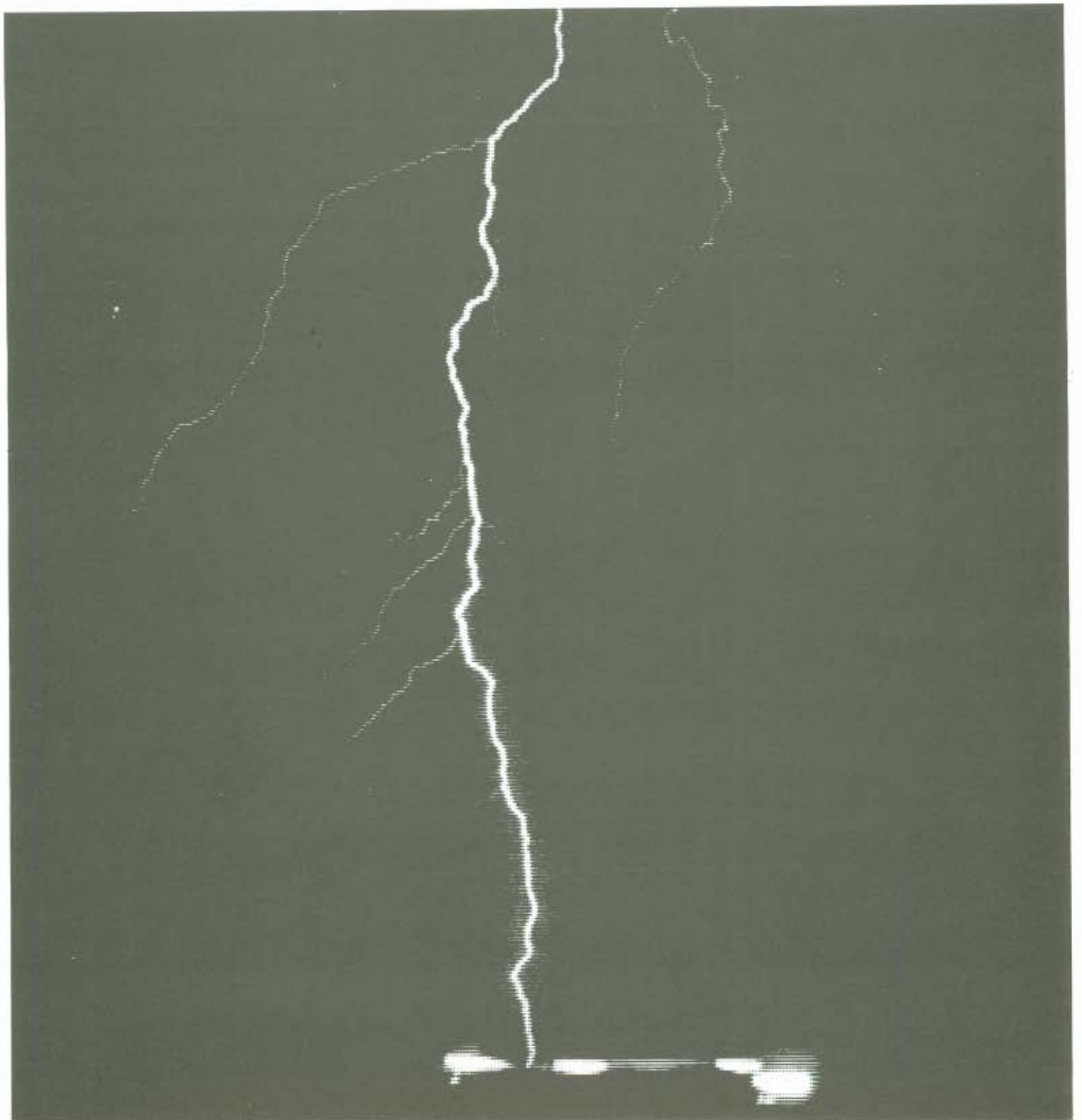


Blok 8 | Wat is elektriciteit?



Blok 8 | Wat is elektriciteit?

Basisstof

P 1
Lading 5
P 2
Bewegende lading 6
P 3
Influentie 7
P 4
Bewegende lading is elektrische stroom 9
P 5
Lading stroomt niet overal doorheen 10
T 1
Lading 11
T 2
Bewegende lading 12
T 3
Influentie 13
T 4
Bewegende lading is elektrische stroom 14
T 5
Lading stroomt niet overal doorheen 15
T 6
Ampère, coulomb en . . .? 16
W 1
Lading 18
W 2
Bewegende lading 18
W 3
Influentie 18
W 4
Bewegende lading is elektrische stroom 19
W 5
Lading stroomt niet overal doorheen 19
W 6
Ampère, coulomb en . . .? 19

De volgorde waarin je de paragrafen het beste kunt doorwerken en leren is:

P 1, T 1, W 1, P 2, T 2, W 2, P 3, T 3, W 3, P 4, T 4, W 4, P 5, T 5, W 5, T 6, W 6.

Herhaalstof

H 1
Scheiding van lading 20
H 1
Antwoordblad 22

Extra stof

Extra stof die bij het lesmateriaal is opgenomen

71
Goochelen met lading 23
72
Meten met een zelfgemaakte elektro-skoop 24

Extra stof die wel in de klas aanwezig is, maar niet in dit pakket opgenomen

66
Gelijkstroom en wisselstroom, deel 2
73
Het elektronenmodel

Wat je moet kunnen aan het eind van blok 8

	Te vinden in:
1 Je moet weten hoe je een voorwerp elektrisch kunt laden.	T 1, P 1
2 Je moet weten welke twee soorten lading er zijn.	T 1, P 1
3 Je moet weten wat de 'krachtwerking' is van een geladen voorwerp op een: <i>a</i> ongeladen voorwerp, <i>b</i> gelijksoortig geladen voorwerp, <i>c</i> ongelijksoortig geladen voorwerp.	T 1, P 1
4 Je moet weten welk soort lading op een gewreven perspex staaf zit en welk soort lading op een ondoorzichtige plastik staaf.	T1, P 1
5 Je moet uit een proef waarin voorwerpen elkaar aantrekken of afstoten kunnen vaststellen of deze geladen zijn. Als ze geladen zijn moet je kunnen zeggen welk soort lading deze voorwerpen hebben.	T1, P 1
6 Je moet uit een beschreven proef kunnen afleiden of de lading met het voorwerp mee beweegt, door het voorwerp heengaat, of helemaal niet heeft bewogen.	T 2, P 2
7 Je moet weten hoe je met een elektroscop kunt laten zien dat een voorwerp geladen is.	W 2, P 3, P 2
8 Je moet weten wat het betekent dat een voorwerp 'neutraal' is.	T 3, P 3
9 Je moet uit een beschreven influentieproef kunnen vaststellen, wat er gebeurt met de ladingen binnen de voorwerpen waarmee je de proef doet.	P 3, W 3
10 Je moet weten wat een geleider is en drie geleiders kunnen noemen.	T 5, P 5
11 Je moet weten wat een isolator is en drie isolatoren kunnen noemen.	T 5, P 5
12 Je moet een voorbeeld kennen, waaruit je kunt afleiden dat bewegende lading hetzelfde is als elektrische stroom.	T 4, P 4
13 Je moet de eenheid van lading kennen.	T 6
14 Je moet weten wat we verstaan onder stroomsterkte.	T 6
15 Je moet weten wat 1 A is.	T 6
16 Je moet weten hoeveel lading er in een bepaalde tijd door een elektrische apparaat gaat, als je de stroomsterkte door het apparaat kent.	T 6, W 6
17 Je moet weten hoe lading zich verplaatst in een serieschakeling.	T 6, W 6
18 Je moet weten hoe lading zich verplaatst in een parallelschakeling.	T 6, W 6
19 Je moet van een proef kunnen vaststellen of hij een hypothese bevestigt of verwierpt.	P 2, T 2, P 3, T 3, P 4, T 4, W 4

In blok 7 heb je je beziggehouden met het bestuderen van verschijnselen, die optreden bij de aanwezigheid van **stromende** elektriciteit. Hoewel we niet hebben **gezien** dat hierbij iets stroomt, spreken we toch over elektrische stroom omdat de verschijnselen die hierbij optreden vaak vergelijkbaar zijn met andere stromingsverschijnselen. Wat er dan zou stromen weten we echter nog niet. We zullen hierover in dit blok een veronderstelling doen en deze controleren met proeven. Om deze veronderstelling te kunnen doen, moeten we eerst enige verschijnselen onderzoeken die ook met elektriciteit te maken hebben (zogenaamde statische elektriciteit).



't Is weer eens geen weer om je haar te kammen.

Blok 8 | Praktikum 1

Lading

Waarschijnlijk heb je allemaal wel eens gemerkt, dat als je een kam een paar maal door goed droog haar haalt, je geknetter hoort. Je kunt met de kam je haren ook overeind laten staan.

