

(Y) VOORWOORD

Dit is de samenvatting fysica ter voorbereiding (= naamwoordstijl) van het tweede examen fysica. Deze samenvatting is optimaal bruikbaar voor wetenschapsrichtingen, echter kunnen wiskunderichtingen hem ook gebruiken als ze alles schrappen wat ze niet hebben gezien.

(Z) OPMERKING

De inhoudstafel vind je op de volgende pagina.

Deze module hebben we alles over **elektriciteit** bestudeert, zowel **statische elektriciteit** (= stilstaande elektriciteit) als **dynamische elektriciteit** (= elektriciteit in beweging).

Inhoudsopgave

1) Elektrische lading en elektrische krachten.....	4
1.1) Het begrip lading (Q)	4
1.2) Coulombkracht.....	4
1.2.1) Intermezzo: het SI-eenhedenstelsel en wet. notatie	4
1.3) Oorsprong van de elektrische lading.....	4
1.3.1) Oorsprong verklaard vanuit het atoommodel	4
1.3.2) Elektrische eigenschappen van materialen.....	5
1.4) Elektrische inductie	5
1.4.1) Elektrische inductie bij isolatoren (niet-metalen).....	5
1.4.2) Elektrische inductie bij geleiders (metalen)	5
1.4.3) Aarding	6
1.4.4) De elektroscop	6
1.5) Statische elektriciteit: gevaar en veiligheid	6
2) Spanning, stroomsterkte, weerstand.....	7
2.1) Spanning.....	7
2.1.1) Spanning meten	7
2.1.2) Spanningsbronnen	7
2.2) Stroomsterkte	7
2.2.1) De conventionele stroomzin	8
2.2.2) Stroomsterkte meten	8
2.3) Weerstand.....	8
2.3.1) wet van Ohm	8
2.3.2) Wet van Pouillet.....	9
2.3.3) De invloed van temperatuur op de weerstand	9
2.4) Herhaling van de vorige drie delen	9
3) Elektrisch E en vermogen	10
3.1) Het Joule-effect: warmte-ontwikkeling in een weerstand	10
3.2) Elektrisch vermogen.....	10
3.2.1) Prei-urpui-formules voor elektrisch vermogen.....	10
3.2.2) Elektrisch vermogen van een toestel.....	10
4) Schakeling van weerstanden.....	12
4.1) Soorten schakelingen	12
4.2.1) Serie-, parallel- en gemengde schakeling.....	12

4.2.2) Voorbeeldoefening op de gemengde schakeling.....	13
4.2.3) Voorbeeldoefening: stroom- en spanningsverdeling bepalen in een weerstand.....	14
5) Elektrisch veld en veldsterkte	15
5.1) De Coulombkracht	15
5.1.1) Het begrip puntlading	15
5.1.2) De Coulombkracht.....	15
5.2) Elektrisch veld	16
5.2.1) Soorten elektrische velden.....	16
5.2.2) Het begrip elektrisch veldsterkte	17
5.2.3) Voorbeeldoefening: veldsterkte uitrekenen.....	17
6) Einde samenvatting.....	18

1) Elektrische lading en elektrische krachten

*Elektriciteit is overal. Deze les bestuderen we de oorsprong van elektriciteit, het begrip lading en welke elektrische krachten (= Coulombkrachten) er bestaan.

1.1) Het begrip lading (Q)

*Er bestaan twee soorten elektrische lading: **positief en negatief**

*De grootte lading stellen we voor met de letter Q (niet-te-verwarren met warmte)

→ Ladingen kunnen **noch verdwijnen noch aangemaakt worden** (wet van behoud van energie!)

*Ladingen oefenen op elkaar een kracht uit: **de elektrische kracht** of **Coulombkracht**

*Elektrische verschijnselen ontstaan door **scheiding van ladingen** (bv. in de zenuwcel)

1.2) Coulombkracht

***Gelijke** ladingen **stoten** elkaar **af** ($+\leftrightarrow+$, $-\leftrightarrow-$)

***Tegengestelde** ladingen **trekken** elkaar **aan** ($+-$, $-+$)

*Lading drukken we uit in Q en de eenheid hiervan is C (Coulomb)

→ 1C is een grote hoeveelheid, daarom gebruiken we meestal nC, mC ...

1.2.1) Intermezzo: het SI-eenhedenstelsel en wet. notatie

*Omdat je met de eenheid C (Coulomb) met kleine hoeveelheden zal moeten werken herhaal ik hier het SI-eenhedenstelsel, de regels voor afronden op BC en de wetenschappelijke notatie.

1.2.1.1) Het SI-eenhedenstelsel

Tx -- / -- / -- Gx -- / -- / Mx -- / -- / kx -- hx -- dax -- x -- dx -- cx -- mx -- / -- / μx -- / -- / nx -- / -- / px
 10^{12} 10^9 10^6 10^3 10^2 10^1 10^0 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-6} 10^{-9} 10^{-12}

→ Moeilijke benamingen: T = terra, G = giga, μ = micro, n = nano, p = pico

→ Je kan op dit stelsel aflezen bv.: $1 Tx = 10^{12}x \Leftrightarrow 1x = 10^{-12} Tx$ /// $1C = 10^6 \mu C$ /// ...

1.2.1.1.1) Afronden op beduidende cijfers + wetenschappelijke notatie

*+/-: afronden op het meest onnauwkeurige getal → $10 m + 23,38m \approx 33m$ (10 is meest onnauwkw.)

*:/: : afronden op het getal met de minste BC → $101 C \cdot 0,03 C = 3,03 C = 3 C$

→ Waarom? 0,03 heeft het minste BC, namelijk 1 BC (nullen ervoor tellen niet als BC, erachter wel!)

*Wetenschappelijke notatie: het aantal nullen dat je hebt weggelaten, schrijf je als een macht van 10

→ $101 C \cdot 0,03 C = 3,03 C = 3 C = 3 \cdot 10^0 BC$

Zes nullen

→ $1017384045 C : 12 C = 84782003,75 C = 85000000,00 C = 85 \cdot 10^6 C = 85 MC$ (1 MC = $10^6 C$)

1.3) Oorsprong van de elektrische lading

1.3.1) Oorsprong verklaard vanuit het atoommodel

*Een stof bestaat uit atomen, atomen bestaan uit protonen (p^+), neutronen (n^0) en elektronen (e^-).

Deuterium



De positieve kern trekt de negatieve elektronen aan, daarom zijn elektronen aan de kern gebonden. Elektronen op de buitenste schil noemen we **valentie-elektronen**, indien deze elektronen vrijkomen spreken we van **vrije elektronen**, dan ontstaat ook een **positief ion**.

*Ladingen van de subatomaire deeltjes:

SUBATOMAIR DEELTJE	Q(C)
Proton	$+ 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Elektron	$- 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Neutron	0

1.3.2) Elektrische eigenschappen van materialen

***Geleiders:** metalen --> metaalrooster met véél **vrije elektronen**.

→ **Vrije elektronen bewegen** --> vrije elektronen geleiden **elektriciteit**.

