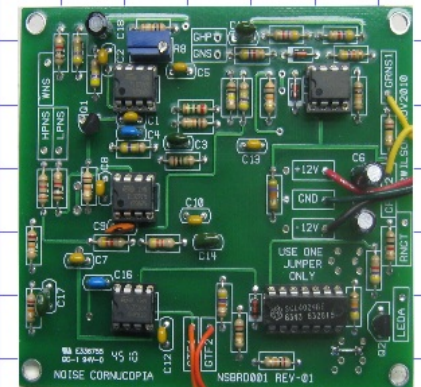


Hoofdstuk 3 Elektriciteit



Je zult succesvol zijn op het proefwerk als...

§3.1 A. Je kunt uitleggen wat **lading, spanning en stroom** met elkaar te maken hebben.

§3.2 B. Je weet wat weerstand is en kunt rekenen met de **weerstand formule** (de wet van ohm).

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

§3.3 C. Je kunt aanwijzen of een schakeling een **serie-, parallelschakeling** of een **gemengde schakeling** is.

D. Je kunt met de **gedragsregels voor spanning en stroom** in schakelingen werken.

STROOM
vs.
SPANNING

E. Je kunt de **totale weerstand** (ook wel "vervangingsweerstand" genoemd) van een schakeling uitrekenen.

F. Je kunt met de **twee gereedschappen** rekenen aan schakelingen.

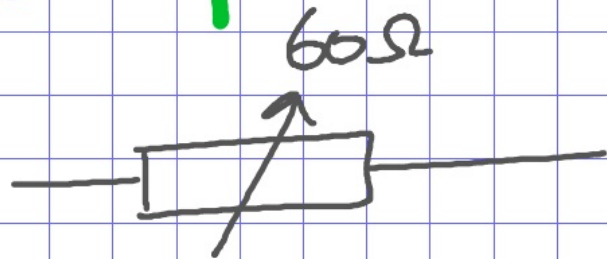


§3.4 G. Je kunt uitleggen wat het verschil tussen **energie en vermogen** is.

H. Je kunt rekenen aan energie en vermogen met de **energieformule**.

I. Je kunt rekenen aan stroom, spanning en vermogen met de **vermogensformule**.

Proefwerk!



versie rechts

→ Opg 10 "fig 4" moet zijn
"fig 3"

geen vragen

tot 12^{45} u

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

$$P = U \cdot I$$

$$E = P \cdot t$$

$$R_t = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

Welke grootheden en eenheden komen voor in dit hoofdstuk?

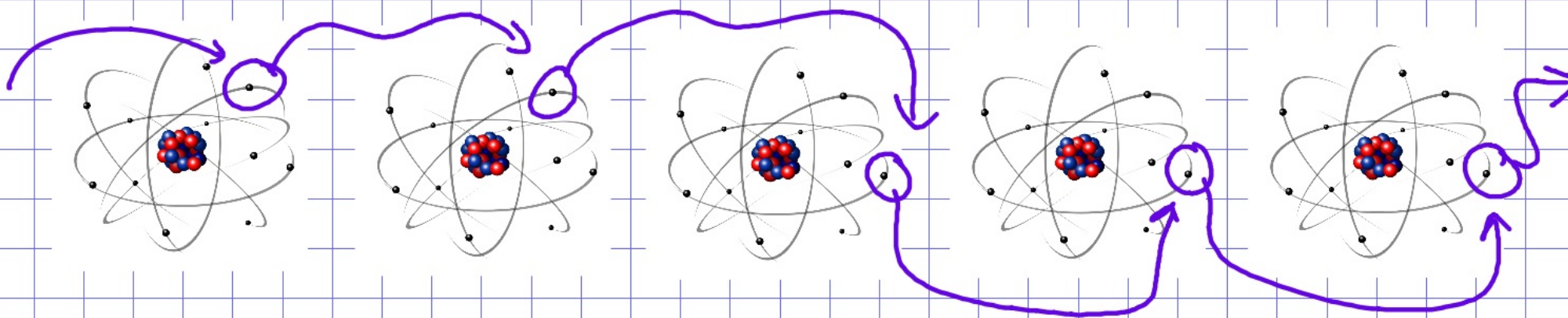
Grootheid	symbool in formule	Eenheid	symbool in eindantwoord
lading			
stroom of stroomsterkte	I	Ampère	A
spanning	U	Volt	V
weerstand	R	Ohm	Ω
vermogen	P	Watt	W
energie	E	Joule	J
tijdsduur	Δt	seconde	s

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

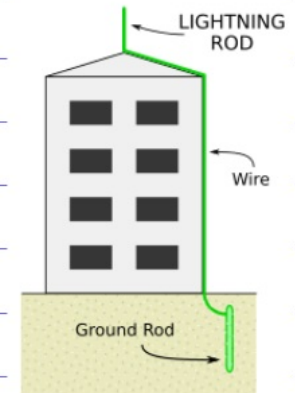
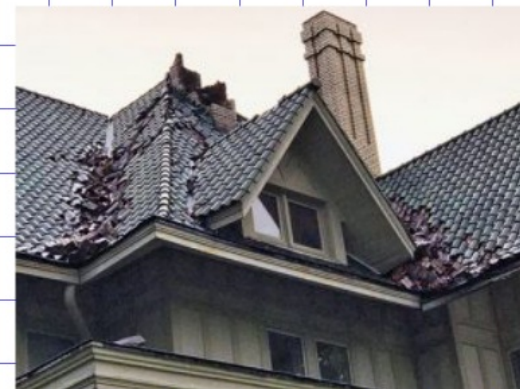
- CONTEXT -

De volgende pagina's geven interessante achtergrondinformatie bij de stof van dit hoofdstuk zoals voorbeelden uit de natuur van de verschijnselen of technische toepassingen van de natuurkundige inzichten bij deze verschijnselen. Zulke achtergrond informatie heet ook wel context. Het is niet noodzakelijk om deze pagina's te bestuderen voor het proefwerk maar het is wel interessante kennis!

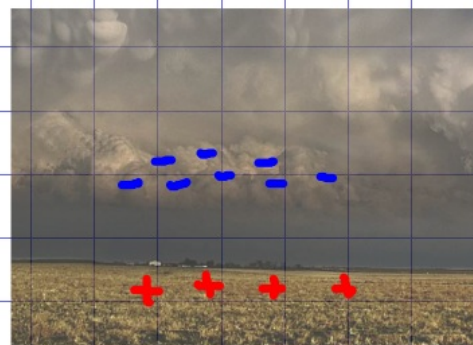
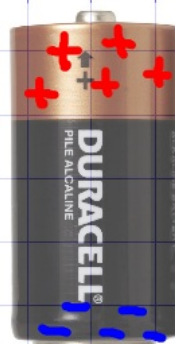
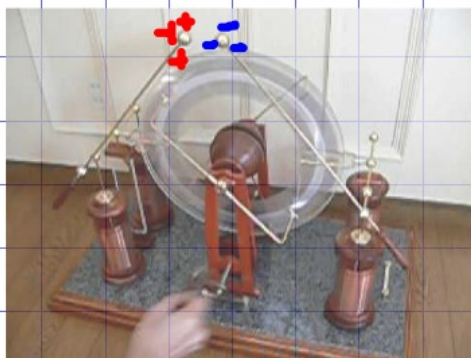
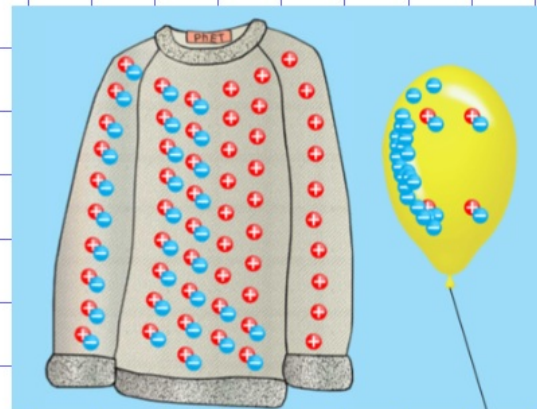
"Wat is stroom?"



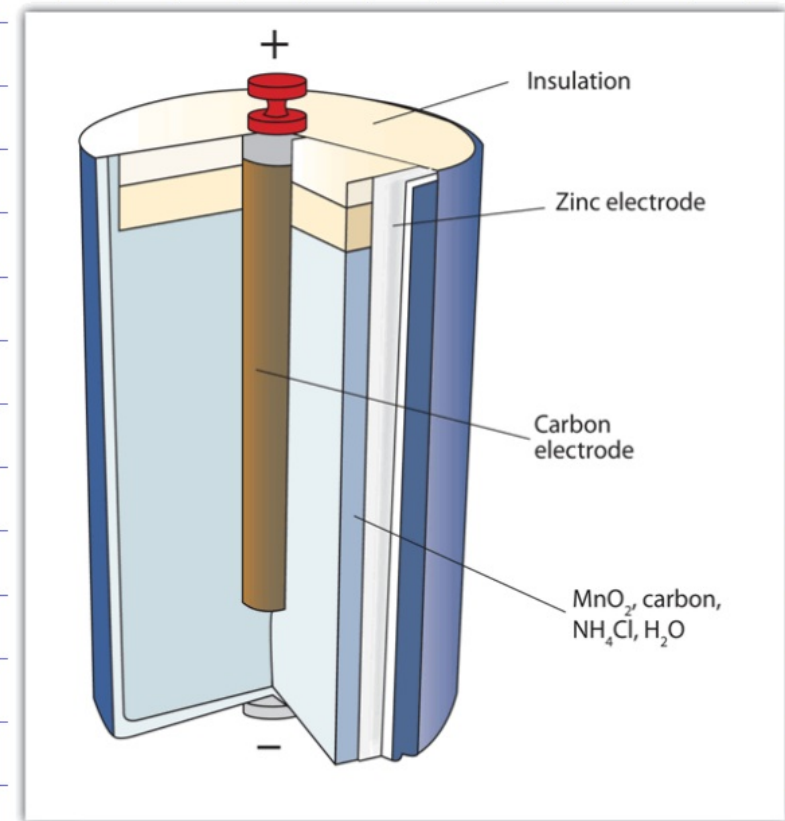
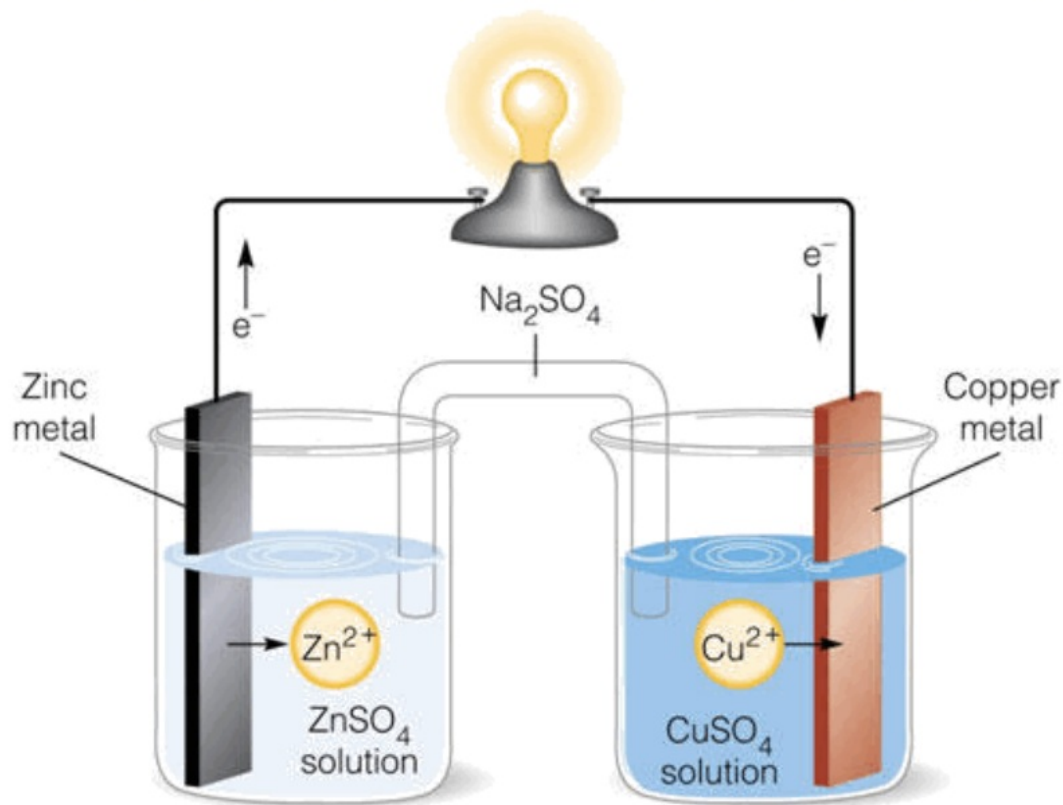
"Wat is bliksem?"



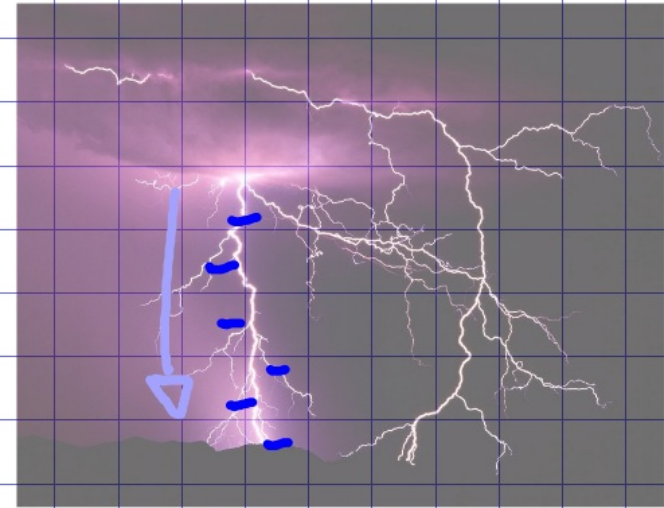
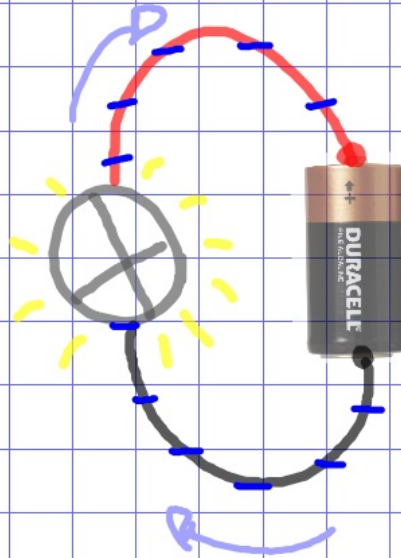
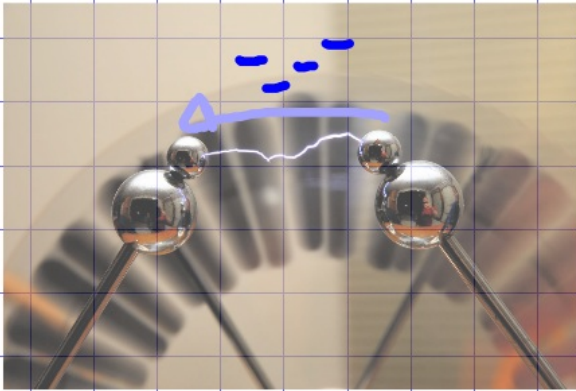
"Wat is spanning?"



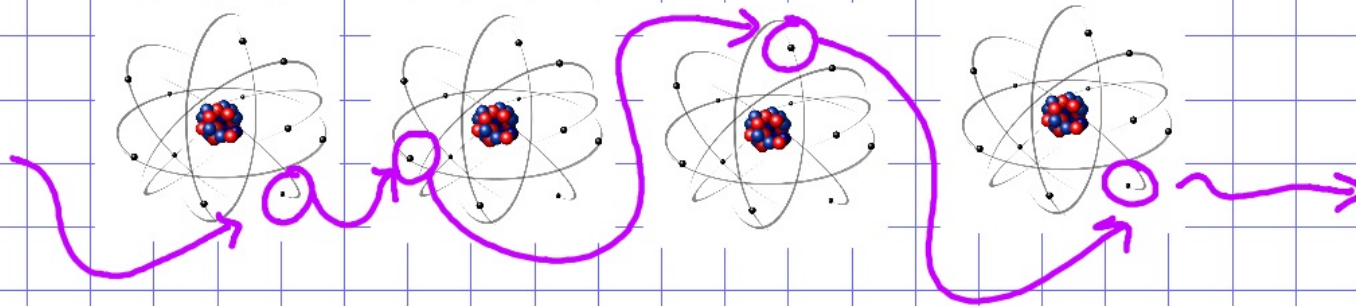
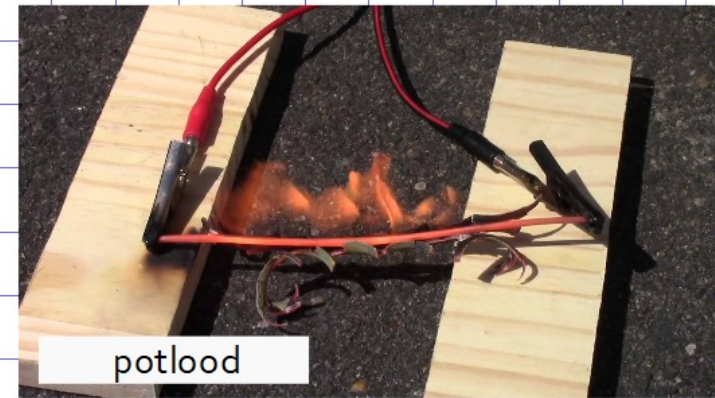
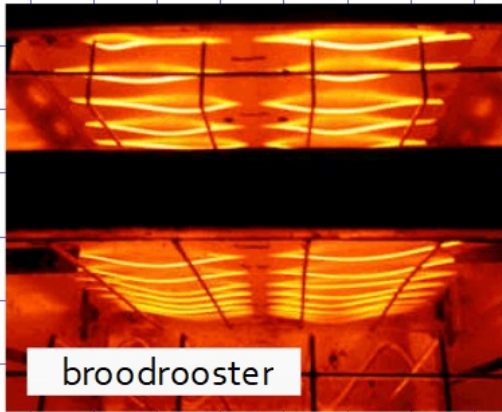
"Hoe ontstaat de spanning in batterijen?"



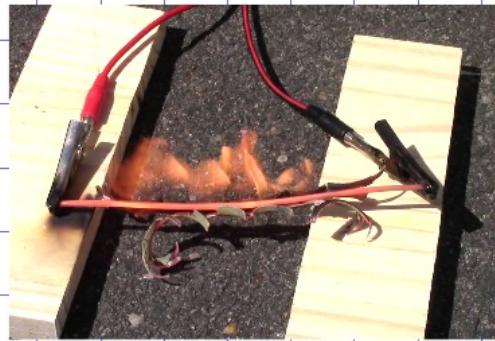
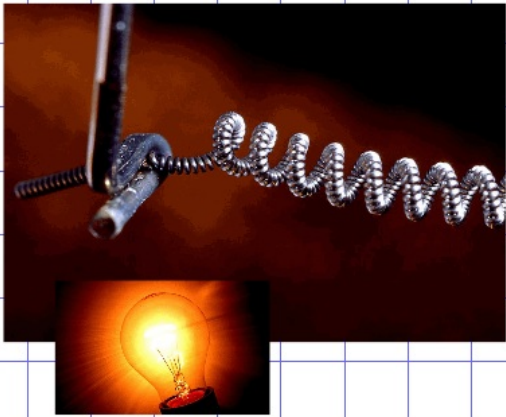
"Hoe veroorzaakt spanning elektrische stroom?"



"Hoe maken deze apparaten warmte uit elektriciteit?"



"Waarom is weerstand zo'n essentieel begrip in de elektriciteitsleer?"



hoe hard het
gaat
stromen

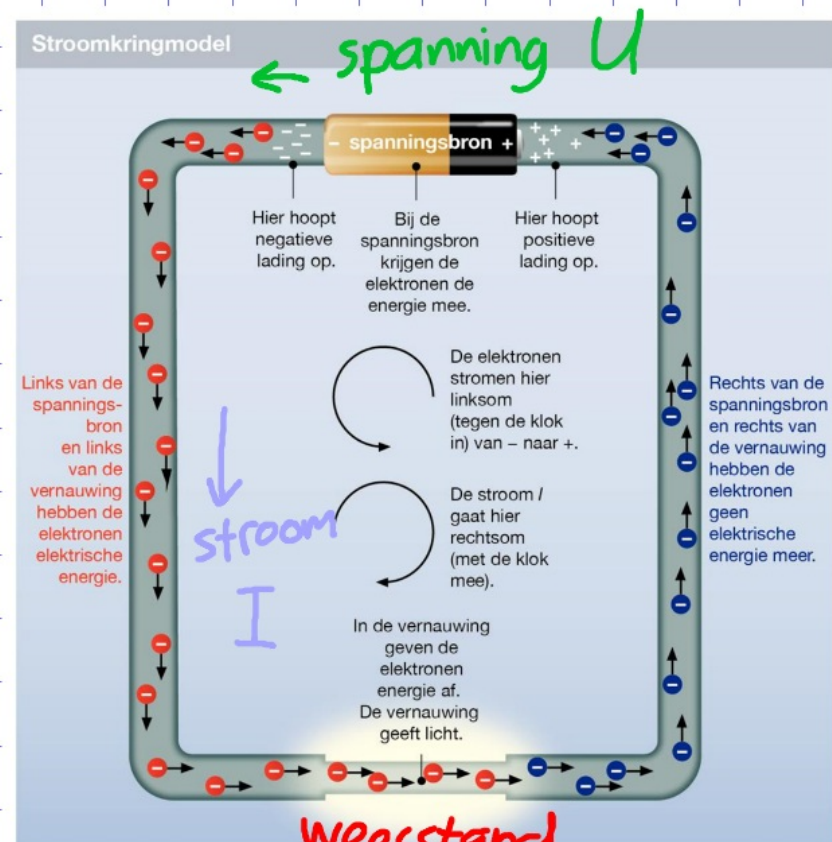
I

$=$

$\frac{U}{R}$

hoe hard
de batterij
"duwt"

weerstand van waar
de stroom doorheen moet

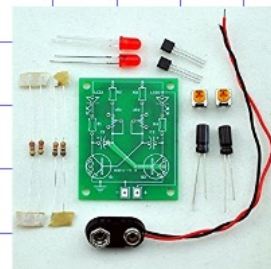
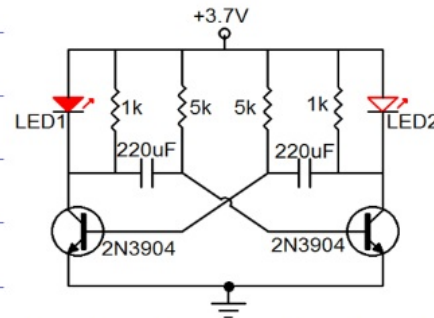


3.4 Een model voor een stroomkring met een spanningsbron en een gloeidraad

"Waar worden weerstanden met verschillende waarden voor gebruikt?"

Resistor Color Code

4-band color code			10K Ohms $\pm 5\%$
5-band color code			47.5 K Ohms $\pm 1\%$
6-band color code			276 Ohms $\pm 5\%$
First Digit	Second Digit	Third Digit	Multiplier
BLK-0	BLK-0	BLK-0	GLD 0.01
BRN-1	BRN-1	BRN-1	GLD 0.1
RED-2	RED-2	RED-2	GLD 1
ORN-3	ORN-3	ORN-3	GLD 10
YEL-4	YEL-4	YEL-4	GLD 100
GRN-5	GRN-5	GRN-5	GLD 1K
BLU-6	BLU-6	BLU-6	GLD 10K
VIO-7	VIO-7	VIO-7	GLD 100K
GRY-8	GRY-8	GRY-8	GLD 1M
WHT-9	WHT-9	WHT-9	GLD 10M
			Tolerance
			GLD $\pm 5\%$
			BRN $\pm 1\%$
			RED $\pm 2\%$
			GRN $\pm 0.5\%$
			BLU $\pm 0.25\%$
			VIO $\pm 0.1\%$
			Temperature Coefficient
			BRN-100ppm
			RED-50ppm
			ORN-15ppm
			YEL-25ppm



batterijspanning,
 $U_{\text{batt}} = 9,0 \text{ V}$

weerstand van 470Ω ,
neemt $5,7 \text{ V}$ van de
batterijspanning op zich

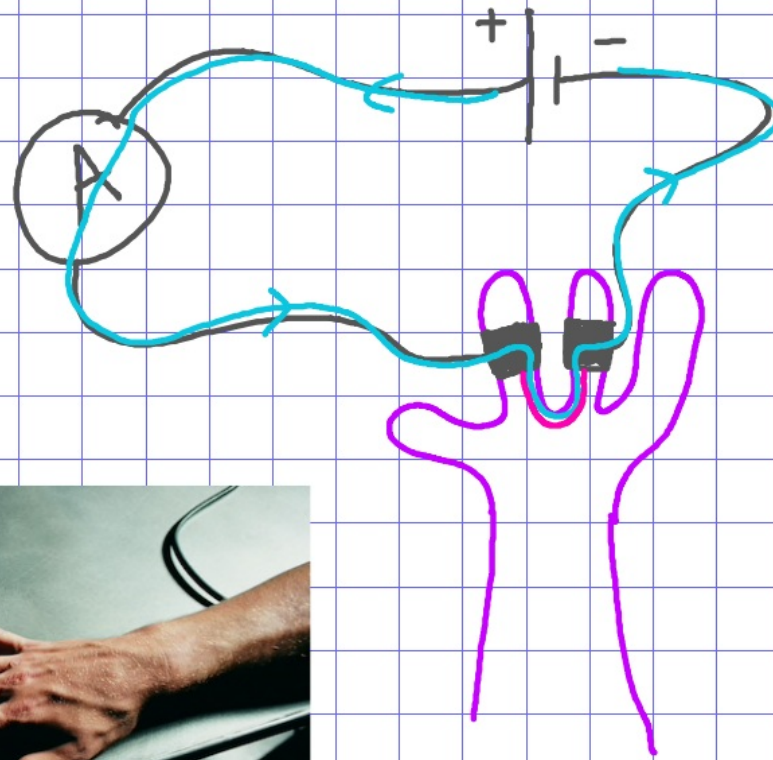
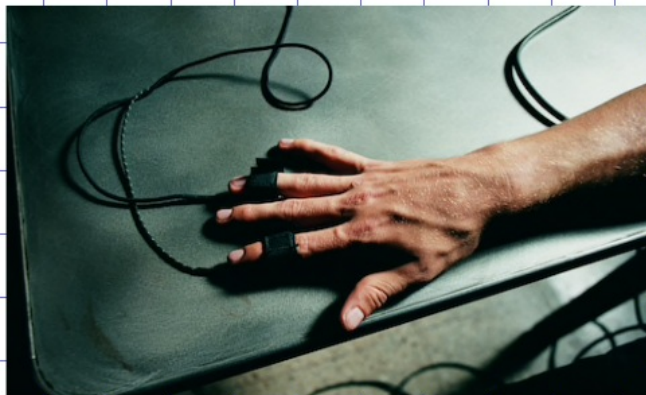
weerstand van 320Ω ,
neemt $4,0 \text{ V}$ van de
batterijspanning op zich

component A, gemaakt
om te functioneren op een
spanning van $3,3 \text{ V}$

component B, gemaakt
om te functioneren op een
spanning van $5,0 \text{ V}$

motortje,
gemaakt om te
functioneren op
een spanning van
 $9,0 \text{ V}$: geen
weerstand in serie
nodig.

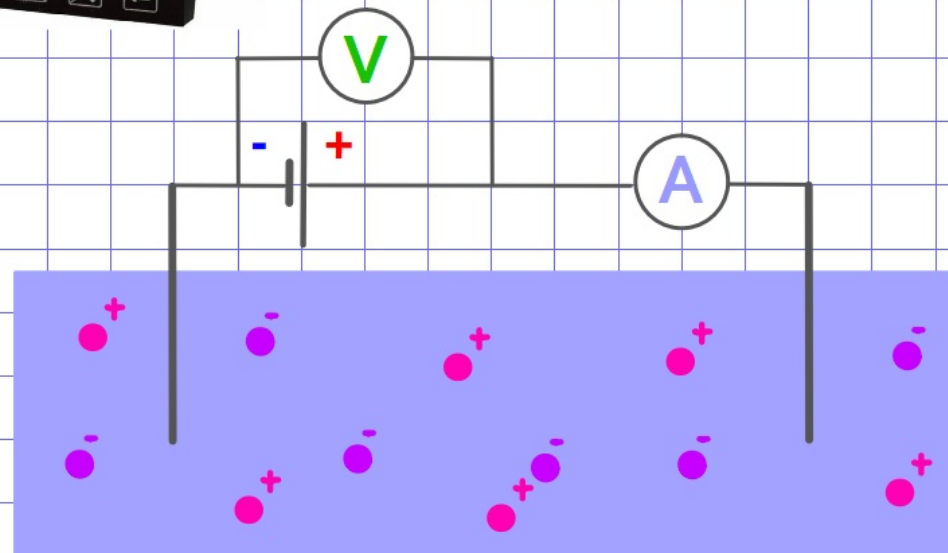
"Hoe wordt weerstand gebruikt in leugendetectors?"



"Hoe kun je de concentratie zouten in water meten met weerstand?"



Conductivity / TDS
Resistivity Controller



"Welke soorten variabele weerstanden zijn er?"

variabele weerstanden:
potentiometers



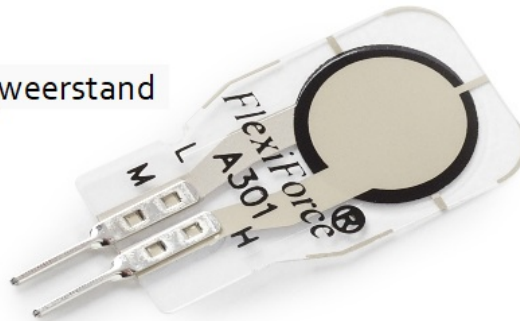
lichtgevoelige
weerstand: LDR



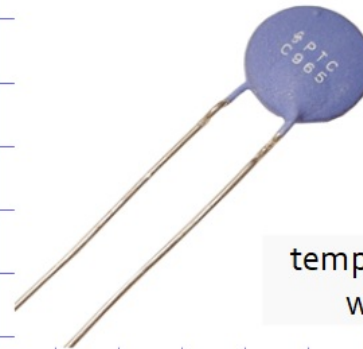
temperatuurgevoelige
weerstand: NTC



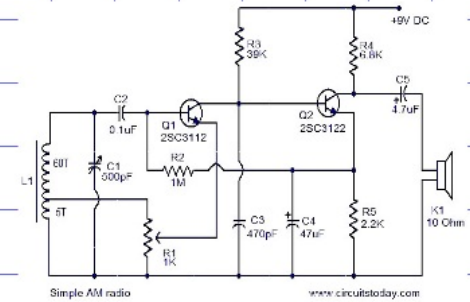
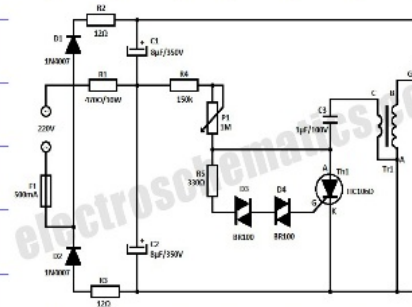
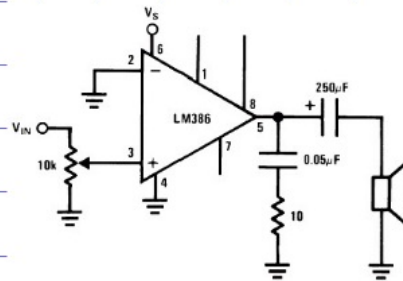
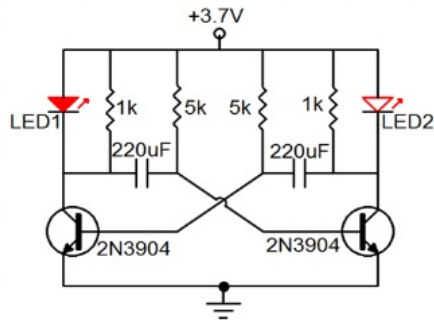
buigweerstand



temperatuurgevoelige
weerstand: PTC



"Hoe werken elektrische apparaten?"



knipperlicht



audioversterker



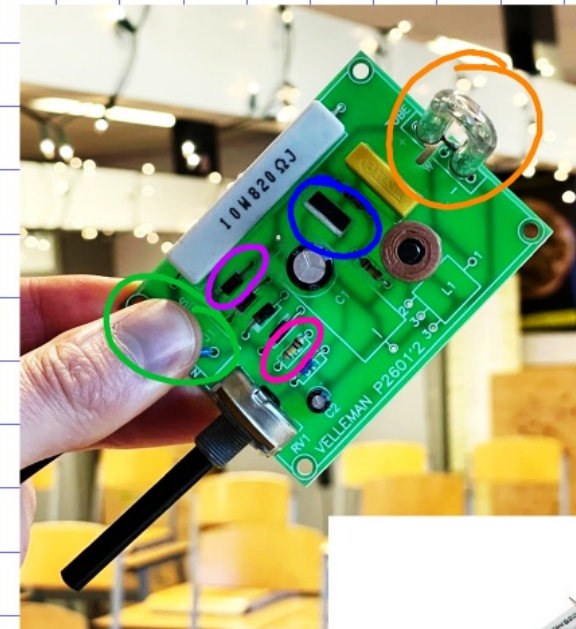
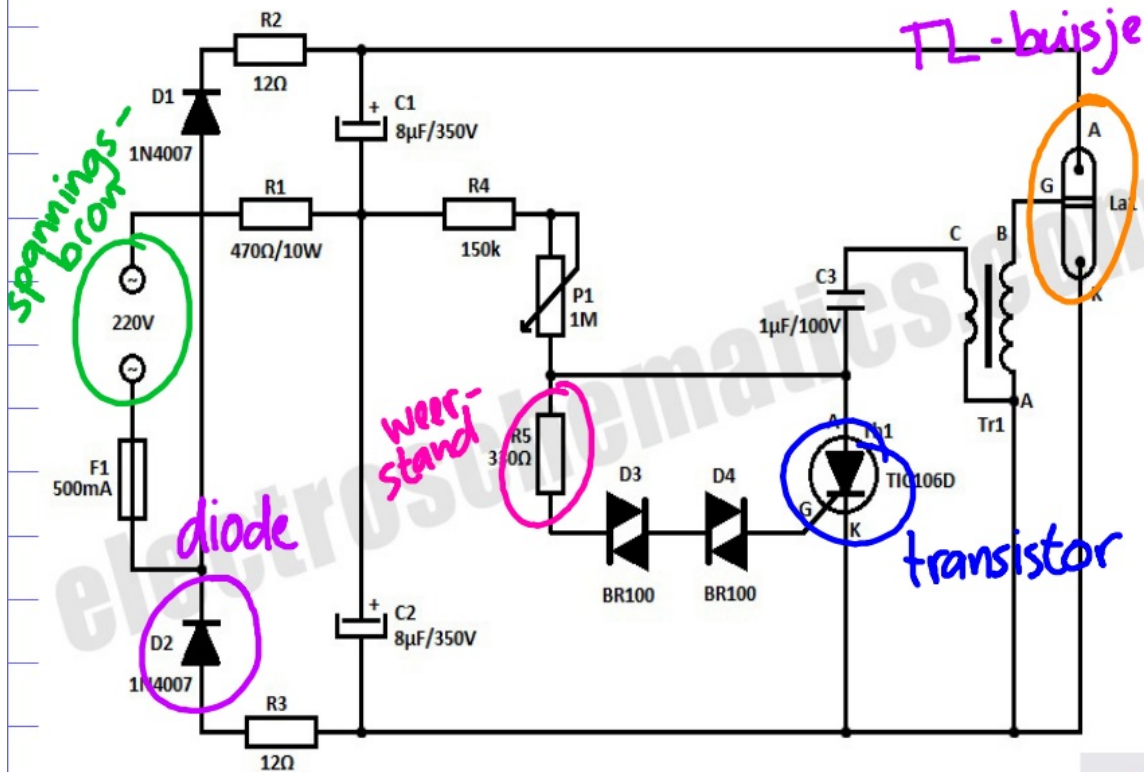
stroboscoop



AM-ontvanger



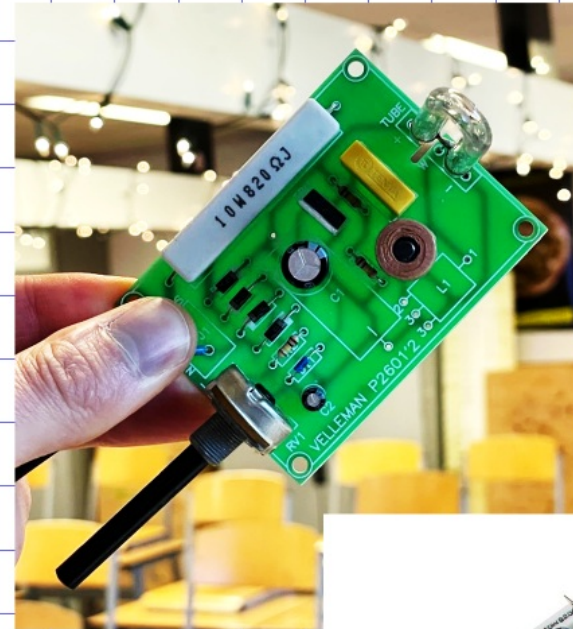
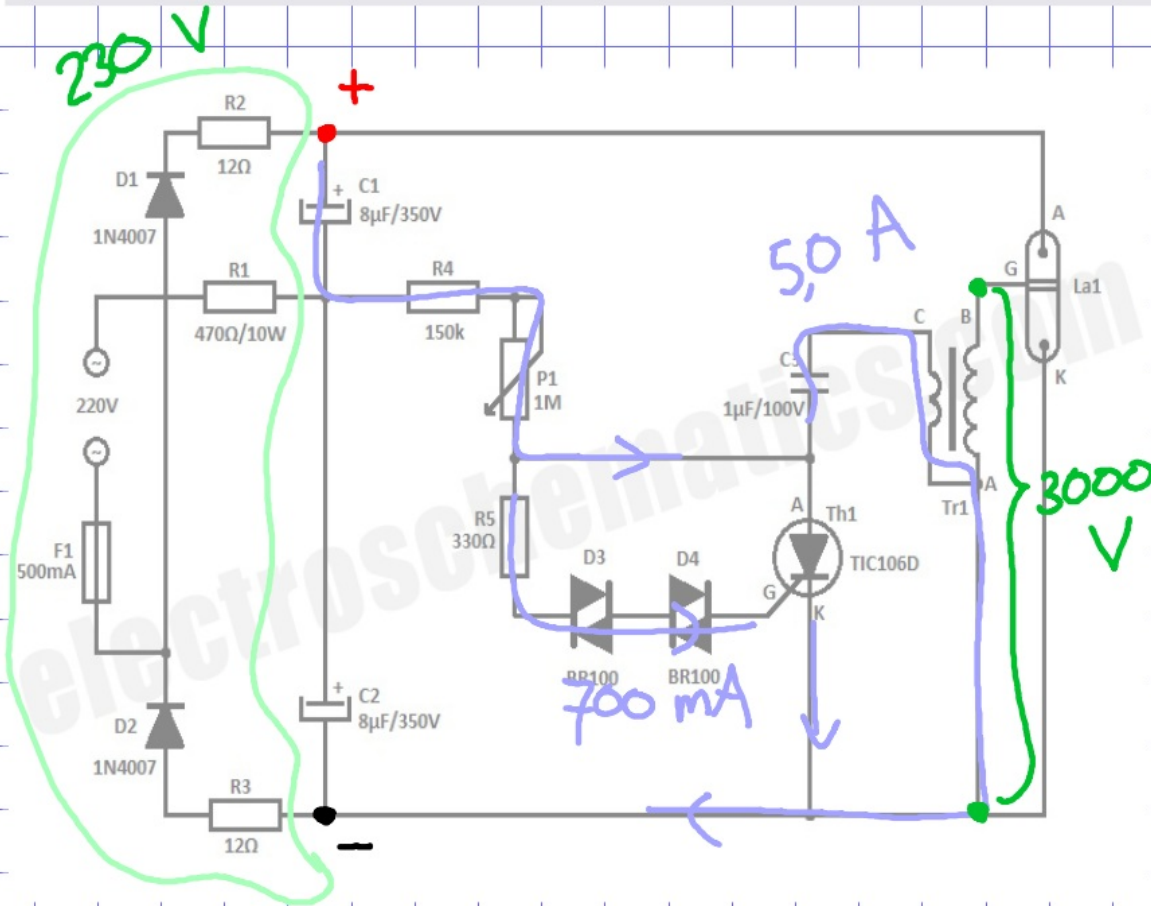
"Hoe werken elektrische apparaten?"

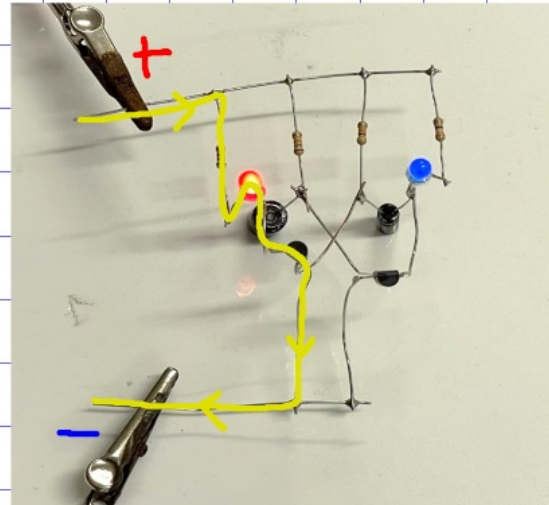
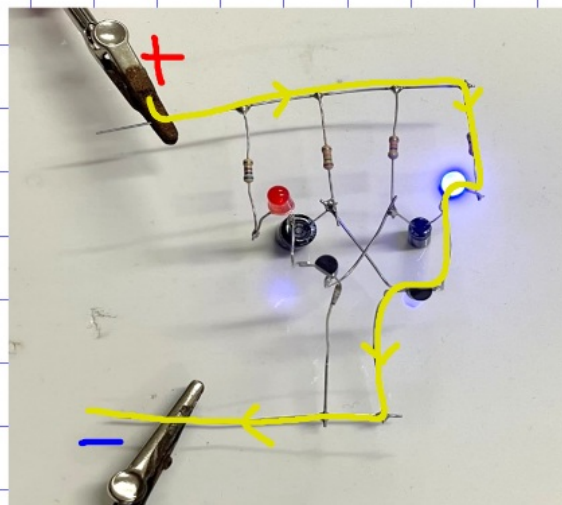
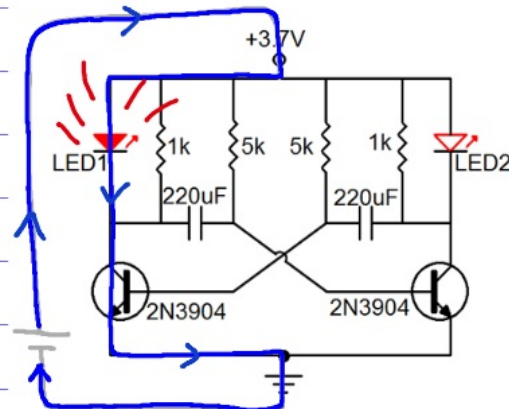
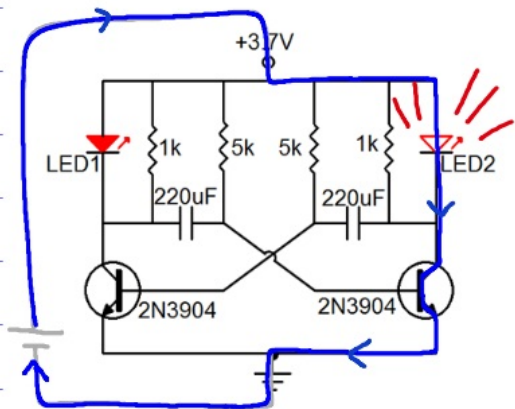


stroboscoop

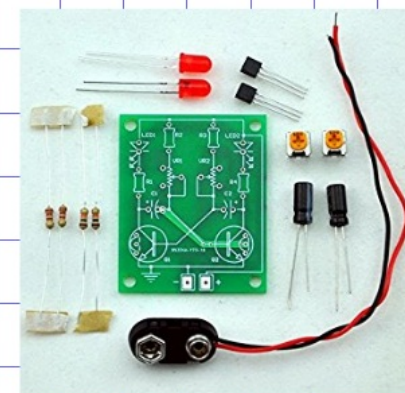


"Hoe werken elektrische apparaten?"

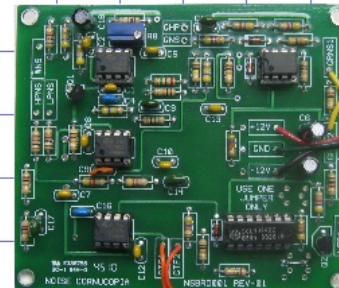
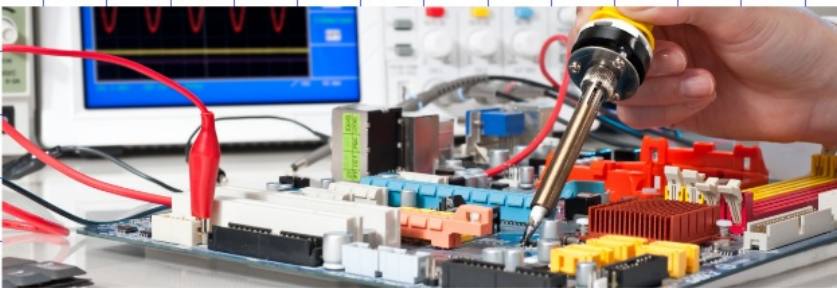
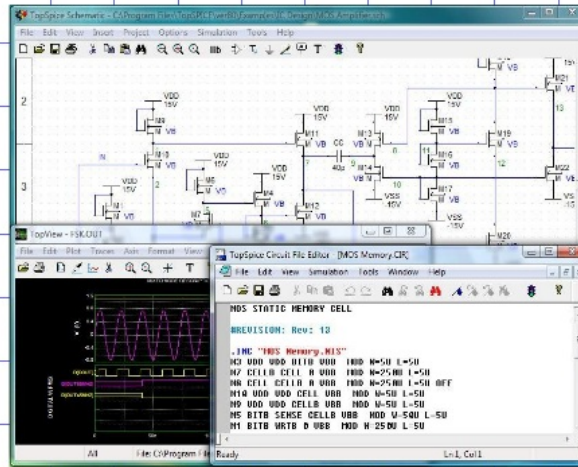




"Hoe werkt een knipperlicht?"

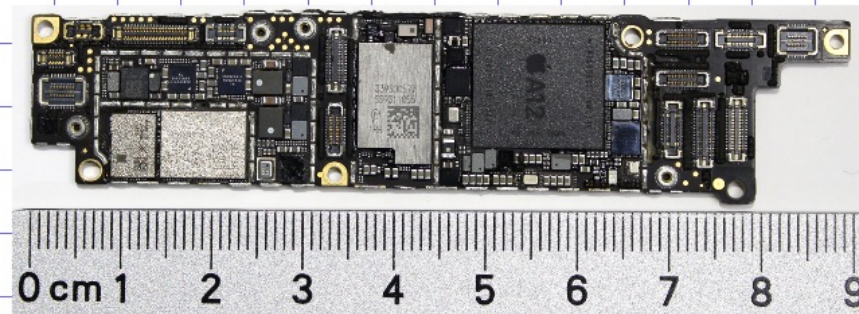


"Hoe is het om te werken in de elektrotechniek?"

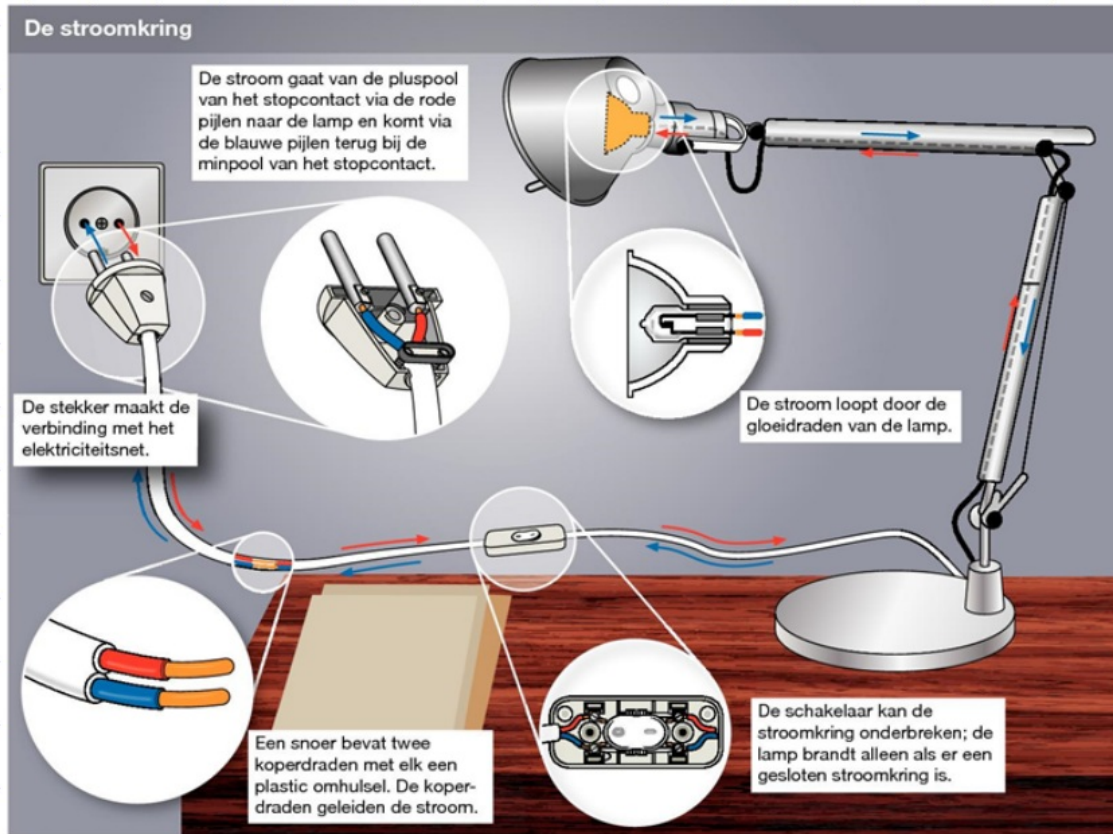


"Hoe is het om te werken in de elektrotechniek?"

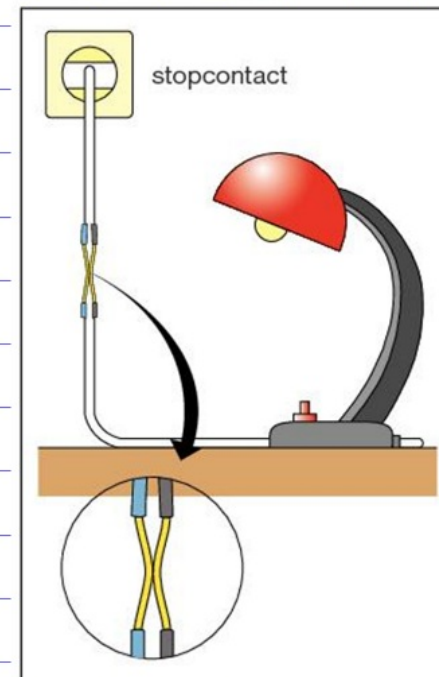
Best betalende studies 2016 (Elsevier.nl)

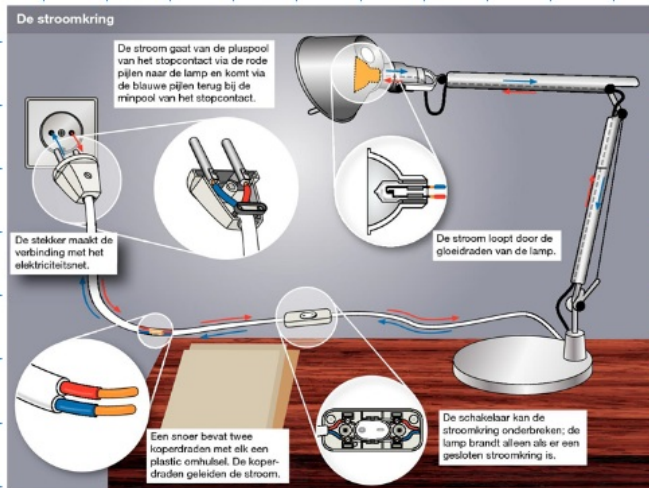


"Hoe loopt stroom door apparaten heen?"