Als je het in het donker doet zie je ook vonkjes. Blijkbaar gebeurt er iets met de kam, als je hem een paar keer door je haar wrijft! We proberen nu aan de hand van onderstaande proeven een antwoord te geven op de vraag: Welke verandering(en) treden er op, als je een voorwerp opwrijft? En ook: wat gebeurt er met de kam als ik hem door het haar haal?

1

Wrijf een staaf ondoorzichtig plastik (pvc) met een papieren zakdoek en laat er wat wattenplukjes langs dwarrelen. Noteer wat je waarneemt:

2

We weten nu, dat je met een opgewreven stuk plastik bepaalde verschijnselen kunt opwekken. Je kunt je afvragen: Kan dat alleen met plastik? Moet je per sé met een papieren zakdoek wrijven? Wordt ook ander materiaal dan wattenplukjes aangetrokken? Het antwoord op deze vragen vind je door het doen van de volgende proeven.

a Kan dat alleen met plastik?

Herhaal proef 1, maar neem in plaats van een staaf plastik:

Een staaf perspex. (het doorzichtige plastik)

De wattenplukjes worden

Een staaf glas.

De wattenplukjes worden

Een fietsspaak.

De wattenplukjes worden

Een staaf messing.

De wattenplukjes worden

b Moet je persé met een papieren zakdoek wrijven?

Herhaal proef 1, maar neem in plaats van een papieren zakdoekje:

Een wollen lap.

De wattenplukjes worden

Een zijden lap.

De wattenplukjes worden

Je hand.

De wattenplukjes worden

c Wordt ook ander materiaal dan wattenplukjes aangetrokken?

Herhaal proef 1, maar neem in plaats van wattenplukjes:

Kleine snippers papier.

De snippertjes worden

Een hele fijne waterstraal.

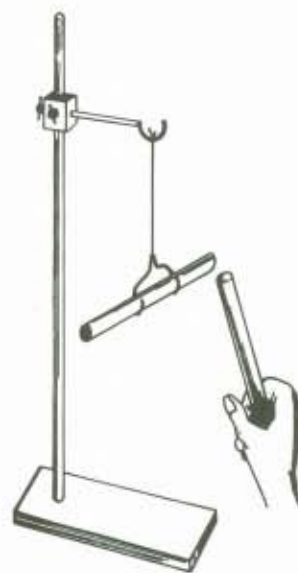
De waterstraal wordt

Alleen die voorwerpen die na wrijving met één of ander materiaal een krachtwerking vertonen zijn veranderd. We zeggen, dat het voorwerp een **lading** heeft gekregen of dat het voorwerp is **geladen**.

3

In proef 1 en 2 heb je gezien, dat sommige gewreven voorwerpen, zoals een staaf perspex of een pvc-buis, een **krachtwerking** gaan vertonen. Je kunt nu nog onderzoeken of twee geladen staven ook op elkaar een kracht uitoefenen.

a Hang een perspex staaf met behulp van een draadje aan een statief. Wrijf de staaf met een papieren zakdoekje aan één kant goed op (zie figuur). Wrijf een tweede perspex staaf ook goed op met een papieren zakdoekje en houdt de opgewreven uiteinden dicht bij elkaar. Noteer je waarneming.



b Wrijf een plastik staaf goed op met een papieren zakdoekje en nader met het gewreven uiteinde het gewreven uiteinde van de perspex staaf aan het statief. Noteer je waarneming.

c Hang aan het statief een goed gewreven plastik staaf.
Wat neem je waar als je de gewreven plastik staaf aan het statief nadert met een tweede gewreven plastik staaf?

d Voorspel wat je waarneemt als je de gewreven staaf aan het statief nadert met een gewreven perspex staaf.

Kontroleer je voorspelling!

De resultaten van de proeven 3a, b, c en d verzamel je nu in onderstaande tabel.

Materiaal	Aantrekking of afstoting
perspex en perspex	
perspex en plastik	
plastik en plastik	

Konklusie:		
Er bestaan minstens		soorten
lading.		
Gelijksoortige ladingen	elkaar	
Ongelijksoortige ladingen	elkaar	

4 Je gaat nu bovenstaande konklusie gebruiken om achter de soort van een onbekende lading te komen.
Wrijf een ebonieten staaf goed op. Bepaal de lading op de gewreven staaf, door gebruik te maken van de bij proef 3 gebruikte opstelling.
Konklusie:
Een met gewreven ebonieten staaf heeft dezelfde lading als een met gewreven staaf.

Blok 8 | Praktikum 2

Bewegende lading

In blok 7 hebben we enige eigenschappen van een elektrische stroom onderzocht. We zijn in dit blok ogenschijnlijk met iets geheel anders begonnen. In P 1 heb je gevonden dat geladen voorwerpen krachtwerking vertonen. Je kunt nu van een willekeurig voorwerp vaststellen of het geladen is, en ook hoe het geladen is: positief of negatief.

Maar wat heeft lading eigenlijk met elektrische stroom te maken?

Hoe moeten we dat onderzoeken?

Een goede methode om verder te komen is het stellen van een **hypothese**: we maken een veronderstelling en gaan dan onderzoeken of deze veronderstelling juist is. In dit geval veronderstellen we:

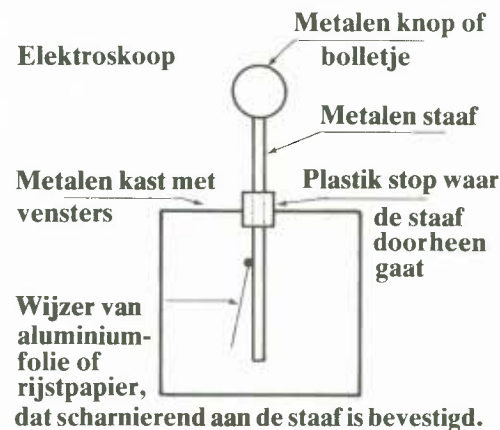
‘Elektrische stroom is niets anders dan bewegende lading’.

Hierin wordt dus beweerd, dat als een lampje brandt, er lading doorheen stroomt.

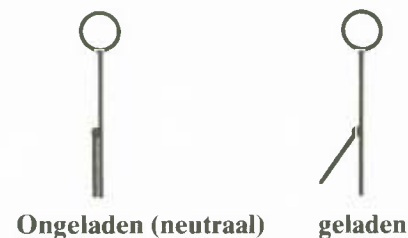
Maar we gaan er bij deze hypothese ook vanuit dat:

‘lading kan in materiaal bewegen’.

Je gaat dit eerst onderzoeken. Je gebruikt daarbij een elektroscop. Hieronder zie je daarvan een tekening.



Symbolen voor een elektroscop



1 Aan het bolletje van de elektroscop is een lang snoer bevestigd (zie tekening).



Raak het uiteinde A van het snoer aan met een positieve staaf.

Wat gebeurt er?

Spreekt het resultaat van de proef onze bewering, dat lading in materie kan bewegen, tegen?

2 Probeer nu eens met de bewering dat lading in materie kan bewegen de volgende proef te verklaren.

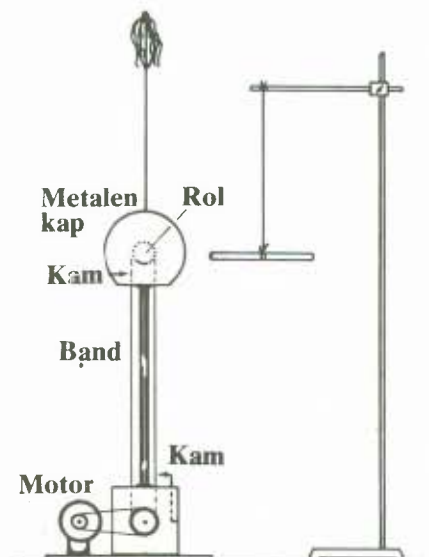
Gebruik weer de elektroscop met het snoer van proef 1.

Raak het uiteinde A eerst aan met een positieve staaf en vervolgens (dus de elektroscop is nog steeds positief geladen!) met een negatieve staaf.

Waarneming:

Verklaring:

3 Een bandgenerator, ook wel Van de Graaffgenerator genoemd, bestaat uit een grote metalen of metaalgazenkap, een rubberband die rond kan draaien om



Bandgenerator (Van de Graaffgenerator)

twee rollen en een aantal op kammen lijkende strippen van metaal. Op de kap zetten we een pluim van papierstroken. Deze stroken hangen naar beneden. We laten de band van de generator draaien.

a Houd een geladen perspex staaf, die aan een nyldraad is opgehangen, vlak bij de kap. Wat gebeurt er met de staaf?

Wat is het teken van de lading van de staaf?

