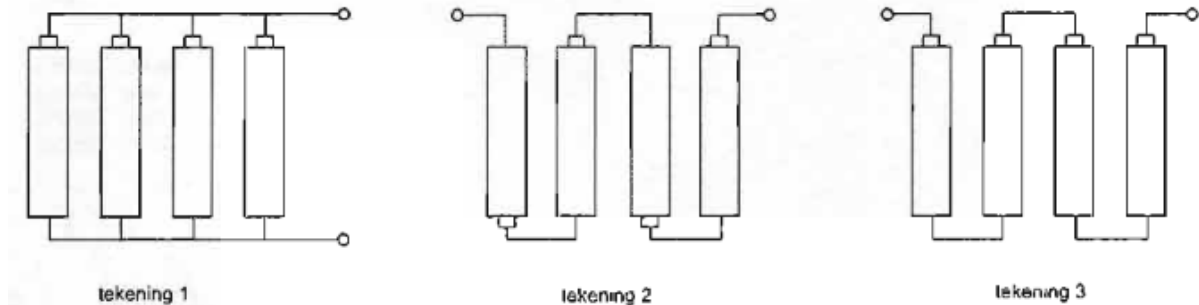
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 3.5.17 Uitwerking van Opgave 3-17

Iemand wil met vier staafcellen van 1,5 V een batterij van 6 V maken.

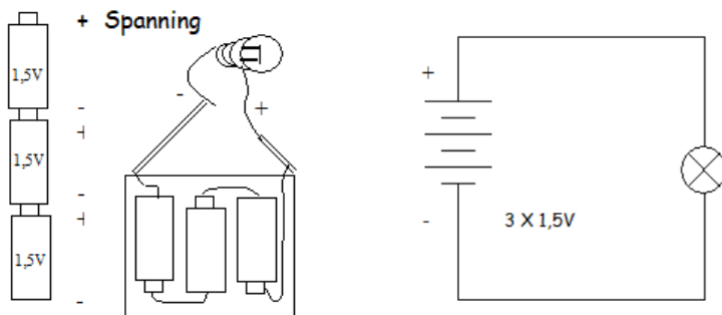


De juiste wijze van aansluiten is:

- A. tekening 1
- B. tekening 3
- C. **tekening 2**

#### Uitwerking

Om van 1,5 V-staafcellen een 6 V-batterij te maken, moeten 4 stuks in serie worden gezet ( $4 \times 1,5 \text{ V} = 6 \text{ V}$ ). Het plaatje hieronder laat een serieschakeling van 3 stuks zien, zoals die in een platte 4,5 V-batterij zitten. Dat is in een kop-staart ligging.



Daarmee komt tekening 2 overeen. In tekening 1 staan ze parallel en in tekening 3 verkeerd om: kop aan kop en staart aan staart. Samen geeft dat een onbruikbare spanning van 0 V.

Antwoord C.

#### Opmerking

Meestal noemen we losse cellen gewoon *batterij*, maar strikt genomen heten ze *cel*. Een batterij bestaat uit meer dan 1 cel. Maar bijna iedereen zegt in beide gevallen *batterij*.



Terug naar de opgave

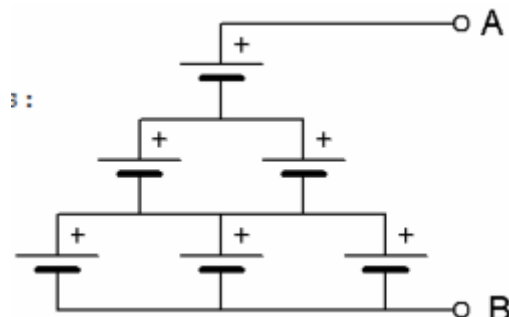
Naar de volgende opgave





### 3.5.18 Uitwerking van Opgave 3-18

Zes 1,5 V cellen worden op onderstaande manier aangesloten.



De spanning tussen A en B is:

- A. 6 V
- B. 4,5 V
- C. 9 V

#### Uitwerking

Parallel geschakelde cellen doen in principe niets met de spanning (zie wel de opmerking hieronder). Dat betekent dat elke horizontale rij dezelfde spanning heeft, namelijk 1,5 V.

Er staat dan  $3 \times 1,5 \text{ V}$  in serie, samen  $3 * 1,5 \text{ V} = 4,5 \text{ V}$ .

Antwoord B.

#### Opmerking

In theorie geven parallel geschakelde identieke cellen samen dezelfde spanning als een enkele cel. De effectieve inwendige weerstand is dan de inwendige weerstand van 1 cel gedeeld door het aantal cellen. Voor de middelste horizontale rij in het plaatje is dat de helft, voor de onderste rij met 3 cellen een derde.

**Maar:** In de praktijk zijn de spanningen van cellen nooit helemaal gelijk. Het gevolg is dat er bij parallelschakeling stroom van de ene cel naar de andere loopt, totdat de spanningen precies gelijk zijn. Dat leidt tot ongewenst capaciteitsverlies. Daarom zul je in de praktijk zelden of nooit parallel geschakelde cellen of batterijen tegenkomen.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave







### 3.5.19 Uitwerking van Opgave 3-19

Een batterij is opgebouwd uit nikkelcadmium cellen van 1,2 V met een capaciteit van 0,5 Ah. Een draagbare zendontvanger wordt gevoed met 7,2 V en neemt 0,7 A op.

Het minimaal benodigde aantal cellen is:

- A. 6
- B. 10
- C. 12

#### Uitwerking

Voor de spanning zijn er  $7,2/1,2 = 6$  cellen nodig. Dan zou je denken dat antwoord A juist is.

Maar... het 'officiële' goede antwoord is C!

Het lijkt erop, dat in de opgave een zin is vergeten of weggevalen, namelijk één over de gebruiksduur van de zendontvanger na opladen. Daaruit zou dan moeten volgen dat een dubbele set cellen nodig is. Dat zou bijvoorbeeld een gebruiksduur van 1 uur kunnen zijn. Dan is die 0,5 Ah niet genoeg en is minimaal 0,7 Ah nodig. Bij de gegeven capaciteit van de NiCad-cellen (0,5 Ah) heb je dan met 2 sets (12 stuks) ruim voldoende.