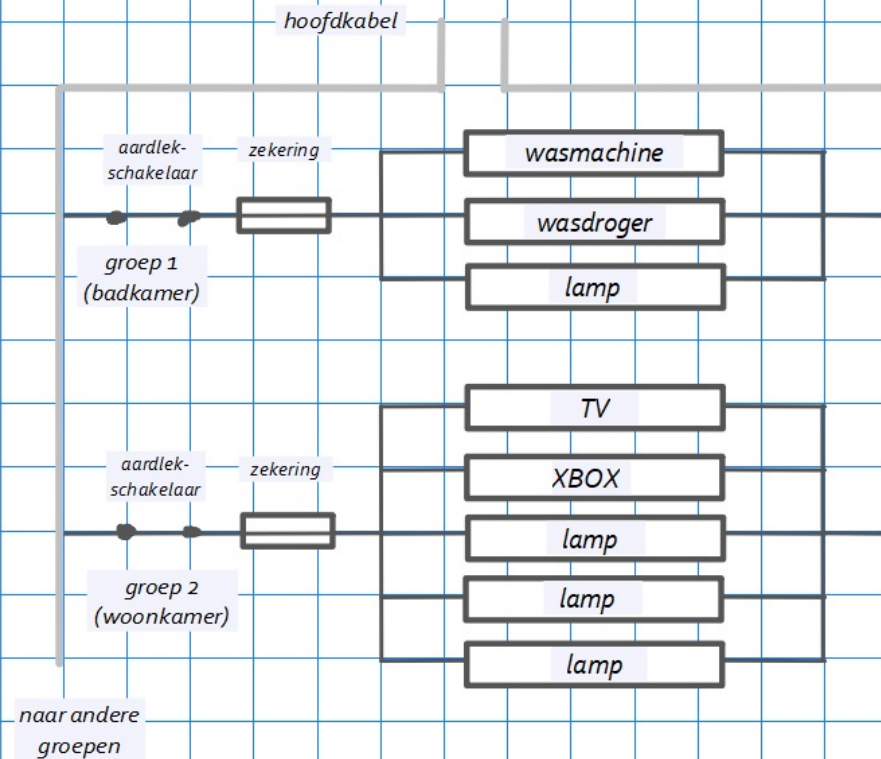
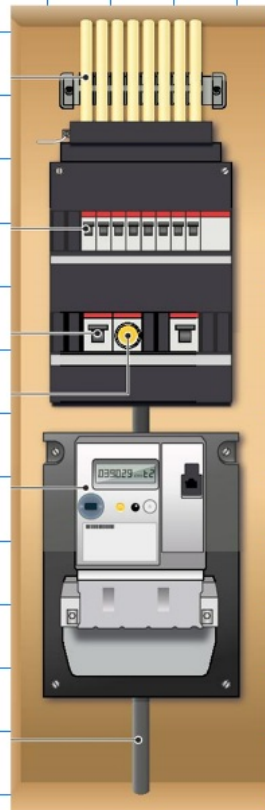
6.7 Het lampje brandt als de stroomkring gesloten is en de elektronen rond kunnen gaan.



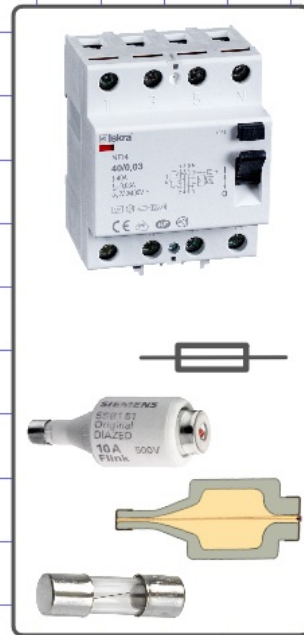


6.7 Het lampje brandt als de stroomkring gesloten is en de elektronen rond kunnen gaan.

"Hoe worden huizen van elektriciteit voorzien?"



"Hoe is de huisinstallatie beveiligd?"



De huisinstallatie

Groep

Deel van de installatie

Een aantal stopcontacten en lichtpunten zit samen op één groep. Vanuit de meterkast loopt een aparte leiding voor elke groep.

Zekering

Beveiliging

Er zijn acht groepen. Elke groep is beveiligd met een zekering. De zekering schakelt de stroom uit bij overbelasting en bij kortsluiting.

Aardlekschakelaar

Beveiliging

Er zijn twee aardlekschakelaars: één voor groep 1 t/m 4 en één voor groep 5 t/m 8. De aardlekschakelaar schakelt de stroom uit bij een lekstroom.

Testknop

Controle

Met deze knop test je of de installatie naar behoren werkt.

Energimeter of kWh-meter

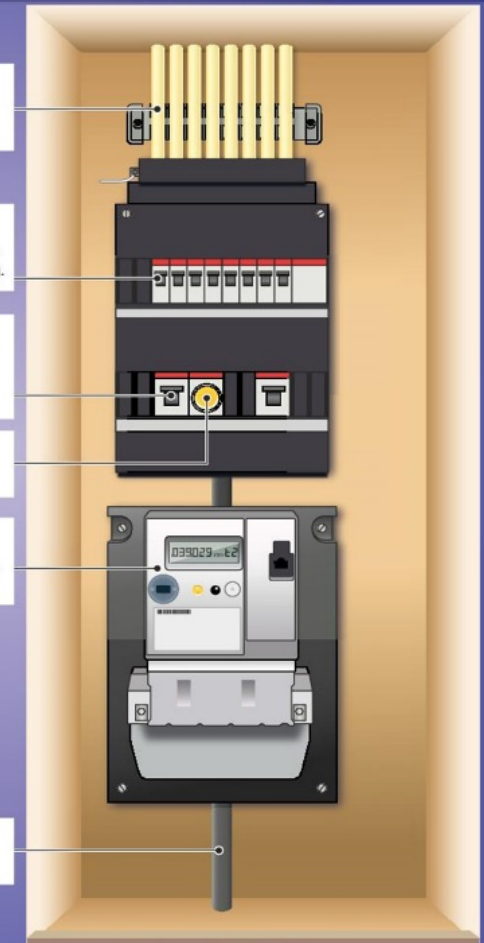
Meet het energiegebruik

Een slimme energiemeter geeft het aantal gebruikte kWh automatisch door aan het energiebedrijf.

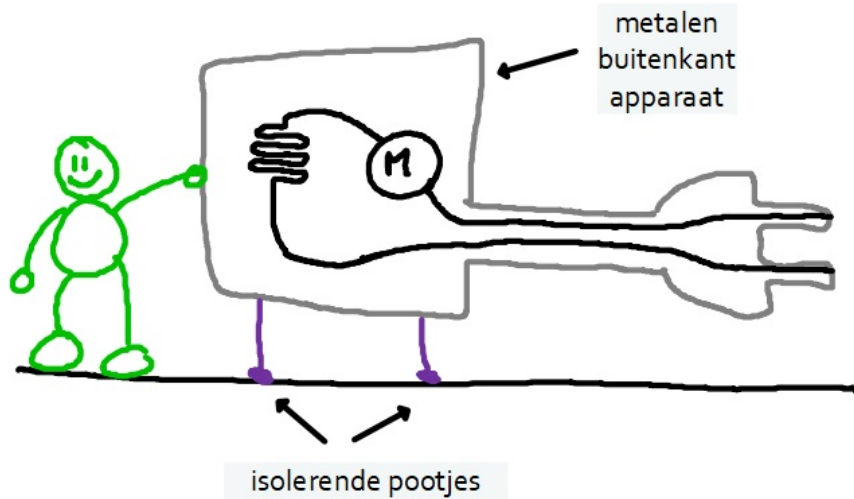
Hoofdkabel

Verbinding met het energiebedrijf

Hier komt de elektrische stroom het huis binnen.



"Wat is kortsluiting?"



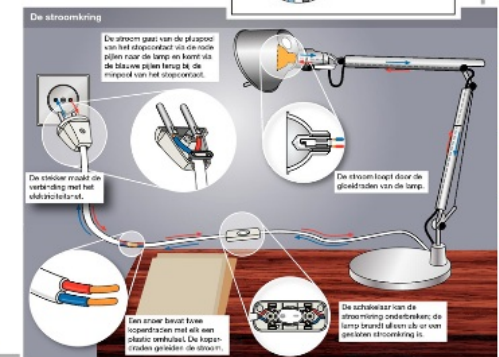
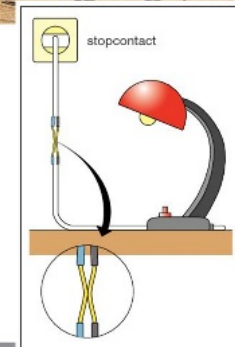
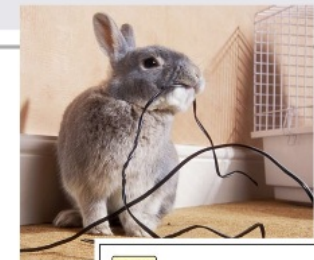
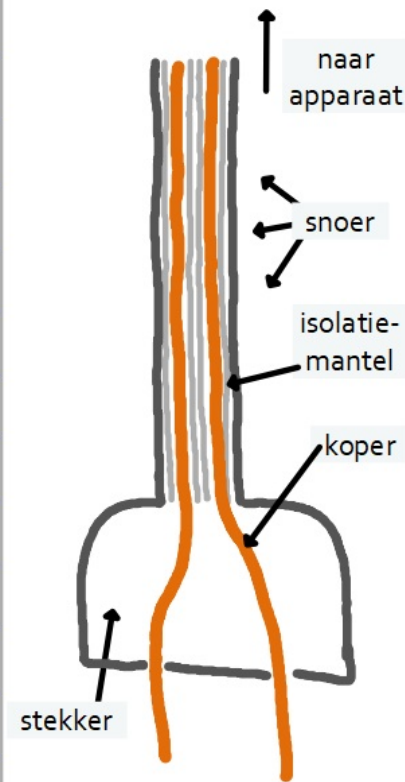
6.21a De stroom loopt door het verwarmingselement. De rode lijn geeft de weg aan die de stroom volgt.



b Bij punt P raakt een draad het metalen omhulsel. Er loopt nu via jou een stroom de aarde in.



c Een geaard stopcontact voert de stroom naar aarde af, een gevaarlijke situatie wordt zo voorkomen.



"Hoeveel moet je betalen voor energie?"

Nuon Part of **VATTENFALL**

Thuis Zakelijk Over Nuon Contact Inloggen Mijn Nuon

Energie Zon Energie besparen Klantenservice Mijn Nuon

Home > Energie > Standaard energie > Prijzen standaard energie

Variabele prijzen stroom en gas

Nuon Stroom en Nuon Gas voor een variabele prijs

De prijzen van **standaard energie**: Nuon Stroom en Nuon Gas zijn variabel. Dit betekent dat de prijzen kunnen veranderen. Dit gebeurt 2 keer per jaar. Dit is afhankelijk van de inkooprijzen van energie. Daalt de inkooprijzen van energie, dan profiteert u hiervan.

Nuon Stroom

De genoemde prijzen gaan in op 1 juli 2013.
Genoemde prijzen zijn in euro, per kWh, inclusief 21% btw en exclusief netbeheer. Het tarief in de kolom 'Energiebelastingen' is inclusief de heffing 'opslag duurzame energie'. De prijzen inclusief energiebelastingen gelden tot een verbruik van 10.000 kWh. Verbruikt u meer elektriciteit of wilt u specifieke informatie over de energiebelastingen? Bekijk meer informatie over energiebelasting.

Tariefsoort Stroom	Leveringstarief	Energiebelastingen	Totaal
Continuutarief	€ 0,0858	€ 0,1423	€ 0,2281
Nachttarief laag	€ 0,0744	€ 0,1423	€ 0,2167
Nachttarief hoog	€ 0,0943	€ 0,1423	€ 0,2366
Avondtarief laag	€ 0,0765	€ 0,1423	€ 0,2188
Avondtarief hoog	€ 0,0961	€ 0,1423	€ 0,2384
Vastrecht per maand		€ 2,49	
Teruggave energiebelasting per maand		€ 32,13	

Klant worden is zo geregeld

Wij regelen alles. U houdt gewoon stroom en gas. U hoeft zich geen zorgen te maken over het papierwerk. Vul uw gegevens in en wij zorgen voor de opzegging bij uw huidige leverancier.

Direct aanvragen

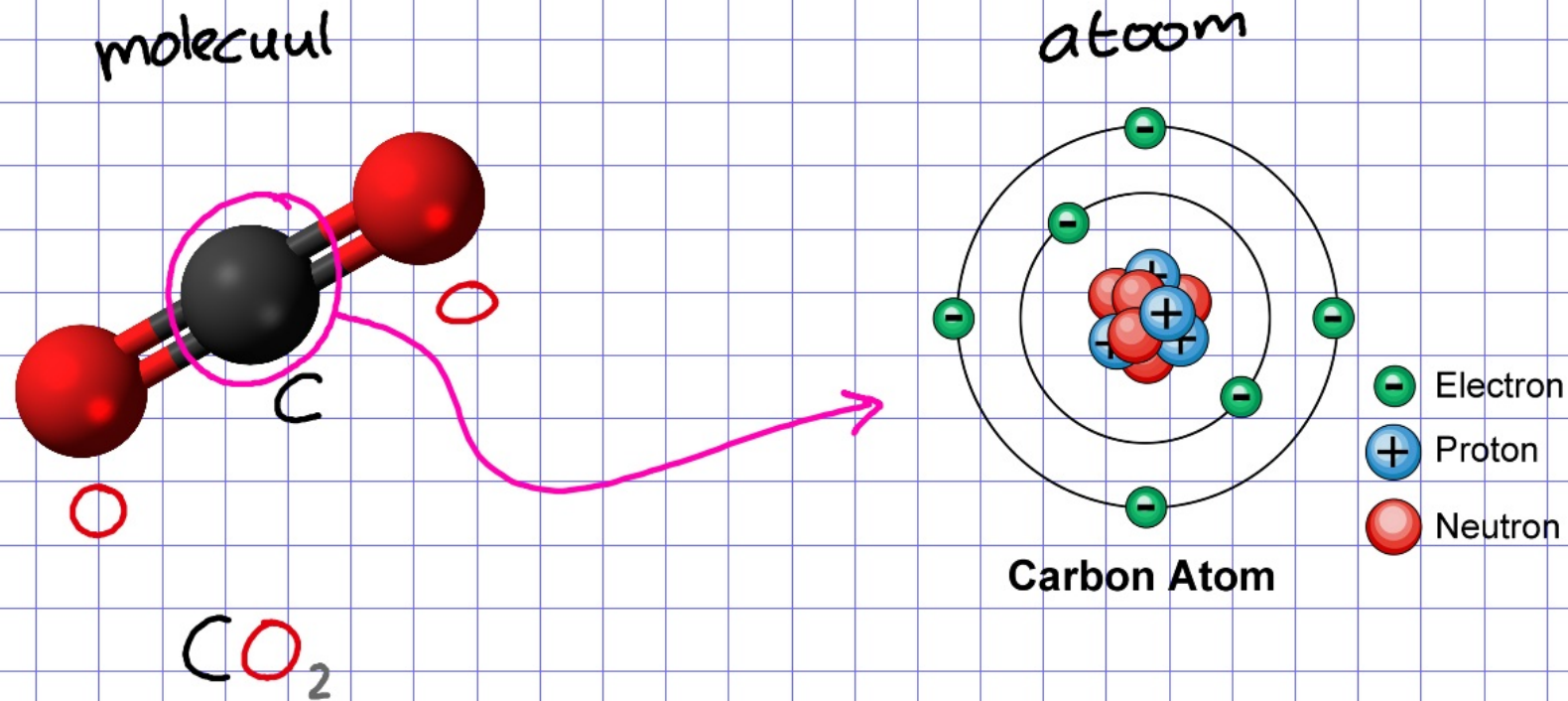
Energieadvies

Welke energie past bij mij?

Ontdek in 1 minuut welk



"Wat zijn elektronen?"



"Welke
atomen
bestaan er?"

"Welke
atomen
vormen
moleculen en
welke niet?"

Periodiek Systeem der Elementen

Legend:

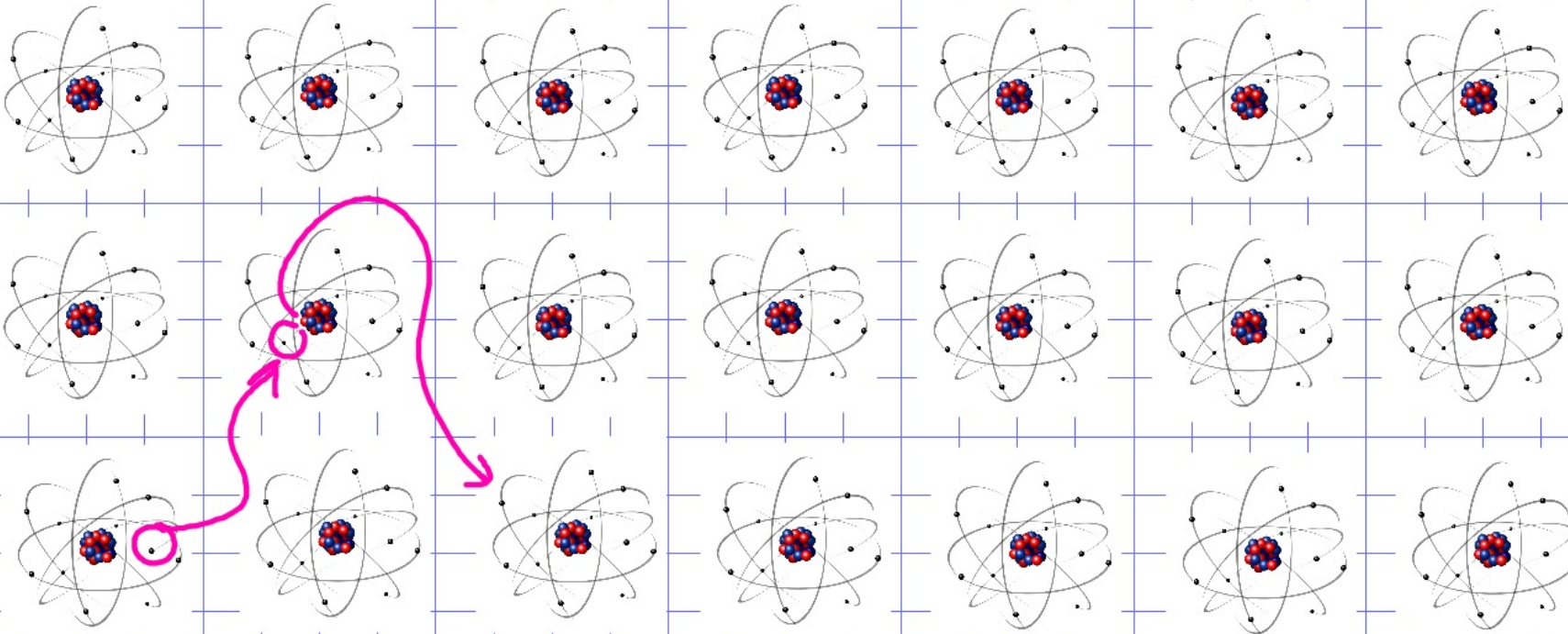
- Alkalimetalen
- Aardalkalimetalen
- Overgangsmetalen
- Lanthaniden
- Actiniden
- Hoofdgroepmetalen
- Niet-metalen
- Edelgassen
- C** Solid
- Br** Liquid
- H** Gas
- Tc** Synthetic

Atomic masses in parentheses are those of the most stable or common isotope.

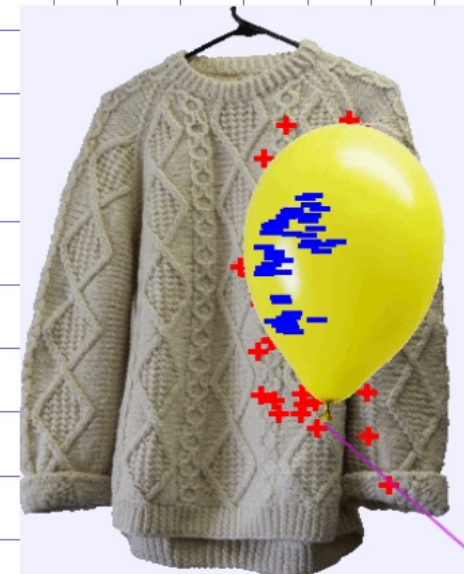
Note: The subgroup numbers 1-18 were adopted in 1984 by the International Union of Pure and Applied Chemistry. The names of elements 112-118 are the Latin equivalents of those numbers.

1 H Hydrogen 1.00794	2 He Helium 4.002602																	18 Ar Argon 39.948	19 K Potassium 39.0983	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.955910	22 Ti Titanium 47.867	23 V Vanadium 50.9415	24 Cr Chromium 51.9961	25 Mn Manganese 54.938048	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933200	28 Ni Nickel 58.6934	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.409	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.64	33 As Arsenic 74.92160	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.798	37 Rb Rubidium 85.4678	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.90585	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.90638	42 Mo Molybdenum 95.94	43 Tc Technetium (98)	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.90550	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.8682	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.710	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.90447	54 Xe Xenon 131.29	55 Cs Cesium 132.90545	56 Ba Barium 137.327	57-71 Lanthanides	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.94788	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.222	78 Pt Platinum 195.078	79 Au Gold 196.96657	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.3833	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.98039	84 Po Polonium (209)	85 At Astatine (210)	86 Rn Radon (222)	87 Fr Francium (223)	88 Ra Radium (226)	89-103 Actinides	104 Rf Rutherfordium (261)	105 Db Dubnium (262)	106 Sg Seaborgium (266)	107 Bh Bohrium (264)	108 Hs Hassium (269)	109 Mt Meitnerium (268)	110 Ds Darmstadtium (271)	111 Rg Roentgenium (272)	112 Uub Ununbium (285)	113 Uut Ununtrium (284)	114 Uuq Ununquadium (289)	115 Uup Ununpentium (288)	116 Uuh Ununhexium (292)	117 Uus Ununseptium (294)	118 Uuo Ununoctium (294)	119 Uuh Ununennium (295)	120 Uuo Ununium (296)	121 Uuu Ununium (297)	122 Uuq Ununium (298)	123 Uub Ununium (299)	124 Uut Ununium (301)	125 Uuq Ununium (302)	126 Uup Ununium (304)	127 Uuh Ununium (305)	128 Uus Ununium (307)	129 Uuo Ununium (308)	130 Uuu Ununium (310)	131 Uuq Ununium (311)	132 Uub Ununium (312)	133 Uut Ununium (313)	134 Uuq Ununium (315)	135 Uup Ununium (316)	136 Uuh Ununium (318)	137 Uus Ununium (319)	138 Uuo Ununium (321)	139 Uuu Ununium (322)	140 Uuq Ununium (324)	141 Uub Ununium (325)	142 Uut Ununium (327)	143 Uuq Ununium (328)	144 Uup Ununium (330)	145 Uuh Ununium (331)	146 Uus Ununium (333)	147 Uuo Ununium (334)	148 Uuu Ununium (336)	149 Uuq Ununium (337)	150 Uub Ununium (339)	151 Uut Ununium (340)	152 Uuq Ununium (342)	153 Uup Ununium (344)	154 Uuh Ununium (346)	155 Uus Ununium (348)	156 Uuo Ununium (350)	157 Uuu Ununium (351)	158 Uuq Ununium (353)	159 Uub Ununium (354)	160 Uut Ununium (356)	161 Uuq Ununium (358)	162 Uup Ununium (360)	163 Uuh Ununium (362)	164 Uus Ununium (365)	165 Uuo Ununium (367)	166 Uuu Ununium (370)	167 Uuq Ununium (371)	168 Uub Ununium (373)	169 Uut Ununium (375)	170 Uuq Ununium (377)	171 Uup Ununium (380)	172 Uuh Ununium (381)	173 Uus Ununium (383)	174 Uuo Ununium (385)	175 Uuu Ununium (388)	176 Uuq Ununium (391)	177 Uub Ununium (392)	178 Uut Ununium (394)	179 Uuq Ununium (396)	180 Uup Ununium (399)	181 Uuh Ununium (401)	182 Uus Ununium (403)	183 Uuo Ununium (405)	184 Uuu Ununium (408)	185 Uuq Ununium (409)	186 Uub Ununium (411)	187 Uut Ununium (413)	188 Uuq Ununium (415)	189 Uup Ununium (418)	190 Uuh Ununium (419)	191 Uus Ununium (421)	192 Uuo Ununium (423)	193 Uuu Ununium (426)	194 Uuq Ununium (427)	195 Uub Ununium (429)	196 Uut Ununium (431)	197 Uuq Ununium (434)	198 Uup Ununium (435)	199 Uuh Ununium (437)	200 Uus Ununium (439)	201 Uuo Ununium (441)	202 Uuu Ununium (444)	203 Uuq Ununium (445)	204 Uub Ununium (447)	205 Uut Ununium (449)	206 Uuq Ununium (452)	207 Uup Ununium (453)	208 Uuh Ununium (455)	209 Uus Ununium (457)	210 Uuo Ununium (459)	211 Uuu Ununium (462)	212 Uuq Ununium (463)	213 Uub Ununium (465)	214 Uut Ununium (467)	215 Uuq Ununium (470)	216 Uup Ununium (471)	217 Uuh Ununium (473)	218 Uus Ununium (475)	219 Uuo Ununium (477)	220 Uuu Ununium (480)	221 Uuq Ununium (481)	222 Uub Ununium (483)	223 Uut Ununium (485)	224 Uuq Ununium (488)	225 Uup Ununium (489)	226 Uuh Ununium (491)	227 Uus Ununium (493)	228 Uuo Ununium (495)	229 Uuu Ununium (498)	230 Uuq Ununium (499)	231 Uub Ununium (501)	232 Uut Ununium (503)	233 Uuq Ununium (506)	234 Uup Ununium (507)	235 Uuh Ununium (509)	236 Uus Ununium (511)	237 Uuo Ununium (513)	238 Uuu Ununium (516)	239 Uuq Ununium (517)	240 Uub Ununium (519)	241 Uut Ununium (521)	242 Uuq Ununium (524)	243 Uup Ununium (525)	244 Uuh Ununium (527)	245 Uus Ununium (529)	246 Uuo Ununium (531)	247 Uuu Ununium (534)	248 Uuq Ununium (535)	249 Uub Ununium (537)	250 Uut Ununium (539)	251 Uuq Ununium (542)	252 Uup Ununium (543)	253 Uuh Ununium (545)	254 Uus Ununium (547)	255 Uuo Ununium (549)	256 Uuu Ununium (552)	257 Uuq Ununium (553)	258 Uub Ununium (555)	259 Uut Ununium (557)	260 Uuq Ununium (560)	261 Uup Ununium (561)	262 Uuh Ununium (563)	263 Uus Ununium (565)	264 Uuo Ununium (567)	265 Uuu Ununium (570)	266 Uuq Ununium (571)	267 Uub Ununium (573)	268 Uut Ununium (575)	269 Uuq Ununium (578)	270 Uup Ununium (579)	271 Uuh Ununium (581)	272 Uus Ununium (583)	273 Uuo Ununium (585)	274 Uuu Ununium (588)	275 Uuq Ununium (589)	276 Uub Ununium (591)	277 Uut Ununium (593)	278 Uuq Ununium (596)	279 Uup Ununium (597)	280 Uuh Ununium (599)	281 Uus Ununium (601)	282 Uuo Ununium (603)	283 Uuu Ununium (606)	284 Uuq Ununium (607)	285 Uub Ununium (609)	286 Uut Ununium (611)	287 Uuq Ununium (614)	288 Uup Ununium (615)	289 Uuh Ununium (617)	290 Uus Ununium (619)	291 Uuo Ununium (621)	292 Uuu Ununium (624)	293 Uuq Ununium (625)	294 Uub Ununium (627)	295 Uut Ununium (629)	296 Uuq Ununium (632)	297 Uup Ununium (633)	298 Uuh Ununium (635)	299 Uus Ununium (637)	300 Uuo Ununium (639)	301 Uuu Ununium (642)	302 Uuq Ununium (643)	303 Uub Ununium (645)	304 Uut Ununium (647)	305 Uuq Ununium (650)	306 Uup Ununium (651)	307 Uuh Ununium (653)	308 Uus Ununium (655)	309 Uuo Ununium (657)	310 Uuu Ununium (660)	311 Uuq Ununium (661)	312 Uub Ununium (663)	313 Uut Ununium (665)	314 Uuq Ununium (668)	315 Uup Ununium (669)	316 Uuh Ununium (671)	317 Uus Ununium (673)	318 Uuo Ununium (675)	319 Uuu Ununium (678)	320 Uuq Ununium (679)	321 Uub Ununium (681)	322 Uut Ununium (683)	323 Uuq Ununium (686)	324 Uup Ununium (687)	325 Uuh Ununium (689)	326 Uus Ununium (691)	327 Uuo Ununium (693)	328 Uuu Ununium (696)	329 Uuq Ununium (697)	330 Uub Ununium (699)	331 Uut Ununium (701)	332 Uuq Ununium (704)	333 Uup Ununium (705)	334 Uuh Ununium (707)	335 Uus Ununium (709)	336 Uuo Ununium (711)	337 Uuu Ununium (714)	338 Uuq Ununium (715)	339 Uub Ununium (717)	340 Uut Ununium (719)	341 Uuq Ununium (722)	342 Uup Ununium (723)	343 Uuh Ununium (725)	344 Uus Ununium (727)	345 Uuo Ununium (729)	346 Uuu Ununium (732)	347 Uuq Ununium (733)	348 Uub Ununium (735)	349 Uut Ununium (737)	350 Uuq Ununium (740)	351 Uup Ununium (741)	352 Uuh Ununium (743)	353 Uus Ununium (745)	354 Uuo Ununium (747)	355 Uuu Ununium (750)	356 Uuq Ununium (751)	357 Uub Ununium (753)	358 Uut Ununium (755)	359 Uuq Ununium (758)	360 Uup Ununium (759)	361 Uuh Ununium (761)	362 Uus Ununium (763)	363 Uuo Ununium (765)	364 Uuu Ununium (768)	365 Uuq Ununium (769)	366 Uub Ununium (771)	367 Uut Ununium (773)	368 Uuq Ununium (776)	369 Uup Ununium (777)	370 Uuh Ununium (779)	371 Uus Ununium (781)	372 Uuo Ununium (783)	373 Uuu Ununium (786)	374 Uuq Ununium (787)	375 Uub Ununium (789)	376 Uut Ununium (791)	377 Uuq Ununium (794)	378 Uup Ununium (795)	379 Uuh Ununium (797)	380 Uus Ununium (799)	381 Uuo Ununium (801)	382 Uuu Ununium (804)	383 Uuq Ununium (805)	384 Uub Ununium (807)	385 Uut Ununium (809)	386 Uuq Ununium (812)	387 Uup Ununium (813)	388 Uuh Ununium (815)	389 Uus Ununium (817)	390 Uuo Ununium (819)	391 Uuu Ununium (822)	392 Uuq Ununium (823)	393 Uub Ununium (825)	394 Uut Ununium (827)	395 Uuq Ununium (830)	396 Uup Ununium (831)	397 Uuh Ununium (833)	398 Uus Ununium (835)	399 Uuo Ununium (837)	400 Uuu Ununium (840)	401 Uuq Ununium (841)	402 Uub Ununium (843)	403 Uut Ununium (845)	404 Uuq Ununium (848)	405 Uup Ununium (849)	406 Uuh Ununium (851)	407 Uus Ununium (853)	408 Uuo Ununium (855)	409 Uuu Ununium (858)	410 Uuq Ununium (859)	411 Uub Ununium (861)	412 Uut Ununium (863)	413 Uuq Ununium (866)	414 Uup Ununium (867)	415 Uuh Ununium (869)	416 Uus Ununium (871)	417 Uuo Ununium (873)	418 Uuu Ununium (876)	419 Uuq Ununium (877)	420 Uub Ununium (879)	421 Uut Ununium (881)	422 Uuq Ununium (884)	423 Uup Ununium (885)	424 Uuh Ununium (887)	425 Uus Ununium (889)	426 Uuo Ununium (891)	427 Uuu Ununium (894)	428 Uuq Ununium (895)	429 Uub Ununium (897)	430 Uut Ununium (899)	431 Uuq Ununium (902)	432 Uup Ununium (903)	433 Uuh Ununium (905)	434 Uus Ununium (907)	435 Uuo Ununium (909)	436 Uuu Ununium (912)	437 Uuq Ununium (913)	438 Uub Ununium (915)	439 Uut Ununium (917)	440 Uuq Ununium (920)	441 Uup Ununium (921)	442 Uuh Ununium (923)	443 Uus Ununium (925)	444 Uuo Ununium (927)	445 Uuu Ununium (930)	446 Uuq Ununium (931)	447 Uub Ununium (933)	448 Uut Ununium (935)	449 Uuq Ununium (938)	450 Uup Ununium (939)	451 Uuh Ununium (941)	452 Uus Ununium (943)	453 Uuo Ununium (945)	454 Uuu Ununium (948)	455 Uuq Ununium (949)	456 Uub Ununium (951)	457 Uut Ununium (953)	458 Uuq Ununium (956)	459 Uup Ununium (957)	460 Uuh Ununium (959)	461 Uus Ununium (961)	462 Uuo Ununium (963)	463 Uuu Ununium (966)	464 Uuq Ununium (967)	465 Uub Ununium (969)	466 Uut Ununium (971)	467 Uuq Ununium (974)	468 Uup Ununium (975)	469 Uuh Ununium (977)	470 Uus Ununium (979)	471 Uuo Ununium (981)	472 Uuu Ununium (984)	473 Uuq Ununium (985)	474 Uub Ununium (987)	475 Uut Ununium (989)	476 Uuq Ununium (992)	477 Uup Ununium (993)	478 Uuh Ununium (995)	479 Uus Ununium (997)	480 Uuo Ununium (999)	481 Uuu Ununium (1002)	482 Uuq Ununium (1003)	483 Uub Ununium (1005)	484 Uut Ununium (1007)	485 Uuq Ununium (1010)	486 Uup Ununium (1011)	487 Uuh Ununium (1013)	488 Uus Ununium (1015)	489 Uuo Ununium (1017)	490 Uuu Ununium (1020)	491 Uuq Ununium (1021)	492 Uub Ununium (1023)	493 Uut Ununium (1025)	494 Uuq Ununium (1028)	495 Uup Ununium (1029)	496 Uuh Ununium (1031)	497 Uus Ununium (1033)	498 Uuo Ununium (1035)	499 Uuu Ununium (1038)	500 Uuq Ununium (1039)	501 Uub Ununium (1041)	502 Uut Ununium (1043)	503 Uuq Ununium (1046)	504 Uup Ununium (1047)	505 Uuh Ununium (1049)	506 Uus Ununium (1051)	507 Uuo Ununium (1053)	508 Uuu Ununium (1056)	509 Uuq Ununium (1057)	510 Uub Ununium (1059)	511 Uut Ununium (1061)	512 Uuq Ununium (1064)	513 Uup Ununium (1065)	514 Uuh Ununium (1067)	515 Uus Ununium (1069)	516 Uuo Ununium (1071)	517 Uuu Ununium (1074)	518 Uuq Ununium (1075)	519 Uub Ununium (1077)	520 Uut Ununium (1079)	521 Uuq Ununium (1082)	522 Uup Ununium (1083)	523 Uuh Ununium (1085)	524 Uus Ununium (1087)	525 Uuo Ununium (1089)	526 Uuu Ununium (1092)	527 Uuq Ununium (1093)	528 Uub Ununium (1095)	529 Uut Ununium (1097)	530 Uuq Ununium (1100)	531 Uup Ununium (1101)	532 Uuh Ununium (1103)	533 Uus Ununium (1105)	534 Uuo Ununium (1107)	535 Uuu Ununium (1110)	536 Uuq Ununium (1111)	537 Uub Ununium (1113)	538 Uut Ununium (1115)	539 Uuq Ununium (1118)	540 Uup Ununium (1119)	541 Uuh Ununium (1121)	542 Uus Ununium (1123)	543 Uuo Ununium (1125)	544 Uuu Ununium (1128)	545 Uuq Ununium (1129)	546 Uub Ununium (1131)	547 Uut Ununium (1133)	548 Uuq Ununium (1136)	549 Uup Ununium (1137)	550 Uuh Ununium (1139)	551 Uus Ununium (1141)	552 Uuo Ununium (1143)	553 Uuu Ununium (1146)	554 Uuq Ununium (1147)	555 Uub Ununium (1149)	556 Uut Ununium
-------------------------------	-------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------------------------	---------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	------------------------------------	----------------------------	---------------------------------	-------------------------------	------------------------------	----------------------------	-------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	----------------------------	---------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-----------------------------	---------------------------------	-------------------------------	----------------------	-------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	---------------------------	----------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	----------------------------	-------------------------------	-----------------------------	---------------------	-------------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	-----------------------

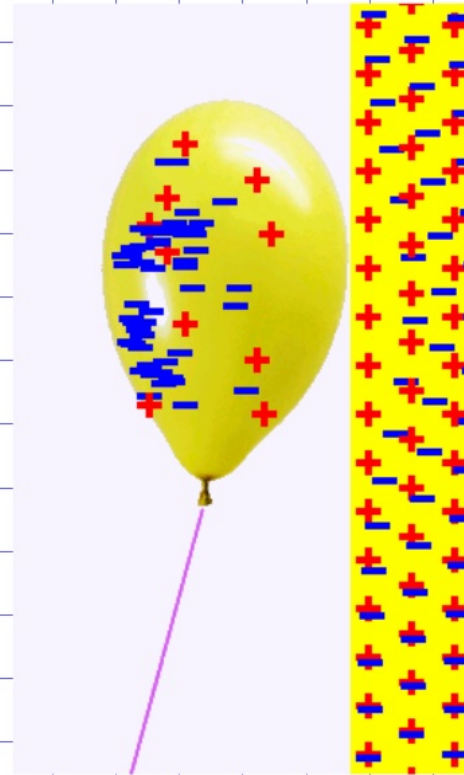
"Wat is stroom?"



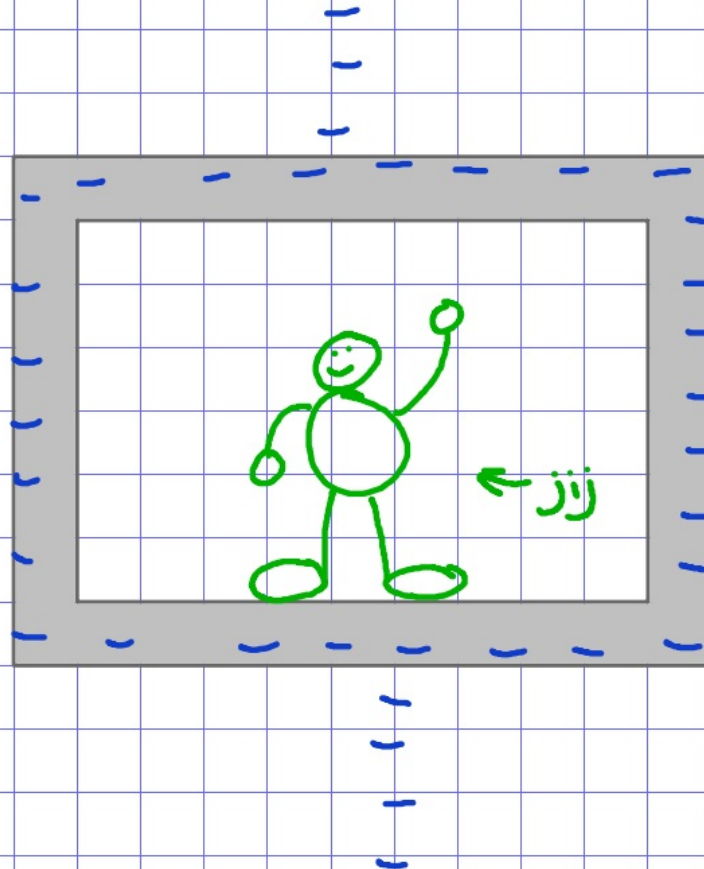
"Waardoor blijft een ballon aan je trui plakken nadat je ze tegen elkaar aangewreven hebt?"



*"... en waarom blijft de ballon
ook aan de muur plakken?"*



"Waardoor ben je in een auto beschermd tegen bliksem?"



[Top Gear, Faraday Cage \(Online\)](#)

[Faraday Cage and Tesla Coil \(Youtube\)](#)

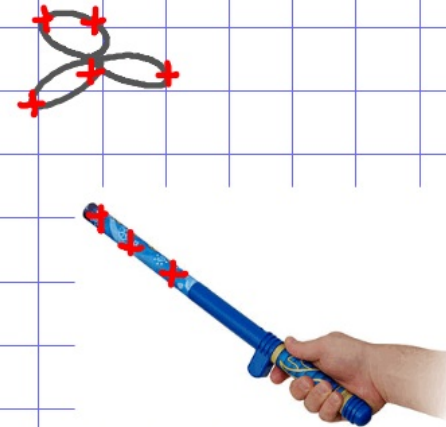
"Hoe werkt deze fun-fly-stick?"



1. De sliertjes zijn slap en vallen omlaag



2. De sliertjes raken de stick en stoten elkaar af

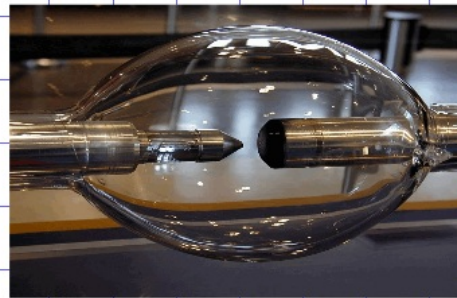
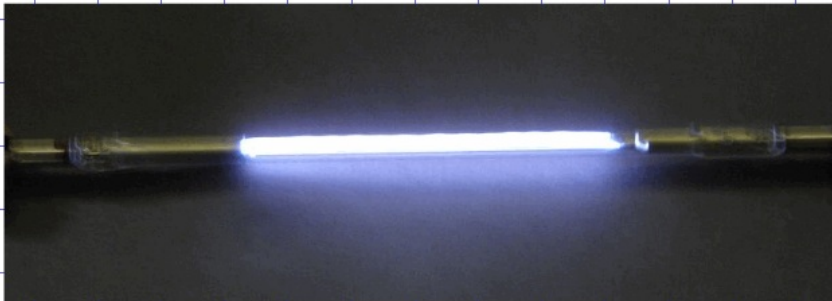
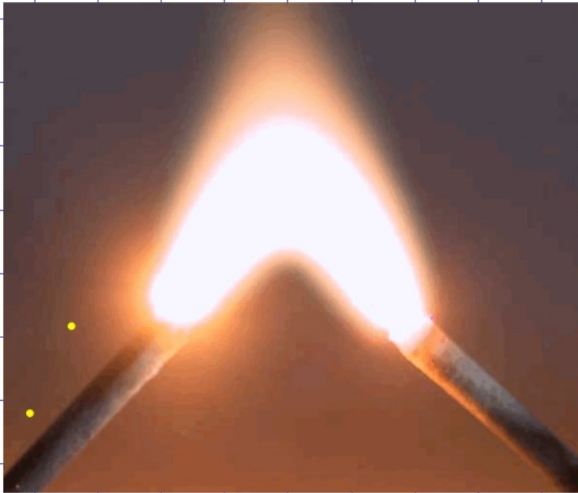


3. De bos sliertjes zweeft boven de stick



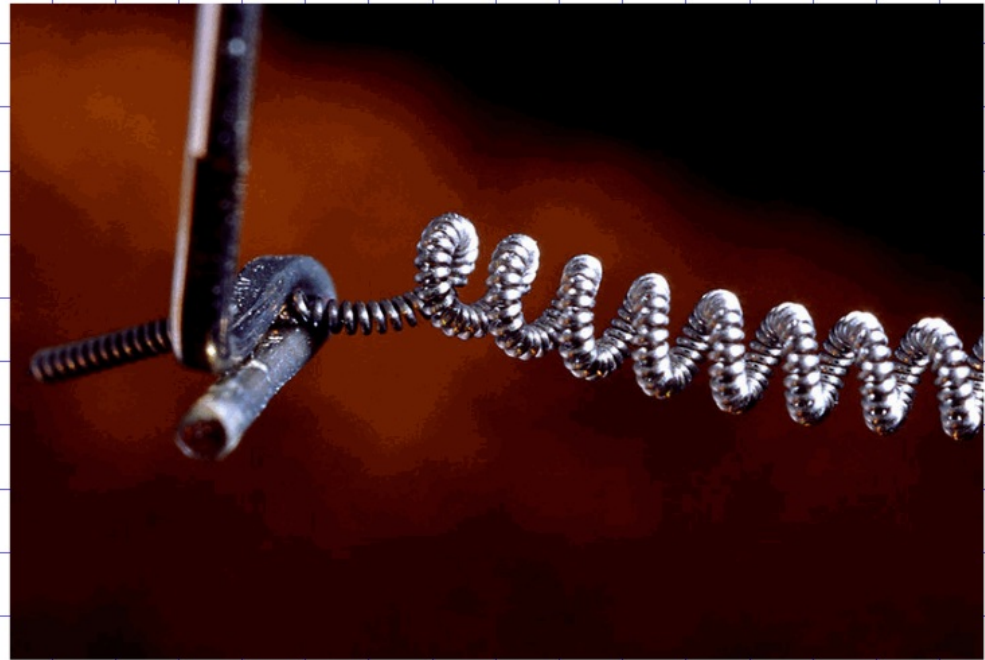
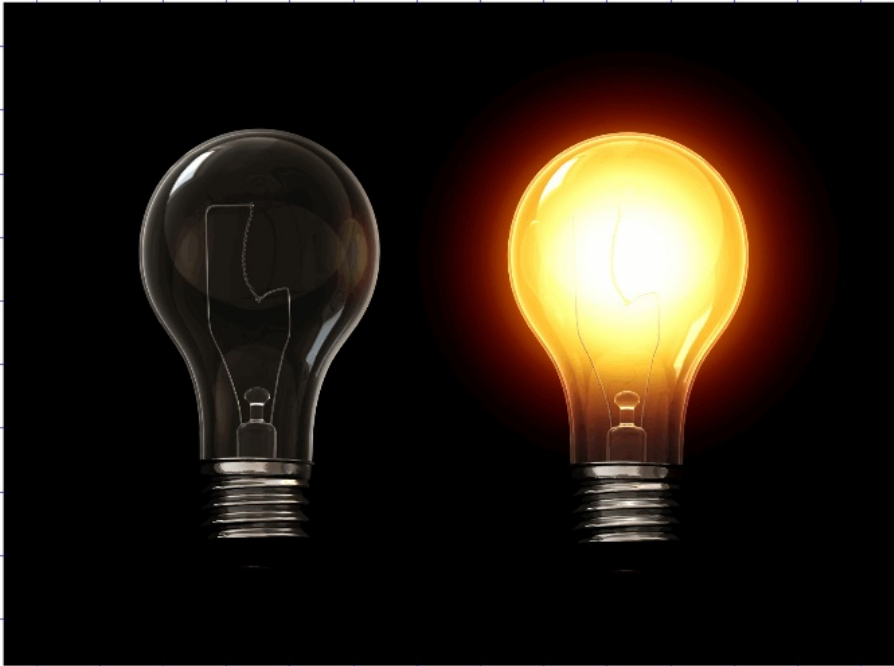
"Hoe werken elektrische lampen?"

Type 1: gasontladingslamp



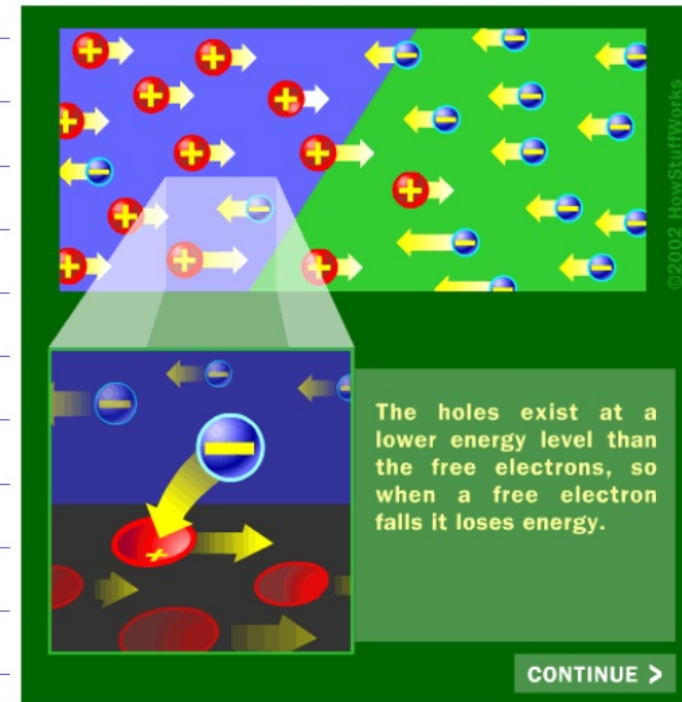
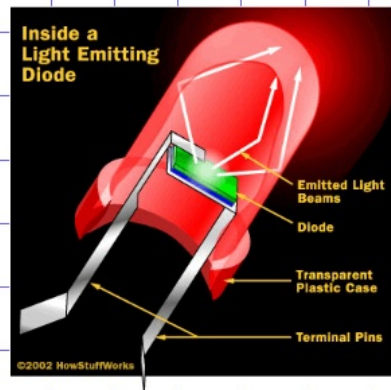
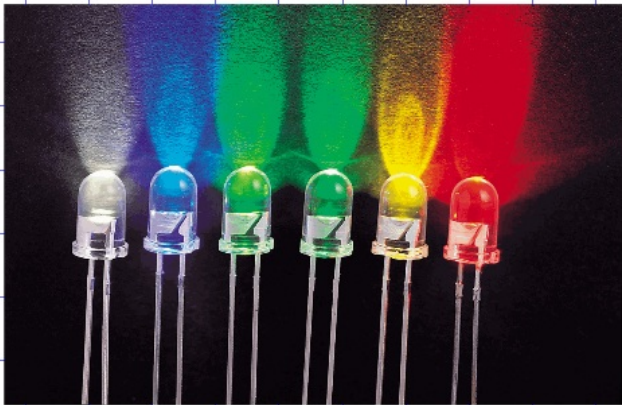
"Hoe werken elektrische lampen?"

Type 2: gloeilamp

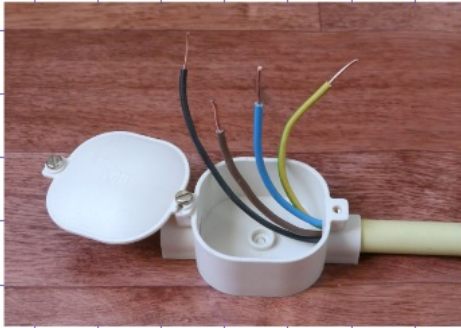


"Hoe werken elektrische lampen?"

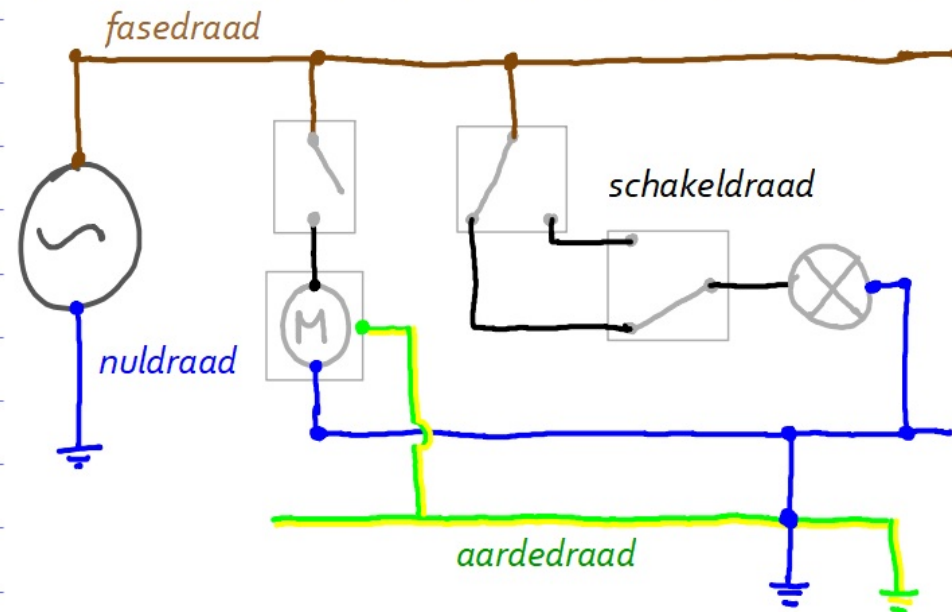
Type 3: Light Emitting Diode (LED)



"Hoe worden huizen van elektriciteit voorzien?"



PVC mantelbuis 16 mm



"Hoe maakte men spanning voordat er batterijen waren?"