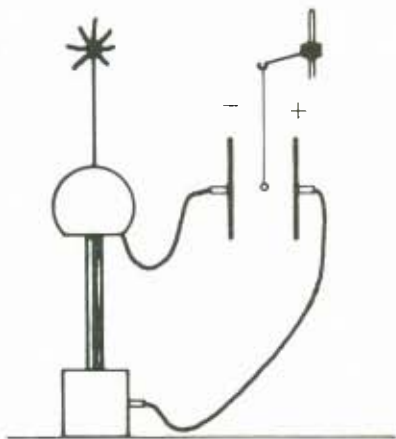
Wat is het teken van de lading van de kap?

Wat zie je gebeuren met de papieren pluim op de kap van de generator?

Hoe komt dat?

b Houdt de geladen perspex staaf bij de voet van de generator. Wat gebeurt er met de staaf?

Wat is het teken van de lading van de voet?

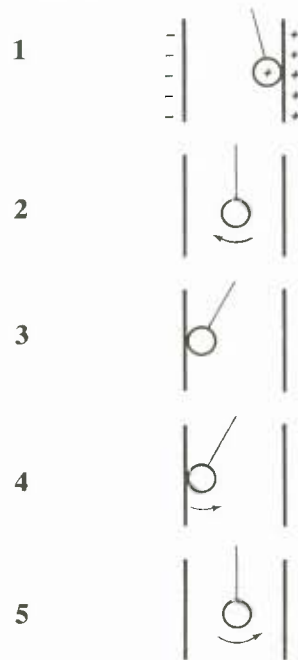


c Een licht metalen bolletje wordt aan een nyldraad opgehangen tussen twee vertikaal opgestelde metalen platen. Eén plaat wordt via een snoertje verbonden met de kap van de generator. De andere plaat wordt met de voet van de bandgenerator verbonden. De papierpluim staat weer op de kap. De bandgenerator wordt even gedraaid en dan gestopt. Raak met het bolletje de plaat aan, die met de kap van de bandgenerator verbonden is. Wat gebeurt er met het bolletje als je het loslaat?

Wat gebeurt er met de papierpluim?

Wat gebeurt er met de hoeveelheid lading op de kap?

In de tekeningen hiernaast zie je een aantal standen van het bolletje tijdens de beweging tussen de platen.



Geef in de tekeningen aan wat het teken van de lading van de platen en het bolletje is.

Hoe komt het dat het bolletje eerst naar een plaat toebeweeft en er daarna weer vanaf?

Waar gebruik je bij het maken van de tekening de hypothese dat lading kan bewegen in materie?

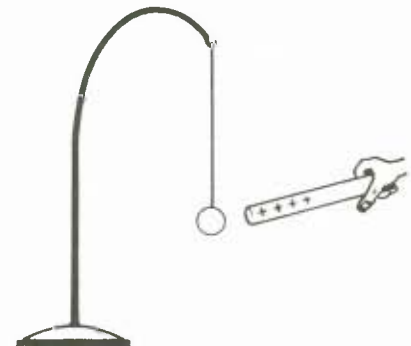
Blok 8 | Praktikum 3

Influentie

We zijn nu bezig uit te zoeken of onze hypothese, dat elektrische stroom niets anders is dan bewegende lading, juist is. In P 2 konden we een aantal proeven verklaren, wanneer we aannamen, dat lading in materie kan bewegen. Maar wat moet je je nu voorstellen, als je het over lading hebt. Je hebt jezelf natuurlijk al een voorstelling over lading gemaakt.

Voordat we onze hypothese verder onderzoeken moet je je wat beter kunnen voorstellen wat lading is. Je kent lading immers alleen nog maar door zijn krachtwerking. Maar heb je er al eens over nagedacht hoe een geladen voorwerp aan zijn lading komt? En wat ongeladen nu eigenlijk betekent? Denk maar eens over die vragen na voor je met de proeven begint.

1 Nader een niet gewreven propje van aluminiumfolie of een vlierpitbolletje dat aan een nyldraad hangt met een positief geladen staaf.



Wat gebeurt er?

Doe hetzelfde met een negatief geladen staaf.

Wat gebeurt er?

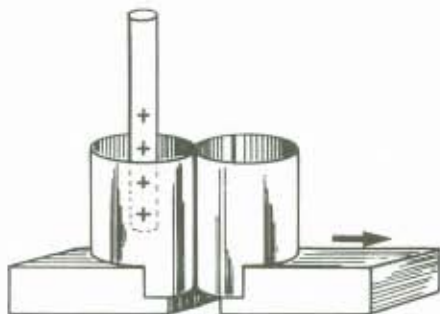
Als je goed gekeken hebt, heb je gezien dat het propje aluminiumfolie zowel door de negatieve als de positieve staaf aangetrokken wordt! (We hebben dit ook al gezien bij de wattenplukjes in P 1). Je zou dat kunnen verklaren door aan te nemen dat er een derde ladingsoort bestaat. Maar dan zouden twee aluminium propjes elkaar moeten afstoten! Waarom?

Dat is natuurlijk niet het geval (als je dat niet gelooft, moet je maar een proefje doen waaruit dat blijkt). Het propje is dus niet positief geladen, het is niet negatief geladen en er zit geen derde soort lading op.

Dan moet het propje dus ongeladen zijn. Om te onderzoeken wat 'ongeladen' betekent, doen we de volgende proef.

2

Neem twee blikken busjes die op een voet van schuimplastik staan.



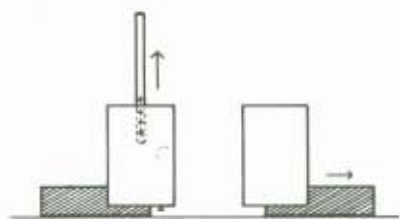
De busjes mogen niet geladen zijn. Hoe kun je dat controleren?

Zet de busjes tegen elkaar aan. Houd een geladen staaf in één van de busjes zonder dit busje met de staaf aan te raken. Schuif nu het andere busje weg, zonder het blik vast te pakken. Waarom mag je het busje niet vastpakken?

Verwijder nu pas de geladen staaf. De busjes niet met de staaf aanraken! Om te onderzoeken of de busjes nog ongeladen zijn, raak je één van de busjes aan met een elektroscop.

Was het busje geladen?

Raak nu de elektroscopknop aan met een positief geladen staaf. Wat voor soort lading zat er op het busje?



Ontlaad de elektroscop door hem vast te pakken bij de knop en doe het voorafgaande ook voor het andere busje. Wat voor lading zat hierop?

3

Neem de busjes van de vorige proef en schuif ze weer tegen elkaar. Houd een geladen staaf in één van de busjes en schuif ze weer uit elkaar. Haal de staaf uit het blik zonder dat aan te raken. Raak één van beide busjes aan met een elektroscop. Wat zie je aan de elektroscop?

Raak nu met de elektroscop de andere bus aan **zonder** de elektroscop eerst te ontladen. Wat zie je aan de elektroscop?

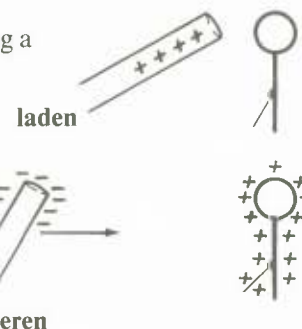
Konklusie:

Er blijkt in een ongeladen voorwerp lading aanwezig te zijn, en wel evenveel positieve als negatieve lading. Als we bij een ongeladen voorwerp een geladen voorwerp houden, gaat de lading op het ongeladen voorwerp zich verschuiven. Dat noemen we **influentie** (scheiding van lading).

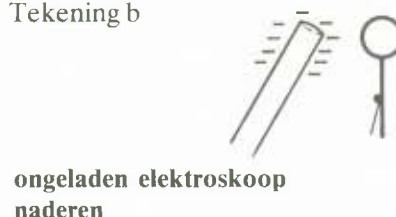
4

Voer de volgende proeven uit en **probeer te verklaren wat je ziet**. Geef in de tekeningen a, b en c aan, hoe de lading op de elektroscop verdeeld is.

Tekening a



Tekening b



Tekening c



5

Nader een ongeladen elektroscop met een positief geladen staaf. Raak de elektroscop niet met de staaf aan. Wat zie je?

6

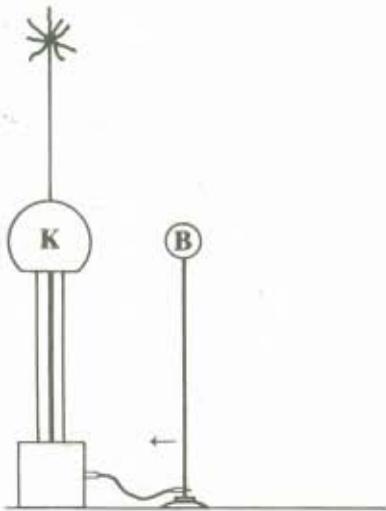
Laad een elektroscop positief en nader hem dan met een negatief geladen staaf (niet aanraken!). Wat zie je?

En wat zie je als je de staaf weer weghaalt?