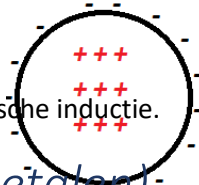
→ Op een **metalen bol** zit de lading **aan de buitenkant**.

***Isolatoren:** niet-metalen --> **geén vrije elektronen** (gebonden elektronen)

→ Wollen doek wrijf pvc-staaf: e^- afgegeven aan staaf --> negatieve lading staaf \leftrightarrow positief doek

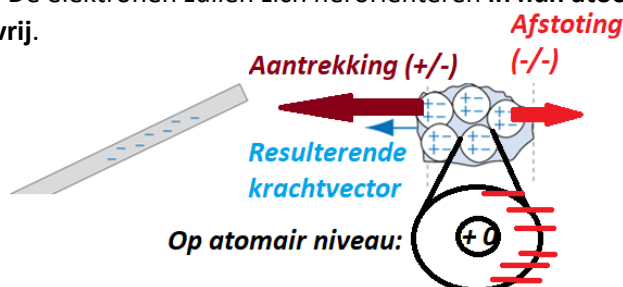
1.4) Elektrische inductie

*Soms wordt een neutraal voorwerp aangetrokken, dit wordt verklaard door elektrische inductie.



1.4.1) Elektrische inductie bij isolatoren (niet-metalen)

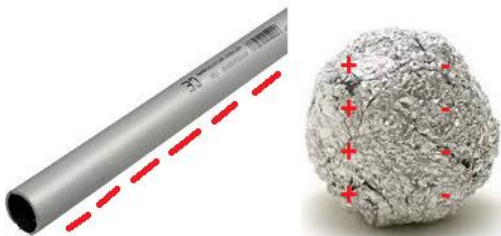
*De elektronen zullen zich heroriënteren in hun atoomrooster, de elektronen zijn **nog steeds niet vrij**.



De staaf is positief dus gaan de **elektronen** zich van de staaf **weg bewegen** in hun atoomrooster. Hierdoor is er toch aantrekking van het papier op de staafje!
Let op: protonen (positief geladen deeltjes) bewegen nooit.

1.4.2) Elektrische inductie bij geleiders (metalen)

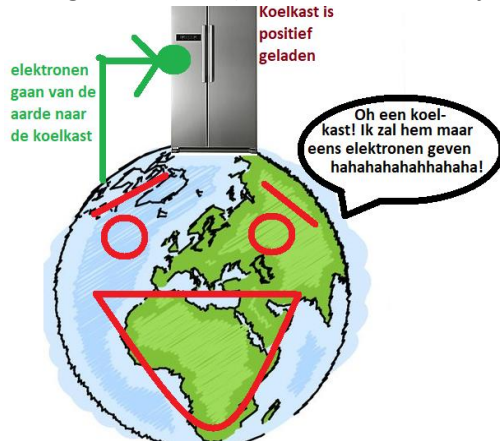
*De **vrije elektronen** zullen zich **heroriënteren**. De elektronen zijn nog steeds vrij.



Het grootste verschil met 1.4.1 is dat de elektronen nu vrij zijn, zij zullen zich weg bewegen van de negatieve staaf waardoor er een netto positieve kracht komt en zal het zilverpapier toch aangetrokken worden.

1.4.3) Aarding

*De aarde is een grote geleider, daarom verbinden we geladen voorwerpen met de aarde (voor de veiligheid meestal). Foto ter verduidelijking hieronder.



De positief geladen koelkast is verbonden met de aarde via de aarding (groene pijl), de aarde zal elektronen geven aan de koelkast opdat de koelkast terug neutraal wordt.

Als mijn wasmachine stuk is en er veel te veel elektriciteit inkomt, zal de aarde (via de aarding) elektronen beginnen opnemen opdat mijn wasmachine niet stuk gaat en mijn vuile onderbroeken nog steeds proper kunnen worden.

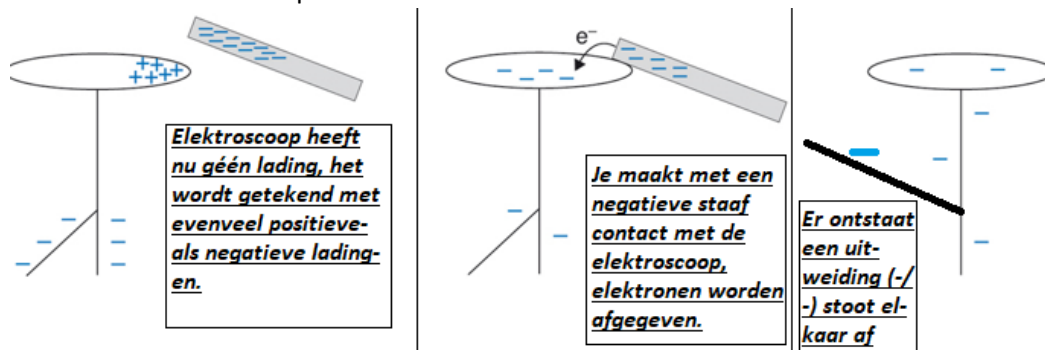
*Door aarding kunnen we ladingen aanbrengen op een geleider:

- Je brengt een neutrale geleider in de buurt van een positief geladen voorwerp.
 - Wat gebeurt er? **Vrije elektronen zullen zich oriënteren richting het voorwerp (inductie).**
- Nu brengen we er een aarding op.
 - Wat gebeurt er? **Er komen elektronen bij (aarding), de geleider is nu negatief geladen.**

1.4.4) De elektroscoop

*Met de electroscoop kunnen we de aanwezigheid van ladingen aantonen.

- Je moet een electroscoop kunnen tekenen in verschillende situaties.



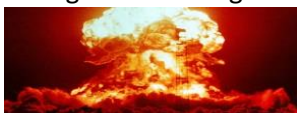
- Omdat die uitweiding blijft hebben we aangetoond dat de lading er is.

1.5) Statische elektriciteit: gevaar en veiligheid

*Lading (vrije elektronen) kan zich verplaatsen (let op: +'jes kunnen zich NOOIT verplaatsen), lading kan zich hierdoor opstapelen. Het opstapelen van ladingen is vooral gevaarlijk bij niet-geleiders.

- Herinnering: dankzij wrijving kan lading zich verplaatsen (wollen doek!)
- Gevaren: plotselinge ontlading, spontaan ontbranden of stofexplosie

⇔ Veiligheidsmaatregelen: *geleidend schoeisel/geleidend vloer voorzien (ladingen geleiden)



*Geaarde armbanden voor mensen die microchips manipuleren

*Aarding aanbrengen op metalen vaten, filter, pompen ...

*Luchtvochtigheid hoog houden ⇔ ontlading in watermoleculen in lucht

*Deze veiligheidsvoorschriften op werk moeten nageleefd worden om de veiligheid te garanderen.