Dit probleempje zou wel eens de reden kunnen zijn, waarom deze examenopgave maar 2x is gevraagd, voor het laatst in 2006(!).



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 3.5.20 Uitwerking van Opgave 3-20

Twee batterijen van 12 V, elk met een capaciteit van 36 Ah, worden in serie geschakeld.

De capaciteit van de twee batterijen samen is dan:

- A. 18 Ah
- B. 36 Ah**
- C. 72 Ah

#### Uitwerking

Bij twee gelijke batterijen in serie wordt weliswaar de spanning verdubbeld, maar de capaciteit blijft dezelfde. De afgenomen stroom loopt namelijk door beide batterijen. In serieschakelingen van batterijen of weerstanden is dat altijd zo.

Antwoord B



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 3.5.21 Uitwerking van Opgave 3-21

De stroom die een weerstand in gaat is:

- A. gelijk aan de stroom die er uit komt
- B. groter dan de stroom die er uit komt
- C. kleiner dan de stroom die er uit komt

#### **Uitwerking**

Stroom door een weerstand is aan beide zijden gelijk. Het enige verschil is dat de stroom aan één kant de weerstand in gaat en aan de andere kant de weerstand uit. Er gaat niets af en komt niets bij. Wet van Kirchhoff.

Antwoord A.

#### **Opmerking**

De stroom  $I$  volgt de wet van Ohm:  $I = U/R$ . Het antwoord A betekent ook dat de stroom bij in serie geschakelde weerstanden in elke weerstand dezelfde waarde heeft.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 3.5.22 Uitwerking van Opgave 3-22

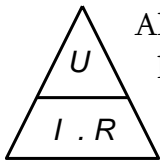
Door een weerstand loopt een stroom. Hierdoor ontstaat over deze weerstand een spanning van 12 volt.

De stroom wordt viermaal zo groot gemaakt. De spanning wordt dan:

- A. 3V
- B. 24V
- C. 48V

#### Uitwerking

Volgens de wet van Ohm zijn spanning  $U$  over en stroom  $I$  door een weerstand  $R$  evenredig. Zie de driehoek in het plaatje hieronder die aangeeft:  $U = IR$ .



Als de weerstand  $R$  dezelfde blijft, moeten de waarden aan weerskanten van het = teken gelijk blijven. Dus als  $I$  vier keer zo groot wordt, moet dat ook gelden voor  $U$ .

Dus de 'nieuwe'  $U = 4 * 12V = 48V$ .

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 3.5.23 Uitwerking van Opgave 3-23

Door een weerstand van 2 kilo-ohm loopt een stroom van 5 milliampère.

De spanning over de weerstand is:

- A. 0,4 V
- B. 2,5 V
- C. 10 V

#### Uitwerking

Ook hier geldt  $U = IR$ . De stroom  $I$  bedraagt  $5 \text{ mA} = 0,005 \text{ A}$ . De weerstand  $R$  bedraagt  $2 \text{ k}\Omega = 2000 \Omega$ .  $U = 0,005 \text{ A} * 2000 \Omega = 10 \text{ V}$ .

Antwoord C.

#### Opmerkingen

Wie liever in exponenten rekt, schrijft  $U = 5 \cdot 10^{-3} \text{ A} * 2 \cdot 10^3 \Omega = 10 \cdot 10^0 \text{ V}$ .

Omdat  $10^0$  gelijk is aan 1, komt hier gewoon 10 V uit.

Uit deze berekening blijkt nog iets: de milli en de kilo heffen elkaar bij onderlinge vermenigvuldiging op. Dat geeft een nog gemakkelijker oplossing:

Stop mA en k $\Omega$  samen in de wet van Ohm en je krijgt V! Anders gezegd:

**Druk je de stroom uit in mA en de weerstand in k $\Omega$ , dan kun je de wet van Ohm gebruiken zonder iets om te rekenen.**

Iets om te onthouden. Het kan rekenwerk schelen!



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 3.5.24 Uitwerking van Opgave 3-24

Door een weerstand loopt een stroom van  $I$  ampère. De spanning over deze weerstand is evenredig met:

- A.  $\sqrt{I}$
- B.  $I$
- C.  $I^2$

#### Uitwerking

$$U = I * R$$

Als de stroom door een (gelijkblijvende) weerstand  $R$  toe- of afneemt zal de spanning evenredig mee veranderen.

Antwoord B.

#### Voorbeeld:

$$U = I * R$$

$$10 \text{ V} = 2 \text{ A} * 5 \text{ } \Omega \quad \text{Bij een stroomverdubbeling van } 2 \text{ A} \rightarrow 4 \text{ A}$$

$$20 \text{ V} = 4 \text{ A} * 5 \text{ } \Omega \quad \text{verdubbelt de spanning ook: } U = 20 \text{ V}$$



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 3.5.25 Uitwerking van Opgave 3-25

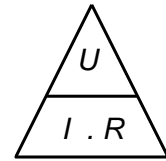
Over een weerstand van 60 kilo-ohm staat een spanning van 12 volt.

De stroom door de weerstand is:

- A. 5  $\mu$ A
- B. 200  $\mu$ A**
- C. 5 mA

#### Uitwerking

Ook in deze opgave gaat het om de wet van Ohm, maar nu moet uit een spanning en een weerstand een stroom worden berekend. We beginnen weer met de ondertussen bekende driehoek. Hij staat hiernaast.



De wet van Ohm:  $U = I * R$  en  $I = U/R$ , wat ook uit de driehoek is af te lezen.