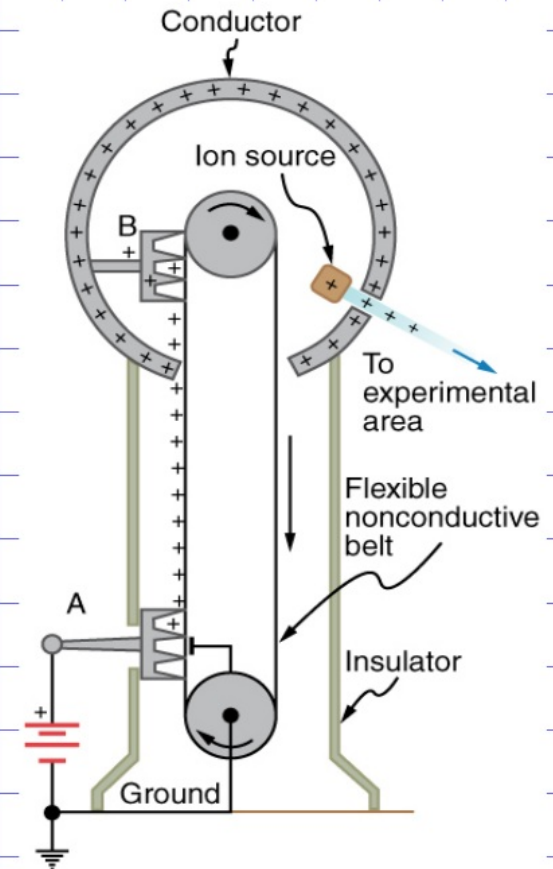
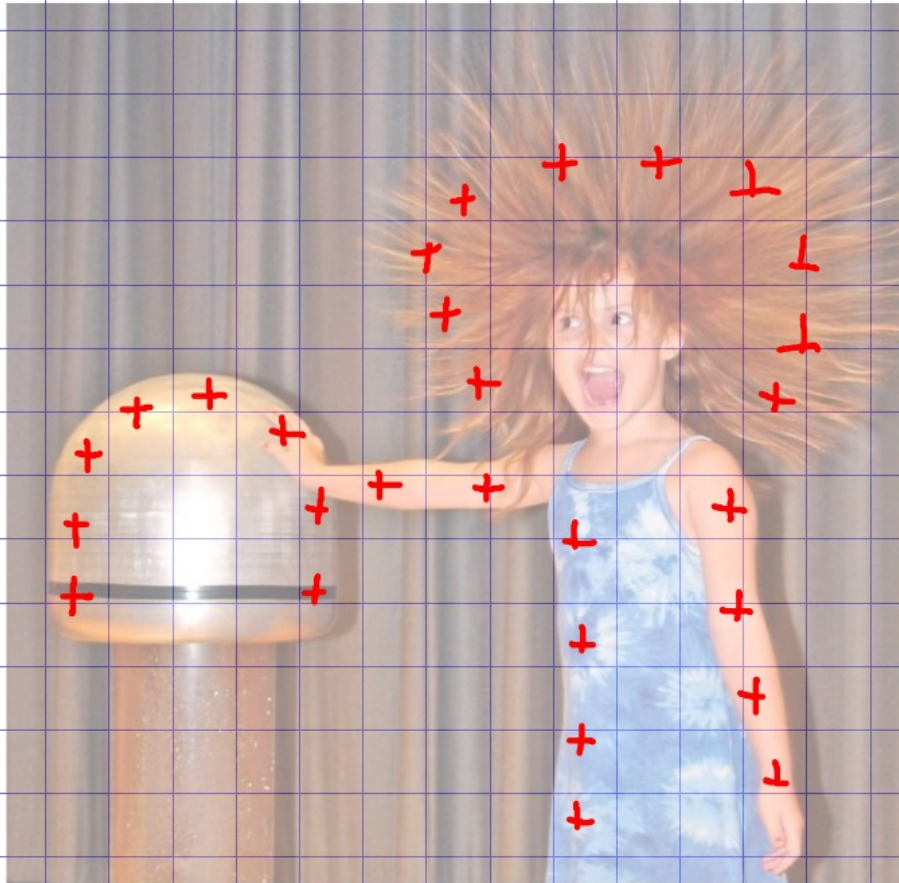


VandeGraaf-elektriseermachine

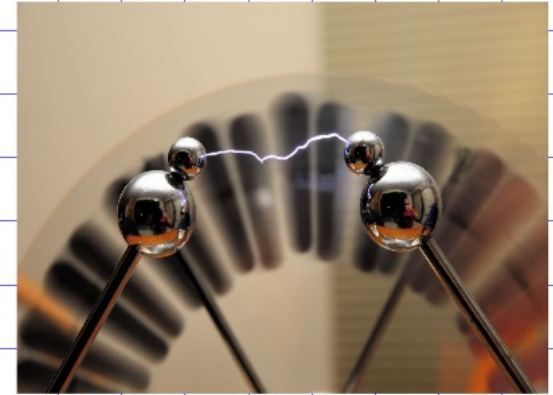


Wimshurst-elektriseermachine

"Hoe laat de Vandegraaf-generator je haar omhoog staan?"



"Hoe ontstaan de vonken in een Wimshurst-elektriseermachine?"



"Hoe verdeelt een ladingsoverschot zich over een voorwerp?"



"Welke spanningsbronnen bestaan er?"



batterij



zonnepaneel



onweerswolken



dynamo



elektriseermachine



stopcontact



netvoeding

"Wie heeft de batterij uitgevonden?"



Alessandro Volta
(1745-1827)

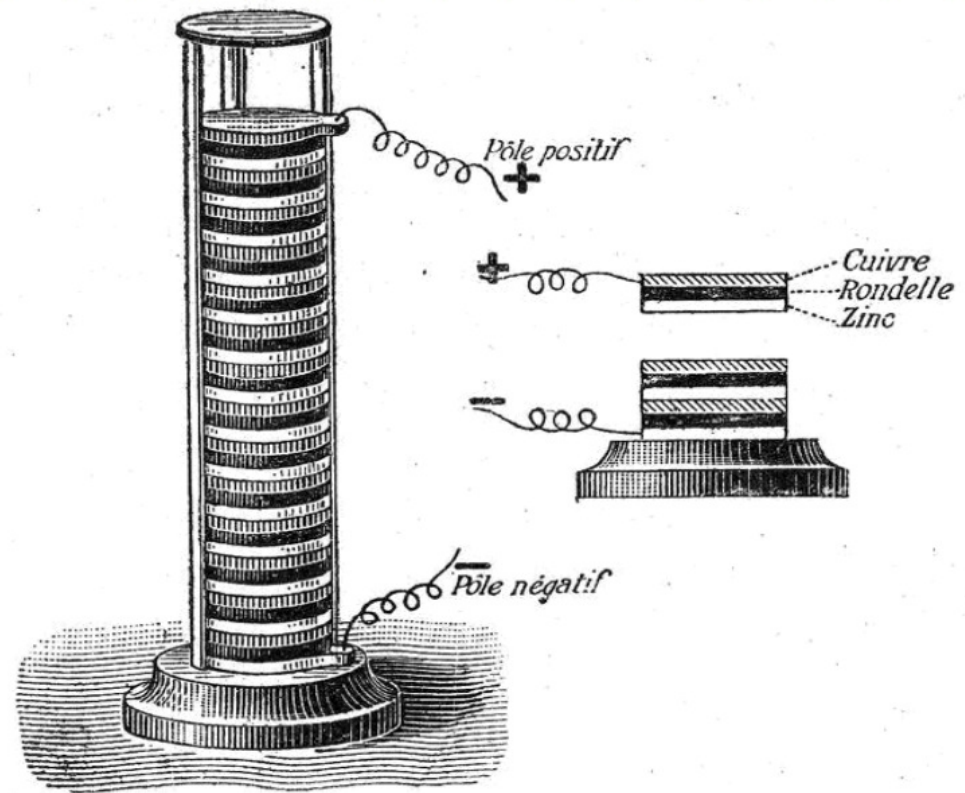
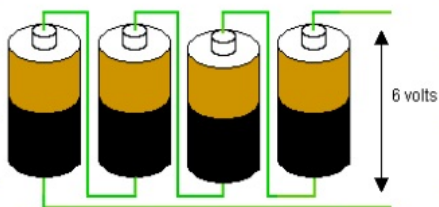
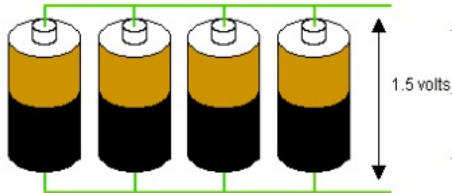
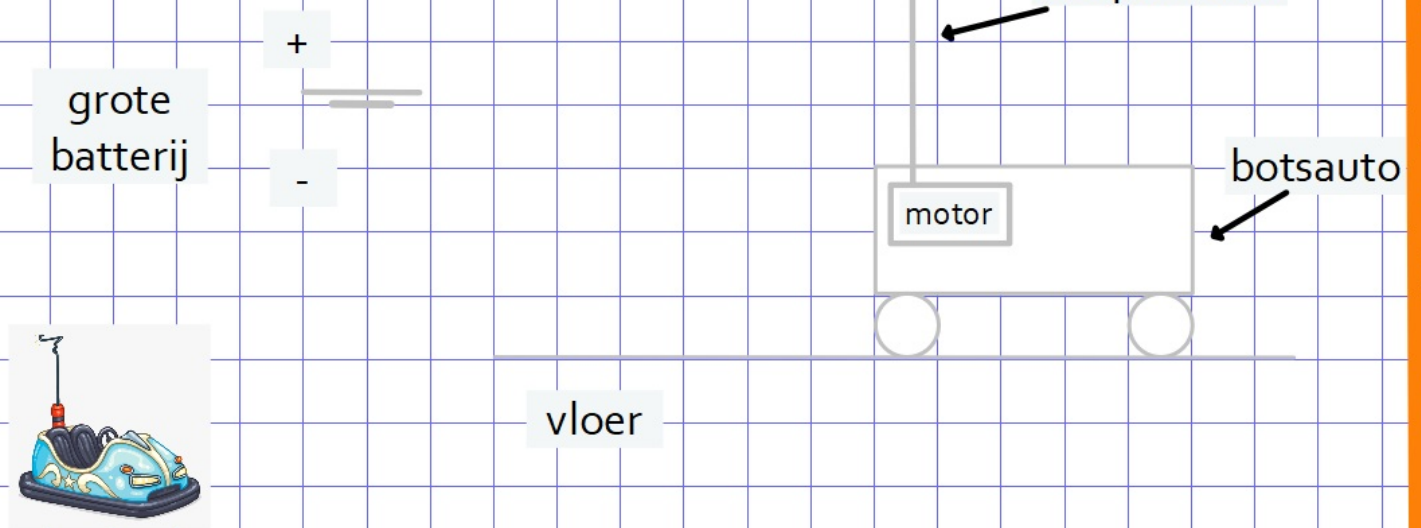
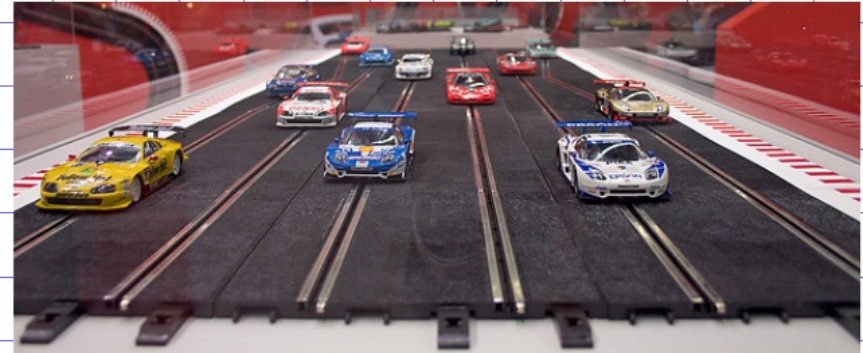
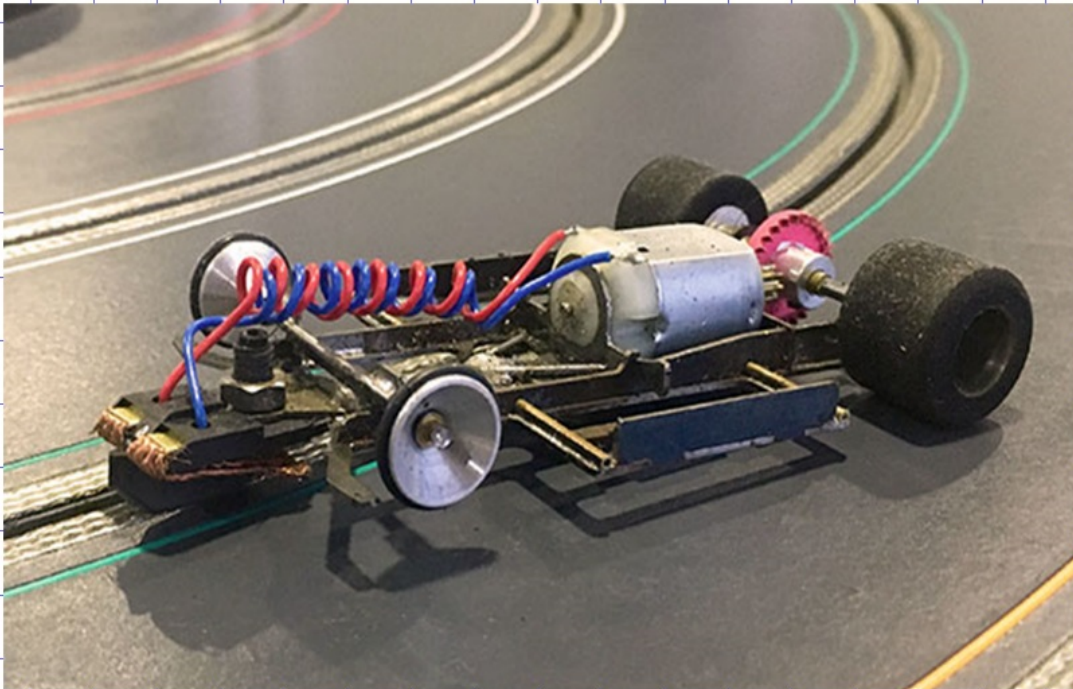


Fig. 283. — Pile de Volta.

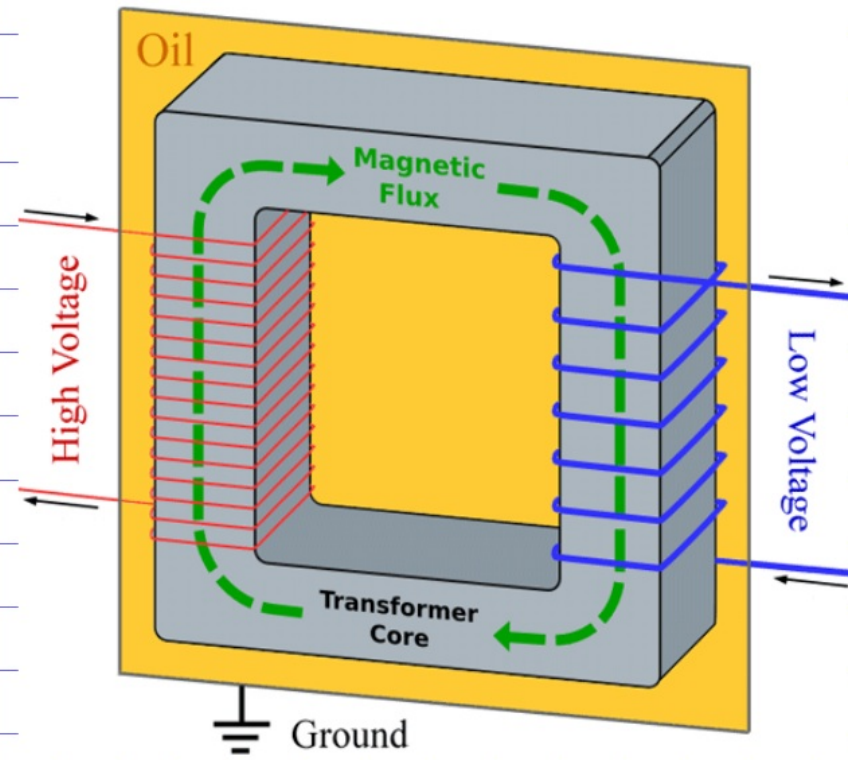
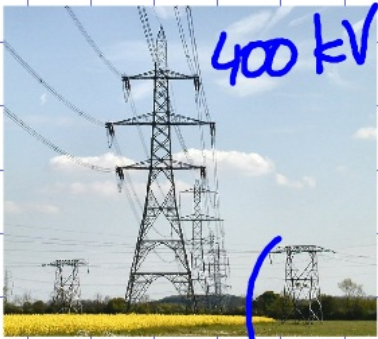
"Hoe worden botsauto's en treinen van stroom voorzien?"



"Hoe werken deze elektrische racebanen?"



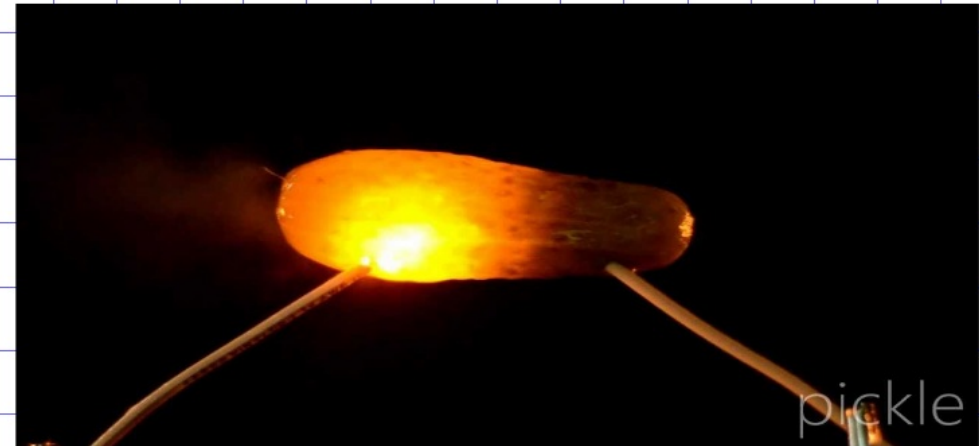
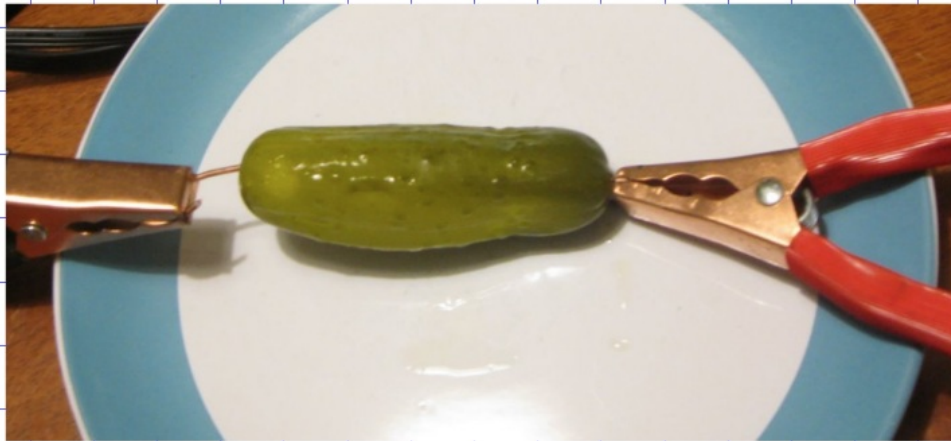
"Hoe kun je stroom en spanning veranderen met een transformator?"



"Hoe werken elektromagneten?"

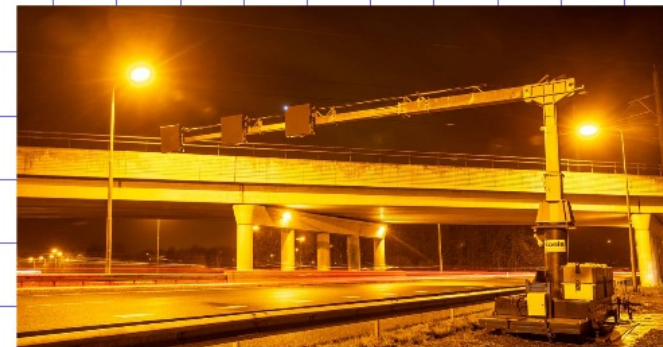


"Wat gebeurt er als je een augurk elektrocuteert?"



Periodic Table of the Elements

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



"Wat wordt verstaan onder het energievraagstuk?"



aardgas



steenkool



olie



"Wat zijn duurzame energiebronnen?"



"Hoeveel energie is 1 Joule?"



Een gloeilamp van 100W verbruikt **100 Joule** aan elektrische energie per seconde.

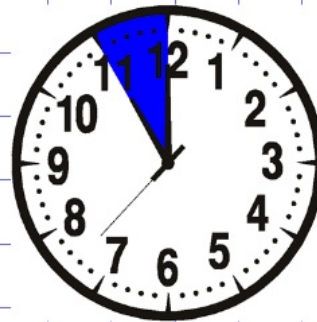
Om 1 L water aan de kook te brengen kost het ongeveer **360.000 Joule** aan energie.



"Hoeveel energie is 1 kiloWattuur?"



Een wasmachine van 1000 W (oftewel 1kW) zet per seconde **1000 Joules** aan elektrische energie om in warmte en bewegingsenergie.



Als de wasmachine 1 uur gedraaid heeft...

... dan is 1 kW omgezet x 1 uur lang = **1 kWh!**

... dat is dan 1000 Joules per seconde x 3600 seconden = **3.600.000 Joules** aan energie.

Tariefsoort Stroom	Leveringstarief per kWh
Continuutarief	€ 0,0909
Nachttarief laag	€ 0,0775
Nachttarief hoog	€ 0,1002
Avondtarief laag	€ 0,0795
Avondtarief hoog	€ 0,1021

"Hoeveel energie is 1 calorie?"



In een sneetje volkorenbrood
zit ongeveer **80 kcal** aan
chemische energie



Mannen hebben dagelijks **2500 kcal** aan energie
nodig, vrouwen **2000 kcal**. Voor elke 10 min
joggen heb je ongeveer **100 kcal** extra nodig.

1 kcal = 4,2 kJ, dus per dag
heb je ongeveer 8.000 tot
10.000 kJ nodig (2500 kcal)

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

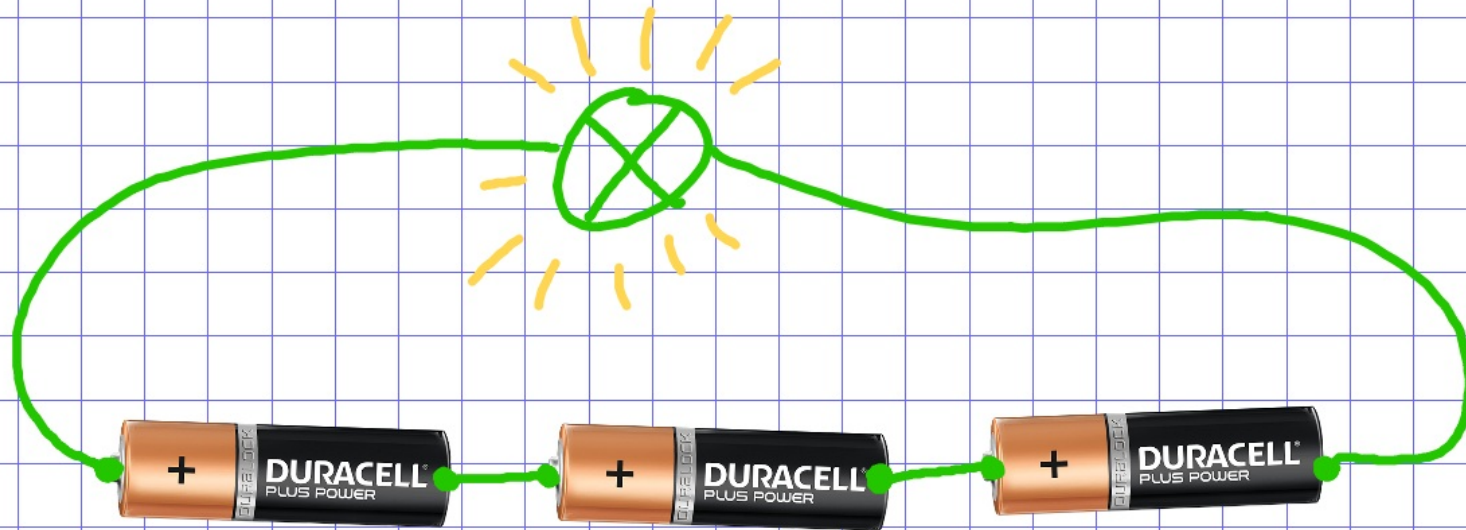
- *BONUSVRAGEN* -

Hier staan de bonusvragen bij dit hoofdstuk. Deze vragen zijn bedoeld om je te laten nadenken over wat je geleerd hebt. Soms moet je kennis reproduceren of een geoefende techniek laten zien. Ook zitten hier inzichtvragen tussen waarvoor je geleerde kennis op een nieuwe en creatieve manier moet toepassen. Deze vragen zijn zeer nuttig om voor een proefwerk nog een keer langs te lopen!

"Hoeveel spanning leveren deze batterijen gezamenlijk?"

- BONUSVRAAG! -

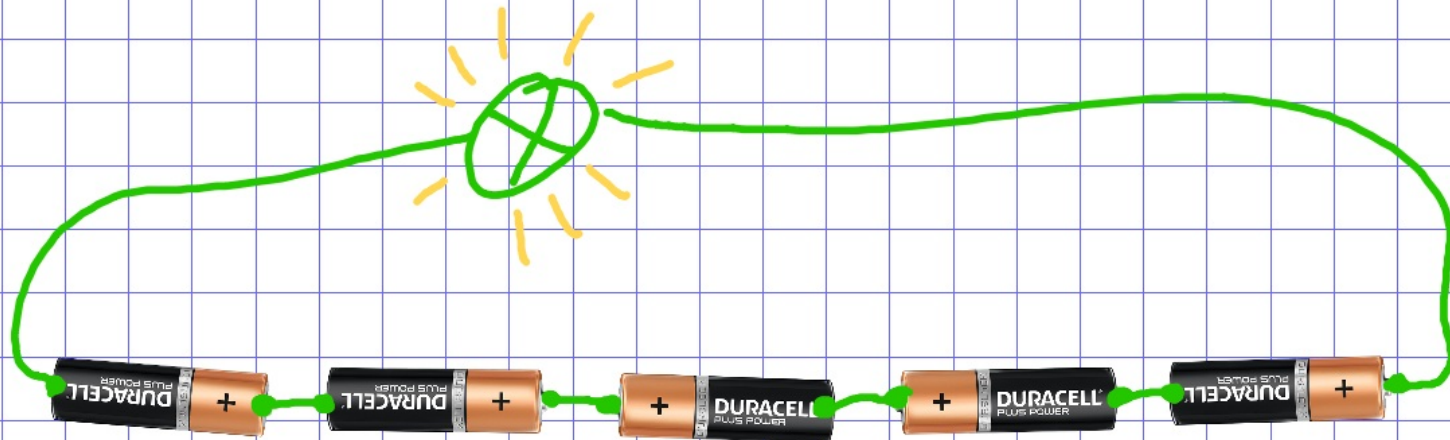
1



"Hoeveel spanning leveren deze batterijen gezamenlijk?"

- BONUSVRAAG! -

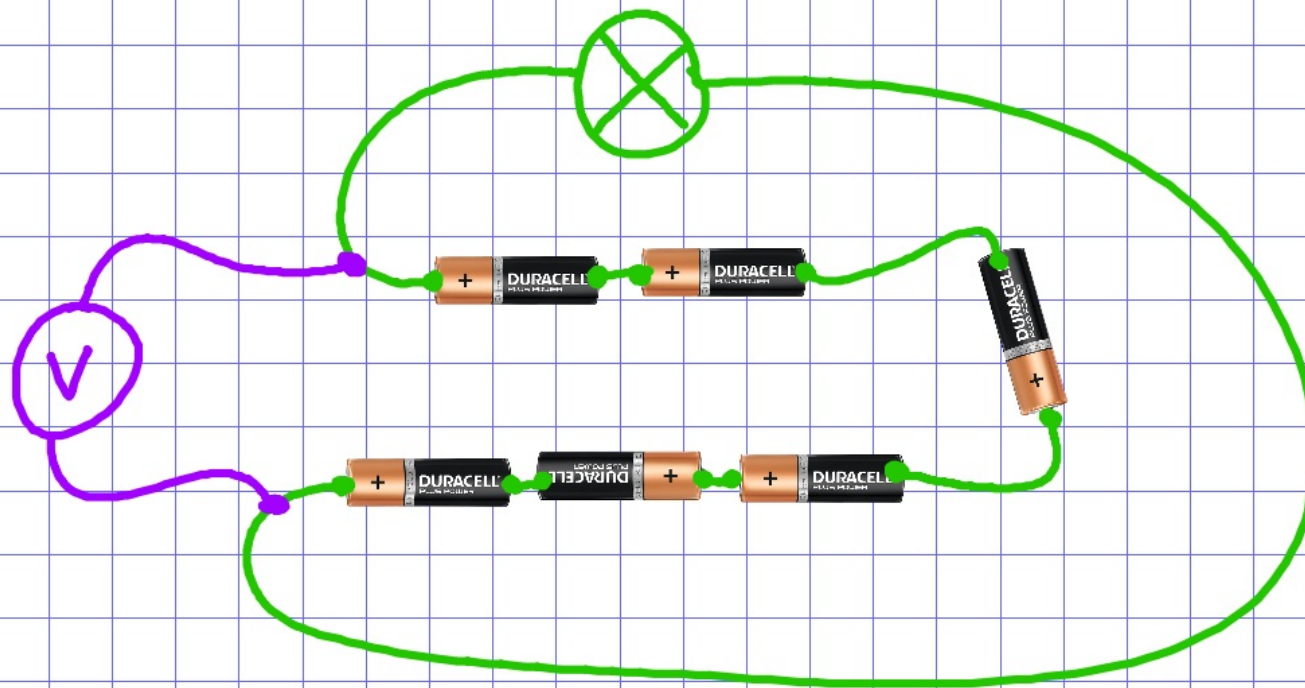
1



"Hoeveel spanning leveren deze batterijen gezamenlijk?"

- BONUSVRAAG! -

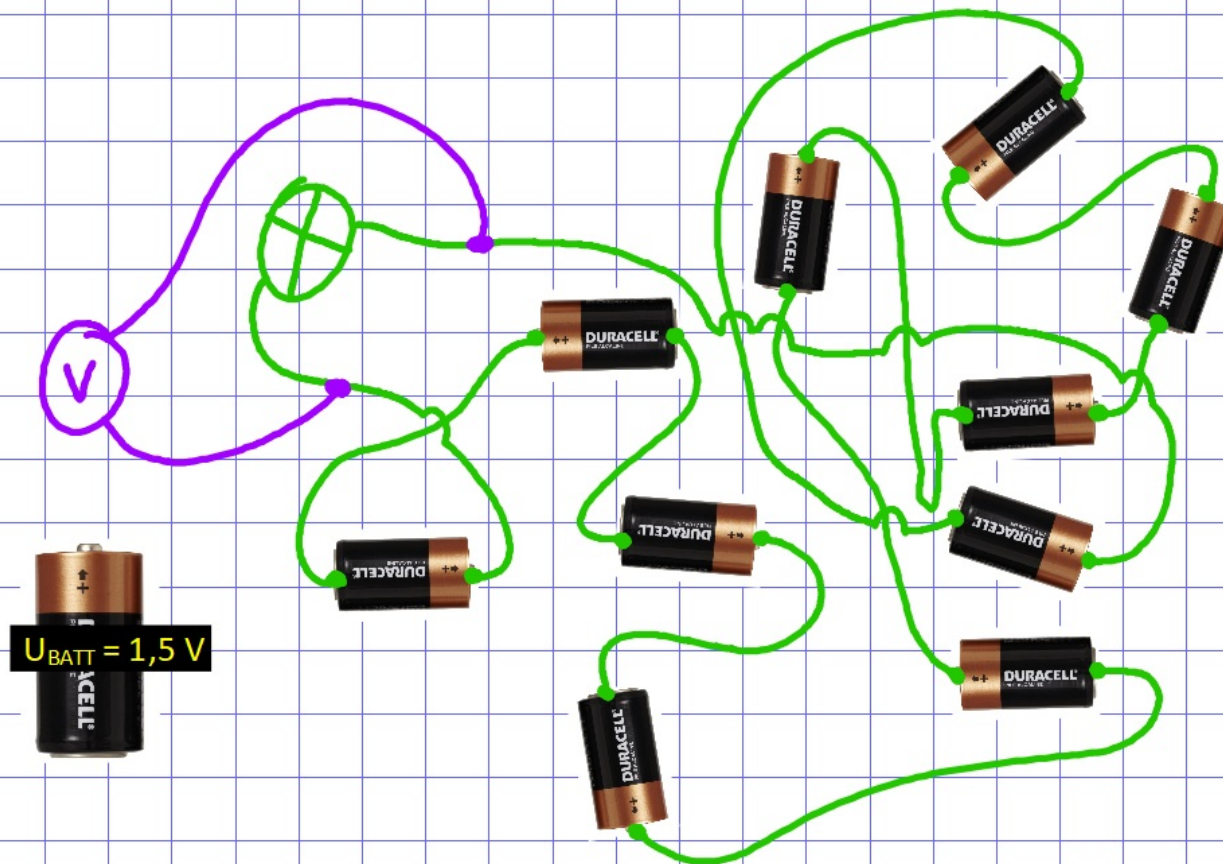
1



"Hoeveel spanning leveren deze batterijen gezamenlijk?"

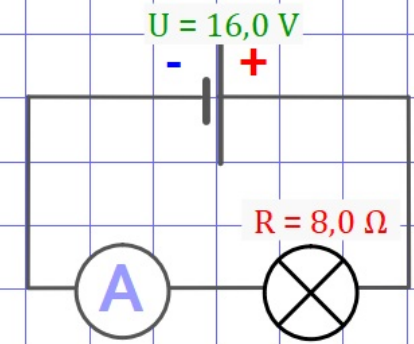
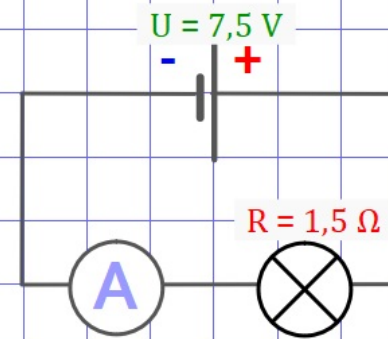
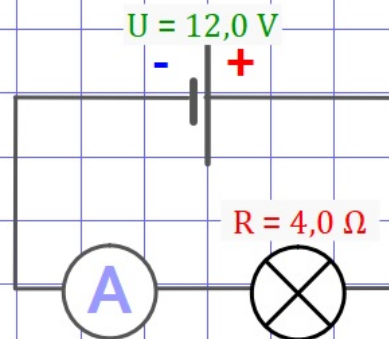
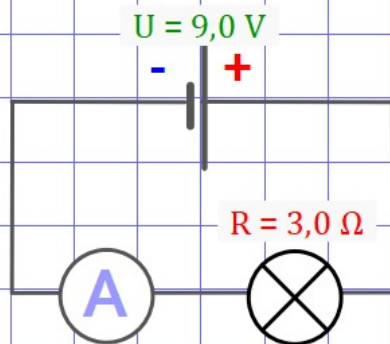
- BONUSVRAAG! -

1



"Welke stroommeter meet de grootste stroomsterkte?"

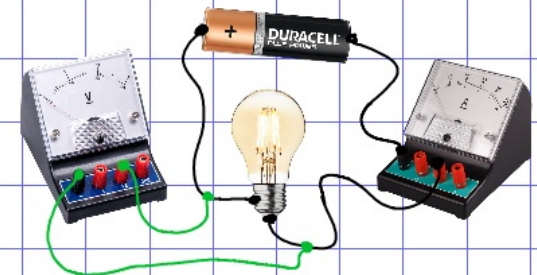
- BONUSVRAAG! -



$$\text{Weerstand} = \frac{\text{spanning}}{\text{stroomsterkte}}$$

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

eenheid: ohm (Ω)
 eenheid: volt (V)
 eenheid: ampère (A)

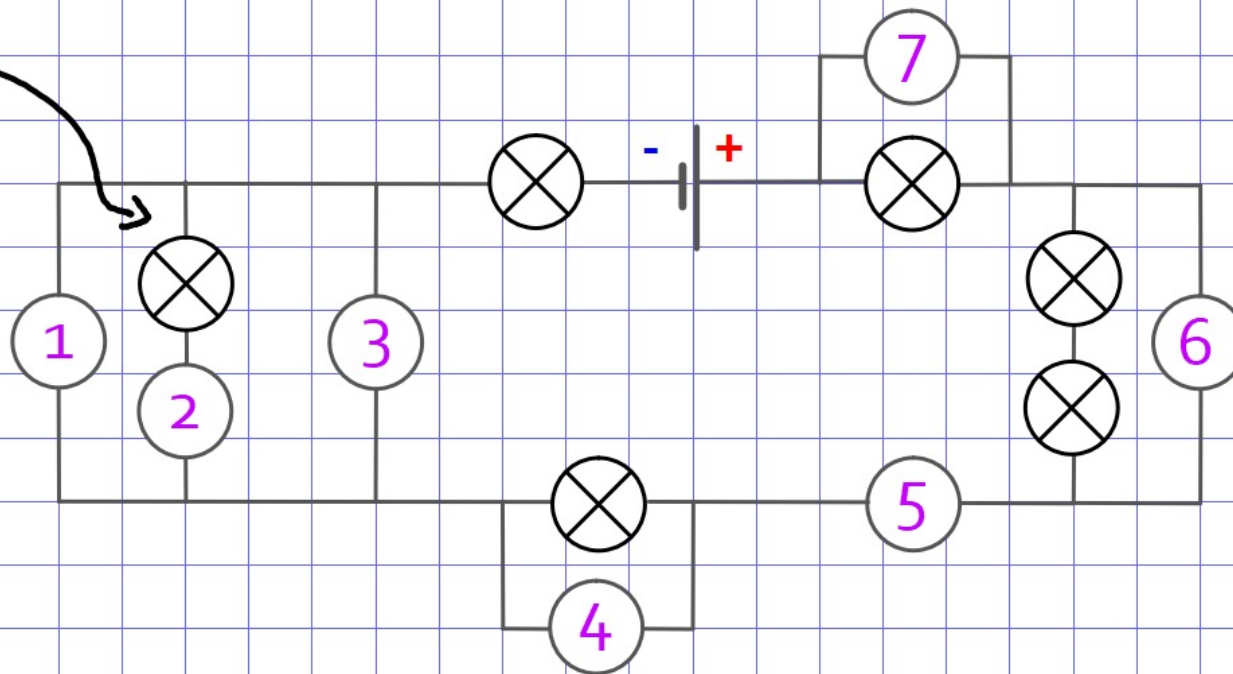


"Als al deze meters goed zijn aangesloten, welke zijn dan stroommeters en welke zijn spanningsmeters?"

- BONUSVRAAG! -

1

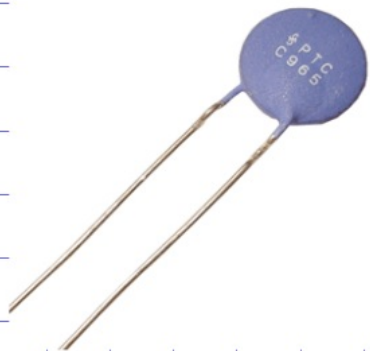
lampje



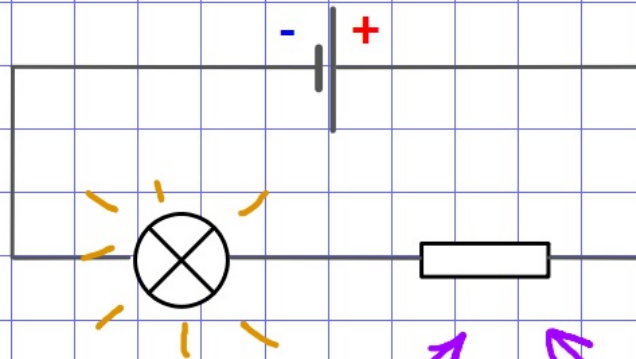
"Welke weerstand kun je aanbrengen op deze plaats zo dat het lampje harder gaat branden als je de hele schakeling in de koelkast legt?"

- BONUSVRAAG! -

1



temperatuurgevoelige
weerstand (PTC):
 R groter wanneer warm

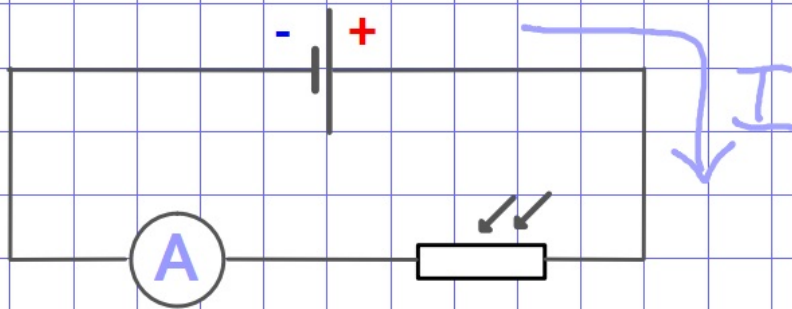


temperatuurgevoelige
weerstand (NTC):
 R kleiner wanneer warm

"Wanneer is de stroom door de schakeling het grootst: overdag of 's nachts?"

- BONUSVRAAG! -

1

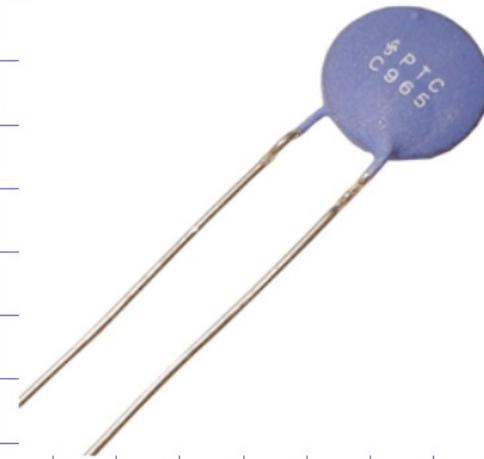
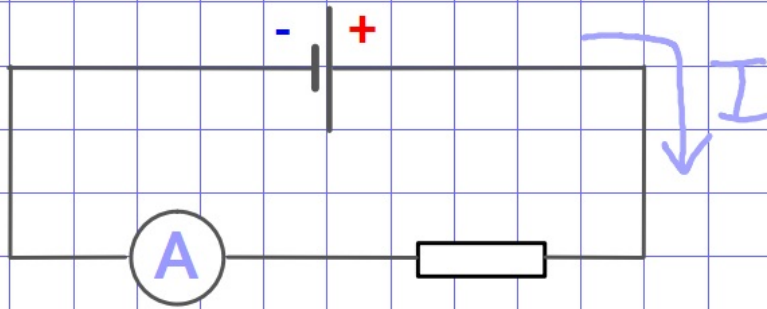


lichtgevoelige weerstand (LDR)

veel licht: $R = 3,6 \text{ Ohm}$

weinig licht: $R = 12,8 \text{ Ohm}$

"Wanneer is de stroom door de schakeling het grootst: als het warm of koud is?"



temperatuurgevoelige
weerstand (PTC):
 R groter wanneer warm

- BONUSVRAAG! -

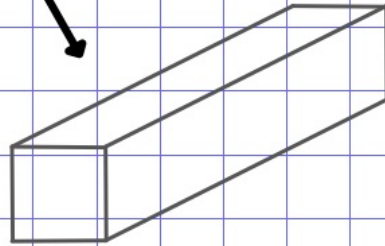
1

"Als je deze draad uitrekt zodat deze 10x langer wordt, hoe verandert dan de weerstand van de draad?"

- BONUSVRAAG! -

1

- a) R 10x zo groot
- b) R 100x zo groot
- c) R 10x zo klein
- d) R 100x zo klein



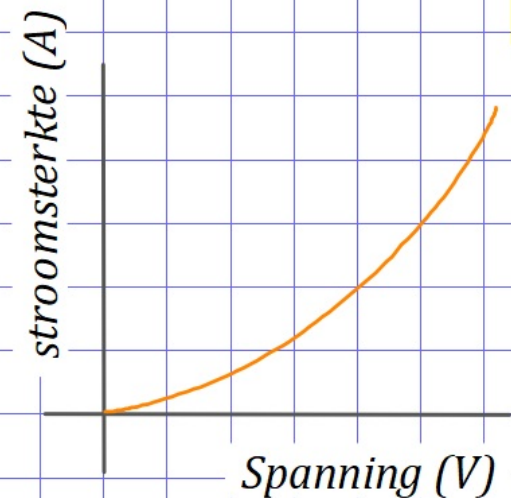
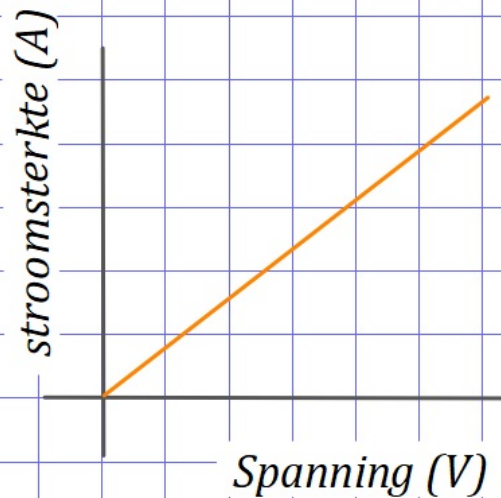
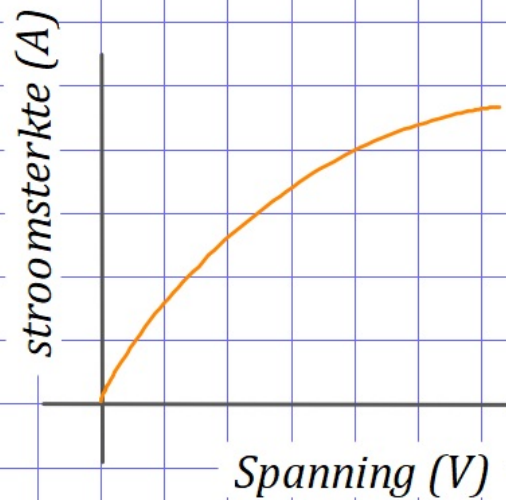
TIP: Het volume van de draad verandert niet!

$$V = l \times b \times h$$

$$V = l \times A$$

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

"Welke curve is van een NTC-weerstand?"



- BONUSVRAAG! -

1

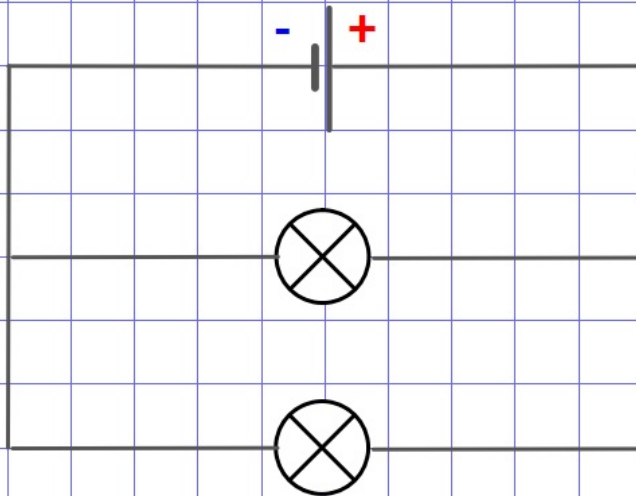
Vuistregel: als ergens meer stroom doorheen loopt wordt het warmer!

"Hoeveel stroom loopt er door het achterlicht?"

- BONUSVRAAG! -

1

$I_{\text{DYNAMO}} = 0,8 \text{ A}$



koplamp:
 $I = 0,6 \text{ A}$



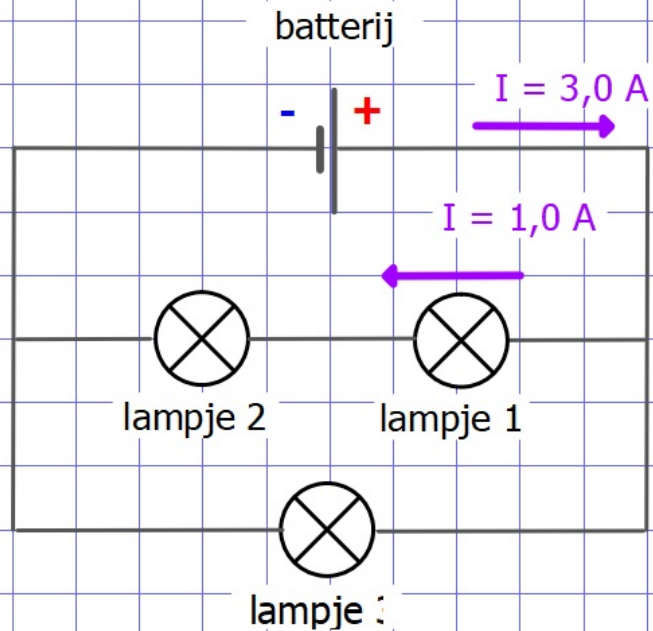
achterlicht:
 $I = ?$



"Hoeveel stroom loopt er door het achterlicht?"

- BONUSVRAAG! -

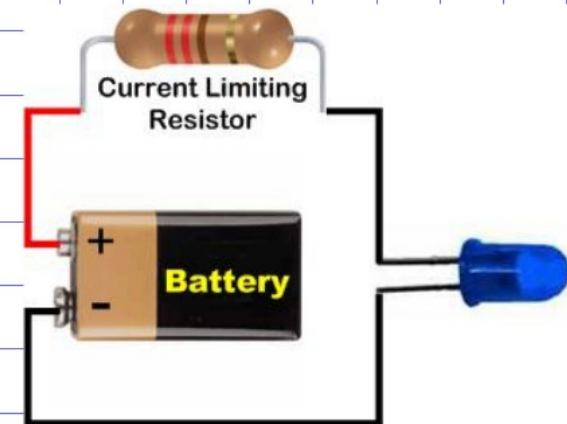
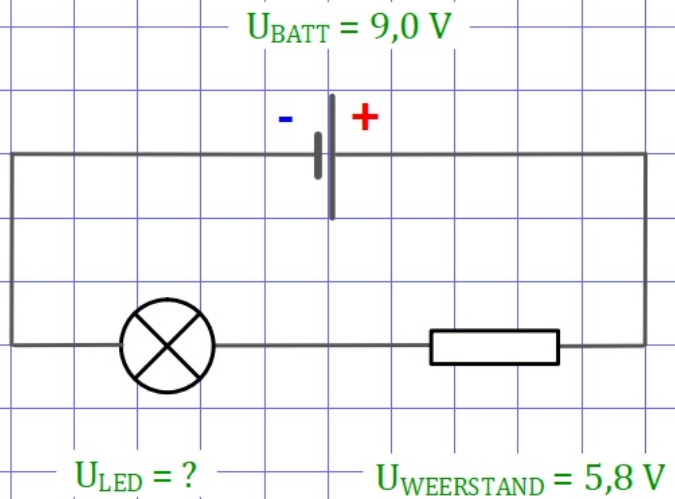
1



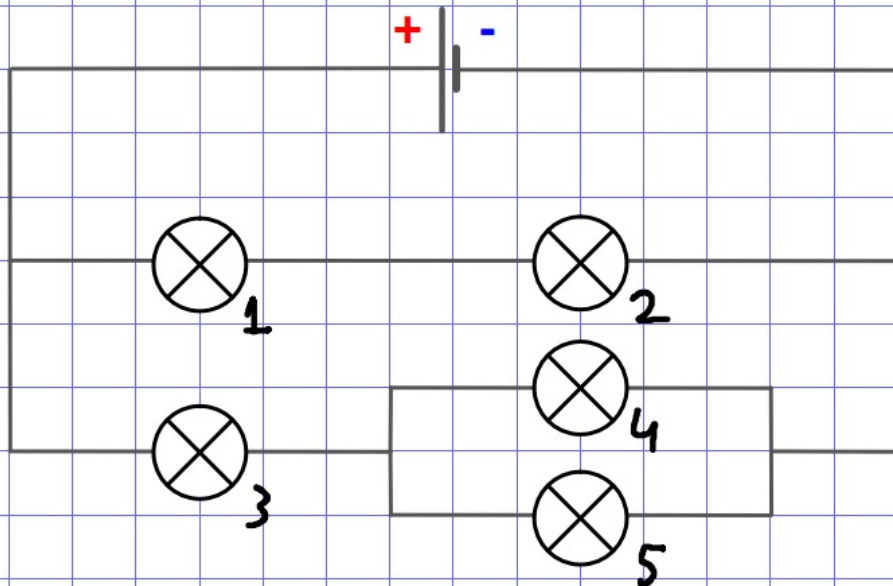
"Hoeveel spanning staat er over de LED?"