2) Spanning, stroomsterkte, weerstand

*Elektrodynamica = studie van elektriciteit in beweging (we bestuderen nu hoe lading zich verplaatst)

2.1) Spanning

GROOTHEID	SYMBOOL	EENHEID	SYMBOOL	UITLEG
Spanning	U	Volt	V = J/C	Hvl elektrische energie E aan een lading Q wordt meegegeven

*Formule: $U = \frac{E \rightarrow J}{Q \rightarrow C}$ --> **Spanning wordt uitgedrukt in: J/C of Volt (V)**

2.1.1) Spanning meten

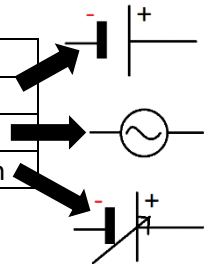
*We meten spanning met een **voltemeter**, deze wordt parallel geschakeld (met vertakking dus!)

2.1.2) Spanningsbronnen

*Een spanningsbron onderhoudt een beginspanning (U) tussen twee aansluitingspunten (= polen).

2.1.2.1) Soorten spanningsbronnen

SOORT BRON	ENGELSE BENAMING	UITLEG
Gelijkspanning	DC = direct current	Spanning is constant over tijd
Wisselspanning	AC = alternating current	Spanning verloopt sinusoïdaal
Variabele spanning		Je kan de spanning veranderen



2.1.2.2) Toepassingen op spanningsbronnen

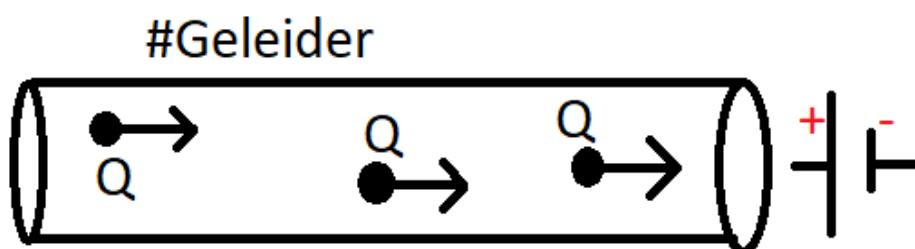
*Zonnepanelen = gelijkspanning ⇔ meeste bronnen = wisselspanning → Belgisch spoorwegennet

***Wisselspanning is gevaarlijker dan gelijkspanning**, dit komt door de interferentie tussen de frequentie van de netspanning (50 Hz) en onze hartpulsen (60-100 Hz).

2.2) Stroomsterkte

GROOTHEID	SYMBOOL	EENHEID	SYMBOOL	UITLEG
Stroomsterkte	I	Ampère	A = C/s	De hvlheid lading (C) die in een bepaalde tijd (s) door een doorsnede van een geleider komt.

→ Formule: $I = \frac{Q \rightarrow C}{\Delta t \rightarrow s}$ --> **Stroomsterkte wordt uitgedrukt in C/s of A**

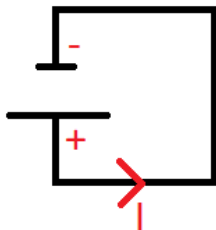


Uitleg bij foto:

Ladingen bewegen naar de +-kant van de spanningsbron, en dit gebeurt in een bepaalde tijd.

2.2.1) De conventionele stroomzin

*We weten dat **elektronen (die de lading dragen) van – naar + bewegen**, echter is de **conventionele stroomzin van + naar –**, dit is niet logisch maar moet je gewoon **aannemen**. We noteren de stroomzin van + naar –!



UITLEG: **Waarom is de conventionele stroomzin van + naar –?**

→ Elektriciteit was ontdekt voordat het atoom was ontdekt, en dus voordat elektronen (= negatieve ladingen) waren ontdekt. Toen dachten ze dat positieve deeltjes konden bewegen. Ze hebben toen dus elektriciteit van + naar – getekend en dit behouden wij als algemene afspraak.

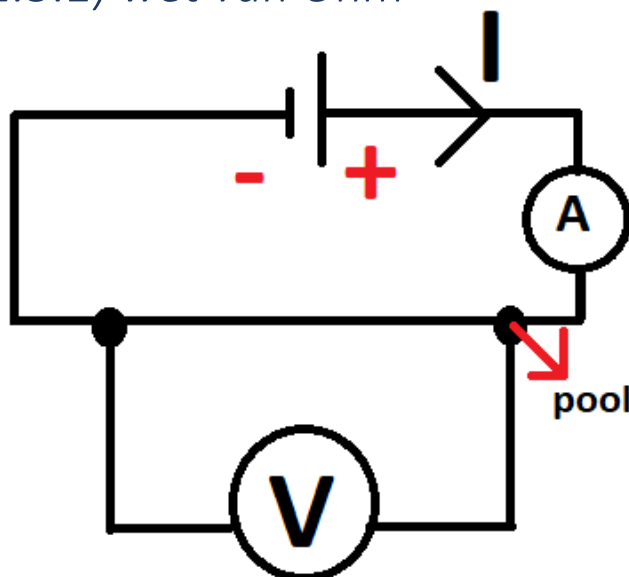
2.2.2) Stroomsterkte meten

*Stroomsterkte meten we met de **Ampèremeter**, deze wordt **seriegeschakeld** tussen twee punten.

2.3) Weerstand

GROOTHEID	SYMBOOL	EENHEID	SYMBOOL	UITLEG
Weerstand	R	Ohm	$\Omega = V/A$	De verhouding van de spanning U en de stroomsterkte I.

2.3.1) wet van Ohm



UITLEG:

We meten de stroomsterkte tussen twee punten met de A-meter, daarna gaat de stroom door de polen van de voltmeter en meten we de spanning. De verhouding tussen de spanning (U) en de stroomsterkte (I) is de weerstand (R).

→ Wiskundig: $R = \frac{U \rightarrow V}{I \rightarrow A} = \text{constant}$

→ Uitgedrukt in **V/A of Ω**

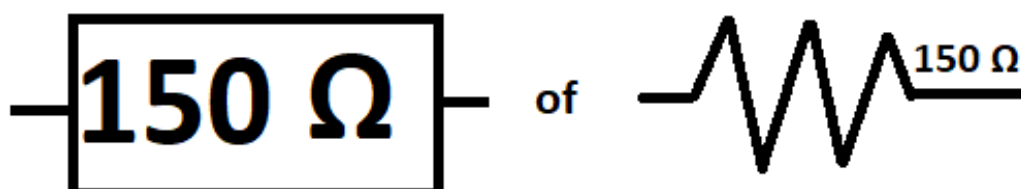
Let op: voltmeter is parallel geschakeld en de Ampèremeter serie geschakeld!

* $R = \frac{U}{I} \Leftrightarrow U = R \cdot I$ (ne) → Als we de formule omvormen bekommen we de wet van Ohm.

→ Je kan de wet van Ohm onthouden door het ezelsbruggetje: **URIne**

→ De wet van Ohm geldt enkel als de temperatuur constant blijft, het mag dus niet verhogen.

