



# Inhoudsopgave

3	Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 3, deel B .....	3-3
3.1	Waar toe dient dit hoofdstuk met uitwerkingen en hoe gebruik je het? .....	3-3
3.2	Enkele opmerkingen .....	3-4
3.3	Formularium .....	3-4
3.3.1	Geleiders en isolatoren .....	3-4
3.3.2	Wet van Ohm .....	3-4
3.3.3	Serieschakeling van weerstanden .....	3-5
3.3.4	Parallelschakeling van weerstanden .....	3-5
3.3.5	Kleurcode van weerstanden .....	3-6
3.3.6	Vermogen .....	3-6
3.3.7	Combineren van vermogensvergelijkingen en de wet van Ohm .....	3-7
3.3.8	De capaciteit van een batterij of accu .....	3-7
3.3.9	Serie- en parallelschakeling van spanningsbronnen .....	3-7
3.4	Opgaven .....	3-9
3.4.51	Opgave 3-51 .....	3-10
3.4.52	Opgave 3-52 .....	3-11
3.4.53	Opgave 3-53 .....	3-12
3.4.54	Opgave 3-54 .....	3-13
3.4.55	Opgave 3-55 .....	3-14
3.4.56	Opgave 3-56 .....	3-15
3.4.57	Opgave 3-57 .....	3-16
3.4.58	Opgave 3-58 .....	3-17
3.4.59	Opgave 3-59 .....	3-18
3.4.60	Opgave 3-60 .....	3-19
3.4.61	Opgave 3-61 .....	3-20
3.4.62	Opgave 3-62 .....	3-21
3.4.63	Opgave 3-63 .....	3-22
3.4.64	Opgave 3-64 .....	3-23
3.4.65	Opgave 3-65 .....	3-24



3.4.66	Opgave 3-66 .....	3-25
3.4.67	Opgave 3-67 .....	3-26
3.4.68	Opgave 3-68 .....	3-27
3.4.69	Opgave 3-69 .....	3-28
3.4.70	Opgave 3-70 .....	3-29
3.5	Uitwerkingen .....	3-30
3.5.51	Uitwerking van Opgave 3-51 .....	3-31
3.5.52	Uitwerking van Opgave 3-52 .....	3-32
3.5.53	Uitwerking van Opgave 3-53 .....	3-33
3.5.54	Uitwerking van Opgave 3-54 .....	3-34
3.5.55	Uitwerking van Opgave 3-55 .....	3-35
3.5.56	Uitwerking van Opgave 3-56 .....	3-36
3.5.57	Uitwerking van Opgave 3-57 .....	3-37
3.5.58	Uitwerking van Opgave 3-58 .....	3-38
3.5.59	Uitwerking van Opgave 3-59 .....	3-39
3.5.60	Uitwerking van Opgave 3-60 .....	3-40
3.5.61	Uitwerking van Opgave 3-61 .....	3-41
3.5.62	Uitwerking van Opgave 3-62 .....	3-42
3.5.63	Uitwerking van Opgave 3-63 .....	3-43
3.5.64	Uitwerking van Opgave 3-64 .....	3-44
3.5.65	Uitwerking van Opgave 3-65 .....	3-45
3.5.66	Uitwerking van Opgave 3-66 .....	3-46
3.5.67	Uitwerking van Opgave 3-67 .....	3-47
3.5.68	Uitwerking van Opgave 3-68 .....	3-48
3.5.69	Uitwerking van Opgave 3-69 .....	3-49
3.5.70	Uitwerking van Opgave 3-70 .....	3-50

## 3 Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 3, deel B

### 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 B met 20 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

### 3.3.1 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.

### 3.3.2 Wet van Ohm

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

$$U = I * R$$

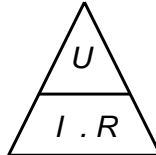
Anders te schrijven als

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

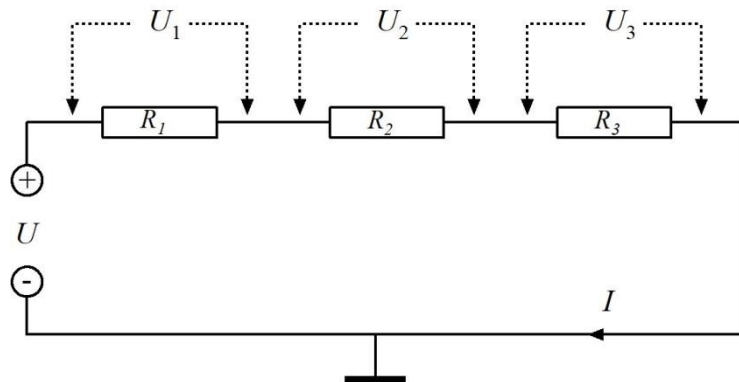
Of

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

Hulpmiddel: de 'Ohmdriehoek'.



### 3.3.3 Serieschakeling van weerstanden

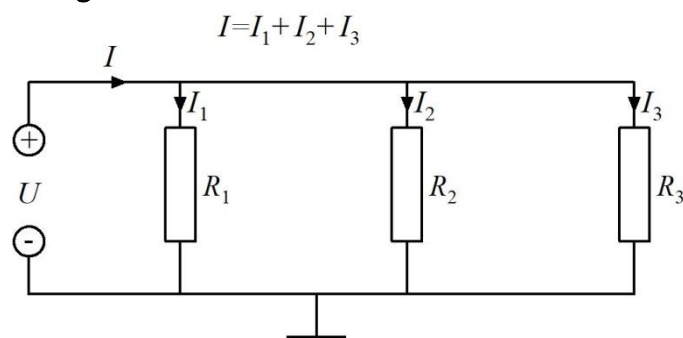


De stroom is door alle weerstanden dezelfde. De spanning over elke weerstand is evenredig met de weerstandswaarde. De vervangingsweerstand is groter dan de grootste afzonderlijke weerstand in de schakeling.

Berekening van de vervangingsweerstand  $R_{tot}$

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

### 3.3.4 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:

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

### 3.3.5 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%

### 3.3.6 Vermogen

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

$$P = U * I$$

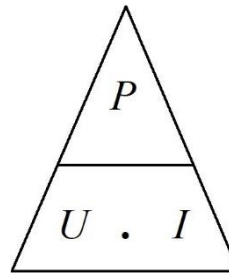
Daaruit volgt op dezelfde manier als bij de wet van Ohm:

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

En

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

Ook hier past weer een driehoek bij:



### 3.3.7 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  $I^2 R$ .

### 3.3.8 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 een beetje terugloopt.

### 3.3.9 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




### 3.4.51 Opgave 3-51

Door een weerstand van 1 ohm loopt een constante stroom van 2 ampère.