- BONUSVRAAG! -

1



"Hoeveel stroom loopt er door de aangegeven punten?"



Bekend:

$$I_1 = 0,12 \text{ A}$$

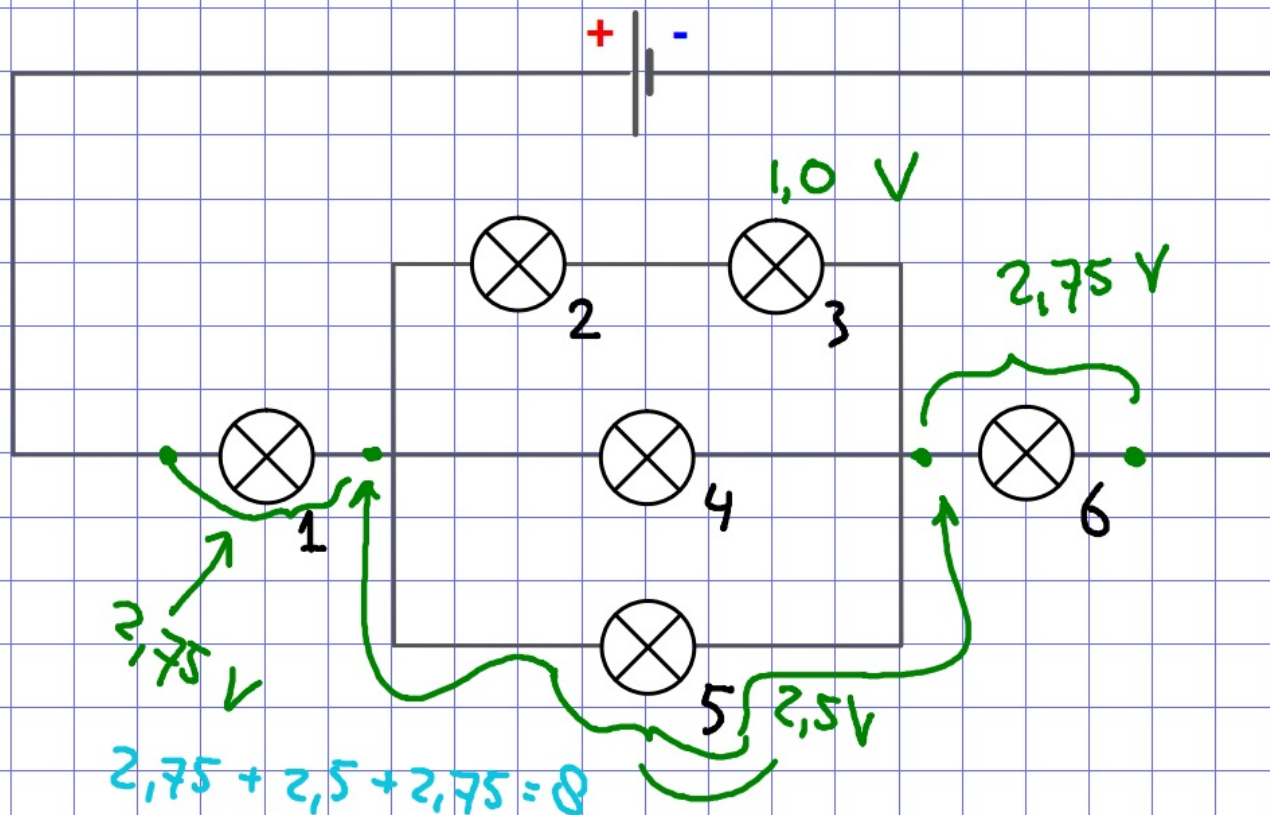
$$I_3 = 0,20 \text{ A}$$

$$I_4 = 0,16 \text{ A}$$

- BONUSVRAAG! -

"Hoeveel spanning staat er over elk lampje?"

- BONUSVRAAG! -



Gegevens:

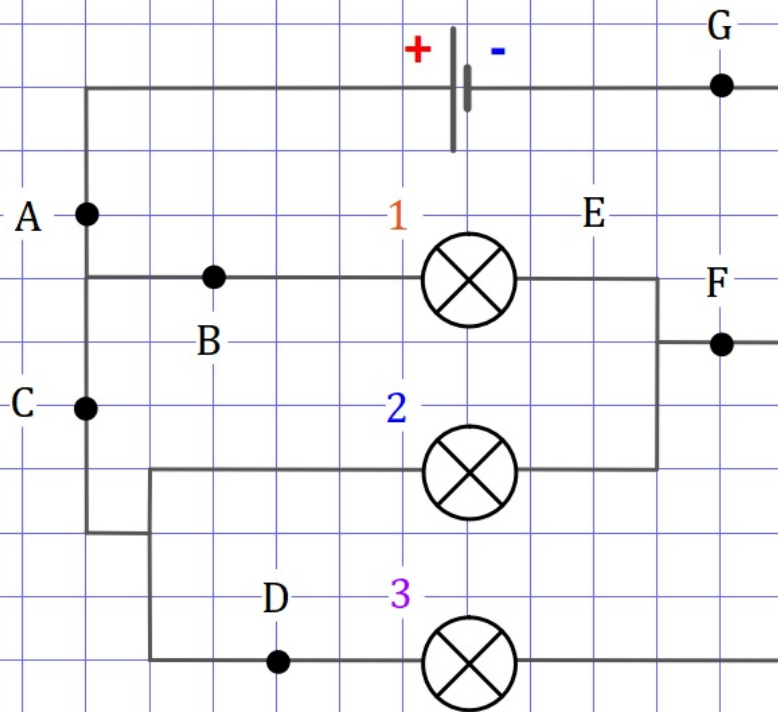
$$U_{\text{batt}} = 8\text{ V}$$

$$U_2 = 1,5\text{ V}$$

$$U_4 = 2,5\text{ V}$$

lampje 1 en 6
zijn identiek

"Hoeveel stroom loopt er door de punten A t/m G?"



Gegevens :

$$I_1 = 2 \text{ A}$$

$$I_2 = 3 \text{ A}$$

$$I_3 = 5 \text{ A}$$

- BONUSVRAAG! -

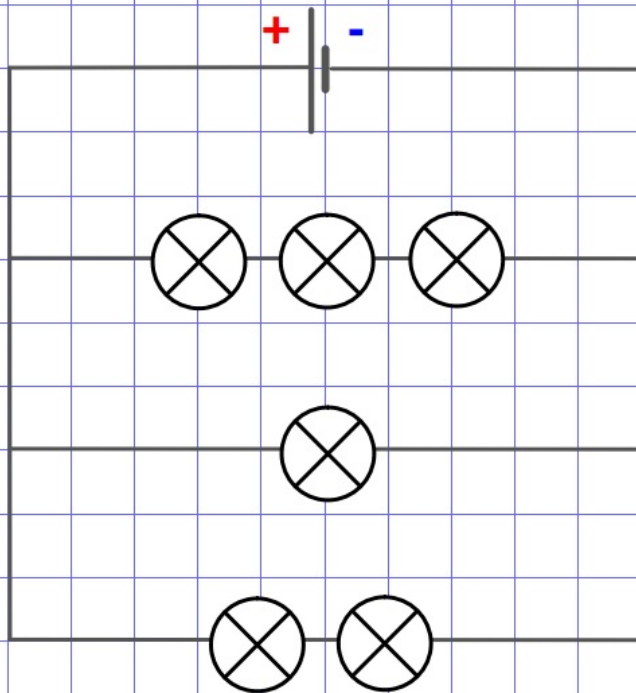
1



"Hoe groot is de spanning over elk lampje?"

- BONUSVRAAG! -

1



Gegevens :

- * $U_{\text{batterij}} : 6,0 \text{ V}$
- * alle lampjes zijn identiek

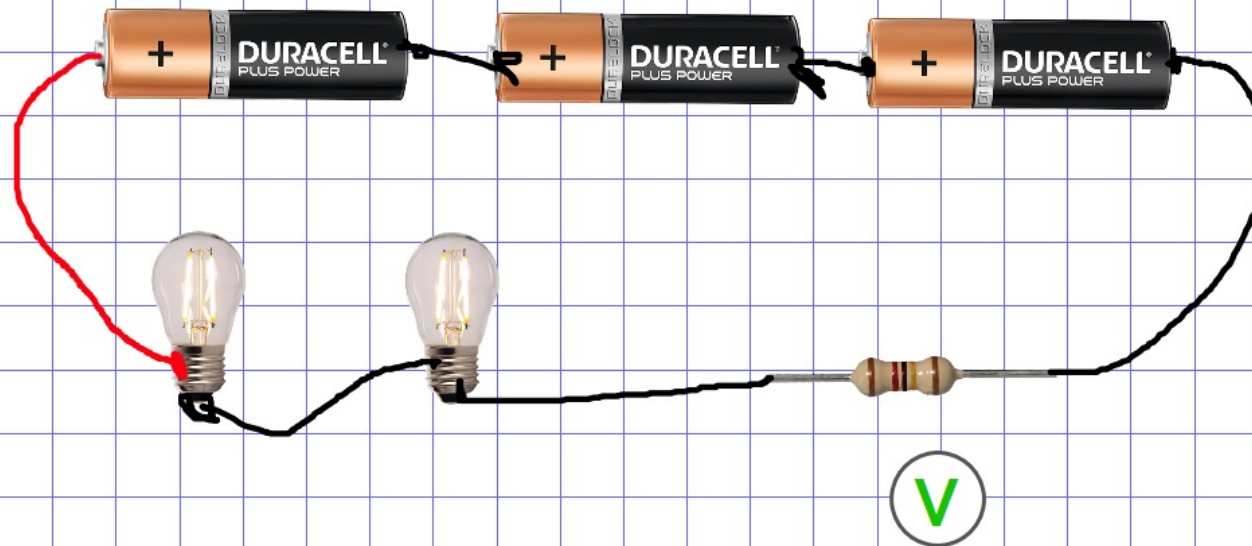


"Hoeveel spanning staat er over de weerstand?"

- BONUSVRAAG! -

1

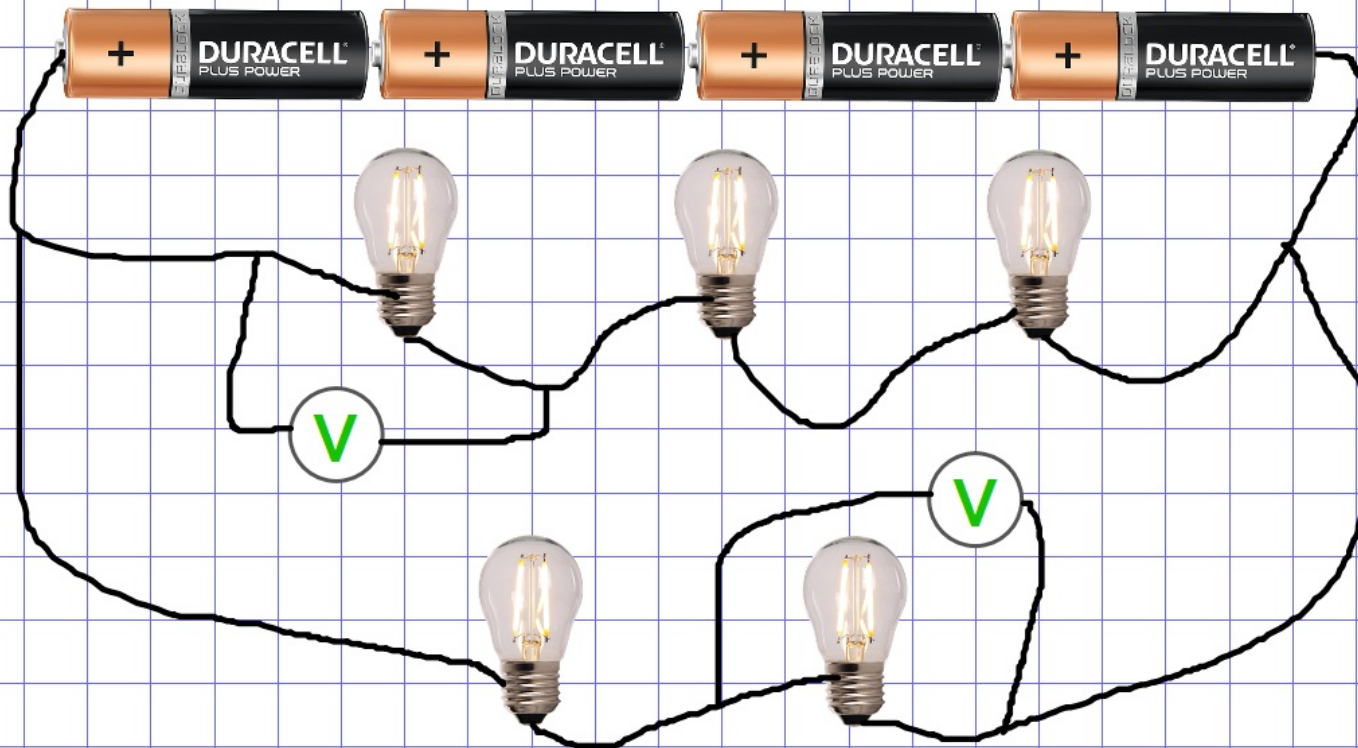
Bekend: over elk lampje staat een spanning van 0,5V



"Alle lampjes in deze schakeling zijn identiek. Welke waarden meet je bij de meters?"

- BONUSVRAAG! -

1



"Wat moet de waarde van weerstand 3 wel zijn?"

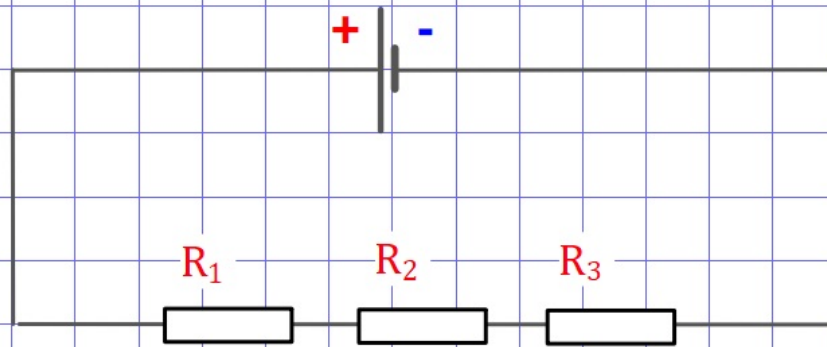
- BONUSVRAAG! -

Bekend

$$R_{\text{tot}} = 520 \, \Omega$$

$$R_1 = 200 \, \Omega$$

$$R_2 = 190 \, \Omega$$



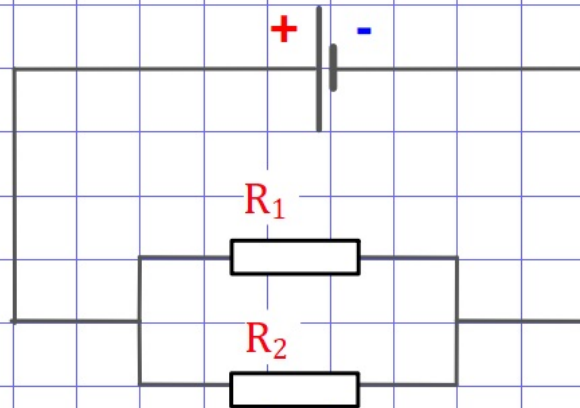
"Wat is de totale weerstand van deze schakeling?"

- BONUSVRAAG! -

Bekend:

$$R_1 = 10 \, \Omega$$

$$R_2 = 40 \, \Omega$$



$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{10} + \frac{1}{40} = \frac{5}{40} = \frac{1}{8}$$

dus $R_t = 8 \, \Omega$

1



"Wat is de totale weerstand van deze schakeling?"

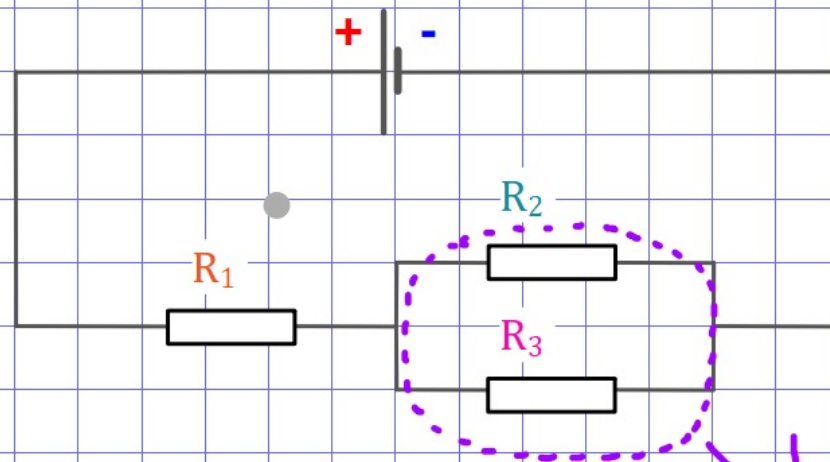
- BONUSVRAAG! -

1

$$R_1 = 400 \, \Omega$$

$$R_2 = 200 \, \Omega$$

$$R_3 = 300 \, \Omega$$



$$\frac{1}{R_E} = \frac{1}{200} + \frac{1}{300} = 0,00833$$
$$R_E = 120 \, \Omega \quad \leftarrow x^{-1}$$

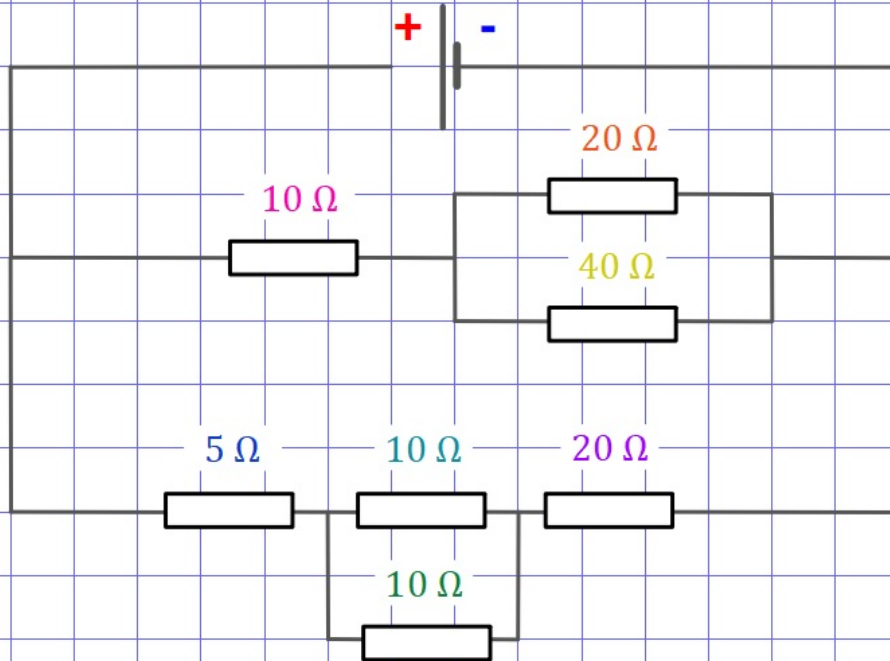
$$\text{Dus } R_{\text{totaal}} = 400 + 120 = 520 \, \Omega$$



"Wat is de totale weerstand van deze schakeling?"

- BONUSVRAAG! -

1



"Welke beschrijvingen gaan over energie en welke over vermogen?"

- BONUSVRAAG! -

Veel **Energie** (E)

Een marathonloper.

Een sprinter.

Een felle zaklamp.

Een zaklamp met
grote batterijen.

Een bergbeklimmer met
grote beenspieren.

Een bergbeklimmer met
een rugzak vol eten.

kWh Joule per seconde
kiloJoule Watt kW calorie

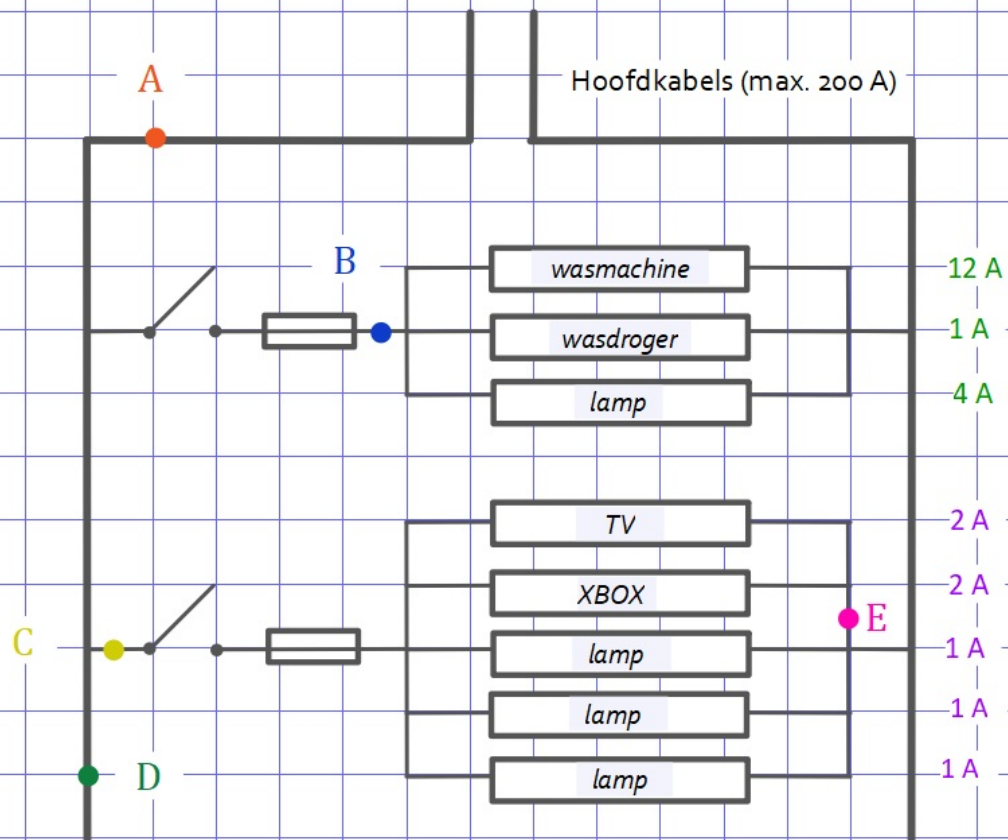
Een wagen met een
volle tank benzine.

Een sportwagen met een
grote motor.

Veel **Vermogen** (P)

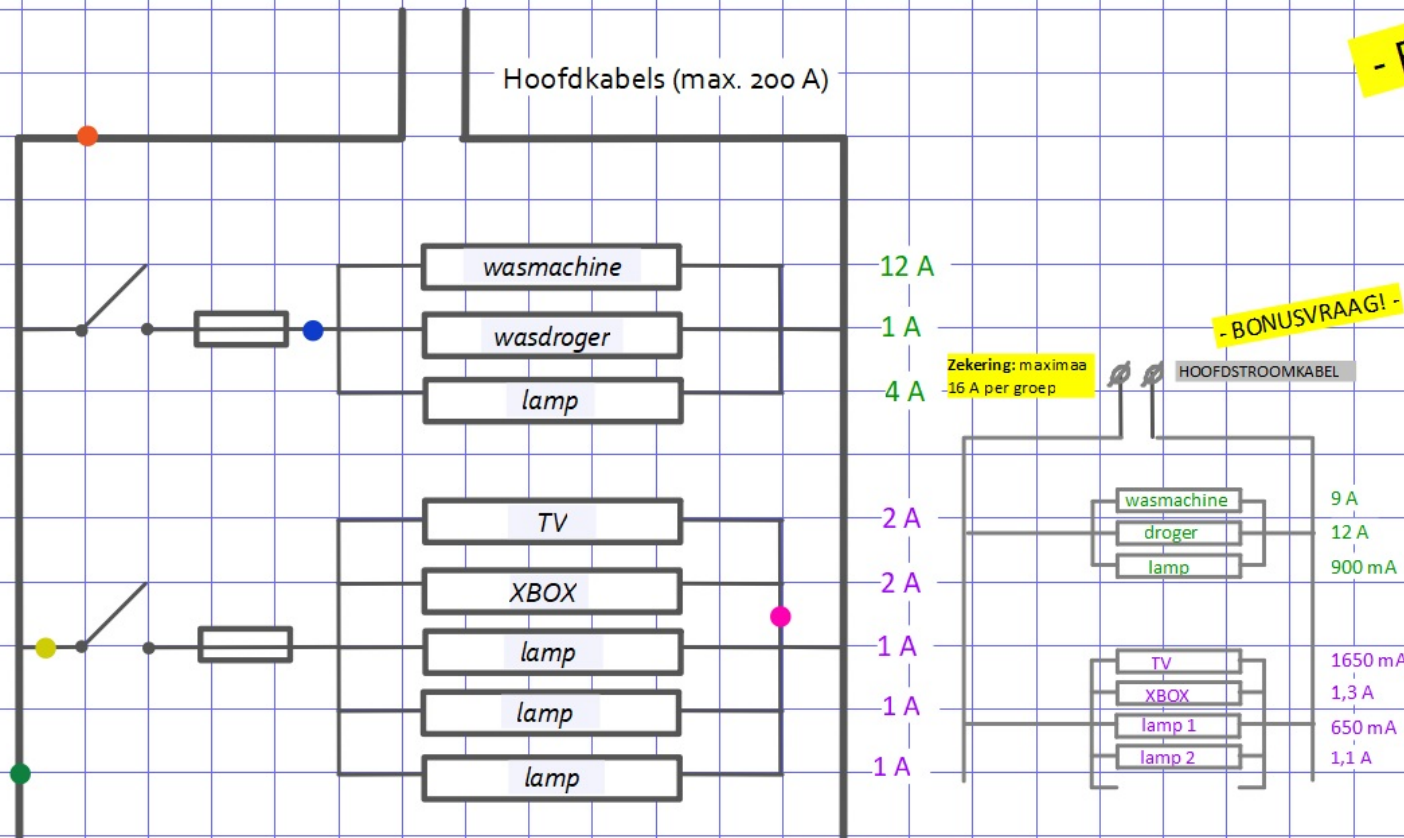
"Hoeveel stroom loopt er door de aangegeven punten?"

- BONUSVRAAG! -



"Welke groep loopt risico op overbelasting?"

- BONUSVRAAG! -

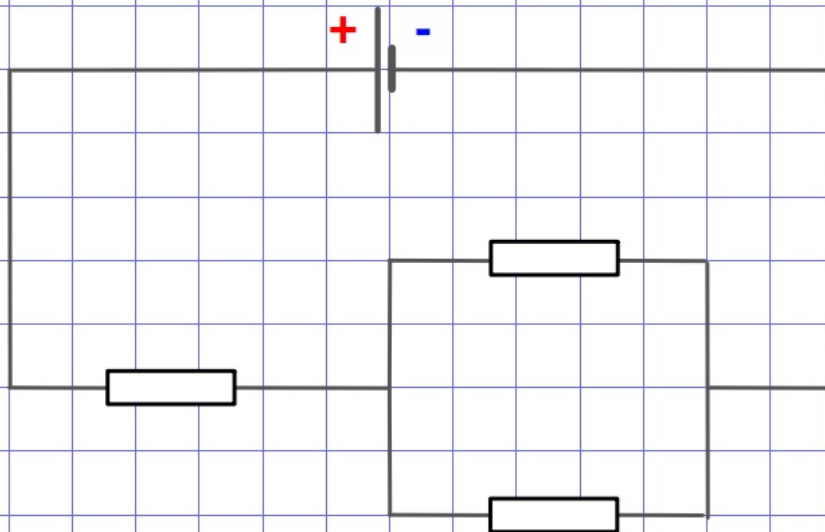


- BONUSVRAAG! -



"Hoeveel spanning levert de batterij?"

- BONUSVRAAG! -



DE TWEE GEREEDSCHAPSETS VOOR REKENEN AAN SCHAKELINGEN

1. De "gedragsregels" voor spanning, stroom en weerstand
2. De formules: $R = U / I$ $E = P \times t$ $P = U \times I$

De formules gelden voor:

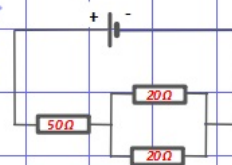
- enkele onderdelen (lampje, weerstand)
- hele schakelingen

+

GOUDENTIP:

Als je niet ziet hoe je het antwoord in een keer zou kunnen bepalen, reken dan uit wat je kunt en bekijk de situatie opnieuw met de gegevens die je vindt.

$I = 0,20 \text{ A}$

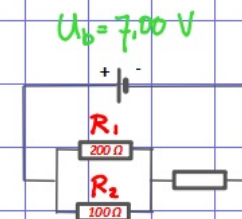
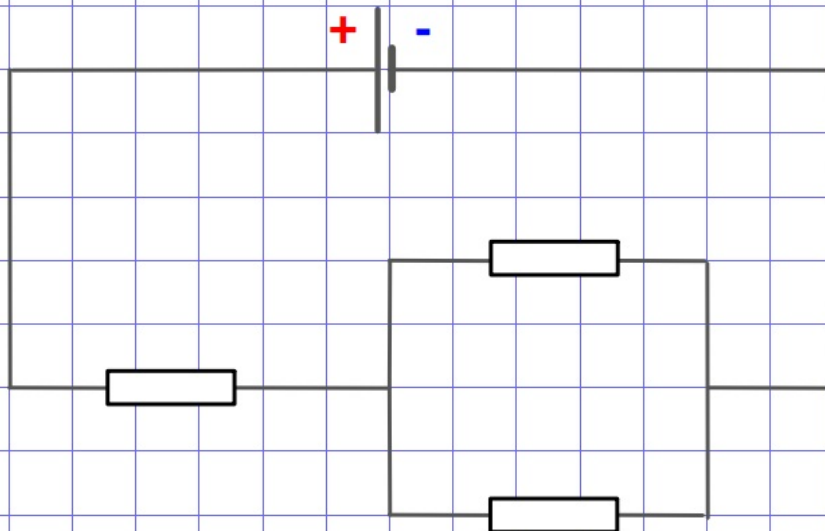


$$R_E = 50 \Omega + 10 \Omega = 60 \Omega$$

$$U_E = I \cdot R_E = 0,20 \text{ A} \cdot 60 \Omega = 12 \text{ V}$$

"Hoeveel stroom loopt er door weerstanden 1 en 2?"

- BONUSVRAAG! -



$U_3 = 2,00 \text{ V}$

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{5,00 \text{ V}}{200 \Omega} = 0,0250 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{5,00 \text{ V}}{100 \Omega} = 0,0500 \text{ A}$$

$U_x = 5,00 \text{ V}$

DE TWEE GEREEDSCHAPSSETS VOOR REKENEN AAN SCHAKELINGEN:

1. De "gedragsregels" voor spanning, stroom en weerstand.

2. De formules: $R = U/I$ $E = P \times t$ $P = U \times I$

De formules gelden voor:

- en kele onderdelen (lampje, weerstand)
- hele schakelingen

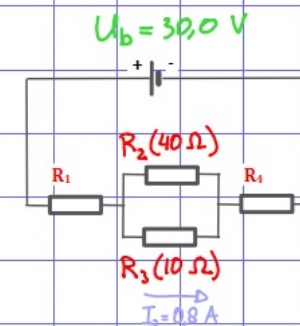
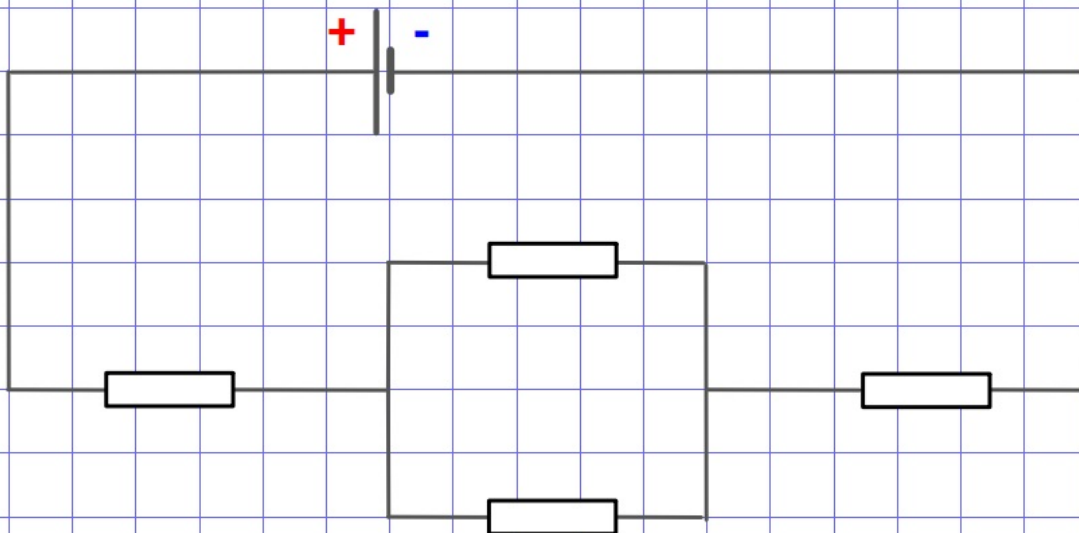
+

Gouden Tip:

Als je niet ziet hoe je het antwoord in een keer zou kunnen bepalen, reken dan uit wat je kunt en bekijk de situatie opnieuw met de gegevens die je vindt.

"Wat is de totale weerstand van deze schakeling?"

- BONUSVRAAG! -



- I_2 is een kwart zo groot als I_3 , dus $0,2 \text{ A}$
- $I_t = 0,2 \text{ A} + 0,8 \text{ A} = 1,0 \text{ A}$
- $R_t = \frac{U_b}{I_t} = \frac{30,0 \text{ V}}{1,0 \text{ A}} = 30 \Omega$

DE TWEE GEREEDSCHAPSETS VOOR REKENEN AAN SCHAKELINGEN.

1. De "gedragsregels" voor spanning, stroom en weerstand
2. De formules: $R = U/I$ $E = P \times t$ $P = U \times I$

De formules gelden voor: - en kele onderdelen (lampje, weerstand)
- hele schakelingen

+

GOUDEN TIP:
Als je niet ziet hoe je het antwoord in een keer zou kunnen bepalen, reken dan uit wat je kunt en bekijk de situatie opnieuw met de gegevens die je vindt.

"Welke van deze lampen zal het felste schijnen?"

- BONUSVRAAG! -



gloeilamp, rendement = 5 %
elektrisch vermogen: $P_{EL} = 60 \text{ W}$



spaarlamp, rendement = 30 %
elektrisch vermogen: $P_{EL} = 23 \text{ W}$

"Deze lampen branden allemaal even fel. Welke heeft dan de kleinste weerstand?"

- BONUSVRAAG! -

allemaal "100 W replacement"



gloeilamp



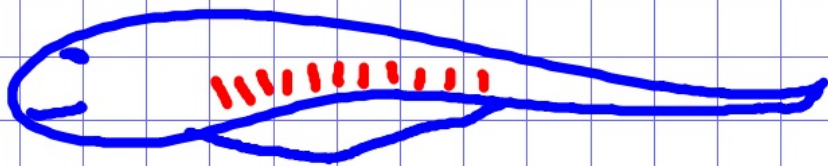
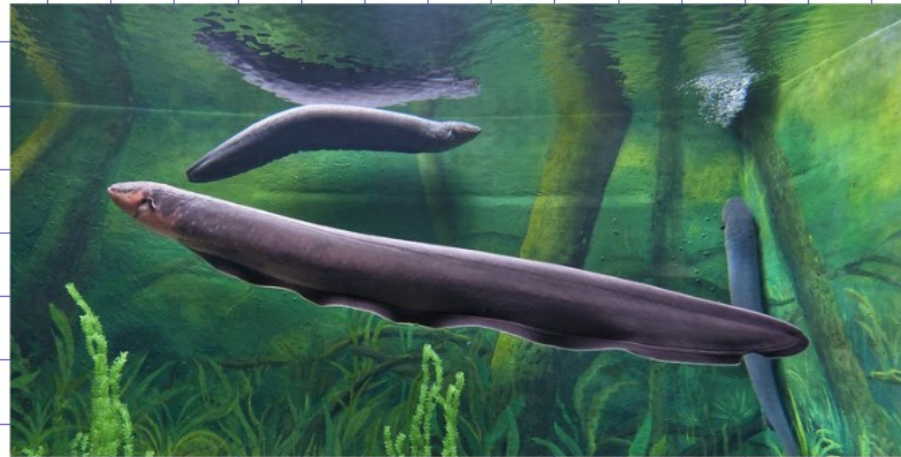
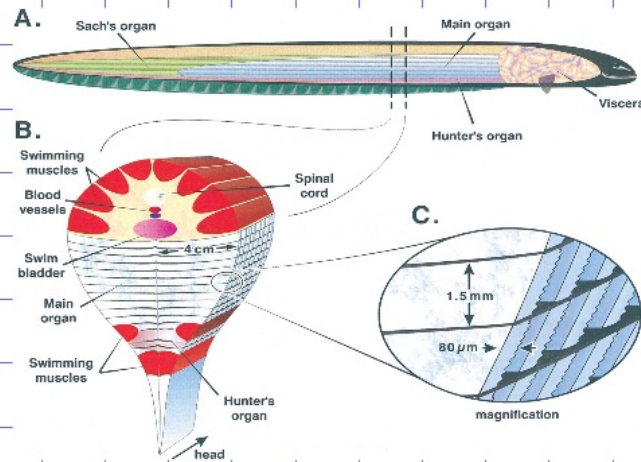
spaarlamp



LED-lamp

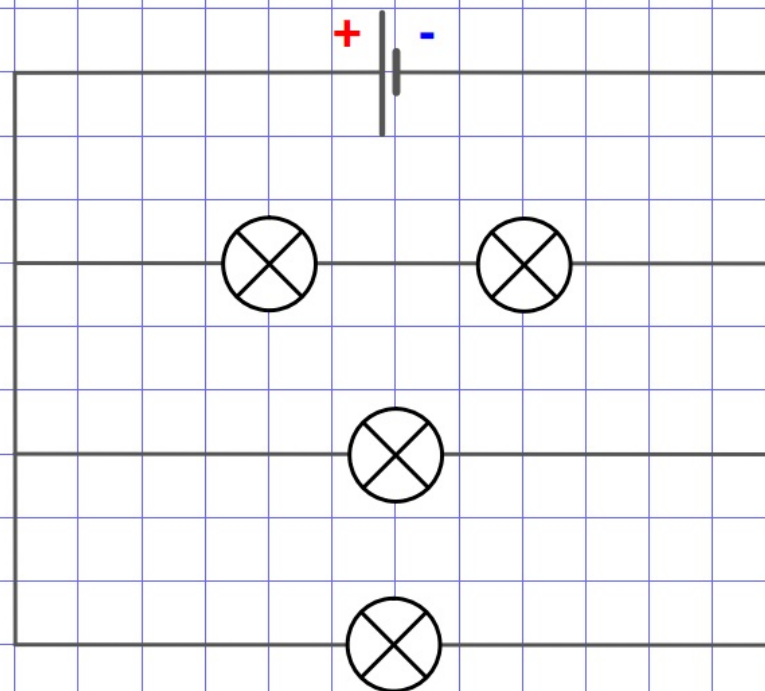
"Gabriel de sidderaal heeft 5400 elektrische orgaantjes achter elkaar in zijn lichaam en kan een schok produceren van 820 V. Hoeveel spanning levert elk orgaantje?"

- BONUSVRAAG! -

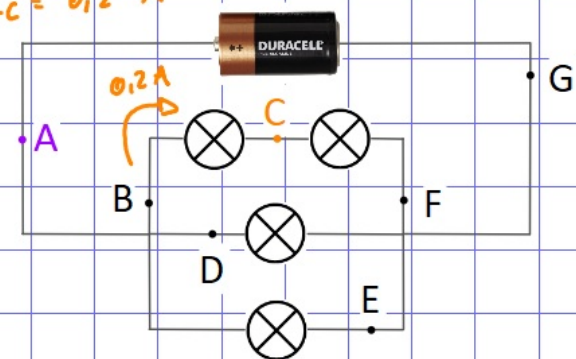


"Alle lampjes zijn van hetzelfde type. Hoeveel stroom loopt er door de aangegeven punten?"

- BONUSVRAAG! -

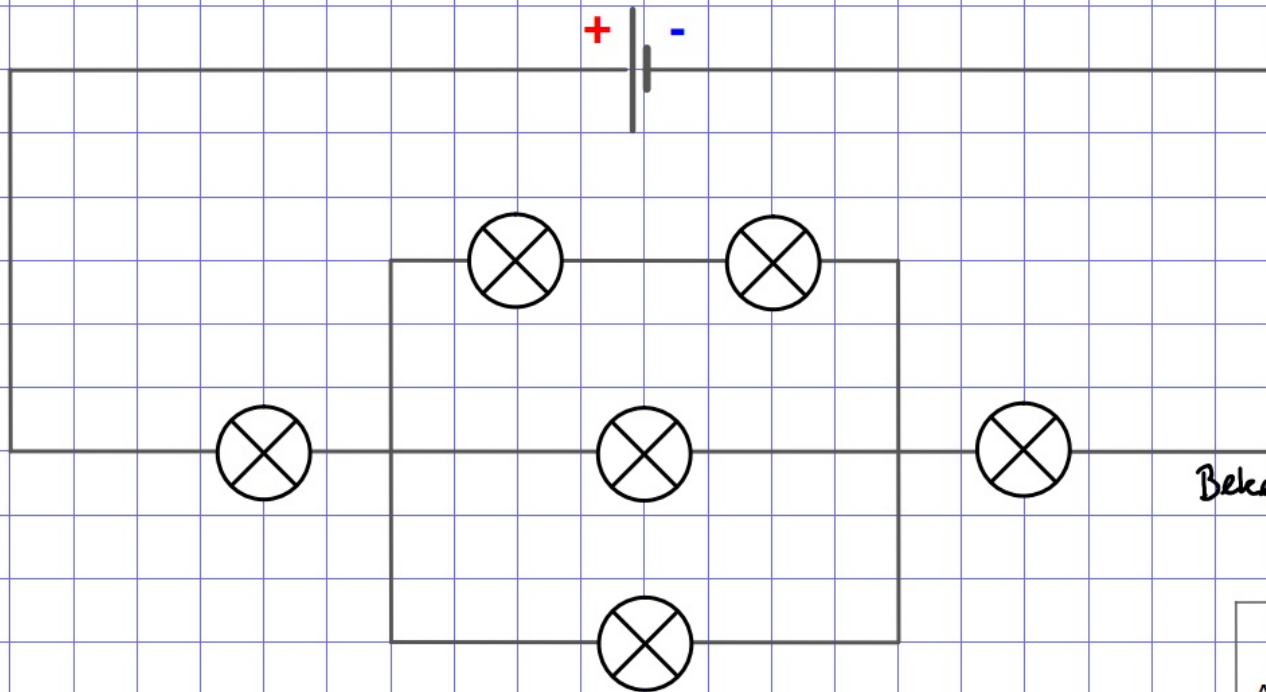


$$I_A = 0,8 \text{ A}$$
$$I_C = 0,2 \text{ A}$$

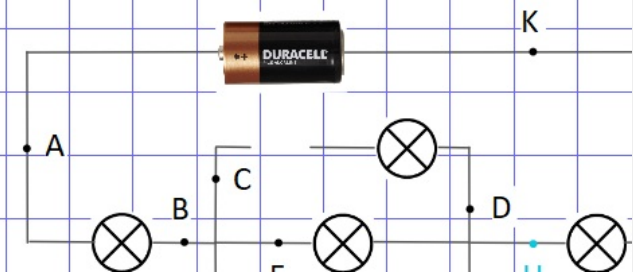


"Hoeveel stroom loopt er door de aangegeven punten?"

- BONUSVRAAG! -



Bekend: $I_H = 0,48 \text{ A}$ $I_G = 0,16 \text{ A}$



"Op welke manier is elektriciteit hier nuttig ingezet?"

BONUSVRAAG! -



elektromagneet



straalkachel



luidspreker



snelwegverlichting



HDMI TV-kabel



waterkoker

"Welke vormen van energie zie je hier?"

- BONUSVRAAG! -

1



"Welke energieomzettingen herken je hier?"

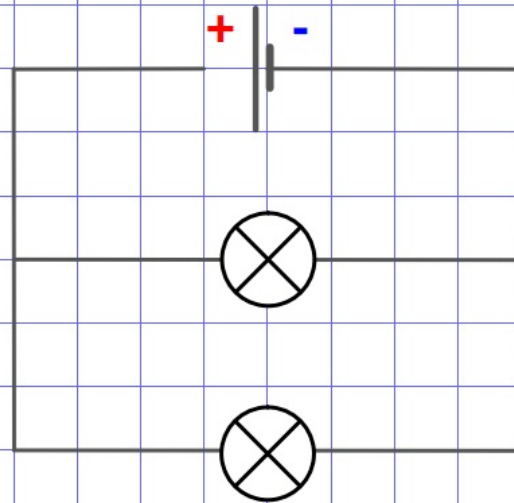
- BONUSVRAAG! -

1

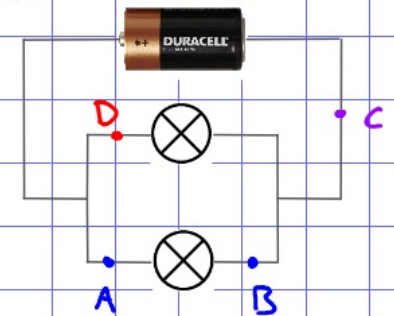


"Hoeveel stroom loopt er door de aangegeven punten?"

- BONUSVRAAG! -

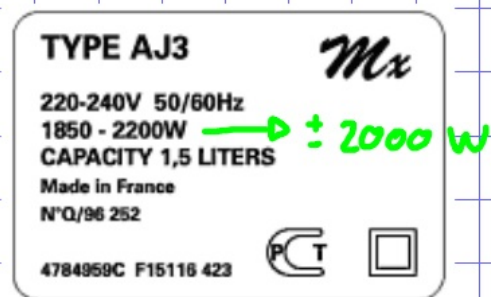


$I_D = 2,0 \text{ A}$
 $I_B = 1,2 \text{ A}$
 $I_A = ?$
 $I_C = ?$



"Hoe lang moet deze waterkoker aanstaan om 1 kWh aan elektrische energie op te nemen?"

- BONUSVRAAG! -



typeplaatje

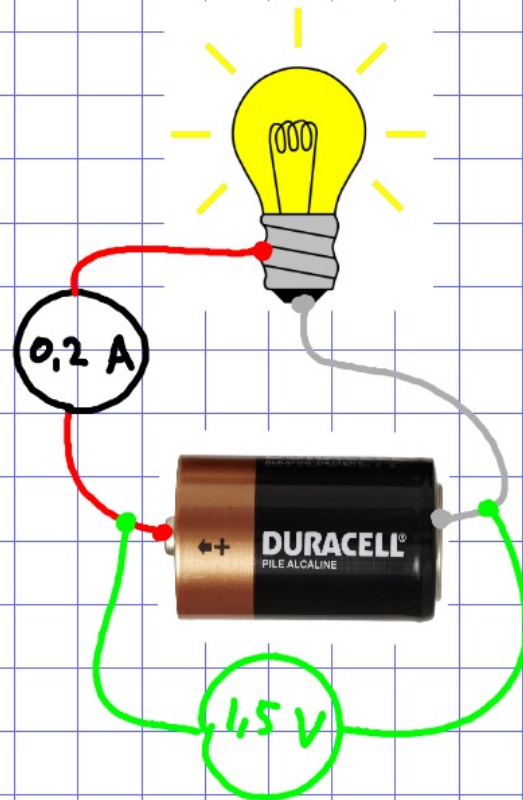


$$1 \text{ kWh} = 3600000 \text{ J}$$

$$t = \frac{E}{P} = \frac{1 \text{ kWh}}{2 \text{ kW}} = 0,5 \text{ h}$$

"Hoeveel energie zet dit lampje om in 5 minuten?"

- BONUSVRAAG! -



Hoofdstuk 3: Elektriciteit

- UITLEG & AANTEKENINGEN -

De volgende dia's zijn de aantekeningen die je in de les overgenomen hebt. Alles wat hier tussen de rode lijnen staat zou ook in je schrift moeten staan. Dit is de essentiële stof voor het proefwerk en deze moet je proberen volledig te begrijpen. Je vindt hier ook de tekst bij de bordoefeningen waarvan je als het goed is alleen de uitwerkingen hebt opgeschreven.

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.1 Elektriciteit en lading

→ Elektrische **lading** bestaat uit twee soorten: positief en negatief.

Neutraal geladen voorwerpen hebben evenveel positieve als negatieve lading in zich.

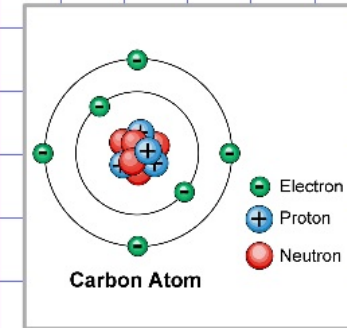
Positief geladen voorwerpen hebben een *tekort* aan elektronen in zich.

Negatief geladen voorwerpen hebben een *overschot* aan elektronen in zich.

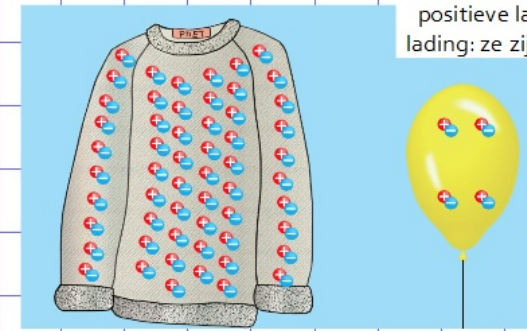
Als twee voorwerpen geladen zijn kunnen ze elkaar **aantrekken of afstoten**:

Beide positief of negatief geladen: *afstoting*

De ene positief en de andere negatief geladen: *aantrekking*



ballon en trui hebben evenveel positieve lading als negatieve lading: ze zijn **neutraal geladen**

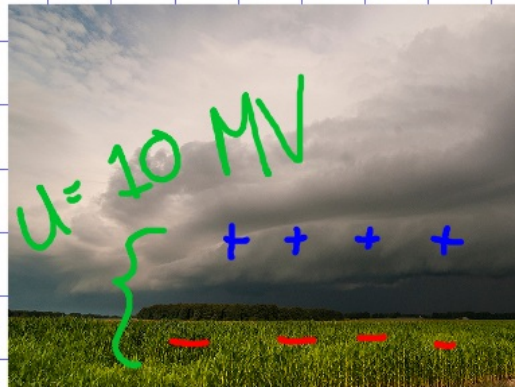
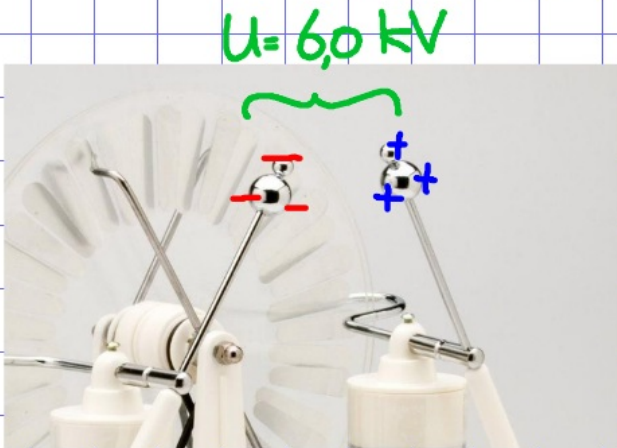


de trui heeft negatieve ladingen afgestaan aan de ballon: de trui is nu **positief geladen** en de ballon is **negatief geladen**

Als er tussen twee punten een verschil aan ladingsoverschot is zeg je dat er tussen die twee punten elektrische **spanning** (symbool: U) is. De eenheid van spanning is **volt (V)**.