*Elk elektrisch toestel biedt weerstand, we stellen een weerstand zo schematisch voor:



2.3.2) Wet van Pouillet

*De lengte van de geleider (metalen draad), oppervlakte van de doorsnede en het soort materiaal van de draad bepaalt ook de weerstand. Pouillet heeft dit allemaal gegoten in een formule.

→ $R = \rho \cdot \frac{l}{A}$ → We leiden af: als de lengte (l) verdubbelt, dan verdubbelt de weerstand

Doorsnede = cirkel!

$$A = \pi \cdot r^2$$

als de doorsnede (A) verdubbelt, dan halveert de weerstand

ρ = specifieke weerstand = anders voor elke stof = altijd gegeven!

2.3.3) De invloed van temperatuur op de weerstand

*Als de temperatuur stijgt, dan neemt de weerstand R toe → het volgt de wet van Ohm niet meer!

→ Voorbeeld: gloeilampen --> warmen op --> volgen de wet van Ohm niet!

*Als de temperatuur superlaag wordt (dichtbij 0K), dan is er bijna géén weerstand.

→ Dit noemen we de supergeleidende toestand

2.4) Herhaling van de vorige drie delen

GROOTHEID	EENHEID	FORMULE(S)	UITLEG
Lading (Q)	Coulomb (C)	(VOORLOPIG GEEN)	Elektrische lading drukken we uit in Coulomb, dit kan positief of negatief zijn.
Spanning (U)	Volt (1V = 1J/C)	$U = E/Q$ $U = R \cdot I$ (Ohm!)	Spanning is de hoeveelheid elektrische energie E (uitgedrukt in J) aan een lading Q (uitgedrukt in C) wordt meegegeven.
Stroomsterkte (I)	Ampère (1A = 1C/s)	$I = Q/\Delta t$	Dit is de hoeveelheid lading die door een bepaalde geleider (metalen draad loopt) in een bepaalde tijd.
Weerstand (R)	Ohm (1Ω = 1V/A)	$R = U/I$ $R = \rho \cdot \frac{l}{A}$	Dit drukt de hoeveelheid hinder die elektronen ondervinden met het vervoeren van elektrische stroom.

3) Elektrisch E en vermogen

3.1) Het Joule-effect: warmte-ontwikkeling in een weerstand

*In huishoudtoestellen wordt elektrische energie dikwijls omgezet naar andere vormen van energie, meestal is dit warmte.

*Elektrische energie wordt vaak omgezet naar warmte (denk maar aan de verwarming). In een geleider met weerstand R en in een tijdsinterval Δt wordt een hoeveelheid warmte geproduceerd:

$$Q_w = R \cdot I^2 \cdot \Delta t \rightarrow \text{Dit noemen we het Joule-effect}$$

$\rightarrow R$ is uitgedrukt in ohm, I uitgedrukt in Ampère en t in seconden.

*VOORBEELDOEFENING:

OPGAVE: Mijn chauffage heeft een weerstand van 50Ω en een stroomsterkte van 10 A . Hoeveel warmte heeft hij geproduceerd na 5 minuten?

GEGEVEN: $R = 50 \Omega$, $I = 10 \text{ A}$, $\Delta t = 5 \text{ min}$

GEVRAAGD: Q

OPLOSSING: $\Delta t = 5 \text{ min} = 300 \text{ s}$ (! 1 minuut = 60 seconden !)

$$Q_w = R \cdot I^2 \cdot \Delta t = (50 \cdot 10^2 \cdot 300) \text{ J} = 1\,500\,000 \text{ J} = 15 \cdot 10^6 \text{ J}$$

\rightarrow LET OP: warmte wordt uitgedrukt in Joule, het is namelijk een vorm van energie!

\rightarrow LET OP: Niet vergeten juist af te ronden op beduidende cijfers (B.C.)!

\rightarrow verm. en deling: afronden op het minste aantal B.C. = 2 in dit geval!

3.2) Elektrisch vermogen

3.2.1) Prei-urpui-formules voor elektrisch vermogen

*Herhaling: vermogen is de hoeveelheid energie die over een bepaald tijdsinterval wordt omgezet.

\rightarrow 1^{ste} formule: $P = \frac{\Delta E \rightarrow J}{\Delta t \rightarrow s} \rightarrow P$ wordt uitgedrukt in W, dit is J/s.

\rightarrow In mijn chauffage (3A) wordt $1,5 \text{ MJ}$ E omgezet in 300 seconden, het vermogen is dus...

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{1,5 \cdot 10^6 \text{ J}}{300 \text{ s}} = 500 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 500 \text{ W}$$

*De 1^{ste} formule kunnen we herschrijven, de wiskundige afleiding heb ik weggelaten (niet kennen).

2^{de} formule: $P = R \cdot I^2$

3^{de} formule: $P = \frac{U^2}{R}$

4^{de} formule: $P = U \cdot I$

Hoe kan ik deze formules onthouden? Abdellahs ezelbruggetje!

De **P**Rel² zei **U**²R**P**UI.

Rood = formule 2, groen = formule 2, zwart = formule 3

3.2.2) Elektrisch vermogen van een toestel

*Vermogen drukt dus eigenlijk uit hoeveel energie er wordt gebruikt over een bepaalde tijd. Op de elektriciteitsmeter (die iedereen zou moeten hebben) wordt de hoeveelheid gebruikte elektriciteit bijgehouden in de eenheid kWh (kilowatt per uur).

\rightarrow 1 kWh is de hoeveelheid energie die omgezet werd in 1 uur door een toest. met vermogen 1kW.

*Je moet op het examen kunnen omrekenen van J naar kWh en vice versa.

\rightarrow $1 \text{ kWh} = 1 \text{ k-W} \cdot \text{h} = 10^3 \text{ W} \cdot \text{h} = 10^3 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 10^3 \text{ J/s} \cdot 3600 \text{ s} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J} = 3,6 \text{ MJ}$

\rightarrow 1kWh is dus 3,6 miljoen joule!

→ Mijn chauffage (zie 3A) had $15 \cdot 10^6$ J energie gebruikt, hoeveel kWh heeft hij gebruikt?