Bewegende lading is elektrische stroom

In P 2 hebben we een veronderstelling gedaan: Een elektrische stroom is niets anders dan bewegende lading. Dat lading kan bewegen, werd in P 2 en P 3 al aangetoond. We moeten nu nog vaststellen of de kenmerken van bewegende lading overeenkomen met de kenmerken van een elektrische stroom. In blok 7 zijn we een aantal effecten van de elektrische stroom tegengekomen. Als we deze effecten ook kunnen waarnemen wanneer lading beweegt door materie, kunnen we de konklusie trekken, dat onze veronderstelling waarschijnlijk juist is!

I Het warmte-effect

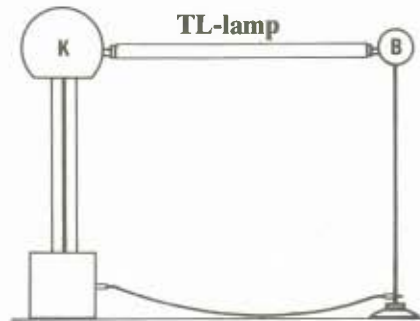


1 We laden de kap K van de bandgenerator op, terwijl de bol B er vlak bij staat. B is alleen verbonden met de voet van de bandgenerator. K en B zijn tegengesteld geladen. Wat gebeurt er? (Let ook op de papierpluim).

Houd nu het uiteinde van een glazen buisje, dat is aangesloten op de gaskraan, tussen de kap en de bol. Wat gebeurt er?

2

We houden een TL-buis zodanig vast dat hij kontakt maakt met K en B, terwijl de bandgenerator draait. Wat zie je?

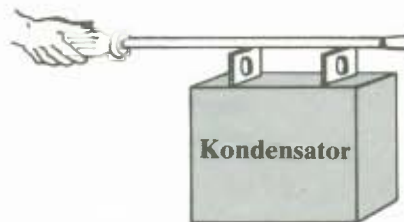


Om een ander effect van elektrische stroom te onderzoeken gaan we een apparaat gebruiken, waarop we veel meer lading kunnen verzamelen dan op de kap van de bandgenerator. Zo'n apparaat is een **kondensator**. In schakelschema's geven we een kondensator weer met het volgende symbool:



Kondensator

De volgende 2 proefjes laten het warmte-(licht)effect zien, maar nu met behulp van een kondensator.

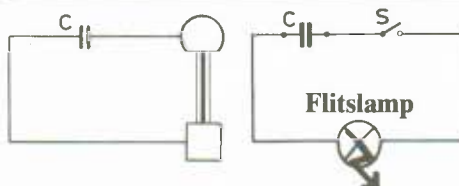


3

We gaan met behulp van de bandgenerator een kondensator opladen. Daarna houden we een schroevendraaier tegen de beide kontaktpunten. Wat zie je?

4

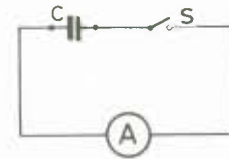
De kondensator wordt weer opgeladen. We sluiten nu een flitslampje aan op de kondensator via een schakelaar S. Wat zie je als S wordt gesloten?



II Het magnetisch effect

5

We laden een kondensator opnieuw en sluiten er dan een ampèremeter op aan via een schakelaar S.



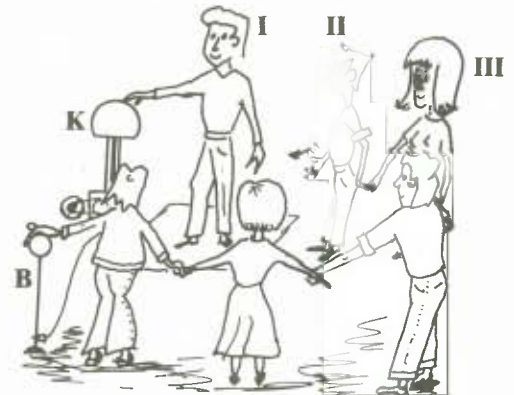
Wat zie je als S wordt gesloten?

Tenslotte nog een leuke proef waarbij we een bekend, maar nog niet genoemd effect van elektrische stroom tegengekomen namelijk:

III Het 'schokeffect'.

6

Iedere leerling staat op een rubber mat of een stuk tempex. Leerling I pakt de kap van de bandgenerator met één hand vast.



De leerlingen II, III enzovoort geven elkaar een hand, terwijl de laatste van de reeks de bol B vasthoudt. De bandgenerator wordt nu in beweging gebracht. Wat zie je?

Wat gebeurt er als de leerlingen I en II elkaars hand beetpakken?

7

Stel nu met behulp van je waarnemingen vast, of de in P 2 gemaakte veronderstelling (hypothese) voor jou aanvaardbaar is.

Ik vind de veronderstelling aanvaardbaar/onaanvaardbaar, omdat

Lading stroomt niet overal doorheen

Nu we aannemelijk gemaakt hebben dat elektrische stroom eigenlijk het bewegen van lading is, kunnen we gaan uitzoeken waar de lading wel en niet doorheen kan. We weten daar al wat van: de snoertjes in een schakeling en de elektriciteitsleidingen in gebouwen bestaan meestal uit koperdraad met plastic er om heen. Door koper beweegt lading gemakkelijk, het plastic moet de lading juist tegenhouden. We noemen koper een geleider en plastic een isolator.

We maken een serieschakeling met een batterij, een ampèremeter, een lampje en de stof waarvan je wilt onderzoeken of het een geleider of een isolator is. Teken hieronder een schema van deze opstelling.

Schema

Om te onderzoeken of de stof die we bekijken een geleider is, proberen we of er lading doorheen gaat, dus of de ampèremeter uitslaat.

Je zou kunnen denken dat de grootte van de uitslag een goede maat is om vast te stellen of iets een geleider of een isolator is. Maar die uitslag hangt ook van andere dingen af, bijvoorbeeld van het aantal batterijen dat je gebruikt.

Als je batterijen gebruikt, neem er dan één. Je mag ook een andere stroombron nemen.

De grootte van de uitslag van de ampèremeter hangt van meer dingen af, waarop we nu nog niet kunnen ingaan. Onze conclusies zijn dus voorlopig en nogal ruw. In blok 10 en 14 gaan we verder in op geleiders en isolatoren. Met de volgende proeven krijg je wel een indruk van welke stoffen geleiders en welke isolatoren zijn.

Indeling:

Goede geleiders: de uitslag is in onze opstelling groter dan 0,1 A.

Matige geleiders: de uitslag is in onze opstelling groter dan 0,001 A, maar kleiner dan 0,1 A.

Isolatoren: de ampèremeter geeft ook in de gevoeligste stand nauwelijks een uitslag.

1

We beginnen met vaste stoffen. Deze klemmen we tussen twee krokodillenbekken. Maak de opstelling volgens het schema dat je getekend hebt. Noteer naast de naam van de stof de uitslag van de ampèremeter in de tabel. Geef er ook in aan tot welke categorie de stof behoort.

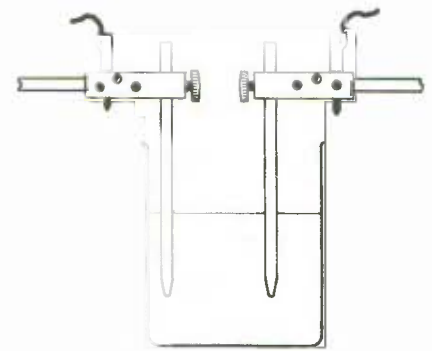
Denk er aan:

Zet na iedere meting de ampèremeter weer in de ongevoeligste stand terug. Je hebt anders kans op beschadiging van de meter tijdens de volgende meting.

Materiaal	Uitslag ampèremeter	Kategorie
Koper		
Touw		
Nylondraad		
Papier		
Aluminiumblad		
Potloodstift		
Naald		
Plastik		

2

We gaan nu verder met vloeistoffen. Het is erg belangrijk dat alles goed schoon is. Je moet dus voor iedere volgende proef goed spoelen.



We doen de vloeistof in een bakje waarin twee roodkoperen staven zitten. Verder gebruiken we dezelfde opstelling als bij vaste stoffen.

Soms moet je vaste stoffen oplossen in water. Je moet dan goed roeren zodat alles is opgelost.

Noteer de naam van de stof en de uitslag van de ampèremeter in de volgende tabel.

Vloeistof	Uitslag ampèremeter	Kategorie
Gedestilleerd water		
Gedestilleerd water met keukenzout		
Gedestilleerd water met suiker		
Leidingwater		
Paraffine-olie		

3

Tenslotte onderzoeken we gassen. Eigenlijk weet je al tot welke categorie ze behoren. Waarom?

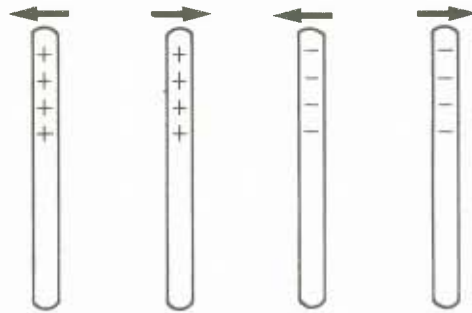
Toch zijn gassen niet altijd goede isolatoren, zoals uit de volgende demonstratie zal blijken.