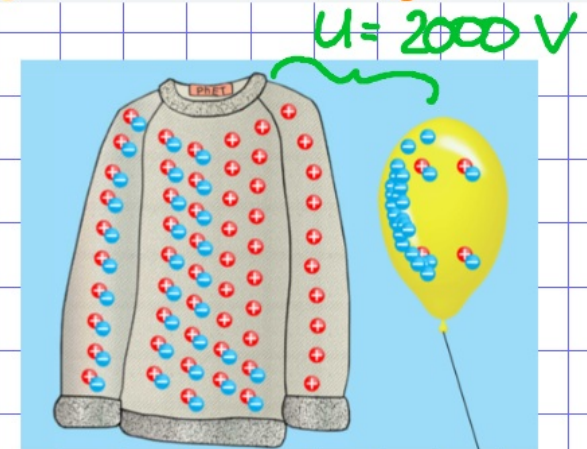
Voorbeelden van **spanningsbronnen**:

- trui en ballon na wrijven
- balletjes vd Wimshurst-elektriseermachine
- plus- en minpool van een batterij
- onweerswolk en aarde

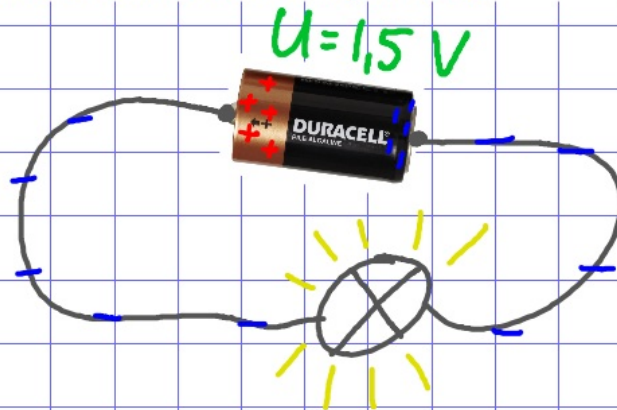


Hoofdstuk 3: Elektriciteit

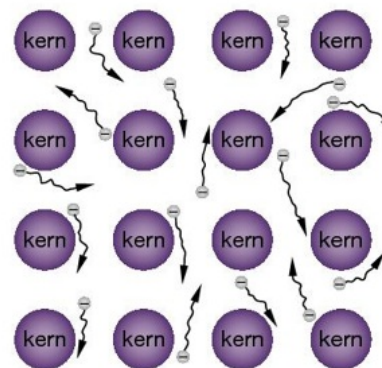
§ 3.1 Elektriciteit en lading



Als de twee punten vervolgens **geleidend verbonden** worden (bijv. met een draad) ontstaat elektrische **stroom** (symbool: I).
De eenheid van stroom is **ampère (A)**.



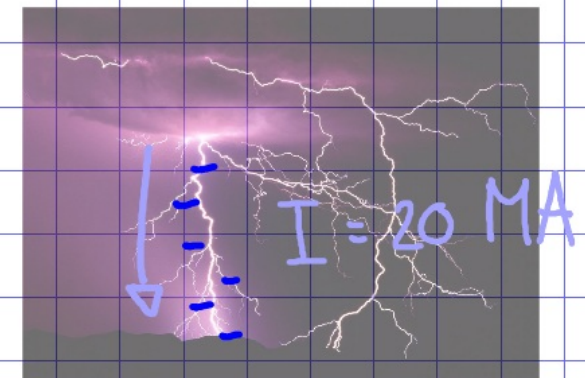
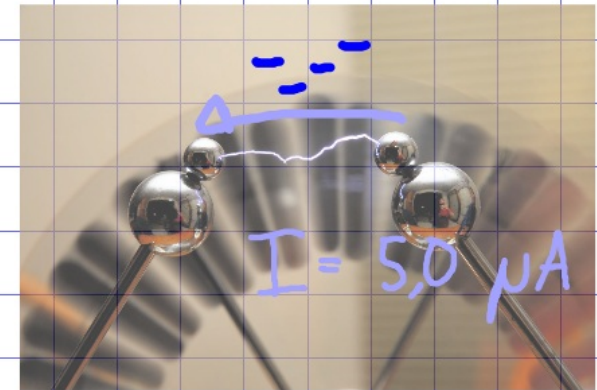
$I = 0,2 \text{ A}$



3.3 Geleidingselektronen

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.1 Elektriciteit en lading



3.1 Opdrachten

A 1 M

- a Noem de drie soorten deeltjes die in een atoom zitten.
b Geef van ieder deeltje aan of het positief geladen, negatief geladen of neutraal is.

A 2

- a Noem de deeltjes die in een stroomdraad bewegen.
b Als de stroom van rechts naar links gaat, in welke richting bewegen die deeltjes dan?

A 3 M

- a Geef de afkorting en de eenheid van stroomsterkte.
b Geef de afkorting en de eenheid van spanning.

A 4

- Vul in: plus of min.
In een stroomkring gaat de stroom buiten de bron om van de _____ pool naar de _____ pool, de elektronen gaan juist van de _____ pool naar de _____ pool.

B 5 M

- Reken om naar mA.
a 1200 mA
b 450 mA
c 80 mA

Reken om naar mA.

- d 2,818 A
e 0,347 A
f 0,0263 A

B 6

- Elektromotoren zorgen voor beweging. Je hebt er meer in huis dan je denkt.
a Noem vijf huishoudelijke apparaten met een elektromotor.
b Noem minimaal twee plaatsen in de auto waar een elektromotor werkt.
c Welke energieomzetting vindt plaats in een elektromotor?

De meeste computers hebben een ventilator voor de koeling.

- d Welke energiesoort komt er kennelijk vrij in een computer?

B 7 M

- a Zet de volgende spanningsbronnen op volgorde van spanning. Plaats de spanningsbron met de kleinste spanning als eerste: stopcontact, AAA-batterij, autoaccu.
b Hoe groot is de spanning op het stopcontact?

B 8

- Je vergelijkt een stroomkring met een fietsketting. Zie figuur 3.5. Trek een lijn tussen wat bij elkaar hoort:

spanningsbron
stroomkring
lampje

ketting
achterwiel
je voeten op de treppers

B 9 M

- Bekijk figuur 3.4. Je knipt de linkerdraad door.
a Leg uit of de gloeidraad nu nog gloeit.

- Je vervangt de doorgeknipte draad door een nieuwe draad en knipt vervolgens de rechterdraad door.
b Leg uit of de gloeidraad nu nog gloeit.
c Leg uit waarom de hele stroomkring nodig is om energie van de spanningsbron naar een gloeilamp te transporteren.

B 10

- Bij een batterij heb je te maken met spanning en stroom.
a Welke van de twee is de oorzaak van de ander?
b Licht je antwoord op a toe. Hoe veroorzaakt de ene de andere? Verklaar dit of met behulp van krachten of met behulp van energie.
c Leg uit hoe volgens de tekst de spanning van een batterij tot stand komt.

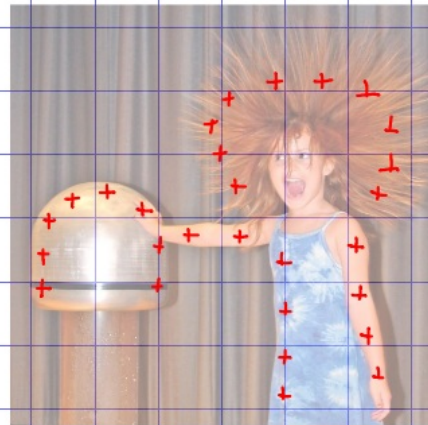
B 11

- a Teken een schakelschema waarin een lampje met twee draden is aangesloten op een spanningsbron.

De elektronen krijgen bij de spanningsbron energie en geven die weer af bij het gloeidraadje van het lampje. Je verwaarloost de energie die elektronen nodig hebben om door de verbindingdraden te stromen.

- b Geef in je schakelschema met rood aan in welke van de twee draden de elektronen veel elektrische energie hebben. Geef vervolgens met blauw aan in welke van de twee draden ze geen elektrische energie hebben.

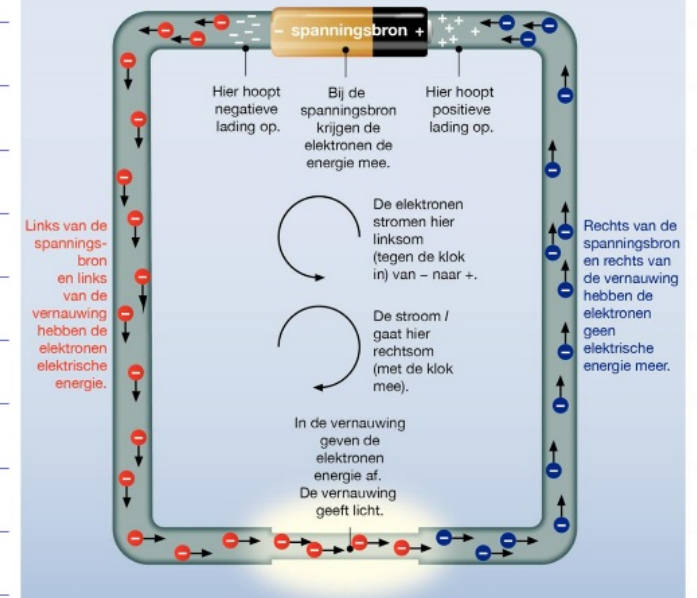
Opgaven na les 1: 1 t/m 9.



Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.1 Elektriciteit en lading

Stroomkringmodel



3.4 Een model voor een stroomkring met een spanningsbron en een gloeidraad

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.1 Elektriciteit en lading

C 12

- a Leg uit waarom je niet mag zeggen dat iets 'onder stroom staat'.
b Hoe formuleer je bovenstaande zin wel correct?

C 13

Leg uit waarom een materiaal positief geladen wordt als je er elektronen vanaf haalt.

C 14

De spanning van een batterij veroorzaakt stroom die buiten de bron om van de plus- naar de minpool loopt. Die stroom loopt dus altijd dezelfde kant op. Daarom spreek je van gelijkstroom en van gelijkspanning. Er bestaat ook een andere vorm van stroom: wisselstroom.

- a Staat er in Nederland op een stopcontact gelijkstroom of wisselstroom?
b Beschrijf het verschil tussen gelijkstroom en wisselstroom.

+ 15

Hij een elektrische stroom is de stroomsterkte de hoeveelheid lading die per seconde langs een punt stroomt. Ook bij andere soorten stromen spreek je van stroomsterkte. Wat zou je onder stroomsterkte verstaan bij:

- a een rivier;
b een autoweg;
c een slagader;
d een winkelstraat?

+ 16

Meestal bestaat een elektrische stroom uit bewegende elektronen, maar soms bewegen andere ladersdragers. Een voorbeeld daarvan is de stroom in kraanwater. In kraanwater zit onder andere keukenzout. Keukenzout noem je ook wel natriumchloride (NaCl) omdat het bestaat uit natriumatomen (Na) en chlooratomen (Cl).

Een atoom dat te veel of te weinig elektronen heeft, noem je geen atoom, maar een ion. Als keukenzout in water oplost, ontstaan er ionen. In het water zitten dan natriumionen met een elektron te weinig (Na^+) en chloorionen met een elektron te veel (Cl^-).

In het kraanwater hang je twee metalen plaatjes. Plaatje 1 is verbonden met de pluspool van een spanningsbron, plaatje 2 is verbonden met de minpool van die spanningsbron.

- a Naar welk plaatje bewegen de natriumionen en naar welk plaatje bewegen de chloorionen?
b Leg uit of er nu stroom loopt.
c Waarom is het gevaarlijk om een stopcontact aan te raken als je nat bent?

- HAVO -

Je kunt nu

- noemen welke twee soorten lading er zijn;
- uitleggen hoe ladingen elektrische krachten op elkaar uitoefenen;
- uitleggen wat elektrische stroom is;
- uitleggen wat nodig is voor een blijvende stroom;
- uitleggen hoe een spanningsbron stroom veroorzaakt;
- uitleggen wat de betekenis is van het begrip spanning;
- in een stroomkring de richting van de stroom en van de elektronen aangeven;
- toepassingen van elektrische stroom noemen.

§ 3.2 Geleidbaarheid en weerstand

De **weerstand** van een lampje geeft aan hoe moeilijk een spanningsbron er stroom doorheen kan pompen.

$$\text{Weerstand} = \frac{\text{spanning}}{\text{stroomsterkte}}$$

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

eenheid:
ohm (Ω)

eenheid:
volt (V)

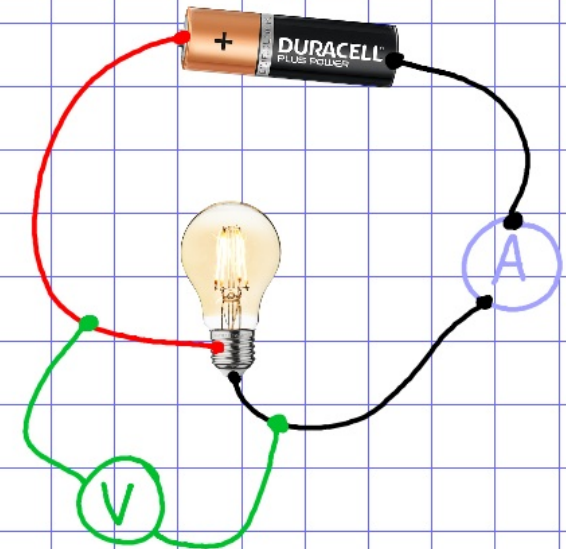
eenheid:
ampère (A)

Voorbeeld:

$$a) R = \frac{U}{I} = \frac{6,2 \text{ V}}{0,18 \text{ A}} = 34 \Omega$$

$$b) U = I \cdot R = 0,300 \text{ A} \cdot 34 \Omega = 10,2 \text{ V}$$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit



Voorbeeld: Je hebt voor de gein gemeten aan een brandend lampje. Er stond een spanning van 6,2 V over en toen liep er een stroom van 0,18 A doorheen.

- Wat is de weerstand van lampje A?
- Hoe groot moet de spanning zijn zodat er 300 mA door het lampje gaat lopen?

Bordoeffening 1:

$$a) I_2 = \frac{U_6}{R_3} = \frac{6,5 \text{ V}}{16 \Omega} = 0,41 \text{ A}$$

$$b) U_6 = I_2 \cdot R_3 = 0,72 \text{ A} \cdot 16 \Omega = 11,5 \text{ V}$$

$$c) R = \frac{U}{I} = \frac{7,5 \text{ V}}{0,41 \text{ A}} = 18,3 \Omega$$

$$d) R = \frac{U}{I} = \frac{2,0 \text{ V}}{0,2 \text{ A}} = 10 \Omega$$

$$e) I = \frac{U}{R} = \frac{230 \text{ V}}{0,5 \Omega} = 460 \text{ A} \quad \text{X}$$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.2 Geleidbaarheid en weerstand

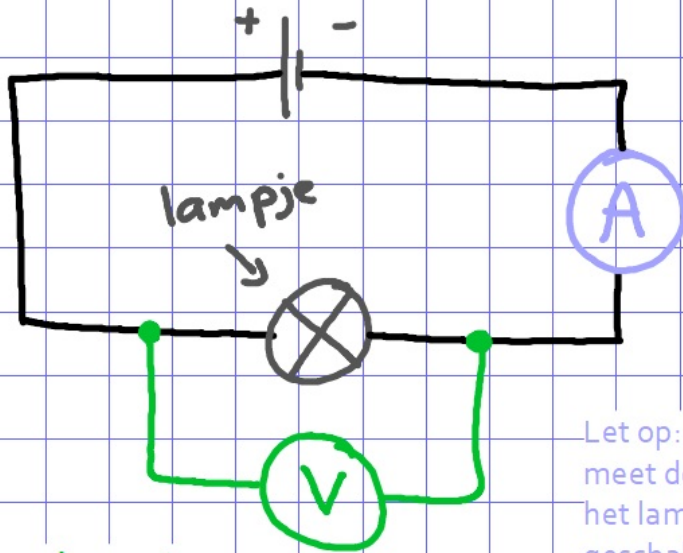
$\text{Weer-stand} = \frac{\text{spanning}}{\text{stroom-sterkte}}$
 $R_3 = \frac{U_6}{I_2}$

eenheid: ohm (Ω)
 eenheid: volt (V)
 eenheid: ampère (A)

Bordoeffening 1: Lampje A heeft een weerstand van 16Ω . Je zet er een spanning over van $6,5 \text{ V}$.

- Hoeveel stroom gaat er door het lampje lopen?
- Hoeveel spanning moet je over het lampje zetten om er $0,72 \text{ A}$ doorheen te laten lopen?
- Lampje B heeft een spanning van $7,5 \text{ V}$ nodig om een stroom van $0,41 \text{ A}$ te laten lopen. Hoe groot is de weerstand van lampje B?
- Over lampje C staat een spanning van $2,0 \text{ V}$. Er loopt een stroom doorheen van 200 mA . Hoe groot is de weerstand van lampje C?
- Een waterkoker is aangesloten op het stopcontact. De weerstand van de waterkoker is $0,5 \Omega$. Hoeveel stroom loopt er door de waterkoker?

Om de weerstand van een lampje te bepalen kun je een **schakeling** bouwen:

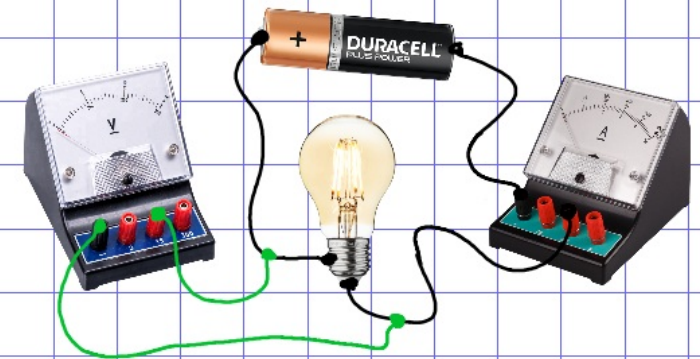


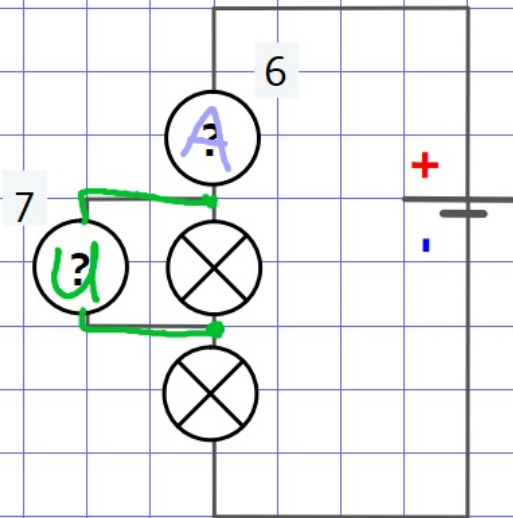
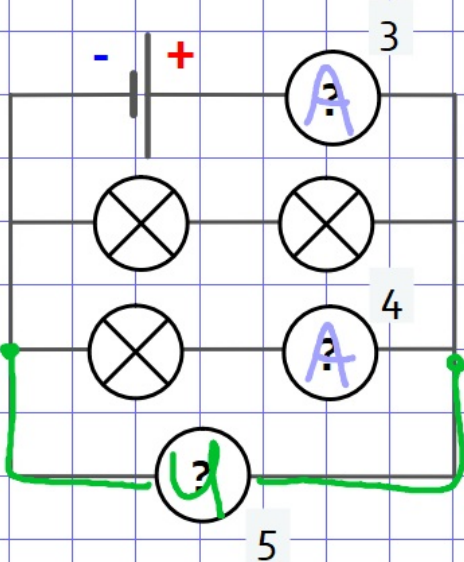
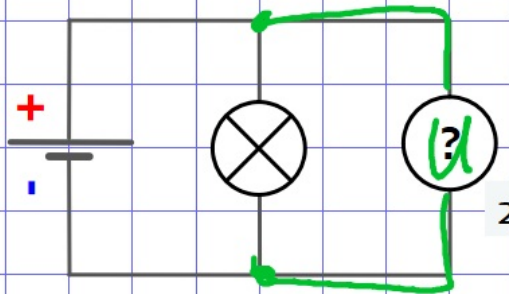
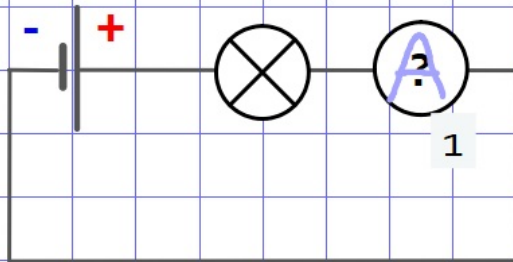
Let op: de **spanningsmeter** meet de spanning **over** het lampje en staat **parallel** geschakeld met het lampje

Let op: de **stroommeter** meet de stroomsterkte **door** het lampje en staat **in serie** geschakeld met het lampje

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

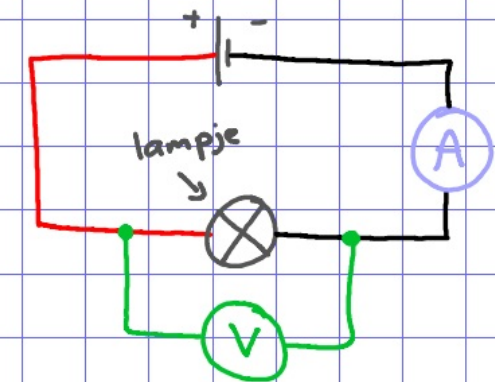
§ 3.2 Geleidbaarheid en weerstand





Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.2 Geleidbaarheid en weerstand

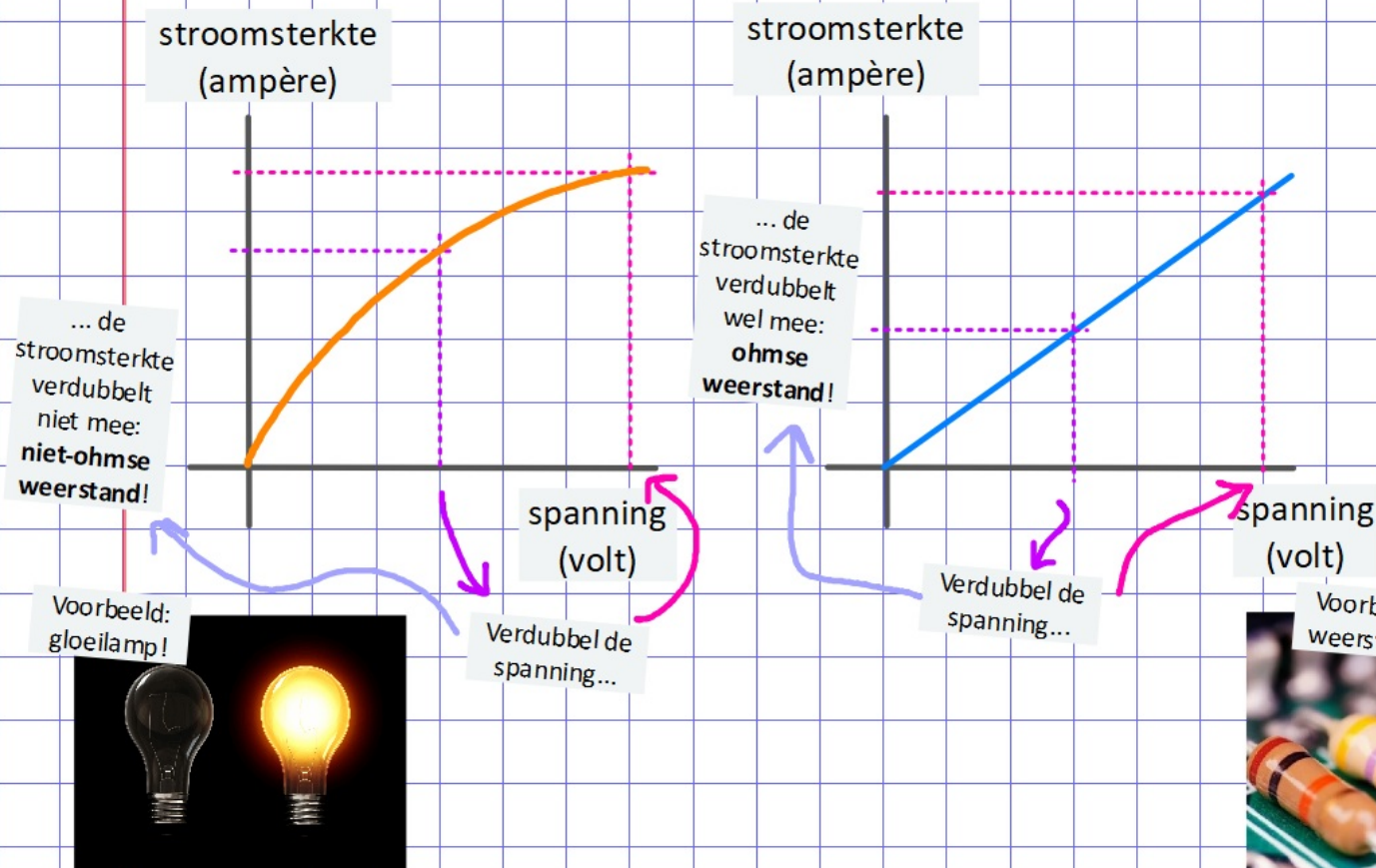


Let op: de **spanningsmeter** meet de spanning **over** het lampje en staat **parallel** geschakeld met het lampje

Let op: de **stroommeter** meet de stroomsterkte **door** het lampje en staat **in serie** geschakeld met het lampje

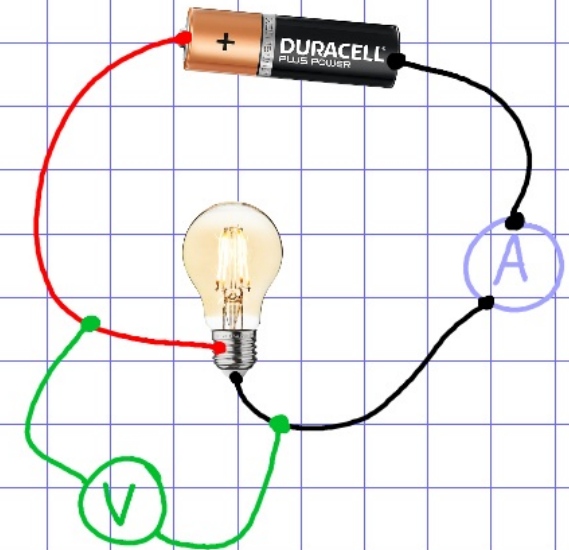
Bord oefening 2: In de schakelschema's zijn batterijen, lampjes en meters goed aangesloten. Bepaal voor elke van deze genummerde meters het een spanningsmeter of een stroommeter is.

Een component heeft een "**ohmse weerstand**" als de stroom door de component **recht evenredig** is met de spanning over de component:



Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.2 Geleidbaarheid en weerstand



3.2 Opdrachten

A 17 M

- Geef het symbool en de eenheid van weerstand.
- Geef het symbool en de eenheid van geleidbaarheid.
- Met welke formule bereken je uit de spanning en stroomsterkte de geleidbaarheid?
- Met welke formule bereken je uit de spanning en stroomsterkte de weerstand?
- Met welke formule kun je weerstand en geleidbaarheid in elkaar omrekenen?

A 18 M

Leg uit waarom het gevaarlijk is om een stroomkring met een zeer kleine weerstand te hebben.

A 19

Geef de twee verschillende betekenissen van het woord weerstand in deze paragraaf.

B 20

Jannette heeft twee grootheden gemeten: grootheid T en grootheid W . Ze maakt een T - W -diagram.

- Welke grootheid staat op de horizontale as, welke op de verticale?

Jannette maakt een diagram met op de horizontale as de grootheid S en op de verticale as de grootheid Z .

- Hoe heet dit diagram?

Ten slotte voert Jannette een meting uit. Ze verandert de grootheid N en ze meet daarbij steeds de waarde van grootheid C .

- Leg uit welke grootheid ze uitleest op de horizontale as en welke op de verticale as.
- Hoe heet dit diagram?

B 21 M

Je sluit een weerstand aan op een spanningsbron. Als je de spanning over de weerstand met 1 V laat toenemen, neemt de stroomsterkte toe met 3 A. Bij 0 V loopt er 0 A.

- Bereken de stroom als je er 7 V over zet.
- Bereken bij welke spanning er 27 A loopt.
- Bereken de geleidbaarheid van deze weerstand.
- Bereken de weerstandswaarde van deze weerstand.

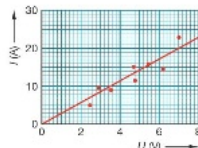
B 22 M

In een stroomkring meet je bij een lampje een spanning van 9 V als er een stroom van 0,6 A doorheen loopt.

- Bereken de weerstand van het lampje.
- Bereken op twee manieren de geleidbaarheid van het lampje.

B 23

Onderstaande figuur toont een I - U -diagram. Myrthe bepaalt de helling. Ze leest de volgende punten af: (1,3) en (2,6).



- Bereken uit deze grafiekpunten de helling.
- Leg uit waarom Myrthe op haar proefwerk niet alle punten krijgt voor de methode waarop ze de helling bepaalt.
- Leg uit of ze het punt (7,23) of het punt (7,20) mag gebruiken om de helling te bepalen.

B 24

In je huis mag door een groep niet meer dan 16 A lopen. Je sluit één apparaat aan op een stopcontact.

- Bereken bij welke weerstand er 16 A door dat apparaat gaat.

Als je een spaarlamp aansluit op het stopcontact, loopt er een stroom van 0,04 A.

- Bereken de geleidbaarheid van de spaarlamp.

Als je een stofzuiger aansluit op het stopcontact en je zet de stofzuiger in de hardste zuigstand, heeft hij een weerstand van 33 Ω .

- Bereken de stroomsterkte door de stofzuiger.

Een mobiele telefoon heeft een geleidbaarheid van 0,2 S. Je laadt hem op met een adapter. Bij het opladen loopt er 750 mA door de mobiele telefoon.

- Bereken de spanning van de adapter.

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.2 Geleidbaarheid en weerstand

Maak opg. 22a, 25, 26 en 27.

Maak opg. 18, 21, 24 en 17 van Hfd 3.

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.2 Geleidbaarheid en weerstand

18 25 M

Een spanningszoeker (zie de figuur) mag je rechtstreeks in een stopcontact steken.



Leg uit of de weerstand van een spanningszoeker heel groot of heel klein is.

19 26 C

- a Is de weerstand van een dunne draad groter of kleiner dan de weerstand van een dikke draad?
- b Leg uit waarom het dunne gloeidraadje in een gloeilamp wel heet wordt, maar het dikke aansluit snoer niet.
- c Leg uit waarom een lamp niet merkbaar zwakker gaat branden als je hem met een lang verlengsnoer op het stopcontact aansluit.

20 27 C

Een elektricien raakt een draad aan waar 230 V op staat. De stroomsterkte door zijn lichaam mag maximaal 0,01 A zijn. Zonder speciale schoenen heeft zijn lichaam een weerstand van 5,2 kΩ.

- a Leg met een berekening uit of de elektricien in dat geval veilig werkt.
- b Dezelfde vraag voor het geval de elektricien veiligheidsschoenen draagt en zijn weerstand 50 kΩ is.

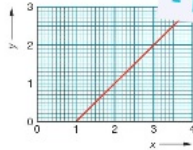
21 28 C

Recht evenredige verbanden komen vaker voor in de natuurkunde. In deze opgave bekijk je een ander voorbeeld van een recht evenredig verband. In het diagram waarin de massa van een blokje op de verticale as is uitgezet tegen het volume van het blokje op de horizontale as is de grafiek een rechte lijn door de oorsprong te zien.

- a Wat is de eenheid van de helling?
- b Wat stelt deze helling natuurkundig voor?

22 29 C

Het (y,x)-diagram rechtsboven toont een rechte grafiek die niet door de oorsprong gaat.

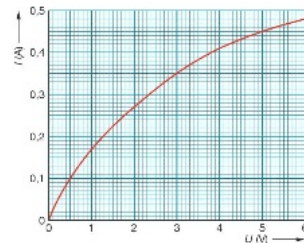


- HAVO -

Geef na of geldt dat als grootte x twee keer zo groot wordt, dat grootte y ook twee keer zo groot wordt.

23 30 +

Voor een constantaandraad geldt een recht evenredig verband tussen spanning en stroomsterkte. Bij een gloeidraad geldt dat niet. In onderstaande figuur zie je het (I,U)-diagram van de gloeidraad van een gloeilamp.



Bepaal de weerstand van de gloeidraad bij een spanning van 1,0 V en bij een spanning van 4,0 V.

24 31 +

Oude wetse gloeilampen gingen kapot doordat het gloeidraadje doorbrandde. Dat doorbranden gebeurde nooit als de lamp al brandde. Het gebeurde altijd als je de stroom inschakelde: even een flits en daarna uit. Bekijk opdracht 30 en de bijbehorende figuur nog eens. Leg uit waarom het doorbranden altijd bij het inschakelen gebeurde.

Je kunt nu

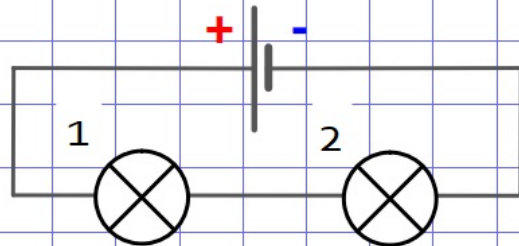
- recht evenredige verbanden herkennen;
- zo nauwkeurig mogelijk de geleidbaarheid bepalen uit een (I,U)-diagram;
- rekenen met de formules voor geleidbaarheid en weerstand;
- uitleggen hoe weerstand en geleidbaarheid de stroomsterkte beïnvloeden;
- uitleggen hoe weerstand en geleidbaarheid met elkaar samenhangen.

Maak opg. 22a, 25, 26 en 27.

Maak opg. 18, 21, 24 en 17 van Hfd 3.

§ 3.3 Parallel en serie

serie



gedragsregel stroom:

$$I_b = I_1 = I_2$$

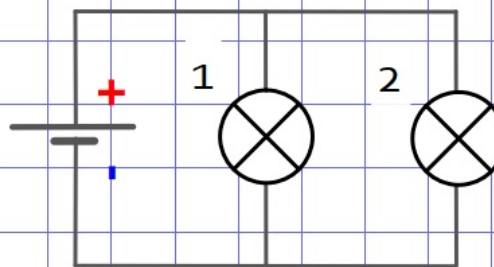
gedragsregel spanning:

$$U_b = U_1 + U_2$$

gedragsregel weerstand:

$$R_T = R_1 + R_2$$

parallel



gedragsregel stroom:

$$I_b = I_1 + I_2$$

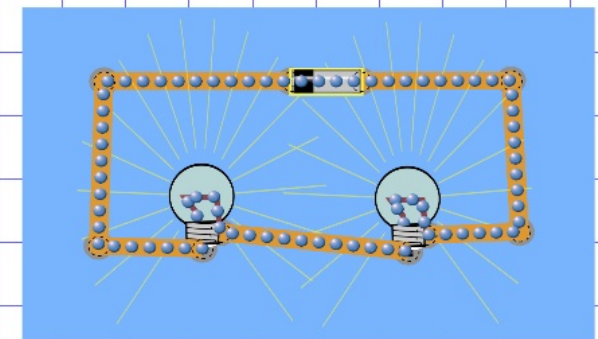
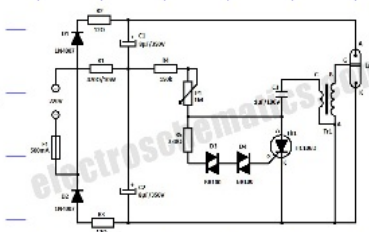
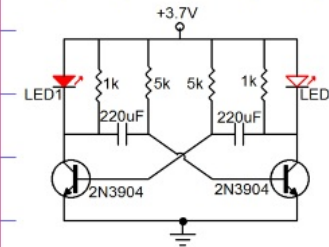
gedragsregel spanning:

$$U_b = U_1 = U_2$$

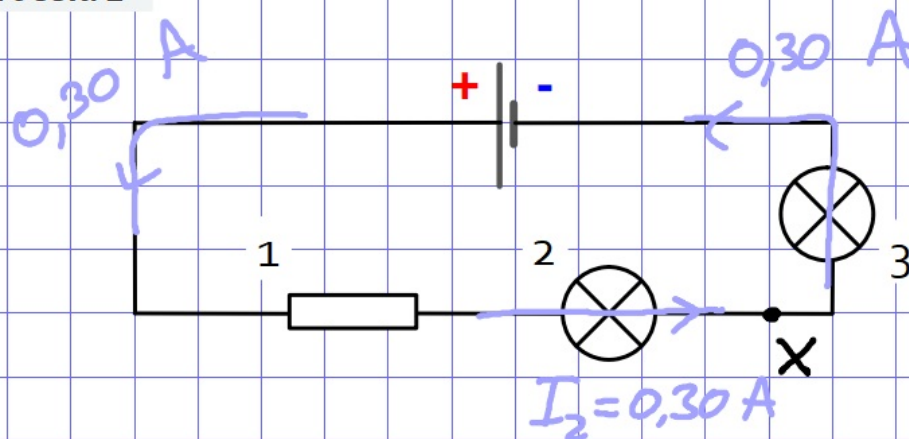
gedragsregel
weerstand:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit



Voorbeeld 1



Schrijf je antwoorden zó op:

Voorbeeld 1

- a) $I_X = 0,30 \text{ A}$
- b) $I_1 = 0,30 \text{ A}$
- c) $I_{\text{batt}} = 0,30 \text{ A}$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

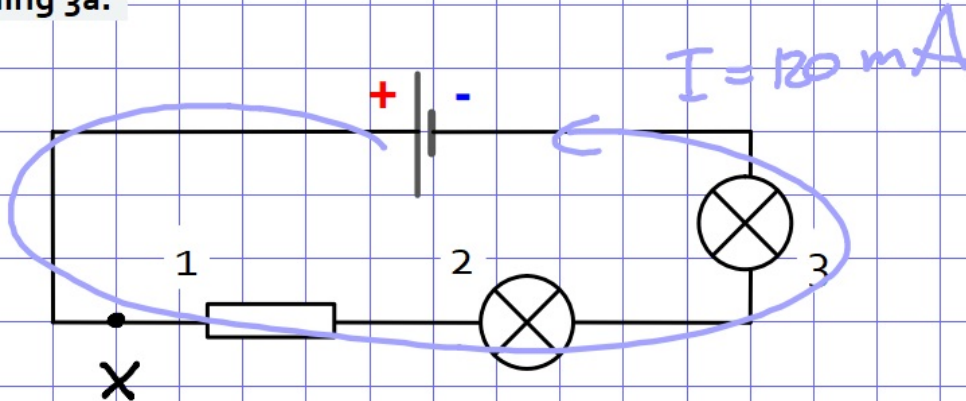
§ 3.3 Parallel en serie

Voorbeeld 1: Van de schakeling hiernaast is bekend: $I_2 = 0,30 \text{ A}$. Bepaal voor onderstaande onderdelen hoeveel stroom er doorheen loopt.

- a) punt X
- b) component 1
- c) de stroom die de batterij uitkomt

STROOM
vs.
SPANNING

Bordoeffening 3a:



Bordoeffening 3a:

- a) $I_X = 120 \text{ mA}$
- b) $I_2 = 120 \text{ mA}$
- c) $I_{\text{batt}} = 120 \text{ mA}$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

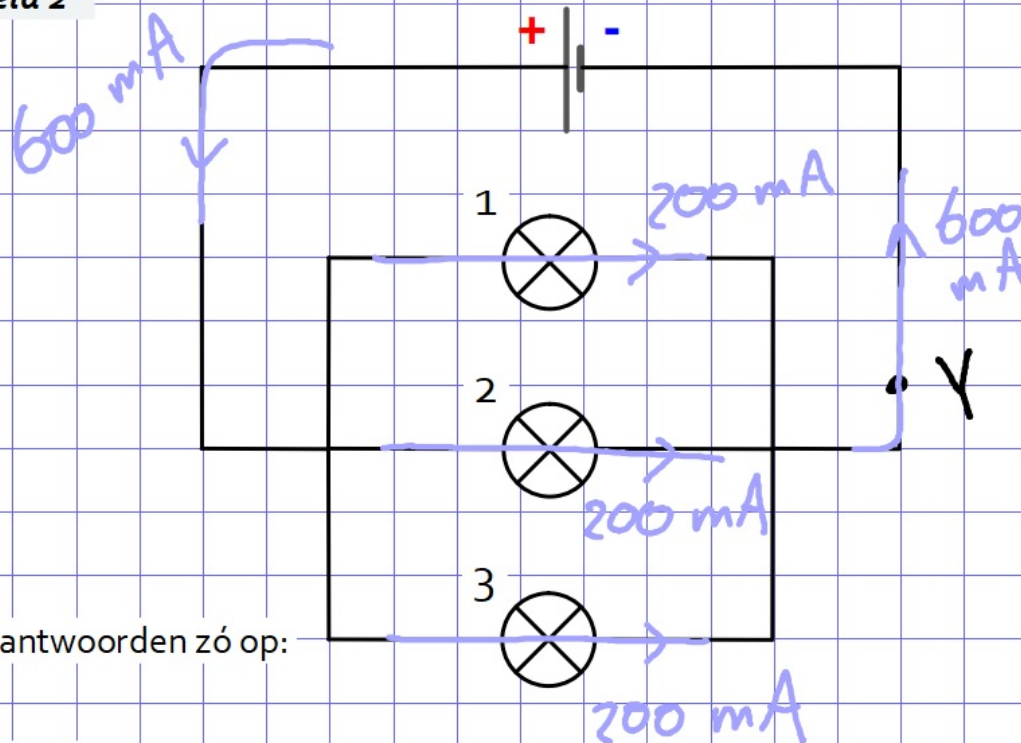
§ 3.3 Parallel en serie

Bordoeffening 3a: Van de schakeling hiernaast is bekend: $I_1 = 120 \text{ mA}$. Bepaal voor onderstaande onderdelen hoeveel stroom er doorheen loopt.

- a) punt X
- b) lampje 2
- c) de stroom die de batterij ingaat

STROOM
vs.
SPANNING

Voorbeeld 2



Schrijf je antwoorden zó op:

Voorbeeld 2

- a) $I_2 = 200 \text{ mA}$
- b) $I_3 = 200 \text{ mA}$
- c) $I_Y = 600 \text{ mA}$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

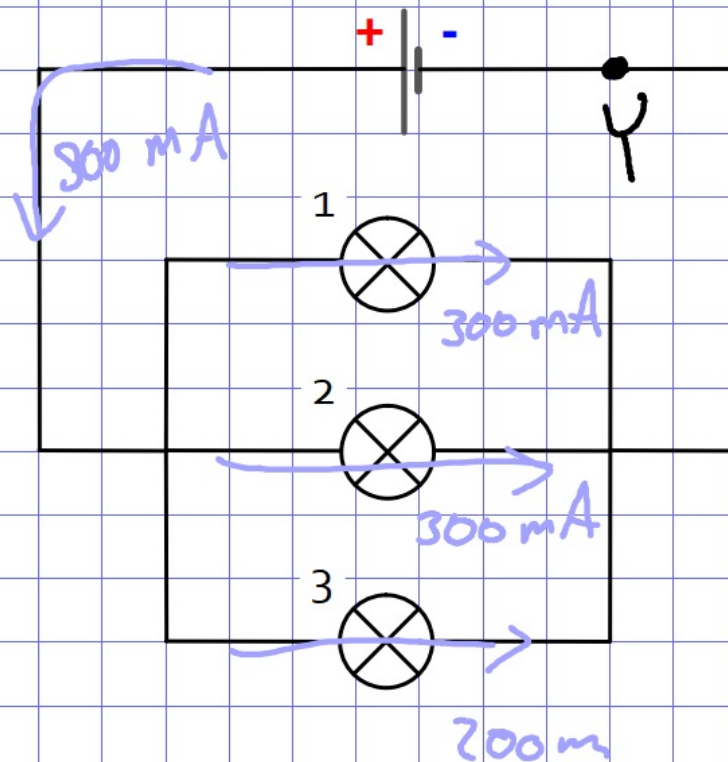
§ 3.3 Parallel en serie

Voorbeeld 2: Bepaal voor onderstaande onderdelen hoeveel stroom er doorheen loopt. De lampjes zijn identiek. De stroom door lampje 1 is 200 mA. De hoofdstroom is 600 mA.

- a) lampje 2
- b) lampje 3
- c) punt Y

STROOM
vs.
SPANNING

Bordoeffening 3b:



Bordoeffening 3b:

- a) $I_2 = 300 \text{ mA}$
- b) $I_3 = 200 \text{ mA}$
- c) $I_Y = 800 \text{ mA}$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

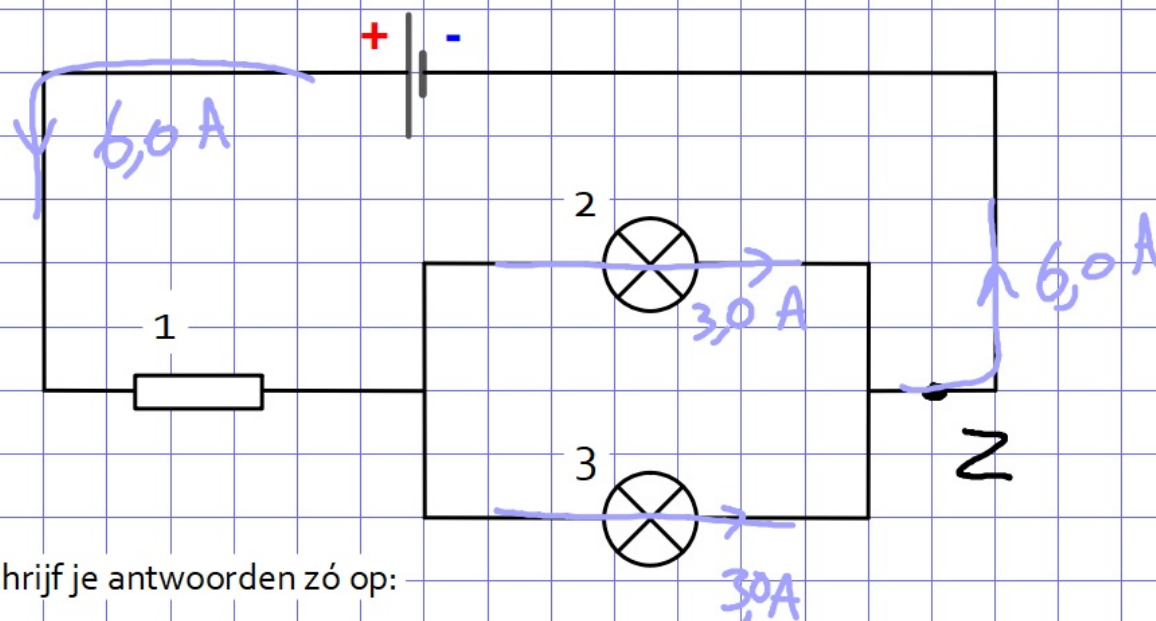
§ 3.3 Parallel en serie

Bordoeffening 3b: Bekijk de schakeling hiernaast. De stroom door lampje 1 is 300 mA en de hoofdstroom is 800 mA. Lampjes 1 en 2 zijn identiek maar lampje 3 is anders. Bepaal voor onderstaande onderdelen hoeveel stroom er doorheen loopt.

- a) lampje 2
- b) lampje 3
- c) punt Y

STROOM
vs.
SPANNING

Voorbeeld 3



Schrijf je antwoorden zó op:

Voorbeeld 3

- a) $I_1 = 6,0 \text{ A}$
- b) $I_2 = 3,0 \text{ A}$
- c) $I_Z = 6,0 \text{ A}$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

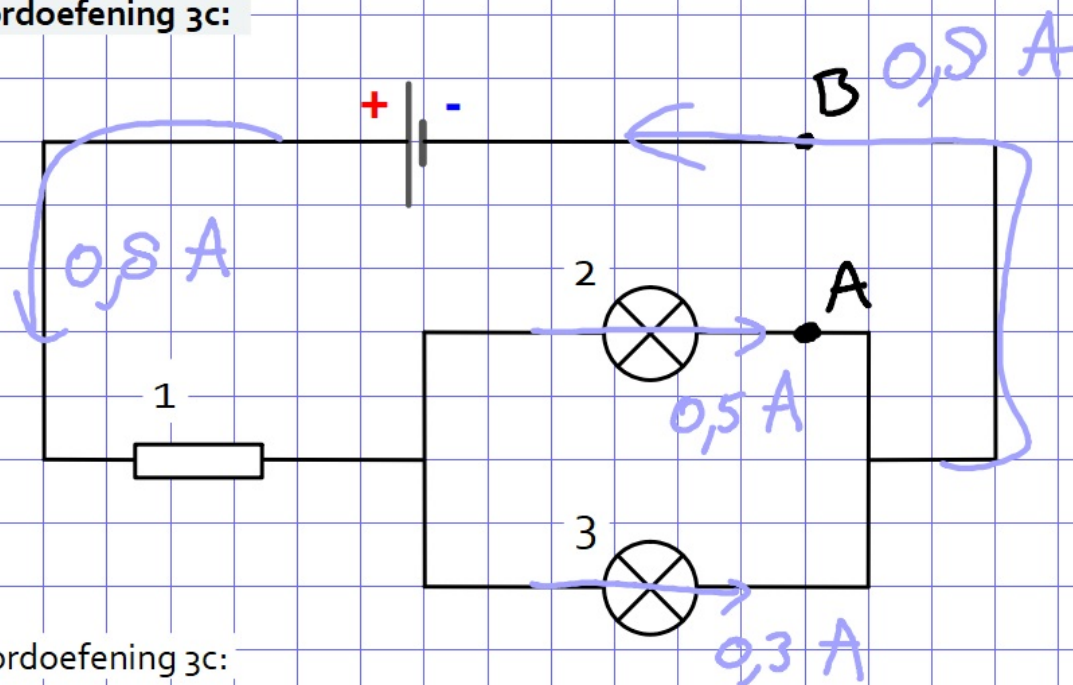
§ 3.3 Parallel en serie

Voorbeeld 3: Van de schakeling hiernaast is bekend: $I_{\text{batt}} = 6,0 \text{ A}$ en dat lampjes 2 en 3 identiek zijn. Bepaal voor onderstaande onderdelen hoeveel stroom er doorheen loopt.

- a) component 1
- b) lampje 2
- c) punt Z

STROOM
vs.
SPANNING

Bordoefening 3c:



Bordoefening 3c:

- a) $I_{\text{batt}} = 0,8\text{ A}$
- b) $I_A = 0,5\text{ A}$
- c) $I_B = 0,8\text{ A}$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

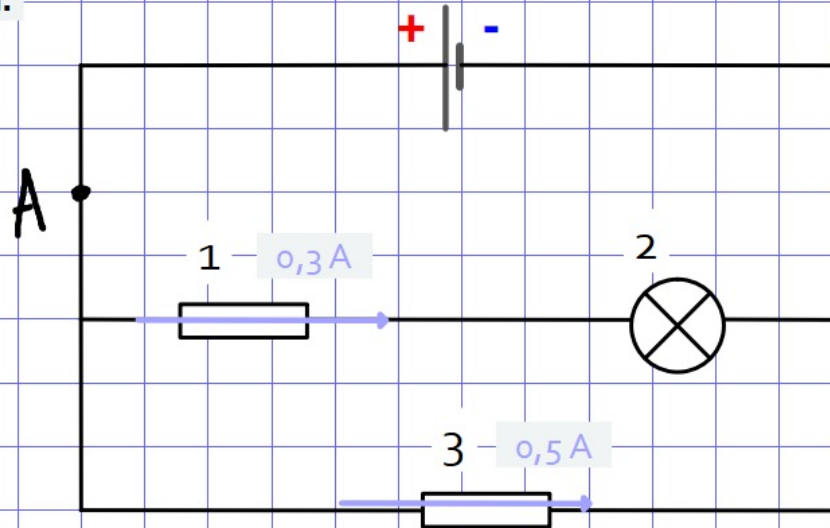
§ 3.3 Parallel en serie

Bordoefening 3c: Bekijk de schakeling hiernaast. Gegevens: $I_2 = 0,5\text{ A}$ en $I_3 = 0,3\text{ A}$. Bereken deze stroomsterkten:

- a) de hoofdstroom die de batterij verlaat
- b) punt A
- c) punt B

STROOM
vs.
SPANNING

Bordoefening 3d:



Bordoefening 3d:

- a) $I_2 = 0,3 \text{ A}$
- b) $I_A = 0,8 \text{ A}$
- c) $I_{\text{batt}} = 0,8 \text{ A}$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

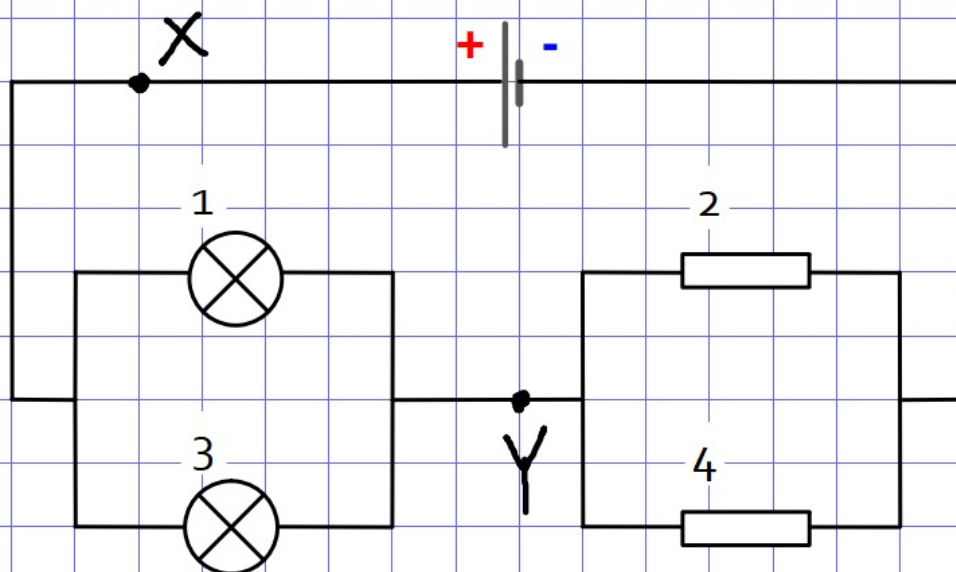
§ 3.3 Parallel en serie

Bordoefening 3d: Bepaal voor onderstaande punten of componenten hoeveel stroom er doorheen loopt. Bekende waarden zijn $I_1 = 0,3 \text{ A}$ en $I_3 = 0,5 \text{ A}$.