We kunnen de regel toepassen die we in de uitwerking van Opgave 3-23 vonden: gebruik  $k\Omega$  en mA en de wet van Ohm werkt net als met eenheden zonder voorvoegsel. Dus  $I = U/R = 12 \text{ V} / 60 \text{ k}\Omega = 0,2 \text{ mA} = 200\mu\text{A}$

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



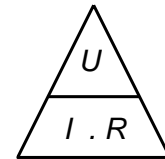
### 3.5.26 Uitwerking van Opgave 3-26

Door een weerstand loopt een stroom van 1 ampère; de spanning over de weerstand is 25 volt. De waarde van de weerstand is:

- A. 25  $\Omega$
- B. 1  $\Omega$
- C. 1/25  $\Omega$

#### Uitwerking

Alweer een opgave, waarbij de 'driehoek van Ohm' van toepassing is. Nu wordt de weerstand gevraagd, terwijl stroom en spanning zijn gegeven. We werken op dezelfde manier als bij de vorige opgave.



$U = I * R$ . Dan is  $R = U/I$ . Omdat er over een hele ampère wordt gesproken, levert de truc met de mA en de k $\Omega$  hier geen voordeel op. Dus  $R = U/I = 25 \text{ V} / 1 \text{ A} = 25 \Omega$ .

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 3.5.27 Uitwerking van Opgave 3-27

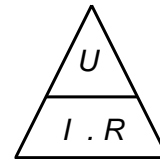
Over een weerstand van 1500 ohm staat een spanning van 9 volt. De stroom in de weerstand is:

- A. 166,7 mA
- B. 13,5 mA
- C. **6 mA**

#### Uitwerking

Weer een vraag met toepassing van de Ohmdriehoek.

Nu moet uit een spanning en een stroom de bijbehorende weerstand worden berekend.



De wet van Ohm:  $U = I * R$  en  $I = U/R$ . Zie de driehoek.

Met een weerstand van 1500 ohm kunnen we beter uitgaan van 1,5 kΩ. Dan komt de stroom in mA uit de berekening en er worden mA gevraagd. Dus:

$$I = U/R = 9V/1,5 \text{ k}\Omega = 6 \text{ mA.}$$

Antwoord C.



Terug naar de opgave

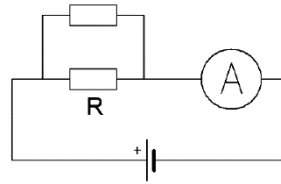
Naar de volgende opgave



### 3.5.28 Uitwerking van Opgave 3-28

In het schema is de stroom door R:

- A. gelijk aan die door de ampèremeter
- B. groter dan die door de ampèremeter
- C. **kleiner dan die door de ampèremeter**



#### Uitwerking

De stroom door R is ongelijk aan de stroom door de ampèremeter, omdat de stroom van de bovenste weerstand en de stroom van R samen door de meter lopen. Omdat een deel van de meterstroom via de andere weerstand loopt, moet de stroom door R wel kleiner zijn dan die door de ampèremeter.

Antwoord C



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 3.5.29 Uitwerking van Opgave 3-29

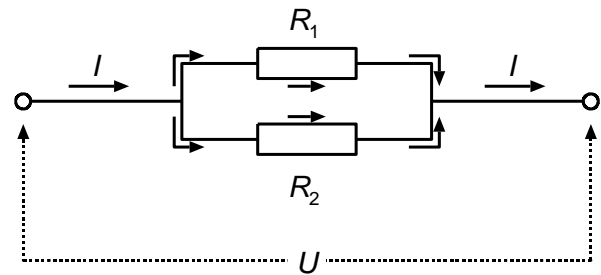
Twee weerstanden  $R_1$  en  $R_2$  worden parallel geschakeld.

De vervangingswaarde is:

- A. gelijk aan het product van  $R_1$  en  $R_2$
- B. kleiner dan  $R_1$  en kleiner dan  $R_2$**
- C. gelijk aan de som van  $R_1$  en  $R_2$

#### Uitwerking

We beginnen met een plaatje. We zien de twee parallel geschakelde weerstanden en twee aansluitklemmen waarover een spanning  $U$  staat. Door de schakeling loopt een stroom  $I$  die zich splitst in twee kleinere stromen, één door elke weerstand. Samen zijn ze gelijk aan  $I$ .



Daarom zijn de pijltjes langs de weerstanden kleiner getekend dan die van/naar de aansluitklemmen.

Over elke weerstand staat dezelfde spanning  $U$ . De stroom  $I$  wordt bepaald door  $U$  en de vervangingswaarde van de twee parallel geschakelde weerstanden. Omdat de stroom door elke afzonderlijke weerstand kleiner is dan  $I$ , moeten beide weerstanden groter zijn dan hun gezamenlijke vervangingswaarde.

Anders gezegd: de vervangingswaarde is kleiner dan de kleinste van beide weerstanden.

Antwoord B



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



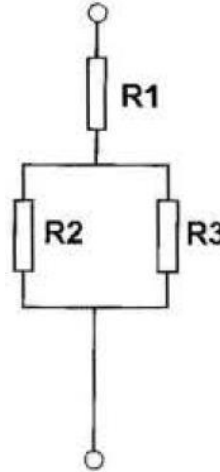
### 3.5.30 Uitwerking van Opgave 3-30

Voor de vervangingsweerstand (R) van de schakeling geldt:

A.  $R = R1 + \frac{R2 + R3}{R2 * R3}$

B.  $R = R1 + \frac{R2 * R3}{R2 + R3}$

C.  $\frac{1}{R} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}$



#### Uitwerking

Dit is een serieschakeling van R1 met de parallelschakeling van R2 en R3. Om de vervangingswaarde van het geheel te vinden, moet de waarde van R1 worden opgeteld bij de vervangingswaarde van de parallel geschakelde R2 en R3.

Dan valt antwoord C onmiddellijk af, want die geldt alleen als alle drie de weerstanden parallel zouden staan.

Voor de parallelschakeling van R2 en R3 is de vervangingsweerstand R23 te vinden volgens

$$\frac{1}{R23} = \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}$$

Alleen voor twee weerstanden is die om te zetten naar

$$R23 = \frac{R2 * R3}{R2 + R3}$$

**Deze vervangingsweerstand voor twee parallelle weerstanden is het product van beide gedeeld door de som van beide.** En dan komen we uit op antwoord B.