Welke weerstand moet worden gebruikt?

- A. een 1 watt weerstand
- B. een 5 watt weerstand
- C. een 2 watt weerstand

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 t/m midden 2020 3 keer gevraagd; voor het laatst 22 mei 2013.



### 3.4.52 Opgave 3-52

Om de maximaal toelaatbare vermogensdissipatie van een weerstand te verhogen, kan men het beste:

- A. de weerstandswaarde zo klein mogelijk maken
- B. het oppervlak van de weerstand zo groot mogelijk maken
- C. het oppervlak van de weerstand zo klein mogelijk maken

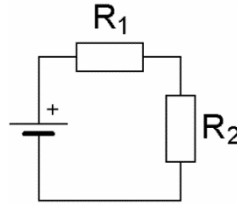
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 t/m midden 2020 6 keer gevraagd; voor het laatst september 2019.

**3.4.53 Opgave 3-53**

Wanneer  $R_1$  groter gemaakt wordt, dan zal de warmteontwikkeling in  $R_2$ :

- A. gelijk blijven
- B. afnemen
- C. toenemen



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking

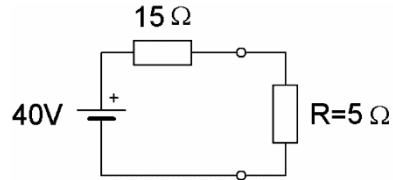



Van 2000 t/m midden 2020 8 keer gevraagd; voor het laatst 17 mei 2017.

**3.4.54 Opgave 3-54**

In de weerstand  $R$  wordt een vermogen gedissipeerd van:

- A. 20 W
- B. 80 W
- C. 10 W



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

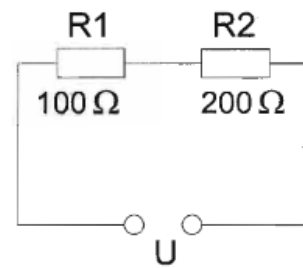
Van 2000 t/m midden 2020 14 keer gevraagd; voor het laatst 17 juni 2020.

**3.4.55 Opgave 3-55**

In R1 wordt 36 watt gedissipeerd. In R2 wordt gedissipeerd:

- A. 144 W
- B. 72W
- C. 18W

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



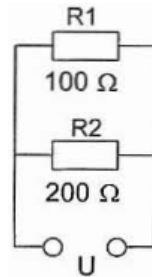
Van 2000 t/m midden 2020 19 keer gevraagd; voor het laatst maart 2020.

**3.4.56 Opgave 3-56**

In R1 wordt 36 watt aan warmte ontwikkeld.

De warmte-ontwikkeling in R2 bedraagt:

1. 36 W
2. 18 W
3. 9 W



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 t/m midden 2020 22keer gevraagd; voor het laatst 24 juni 2020.

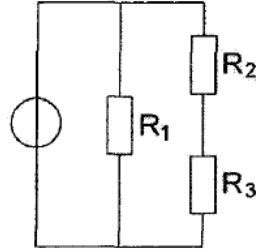
**3.4.57 Opgave 3-57**


In de schakeling zijn alle weerstanden 1000 ohm.

In  $R_1$  wordt 4 watt gedissipeerd.

Het vermogen in  $R_2$  is:

- A. 0,5 W
- B. 2 W
- C. 1 W



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

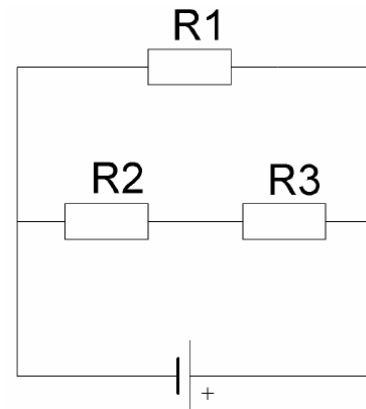
Van 2000 t/m midden 2020 9 keer gevraagd; voor het laatst 29 mei 2018.




**3.4.58 Opgave 3-58**

In de schakeling zijn alle weerstanden 100 ohm. In R2 wordt een vermogen gedissipeerd van 1 watt. In R1 wordt een vermogen gedissipeerd van:

- A. 1W
- B. 2W
- C. 4W



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

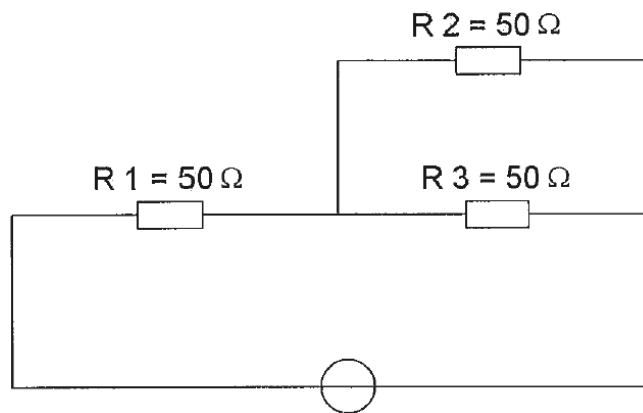
Van 2000 t/m midden 2020 22 keer gevraagd; voor het laatst november 2018.

**3.4.59 Opgave 3-59**

In R3 wordt een vermogen gedissipeerd van 2 watt.

Het vermogen dat in R1 gedissipeerd wordt is

- A. 16 W
- B. 4 W
- C. 8 W



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Van 2000 t/m midden 2020 23 keer gevraagd; voor het laatst 24 juni 2020.



### 3.4.60 Opgave 3-60

Twee weerstanden van verschillende waarde zijn parallel aangesloten op een spanningsbron. De warmte-ontwikkeling in de weerstand met de laagste waarde is:

- A. groter dan in de weerstand met de hoogste waarde
- B. kleiner dan in de weerstand met de hoogste waarde
- C. gelijk aan die in de weerstand met de hoogste waarde

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

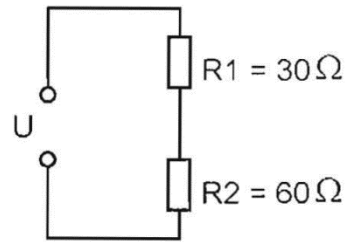
Van 2000 t/m midden 2020 20 keer gevraagd; voor het laatst 23 mei 2019.