- a) component 2
- b) punt A
- c) de stroom die terug de batterij inloopt

STROOM
vs.
SPANNING

Bordoefening 3e:



Bordoefening 3e:

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.3 Parallel en serie

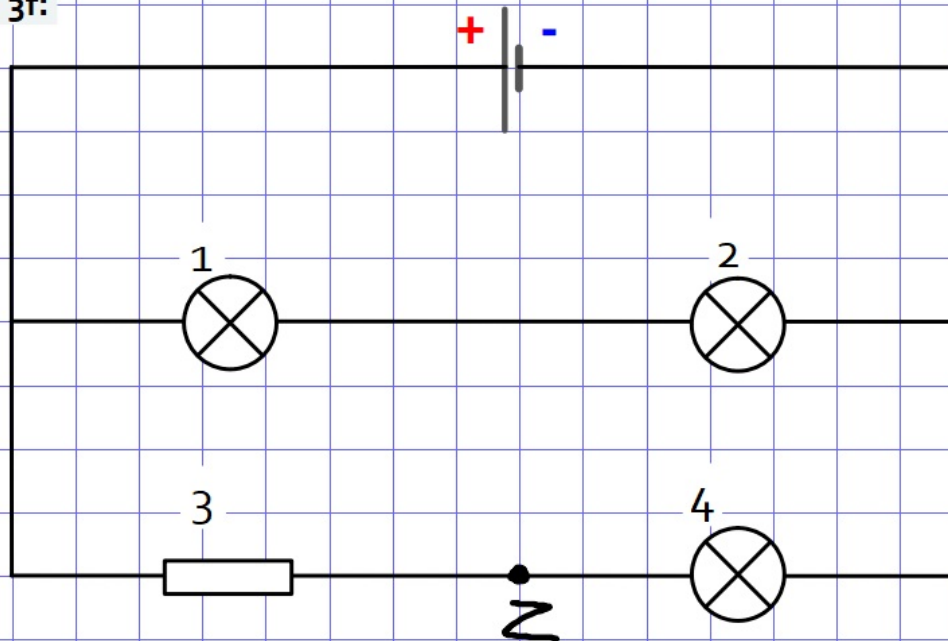
Bordoefening 3e: Bepaal voor onderstaande punten of componenten hoeveel stroom er doorheen loopt. Gegevens:

$I_1 = 200 \text{ mA}$; $I_2 = 100 \text{ mA}$ en $I_X = 400 \text{ mA}$.

- a) lampje 3
- b) component 4
- c) de stroom in punt Y

STROOM
vs.
SPANNING

Bordoefening 3f:



Bordoefening 3f:

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

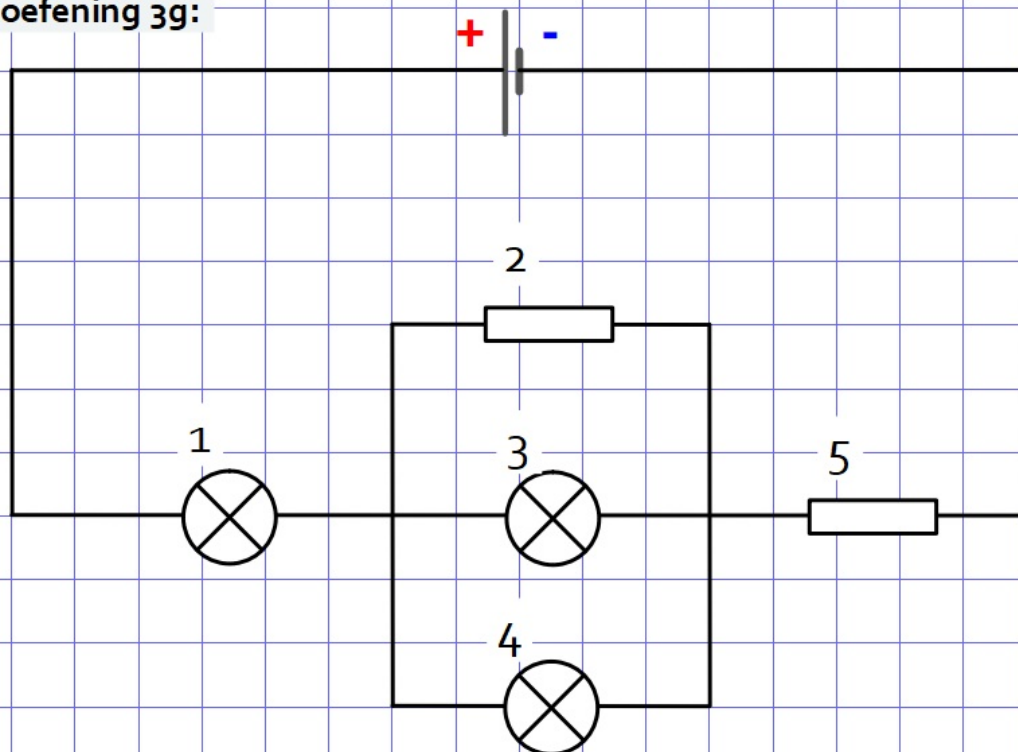
§ 3.3 Parallel en serie

Bordoefening 3f: Van de schakeling is bekend dat de stroom de batterij uit $10,0\text{ A}$ is. De stroom door lampje 4 is $2,0\text{ A}$. Bepaal voor onderstaande punten of componenten hoeveel stroom er doorheen loopt.

- a) lampje 1
- b) component 3
- c) de stroom in punt Z

STROOM
vs.
SPANNING

Bordoefening 3g:



Bordoefening 3g:

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

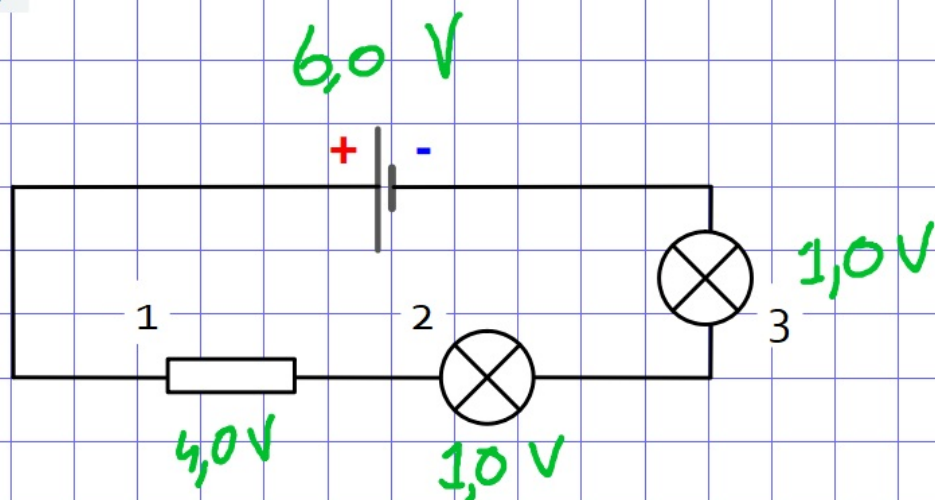
§ 3.3 Parallel en serie

Bordoefening 3g: Bekijk de schakeling hiernaast. Bepaal voor onderstaande punten of componenten hoeveel stroom er doorheen loopt. Bekend: $I_1 = 100 \text{ mA}$ en $I_2 = 20 \text{ mA}$. Lampjes 3 en 4 zijn identiek.

- a) lampje 3
- b) lampje 4
- c) component 5

STROOM
vs.
SPANNING

Voorbeeld 4



Schrijf je antwoorden zó op:

Voorbeeld 4

a) $U_2 = 1,0\text{ V}$

b) $U_3 = 1,0\text{ V}$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.3 Parallel en serie

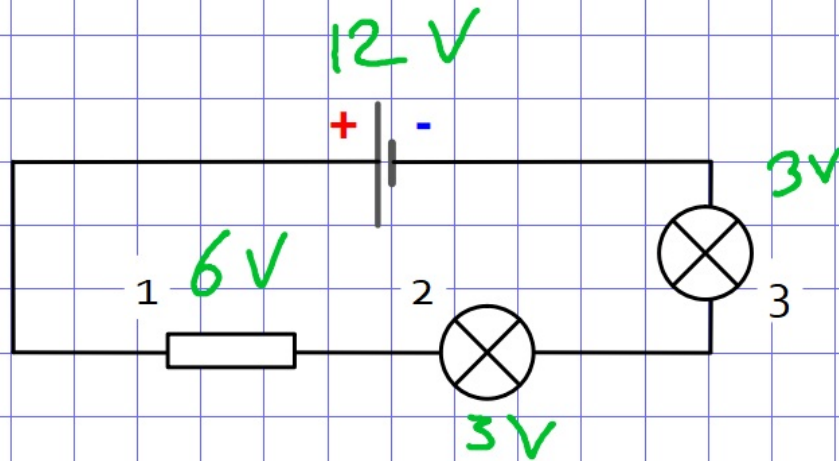
Voorbeeld 4: Bekijk de schakeing. Bepaal van elke lampje of combinatie van componenten hoeveel spanning er over staat. Bekende waarden zijn: $U_{\text{BATT}} = 6,0\text{ V}$ en $U_1 = 4,0\text{ V}$. Lampjes 2 en 3 zijn identiek.

a) lampje 2

b) lampje 3

STROOM
vs.
SPANNING

Bordoefening 4a:



Bordoefening 4a:

a) $U_2 = 3,0\text{ V}$

b) $U_3 = 3,0\text{ V}$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.3 Parallel en serie

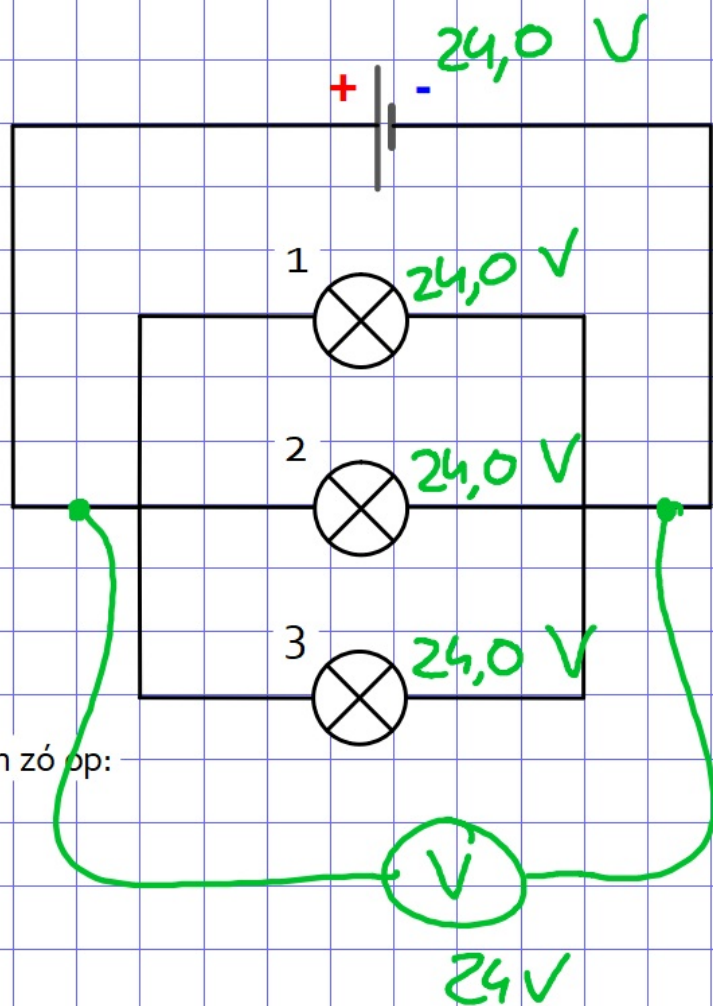
Bordoefening 4a: Bepaal de spanningen die over de hieronder gevraagde onderdelen staan. Gegevens: $U_{\text{batt}} = 12,0\text{ V}$; $U_1 = 6,0\text{ V}$. Lampjes 2 en 3 zijn identiek.

a) lampje 2

b) lampje 3

STROOM
vs.
SPANNING

Voorbeeld 5:



Schrijf je antwoorden zó op:

Voorbeeld 5

a) $U_2 = 24,0 \text{ V}$

b) $U_3 = 24,0 \text{ V}$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.3 Parallel en serie

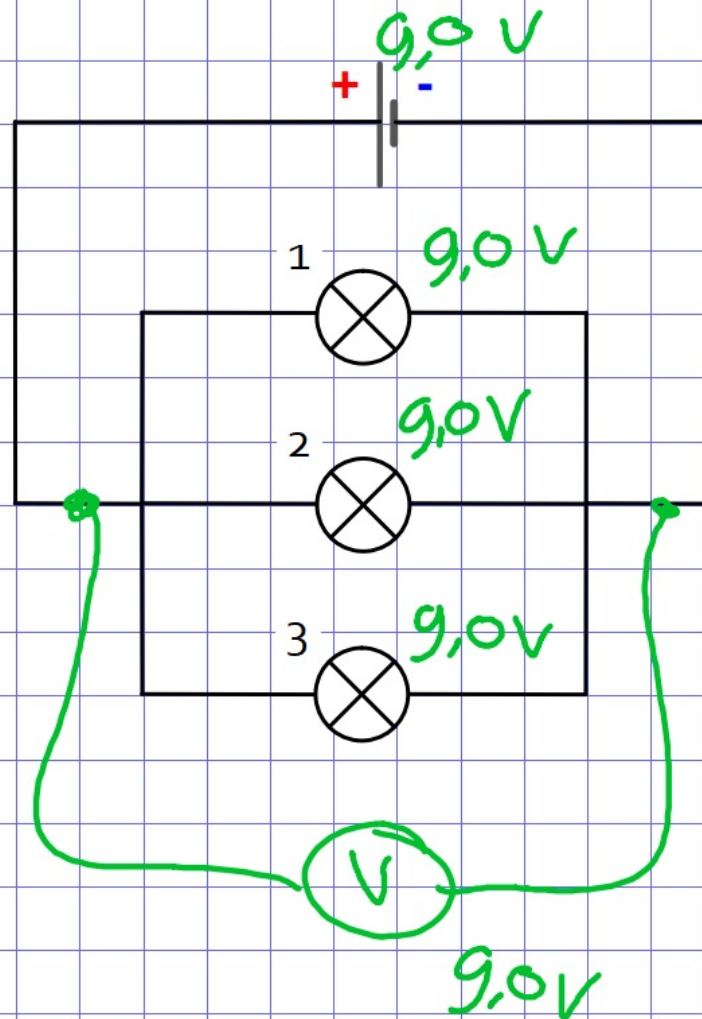
Voorbeeld 5: Zie de schakeling hiernaast. Bepaal van elke lampje of combinatie van componenten hoeveel spanning er over staat. Gegevens: $U_{\text{batt}} = 24,0 \text{ V}$.

a) lampje 2

b) lampje 3

STROOM
vs.
SPANNING

Bordoefening 4b:



Bordoefening 4b:

a) $U_{\text{batt}} = 9,0 \text{ V}$

b) $U_3 = 9,0 \text{ V}$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.3 Parallel en serie

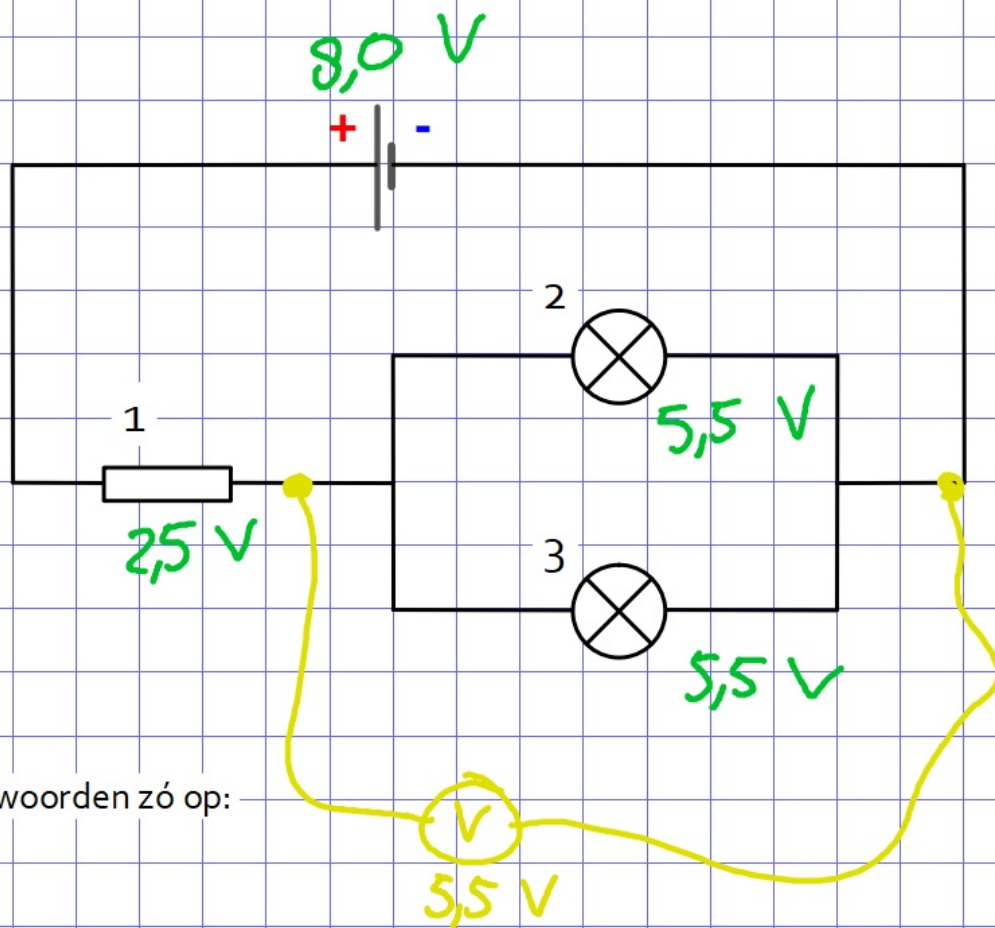
Bordoefening 4b: Bekijk de schakeling hiernaast. De spanning over lampje 2 is 9,0 V. Bepaal de hieronder gevraagde spanningen.

a) de batterijspanning

b) lampje 3

STROOM
vs.
SPANNING

Voorbeeld 6:



Schrijf je antwoorden zó op:

Voorbeeld 6

- a) $U_3 = 5,5 \text{ V}$ b) $U_2 = 5,5 \text{ V}$ c) $U_{2+3} = 5,5 \text{ V}$ d) $U_{\text{batt}} = 8,0 \text{ V}$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

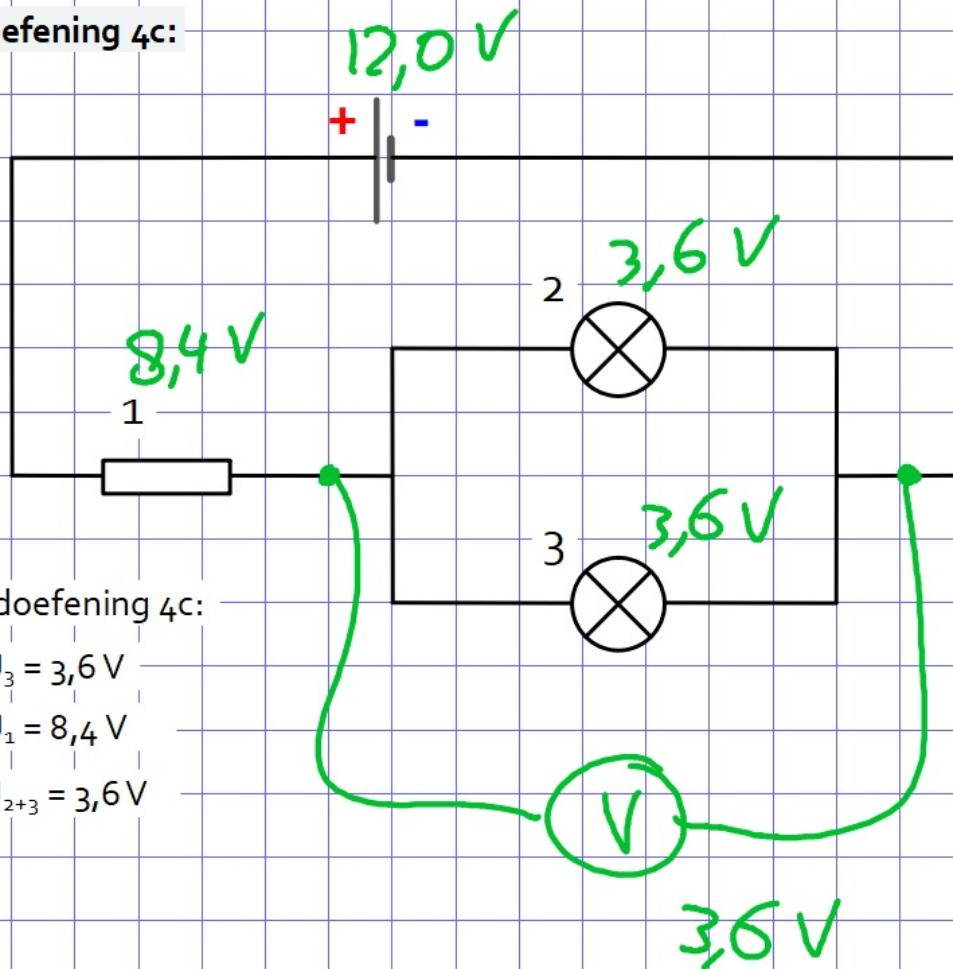
§ 3.3 Parallel en serie

Voorbeeld 6: Zie de schakeling hiernaast. Bepaal van elke lampje of combinatie van componenten hoeveel spanning er over staat. Bekende waarden: $U_1 = 2,5 \text{ V}$ en $U_2 = 5,5 \text{ V}$.

- a) lampje 3
- b) lampje 2
- c) de groep die bestaat uit lampje 2 en 3
- d) de batterijspanning

STROOM
vs.
SPANNING

Bordoefening 4c:



Bordoefening 4c:

- a) $U_3 = 3,6 \text{ V}$
- b) $U_1 = 8,4 \text{ V}$
- c) $U_{2+3} = 3,6 \text{ V}$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

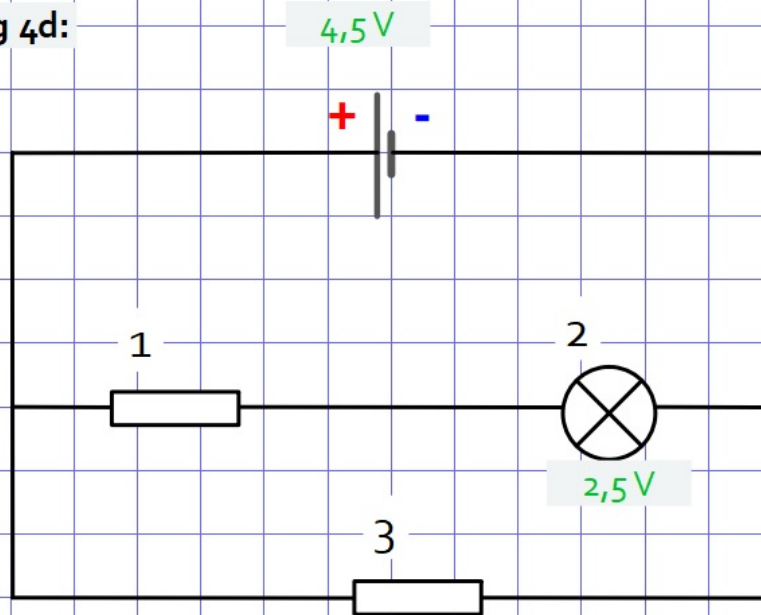
§ 3.3 Parallel en serie

Bordoefening 4c: Bepaal van elke lampje of combinatie van componenten hoeveel spanning er over staat. Bekende waarden: $U_{\text{batt}} = 12,0 \text{ V}$; $U_2 = 3,6 \text{ V}$.

- a) lampje 3
- b) weerstand 1
- c) de groep met lampje 2 en 3

STROOM
vs.
SPANNING

Bordoefening 4d:



Bordoefening 4d:

a) $U_1 = 2,0 \text{ V}$

b) $U_3 = 4,5 \text{ V}$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.3 Parallel en serie

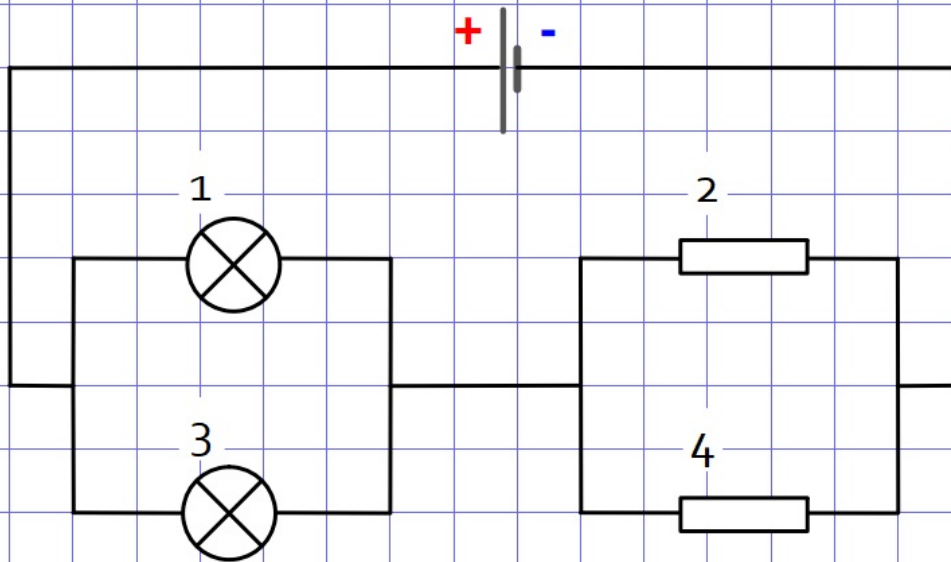
Bordoefening 4d: Zie de schakeling hiernaast. Bepaal van elke lampje of combinatie van componenten hoeveel spanning er over staat. De batterijspanning is 4,5 V. De spanning over lampje 2 is 2,5 V.

a) weerstand 1

b) weerstand 3

STROOM
vs.
SPANNING

Bordoefening 4e:



Bordoefening 4e:

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

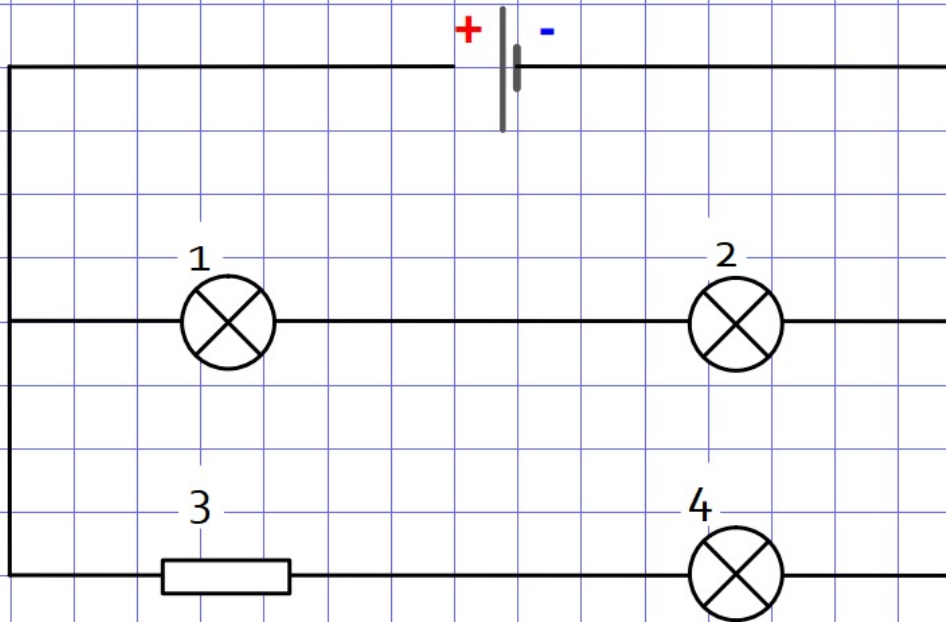
§ 3.3 Parallel en serie

Bordoefening 4e: Bepaal van elke lampje of combinatie van componenten hoeveel spanning er over staat. Bekend is: $U_1 = 3,0 \text{ V}$ en $U_{\text{BATT}} = 8,0 \text{ V}$.

- a) lampje 3
- b) weerstand 2
- c) weerstand 4

STROOM
vs.
SPANNING

Bordoefening 4f:



Bordoefening 4f:

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

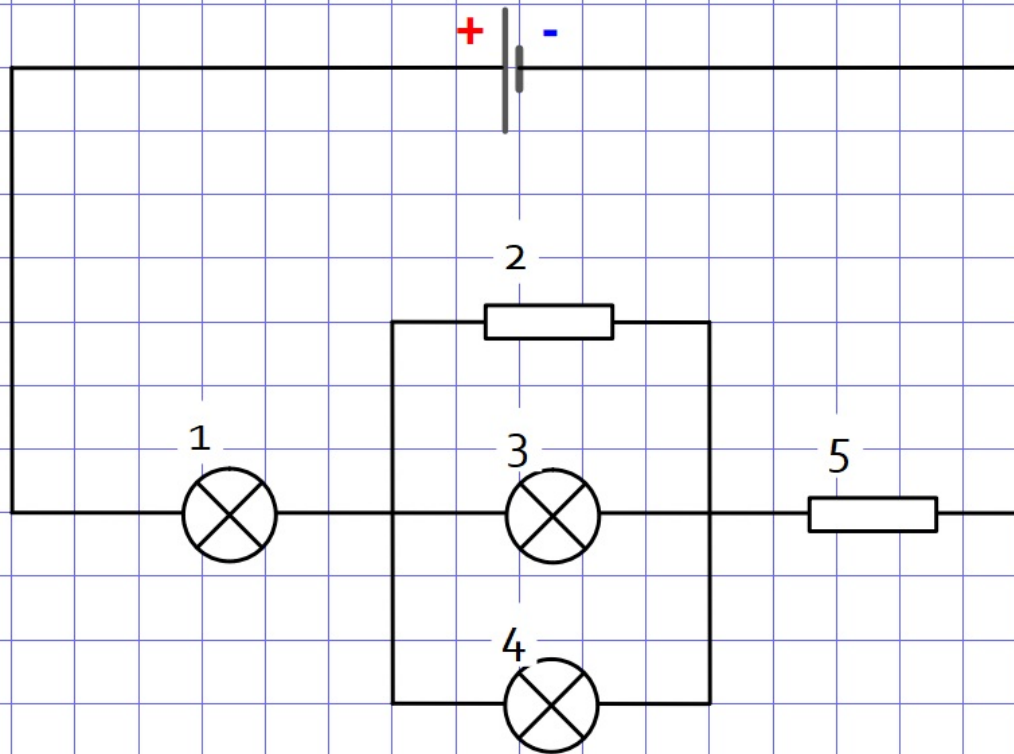
§ 3.3 Parallel en serie

Bordoefening 4f: Bepaal van onderstaande onderdelen hoeveel spanning er over staat. Bekend is spanning van de batterij $24,0\text{ V}$ is, de spanning over lampje 1 is $12,0\text{ V}$ en de spanning over lampje 3 is $8,0\text{ V}$

- a) lampje 2
- b) lampje 4

STROOM
vs.
SPANNING

Bordoefening 4g:



Bordoefening 4g:

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

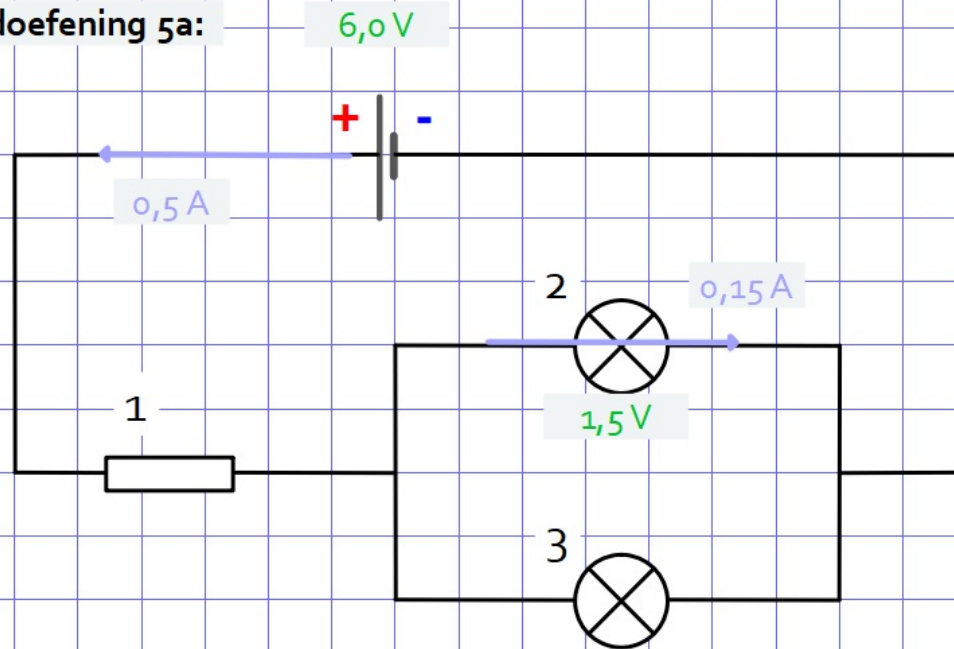
§ 3.3 Parallel en serie

Bordoefening 4g: Van de schakeling hiernaast is bekend: $U_5 = 6,5 \text{ V}$; $U_2 = 4,0 \text{ V}$ en $U_1 = 3,0 \text{ V}$. Bepaal de gevraagde spanningen hieronder.

- a) lampje 3
- b) de batterijspanning

STROOM
vs.
SPANNING

Bordoefening 5a:



Bordoefening 5a:

- a) $U_3 = 1,5 \text{ V}$
- b) $I_3 = 0,35 \text{ A}$
- c) $U_1 = 4,5 \text{ V}$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

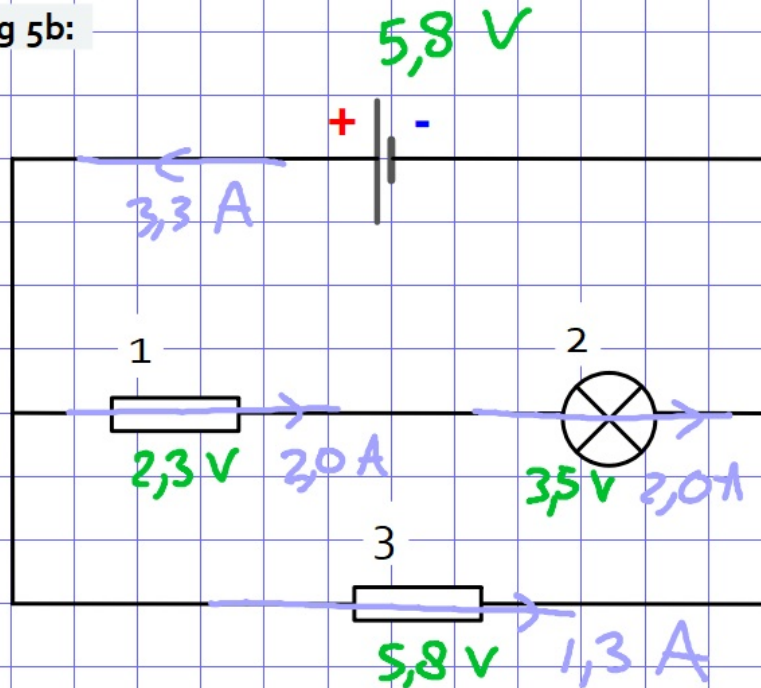
§ 3.3 Parallel en serie

Bordoefening 5a: Van de schakeling hiernaast is bekend: $U_{\text{batt}} = 6,0 \text{ V}$; $U_2 = 1,5 \text{ V}$; $I_{\text{batt}} = 0,5 \text{ A}$ en $I_2 = 0,15 \text{ A}$. Bepaal:

- a) de spanning over lampje 3
- b) de stroomsterkte door lampje 3
- c) de spanning over weerstand 1

STROOM
vs.
SPANNING

Bordoefening 5b:



Bordoefening 5b:

- a) $U_1 = 3,5 \text{ V}$
- b) $U_{\text{batt}} = 5,8 \text{ V}$
- c) $I_1 = 2,0 \text{ A}$
- c) $I_3 = 1,3 \text{ A}$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.3 Parallel en serie

Bordoefening 5b: Van de schakeling hiernaast is bekend:

$$U_1 = 2,3 \text{ V}$$

$$U_3 = 5,8 \text{ V}$$

$$I_2 = 2,0 \text{ A}$$

$$I_{\text{batt}} = 3,3 \text{ A}$$

Bepaal:

- a) de spanning over lampje 2
- b) de batterijspanning
- c) stroomsterkte door weerstand 1
- d) stroomsterkte door weerstand 3

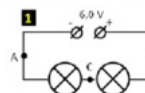
STROOM
vs.
SPANNING

Oefenopgavenblad 1 Hfd 3 Elektriciteit §3 Stroomsterkte

Let op: in elke getekende schakeling zijn de lampjes altijd allemaal gelijk aan elkaar tenzij anders vermeld!

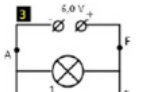
1. Bekijk schakeling 1. Gegeven is: $I_A = 0,4 \text{ A}$.

- Zijn de lampjes in serie of parallel geschakeld?
- Geef de stroom door punten C en B en lampjes 1 en 2.



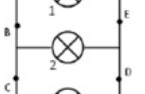
2. Bekijk schakeling 2. Bekend is: $I_A = 0,9 \text{ A}$

- Zijn de lampjes in serie of parallel geschakeld?
- Bepaal de stroom door lampjes 1, 2 en 3.
- Bepaal de stroom door punten B t/m E.



3. Bekijk schakeling 3. Gegeven is $I_A = 0,9 \text{ A}$.

- Zijn de lampjes parallel of in serie geschakeld?
- Bepaal de stroom door lampjes 1, 2 en 3.
- Bepaal de stroom door punten B t/m F.



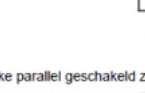
4. Bekijk schakeling 4. $I_A = 500 \text{ mA}$

- Zijn de lampjes in serie of parallel geschakeld?
- Geef een zo nauwkeurig mogelijk antwoord!
- Geef de stroom door lampjes 1 t/m 4.



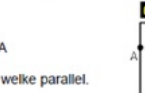
5. Bekijk schakeling 5. Gegeven is $I_A = 60 \text{ mA}$.

- Zijn de lampjes in serie geschakeld of parallel?
- Geef de stroom door lampjes 1 t/m 4.



6. Bekijk schakeling 6. Gegeven is $I_A = 1,2 \text{ A}$.

- Beschrijf nauwkeurig welke lampjes in serie en welke parallel geschakeld zijn met elkaar.
- Geef de stroom door lampjes 2 en 3.

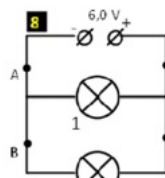


7. Bekijk schakeling 7. Gegeven: $I_A = 0,6 \text{ A}$ en $I_1 = 0,2 \text{ A}$

- Beschrijf welke lampjes in serie geschakeld zijn en welke parallel.
- Geef de stroom door de punten B t/m D.
- Geef de stroom door lampjes 2 en 3.
- Bedenk waarom het zou kunnen zijn dat er minder stroom door de bovenste vertakking van de schakeling gaat dan door de onderste vertakking.



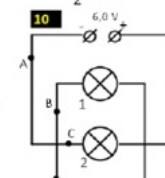
8. Bekijk schakeling 8. Lampjes 1 en 2 zijn NIET gelijk aan elkaar. De hoofdstroom bij A is $1,2 \text{ A}$, maar de stroom door lampje 1 is maar $0,3 \text{ A}$. Bepaal wat de stroom door lampje 2 dan moet zijn.



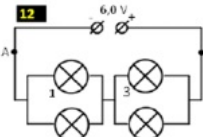
9. Bekijk schakeling 9. De lampjes zijn niet gelijk aan elkaar. De volgende stromen zijn bekend: $I_1 = 0,04 \text{ A}$ en $I_A = 0,16 \text{ A}$. Bepaal de stromen door de andere lampjes.



10. Bekijk schakeling 10. De lampjes zijn niet gelijk aan elkaar. Bekende stromen: $I_B = 0,8 \text{ A}$ en $I_C = 0,6 \text{ A}$ en $I_A = 2,1 \text{ A}$. Bepaal de stroom door de lampjes.



11. Bekijk schakeling 11. De lampjes zijn niet gelijk aan elkaar. Bepaal de stroom door elk lampje. Bekend zijn: $I_A = 12,9 \text{ A}$ en $I_D = 5,1 \text{ A}$.



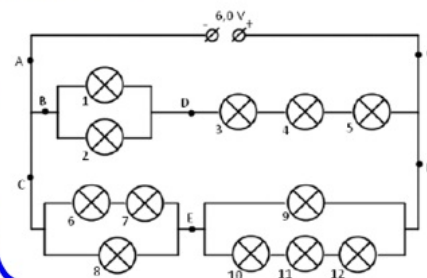
12. Bekijk schakeling 12. De lampjes zijn niet gelijk. Bepaal de stroom door elk lampje. Bekend is dat: $I_A = 0,36 \text{ A}$; $I_1 = 0,08 \text{ A}$ en $I_3 = 0,18 \text{ A}$

SUPERKNALLER: Bekijk de grote schakeling rechtsonder. Gegeven is dat $I_A =$

- Geef voor de volgende combinaties van lampjes aan of ze in serie of parallel geschakeld zijn:

- 1 en 2
- 3 en 4
- (1 + 2) en 3
- (6 + 7) en 8
- (6 + 7 + 8) en (9 + 10 + 11 + 12)

- Bereken de stroom door punten A t/m G van lampjes 1 t/m 12.



Antwoorden:

- 1a. serie | 1b. $I_1 = I_2 = I_A = I_B = 0,4 \text{ A}$ | 2a. parallel | 2b. $I_1 = I_2 = I_3 = 0,3 \text{ A}$ | 2c. $I_B = I_C = I_D = 0,3 \text{ A}$
- 3a. parallel | 3b. $I_1 = I_2 = I_3 = 0,3 \text{ A}$ | 3c. $I_A = 0,6 \text{ A}$; $I_C = 0,3 \text{ A}$; $I_D = 0,3 \text{ A}$; $I_E = 0,6 \text{ A}$ en $I_F = 0,9 \text{ A}$
- 4b. $I_1 = I_2 = 250 \text{ mA}$ en $I_3 = I_4 = 250 \text{ mA}$ | 5b. $I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = 30 \text{ mA}$
- 6b. $I_2 = I_3 = 0,6 \text{ A}$ | 7b. $I_2 = I_1 = 0,2 \text{ A}$, dus $I_3 = 0,4 \text{ A}$
8. $I_2 = 0,9 \text{ A}$ | 9. $I_2 = 0,04 \text{ A}$; $I_3 = 0,12 \text{ A}$; $I_4 = 0,12 \text{ A}$ | 10. $I_1 = 0,8 \text{ A}$; $I_2 = 0,6 \text{ A}$; $I_3 = 0,7 \text{ A}$
11. $I_1 = 12,9 \text{ A}$; $I_2 = 5,1 \text{ A}$ en $I_3 = 7,8 \text{ A}$ | 12. $I_1 = 0,08$; $I_2 = 0,28$; $I_3 = I_4 = 0,18 \text{ A}$

Superknaller: $I_A = 0,4 \text{ A}$, dus $I_2 = I_3 = 0,4 \text{ A}$, dus $I_1 = I_2 = 0,2 \text{ A}$ | $I_5 = 0,2 \text{ A}$, dus $I_7 = 0,2 \text{ A}$ | $I_8 = I_D = 0,4 \text{ A}$ | $I_C = I_E = I_F = 0,7 \text{ A}$ | $I_A = I_D = 1,1 \text{ A}$ | $I_{10} = 0,1 \text{ A}$, dus $I_{11} = I_{12} = 0,1 \text{ A}$ | $I_9 = 0,6 \text{ A}$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

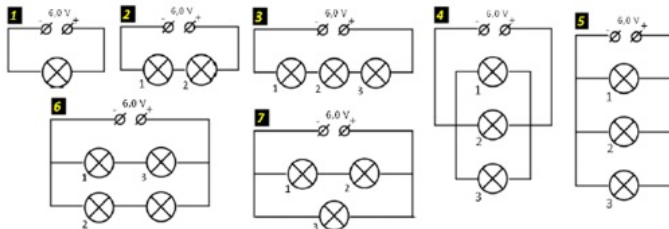
§3.3 Parallel en serie

STROOM
VS.
SPANNING

Oefenopgavenblad 2 Hfd 3 Elektriciteit §3 Spanning

Let op: in elke getekende schakeling zijn de lampjes altijd allemaal gelijk aan elkaar tenzij anders vermeld. De batterijspanning is in elke opgave 6,0 V.

3. Reken voor elk lampje in onderstaande schakelingen uit welke spanning erover staat. Denk erom dat je dit op de juiste manier opschrijft (bijvoorbeeld: $U = \dots$ V).



Let op: in onderstaande schakelingen zijn de lampjes niet gelijk. Een lampje is bijvoorbeeld groter dan de andere, maar dit is niet aan het symbool in het schakelschema te zien. Met behulp van extra gegevens en de regels voor het gedrag van spanning in schakelingen kun je toch de spanning over de lampjes berekenen.

4. Bekijk schakeling 8. Bekend is dat $U_1 = 2,5$ V. Bepaal U_2 .

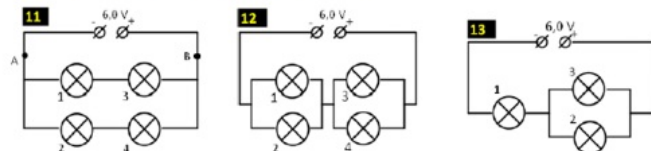
5. Bekijk schakeling 9. $U_1 = 1,8$ V en $U_2 = 2,0$ V. Bereken de spanning over lampje 3.

6. Bekijk schakeling 10. Lampje 1 is anders, maar lampje 2 en 3 zijn gelijk. $U_1 = 3,8$ V. Bepaal de spanning over lampjes 2 en 3.

7. Bekijk schakeling 11. Lampje 1 is anders dan lampjes 2 t/m 4, welke wel weer allemaal gelijk zijn. $U_1 = 2,4$ V. Wat is de spanning over de andere lampjes?

8. Bekijk schakeling 12. Over lampje 1 en 2 staat een spanning van 2 volt. Wat is de spanning over lampjes 3 en 4?

9. Bekijk schakeling 13. In deze schakeling zijn alle lampjes wel gelijk, maar ze zijn dusdanig geschakeld dat de spanning over de lampjes niet gelijk is. $U_1 = 4$ V. Bepaal wat dan de spanning over lampjes 2 en 3 moet zijn.



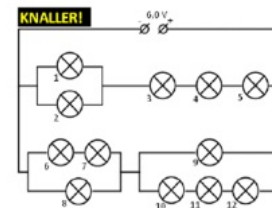
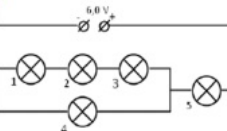
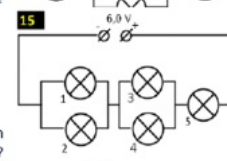
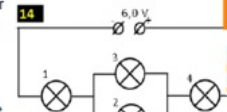
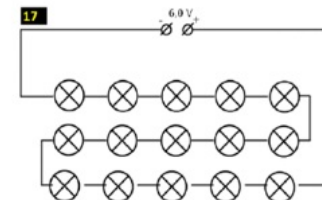
10. Bekijk schakeling 14. De lampjes zijn allemaal gelijk maar door de manier van schakelen zijn er toch verschillen in de spanningen over elk lampje. $U_3 = 1,5$ V. Bepaal de spanning over de andere lampjes.

11. Bekijk schakeling 15. De lampjes zijn gelijk maar de spanningen erover niet. Dat komt omdat ze niet allemaal hetzelfde geschakeld zijn. Bekend is de spanning over lampje 5: 3 V. Bedenk wat de spanning over de andere lampjes dan moet zijn.

12. Bekijk schakeling 16. De lampjes zijn allemaal gelijk. De spanning over lampje 2 is 1,1 V. Bereken welke spanning er over elk ander lampje staat.

13. Bekijk schakeling 17. Bepaal de spanning over elk lampje. Kun je bedenken waar je in het echt zo'n schakeling kunt tegenkomen?

14. KNALLER! Gegevens: $U_1 = 1,0$ V en $U_9 = 2,5$ V. Bereken de spanning over alle andere lampjes in de schakeling.



Antwoorden:

3. 1. $U = 6,0$ V | 2. $U_1 = U_2 = 3,0$ V | 3. $U_1 = U_2 = U_3 = 2,0$ V | 4. $U_1 = U_2 = U_3 = 6,0$ V | 5. $U_1 = U_2 = U_3 = 6,0$ V
6. $U_1 = U_2 = U_3 = U_4 = 3,0$ V | 7. $U_1 = U_2 = 3,0$ V; $U_3 = 6,0$ V

4. $U_2 = 3,5$ V | 5. $U_3 = 2,2$ V | 6. $U_2 = U_3 = 1,1$ V | 7. $U_3 = 3,6$ V; $U_2 = U_4 = 3,0$ V | 8. $U_3 = U_4 = 4$ V | 9. $U_2 = U_3 = 2$ V
10. $U_2 = 1,5$ V; $U_1 = U_4 = 2,25$ V | 11. $U_1 = U_2 = 1,5$ V; $U_3 = U_4 = 1,5$ V | 12. $U_1 = U_2 = U_3 = 1,1$ V; $U_4 = 3,3$ V; $U_5 = 2,7$ V | 13. Elk lampje krijgt 0,4 V

KNALLER:

$U_2 = U_1 = 1,0$ V; $U_3 = U_4 = U_5 = 1,67$ V; $U_{10} = U_{11} = U_{12} = 0,83$ V; $U_6 = U_7 = 1,75$ V; $U_8 = 3,5$ V

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§3.3 Parallel en serie

STROOM
vs.
SPANNING

Voorbeeld 7:

$$R_T = R_1 + R_2 = 80 \Omega + 50 \Omega = 130 \Omega$$

Voorbeeld 8:

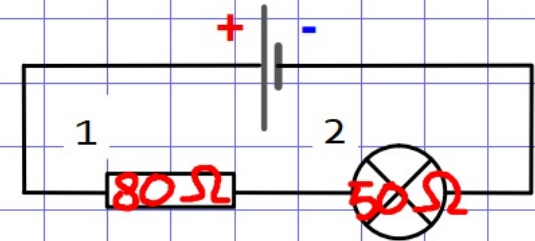
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{40} + \frac{1}{20} = 0,075$$

$R_T = 13,3 \Omega$ $\propto^{-1}$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

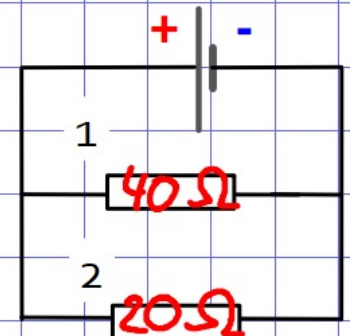
§ 3.3 Parallel en serie

Voorbeeld 7: Bereken de vervangingsweerstand van de schakeling hieronder. Gegevens: $R_1 = 80 \Omega$ en $R_2 = 50 \Omega$.



Voorbeeld 8:

Bereken de vervangingsweerstand van de schakeling hiernaast. Bekend is dat $R_1 = 40 \Omega$ en $R_2 = 20 \Omega$.