Waarom niet antwoord A? Daar staat de uitkomst voor R23 op zijn kop.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 3.5.31 Uitwerking van Opgave 3-31

De vervangingsweerstand van twee weerstanden parallel:

- A. Is altijd kleiner dan de waarde van de kleinste weerstand
- B. Is altijd groter dan de waarde van de grootste weerstand
- C. Ligt tussen de waarden van de twee weerstanden in

#### Uitwerking

Eigenlijk hebben we dit probleem al uitgewerkt voor Opgave 3-29.

Hieronder een iets andere tekst, maar met dezelfde uitkomst (gelukkig maar!).

Over parallel geschakelde weerstanden staat dezelfde spanning, terwijl door iedere weerstand zijn eigen stroom loopt. De totale stroom is groter dan door één enkele weerstand en dus is de totale weerstand kleiner dan de kleinste.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 3.5.32 Uitwerking van Opgave 3-32

De vervangingsweerstand van twee weerstanden in serie:

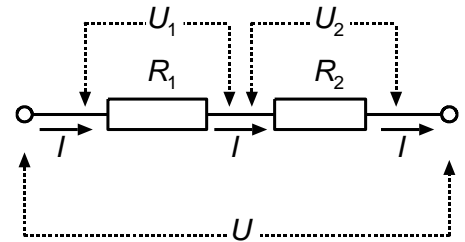
- A. is altijd groter dan de waarde van de grootste weerstand
- B. is altijd kleiner dan de waarde van de kleinste weerstand
- C. ligt tussen de waarde van de twee weerstanden in

#### Uitwerking

Na de vorige opgave kon deze natuurlijk niet uitblijven. We nemen het plaatje erbij.

Door beide weerstanden loopt dezelfde stroom  $I$  onder invloed van de spanning  $U$ .

De spanningen  $U_1$  over  $R_1$  en  $U_2$  over  $R_2$  zijn samen gelijk aan de spanning  $U$  over beide weerstanden.



Dan zijn ze per stuk allebei kleiner dan  $U$ . Met gelijke stroom zijn dan volgens de wet van Ohm,  $U = I * R$ , beide weerstanden ook kleiner dan hun gezamenlijke vervangingsweerstand. Anders gezegd: de vervangingsweerstand is altijd groter dan de grootste van de twee.

Antwoord A.

#### Opmerking

Deze conclusie is een uitvloeisel van de tweede wet van Kirchhoff (zie cursustekst, hoofdstuk 3). Hij geldt voor elk aantal in serie geplaatste weerstanden, dus voor drie, vier, vijf, enz.



Terug naar de opgave

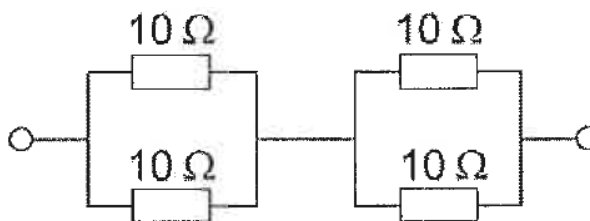
Naar de volgende opgave



### 3.5.33 Uitwerking van Opgave 3-33

De vervangingsweerstand is:

- A.  $10 \Omega$
- B.  $2,5 \Omega$
- C.  $40 \Omega$



#### Uitwerking

Bij twee gelijke weerstanden parallel loopt er 2x meer stroom en is de vervangingsweerstand de helft van één van de beide weerstanden. Dat is in dit geval  $5 \Omega$ .

Er staan 2 van deze setjes in serie, dus dat maakt  $2 * 5 \Omega = 10 \Omega$ .

Antwoord A.

#### Opmerking

Nu vraag je je misschien af of dit geen onzinnige schakeling is, waarbij 4 weerstanden van  $10 \Omega$  worden gebruikt om uiteindelijk diezelfde waarde,  $10 \Omega$ , te krijgen.

Dat hoeft niet zo te zijn. Een voorbeeld: je kunt in een schakeling een weerstand van  $10 \Omega$  nodig hebben die zoveel stroom te verwerken krijgt, dat hij  $1 \text{ W}$  moet kunnen opnemen. Als je bijvoorbeeld alleen maar weerstanden voor  $\frac{1}{4} \text{ W}$  hebt, kun je op deze manier het probleem oplossen.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 3.5.34 Uitwerking van Opgave 3-34

Drie weerstanden van elk 300 ohm worden parallel geschakeld.

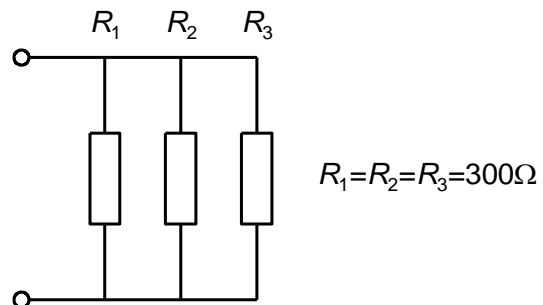
De vervangingswaarde is:

- A. 300Ω
- B. 900Ω
- C. 100Ω

#### Uitwerking

We beginnen weer met een plaatje. De weerstanden zijn alle drie even groot. Over elke weerstand staat bij parallelschakeling dezelfde spanning. Daardoor loopt er door elke weerstand een even grote stroom.

De stroom door de schakeling is daarom 3x zo groot als die door een enkele weerstand. Dan is de vervangingsweerstand  $1/3$  van de waarde van een enkele weerstand, dus 100 Ω



Antwoord C.

#### Opmerking

Wat hieruit te leren valt, is dat bij parallel geschakelde weerstanden van dezelfde weerstandswaarde, **de vervangingsweerstand eenvoudig te vinden is door die weerstandswaarde te delen door het aantal weerstanden**. Daarmee vermijd je het gebruik van de algemene vergelijking met de omgekeerde waarden:

$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Wie wil, mag hem voor 3 keer 300 ohm narekenen.