**3.4.61 Opgave 3-61**

In R2 wordt 20 watt gedissipeerd.

In R1 wordt dan gedissipeerd:

- A. 10 W
- B. 40 W
- C. 5 W



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 t/m midden 2020 10 keer gevraagd; voor het laatst 17 mei 2017.



### 3.4.62 Opgave 3-62

In een weerstand van 90 ohm wordt 10 watt gedissipeerd.

De spanning over de weerstand is:

- A. 3 V
- B. 9 V
- C. 30 V

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



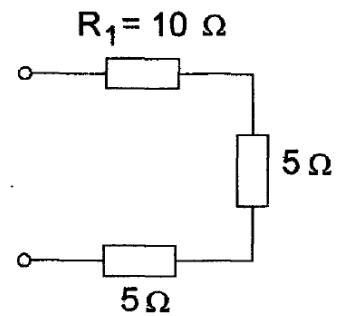
Van 2000 t/m midden 2020 1 keer gevraagd op het voorjaarsexamen van 2000.

**3.4.63 Opgave 3-63**

In weerstand R1 wordt 10 watt gedissipeerd.

Het gedissipeerde vermogen in de gehele schakeling is:

- A. 20 W
- B. 7 W
- C. 5 W



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 t/m midden 2020 14 keer gevraagd; voor het laatst 16 mei 2018.

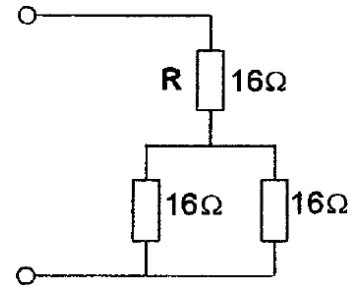
**3.4.64 Opgave 3-64**

$R$  dissipeert 4 watt.

Het gedissipeerd vermogen van de gehele schakeling is:

- A. 8 W
- B. 12 W
- C. 6 W

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



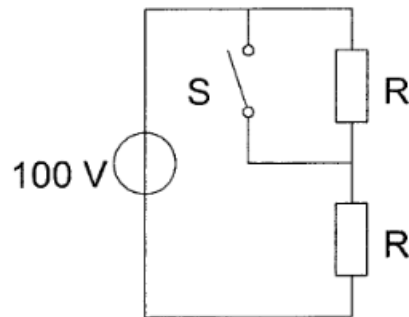
Van 2000 t/m midden 2020 19 keer gevraagd; voor het laatst januari 2018.

**3.4.65 Opgave 3-65**

Bij geopende schakelaar S dissiperen de weerstanden elk 50 watt.

Als de schakelaar S wordt gesloten, is het gedissipeerde vermogen

- A. 200 W
- B. 100 W
- C. 400 W



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 t/m midden 2020 10 keer gevraagd; voor het laatst 16 mei 2019.






### 3.4.66 Opgave 3-66

Een elektrische kachel neemt een vermogen van 1 kW op en is aangesloten op een spanning van 200 volt. De stroom bedraagt:

- A. 1/5 A
- B. 2 A
- C. 5 A

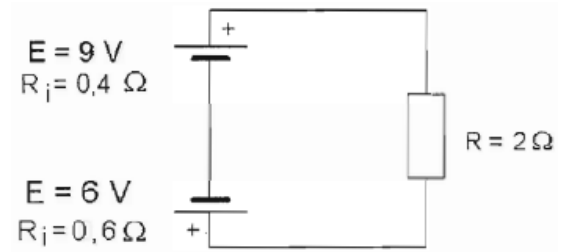
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 t/m midden 2020 1 keer gevraagd op het voorjaarsexamen van 2000.

**3.4.67 Opgave 3-67**

De stroom door de weerstand R is:

- A. 7,5 A
- B. 1 A
- C. 5A



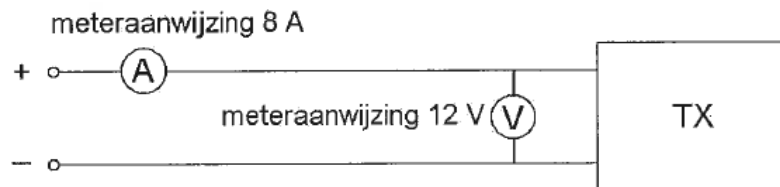
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 t/m midden 2020 6 keer gevraagd; voor het laatst januari 2017.

**3.4.68 Opgave 3-68**

Om het opgenomen vermogen van de zender te meten gebruikt men een volt- en ampere meter. Het opgenomen vermogen bedraagt:

- A. 1,5W
- B. 96W
- C. 18W

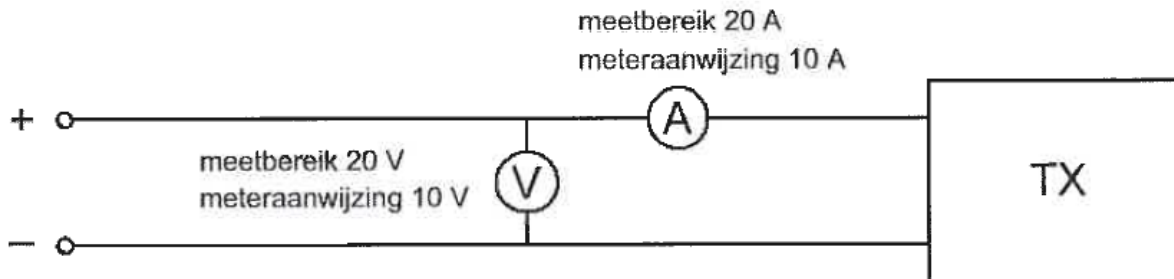


Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 t/m midden 2020 1 keer gevraagd in november 2008 (1<sup>e</sup> examen).


**3.4.69 Opgave 3-69**

Om het opgenomen vermogen van de zender te meten gebruikt men een voltmeter en een ampèremeter. De meetinstrumenten worden ideaal verondersteld.



Het opgenomen vermogen bedraagt:

- A. 95 W
- B. 99,95 W
- C. 100 W

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 t/m midden 2020 1 keer gevraagd in november 2008 (3<sup>e</sup> examen).



### 3.4.70 Opgave 3-70

Elektrisch vermogen wordt uitgedrukt in:

- A. watt
- B. ampère-uur
- C. watt-uur

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 t/m midden 2020 1 keer gevraagd op het najaarsexamen van 2002.