Voorbeeld 9:

$$\frac{1}{R_x} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{40} + \frac{1}{70} = 0,039$$

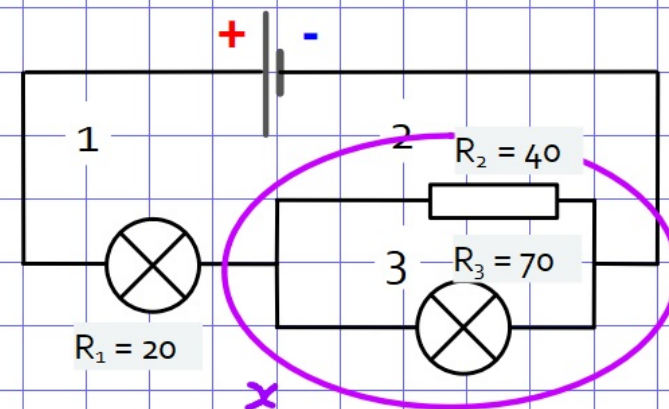
$$R_x = 25 \, \Omega \quad \leftarrow x^{-1}$$

$$R_T = R_x + R_1 = 25 + 20 = 45 \, \Omega$$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.3 Parallel en serie

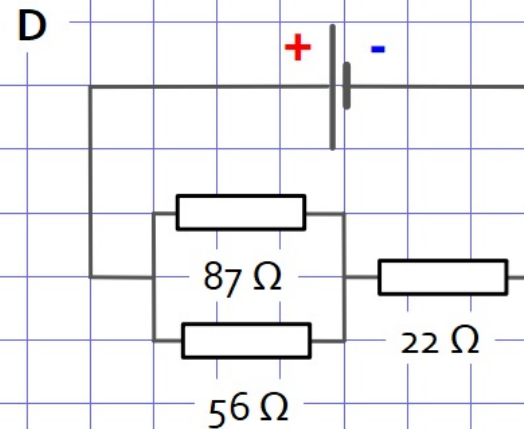
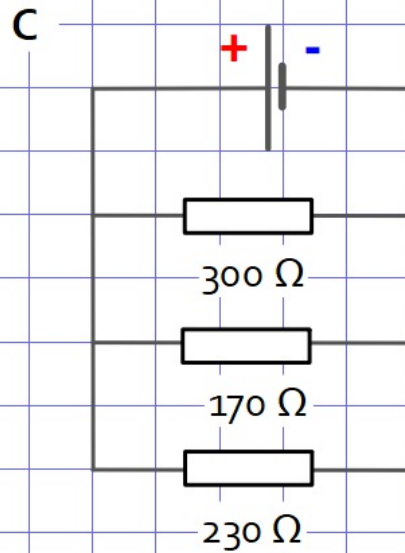
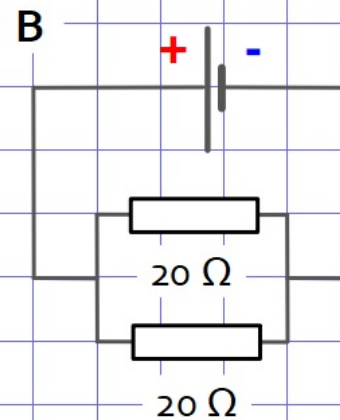
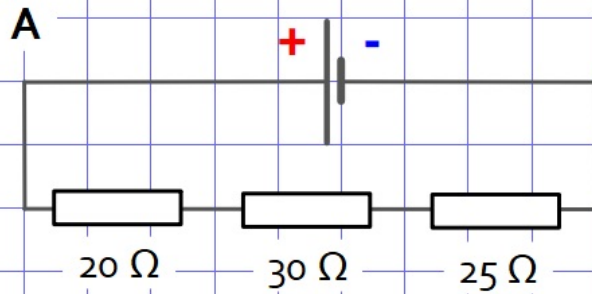
Voorbeeld 9: Bereken de vervangingsweerstand van de schakeling hieronder.



Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.3 Parallel en serie

Bordoeffening 6: Reken voor elk van deze schakelingen uit wat de vervangingsweerstand is.



Antwoorden:

A) $R_T = 75\ \Omega$

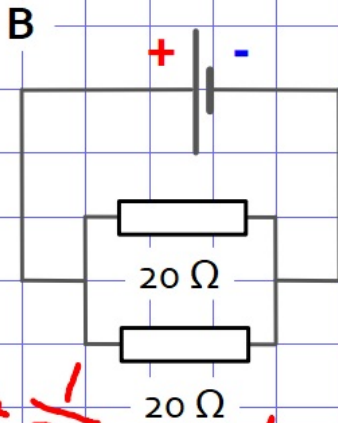
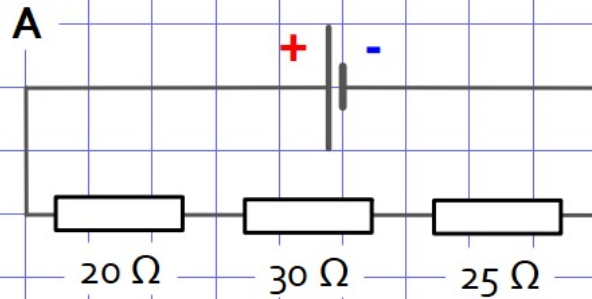
B) $R_T = 10\ \Omega$

C) $R_T = 74\ \Omega$

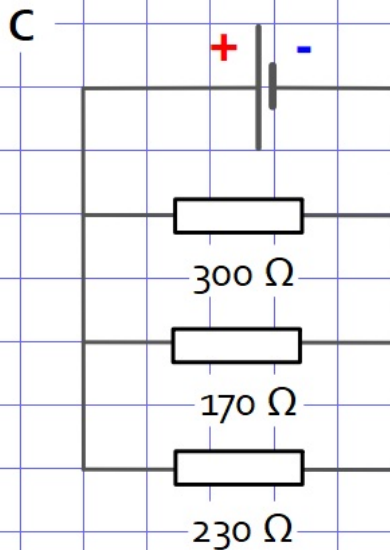
D) $R_T = 56\ \Omega$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_T = 20\ \Omega + 30\ \Omega + 25\ \Omega = 75\ \Omega$$



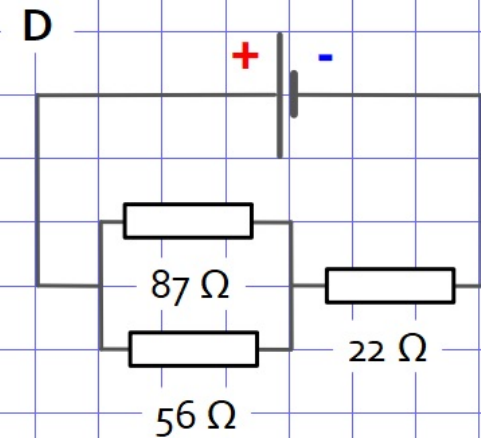
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$



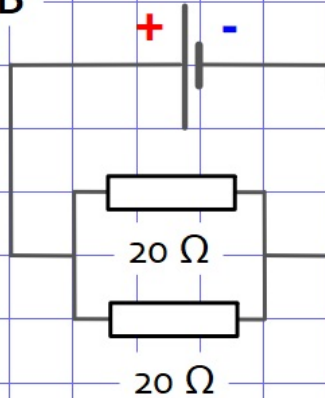
Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.3 Parallel en serie

Bordoeffening 6: Reken voor elk van deze schakelingen uit wat de vervangingsweerstand is.



B



$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{20} + \frac{1}{20} = 0,1$$

$$R_T = 10 \Omega$$

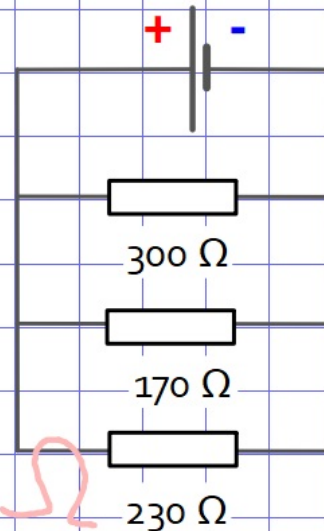
$\leftarrow x^{-1}$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$= \frac{1}{300} + \frac{1}{170} + \frac{1}{230}$$

$$= 0,01356 \xrightarrow{x^{-1}} R_T = 73,7 \Omega$$

C

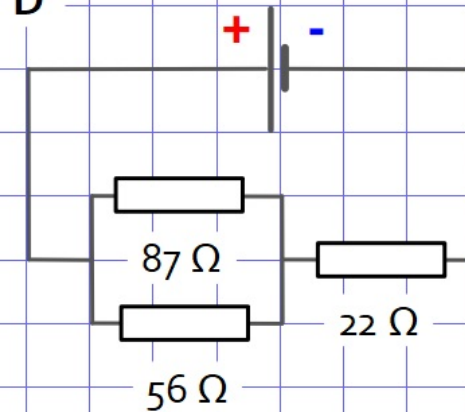


Hoofdstuk 3: Elektriciteit

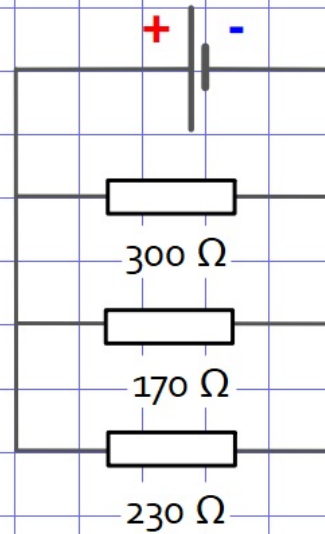
§ 3.3 Parallel en serie

Bordoeffening 6: Reken voor elk van deze schakelingen uit wat de vervangingsweerstand is.

D



C



$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{300} + \frac{1}{170} + \frac{1}{230} = 0,01356$$

$$R_T = 74 \Omega$$

 $\leftarrow x^{-1}$

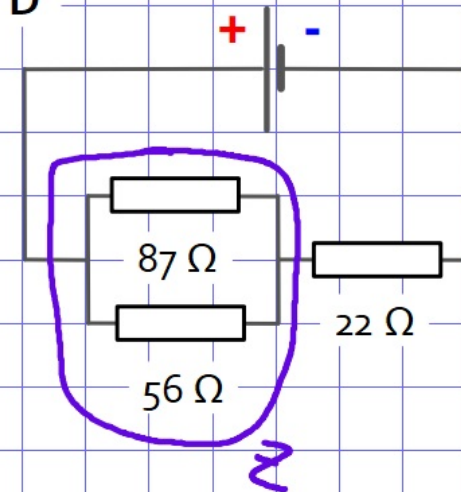
Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.3 Parallel en serie

Bordoeffening 6: Reken voor elk van deze schakelingen uit wat de vervangingsweerstand is.

$$\frac{1}{R_z} = \frac{1}{87} + \frac{1}{56} =$$

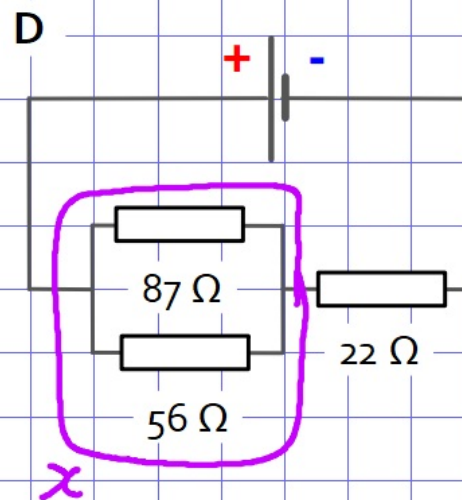
D



$$R_x = \frac{1}{87} + \frac{1}{56} = 0,0294$$

$34 \Omega \leftarrow x^{-1}$

$$R_T = 22 \Omega + 34 \Omega = 56 \Omega$$



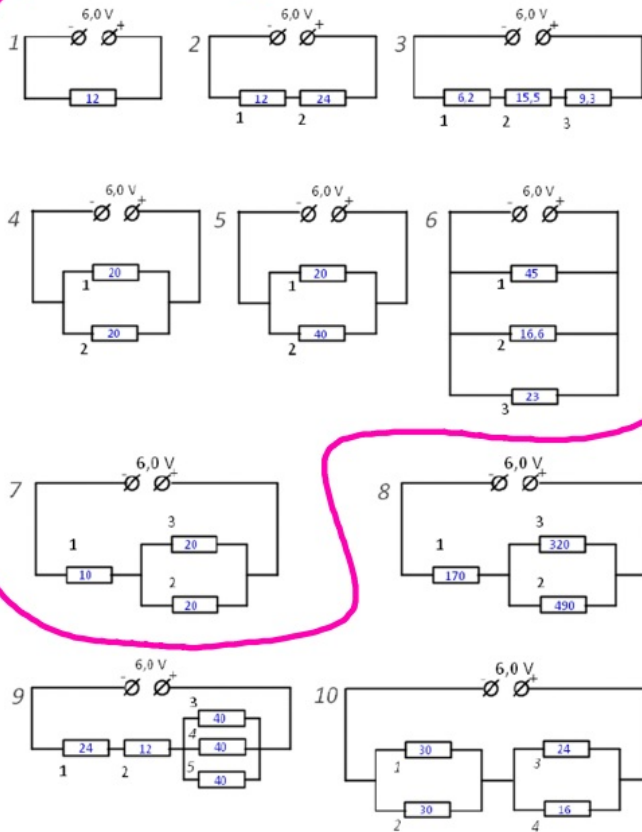
Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.3 Parallel en serie

Bordoeffening 6: Reken voor elk van deze schakelingen uit wat de vervangingsweerstand is.

Oefenopgavenblad 3 Hfd 3 Elektriciteit §3 Weerstand

1. Bereken voor elke schakeling de totale weerstand. De waarden van de afzonderlijke weerstanden zijn aangegeven.



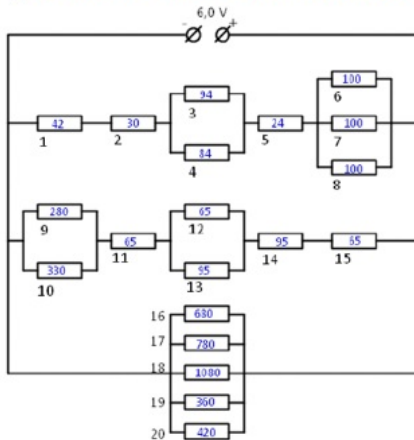
Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.3 Parallel en serie

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.3 Parallel en serie

Tijd om te KNALLEN! Bereken de totale weerstand van onderstaande monsterschakeling.



Antwoorden:

1. $R_{\text{tot}} = 12 \, \Omega$ | 2. $R_{\text{tot}} = 36 \, \Omega$ | 3. $R_{\text{tot}} = 31 \, \Omega$ | 4. $R_{\text{tot}} = 10 \, \Omega$ | 5. $R_{\text{tot}} = 13,3 \, \Omega$
6. $R_{\text{tot}} = 7,9 \, \Omega$ | 7. $R_{\text{tot}} = 20 \, \Omega$ | 8. $R_{\text{tot}} = 363,6 \, \Omega$ | 9. $R_{\text{tot}} = 49,3 \, \Omega$ | 10. $R_{\text{tot}} = 24,6 \, \Omega$

Knaller:

Bovenste rij: $R_{\text{boven}} = 173,6 \, \Omega$

Middelste rij: $R_{\text{midden}} = 414,6 \, \Omega$

Onderste rij: $R_{\text{onder}} = 113,2 \, \Omega$

Totale weerstand van de hele schakeling: $R_{\text{KNALLER}} = 58,8 \, \Omega$

Om te rekenen aan schakelingen kun je twee gereedschappen gebruiken:

DE TWEE GEREEDSCHAPSSETS VOOR REKENEN AAN SCHAKELINGEN:

1. De "gedragsregels" voor spanning, stroom en weerstand.

2. De formule: $R = \frac{U}{I}$

De formule geldt voor:

- enkele onderdelen (lampje, weerstand)
- hele schakelingen

Voorbeeld 10: bepaal de spanning over weerstand R_1 in de schakeling rechts.

Mogelijke oplossingsroute 1:

Stap 1:
 $R_t = \frac{U_t}{I_t} = \frac{6V}{0,5A} = 12 \Omega$

gebruikt: formule
 $R = U/I$ voor hele schakeling

Stap 2:

$R_1 = 2 \Omega$

gebruikt: gedragsregel voor weerstand (in serie)

Stap 3:

$U_1 = I_1 \cdot R_1 = 0,5A \cdot 2\Omega = 1V$

gebruikt: formule
 $R = U/I$ voor enkele component (R_1)

Mogelijke oplossingsroute 2:

Stap 1:
 $U_2 = I_2 \cdot R_2 = 0,5A \cdot 10\Omega = 5V$

gebruikt: formule $R = U/I$ voor enkele component (R_2)

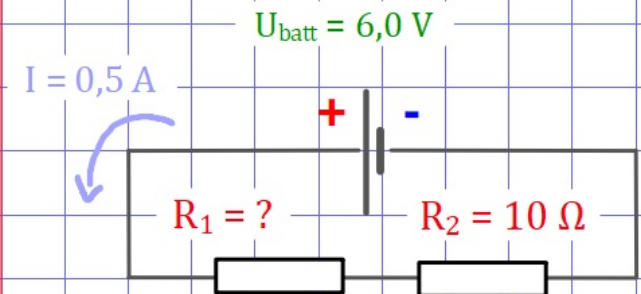
Stap 2:

$U_1 = 6V - 5V = 1V$

gebruikt: gedragsregel voor spanning (in serie)

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.3 Parallel en serie



DE TWEE GEREEDSCHAPSSETS VOOR REKENEN AAN SCHAKELINGEN:

1. De "gedragsregels" voor spanning, stroom en weerstand.

2. De formule: $R = \frac{U}{I}$

De formule geldt voor:

- enkele onderdelen (lampje, weerstand)
- hele schakelingen

Bordoeffening 7a:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{50} + \frac{1}{30} = 0,0533$$

$$R_T = 18,75 \Omega$$

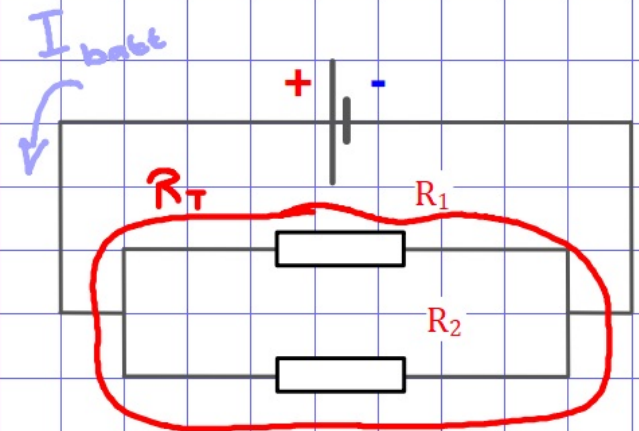
$\leftarrow x^{-1}$

$$I = \frac{U_b}{R_T} = \frac{9,0 \text{ V}}{18,75 \Omega} = 0,48 \text{ A}$$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.3 Parallel en serie

Bordoeffening 7a: Bepaal de grootte van de hoofdstroom. Bekend: $U_{\text{batt}} = 9,0 \text{ V}$; $R_1 = 50 \Omega$ en $R_2 = 30 \Omega$.



DE TWEE GEREEDSCHAPSSETS VOOR REKENEN AAN SCHAKELINGEN:

1. De "gedragsregels" voor spanning, stroom en weerstand.

2. De formule: $R = \frac{U}{I}$

De formule geldt voor:

- enkele onderdelen (lampje, weerstand)
- hele schakelingen

Bordoeffening 7b:

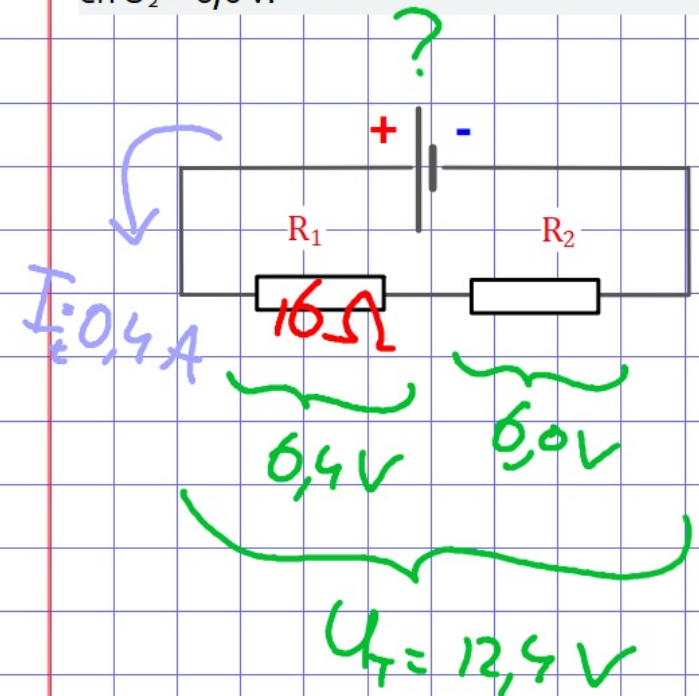
$$U_1 = I_1 \cdot R_1 = 0,40 \text{ A} \cdot 16 \Omega = 6,4 \text{ V}$$

$$U_{\text{batt}} = 6,4 \text{ V} + 6,0 \text{ V} = 12,4 \text{ V}$$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.3 Parallel en serie

Bordoeffening 7b: Bepaal welke spanning de batterij levert. Gegevens: $I = 0,40 \text{ A}$; $R_1 = 16 \Omega$ en $U_2 = 6,0 \text{ V}$.



Oefenopgavenblad 4 Hfd 3 Elektriciteit §3 TOTAALREKENEN

Met deze opgaven oefenen je het doorrekenen van schakelingen. Je hulpmiddelen daarbij zijn:

A. De rekenregels voor stroom (I , in Ampères), spanning (U , in Volts) en weerstand (R , in Ohms) in schakelingen.

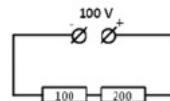
B. De wet van Ohm. Deze formule kun je gebruiken voor:

- I. **enkele componenten** (bijv. een enkel lampje of een enkele weerstand)
- II. **combinaties van componenten** met één ingang en één uitgang (bijv. De twee weerstanden van opgave 4)

A: Stap voor stap

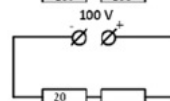
1. Bekijk de schakeling rechts. Bekende waarden zijn aangegeven.

- a. Bereken de totale weerstand
- b. Bereken de stroom door de schakeling
- c. Spanning over de rechter weerstand.



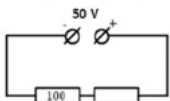
2. Bekijk de schakeling rechts. Enkele waarden zijn aangegeven. Verder is bekend dat de stroom door de schakeling 2,0 A is.

- a. Bereken de totale weerstand van de schakeling
- b. Geef de waarde van de rechter weerstand



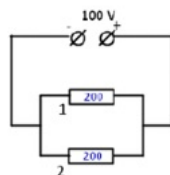
3. Bekijk de schakeling rechts. Een aantal waarden zijn aangegeven. Ook is bekend dat de spanning over de rechter weerstand 20 V is.

- a. Bedenk wat de spanning over de linker weerstand dan moet zijn.
- b. Bereken de stroom door de linker weerstand
- c. Bedenk wat de stroom door de rechter weerstand dan moet zijn.
- d. Bereken de waarde van de onbekende rechter weerstand.



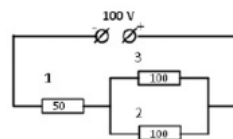
4. Bekijk de schakeling rechts eens. Zoals je ziet zijn enkele waarden aangegeven.

- a. Bereken de totale weerstand van de schakeling
- b. Bereken de hoofdstroom



5. Bekijk de schakeling rechts. Bekende waarden zijn aangegeven.

- a. Bereken de totale weerstand
- b. Bereken de hoofdstroom
- c. Bereken de spanning over weerstand 1
- d. Bepaal uit je antwoord bij c de spanning over weerstand 2
- e. Bereken de stroom door weerstand 2



Hoofdstuk 3: Elektriciteit

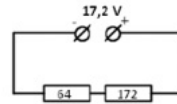
§ 3.3 Parallel en serie

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

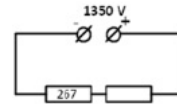
§ 3.3 Parallel en serie

B: Zelf de tussenstappen bedenken

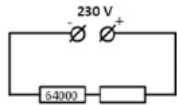
1. Bekijk de schakeling rechts. Bekende waarden zijn aangegeven. Bereken de spanning over de rechter weerstand.



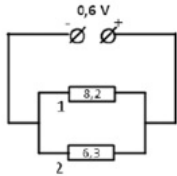
2. Bekijk de schakeling rechts. Bekende waarden zijn aangegeven. Ook bekend is de stroom, deze is 2,3 A. Bereken de waarde van de onbekende rechter weerstand.



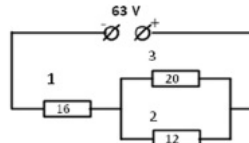
3. Bekijk de schakeling rechts. De spanning over de onbekende weerstand is 108 V en verder bekende waarden zijn zoals aangegeven. Bereken hoe groot de onbekende rechter weerstand is.



4. Bekijk de schakeling rechts. De bekende waarden zijn zoals aangegeven. Bereken hoe groot de hoofdstroom is.



5. Bekijk de schakeling rechts. Bekende waarden zijn aangegeven. Bereken de stroom door weerstand 2



Antwoorden A:

1a. $R_{\text{tot}} = 300 \Omega$ | 1b. $I = 0,33 \text{ A}$ | 1c. $U_{\text{rechts}} = 66 \text{ V}$ | 2a. $R_{\text{tot}} = 50 \Omega$ | 2b. $R_{\text{rechts}} = 30 \Omega$ | 3a. $U_{\text{links}} = 30 \text{ V}$
 3b. $I_{\text{links}} = 0,3 \text{ A}$ | 3c. $I_{\text{rechts}} = 0,3 \text{ A}$ | 3d. $R_{\text{rechts}} = 66,7 \Omega$ | 4a. $R_{\text{tot}} = 100 \Omega$ | 4b. $I_{\text{hoofd}} = 1 \text{ A}$
 5a. $R_{\text{tot}} = 100 \Omega$ | 5b. $I_{\text{hoofd}} = 1 \text{ A}$ | 5c. $U_1 = 50 \text{ V}$ | 5d. $U_2 = 50 \text{ V}$ | 5e. $I_2 = 0,5 \text{ A}$

Antwoorden B:

1. $R_{\text{tot}} = 236 \Omega$ >> $I = 0,073 \text{ A}$ >> $U_{\text{rechts}} = 12,5 \text{ V}$
 2. $R_{\text{tot}} = 587 \Omega$ >> $R_{\text{rechts}} = 320 \Omega$
 3. $U_{\text{links}} = 122 \text{ V}$ >> $I_{\text{links}} = 0,0019 \text{ A}$ >> $I_{\text{rechts}} = 0,0019 \text{ A}$ >> $R_{\text{rechts}} = 56656 \Omega$
 4. $R_{\text{tot}} = 3,6 \Omega$ >> $I_{\text{hoofd}} = 0,17 \text{ A}$
 5. $R_{\text{tot}} = 23,5 \Omega$ >> $I_{\text{hoofd}} = 2,6 \text{ A}$ >> $U_1 = 42,9 \text{ V}$ >> $U_2 = 20,1 \text{ V}$ >> $I_2 = 1,6 \text{ A}$

3.3 Opdrachten

A 32 M

- a Wat geldt er in een parallelschakeling voor de spanning over weerstanden die van elkaar verschillen?
b Wat geldt er in een parallelschakeling voor de stroomsterkte door weerstanden die van elkaar verschillen?

A 33 M

- a Wat geldt er in een serieschakeling voor de spanning over weerstanden die van elkaar verschillen?
b Wat geldt er in een serieschakeling voor de stroomsterkte door weerstanden die van elkaar verschillen?

A 34

Twee weerstanden waarvan de geleidbaarheid bekend is, zijn parallel aangesloten op de netspanning.

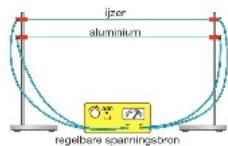
- a Leg in woorden uit hoe je de totale stroomsterkte berekent.

Twee weerstanden waarvan de weerstandswaarde bekend is, zijn in serie aangesloten op de netspanning.

- b Leg in woorden uit hoe je de totale stroomsterkte berekent.

B 35 M

Voor een proef over gloeidraden bouwt Roos onderstaande opstelling.



Hoe zijn de ijzerdraad en de aluminiumdraad geschakeld, in serie of parallel?

B 36

De twee koplampen van een auto zijn parallel aangesloten op een accu van 12,0 V. De accu levert een stroom van 3,20 A. Met een schakelaar kun je de koplampen aan- en uitzetten.

- a Maak een tekening van de schakeling.
b Hoe groot zijn de spanning en stroomsterkte bij één koplamp?
c Bereken de weerstand van één koplamp.

B 37 M

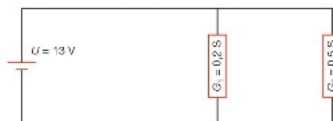
Teken een schakeling van een bron, twee lampjes en drie schakelaars zodat je elke lampje apart aan en uit kunt zetten, en je met één schakelaar beide lampjes tegelijk uit kunt zetten.

B 38

Je sluit een weerstand met een geleidbaarheid van 0,2 S aan op een spanningsbron van 13 V.

- a Bereken de stroomsterkte.

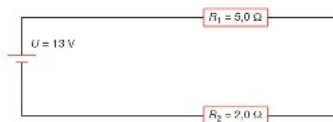
Bekijk onderstaande figuur met gegevens.



- b Bereken de stroomsterkte door de bron.
c Bereken de weerstandswaarden R_1 en R_2 in de parallelschakeling.

Bekijk onderstaande figuur met gegevens.

Opmerking: de weerstandswaarden en spanning zijn identiek in beide figuren.



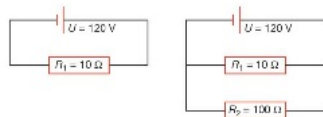
- d Bereken de stroomsterkte door de bron.
e Vergelijk de grootte van de stroomsterkte in de parallelle situatie van opdracht b met de situatie van opdracht a.
f Vergelijk de grootte van de stroomsterkte in de situatie in serie van opdracht d met de situatie van opdracht a.
g Trek een conclusie uit je antwoorden op e en f.

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.3 Parallel en serie

3 39 M

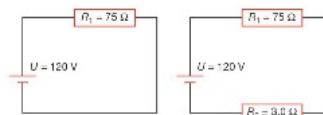
Bedijk onderstaande figuren met gegevens.



- Bereken de stroomsterkte in de linker figuur.
- Voorspel of in de rechter figuur de totale stroomsterkte groter of kleiner is dan in de linker figuur.
- Bereken de geleidbaarheden in de rechter figuur.
- Bereken de totale stroomsterkte in de rechter figuur.
- Koep je voorspelling bij opdracht b?

3 40

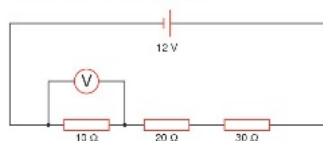
Bedijk onderstaande figuren met gegevens.



- Bereken de stroomsterkte in de linker figuur.
- Voorspel of met de extra weerstand de stroomsterkte in de figuur rechts groter of kleiner is dan in de figuur links.
- Bereken de stroomsterkte in de rechter figuur.
- Koep je voorspelling bij opdracht b?

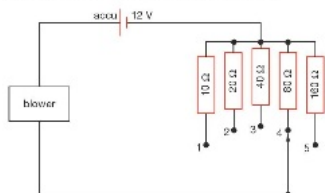
3 41

- Bereken de stroomsterktes in onderstaande figuur.
- Bereken wat de voltmeter aangeeft.



3 42

Je kunt in onderstaande figuur met een blower (50 Ω) gebruiken in de stand 1, 2, 3, 4 of 5.



- Leg uit dat de blower in stand 1:
- de grootste stroom zal krijgen;
 - de grootste spanning zal krijgen;
 - het hardst zal blazen.

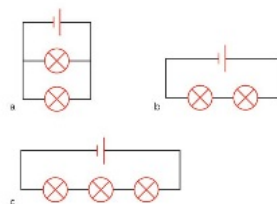
3 43 N

Alle lampjes en alle batterijen in onderstaande figuur zijn hetzelfde.

- In welke schakeling is de spanning over een lampje het grootste?
- In welke schakeling is de stroomsterkte door een lampje het grootste?

Hoe groter de stroomsterkte door een lampje, hoe feller het brandt.

- Zet de schakelingen in volgorde van fel naar zwak branden van de lampjes.



Hoofdstuk 3: Elektriciteit

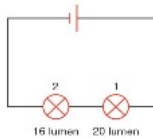
§ 3.3 Parallel en serie

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.3 Parallel en serie

44

Je hebt twee verschillende lampjes, lampje 1 en lampje 2. Lies schakelt de lampjes in serie en zet de spanningsbron aan, zie onderstaande figuur.



Lies meet de hoeveelheid licht die de lampjes geven: lampje 1 geeft 20 lumen, lampje 2 geeft 16 lumen (lumen is de eenheid waarin je lichtsterkte meet).

Koos komt erbij en verwisselt de lampjes van volgorde.

- Leg uit of de lichtsterkte van lampje 1 dan toeneemt, gelijk blijft of afneemt.
- Leg uit of de lichtsterkte van lampje 2 dan toeneemt, gelijk blijft of afneemt.

45

a Hoe groot is de spanning van de batterijen in figuur a samen?

b Hoe groot is de spanning in figuur b?

c Waarom zou een fabrikant bij een apparaat twee batterijen parallel monteren?



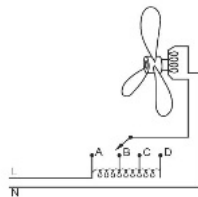
a Fietsverlichting



b Computermuís

46

In onderstaande figuur zie je een ventilator in *stopcontact* regelen. Hiermee kun je een ventilator in *stopcontact* regelen. Het pijltje in de figuur is een schakelaar die met de punten A, B, C of D verbonden kan worden. De punten L en N sluit je aan op het stopcontact.



- Hoe tekenen ze in Thailand een weerstand?
- Leg uit in welke stand, A, B, C of D, de ventilator het zachtst draait.
- Leg uit in welke stand, A, B, C of D, de ventilator het hardst draait.

47

In onderstaande figuur zie je een batterij van 4,5 V. Batterijen zijn te koop van 1,5 V; 3,0 V; 4,5 V en 9,0 V. Leg uit waarom de spanningen allemaal een veelvoud zijn van 1,5 V.



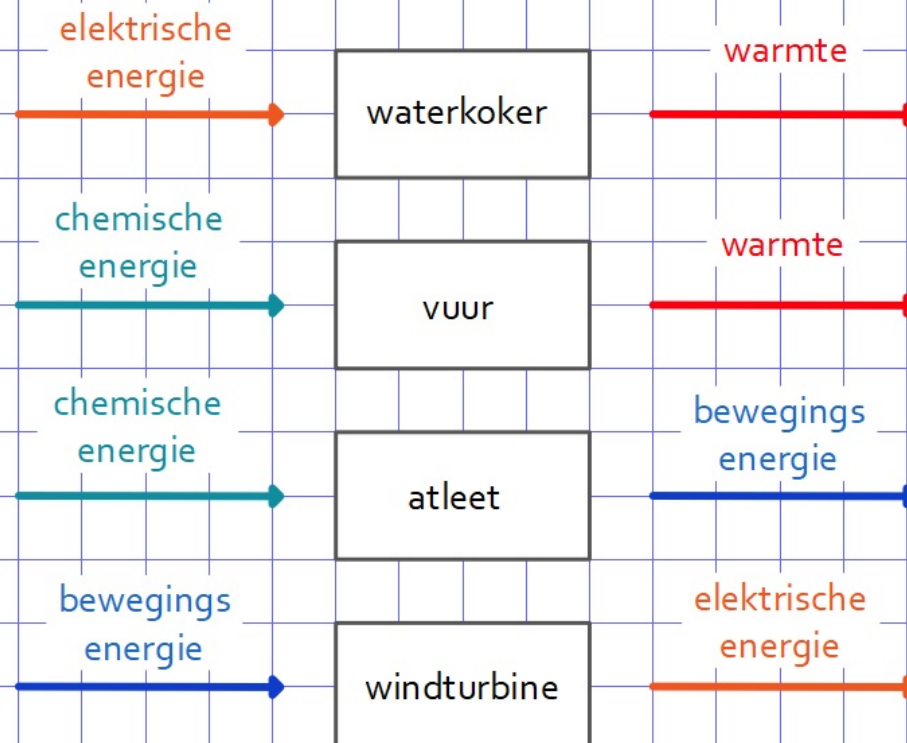
Je kunt nu

- de geleidbaarheid, stroomsterkte en spanning in een parallelschakeling berekenen;
- de totale geleidbaarheid van parallel geschakelde componenten berekenen;
- de weerstand, stroomsterkte en spanning in een serieschakeling berekenen;
- de totale weerstand van in serie geschakelde componenten berekenen.

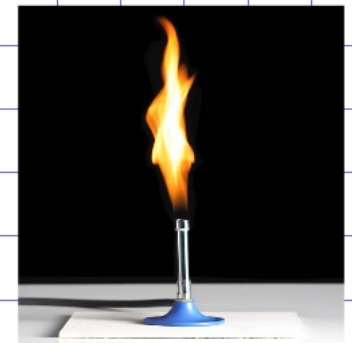
§ 3.4 Energie en vermogen

De verschillende vormen van energie kunnen in elkaar worden omgezet:

Voorbeelden:

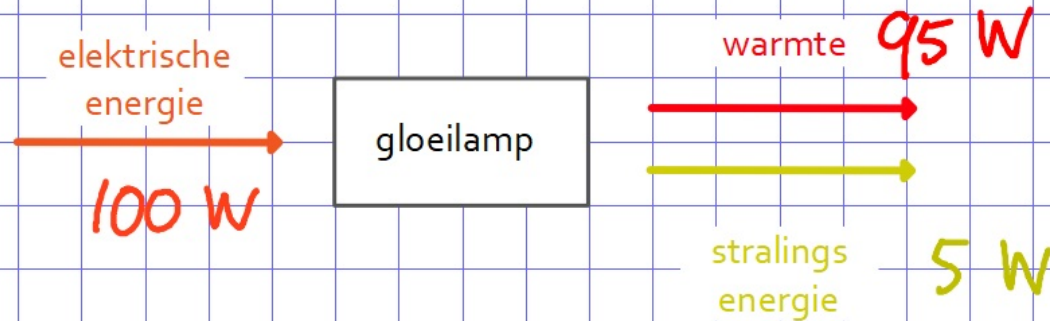


Hoofdstuk 3: Elektriciteit



De hoeveelheid energie die per seconde door iets wordt opgenomen, wordt afgestaan of wordt doorgegeven heet het **vermogen**:

Voorbeelden:



Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.4 Energie en vermogen

§ 3.4 Energie en vermogen

De hoeveelheid **energie** die *per seconde* in een lampje door de stroom wordt afgeleverd heet het **vermogen**. Formule:

$$P = I \cdot U$$

← spanning in volt

↑
stroomsterkte in ampère

→
vermogen in watt

Bordoeffening 8:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{6,0 \text{ V}}{0,5 \text{ A}} = 12 \Omega$$

$$G = \frac{I}{U} = \frac{0,5 \text{ A}}{6,0 \text{ V}} = 0,08 \text{ S}$$

$$P = U \cdot I = 6,0 \text{ V} \cdot 0,5 \text{ A} = 3 \text{ W}$$

PAS OP!
verwar deze
nieuwe
formule niet
met de wet
van Ohm!

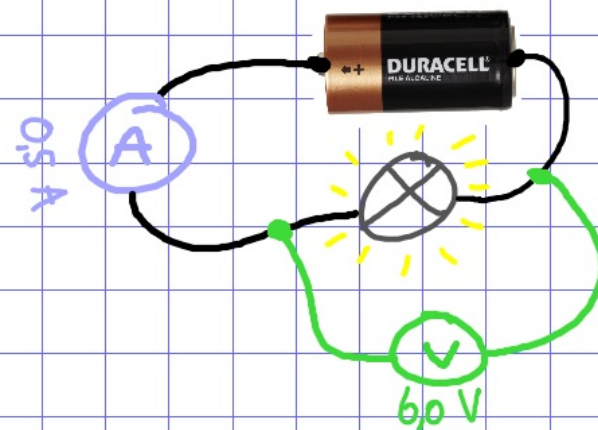
$$R = \frac{U}{I}$$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.4 Energie en vermogen

Bordoeffening 8: de stroom en spanning zijn gemeten zoals aangegeven. Bepaal van het lampje:

- de weerstand
- de geleidbaarheid
- het vermogen onder deze spanning



Hoeveel **energie** er uiteindelijk afgeleverd is hangt af van de tijdsduur:

$$E = P \cdot t$$

↑ ↑
totale hoeveelheid energie Vermogen verstreken tijd

Let op: er zijn twee sets van eenheden bij deze formule:

$$E = P \cdot t$$

↑ ↑ ↑ ↑ ↑
J W s kWh kW h
(Joule) (Watt) (seconde) (kilowattuur) (kilowatt) (uur)

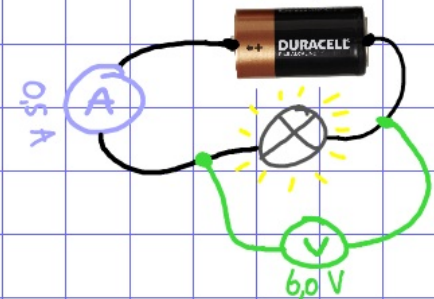
$$1 \text{ kWh} = 3.600.000 \text{ J}$$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.4 Energie en vermogen

Voorbeeld 1: een klein gloeilampje is aangesloten op een labvoeding. Het neemt een vermogen op uit de stroom van 5,6 W. Je laat het lampje 30 seconden branden. Reken uit hoeveel energie het heeft omgezet in joule én in kilowattuur.

Voorbeeld 2: een straalkachel heeft 4,0 uur aangestaan. Het vermogen vd kachel is 2000 W. Hoeveel energie heeft de kachel verbruikt in J en in kWh.



Hoeveel **energie** er uiteindelijk afgeleverd is hangt af van de tijdsduur:

$$E = P \cdot t$$

Handwritten annotations for the formula $E = P \cdot t$:
- E : totale hoeveelheid energie (purple)
- P : vermogen (purple)
- t : verstreekte tijd (purple)

Let op: er zijn twee sets van eenheden bij deze formule:

$$E = P \cdot t$$

Handwritten unit annotations for the formula $E = P \cdot t$:
- E : (Joule) (blue)
- P : (Watt) (blue)
- t : (seconde) (blue)
- E : kWh (orange)
- P : kW (orange)
- t : u (orange)

1 kWh = 3.600.000 J

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.4 Energie en vermogen

Voorbeeld 1: een klein gloeilampje is aangesloten op een labvoeding. Het neemt een vermogen op uit de stroom van 5,6 W. Je laat het lampje 30 seconden branden. Reken uit hoeveel energie het heeft omgezet in joule én in kilowattuur.

Voorbeeld 2: een straalkachel heeft 4,0 uur aangestaan. Het vermogen vd kachel is 2000 W. Hoeveel energie heeft de kachel verbruikt in J en in kWh.

$$\begin{aligned} \textcircled{1} \quad E &= P \cdot t \\ &= 5,6 \text{ W} \cdot 30 \text{ s} \\ &= 168 \text{ J} \\ &= 0,000047 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{2} \quad E &= P \cdot t \\ &= 2,0 \text{ kW} \cdot 4,0 \text{ u} \\ &= 8,0 \text{ kWh} = 28800000 \text{ J} \end{aligned}$$

Hoeveel **energie** er uiteindelijk afgeleverd is hangt af van de tijdsduur:

$$E = P \cdot t$$

totale hoeveelheid energie $\rightarrow$ E
 vermogen $\rightarrow$ P
 verstreekte tijd $\rightarrow$ t

Let op: er zijn twee sets van eenheden bij deze formule:

$$E = P \cdot t$$

(Joule) (Watt) (seconde) (kilowattuur) (kilowatt) (uur)
 $1 \text{ kWh} = 3.600.000 \text{ J}$

Voorbeeld 1: een klein gloeilampje is aangesloten op een labvoeding. Het neemt een vermogen op uit de stroom van 5,6 W. Je laat het lampje 30 seconden branden. Reken uit hoeveel energie het heeft omgezet in joule én in kilowattuur.

$$\begin{aligned}
 \textcircled{1} \quad E &= P \cdot t \\
 &= 5,6 \text{ W} \cdot 30 \text{ s} \\
 &= 168 \text{ J} \\
 &= 0,000047 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Voorbeeld 2: een straalkachel heeft 4,0 uur aangestaan. Het vermogen vd kachel is 2000 W. Hoeveel energie heeft de kachel verbruikt in J en in kWh.

$$\begin{aligned}
 \textcircled{2} \quad E &= P \cdot t \\
 &= 2,0 \text{ kW} \cdot 4,0 \text{ h} \\
 &= 8,0 \text{ kWh} = 28800000 \text{ J}
 \end{aligned}$$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.4 Energie en vermogen

$$P = U \cdot I$$

Bordoefening 9a: een straalkachel is aangesloten op de netspanning (dus $U = 230 \text{ V}$). Er loopt een stroom van 8,0 A doorheen. Bereken het elektrisch vermogen dat de kachel omzet in W en in kW.

Bordoefening 9b: Reken uit hoeveel elektrische energie de kachel omzet in warmte in:

a. 10 s b. 1,0 minuut c. 10 minuten d. 1,0 uur
Geef telkens je antwoord in J en in kWh.

$$E = P \cdot t$$

Bordoefening 9c: een andere straalkachel is ook aangesloten op de netspanning maar trekt een stroom van 12,4 A. Hoeveel energie heeft de kachel omgezet in 2,5 uur? Geef je antwoord in kWh en in J. Let op: tussenstappen nodig!



Bordoefening ga: $P = U \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 8,0 \text{ A} = 1840 \text{ W}$
 $= 1,84 \text{ kW}$

Bordoefening gb:

a) $E = P \cdot t = 1840 \text{ W} \cdot 10 \text{ s} = 18400 \text{ J} = 0,0051 \text{ kWh}$

b) $E = P \cdot t = 1840 \cdot 60 = 110400 \text{ J} = 0,031 \text{ kWh}$

c) $E = 1104000 \text{ J} = 0,31 \text{ kWh}$

d) $E = P \cdot t = 1840 \cdot 3600 \text{ s} = 6624000 \text{ J} = 1,84 \text{ kWh}$

Bordoefening gc: $P = U \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 12,4 \text{ A} = 2,852 \text{ kW}$

$$E = P \cdot t = 2,852 \text{ kW} \cdot 2,5 \text{ u} = 7,1 \text{ kWh}$$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.4 Energie en vermogen

Bordoefening ga: een straalkachel is aangesloten op de netspanning (dus $U = 230 \text{ V}$). Er loopt een stroom van $8,0 \text{ A}$ doorheen. Bereken het elektrisch vermogen dat de kachel omzet in W en in kW .

Bordoefening gb: Reken uit hoeveel elektrische energie de kachel omzet in warmte in:

a. 10 s b. $1,0 \text{ minuut}$ c. 10 minuten d. $1,0 \text{ uur}$
Geef telkens je antwoord in J en in kWh .

Bordoefening gc: een andere straalkachel is ook aangesloten op de netspanning maar trekt een stroom van $12,4 \text{ A}$. Hoeveel energie heeft de kachel omgezet in $2,5 \text{ uur}$? Geef je antwoord in kWh en in J . Let op: tussenstappen nodig!



3.4 Opdrachten

A 48 M

Wat geeft de natuurkundige grootheid vermogen aan?

A 49

- a Bij welke grootheid hoort de eenheid kWh?
- b Bij welke grootheid hoort de eenheid Ws?
- c Bij welke grootheid hoort de eenheid W?

Bart spreekt de grootheid kWh uit als kilowatt per uur.
d Wat is er mis met de uitspraak 'kilowatt per uur'?

A 50 M

Welke twee formules staan er in de tekst om het vermogen te berekenen?

B 51 M

Door een lamp loopt een stroom van 0,5 A. De lamp gebruikt dan een vermogen van 12 W.
a Bereken de spanning over de lamp.

Een andere lamp is aangesloten op 6 V en gebruikt 5 W.
b Bereken de stroomsterkte door deze lamp.

B 52

De accu van een elektrische scooter levert 48 V. De elektromotor heeft een maximaal vermogen van 2,4 kW.
a Bereken de stroomsterkte bij topsnelheid.
b Leg uit of deze gegevens ook gelden bij een lagere snelheid.

B 53

In een onweersbui kan een zeer grote spanning ontstaan. Die bedraagt circa 6 megavolt (MV). Wanneer de bliksem inslaat, loopt er zeer korte tijd een stroom van ongeveer 30 kiloampère. De energie van één bliksemstraal bedraagt ongeveer 2,5 kWh.
a Bereken de energie van één bliksemstraal in joule.
b Bereken hoe lang een bliksemstraal ongeveer duurt.

B 54 M

Toon aan dat 1 kWh overeenkomt met 3 600 000 joule.

B 55 M

Bij veel tankstations staan snelopladers voor elektrische auto's, zie de figuur. Daarop staat bijvoorbeeld 500 V / 120 A. Bereken het vermogen dat die sneloplader maximaal kan leveren.



B 56

Bekijk figuur 3.16 nog eens. Het broodrooster werkt op zijn maximale vermogen.

- a Bereken na hoeveel tijd dit broodrooster 10 kJ heeft gebruikt.
- b Bereken de stroomsterkte door het broodrooster.

B 57

Thuis draait er een wasmachine (1500 W), de tv staat aan (800 W) en je zingt hard mee met het karaokesysteem (220 W). Alle apparaten zijn aangesloten op één groep.

- a Bereken het totale vermogen.
- b Welke spanning staat er over ieder apparaat in de groep?
- c Bereken in één decimaal nauwkeuring de stroomsterkte die door de hoofdleiding van de groep gaat.

C 58

Bij auto's zijn koplampen en achterlichten allebei aangesloten op een accu van 12 V. De koplampen geven veel meer licht dan de achterlichten.

- a Welke lamp heeft het grootste vermogen?
- b Door welke lamp is de stroomsterkte het grootst?
- c Welke lamp heeft de grootste weerstand?

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.4 Energie en vermogen

Maak opg. 51, 52, 53, 55, 57 en 64.

$$E = P \cdot t$$

E_{15} (joule) P_5 (Watt) t_3 (seconden)
 E_{24} (kWh) P_4 (kW) t_6 (uur)

$$1 \text{ kWh} = 3.600.000 \text{ J}$$

$$P = I \cdot U$$

vermogen in watt P_6 I_2 U_3 ← spanning in volt
 stroomsterkte in ampère

3.4 Opdrachten

A 48

Wat geeft de natuurkundige grootheid vermogen aan?

A 49

- a Bij welke grootheid hoort de eenheid kWh?
- b Bij welke grootheid hoort de eenheid Ws?
- c Bij welke grootheid hoort de eenheid W?

Bart spreekt de grootheid kWh uit als kilowatt per uur.
d Wat is er mis met de uitspraak 'kilowatt per uur'?

A 50

Welke twee formules staan er in de tekst om het vermogen te berekenen?

B 51

Door een lamp loopt een stroom van 0,5 A. De lamp gebruikt dan een vermogen van 12 W.
a Bereken de spanning over de lamp.

Een andere lamp is aangesloten op 6 V en gebruikt 5 W.
b Bereken de stroomsterkte door deze lamp.

B 52

De accu van een elektrische scooter levert 48 V. De elektromotor heeft een maximaal vermogen van 2,4 kW.
a Bereken de stroomsterkte bij topsnelheid.
b Leg uit of deze gegevens ook gelden bij een lagere snelheid.

B 53

In een onweersbui kan een zeer grote spanning ontstaan. Die bedraagt circa 6 megavolt (MV). Wanneer de bliksem inslaat, loopt er zeer korte tijd een stroom van ongeveer 30 kiloampère. De energie van één bliksemstraal bedraagt ongeveer 2,5 kWh.

- a Bereken de energie van één bliksemstraal in joule.
- b Bereken hoe lang een bliksemstraal ongeveer duurt.

B 54

Toon aan dat 1 kWh overeenkomt met 3 600 000 joule.

B 55

Bij veel tankstations staan snelopladers voor elektrische auto's, zie de figuur. Daarop staat bijvoorbeeld 500 V / 120 A. Bereken het vermogen dat die sneloplader maximaal kan leveren.



B 56

Bekijk figuur 3.16 nog eens. Het broodrooster werkt op zijn maximale vermogen.

- a Bereken na hoeveel tijd dit broodrooster 10 kJ heeft gebruikt.
- b Bereken de stroomsterkte door het broodrooster.

B 57

Thuis draait er een wasmachine (1500 W), de tv staat aan (800 W) en je zingt hard mee met het karaokesysteem (220 W). Alle apparaten zijn aangesloten op een groep.

- a Bereken het totale vermogen.
- b Welke spanning staat er over ieder apparaat in de groep?
- c Bereken in één decimaal nauwkeuring de stroomsterkte die door de hoofdleiding van de groep gaat.

C 58

Bij auto's zijn koplampen en achterlichten allebei aangesloten op een accu van 12 V. De koplampen geven veel meer licht dan de achterlichten.