→ $1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$ (we gaan de regel van drie gebruiken)

$$\begin{array}{l} : 3,6 \cdot 10^6 \text{ J} \\ \cdot 15 \cdot 10^6 \text{ J} \end{array}$$

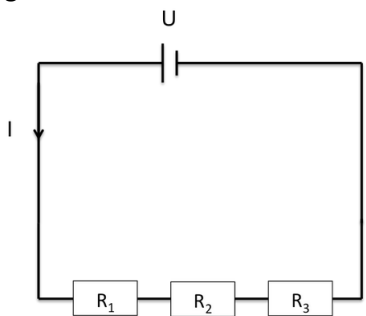
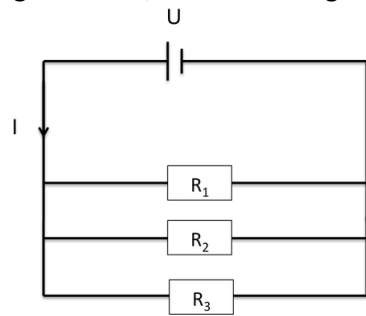
$$\Leftrightarrow \text{--- kWh} = 15 \cdot 10^6 \text{ J} \Leftrightarrow \mathbf{4,17 \text{ kWh}} = 15 \cdot 10^6 \text{ J}$$

4) Schakeling van weerstanden

*Weerstanden komen bijna nooit alleen voor maar zijn geschakeld, de elektrische leidingen thuis zijn opgesplitst in verschillende kringen vertrekkende vanuit de **zekeringskast**.

4.1) Soorten schakelingen

4.2.1) Serie-, parallel- en gemengde schakeling

SOORTEN SCHAKELINGEN		
SCHAKELING	SERIESCHAKELING	PARALLELSCHAKELING
HOE GESCHAKELD?	<p>*Weerstanden langs elkaar geschakeld</p> 	<p>*Weerstanden parallel van elkaar geschakeld, met vertakkingen.</p> 
STROOM (I) IN DEZE WEERSTAND?	*Stroom(sterkte) (I) in elk punt hetzelfde: $I_1 = I_2 = \dots = I$	*Stroom (I) wordt verdeeld over de weerstanden: $I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$
SPANNING (U) IN DEZE WEERSTAND?	*De spanning (U) wordt verdeeld over de weerstanden: $U_b = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$	*De spanning over elke vertakking is hetzelfde: $U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_b$
SUBSTITUTIEWEERSTAND?	<p>*De substitutieweerstand is de som van alle weerstanden: $R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$ → Altijd groter dan grootste weerstand.</p>	<p>*De substitutieweerstand wordt berekend met volgende formule: $\frac{1}{R_s} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$ → Altijd kleiner dan de kleinste weerstand.</p>
OPMERKINGEN	<p>*De substitutieweerstand vervangt elke weerstand in de stroomkring, je telt ze allemaal op. Dus stel $R_1 = 10\Omega$, $R_2 = 15\Omega$ en $R_3 = 30\Omega$ → Dan geldt voor...</p> <p>De serieschakeling: $R_s = R_1 + R_2 + R_3 = (10+15+30)\Omega = 55\Omega$</p> <p>De parallelschakeling: $\frac{1}{R_s} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ $= (\frac{1}{10} + \frac{1}{15} + \frac{1}{30})\Omega$ $= (\frac{3}{30} + \frac{2}{30} + \frac{1}{30})\Omega$ $= \frac{6}{30}\Omega = \frac{1}{5}\Omega$!!! $R_s = 5\Omega$ --> Niet vergeten om te draaien!</p> <p>*De meeste schakelingen maken zowel gebruik van serie- als parallelschakelingen, we noemen deze gemengde schakelingen.</p>	

4.2.2) Voorbeeldoefening op de gemengde schakeling

*Je moet de substitutieweerstand kunnen bepalen op het examen. Wat doe je als je zo'n grote brok voorgeschoteld krijgt?

→ Je volgt Abdellah's stappenplan.

STAP 1: Kijk naar je opgave.

STAP 2: Bepaal alle parallelschakelingen

STAP 3: Reken alle R_s 'en van je parallelschakelingen uit.

SCHAKELING 1: $\frac{1}{R_s} = \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2}\right) \Omega = \left(\frac{1}{6} + \frac{2}{6} + \frac{3}{6}\right) \Omega = \frac{6}{6} \Omega = 1 \Omega$

$\Leftrightarrow R_s = 1 \Omega$

SCHAKELING 2: $\frac{1}{R_s} = \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{8}\right) \Omega = \left(\frac{2}{8} + \frac{1}{8}\right) \Omega = \frac{3}{8} \Omega$

$\Leftrightarrow R_s = \frac{8}{3} \Omega = 2,67 \Omega$

STAP 4: Vervang alle parallelschakelingen nu door hun R_s 'en

STAP 5: Tel de bekomen substitutieweerstanden op met de bijbehorende serieschakelingen → Kortsbijzijnde pakken

SCHAKELING 1: $R_s = R_1 + R_2 (10 + 2,67) \Omega = 12,67 \Omega$

SCHAKELING 2: $R_s = R_1 + R_2 (1 + 5) \Omega = 6 \Omega$

STAP 6: Vervang de weerstanden opnieuw door hun R_s 'en

STAP 7: Bepaal de substitutieweerstand van de nieuw bekomen parallelschakeling

SCHAKELING: $\frac{1}{R_s} = \left(\frac{1}{12,67} + \frac{1}{6}\right) \Omega = 0,2456 \Omega$ (gebruik zrm!)