## 3.5 Uitwerkingen



### 3.5.51 Uitwerking van Opgave 3-51

Door een weerstand van 1 ohm loopt een constante stroom van 2 ampère.

Welke weerstand moet worden gebruikt?

- A. een 1 watt weerstand
- B. een 5 watt weerstand**
- C. een 2 watt weerstand

#### Uitwerking

We berekenen om te beginnen het vermogen dat door de weerstand wordt opgenomen.

In de gegevens hebben we een weerstand van 1 ohm en een stroomsterkte van 2 ampère. De te gebruiken vergelijking is dan  $P = I^2R$ , ofwel  $P = 4 * 1W = 4W$ .

Dan kom je met een 1 watt- en een 2 watt-weerstand niet uit en wordt het 5 watt. Met 4 W echt vermogen is het gebruik van een 5 W-weerstand verstandig. Een zekere *overrating*, zoals dat in slecht Nederlands heet, is altijd goed. Je weet maar nooit.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 3.5.52 Uitwerking van Opgave 3-52

Om de maximaal toelaatbare vermogensdissipatie van een weerstand te verhogen, kan men het beste:

- A. de weerstandswaarde zo klein mogelijk maken
- B. het oppervlak van de weerstand zo groot mogelijk maken**
- C. het oppervlak van de weerstand zo klein mogelijk maken

#### Uitwerking

Dissipatie gaat gepaard met warmte-ontwikkeling. Elektrische energie wordt omgezet in warmte-energie. Die warmte moet ergens naartoe, anders wordt de weerstand steeds heter en gaat uiteindelijk kapot.

De warmteweerstand van een elektrische weerstand moet daarom zo klein mogelijk zijn. Hoe groter de oppervlakte, des te lager is de warmteweerstand naar de omgeving. Dat is volkomen vergelijkbaar met de weerstand van een draad: hoe groter de draaddoorsnede, des te lager de weerstand. Met het zo klein mogelijk maken van het oppervlak (antwoord C) bereik je een averechts effect!

Antwoord B.

#### Opmerking

De overeenkomst tussen warmtestroming en stroming van elektriciteit is zo groot, dat in een grijs verleden elektrische modellen werden gebouwd om bijvoorbeeld de warmte-afvoer van hoogspanningstransformatoren in het elektriciteitsnet te berekenen. Zulke modellen bestonden ook voor bijvoorbeeld stroming van grondwater. Dit type modellen was gebaseerd op de analogie tussen verschillende natuurkundige processen. Termen als *analoge techniek* en *analoge schakelingen* herinneren eraan.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

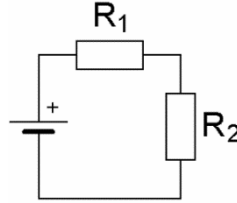




### 3.5.53 Uitwerking van Opgave 3-53

Wanneer  $R_1$  groter gemaakt wordt, dan zal de warmteontwikkeling in  $R_2$ :

- A. gelijk blijven
- B. afnemen
- C. toenemen



#### Uitwerking

Wanneer in een serieschakeling van twee of meer weerstanden er één of meer weerstanden in waarde vergroot worden, zal de stroom door de schakeling lager worden.

Doordat het vermogen  $P$  gelijk is aan  $I^2 * R$  zal de vermogensdissipatie in alle weerstanden van de serieschakeling ook kleiner worden. Als  $R$  groter wordt, wordt  $I$  kleiner. Maar... omdat  $I$  als kwadraat in de vergelijking staat, wint het effect van de kleiner geworden  $I$  het van dat van de groter geworden  $R$ .  $P$  wordt dus kleiner als  $R$  groter wordt.

Antwoord B.

#### Opmerking

Omdat  $P = I^2 * R$  wordt in een serieschakeling waarin door elke weerstand dezelfde stroom loopt, het grootste vermogen gedissipeerd in de weerstand met de grootste waarde.



Terug naar de opgave

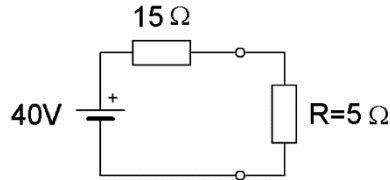
Naar de volgende opgave



### 3.5.54 Uitwerking van Opgave 3-54

In de weerstand  $R$  wordt een vermogen gedissipeerd van:

- A. 20 W
- B. 80 W
- C. 10 W



#### Uitwerking

De twee weerstanden staan in serie en zijn samen 20 ohm. Dan loopt er door de schakeling een stroom  $I = U/R = 40/20 \text{ A} = 2 \text{ A}$ .

Door de weerstand  $R = 5 \Omega$  wordt dan een vermogen  $P$  gedissipeerd van  $P = I^2 * R = 4 * 5 \text{ W} = 20 \text{ W}$ .

Antwoord A.

#### Opmerkingen

De berekening kan ook anders, bijvoorbeeld door eerst de vermogensdissipatie van de hele schakeling van 20 Ω te berekenen en die vervolgens te verdelen over beide weerstanden<sub>2</sub> in de verhouding 15: 5 = 3: 1. Voor de hele schakeling wordt dat 80 W ( $4 \text{ A}^2 * 20 \Omega = 80 \text{ W}$ ), delen door 3 + 1 = 4 levert 20 W, 1 portie van 20 W gaat naar  $R$ , de overige 3 porties, totaal 60 W, naar de weerstand van 15 Ω.

Het kan ook rechtstreeks vanuit de spanning.  $P = U^2/R = 40 * 40/20 \text{ W} = 80 \text{ W}$  en vervolgens dezelfde manier van verdelen over de weerstanden als bij de eerste uitwerking.



Terug naar de opgave

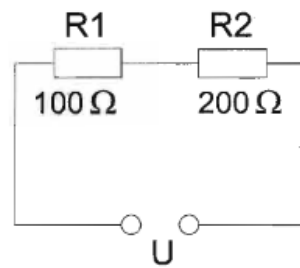
Naar de volgende opgave



**3.5.55 Uitwerking van Opgave 3-55**

In  $R_1$  wordt 36 watt gedissipeerd. In  $R_2$  wordt gedissipeerd:

- A. 144 W
- B. 72W
- C. 18W

**Uitwerking**

In een serieschakeling is de stroom door alle weerstanden even groot. Als voor het vermogen  $P$  geldt dat  $P = I^2 R$  dan is de vermogensdissipatie evenredig met de weerstand. De dissipatie in  $R_1$  is 36 W.  $R_2$  is twee keer zo groot als  $R_1$ , dus de vermogensdissipatie in  $R_2$  ook. Dat wordt dan  $2 * 36 W = 72 W$ .