Bij een parallelschakeling neemt de laagste weerstand het grootste vermogen op. Bij serieschakeling is het de grootste weerstand die het grootste vermogen opneemt.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 3.5.35 Uitwerking van Opgave 3-35

Drie weerstanden worden parallel geschakeld.

De waarden zijn: 10, 15 en 30 ohm.

De vervangingsweerstand is:

- A.  $5 \Omega$
- B.  $18,3 \Omega$
- C.  $7,5 \Omega$

#### Uitwerking

We beginnen weer met een schema.

De vervangingsweerstand  $R_v$  is te berekenen met

$$\frac{1}{R_v} = \frac{1}{10 \Omega} + \frac{1}{15 \Omega} + \frac{1}{30 \Omega}$$

Breuken optellen doe je door ze onder 1 noemer te brengen. 30 is deelbaar door 10 en 15. Dat maakt de zaak niet al te ingewikkeld:

$$\frac{1}{R_v} = \frac{3}{30 \Omega} + \frac{2}{30 \Omega} + \frac{1}{30 \Omega} = \frac{6}{30 \Omega} = \frac{1}{5 \Omega}$$

Kort geschreven:

$$\frac{1}{R_v} = \frac{1}{5 \Omega}$$

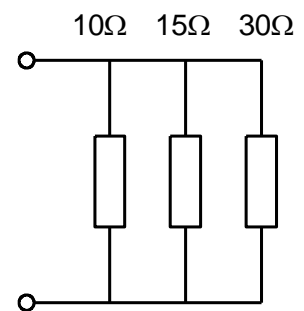
Zet beide leden van de vergelijking op de kop en je krijgt  $R_v = 5 \Omega$ .

Antwoord A.



Terug naar de opgave

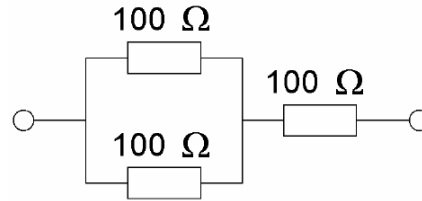
Naar de volgende opgave



### 3.5.36 Uitwerking van Opgave 3-36

De vervangingsweerstand is:

- A. 150  $\Omega$
- B. 300  $\Omega$
- C. 33,3  $\Omega$



#### Uitwerking

We hebben hier twee weerstanden van 100 ohm parallel en de parallelschakeling staat in serie met nog een weerstand van 100 ohm.

Bereken eerst de parallelschakeling.

Beide weerstanden zijn gelijk, zodat het regeltje uit Opgave 3-34 geldt: **bij parallel geschakelde weerstanden van gelijke weerstandswaarde bereken je de vervangingswaarde door de weerstandswaarde te delen door het aantal weerstanden.**

Dat leidt tot 100  $\Omega$  gedeeld door 2 is 50  $\Omega$ .

Het mag natuurlijk ook ingewikkelder met

$$\frac{100 \Omega * 100 \Omega}{100 \Omega + 100 \Omega} = 50 \Omega$$

Of met

$$\frac{1}{R_v} = \frac{1}{100 \Omega} + \frac{1}{100 \Omega} = \frac{1}{50 \Omega}$$

We hebben nu 50 ohm in serie met 100 ohm, dat wordt 100  $\Omega$  + 50  $\Omega$  = 150  $\Omega$ .

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 3.5.37 Uitwerking van Opgave 3-37

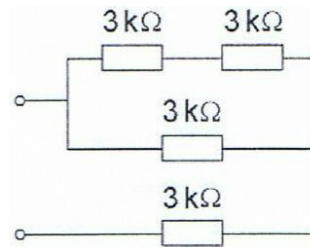
De vervangingsweerstand is:

- A. 4,5 kΩ
- B. 5 kΩ**
- C. 4 kΩ

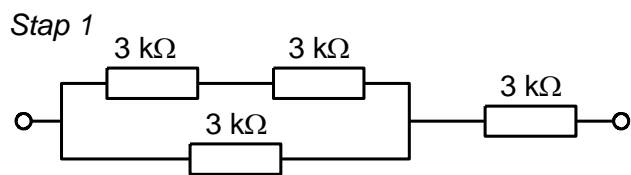
#### Uitwerking

Een opgave als deze 'kraak' je het beste stapsgewijs.

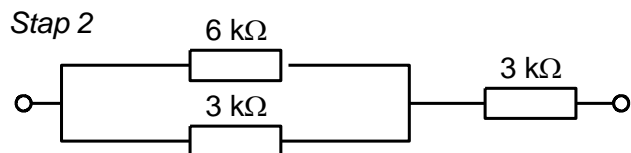
We maken er een plaatje bij, waarin de berekening stap voor stap wordt uitgebeeld.



**Stap 1.** 1 bocht minder geeft een beter overzicht

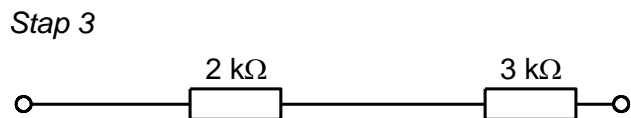


**Stap 2.** Twee weerstanden van 3 kΩ in serie worden 1 weerstand van 6 kΩ.



**Stap 3.** Twee parallel geschakelde weerstanden van 3 kΩ en 6 kΩ worden 1 weerstand van

$$\frac{3 \text{ k}\Omega * 6 \text{ k}\Omega}{3 \text{ k}\Omega + 6 \text{ k}\Omega} = 2 \text{ k}\Omega$$



**Stap 4.** Een weerstand van 2 kΩ in serie met één van 3 kΩ zijn samen 1 weerstand van 5 kΩ.



En dit happy end betekent antwoord B.