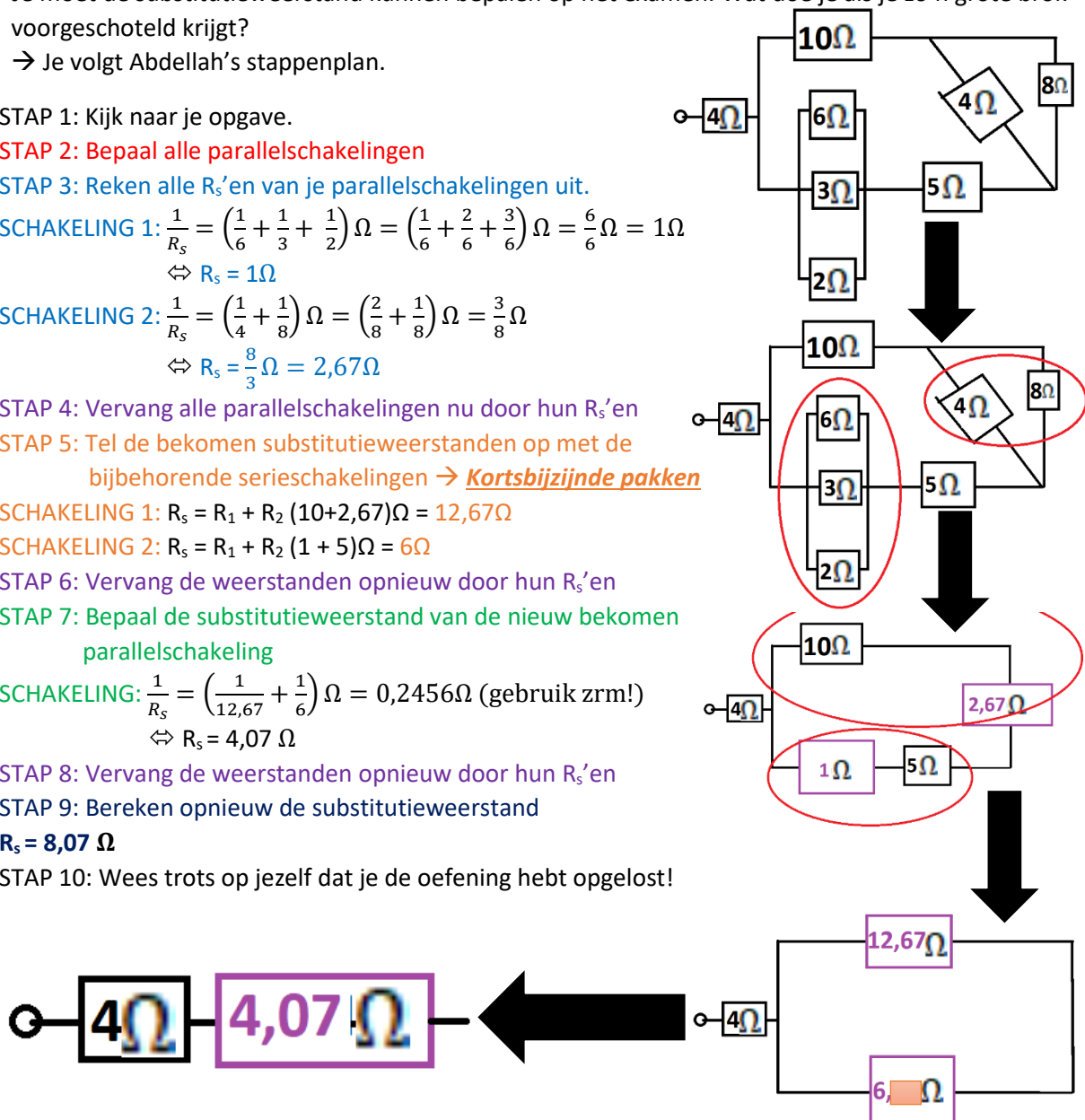
$\Leftrightarrow R_s = 4,07 \Omega$

STAP 8: Vervang de weerstanden opnieuw door hun R_s 'en

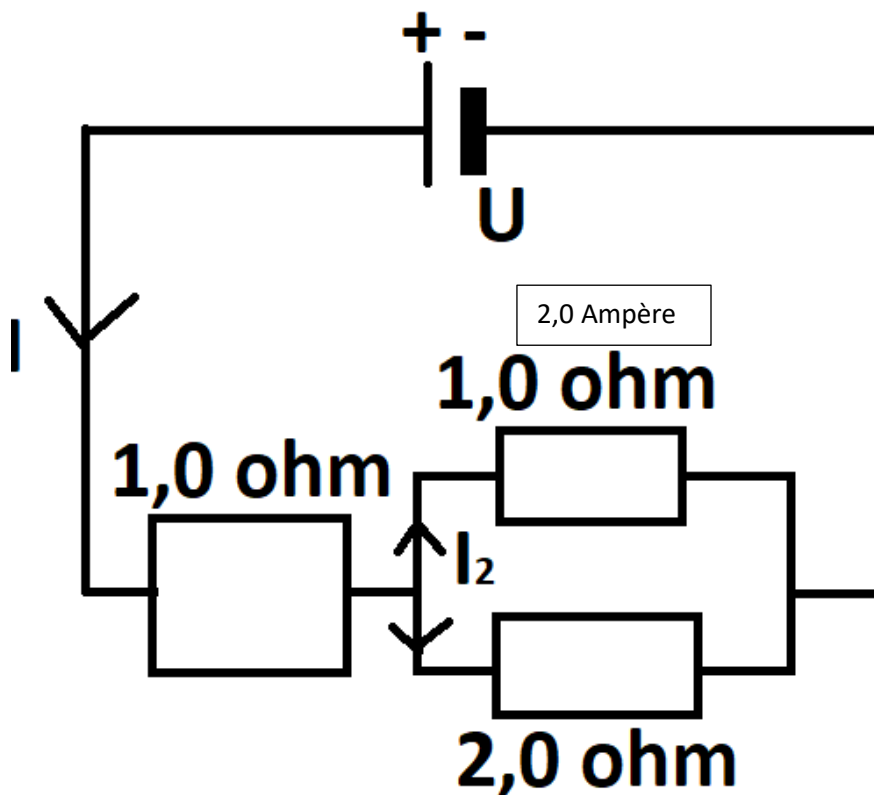
STAP 9: Bereken opnieuw de substitutieweerstand

$R_s = 8,07 \Omega$

STAP 10: Wees trots op jezelf dat je de oefening hebt opgelost!



4.2.3) Voorbeeldoefening: stroom- en spanningsverdeling bepalen in een weerstand



Gevraagd: Bereken I , U en I_2

Oplossing:

We proberen eerst I_2 te berekenen $\rightarrow I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{U_2}{2,0 \text{ ohm}}$

\rightarrow We merken op dat we U_2 niet kennen, maar aangezien we in een parallelschakeling zitten

is $U_2 = U_1 = R_1 \cdot I_1 = 1,0 \Omega \cdot 2,0 \text{ A} = 1,0 \text{ V/A} \cdot 2,0 \text{ A} = 2,0 \text{ V}$

\rightarrow Nu kunnen we I_2 berekenen: $I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{2,0 \text{ V}}{2,0 \Omega} = 1,0 \text{ A}$

\rightarrow Nu we I_2 weten kunnen we I berekenen aangezien in een parallelschakeling geldt:

$I = I_1 + I_2 \Leftrightarrow I = 2,0 \text{ A (gegeven)} + 1,0 \text{ A (uitgerekend)} = 3,0 \text{ A}$

\rightarrow Om U uit te rekenen berekenen we eerst de U van de weerstand in de serieschakeling aangezien we I en R nu ook weten.

$\rightarrow U_3 = I \cdot R_3 = 3,0 \text{ A (uitgerekend)} \cdot 1,0 \Omega = 3,0 \text{ V}$

\rightarrow In een serieschakeling geldt: $U = U_2 + U_3 = 2,0 \text{ V (al eerder uitgerekend)} + 3,0 \text{ V} = 5,0 \text{ V}$

*Zulke vraagstukken moet je kunnen oplossen op het examen!

5) Elektrisch veld en veldsterkte

*Elektrische ladingen bevinden zich altijd in een welbepaald elektrisch veld. Er bestaan verschillende velden en formules om de veldsterkte uit te rekenen.

5.1) De Coulombkracht

5.1.1) Het begrip puntlading

*Een bol met een verwaarloosbare lading = puntlading.

→ Zoals in de eerste hoofdstuk al aangehaald is: elektrische ladingen hebben elektrische krachten = Coulombkrachten.

5.1.2) De Coulombkracht

*De Coulombkracht wordt berekend door de volgende formule: $|F| = k \cdot \frac{|Q_1| \cdot |Q_2|}{r^2}$

→ $k = 8,99 \cdot 10^9 \frac{Nm}{C^2}$ --> dit is constant voor elke stof, dit getal krijg je altijd gegeven.

→ Q moet je zetten in C (Coulomb) en r in m.