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

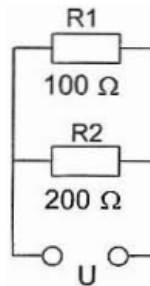


### 3.5.56 Uitwerking van Opgave 3-56

In  $R_1$  wordt 36 watt aan warmte ontwikkeld.

De warmte-ontwikkeling in  $R_2$  bedraagt:

- A. 36 W
- B. 18 W
- C. 9 W



#### Uitwerking

We zien hier eenzelfde soort vraagstuk als Opgave 3-55. Het verschil is, dat hier de weerstanden parallel geschakeld zijn en in Opgave 3-55 staan ze in serie. Het gevolg is dat nu niet de stroom door beide weerstanden dezelfde is, maar dat dezelfde spanning over beide staat. En dat heeft gevolgen voor de uitwerking.

Dat komt, doordat het vermogen  $P$  dat in warmte wordt omgezet, gelijk is aan  $U^2/R$  en dus omgekeerd evenredig is met de weerstand, in plaats van (recht) evenredig. Anders gezegd: een twee keer zo grote weerstand dissipeert de helft van het vermogen, een drie keer zo grote  $1/3$ , enz.

$R_2$  is twee keer zo groot als  $R_1$  en dissipeert dus de helft van wat  $R_1$  aan warmte dissipeert: de helft van 36 W is 18 W.

Antwoord B.

#### Opmerking

Uit deze en de vorige opgave volgt een belangrijke conclusie:

**Bij serieschakeling van weerstanden is de dissipatie van elke weerstand recht evenredig met de weerstandswaarde, bij parallelschakeling omgekeerd evenredig.**



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



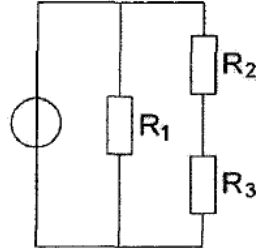
### 3.5.57 Uitwerking van Opgave 3-57

In de schakeling zijn alle weerstanden 1000 ohm.

In  $R_1$  wordt 4 watt gedissipeerd.

Het vermogen in  $R_2$  is:

- A. 0,5 W
- B. 2 W
- C. 1 W



#### Uitwerking

We hebben een schakeling met een spanningsbron met een belastingsweerstand  $R_1$  van 1000 ohm. Deze staat parallel aan twee in serie geschakelde weerstanden  $R_2$  en  $R_3$ , elk ook 1000 ohm. De vraag is, hoe we uit de voeten kunnen met het regeltje dat in de vorige opgave is afgeleid: bij serieschakeling is de warmte-ontwikkeling (dissipatie) per weerstand evenredig met de waarde van de weerstand, bij parallelschakeling omgekeerd evenredig. Bij een serie- en een parallelschakeling zoals hier, kan dat verwarrend zijn.

De aanpak is deze: breng eerst de serieschakeling terug tot een enkele weerstand. Dat is: bereken de vervangingsweerstand en reken daarmee verder. Bereken vervolgens de dissipatie in de vervangingsweerstand. Omdat de beide in serie geschakelde weerstanden,  $R_2$  en  $R_3$ , gelijk zijn (1000 ohm), moet die dissipatie gelijk over beide verdeeld zijn. Daar gaan we:

De vervangingsweerstand van  $R_2$  en  $R_3$  is  $1000 \Omega + 1000 \Omega = 2000 \Omega$ . In  $R_1$  wordt 4 W gedissipeerd; in een 2x zo grote weerstand parallel aan  $R_1$ , de som van  $R_2$  en  $R_3$ , moet dat wegens de parallelschakeling de helft zijn, 2 W. Die 2 W is gelijk verdeeld over  $R_2$  en  $R_3$ . Dan dissipeert  $R_2$  1 W, net als  $R_3$ .

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 3.5.58 Uitwerking van Opgave 3-58

In de schakeling zijn alle weerstanden 100 ohm. In R2 wordt een vermogen gedissipeerd van 1 watt. In R1 wordt een vermogen gedissipeerd van:

- A. 1W
- B. 2W
- C. 4W

#### Uitwerking

In Opgave 3-56 hadden we de volgende conclusie: **Bij serieschakeling van weerstanden is de dissipatie van elke weerstand afzonderlijk recht evenredig met de weerstandswaarde, bij parallelschakeling omgekeerd evenredig.**

We werken in stappen.

#### Stap 1. Het schema met weerstanden en dissipatie.

Als R2 1 W dissipeert, moet R1 dat ook doen want door beide weerstanden loopt dezelfde stroom en de weerstanden zijn even groot.

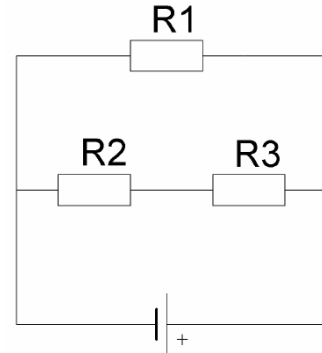
**Stap 2.** Samen hebben R2 en R3 een vervangingsweerstand die we R23 noemen, van  $100\ \Omega + 100\ \Omega = 200\ \Omega$  en die dissipeert  $1\ W + 1\ W = 2\ W$ .

Nu de vraag: hoeveel dissipeert R1?

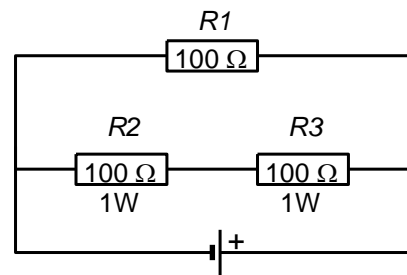
**Stap 3.** In een parallelschakeling zijn de dissipaties omgekeerd evenredig met de weerstanden. De weerstand van R1 is de helft van weerstand R23, dus dissipeert R1 2x zoveel als R23:  $2 * 2\ W = 4\ W$

Antwoord C.