Terug naar de opgave

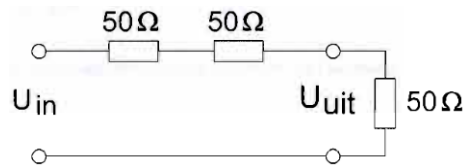
Naar de volgende opgave



### 3.5.38 Uitwerking van Opgave 3-38

De schakeling geeft een spanningsverzwakking ( $U_{in}/U_{uit}$ ) van:

- A. 2 maal
- B. 1 maal
- C. **3 maal**



#### Uitwerking

In een serieschakeling van weerstanden is de stroom in alle onderdelen gelijk. De spanningen over de weerstanden zijn evenredig met hun waarden. Bij drie gelijke weerstanden zal de totale spanning zich over alle 3 weerstanden gelijk verdelen. Over elke weerstand staat daarom 1/3 deel van  $U_{in}$ .  $U_{uit}$  staat over maar 1 weerstand en is daarom 1/3 van  $U_{in}$ . De versterking is dus 1/3. Verzwakking is het omgekeerde van versterking en is hier dus 3.

Wiskundig wat netter opgeschreven:

$$U_{uit} = \frac{50}{50 + 50 + 50} U_{in} = \frac{1}{3} U_{in}$$

Antwoord C



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

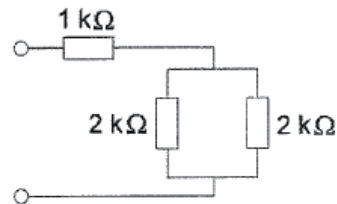


### 3.5.39 Uitwerking van Opgave 3-39

De schakeling wordt aangesloten op een batterij van 40 volt.

De stroom die de batterij levert is:

- A. 20 mA
- B. 13,3 mA
- C. 8 mA



#### Uitwerking

Als we de stroom door de schakeling willen berekenen, moeten we eerst de vervangingsweerstand kennen.

Dat gaat stapsgewijs. De 2 parallel geschakelde weerstanden van 2 kΩ zijn samen 1 kΩ, want 2 kΩ delen door het aantal weerstanden (2) levert 1 kΩ.

Deze weerstand staat in serie met de andere 1 kΩ, zodat de vervangingsweerstand 1 kΩ + 1 kΩ = 2 kΩ bedraagt.

Over die 2 kΩ staat 40 V en  $U = I * R$ , zodat  $I = U/R = 40 \text{ V} / 2 \text{ k}\Omega = 20 \text{ mA}$ . We hebben hier weer de truc toegepast van het gebruik van kΩ in de wet van Ohm, die zo zonder omrekenwerk mA levert.

Antwoord A.



Terug naar de opgave

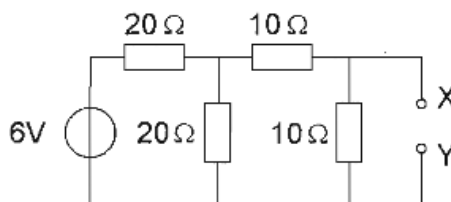
Naar de volgende opgave



### 3.5.40 Uitwerking van Opgave 3-40

De spanning tussen de punten X en Y is:

- A. 3V
- B. 1V
- C. 2V

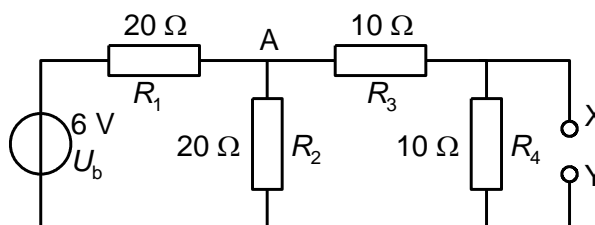


#### Uitwerking

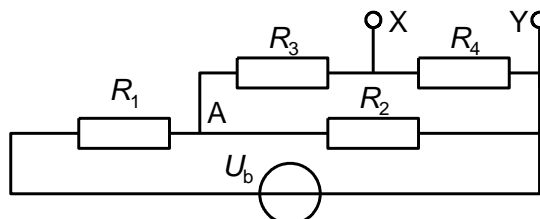
Dit schema is wat ingewikkelder dan wat we tot nu toe hebben gezien. Voor de gevraagde berekening zou het duidelijker mogen. Daarom nummeren we de weerstanden. Daarna herschikken we het schema, zodat de manier van werken er hopelijk wat duidelijker uitspringt. Daarna wordt het weer de stapsgewijze benadering, ongeveer als in de uitwerking van Opgave 3-37.

#### Stap 1, nummering en herschikking

Dan is de vraag, hoeveel stroom er door  $R_4$  loopt, want de gevraagde spanning staat over deze weerstand. De stroom door  $R_1$  splitst zich bij punt A in een stroom door  $R_2$  en één door de serieschakeling van  $R_3$  en  $R_4$ . Er zit daarom niets anders op dan eerst de stroom door  $R_1$  uit te rekenen.



Nummeren (boven) en herschikken (onder)



#### Stap 2, bereken de totale stroom.

$R_3$  en  $R_4$  zijn in serie  $20\ \Omega$ .  $R_2$  is dat op zijn eentje ook en staat parallel aan de serieschakeling van  $R_3$  en  $R_4$ .  $20\ \Omega$  parallel aan  $20\ \Omega$  is  $10\ \Omega$ . Effectief staat dan  $R_1$  ( $20\ \Omega$ ) in serie met  $10\ \Omega$ , samen  $30\ \Omega$ . Over die  $30\ \Omega$  staat  $6\ \text{V}$ ; stroom  $I = 6\ \text{V} / 30\ \Omega = 0,2\ \text{A}$ .

#### Stap 3. Bereken de stroom door $R_4$

Omdat de weerstand  $R_2$  even groot is als de vervangingsweerstand van  $R_3$  en  $R_4$ , gaat de stroom in twee gelijke delen:  $0,1\ \text{A}$  door  $R_2$  en  $0,1\ \text{A}$  door  $R_3$  en  $R_4$ . Wat door  $R_3$  loopt, loopt ook door  $R_4$ , dus alweer  $0,1\ \text{A}$ .

#### Stap 4. Bereken de spanning over $R_4$ uit stroom en weerstand

$R_4 = 10\ \Omega$  en dan is de spanning over  $R_4$  gelijk aan stroom maal weerstand, is  $0,1\ \text{A} * 10\ \Omega = 1\ \text{V}$ .