Lading

Als je haar goed droog is en je kamt het, dan kun je het soms horen knetteren. Als je een perspex staaf of een ondoorzichtige plastik staaf met bijvoorbeeld een papieren zakdoekje wrijft, zie je dat de staaf een krachtwerking vertoont. Papieren snippertjes worden door de gewreven staaf aangetrokken. Dit komt omdat er door wrijving iets in het materiaal van de staaf veranderd is.

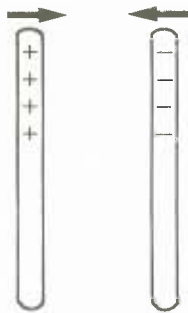
Men zegt:

De staaf is door wrijving geladen



Voorwerpen met gelijksoortige ladingen stoten elkaar af.

of
de staaf heeft door wrijving lading gekregen.



Voorwerpen met ongelijksoortige ladingen trekken elkaar aan.

Dit verschijnsel komt in het dagelijks leven vaak voor.

Een voorbeeld: grammofoonplaten worden door het draaien snel stoffig. Door de wrijving van de plaat met de lucht krijgt de plaat een lading. Hierdoor worden lichte stofdeeltjes aangetrokken.

Als je de krachtwerking nader gaat onderzoeken kom je tot de konklusie dat er minstens twee soorten lading moeten bestaan.

Twee gewreven plastik(pvc)staven stoten elkaar af.

Twee gewreven perspex staven stoten elkaar af.

Een gewreven plastik staaf en een gewreven perspex staaf trekken elkaar aan.

Blijkbaar is de lading op de perspex staaf van een andere soort dan de lading op de ondoorzichtige plastik staaf. Je zou ze perspex-lading en plastik-lading kunnen noemen.

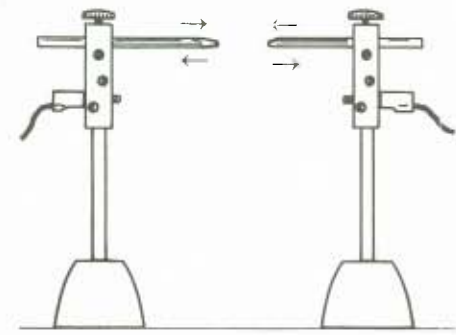
Men heeft de **afpraak** gemaakt om de lading op een **perspex** staaf **positief** te noemen en de lading op een **plastik(pvc)**staaf **negatief**.

Je kunt er nu achter komen wat voor soort lading een voorwerp heeft.

Nader met het voorwerp een gewreven perspex staaf, die draaibaar is opgesteld.

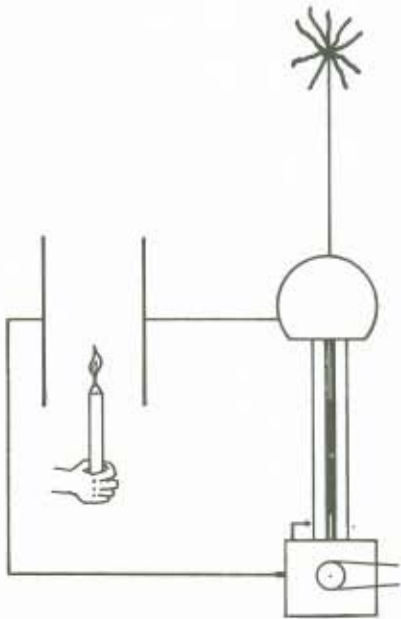
Als de staaf wordt afgestoten is het voorwerp positief geladen.

Wordt de staaf aangetrokken, dan is het voorwerp negatief geladen.



a Twee koolspitsen worden met een stroombron verbonden, even tegen elkaar gehouden en dan uit elkaar getrokken. In plaats van tegen elkaar houden kan er ook een brandende lucifer bij gehouden worden.

Beschrijf wat je waarneemt:



b Op de kap van een bandgenerator is een papierpluim gestoken. De bandgenerator is verbonden met twee grote metalen platen die op enige afstand van elkaar opgesteld staan. Nadat de bandgenerator even heeft gedraaid wordt een brandende kaars tussen de platen gehouden. Beschrijf wat je waarneemt. Let ook op wat er met de platen is gebeurd.

Bewegende lading

Wat heeft lading nu eigenlijk met elektrische stroom te maken? Hoe moeten we dat onderzoeken?

Dit zijn de twee vragen, die in de inleiding van P 2 werden gesteld.

Om met de laatste vraag te beginnen: Je hebt in P 2 een begin gemaakt met een methode, die in de natuurwetenschappen veel vaker wordt gebruikt. Laten we aan de hand van P 2 en datgene wat daaraan voorafging proberen vast te stellen, wat deze methode nu precies inhoudt en waartoe het gebruik ervan in P 2 heeft geleid.

In blok 7 heb je je beziggehouden met een verschijnsel, dat we de naam **elektrische stroom** hebben gegeven. Hoewel we niet hebben bewezen, dat er bij elektriciteit iets **stroomt**, hebben we toch kenmerken ontdekt, die er op wijzen, dat het nog zo gek niet is om over een elektrische **stroom** te spreken.

Je zult je misschien wel eens afgevraagd hebben: 'Wat stroomt er dan wel bij elektriciteit?'

Met het stellen van deze vraag zijn we eigenlijk begonnen met het toepassen van eerdergenoemde methode: Je stelt jezelf een vraag en wilt daarop uiteraard een antwoord weten!

Nu kun je natuurlijk in het wilde weg proberen een antwoord te vinden, maar de ervaring leert, dat dat meestal tot niets leidt.

Daarom geven we **bij voorbaat** een **mogelijk** antwoord op de vraag: 'Elektrische stroom is niets anders dan bewegende lading'.

Dit noemt men het **stellen van een hypothese**.

Om na te gaan of dit het **juiste** antwoord op de vraag is, zul je proberen moeten gaan doen! Dat moeten dan wel proeven zijn, waarmee je kunt vaststellen of de hypothese juist of onjuist is.

Hier proberen we dat, door de hypothese op te splitsen in twee delen:

a Lading kan door materiaal bewegen.

b Met bewegende lading kun je dezelfde effecten bewerkstelligen als met een elektrische stroom.

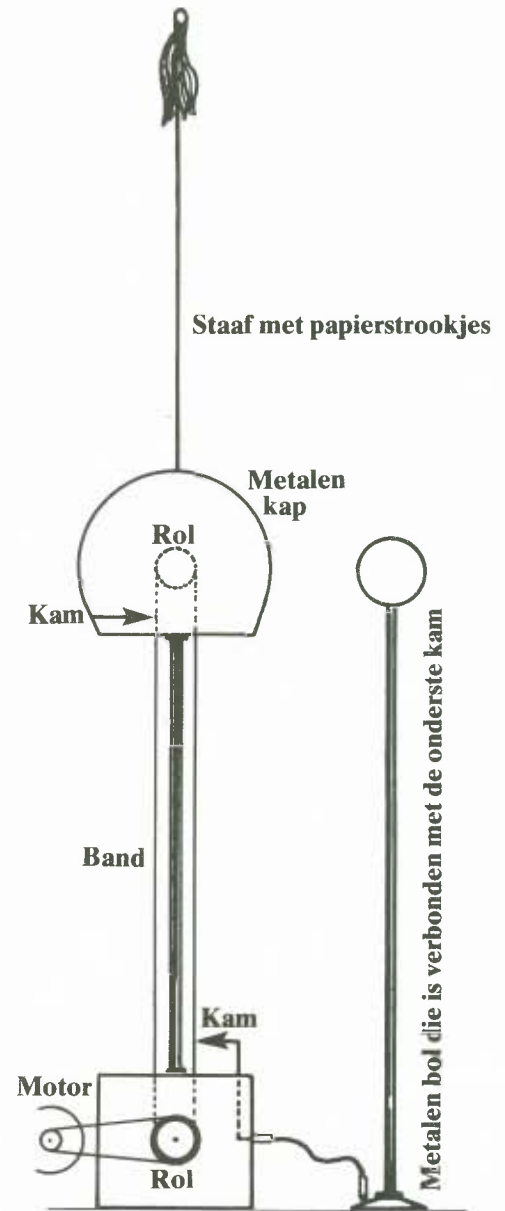
In P 2 heb je nagegaan of *a* juist is. In P 4 zul je je met het tweede deel bezig gaan houden.

Om te controleren of *a* (lading kan door materiaal bewegen) juist is deed je proef 1 van P 2. Het resultaat van deze proef was in overeenstemming met de hypothese. De lading van de staaf moet immers door de draad bewogen zijn om bij de elektroscopie te komen! We hebben de hypothese ook kunnen gebruiken om de resultaten van de andere proeven van P 2 te verklaren.