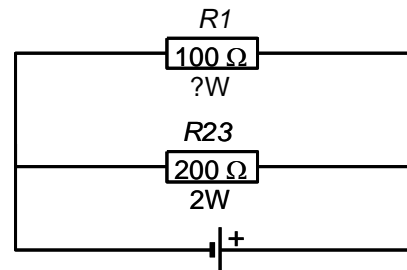
**Vraag.** Bedenk zelf of de weerstandswaarde tevoren bekend moet zijn, of dat het genoeg is om te weten dat alle weerstanden gelijk zijn..



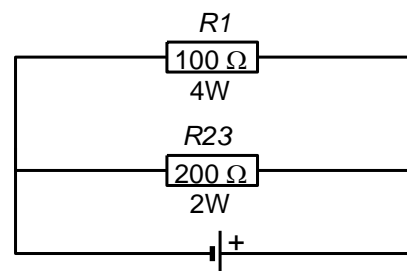
Stap 1



Stap 2



Stap 3



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

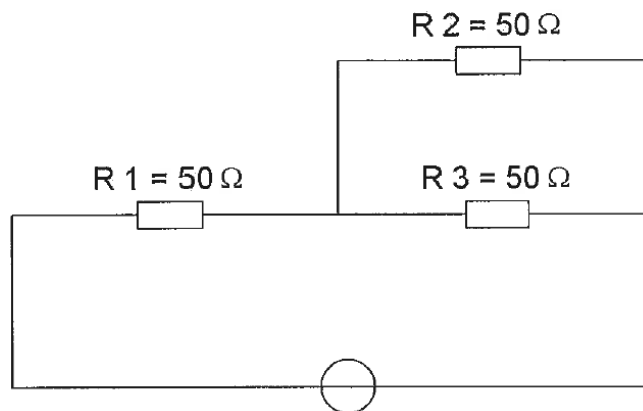


**3.5.59 Uitwerking van Opgave 3-59**

In  $R_3$  wordt een vermogen gedissipeerd van 2 watt.

Het vermogen dat in  $R_1$  gedissipeerd wordt is

- A. 16 W
- B. 4 W
- C. 8 W

**Uitwerking**

Alweer een opgave met 3 gelijke weerstanden, maar nu met twee parallel geschakelde weerstanden samen in serie met een enkele weerstand. Het gaat dus iets anders dan in de vorige opgave.

Over  $R_2$  en  $R_3$  staat dezelfde spanning. Als beide weerstanden gelijk zijn (wat het geval is) zullen ze even veel dissiperen. De dissipatie in  $R_2$  is dus even groot als die in  $R_3$ .

Samen is dat  $2 W + 2 W = 4 W$ . De vervangingsweerstand van beide is  $25 \Omega$  omdat ze parallel staan.

We hebben zo de schakeling teruggebracht tot een serieschakeling van  $50 \Omega$  en  $25 \Omega$ , waarbij in de  $25 \Omega$  een vermogen van  $4 W$  wordt gedissipeerd.

In  $R_1$ , de weerstand van  $50 \Omega$ , moet dan 2x zoveel worden gedissipeerd als in de gezamenlijke  $25 \Omega$  van  $R_2$  en  $R_3$ . Dus is de dissipatie in de  $50 \Omega$  van  $R_1$  het dubbele:  $2 * 4 W = 8 W$ .

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 3.5.60 Uitwerking van Opgave 3-60

Twee weerstanden van verschillende waarde zijn parallel aangesloten op een spanningsbron. De warmte-ontwikkeling in de weerstand met de laagste waarde is:

- A. groter dan in de weerstand met de hoogste waarde
- B. kleiner dan in de weerstand met de hoogste waarde
- C. gelijk aan die in de weerstand met de hoogste waarde

#### Uitwerking

Ter herinnering: na de uitwerking van Opgave 3-56 kwamen we tot de volgende slotsom:

**Bij serieschakeling van weerstanden is de dissipatie van elke weerstand afzonderlijk recht evenredig met de weerstandswaarde, bij parallelschakeling omgekeerd evenredig.**

Die geeft eigenlijk het antwoord al. Het gaat hier om parallel geschakelde weerstanden. De warmte-ontwikkeling (dissipatie) is dan omgekeerd evenredig met de weerstandswaarde. In de kleinste weerstand vinden we dan ook de grootste warmte-ontwikkeling en in de grootste weerstand de kleinste.

Antwoord A.

#### Opmerking

Voor wie liever met vergelijkingen werkt, kan het ook zo. We hebben een vergelijking voor het verband tussen warmte-ontwikkeling  $P$ , de weerstand  $R$  en de spanning  $U$ . Die geldt bij parallelschakeling, want dan is  $U$  over alle weerstanden dezelfde:

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

$R$  staat hier in de noemer, dus hoe groter  $R$ , hoe kleiner  $P$ .

Voor de stroom  $I$  in plaats van de spanning hebben we er ook ééntje. Die is van toepassing als de weerstanden in serie staan, want dan loopt door elke weerstand dezelfde stroom:

$$P = I^2 R$$

En daarin zie je het omgekeerde: hoe groter  $R$ , des te groter is  $P$ .



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



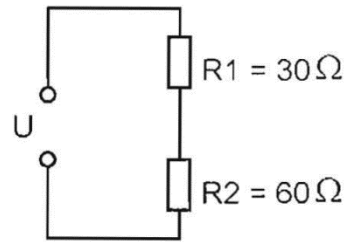


**3.5.61 Uitwerking van Opgave 3-61**

In  $R_2$  wordt 20 watt gedissipeerd.

In  $R_1$  wordt dan gedissipeerd:

- A. 10 W
- B. 40 W
- C. 5 W

**Uitwerking**

In deze serieschakeling van een weerstand van 30 ohm en één van 60 ohm, wordt in de weerstand van 60 ohm 20 W gedissipeerd. Gevraagd wordt de dissipatie (warmteontwikkeling) in de weerstand van 30 ohm. Door beide weerstanden loopt dezelfde stroom en daarom (zie vorige opgave) is de dissipatie per weerstand evenredig met de grootte van de weerstand. 30 ohm is de helft van 60 ohm, dus moet in de weerstand van 30 ohm de dissipatie de helft zijn van die in de weerstand van 60 ohm.

De helft van 20 W is 10 W. Antwoord A.

**Opmerking**

Het gaat ook via het uitrekenen van de gemeenschappelijke stroom. Voor  $R_2$  geldt:  $P = I^2 * R_2$  en dus geldt  $I^2 = P/R_2 = 20 \text{ W}/60\Omega = 0,33 \text{ A}^2$ .