→ Herhaling hoofdstuk 1: **gelijke ladingen stoten elkaar af**

⇔ **tegengestelde ladingen trekken elkaar aan**

→ Gevolg: ladingen kunnen zowel **positief** als **negatief** zijn.

→ **Daarom nemen we de absolute waarde van Q_1 en Q_2 !** --> $|Q_1| \cdot |Q_2|$

5.1.2.1) Voorbeeldoefening: rekenen met Coulombkracht

Oefening 17 in cursus: bereken de grootte van de elektrische kracht tussen twee puntladingen Q_1 en Q_2 als $Q_1 = -2,00$ n-C (nanocoulomb) en $Q_2 = +5,00$ n-C op een afstand van 10cm van elkaar

GEGEVEN	$Q_1 = -2,00$ n-C $Q_2 = +5,00$ n-C $r = 10$ cm
GEVRAAGD	F (de grootte van de elektrische kracht)
OPLOSSING	$ F = k \cdot \frac{ Q_1 \cdot Q_2 }{r^2}$! Eerst eenheden omzetten: Q in C, r in m! → $Q_1 = -2,00$ n-C = $-2,00 \cdot 10^{-9}$ C → $Q_2 = 5,00$ n-C = $5,00 \cdot 10^{-9}$ C → $r = 10$ cm = $0,10$ m $\Leftrightarrow F = 8,99 \cdot 10^9 \frac{Nm}{C^2} \cdot \frac{ -2,00 \cdot 10^{-9}C \cdot 5,00 \cdot 10^{-9}C }{0,10^2 m^2}$ $= 8,99 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \cdot \frac{ 2,00 \cdot 10^{-9}C \cdot 5,00 \cdot 10^{-9}C }{0,10^2 m^2} = \mathbf{0,00000899\ C = 89,9 \cdot 10^{-7}C}$ --> Je moet zulke (eenvoudige) vraagstukken met de Coulombkracht kunnen oplossen.

5.2) Elektrisch veld

***Ladingen** kunnen verschillende **elektrische velden opwekken**, we bespreken hier welke velden en hoe

we de veldsterkte uitrekenen voor een radiaal veld.

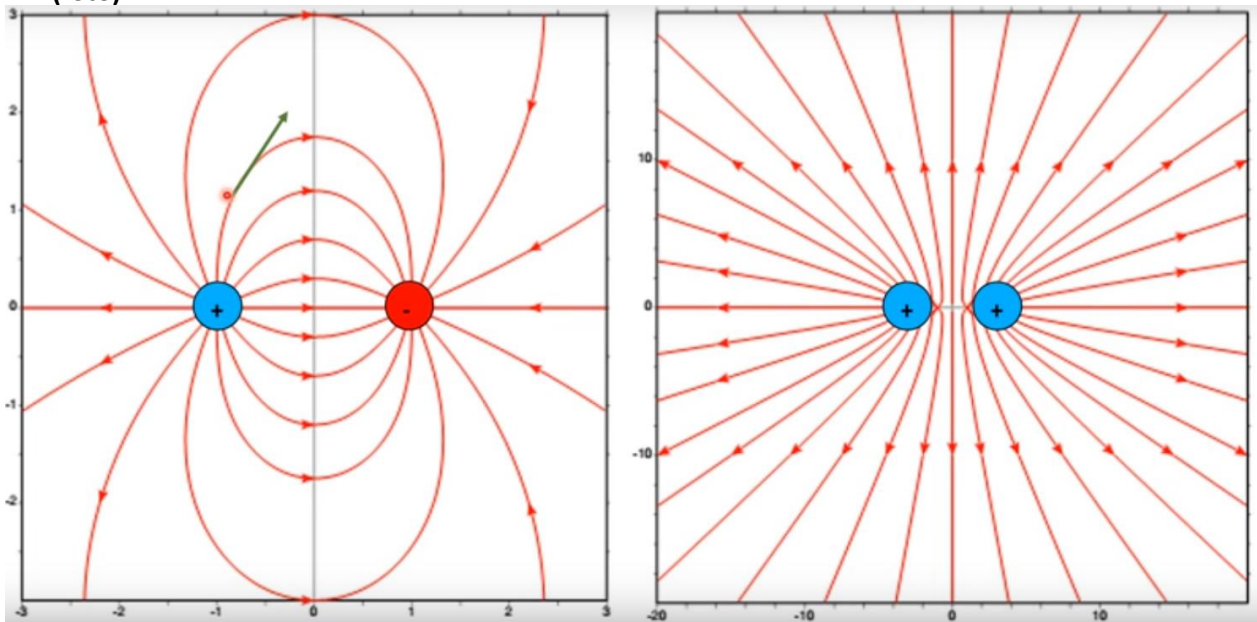
5.2.1) Soorten elektrische velden

5.2.1.1) Dipoolveld

*Een dipoolveld wordt opgewekt door twee ladingen. Tegengestelde ladingen zullen elkaar aantrekken

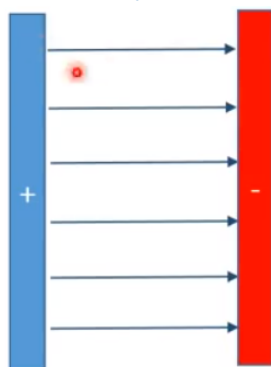
(wat je ziet op de tekening hieronder). Gelijke ladingen stoten elkaar af.

Op elk punt van het elektrisch veldlijn is één vector die de elektrische veldsterkte weergeeft (foto).



→ Bij twee negatieve ladingen (zie rechtse foto), is de zin omgekeerd (naar de ladingen)

5.2.1.2) Homogeen veld



Twee **vlakke geleiders** met tegengestelde ladingen wekken op hun beurt opnieuw een **elektrisch veld** op.

De **elektrische veldlijnen** zijn hier **evenwijdig**, dus is de veldsterkte in elk punt hetzelfde.

Als er hier gelijke ladingen waren, was er natuurlijk afstoting geweest tussen de twee geleiders.

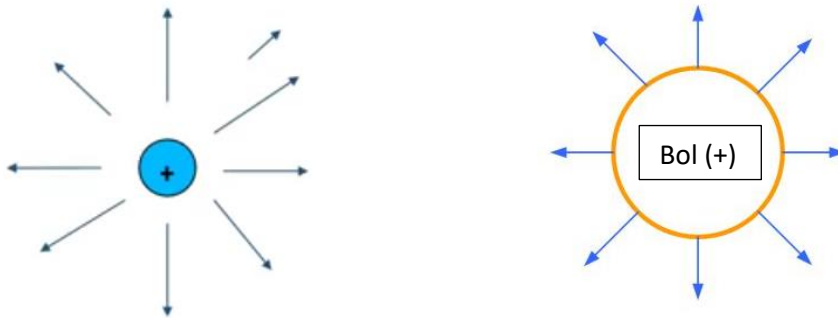
5.2.1.3) Elektrisch veld rond in en rond een ringvormige geleider

*Binnen een ringvormige geleider is er géén elektrisch veld. De geleider vormt een **kooi van Faraday**.