Antwoord B.



Terug naar de opgave

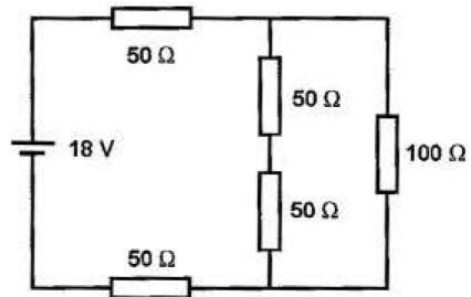
Naar de volgende opgave



### 3.5.41 Uitwerking van Opgave 3-41

De spanning over de weerstand van 100 ohm is:

- A. 12 V
- B. 6 V
- C. 3 V



#### Uitwerking

Als we de vervangingswaarde van de drie verticaal getekende weerstanden uitrekenen, zijn we een heel eind. De twee seriegeschakelde weerstanden van 50 ohm zijn samen 100 ohm. Ze staan parallel aan nog eens 100 ohm, dus dat maakt weer 50 ohm. Effectief voedt de batterij van 18 volt dus een serieschakeling van 3x 50 ohm. Dan staat over 1 weerstand van 50 ohm  $1/3$  van 18 V is 6 V.

Antwoord B.

#### Opmerking

De weerstand van 100 ohm maakt onderdeel uit van een parallelschakeling die effectief 50 ohm is. Daarom moet je rekenen met 50 ohm en niet met 100.



Terug naar de opgave

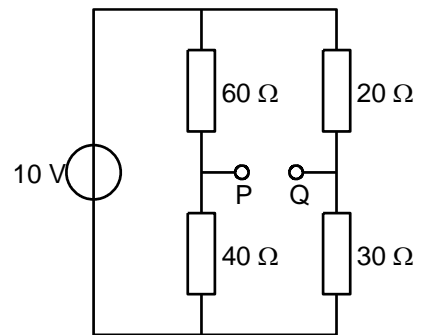
Naar de volgende opgave



### 3.5.42 Uitwerking van Opgave 3-42

Het spanningsverschil tussen P en Q is:

- A. 2V
- B. 4V
- C. 0V



#### Uitwerking

We zien twee setjes in serie geschakelde weerstanden, het ene 60 en 40 ohm, het andere 20 en 30 ohm. De setjes zelf staan parallel. Over beide staat dus dezelfde spanning, 10 V.

Gevraagd wordt de spanning tussen de beide knooppunten (P en Q) van de serie geschakelde weerstanden. Je kunt aan beide ingewikkeld gaan rekenen, maar het kan in dit geval ook eenvoudig.

Tel de twee linker weerstanden op:  $60 + 40 = 100$ . Over beide weerstanden samen staat 10 V. Dan is het niet moeilijk in te zien dat er 6 V over de 60 Ω staat en 4 V over de 40 Ω, want spanning en weerstand zijn evenredig.

Hetzelfde trucje kunnen we toepassen voor de rechter twee weerstanden. Alleen zijn ze samen geen 100 Ω, maar 50 Ω. Maar de verhouding is dezelfde, alleen in tegengestelde volgorde.  $20:30 = 40:60$  en niet  $60:40$ . Daarom staat op Q geen 4 V, maar 6 V.

Het verschil is 6 V min 4 V is 2 V.

#### Opmerking

'Spanningsverschil' is een onjuiste term. Het is gewoon 'spanning'. Die spanning staat tussen de punten P en Q.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

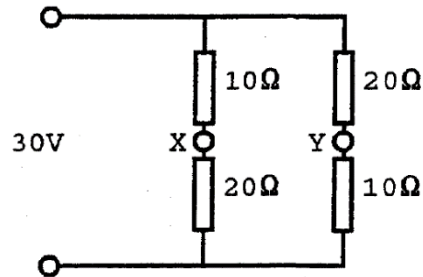




### 3.5.43 Uitwerking van Opgave 3-43

De spanning tussen X en Y is:

- A. 20 V
- B. 10 V
- C. 0 V



#### Uitwerking

Deze opgave lijkt nogal op Opgave 3-42. Hier wordt de spanning van 30 V verdeeld in de verhouding  $10:20 = 1:2$  (linker serieschakeling) en  $20:10 = 2:1$  (rechter serieschakeling).

Links staat dan over de onderste weerstand 20 V en rechts 10 V. Het verschil is het juiste antwoord:  $20\text{ V} - 10\text{ V} = 10\text{ V}$ .

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



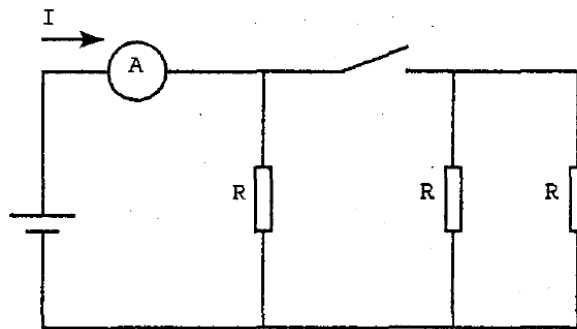
### 3.5.44 Uitwerking van Opgave 3-44

Een weerstand van  $R$  ohm is aangesloten op een spanningsbron.

Hieraan worden twee weerstanden van  $R$  ohm parallel geschakeld.