Voor  $R_1$  met  $30 \Omega$  geldt ook  $P = I^2 * R_1 = 0,33 \text{ A}^2 * 30\Omega = 10 \text{ W}$ .

Misschien lijkt die  $\text{A}^2$  wat vreemd, maar een stroom in het kwadraat heeft niet meer de eenheid ampère, maar ampère in het kwadraat. Niks om voor het examen te onthouden, maar wiskundig gezien gewoon correct.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 3.5.62 Uitwerking van Opgave 3-62

In een weerstand van 90 ohm wordt 10 watt gedissipeerd.

De spanning over de weerstand is:

- A. 3 V
- B. 9 V
- C. 30 V

#### Uitwerking

We kennen inmiddels de vergelijking  $P = U^2/R$ . Met de gegevens  $P = 10 \text{ W}$  en  $R = 90 \Omega$  kunnen we dat schrijven als

$$10 \text{ W} = \frac{U^2}{90 \Omega}$$

Om alles niet ingewikkelder te maken dan nodig, werken we met alleen getallen. Als we het rechter lid van de vergelijking vermenigvuldigen met 90, dan zijn we daar de noemer kwijt. Om het = teken geldig te laten blijven, moeten we in het linker lid hetzelfde doen. Dan is  $900 = U^2$  en  $U = \sqrt{900} \text{ V} = 30 \text{ V}$

Antwoord C



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**3.5.63 Uitwerking van Opgave 3-63**

In weerstand  $R_1$  wordt 10 watt gedissipeerd.  
gedissipeerde vermogen in de gehele schakeling is:

- A. 20 W
- B. 7 W
- C. 5 W

**Uitwerking**

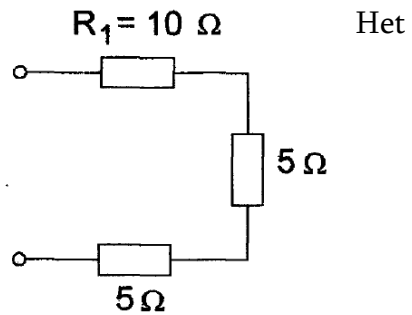
De twee weerstanden van  $5 \Omega$  staan in serie en hun vervangingsweerstand is daarom de som van beide, dat is  $10 \Omega$ . Deze vervangingsweerstand staat in serie met  $R_1$  die ook  $10 \Omega$  is. Dan dissipeert de vervangingsweerstand hetzelfde vermogen als  $R_1$ , zodat de dissipatie van de hele schakeling  $10 \text{ W} + 10 \text{ W} = 20 \text{ W}$  is.

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**3.5.64 Uitwerking van Opgave 3-64**

$R$  dissipeert 4 watt.

Het gedissipeerd vermogen van de gehele schakeling is:

- A. 8 W
- B. 12 W
- C. 6 W

**Uitwerking**

De twee parallel geschakelde weerstanden in het schema zijn allebei 16 ohm, zodat hun vervangingsweerstand de helft daarvan is, 8  $\Omega$ . Dat is de helft van weerstand  $R$ . Omdat deze vervangingsweerstand in serie staat met  $R$ , is ook de gezamenlijke dissipatie van deze twee parallelle weerstanden de helft van die van  $R$ , dus 2 watt. Denk aan het regeltje dat bij serieschakeling de dissipatie per weerstand recht evenredig is met de bijbehorende weerstandswaarde.

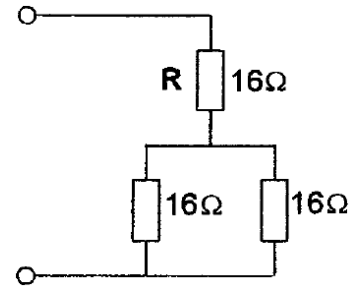
De totale schakeling dissipeert dan deze 2 W plus de 4 W van  $R$  is 6 W.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

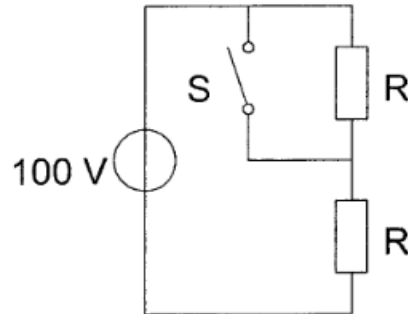


### 3.5.65 Uitwerking van Opgave 3-65

Bij geopende schakelaar S dissiperen de weerstanden elk 50 watt.

Als de schakelaar S wordt gesloten, is het gedissipeerde vermogen

- A. 200 W
- B. 100 W
- C. 400 W



#### Uitwerking

Als de schakelaar open is, loopt alle stroom door de twee weerstanden en dissiperen ze elk 50 W. Dit laatste betekent dat de weerstanden even groot zijn en dat de spanning van 100 V gelijk verdeeld is over beide weerstanden, dus 50 V over elke weerstand.

Als de schakelaar wordt gesloten, staat over één weerstand de volle 100 V en over de andere 0 V. Die laatste doet daarom niet meer mee met de warmte-ontwikkeling. Maar over de andere weerstand staat de volle spanning van 100 V in plaats van 50 V, een verdubbeling.  $P = U^2/R$ , weten we. De uitkomst voor het gedissipeerde vermogen  $P$  is bij een verdubbeling van de spanning  $U$  dan ook 4x zo groot (en niet 2x) als gevolg van het kwadraat van  $U$ . De weerstand  $R$  verandert niet, zodat we uitkomen op een verviervoudiging van  $P$ .  $4 * 50 \text{ W} = 200 \text{ W}$ .

Antwoord A.

#### Opmerkingen

Het kan ook met getallen. Stel,  $R = 50\Omega$ . Bij een spanning van 100 V staat over elke weerstand 50 V. De vermogensdissipatie in elk van beide weerstanden is dan  $50\text{V} * 50\text{V}/50\Omega = 50\text{W}$ , zoals in de gegevens. Zetten we over een weerstand 100V, dan wordt de vermogensdissipatie in die weerstand  $100\text{V} * 100\text{V}/50\Omega = 200\text{W}$ .

Die verviervoudiging volgt ook uit het feit dat bij verdubbeling van de spanning ook de stroom wordt verdubbeld. Twee keer vermenigvuldigen met 2 is vermenigvuldigen met 4.