Samengevat: De resultaten van de proeven van P 2 zijn in overeenstemming met de gestelde hypothese: Lading kan bewegen.

Konklusie: De hypothese is **juist!** Lading kan inderdaad bewegen!

Het is misschien goed om de verschillende stappen in bovenbeschreven methode nog eens op een rijtje te zetten. Je zult daarvan bij het doen van P 4 voordeel hebben.



**Bandgenerator
(Van de Graaffgenerator)**

1	Je merkt iets op.	► In blok 7 wordt aldoor gesproken over elektrische stroom .
2	Je stelt een vraag.	► Wat stroomt er dan eigenlijk bij elektriciteit?
3	Je geeft een mogelijk antwoord (hypothese)	► Een elektrische stroom is niets anders dan bewegende lading. (We hebben, om tijd te besparen, de hypothese eigenlijk al voor jou gesteld).
4	Je ontwerpt een aantal experimenten waarvan de resultaten de mogelijkheid geven een uitspraak te doen over het al of niet juist zijn van de hypothese.	► De proeven van P 2. (Ook hier hebben we om je te helpen de proeven voor jou al vast ontworpen).
5	Je voert die proeven uit.	
6	Je stelt met behulp van de resultaten vast of je hypothese juist is of niet.	► De deel-hypothese: 'Lading kan door materiaal bewegen', bleek juist te zijn.

Blok 8 | Theorie 3

Influentie

De bedoeling van P 3 was om iets meer te weten te komen over lading. Er werden hierover twee vragen gesteld, namelijk:

1 Hoe komt een geladen voorwerp aan zijn lading?

2 Wat betekent ongeladen precies?

Het antwoord op deze laatste vraag hebben we heel duidelijk kunnen geven: 'Een ongeladen of neutraal voorwerp is een voorwerp dat evenveel positieve als negatieve lading bevat.'

Doordat deze ladingen elkaars (kracht)werking zullen opheffen lijkt het meestal of er helemaal geen lading aanwezig is.

Op de eerste vraag zijn twee antwoorden mogelijk: 'Je kunt een voorwerp positief laden door er extra positieve lading aan toe te voegen', maar het kan ook best zijn dat er negatieve lading wordt weggehaald. Immers, als je van een ongeladen staaf een deel van de negatieve lading weghaalt, krijg je een overschot aan positieve lading. De werking van de positieve lading overheerst en we noemen de staaf dus positief geladen.

Om te ontdekken wat ongeladen betekent, hebben we in P 3 de proef met de 2 busjes gedaan. Als je ervan uitgaat dat de ongeladen busjes evenveel positieve als negatieve lading bevatten, kun je de hele proef eenvoudig verklaren. (Om te controleren of de busjes ongeladen zijn, kun je ze even aanraken met een elektroscop. Die mag dan niet uitslaan.)

Als je nu een positief geladen staaf bij één van de busjes houdt, trekt de positieve lading van de staaf de negatieve lading in de busjes aan en stoot daar de positieve lading af. Omdat de lading in metaal kan bewegen, worden de twee soorten lading van elkaar gescheiden (de negatieve lading komt dus het dichtst bij de staaf).

We noemen dit verschijnsel **influentie**.

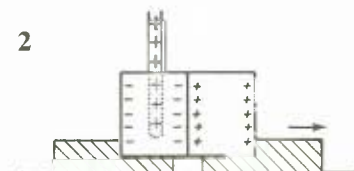
Wanneer je vervolgens het rechter busje eerst wegschuift en dan pas de staaf weghaalt, zal het linker busje negatief en het rechter busje positief geladen zijn.

Je kunt dit controleren met een elektroscop. Tenslotte kun je de busjes weer tegen elkaar aanzetten. Ze blijken dan weer ongeladen te zijn, dat wil zeggen elk busje bevat weer evenveel positieve als negatieve lading.

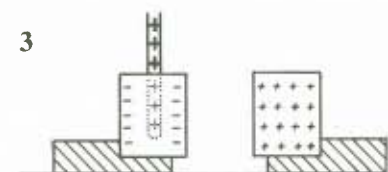
Positieve en negatieve lading trekken elkaar immers aan, zodat ze weer door elkaar komen te zitten.



1
De ongeladen busjes bevatten evenveel + als - lading.



2
De staaf raakt de busjes NIET aan.



3
De busjes hebben tegengestelde ladingen gekregen.



4
Worden de busjes weer tegen elkaar aan geschoven...



5
...dan zijn ze weer ONGELADEN (= NEUTRAAL).

Met influentie kun je ook verklaren waarom een ongeladen elektroskoop uitslaat als je er een geladen staaf bijhoudt zonder de elektroskoop aan te raken (P 3, proef 5). Een ongeladen elektroskoop geeft geen uitslag omdat er overal evenveel positieve als negatieve lading aanwezig is. De wijzer wordt even sterk aangetrokken als afgestoten. Komt er een geladen voorwerp in de buurt van de knop, dan wordt de lading gescheiden: Bij de wijzer zit nu gelijksoortige lading en dus wordt hij afgestoten!



In proef 6 van P 3 heb je gezien hoe je kunt bepalen welke soort lading er op een **geladen** elektroskoop zit, **zonder** de elektroskoop aan te raken! Je moet dan de elektroskoop naderen met een geladen voorwerp waarvan je de soort lading kent, bijvoorbeeld een negatief geladen plastik staaf. Slaat de elektroskoop **verder** uit dan is hij negatief geladen: wordt de uitslag **kleiner** dan is hij positief geladen. Ook hier speelt bij de verklaring influentie een belangrijke rol.

Bekijk de tekeningen hiernaast maar eens.

Bedenk wel dat een geladen elektroskoop eerst ongeladen was, dus zowel positieve als negatieve lading bevat. Wanneer hij bijvoorbeeld positief geladen is, betekent dat alleen maar dat er nu overal meer positieve dan negatieve lading zit. Er is positieve lading bijgekomen (of negatieve lading verdwenen).

Als je de elektroskoop nadert met een negatief geladen staaf dan wordt door influentie het overschot aan positieve lading bovenaan groter en onderaan kleiner. De wijzer wordt minder sterk afgestoten, dus de uitslag wordt kleiner.

Je moet bij het bovenstaande wel bedenken dat we geen onderzoek hebben gedaan naar de vraag of de positieve en de negatieve lading allebei kunnen bewegen of dat alleen de positieve of alleen de negatieve lading kan bewegen.

Een antwoord op deze vraag is uit onze proeven niet af te leiden.

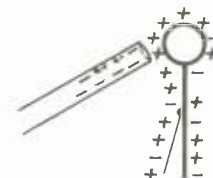
Uit een hele andere theorie blijkt dat in vaste stoffen alleen de negatieve lading beweegt. Uit de scheikunde heb je misschien al geleerd dat stoffen uit atomen bestaan en dat deze weer uit elektronen en ionen bestaan. Elektronen zijn negatief geladen deeltjes met maar heel weinig massa. De ionen zijn positief geladen en hebben vrijwel alle massa van het atoom. Het is dan wel te begrijpen dat elektronen veel gemakkelijker in beweging te brengen zijn dan ionen.



Ongeladen



Positief geladen
(meer positieve lading
dan negatieve lading)



De lading wordt
(gedeeltelijk)
gescheiden

Blok 8 | Theorie 4

Bewegende lading is elektrische stroom

In blok 7 werden een paar effecten van de elektrische stroom ontdekt:

- het warmte- en lichteffect;
- het magnetisch effect.

In P 4 heb je gezien dat ook bewegende lading een warmte- en een magnetisch effect vertoont. Voorbeeld: de ampèremeter in proef 5 voor het magnetisch effect. Een sprekend voorbeeld van het warmte effect van bewegende lading is de bliksem. Bij blikseminslag kan een huis in brand vliegen of een boom verkolen. Bliksem is een grote hoeveelheid lading, die van de ene wolk naar de andere of van een wolk naar de aarde overspringt.

We mogen nu wel zeggen dat onze veronderstelling uit P 2: 'elektrische stroom is niets anders dan bewegende lading', juist blijkt te zijn.

Je weet dus nu wat er stroomt bij een elektrische stroom, namelijk elektrische lading.

Lading stroomt niet overal doorheen

1

Vaste stoffen, vloeistoffen en gassen.

Iedereen weet dat elektrische snoeren uit koperdraad bestaan, waar rubber of kunststof omheen zit. De elektrische lading gaat goed door het koper maar niet door het rubber. We noemen stoffen waar de lading goed doorheen gaat **geleiders** en stoffen waar deze niet doorheen gaat **isolatoren**.

In P 5 heb je onderzocht of een stof een geleider of een isolator is. Je hebt daartoe de stroomsterkte gemeten. We hebben stilzwijgend aangenomen dat een grotere stroomsterkte overeenkomt met het meer passeren van lading. We zullen hierover in T 6 nog een duidelijke afspraak maken.