De door de spanningsbron geleverde stroom  $I$  zal hierdoor:

- A. 3x zo klein worden
- B. 2x zo groot worden
- C. **3x zo groot worden**



### Uitwerking

Drie weerstanden parallel van elk  $R$  ohm hebben een vervangingsweerstand van  $R/3$  ohm. Dat is 3x zo weinig als  $R$ . Als de weerstand 3x zo klein wordt, ontstaat 3x zoveel stroom.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

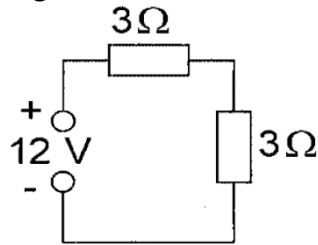
Naar de volgende opgave



**3.5.45 Uitwerking van Opgave 3-45**

De stroom in de schakeling is:

- A. 0,5 A
- B. 2 A
- C. 8 A

**Uitwerking**

De twee in serie geschakelde weerstanden van 3 ohm hebben een vervangingsweerstand van  $3 + 3 = 6$  ohm. Daarover staat een spanning van 12 V.  $I = U/R = 12 \text{ V} / 6 \Omega = 2 \text{ A}$ .

Antwoord B.



Terug naar de opgave

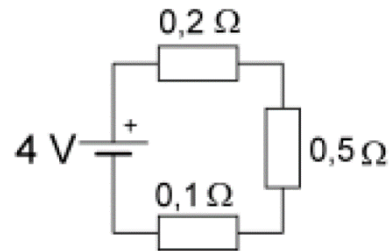
Naar de volgende opgave



**3.5.46 Uitwerking van Opgave 3-46**

De stroom in de schakeling is:

- A. 0,2 A
- B. 3,2 A
- C. 5 A

**Uitwerking**

De serieschakeling heeft een vervangingsweerstand van  $0,2 \Omega + 0,5 \Omega + 0,1 \Omega = 0,8 \Omega$ .

De batterij geeft 4 V, zodat de stroom  $4 V / 0,8 \Omega = 5 A$  bedraagt.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 3.5.47 Uitwerking van Opgave 3-47

De watt is de eenheid van:

- A. stroomdichtheid
- B. energie
- C. **vermogen**

#### **Uitwerking**

De eenheid van stroomdichtheid is de stroomsterkte per oppervlakte (eenheid: A/m<sup>2</sup>)

De eenheid van energie  $E$ , is de joule en is vermogen  $P$  maal tijd  $t$ :  $E = P * t$ . 1 joule is 1 wattseconde.

De eenheid van vermogen  $P$ , is de watt,:  $P = U * I$

Antwoord C.

#### **Opmerking**

Voor  $E$  wordt ook wel  $W$  (van het Engelse woord *work*) geschreven. Die is gemakkelijk te verwarren met de  $W$  van de eenheid Watt. Voor vermogen. Hier zie je het nut van het cursief schrijven van grootheden en het rechtop schrijven van eenheden. Helaas houdt men zich daar bij radio-examens nog steeds niet aan.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 3.5.48 Uitwerking van Opgave 3-48

De maximaal toelaatbare stroom die continu door een 10 watt weerstand van 1000 ohm mag lopen, is:

- A. 0,1 A
- B. 0,01 A
- C. 1 A

#### Uitwerking

De vraag kan ook zo: Bij welke stroom neemt een weerstand van 1000  $\Omega$  een vermogen van 10 W op?

Vermogen  $P$  is spanning  $U$  maal stroom  $I$ , dus  $P = U * I$ . Van  $U$  weten we niets, behalve  $U = I * R$ . Dus vervangen we  $U$  in  $P = U * I$  de grootheid  $U$  door  $I * R$  en dat levert ons  $P = I * R * I = I^2 * R$ .

$P = I^2 * R$  is een stukje gereedschap dat je voor het examen moet koesteren, Er is er nog zo één met  $U$ ; die staat onder de opmerking verderop. Terug naar onze weerstand.

Gegeven is dat  $P = 10 \text{ W}$  en  $R = 1000 \Omega$ .

$$P = I^2 * R \rightarrow I^2 = \frac{P}{R} = \frac{10 \text{ W}}{1000 \Omega}$$

en

$$I = \sqrt{\frac{10 \text{ W}}{1000 \Omega}} = \sqrt{\frac{1 \text{ W}}{100 \Omega}} = 0,1 \text{ A}$$

Antwoord A.

#### Opmerking

We hebben  $P = I^2 * R$  afgeleid uit de vergelijking  $P = U * I$  voor vermogen en de wet van Ohm  $U = I * R$  door  $U$  te vervangen door  $I * R$ . Je kunt de wet van Ohm ook schrijven als  $I = U/R$ . Dan kun je  $P = U * I$  schrijven als  $P = U^2/R$ , dus het kwadraat van de spanning gedeeld door de weerstand. Het is zinvol om ook deze naast  $P = I^2 * R$  te onthouden.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**3.5.49 Uitwerking van Opgave 3-49**

De maximaal toelaatbare gelijkstroom  $I$  bedraagt:

- A. 0,01 A
- B. 0,1 A
- C. 1 A

**Uitwerking**

We gebruiken weer de vergelijking  $P = I^2 R$ . Daaruit volgt  $I = \sqrt{P/R}$ , net als in Opgave 3-48.

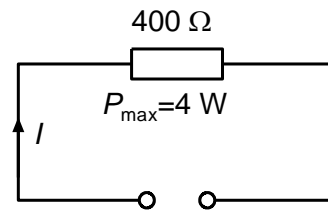
In getallen:  $I = \sqrt{4/400}$  A = 0,1 A.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

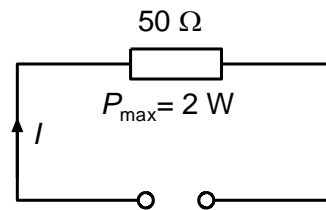
Naar de volgende opgave



**3.5.50 Uitwerking van Opgave 3-50**

De maximaal toelaatbare gelijkstroom  $I$  bedraagt:

- A. 40 mA
- B. 25 mA
- C. 200 mA

**Uitwerking**

We gebruiken opnieuw de vergelijking  $P = I^2 R$ . Daaruit volgt  $I = \sqrt{P/R}$ , net als in Opgave 3-48.

In getallen:  $I = \sqrt{2/50} \text{ A} = \sqrt{1/25} = 1/5 \text{ A} = 0,2 \text{ A} = 200 \text{ mA}$ .

Antwoord C.



Terug naar de opgave

**Meer examenopgaven in deel B**