We weten dat  $P = U * I$ .  $U$  wordt 2x zo groot en  $I$  ook. Samen 4x.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 3.5.66 Uitwerking van Opgave 3-66

Een elektrische kachel neemt een vermogen van 1 kW op en is aangesloten op een spanning van 200 volt. De stroom bedraagt:

- A. 1/5 A
- B. 2 A
- C. 5 A

#### Uitwerking

Voor deze opgave gebruiken we de basisvergelijking voor het verband tussen vermogen  $P$ , spanning  $U$  en stroom  $I$ :  $P = U * I$  en dus:  $I = P/U$

$P = 1\text{kW} = 1000\text{W}$ .  $U = 200\text{ V}$ . Dan is  $I = 1000/200\text{ A} = 5\text{A}$ .

Antwoord C.



Terug naar de opgave

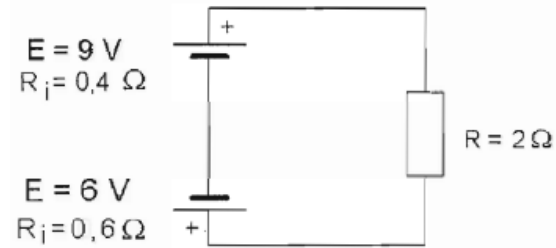
Naar de volgende opgave



**3.5.67 Uitwerking van Opgave 3-67**

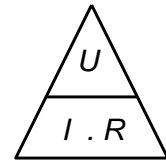
De stroom door de weerstand  $R$  is:

- A. 7,5 A
- B. 1 A**
- C. 5A

**Uitwerking**

Allereerst een opmerking over het symbool  $E$ . Dat staat hier voor bronspanning, ofwel EMK, *ElektroMotorische Kracht*.

Beide spanningen staan in serie, maar let op! Ze zijn tegengesteld geschakeld en zijn daarom samen  $9V - 6V = 3V$ . De inwendige weerstanden van beide batterijen zijn respectievelijk  $0,4\ \text{ohm}$  en  $0,6\ \text{ohm}$ . Weerstand heeft geen polariteit, dus die twee worden opgeteld, want ze staan in serie. Dat levert  $0,4\Omega + 0,6\Omega = 1\Omega$ . Dan hebben we in diezelfde serie nog de weerstand  $R$  van  $2\Omega$ . Samen met de inwendige weerstanden van  $1\Omega$  wordt dat  $3\Omega$ . Over die  $3\Omega$  staat  $3\ \text{V}$ .



Nu de "Ohmdriehoek" erbij en we zien dat  $I = U/R = 3/3\ \text{A} = 1\ \text{A}$ . Die stroom is dezelfde in alle weerstanden, dus ook in weerstand  $R$ .

Antwoord B.



Terug naar de opgave

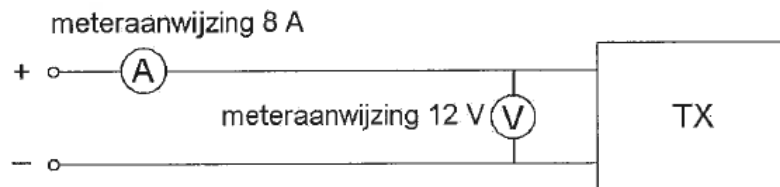
Naar de volgende opgave



### 3.5.68 Uitwerking van Opgave 3-68

Om het opgenomen vermogen van de zender te meten gebruikt men een volt- en ampere meter. Het opgenomen vermogen bedraagt:

- A. 1,5 W
- B. 96 W
- C. 18 W



#### Uitwerking

De zender (het blok gemerkt 'TX') neemt 8 A op bij een spanning van 12 V. Dan is het opgenomen vermogen  $8 * 12 \text{ W} = 96 \text{ W}$ .

Antwoord B.



Terug naar de opgave

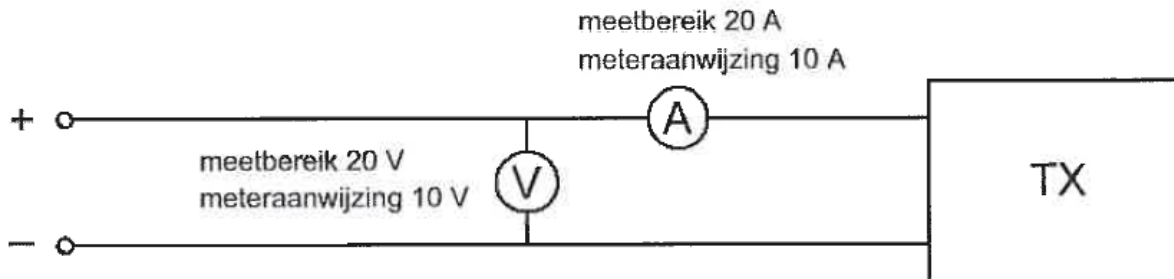
Naar de volgende opgave





**3.5.69 Uitwerking van Opgave 3-69**

Om het opgenomen vermogen van de zender te meten gebruikt men een voltmeter en een ampèremeter. De meetinstrumenten worden ideaal verondersteld.



Het opgenomen vermogen bedraagt:

- A. 95 W
- B. 99,95 W
- C. 100 W

**Uitwerking**

De ampèremeter geeft 10 A aan en de voltmeter 10 V. Het opgenomen vermogen is dan  $10 * 10 W = 100 W$ .

Antwoord C.

**Opmerking**

Met de gegeven meetbereiken wordt niets gedaan.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 3.5.70 Uitwerking van Opgave 3-70

Elektrisch vermogen wordt uitgedrukt in:

- A. watt
- B. ampère-uur
- C. watt-uur

#### **Uitwerking**

De eenheid van vermogen  $P$  is de watt.  $P = U * I$ , spanning maal stroom.

Antwoord A.

#### **Opmerkingen**

De eenheid Ampère-uur (Ah) is van toepassing op de capaciteit van een accu(batterij).

De eenheid watt-uur (Wh) heeft betrekking op energie  $W$  of  $E$ .  $E = W = P * t$ . Energie is dus vermogen maal tijd. Let op de  $W$ : de  $W$  rechtop is de eenheid Watt,  $W$  cursief is de grootte energie of arbeid. Waar geen onderscheid tussen rechtop en cursief wordt gemaakt, zoals op het zendexamen, kan men het beste maar de  $E$  gebruiken. Die werd in het verleden ook wel voor bronspanning (EMK) gebruikt. Had iemand het over verwarring??



Terug naar de opgave