→ Binnenin een auto ben je veilig als de bliksem inslaat, omdat de auto een kooi van Faraday vormt. De **metalen behuizing** rond de auto **schermt je af**.

5.2.1.4) Radiaal veld

*Een radiaal veld wordt opgewekt door één puntlading of een bol ziet er als volgt uit:



→ Opmerking: als de lading negatief was, dan was de zin omgekeerd (naar de puntlading/bol toe!).

→ Het grootste verschil is dat we bij de puntlading de veldlijnen tekenen vanaf de lading maar bij een bol vanaf de buitenkant van de bol beginnen. Echter maakt dit niks uit voor het berekenen.

5.2.2) Het begrip elektrisch veldsterkte

5.2.2.1) Algemene definitie van de elektrische veldsterkte

*De elektrische veldsterkte \vec{E} is de **vector** die de verhouding weergeeft van de elektrische kracht F op de testlading Q in een bepaald punt: $\vec{E} = \frac{\vec{F} \rightarrow N}{Q \rightarrow C}$ (de **eenheid** van de elektrische veldsterkte is **N/C**)

→ Herinnering: elk **punt** op de elektrische veldlijn stelt een bepaalde **krachtvector** voor.

--> Hoe verder, hoe lager de kracht is.

5.2.2.2) Elektrische veldsterkte in een radiaal veld

*Je moet de elektrische veldsterkte in een radiaal veld kunnen uitrekenen.

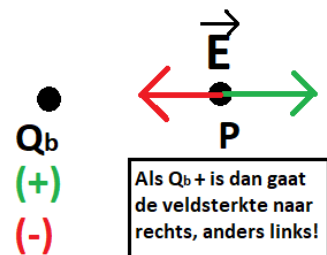
→ Afgeleid van de wet van Coulomb verkrijgen we deze formule

om de veldsterkte uit te rekenen: $E = k \cdot \frac{|Q_b|}{r^2}$

→ Hierbij is k respectievelijk $8,99 \cdot 10^9 \frac{Nm}{C^2}$, Q_b de grootte v/d bronlading in C en r de afstand in m

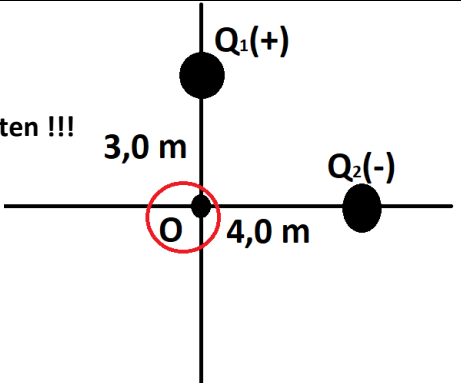
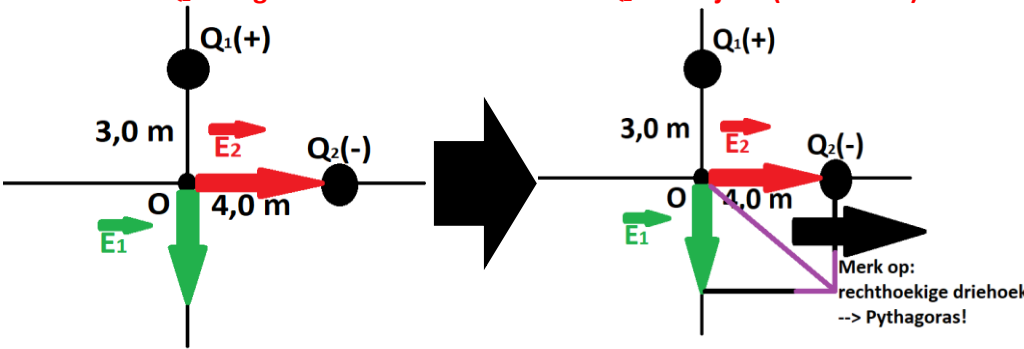
→ Zoals je op de foto (naast titel) ziet bepaalt de bronlading enkel de grootte van de veldsterkte

→ We leiden ook af uit de formule: als de afstand (r) vermeerderd, dan verlaagt de elektrische veldsterkte kwadratisch. ⇔ Hoe verder, hoe minder sterk het elektrisch veld is dus.



5.2.3) Voorbeeldoefening: veldsterkte uitrekenen

*Uitgewerkte voorbeeldoefening: zie volgende pagina.

GEGEVEN	<p> $Q_1 = 2,0 \mu\text{C}$, $Q_2 = -3,0 \mu\text{C}$ $r_1 = 3,0\text{m}$, $r_2 = 4,0\text{m}$ </p> <p> !!! Q moet in C staan dus je moet eerst omzetten !!! $\rightarrow Q_1 = 2,0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, $Q_2 = -3,0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ </p> 
GEVRAAGD	De elektrische veldsterkte (E) in de oorsprong (O)?
OPLOSSING	<p>1) We rekenen de elektrische veldsterktes uit voor beide ladingen apart.</p> $E_1 = k \cdot \frac{ Q_1 }{r^2} = 8,99 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{2,0 \cdot 10^{-6} \text{C}}{3,0^2 \text{m}^2} = 2000 \frac{\text{N}}{\text{C}} = 2,0 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ $E_2 = k \cdot \frac{ Q_2 }{r^2} = 8,99 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{3,0 \cdot 10^{-6} \text{C}}{4,0^2 \text{m}^2} = 1700 \frac{\text{N}}{\text{C}} = 1,7 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ <p>2) We tekenen de veldsterktevectoren van Q_1 en Q_2 in O</p> <p> \rightarrow Let op: Q_1 is positief dus zal de vector weg van Q_1 wijzen (zie theorie) Q_2 is negatief dus zal de vector naar Q_2 toe wijzen (zie theorie) </p>  <p>Merk op: rechthoekige driehoek --> Pythagoras!</p> <p>3) We tekenen m.b.v. de parallellogramregel de resulterende krachtvector, merk op dat we een rechthoekige driehoek krijgen. Om de resulterende kracht op O uit te rekenen moeten we dus Pythagoras gebruiken.</p> <p>4) Reken de resulterende kracht uit.</p> $E_1^2 + E_2^2 = E_r^2 \Leftrightarrow E_r = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} \Leftrightarrow E_r = \sqrt{\left(2,0 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}\right)^2 + \left(1,7 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}\right)^2}$ $\Leftrightarrow E_r = 2625 \text{ N}$ <p>5) (Jammer genoeg) afronden op beduidende cijfers. :)</p> $E_r = 2625 \text{ N} = 2,6 \cdot 10^3 \text{ N}$ <p>\rightarrow Als je niet meer weet hoe je omzettingen doet of afrond op beduidende cijfers, blader dan terug naar hoofdstuk 1 van de samenvatting.</p>

6) Einde samenvatting

*Dit is het einde van de samenvatting fysica, veel succes op het examen!