Uit allerlei onderzoeken, maar ook uit de dagelijkse ervaring blijkt dat metalen goede geleiders zijn. (Daarom: steek geen spijker in het stopkontakt!) Het ene metaal geleidt de stroom beter dan het andere: koper blijkt een buitengewoon goede geleider te zijn, lood wat minder. De meeste andere vaste stoffen zijn isolatoren: droog hout, zand, rubber, glas, kunststoffen enzovoorts. Een vaste stof die geen metaal is maar toch stroom geleidt is koolstof. De stift van een zacht potlood bestaat uit koolstof.

De meeste vloeistoffen in zuivere toestand zijn bijna volmaakte isolatoren. Dit geldt ook voor water. Maar gewoon kraanwater blijkt de elektriciteit al duidelijk te geleiden. Dat komt omdat daar allerlei stoffen in zijn opgelost. Oplossingen van bijvoorbeeld keukenzout of soda blijken de elektriciteit goed te geleiden. Daarom is het zeer gevaarlijk elektriciteit met water in aanraking te brengen. Niet alle oplossingen in water zijn geleiders: suikerwater is een isolator.

Gassen zijn isolatoren: De twee punten van een stopkontakt zijn door lucht van elkaar gescheiden. Tussen die twee punten loopt geen stroom. Toch is het soms mogelijk in lucht vonken over te laten springen.

Dan blijkt er heel even stroom te lopen. De bliksem is hiervan een voorbeeld. In T.L.-buizen en in gele natriumlampen (de verlichting van grote verkeerswegen) loopt ook een elektrische stroom. Deze buizen zijn gevuld met een gas onder een veel lagere druk dan die van de buitenlucht.

Kleine neonbuisjes in schroevendraaiers worden gebruikt om te kijken of een stopkontakt 'onder spanning staat'. Dit zijn allemaal voorbeelden waarbij gassen de stroom geleiden.

Een interessante proef om te laten zien dat hete gassen de elektriciteit geleiden is de volgende: twee vertikaal opgestelde platen zijn verbonden met een bandgenerator. Men plaatst een brandende kaars tussen de platen. Dan blijkt dat de vlam zich naar twee zijden verspreidt in de richting van de platen. Als de stroom zou worden gemeten met een zeer gevoelige ampèremeter, zou deze een uitslag vertonen. Uit deze proef blijkt dat hete lucht de stroom geleidt.

2

Kortsluiting.

Vroeger (tot ongeveer 1930) gebruikte men rubber als isolatiemateriaal voor snoeren en kabels.

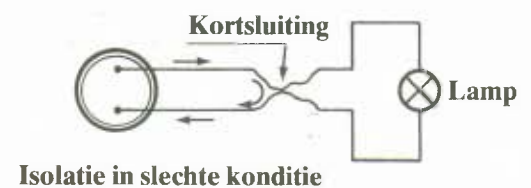
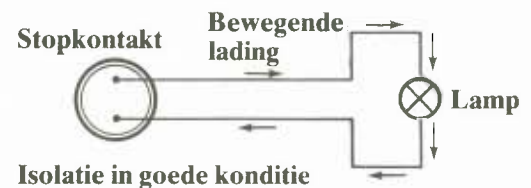
Dit materiaal wordt op den duur bros en kruimelig. Dat kan tot gevolg hebben dat de twee aders van een snoer met elkaar kontakt maken. Als dat gebeurt spreken we van kortsluiting.

Hierboven zijn in 2 tekeningen een snoer in goede en slechte konditie getekend. Als de isolatie ondeugdelijk is kan een toestand ontstaan, waarbij de lading heel makkelijk van de ene ader van het snoer kan overgaan op de andere.

Hierbij loopt de stroomsterkte tot grote waarde op omdat de lading niet meer door het dunne gloeidraadje van het lampje gaat. Er kan dan een sterke **warmte-ontwikkeling** optreden, waardoor zelfs brand mogelijk is.



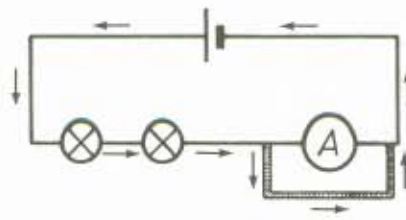
Nooit doen!





Aansluiting op het lichtnet

Om dit te voorkomen heeft men in elke woning smeltzekeringen aangebracht. Zo'n smeltzekering bevat een dun draadje. Wanneer de stroom door dit draadje groot wordt, smelt het draadje door. De stroomkring is dan niet meer gesloten en er loopt geen stroom meer. Als in huis de 2 aders van een snoer elkaar raken wordt de stroomsterkte zeer hoog. Dat is maar van korte duur omdat de smeltzekering doorbrandt. Daardoor kan veel schade voorkomen worden.



Kortsluiten **kan** dus een gevaarlijke toestand betekenen: brand enz. Aan de andere kant gebruiken we het woord kortsluiting als we door een schakelement (even) géén stroom willen laten lopen. Het kan zijn dat we een ampèremeter willen **beschermen** tegen te veel stroom. We 'sluiten-hem-dan-kort' ofwel we brengen een heel dikke draad parallel aan de meter. Praktisch alle stroom gaat dan door die dikke draad.

 = Symbool smeltzekering

Blok 8 | Theorie 6

Ampère, coulomb en...?

In dit blok heb je kennis gemaakt met het begrip elektrische lading en in het vorige blok met stroomsterkte. In P 4 en T 4 heb je kunnen zien, dat elektrische stroom op te vatten is als het bewegen van elektrische lading. Verder weet je dat je stroomsterkte kunt meten en dat we daarvoor de eenheid **ampère** gebruiken. Om ladingen te kunnen meten heb je een eenheid nodig.

Als eenheid van lading gebruikt men **1 coulomb** (1 C).

Metten van een hoeveelheid lading is dus het bepalen van het aantal coulomb. Wat is nu het verband tussen coulomb en ampère?

We vergelijken de stroomsterkte bij elektriciteit met de stroomsterkte bij water (door een buis of in een rivier).

Bij water: stroomsterkte is de hoeveelheid water die per seconde een bepaalde plaats passeert, dus het aantal m³ per seconde.

Bij elektriciteit: stroomsterkte is de hoeveelheid lading die **per seconde** een bepaalde plaats passeert, dus het aantal **coulomb per seconde**.

Wij spreken daarom af dat:

$$1 \text{ ampère} = 1 \text{ coulomb per seconde.} \quad (1 \text{ A} = 1 \text{ C/s})$$

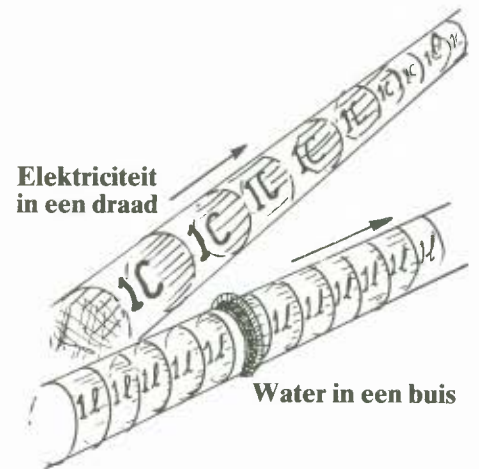
Als je het bovenstaande hebt begrepen, is het niet meer zo moeilijk om te bepalen hoeveel lading er op een bepaalde plaats in een stroomkring passeert.

Een voorbeeld: Je wilt weten hoeveel lading in 15 s door een lamp gaat, als de stroomsterkte door de lamp 2 A is.

Je weet nu, dat een stroomsterkte van 2 A betekent:

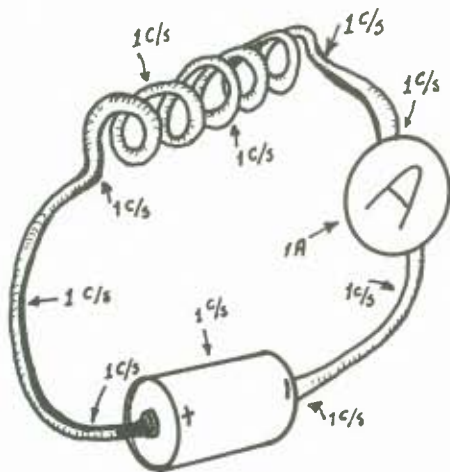
Elke s gaat er door de lamp 2 C lading. In 15 s gaat er dan $15 \times$ zoveel lading door de lamp, dus **30 C**.

Je moet wel steeds blijven bedenken, dat we bij een elektrische stroom aannamen dat er iets stroomde. Je kon echter niets **zien** stromen. Dit geldt ook voor lading; je kunt lading niet zien! Als je je afvraagt wat lading nu precies is en hoe het eruit ziet, dan kun je daar uit de proeven die we gedaan hebben, geen antwoord op krijgen. Het antwoord krijg je bij natuurkunde of scheikunde als er over ionen en elektronen gesproken wordt.