- a Welke lamp heeft het grootste vermogen?
- b Door welke lamp is de stroomsterkte het grootst?
- c Welke lamp heeft de grootste weerstand?

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.4 Energie en vermogen

(53)

$$a) E = 2,5 \text{ kWh} \\ = 9 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$b) P = U \cdot I$$

$$= 6.000.000 \text{ V} \cdot 30.000 \text{ A}$$

$$= 1,8 \cdot 10^{11} \text{ W} \quad (\text{J/s})$$

$$t = \frac{E}{P}$$

$$\frac{9 \cdot 10^6 \text{ J}}{1,8 \cdot 10^{11} \text{ W}} = 0,00005 \text{ s} \\ = 0,05 \text{ ms}$$

3.4 Opdrachten

A 48

Wat geeft de natuurkundige grootheid vermogen aan?

A 49

- a Bij welke grootheid hoort de eenheid kWh?
- b Bij welke grootheid hoort de eenheid Ws?
- c Bij welke grootheid hoort de eenheid W?

Bart spreekt de grootheid kWh uit als kilowatt per uur.
d Wat is er mis met de uitspraak 'kilowatt per uur'?

A 50

Welke twee formules staan er in de tekst om het vermogen te berekenen?

B 51

Door een lamp loopt een stroom van 0,5 A. De lamp gebruikt dan een vermogen van 12 W.
a Bereken de spanning over de lamp.

Een andere lamp is aangesloten op 6 V en gebruikt 5 W.
b Bereken de stroomsterkte door deze lamp.

B 52

De accu van een elektrische scooter levert 48 V. De elektromotor heeft een maximaal vermogen van 2,4 kW.
a Bereken de stroomsterkte bij topsnelheid.
b Leg uit of deze gegevens ook gelden bij een lagere snelheid.

B 53

In een onweersbui kan een zeer grote spanning ontstaan. Die bedraagt circa 6 megavolt (MV). Wanneer de bliksem inslaat, loopt er zeer korte tijd een stroom van ongeveer 30 kiloampère. De energie van één bliksemstraal bedraagt ongeveer 2,5 kWh.

- a Bereken de energie van één bliksemstraal in joule.
- b Bereken hoe lang een bliksemstraal ongeveer duurt.

B 54

Toon aan dat 1 kWh overeenkomt met 3 600 000 joule.

B 55

Bij veel tankstations staan snelopladers voor elektrische auto's, zie de figuur. Daarop staat bijvoorbeeld 500 V / 120 A. Bereken het vermogen dat die sneloplader maximaal kan leveren.



B 56

Bekijk figuur 3.16 nog eens. Het broodrooster werkt op zijn maximale vermogen.

- a Bereken na hoeveel tijd dit broodrooster 10 kJ heeft gebruikt.
- b Bereken de stroomsterkte door het broodrooster.

B 57

Thuis draait er een wasmachine (1500 W), de tv staat aan (800 W) en je zingt hard mee met het karaokesysteem (220 W). Alle apparaten zijn aangesloten op een groep.

- a Bereken het totale vermogen.
- b Welke spanning staat er over ieder apparaat in de groep?
- c Bereken in één decimaal nauwkeuring de stroomsterkte die door de hoofdleiding van de groep gaat.

C 58

Bij auto's zijn koplampen en achterlichten allebei aangesloten op een accu van 12 V. De koplampen geven veel meer licht dan de achterlichten.

- a Welke lamp heeft het grootste vermogen?
- b Door welke lamp is de stroomsterkte het grootst?
- c Welke lamp heeft de grootste weerstand?

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.4 Energie en vermogen

57

$$P_{\text{tot}} = 1500 \text{ W} + 800 \text{ W} + 220 \text{ W} \\ = 2520 \text{ W}$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{2520 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 11 \text{ A}$$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.4 Energie en vermogen

C 59

In deze opgave kijk je naar vermogens in een parallelschakeling.

Je sluit een weerstand 1 van $2,0\ \Omega$ aan op een spanningsbron van $5,0\ \text{V}$.

- Bereken de stroomsterkte.
- Bereken het vermogen van de schakeling.

Je verwijderd weerstand 1 en je sluit een weerstand 2 van $3,0\ \Omega$ op dezelfde spanningsbron aan.

- Bereken het vermogen van de schakeling.

Je sluit weerstand 1 en 2 parallel aan elkaar op de spanningsbron aan.

- Bereken de geleidbaarheden van de weerstanden.
- Bereken de totale stroomsterkte.
- Bereken het totale vermogen.
- Bereken het vermogen van de weerstand van $2,0\ \Omega$.
- Bereken het vermogen van de weerstand van $3,0\ \Omega$.
- Trek een conclusie: het totale vermogen van de parallelschakeling is groter dan / gelijk aan / kleiner dan de optelsom van de individuele vermogens.

C 60

In deze opgave kijk je naar vermogens in een serieschakeling. Je gebruikt dezelfde weerstanden en spanningsbron als in opgave 59.

Je sluit de weerstand van $3,0\ \Omega$ in serie aan met de weerstand van $2,0\ \Omega$ op de spanningsbron van $5\ \text{V}$.

- Bereken de stroomsterkte.
- Bereken het totale vermogen.
- Bereken de spanning over de weerstand van $2,0\ \Omega$.
- Bereken het vermogen van de weerstand van $2,0\ \Omega$.
- Bereken het vermogen van de weerstand van $3,0\ \Omega$.
- Vergelijk de antwoorden van opgave 59b, 59c en 60b met elkaar.
- Vergelijk de antwoorden van opgave 59b, 59c en 60d en 60e met elkaar.

C 61

Op een strijkijzer staat: $230\ \text{V} / 2,2\ \text{kW}$.

- Leg uit wat dat betekent.
- Bereken de stroomsterkte als je het strijkijzer aansluit op $230\ \text{V}$.

Je sluit het strijkijzer in het b

tact van $110\ \text{V}$.

- Leg uit of het strijkijzer nu kapotgaat.
- Bereken de stroomsterkte.
- Bereken het vermogen.

+ 62

In een folder staat een autoaccu van $(12\ \text{V}, 44\ \text{Ah})$. De afkorting Ah staat voor ampère uur. $44\ \text{Ah}$ betekent dat de accu 1 uur lang $44\ \text{A}$ kan leveren of 10 uur lang $4,4\ \text{A}$, enzovoort.

- Bereken hoelang de accu een stroom kan leveren van $2,0\ \text{A}$.
- Bereken het vermogen dat de accu dan levert.
- Bereken de energie die de accu kan leveren.

+ 63

Bekijk het energielabel van een wasmachine hiernaast.

Het getal 139 gaat over het jaarlijkse energieverbruik.

- Schat hoeveel wasbeurten je thuis per jaar hebt.
- Zoek op internet op van hoeveel wasbeurten per jaar fabrikanten uitgaan.

Eén wasbeurt duurt gemiddeld 1 uur en 15 minuten.

- Bereken het gemiddelde vermogen van een wasbeurt.
- Bereken de gemiddelde stroomsterkte.
- Waarom is een wasmachine vaak op een aparte groep in huis aangesloten?

+ 64

Op een autolamp staat $12\ \text{V}, 40\ \text{W}$. Bereken de weerstand van de lamp.



Je kunt nu

- uitleggen wat het vermogen van een apparaat met energieverbruik heeft te maken;
- rekenen met energieverbruik;
- rekenen met elektrisch vermogen.

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.1 Elektriciteit en lading

§ 3.2 Geleidbaarheid en weerstand

§ 3.3 Parallel en serie

§ 3.4 Energie en vermogen

fase 1: lees de stof (boek + aantekeningen) een keer door, kijk of je alles snapt

fase 2: bekijk de bordoefeningen en kijk of je die zonder uitleg goed zou kunnen maken

fase 3: oefen met opgaven (in uitlegvideo's en uit boek)

3.2 opg. 21, 20, 23, 25 en 29 (blz. 84 en 85)

3.3 opg. 34, 35, 37ab, 38, 39, 40, 41 en 42 (blz. 90)

3.4 opg. 52, 54, 56, 57, 58

DE TWEE GEREEDSCHAPSSETS VOOR REKENEN AAN SCHAKELINGEN:

1. De "gedragsregels" voor spanning, stroom en weerstand.

2. De formule: $R = \frac{U}{I}$

De formule geldt voor:

- enkele onderdelen (lampje, weerstand)
- hele schakelingen

REKENVRAAGSTUKKEN OPLOSSEN IN DRIE STAPPEN:

STAP 1: Schrijf op wat gevraagd wordt.

STAP 2: Verzamel gegevens en formules.

STAP 3: Reken om, tussenstappen, en reken uit.

GOUDENTIP:

"Als je niet weet waar te beginnen aan een rekenvraagstuk, reken dan uit wat je kunt en kijk of je daar iets aan hebt."

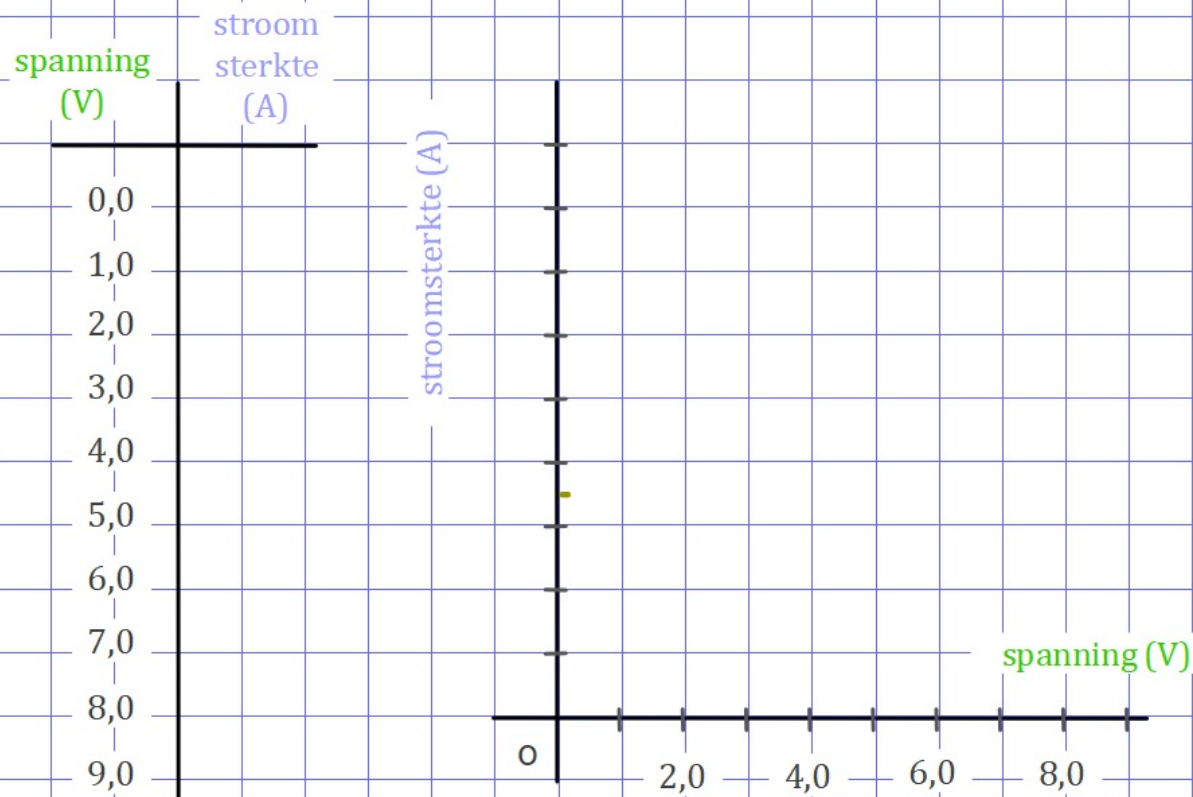
Hoofdstuk 3: Elektriciteit

- ACTIVITEITEN -

Als we grotere activiteiten zoals practicum gedaan hebben tijdens dit hoofdstuk dan vind je hier de informatie die daar bij hoorde. Hoewel dit niet cruciaal is voor succes op het proefwerk is het wel nuttig om te bekijken. Probeer je daarbij te herinneren wat we precies gedaan hebben en waarom dat een nuttige leeractiviteit zou kunnen zijn met het oog op de proefwerkstof.

Practicum bij §3.2: weerstand meten

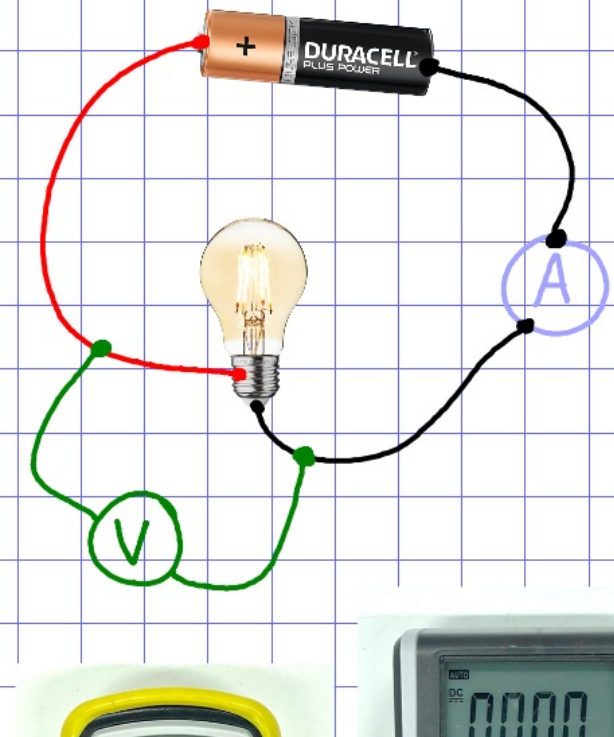
Bepaling 1: gloeilampje



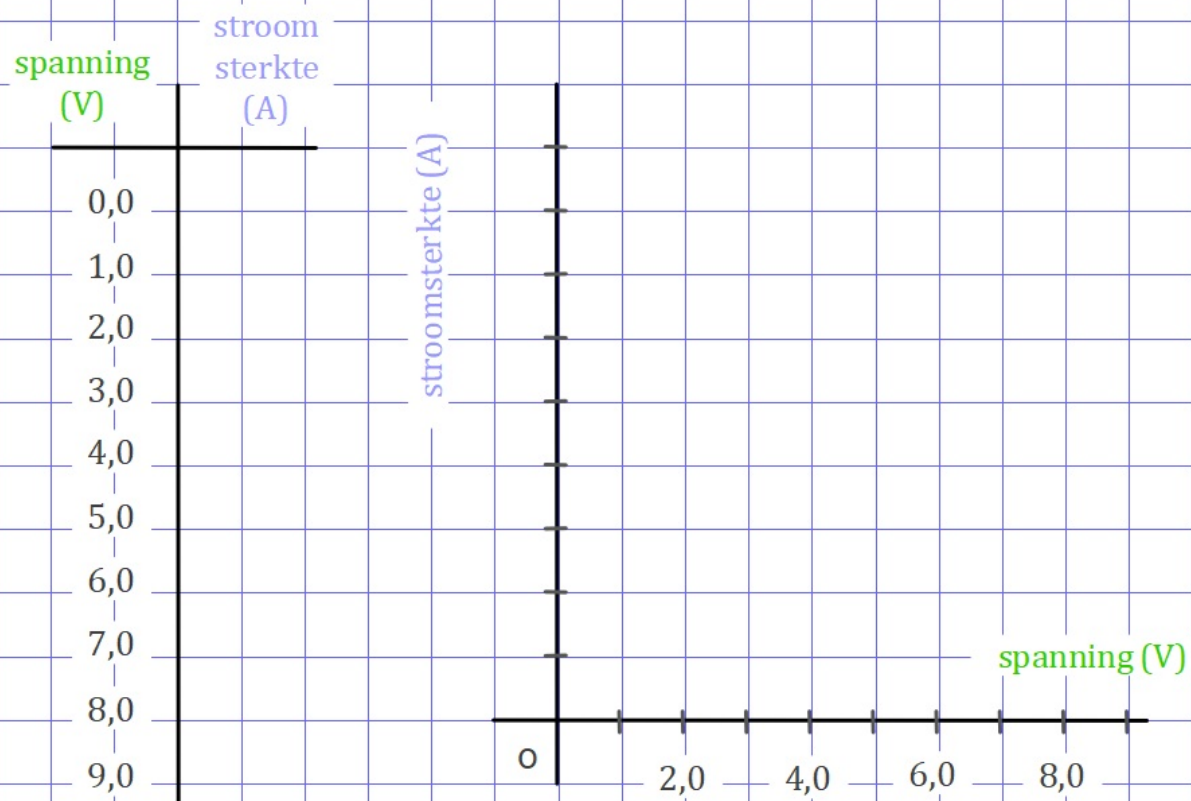
Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.2 Geleidbaarheid en weerstand

Doen: Bouw de schakeling na en meet telkens de stroomsterkte bij oplopende spanningen.

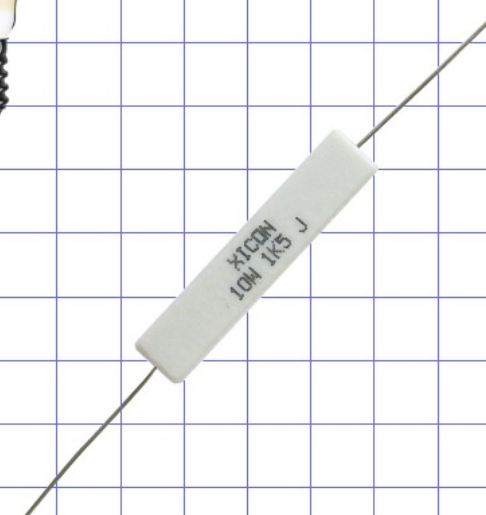


Bepaling 2: keramische weerstand



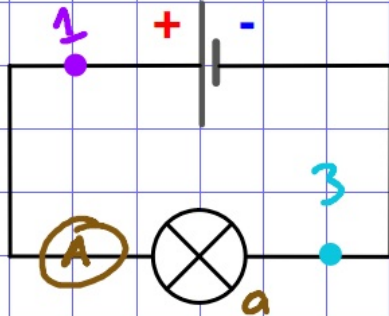
Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.2 Geleidbaarheid en weerstand

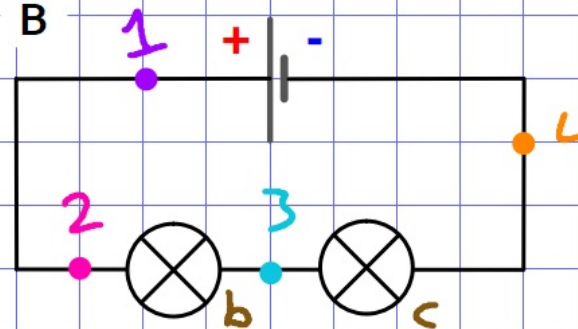


Practicum bij §3.3: stroom meten in schakelingen

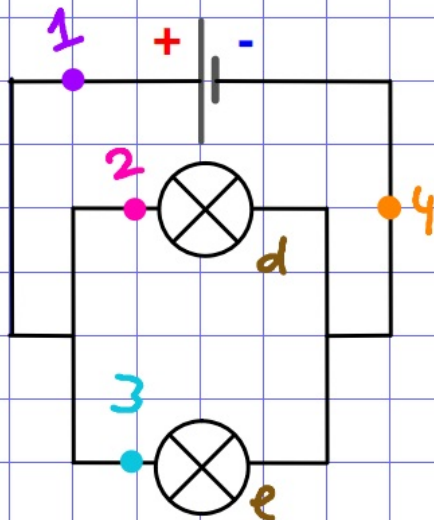
A



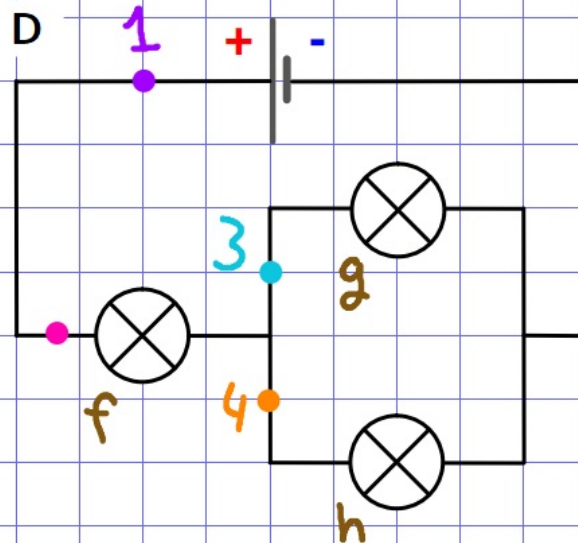
B



C



D



Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.2 Geleidbaarheid en weerstand

Doen: Bouw de schakeling na, stel de spanning in op 6,0 V en meet:

- de stroom op de aangegeven punten
- de spanning over elk lampje

Maak een net lijstje in je schrift.

Voorbeeld:

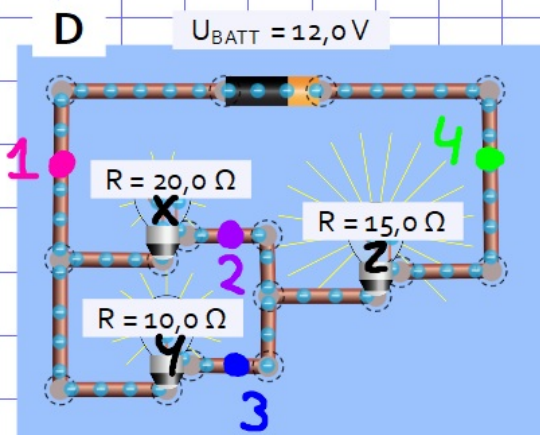
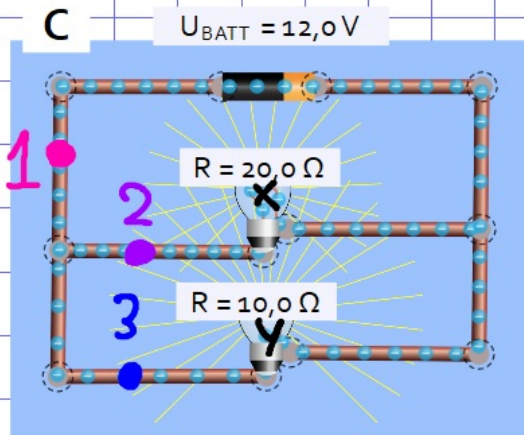
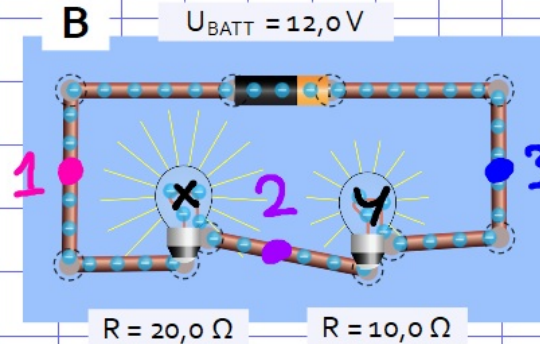
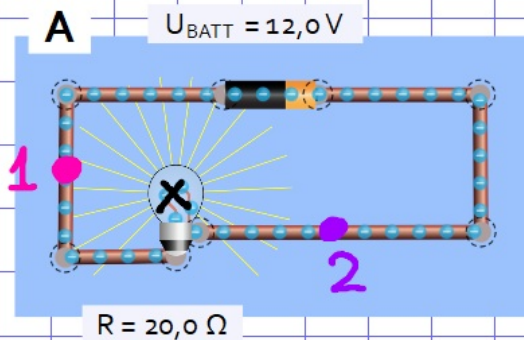
Schakeling A:

$$I_1 = 0,1 \text{ A}$$

$$I_3 = 0,1 \text{ A}$$

$$U_a = 5,9 \text{ V}$$

Practicum bij §3.3: schakelingen simuleren



Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.2 Geleidbaarheid en weerstand

Doen: Bouw telkens de schakeling na, stel de waarden in zoals aangegeven en meet vervolgens de stroom en spanning voor de aangegeven punten en componenten.

In je schrift:

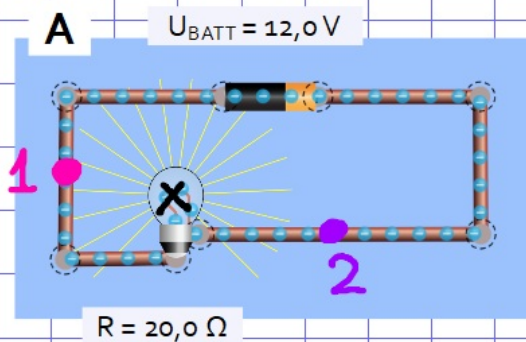
Schakeling A:

$$I_1 = 0,60\text{ A}$$

$$I_2 = 0,60\text{ A}$$

$$U_x = 12\text{ V}$$

Practicum bij §3.3: schakelingen simuleren



Schakeling A:

$$I_1 = 0,60 \text{ A}$$

$$I_2 = 0,60 \text{ A}$$

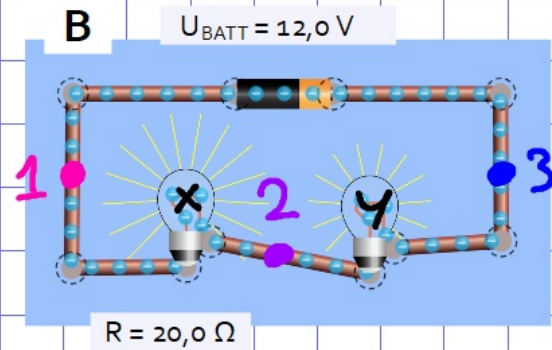
$$U_x = 12 \text{ V}$$

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.2 Geleidbaarheid en weerstand

Doen: Bouw telkens de schakeling na, stel de waarden in zoals aangegeven en meet vervolgens de stroom en spanning voor de aangegeven punten en componenten.

Practicum bij §3.3: schakelingen simuleren

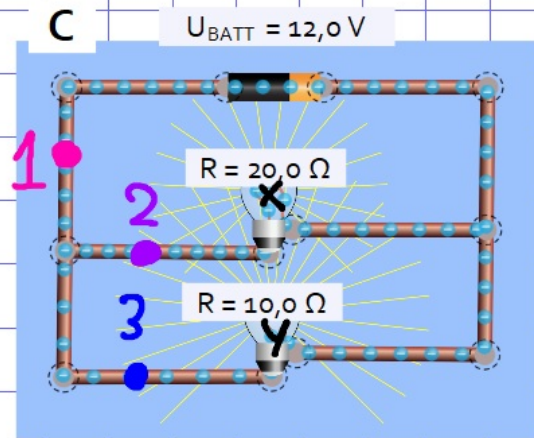


Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.2 Geleidbaarheid en weerstand

Doen: Bouw telkens de schakeling na, stel de waarden in zoals aangegeven en meet vervolgens de stroom en spanning voor de aangegeven punten en componenten.

Practicum bij §3.3: schakelingen simuleren

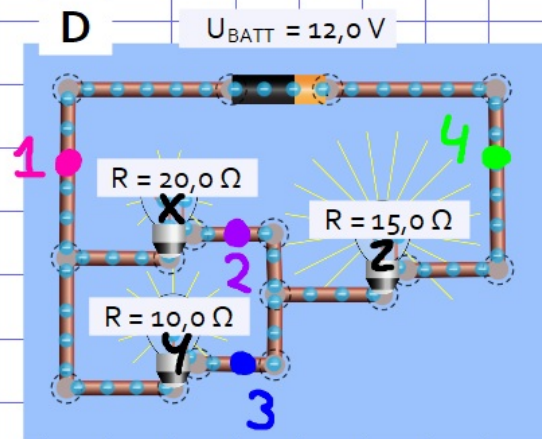


Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.2 Geleidbaarheid en weerstand

Doen: Bouw telkens de schakeling na, stel de waarden in zoals aangegeven en meet vervolgens de stroom en spanning voor de aangegeven punten en componenten.

Practicum bij §3.3: schakelingen simuleren

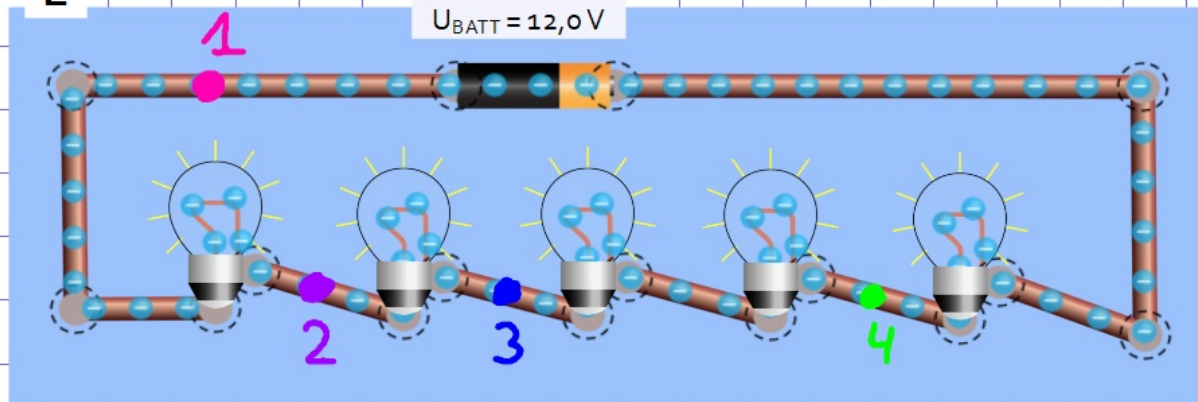


Hoofdstuk 3: Elektriciteit

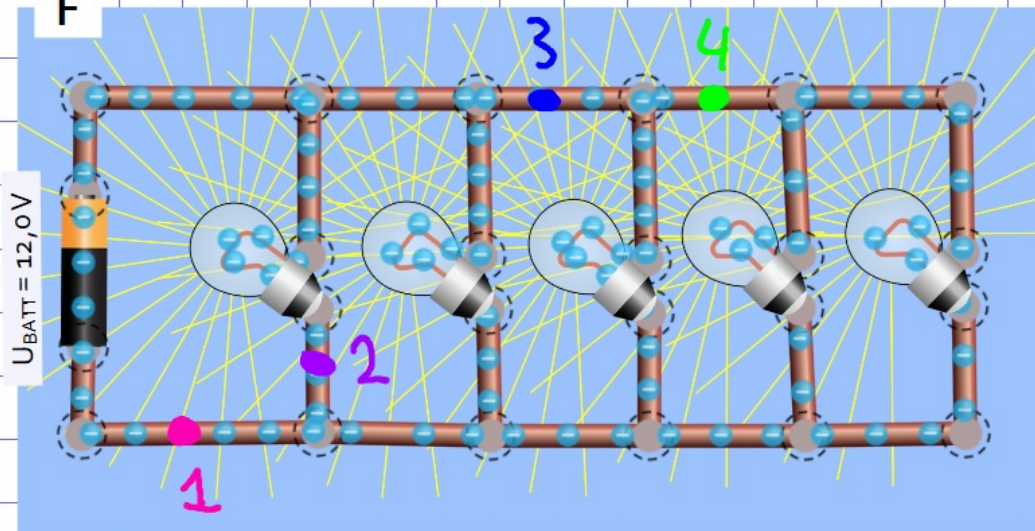
§ 3.2 Geleidbaarheid en weerstand

Doen: Bouw telkens de schakeling na, stel de waarden in zoals aangegeven en meet vervolgens de stroom en spanning voor de aangegeven punten en componenten.

E



F



Hoofdstuk 3: Elektriciteit

§ 3.2 Geleidbaarheid en weerstand

Doen: Bouw telkens de schakeling na, stel de waarden in zoals aangegeven en meet vervolgens de stroom en spanning voor de aangegeven punten en componenten.

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

- ARCHIEF -

Welke grootheden en eenheden komen voor in dit hoofdstuk?

Grootheid	symbol in formule	Eenheid	symbol in eindantwoord
lading	Q	Coulomb	C
stroom(sterkte)	I	Ampere	A
tijdsduur	Δt	seconde	s
energie	E	Joule	J
spanning	U	Volt	V
weerstand	R	Ohm	Ω
geleidbaarheid	G	Siemens	S
soortelijke weerstand	ρ	Ohmmeter	Ωm
oppervlak	A	vierkante meter	m^2
lengte	l	meter	m
vermogen	P	Watt	W

Hoofdstuk 3: Elektriciteit

Hoe hangen de begrippen uit dit hoofdstuk met elkaar samen?

De **spanning** (U , in Volt) die de **bron** levert staat voor twee dingen:

- de pompkracht: hogere spanning veroorzaakt een hogere stroom
- hoeveel energie elke lading meekrijgt om in de schakeling af te leveren

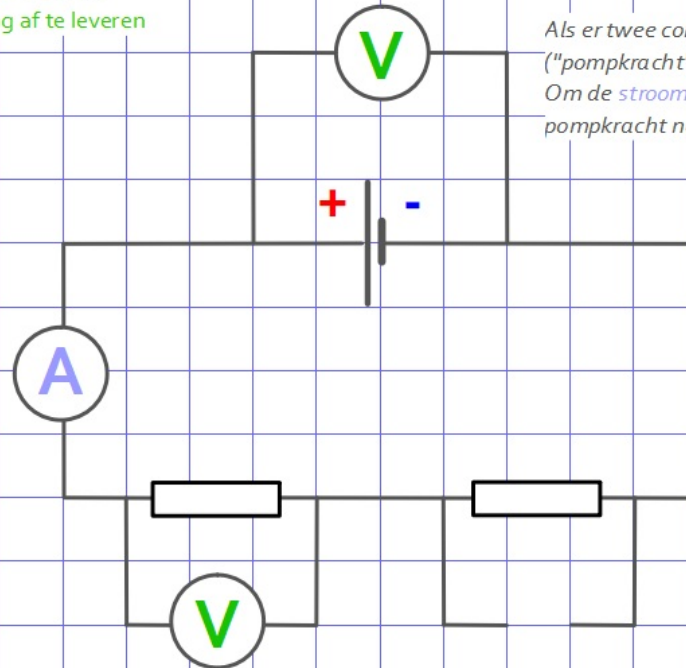
De **stroom** (I , in Ampere) die loopt geeft aan hoeveel ladingen ergens per seconde langskomen. Deze stroommeter meet de hoofdstroom die de batterij uitkomt en, aangezien dit een eenvoudige serieschakeling is, dus ook de stroom die door elke weerstand loopt.

de **stroommeter** staat *in serie* met de component omdat deze de ladinger moet tellen die per seconde voorbij komen.

de **spanning** (U , in Volt) die over een **component** staat betekent:

- hoeveel "pompkracht" nodig is om de stroom door die component te krijgen
- hoeveel energie elke lading in die component afgeeft

de **spanningsmeter** staat *parallel* over de component geschakeld omdat deze voor en na de component moet "voelen" hoeveel energie ladingen daar afgeven



Als er twee componenten in serie zitten (hier R_1 en R_2) wordt de totale **spanning** ("pompkracht") van de batterij verdeeld over de twee. Dit heet **spanningsdeling**. Om de **stroom** door de component met de grootste **weerstand** te krijgen is meer pompkracht nodig, dus over die component staat de meeste **spanning**.

Tussen deze twee draden zit geen component, dus hier loopt nog geen **stroom**. Als je hier bijvoorbeeld een lampje tussen zou zetten (ook wel "verbruiker" genaamd) dan zou hier wel **stroom** gaan lopen. Wat in dat geval de **spanning** over R_2 wordt zou je opnieuw moeten uitrekenen: de **weerstand** R_X van de rechter groep (die we hier dus groep "X" noemen) is nu lager geworden dan van weerstand R_2 alleen, dus er komt minder spanning over te staan.

De **weerstand** (R , in Ohm) van een component geeft aan hoeveel **spanning** ("pompkracht") nodig is om een bepaalde hoeveelheid **stroom** door die component te persen.

het **vermogen** (P , in Watt) is de hoeveelheid elektrische **energie** die *per seconde* door de component omgezet wordt in bijvoorbeeld licht. Als je de **spanning** over een component weet (hoeveel energie per lading) en je ook de **stroom** door de component weet (hoeveel ladingen per seconde) dan weet je ook hoeveel energie er per seconde door de stroom afgegeven wordt aan de component.

nu je weet hoeveel **vermogen** wordt omgezet door een component weet je ook hoeveel **energie** (E , in Joule) na een bepaalde tijdsduur in totaal omgezet is.

Welke formules zijn beschreven in dit hoofdstuk?

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

Stroomsterkte is het aantal ladingen dat per seconde langs een punt komt.

$$\eta = \frac{E_n}{E_t} \times 100\%$$

Uitrekenen welk percentage van de toegevoerde energie wordt omgezet in een nuttige vorm.

$$\Delta E = Q \cdot U$$

Energie die een hoeveelheid lading Q (b.v. 1 elektron) meekrijgt uit een batterij met spanning U.

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

Weerstand of geleidbaarheid van b.v. een lampje berekenen: groot getal voor R betekent dat stroom er moeilijk doorheen kan.

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

Rekenen aan de soortelijke weerstand van een stof en de weerstand van een stuk draad berekenen.

$$U_1 = \frac{U_t}{R_t} \cdot R_1 \quad \Delta R_t = \frac{R_t}{U_t} \cdot U_1$$

De spanning berekenen over een weerstand ("R₁" of "R_x") in een spanningsdeler.

$$P = I \cdot U$$

Uitrekenen hoeveel energie per seconde (het "vermogen") wordt omgezet in een onderdeel of hele schakeling.

$$E = P \cdot t$$

Uitrekenen hoeveel energie er in totaal is omgezet in een onderdeel of schakeling na een bepaalde tijdsduur.

PW Natuurkunde Hfd 3: Elektriciteit December 2019 Versie A

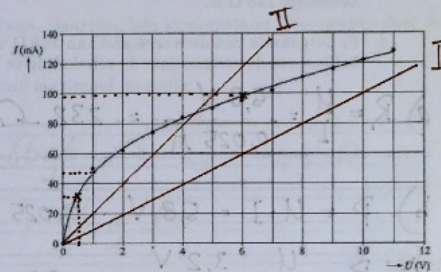
Naam: Bastiaan's Uitwerkingen

Klas: Z

1. Bekijk onderstaande uitspraken. Omcirkel de goede antwoorden..

- Stroom bestaat uit elektronen die door een draad worden doorgegeven (~~waar/niet waar~~).
- Welke van deze zijn geen geleider: koper/~~rubber/hout~~/ijzer/zout water/aluminium/plastic?
- Een positief geladen voorwerp heeft een overschot aan elektronen (~~waar/niet waar~~).
- Bij gelijke spanning zal er een grotere stroom lopen door een dikke draad dan door een dunne draad (~~waar/niet waar~~).
- In huis zijn alle apparaten ~~in serie~~/parallel geschakeld.
- Vonken zoals bijvoorbeeld bliksem zijn een voorbeeld van stroom (~~waar/niet waar~~).
- Het vermogen van een apparaat is de totale hoeveelheid energie die het apparaat na een tijd omgezet heeft (~~waar/niet waar~~).

2. Je hebt een lampje doorgemeten tijdens een practicum en een U/I-diagram opgesteld (zie grafiek en foto).



- Reken uit wat de weerstand van het lampje bij een spanning van 0,5 V én bij een spanning van 6,0 V is.
- Leg uit waarom de weerstand niet hetzelfde is voor beide spanningen.

Er bestaan componenten (zoals weerstanden) die wel een vaste weerstand hebben bij verschillende spanningen. Zulke weerstanden heten "ohms" te zijn.

- Teken in de figuur hoe het U/I-diagram van een ohmse weerstand er uit zou kunnen zien.
- Teken in de figuur nog een U/I-grafiek van een ohmse weerstand met een kleinere weerstandswaarde.

$$a) R = \frac{U}{I} = \frac{0,5 \text{ V}}{0,031 \text{ A}} = 16,1 \, \Omega$$

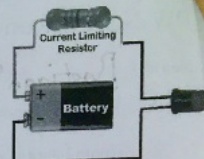
• gebruik $R = \frac{U}{I}$

• aflezen

$$b) R = \frac{U}{I} = \frac{6,0 \text{ V}}{0,097 \text{ A}} = 61,9 \, \Omega$$

• completeren

3. Bekijk de schakeling rechts. Een led-lampje is in serie met een weerstand aangesloten op een batterij met een spanning van 9,0 V. Als de led rechtstreeks op de batterij aangesloten zou zijn zou er te veel stroom door de led lopen en zou deze doorbranden. Dankzij de weerstand brandt de led op de juiste spanning en loopt er een geschikte hoeveelheid stroom doorheen. Door de schakeling loopt een stroom van 25 mA. De weerstand neemt 5,8 V van de batterijspanning op zich.



- a. Reken uit hoe groot de weerstandswaarde, R , van de weerstand is.

Dankzij de weerstand brandt de led op de juiste spanning, maar in de weerstand wordt wel elektrische energie nutteloos in warmte omgezet. Bovendien is de weerstand slechts bestand tegen een warmteontwikkeling van maximaal 0,25 W. Bij meer vermogen brandt de weerstand door.

- b. Reken het vermogen van deze omzetting uit en bereken of de weerstand heel blijft of niet.
c. Laat met een berekening zien dat de weerstand van de led onder deze omstandigheden kennelijk 128 Ω is.
d. (!) Uitgaande van de weerstand van 128 Ω van de led, welke waarde zou de weerstand moeten hebben om de stroom door de schakeling te beperken tot 19 mA?

② a) $R = \frac{U}{I} = \frac{5,8 \text{ V}}{0,025 \text{ A}} = 232 \Omega$

② b) $P = U \cdot I = 5,8 \text{ V} \cdot 0,025 \text{ A} = 0,145 \text{ W}$ dus OK

② c) $R = \frac{U}{I} = \frac{3,2 \text{ V}}{0,025 \text{ A}} = 128 \Omega$

③ d) Totale weerstand moet worden:

$R = \frac{9,0 \text{ V}}{0,019 \text{ A}} = 473,68 \Omega$

- Gebruik $R = \frac{U}{I}$
- gebruik gedeeltesr.
- completeren

Het is een serieschakeling, dus:

4. Bekijk het schakelschema van een gemengde schakeling hiernaast. De weerstanden van alle componenten zijn bekend: $R_1 = 42 \Omega$; $R_2 = 28 \Omega$; $R_{L1} = R_{L2} = 16 \Omega$.

- a. Reken uit wat de totale weerstand van de componenten bij elkaar is.

Je meet de spanning over weerstand 1. Deze blijkt $U_{R1} = 8,8 \text{ V}$ te zijn.

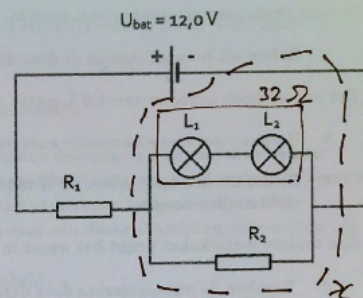
- b. Reken na dat er dan een stroom van $0,21 \text{ A}$ door weerstand 1 zal lopen.

De stroom door lampje 1 is $0,11 \text{ A}$.

- c. Reken uit wat de stroom door weerstand 2 dan kennelijk is.

Stel, je wilt dat er een hoofdstroom van $0,3 \text{ A}$ loopt. Daarvoor kun je weerstand 1 vervangen door een weerstand met een kleinere waarde.

- d. (!) Reken uit hoe groot deze nieuwe weerstand maximaal mag zijn.



a) $\frac{1}{R_x} = \frac{1}{32} + \frac{1}{28} = 0,06696 \rightarrow R_x = 14,9 \Omega$

③ Dus $R_{tot} = 14,9 + 42 = 56,9 \Omega$

② b) $I = \frac{U}{R} = \frac{8,8 \text{ V}}{42,52} = 0,21 \text{ A}$

① c) $0,21 \text{ A} - 0,11 \text{ A} = 0,10 \text{ A}$

③ d) Nieuwe $R_{tot} = \frac{U}{I} = \frac{12,0 \text{ V}}{0,3 \text{ A}} = 40 \Omega$

5. Je hebt thuis een waterkoker van 1800 W. De netspanning van het stopcontact is 230 V.

a. Reken uit hoeveel stroom er door de waterkoker loopt als deze water aan het opwarmen is.

Het aan de kook brengen van 1,0 L water duurt met deze waterkoker precies 6,0 minuten.

b. Bereken hoeveel elektrische energie de waterkoker in die tijd opneemt.

c. Reken uit hoe lang je een 15 W led-lamp kunt laten branden op dezelfde hoeveelheid elektrische energie.

Een andere waterkoker krijgt het water in 5,0 minuten aan de kook.

d. Bereken de stroomsterkte door deze waterkoker.

$$\textcircled{2} \text{ a) } I = \frac{P}{U} = \frac{1800 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 7,8 \text{ A}$$

$$\textcircled{3} \text{ b) } E = P \cdot t = 1800 \text{ W} \cdot (6,0 \cdot 60) = 648000 \text{ J} \\ = 0,18 \text{ kWh}$$

$$\textcircled{2} \text{ c) } t = \frac{E}{P} = \frac{648000 \text{ J}}{15 \text{ W}} = 43200 \text{ s} = 720 \text{ min} = 12 \text{ u}$$

$\textcircled{3} \text{ d) Het vermogen van deze waterkoker is:}$

$$\frac{6,0}{5,0} \times 1800 \text{ W} = 2160 \text{ W}$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{2160 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 9,4 \text{ A}$$

PW Natuurkunde Hfd 3: Elektriciteit December 2019 Versie B

Naam: Bastiaan's Uitwerkingen

Klas: 4

1. Bekijk onderstaande uitspraken. Omcirkel de goede antwoorden..

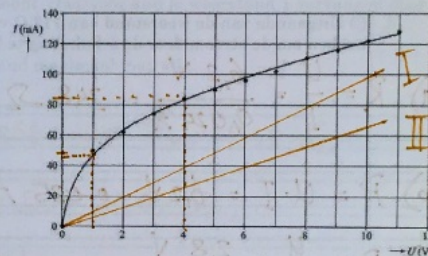
- Stroom bestaat uit protonen die door een draad worden doorgegeven (waar/niet waar).
- Welke van deze zijn geen geleider: koper/rubber/hout/ijzer/zout water/aluminium/plastic?
- Een positief geladen voorwerp heeft een overschot aan elektronen (waar/niet waar).
- Bij gelijke spanning zal er een grotere stroom lopen door een dikke draad dan door een dunne draad (waar/niet waar).
- In huis zijn alle apparaten in-serie/parallel geschakeld.
- Vonken zoals bijvoorbeeld bliksem zijn een voorbeeld van stroom (waar/niet waar).
- Het vermogen van een apparaat is de hoeveelheid energie die het apparaat per seconde omzet (waar/niet waar).

2. Je hebt een lampje doorgemeten tijdens een practicum en een U/I-diagram opgesteld (zie grafiek en foto).

- Reken uit wat de weerstand van het lampje bij een spanning van 1,0 V én bij een spanning van 4,0 V is.
- Leg uit waarom de weerstand niet hetzelfde is voor beide spanningen.

Er bestaan componenten (zoals weerstanden) die wel een vaste weerstand hebben bij verschillende spanningen. Zulke weerstanden heten "ohms" te zijn.

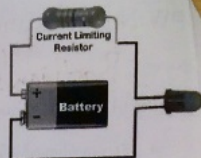
- Teken in de figuur hoe het U/I-diagram van een ohmse weerstand er uit zou kunnen zien.
- Teken in de figuur nog een U/I-grafiek van een ohmse weerstand met een grotere weerstandswaarde.



$$a) R = \frac{U}{I} = \frac{1,0 \text{ V}}{0,048 \text{ A}} = 20,8 \, \Omega$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{4,0 \text{ V}}{0,084 \text{ A}} = 47,6 \, \Omega$$

3. Bekijk de schakeling rechts. Een led-lampje is in serie met een weerstand aangesloten op een batterij met een spanning van 9,0 V. Als de led rechtstreeks op de batterij aangesloten zou zijn zou er te veel stroom door de led lopen en zou deze doorbranden. Dankzij de weerstand brandt de led op de juiste spanning en loopt er een geschikte hoeveelheid stroom doorheen. Door de schakeling loopt een stroom van 25 mA. De weerstand neemt 6,2 V van de batterijspanning op zich.



- a. Reken uit hoe groot de weerstandswaarde, R , van de weerstand is.

Dankzij de weerstand brandt de led op de juiste spanning, maar in de weerstand wordt wel elektrische energie nutteloos in warmte omgezet. Bovendien is de weerstand slechts bestand tegen een warmteontwikkeling van maximaal 0,25 W. Bij meer vermogen brandt de weerstand door.

- b. Reken het vermogen van deze omzetting uit en beredeneer of de weerstand heel blijft of niet.
- c. Laat met een berekening zien dat de weerstand van de led onder deze omstandigheden kennelijk 112 Ω is.
- d. (!) Uitgaande van de weerstand van 112 Ω van de led, welke waarde zou de weerstand moeten hebben om de stroom door de schakeling te beperken tot 19 mA?

2 a) $R = \frac{U}{I} = \frac{6,2 \text{ V}}{0,025 \text{ A}} = 248 \Omega$

2 b) $P = U \cdot I = 6,2 \text{ V} \cdot 0,025 \text{ A} = 0,155 \text{ W}$ dus OK

2 c) $R = \frac{U}{I} = \frac{2,8 \text{ V}}{0,025 \text{ A}} = 112 \Omega$

d) Totale weerstand moet worden:

3 $R = \frac{9,0 \text{ V}}{0,019 \text{ A}} = 473,68 \Omega$

Het is een serieschakeling, dus:

4. Bekijk het schakelschema van een gemengde schakeling hiernaast. De weerstanden van alle componenten zijn bekend: $R_1 = 20 \Omega$; $R_2 = 18 \Omega$; $R_{L1} = R_{L2} = 16 \Omega$.

- a. Reken uit wat de totale weerstand van de componenten bij elkaar is.

Je meet de spanning over weerstand 1. Deze blijkt $U_{R1} = 7,6 \text{ V}$ te zijn.

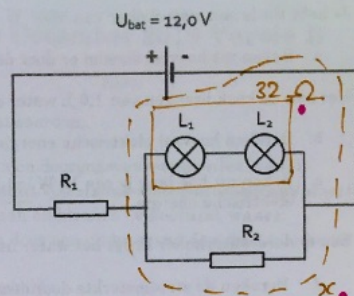
- b. Reken na dat er dan een stroom van $0,38 \text{ A}$ door weerstand 1 zal lopen.

De stroom door lampje 1 is $0,13 \text{ A}$.

- c. Reken uit wat de stroom door weerstand 2 dan kennelijk is.

Stel, je wilt dat er een hoofdstroom van $0,5 \text{ A}$ loopt. Daarvoor kun je weerstand 1 vervangen door een weerstand met een kleinere waarde.

- d. (!) Reken uit hoe groot deze nieuwe weerstand maximaal mag zijn.



a) $\frac{1}{R_x} = \frac{1}{32} + \frac{1}{18} = 0,0868 \rightarrow R_x = 11,52 \Omega$

3) Dus $R_{tot} = 20 \Omega + 11,52 \Omega = 31,52 \Omega$

2) b) $I = \frac{U}{R} = \frac{7,6 \text{ V}}{20 \Omega} = 0,38 \text{ A}$

1) c) $0,38 - 0,13 = 0,25 \text{ A}$

3) d) Nieuwe $R_{tot} = \frac{U}{I} = \frac{12,0 \text{ V}}{0,5 \text{ A}} = 24 \Omega$

Dus de nieuwe R_1 is: $24 - 11,52 = 12,48 \Omega$

5. Je hebt thuis een waterkoker van 1600 W. De netspanning van het stopcontact is 230 V.

a. Reken uit hoeveel stroom er door de waterkoker loopt als deze water aan het opwarmen is.

Het aan de kook brengen van 1,0 L water duurt met deze waterkoker precies 8,0 minuten.

b. Bereken hoeveel elektrische energie de waterkoker in die tijd opneemt.

c. Reken uit hoe lang je een 15 W led-lamp kunt laten branden op dezelfde hoeveelheid elektrische energie.

Een andere waterkoker krijgt het water in 5,0 minuten aan de kook.

d. Bereken de stroomsterkte door deze waterkoker.

$$\textcircled{2} \text{ a) } I = \frac{P}{U} = \frac{1600 \text{ W}}{230 \text{ V}} = \cancel{6,9565} \text{ } 6,96 \text{ A}$$

$$\textcircled{3} \text{ b) } E = P \cdot t = 1600 \text{ W} \cdot (8,0 \cdot 60) = 768000 \text{ J}$$

$$\textcircled{2} \text{ c) } t = \frac{E}{P} = \frac{768000 \text{ J}}{15 \text{ W}} = 51200 \text{ s} = 853 \text{ min} = 14,2 \text{ h}$$

$\textcircled{3} \text{ d) Het vermogen v. d. tweede waterkoker:}$

$$\frac{8,0}{5,0} \times 1600 \text{ W} = 2560 \text{ W}$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{2560 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 11,1 \text{ A}$$