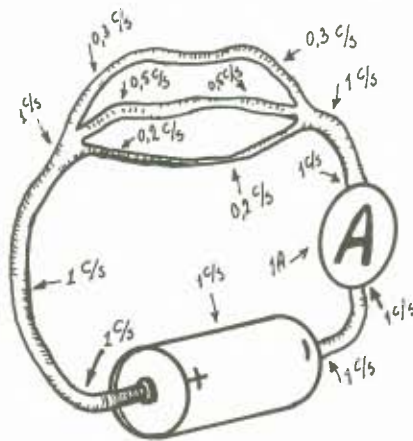


$$1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$$

Nu we zeggen dat elektrische stroom bewegende lading is, kunnen we de kenmerken van serie- en parallelschakelingen nog eens op een wat andere manier opschrijven. Als je die kenmerken niet meer weet, zoek ze dan eerst even op in blok 7.



Stroomsterkte 1 A.
Serieschakeling.



Stroomsterkte 1 A totaal.
Parallelschakeling.

Serieschakeling:

- In een gesloten stroomkring passeren per seconde overal evenveel coulombs. Er hoopt zich geen lading op.
- In een geopende kring passeren nergens coulombs. De lading kan zich dan niet verplaatsen.

Parallelschakeling:

- Het totale aantal coulombs dat elke seconde passeert in alle takken samen, is gelijk aan het aantal coulombs dat elke seconde door het onvertakte gedeelte gaat.
- Ook hier geldt: Wat er aan lading in gaat, komt er in dezelfde tijd ook uit.
- Als we één tak afsluiten kan daar geen lading meer passeren. In de andere tak(ken) natuurlijk nog wel.

Tenslotte nog dit: al begrijp je nu van veel elektrische verschijnselen meer dan een tijdje geleden, er blijven nog wel wat vraagtekens over. Bijvoorbeeld:

- Wat is er nu eigenlijk de oorzaak van, dat lading zich gaat verplaatsen?
- Waarom kun je met een bandgenerator flinke vonken door lucht laten lopen en met een batterij niet? Een batterij kan toch meer dan 1 A stroom leveren en de stroomsterkte bij een bandgenerator is bijna te klein om te meten.
- Als twee verschillende lampen in serie worden geschakeld branden ze niet even fel, terwijl toch de stroomsterkte in beide gelijk is. Hoe kan dat?
- Op een batterij staat vaak 1,5 Volt en bij een stopkontakt spreken we over 220 Volt. Wat betekent dat?

Het is dus maar goed dat dit niet het laatste blok over elektriciteit is!

Lading

1
Noem, behalve de al genoemde voorbeelden in T 1, nog een voorbeeld uit het dagelijkse leven, waarbij je te maken hebt met een lading.

2
Beschrijf nauwkeurig hoe je te werk zou gaan, als je te weten wilt komen welke soort lading zich op een gewreven kammetje bevindt.

Bewegende lading

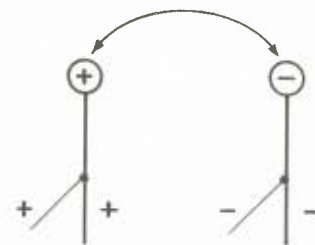
1
Lees proef 2 van P 4 van blok 7 nog eens aandachtig door.
Kun je de 6 stappen van T 2 ontdekken in dat stuk?
Welke niet?

2
Hoe kun je met behulp van een elektro-skoop nagaan, of een voorwerp positief of negatief geladen is?
Waar maak je gebruik van het feit dat lading kan bewegen?

3
De staaf van de elektro-skoop is door middel van een afschermende plastik ring met het metalen kastje verbonden. Heeft deze ring een bijzondere betekenis?
Leg dit uit.

4
Je kunt een elektro-skoop met de hand ontladen. Verklaar dit.

Influentie



1
Iemand heeft twee elektro-skopen. De ene is positief geladen, de andere is negatief geladen. De hoeveelheden lading die op de elektro-skopen aanwezig zijn, zijn gelijk. De knoppen van de elektro-skopen worden door middel van een dun koperdraadje met elkaar verbonden.
Wat gebeurt er met de uitslag van de elektro-skopen nadat ze met elkaar verbonden zijn?

Hoe kun je dit verklaren?

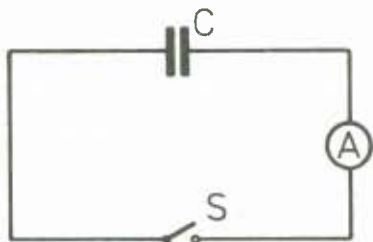
2
Wat gebeurt er met de uitslag van een negatief geladen elektro-skoop als we deze naderen met een negatief geladen staaf, zonder de knop aan te raken?
En wat gebeurt er als we deze elektro-skoop naderen met een positief geladen staaf?

3
Een ongeladen propje aluminiumfolie hangt aan een nyloodraad.
Iemand nadert dit propje met een negatief geladen staaf en constateert aantrekking. Hij raakt nu het propje aan met een dun koperdraadje.
Wat gebeurt er volgens jou met het propje? Verklaar dit.

4
In P 3 proef 1 heb je gezien dat een ongeladen propje aluminiumfolie zowel door een positieve als door een negatieve geladen staaf werd aangetrokken. Probeer dit eens te verklaren. Teken eerst in beide gevallen de verdeling van de lading op het propje.

5
Iemand wil een elektro-skoop laden zonder deze met een geladen voorwerp aan te raken. Hij heeft wel een geladen staaf ter beschikking.
Hoe zou hij dit kunnen doen? Hij brengt in ieder geval de geladen staaf op geen enkele manier in verbinding met de elektro-skoop.
Licht je antwoord toe met tekeningen.

Bewegende lading is elektrische stroom



1
Hoe komt het dat een geladen kondensator zich ontladst bij het sluiten van de schakelaar S?

2
Je hebt bij proef 4 gezien hoe je een flitslampje tot ontbranding kunt brengen. Bij de flitsapparaten, zoals die op camera's kunnen worden bevestigd, worden geen bandgenerators geleverd.

a Hoe komt men bij deze apparaten aan de lading, die door het flitslampje moet stromen?

b Probeer na te gaan hoe een lampjesflitsapparaat is ingebouwd.

c Probeer het schakelschema van zo'n apparaat te tekenen.

3
In blok 7 heb je gewerkt met batterijen en in dit blok werden de proeven uitgevoerd met een bandgenerator.
Zowel een bandgenerator als een batterij is in staat

Een verschil tussen een batterij en een bandgenerator is

4
De Grieken kenden reeds het verschijnsel van **statische** elektriciteit.
Hoe zou het komen dat er zoveel tijd passeerde voordat men gebruik kon maken van de **stromende** elektriciteit?

Lading stroomt niet overal doorheen

1
Bestaat een zekering, ook wel een stop of smeltveiligheid genoemd, uit een isolator of een geleider?

2
Waarom kan bij lekkage kortsluiting ontstaan?
Wat is kortsluiting?

3
Soms blijft een boterham in een broodrooster vast zitten.
Is het dan verstandig om met een vork de boterham eruit te halen?

4
In radio's zitten allerlei kleine 'radioweerstanden'. In zo'n weerstand zit soms een dun koolstoflaagje.
Zijn dat dus isolatoren of geleiders?

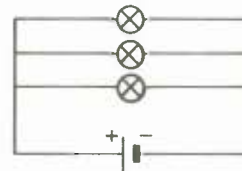
5
In automotoren worden telkens korte vonken gemaakt om de benzinedamp te doen ontploffen. Deze vonken worden met behulp van bougies door elektrische ontladingen gemaakt.
Wat zal er gebeuren als er sprake is van een 'vette bougie'?
Hoe verklaar je dat?

Ampère, coulomb en...?

1
Als je ergens in een stroomkring wilt weten hoeveel lading er passeert, wat moet je dan meten?

2
De stroomsterkte door een lamp is 1,5 A. Hoeveel lading passeert de lamp in 1 minuut?

3
Drie gelijke lampjes zijn parallel geschakeld.
Hoe groot is de stroomsterkte in elk lampje, als er in de hoofdkring in 25 s een lading van 15 C passeert?



4
Hoelang moet een lampje branden voordat bij een stroomsterkte van 3 mA er 2 C lading door het lampje is gegaan?

5
a Als in een beekje en in een rivier de stroomsterkte even groot is, welke verschil zie je dan?

Wat is er dus wel verschillend?

b In een gloeidraad (erg dun) van een gloeilamp en in het snoertje (dik) naar de lamp toe, is de stroomsterkte even groot. Probeer nu eens uit te leggen hoe het mogelijk is dat in dezelfde tijd, door een heel dunne stroomdraad evenveel coulomb lading gaat als door een dikke draad.

6
a Probeer uit te leggen waarom op een ongeladen voorwerp gemakkelijker lading te brengen is dan op een voorwerp waar al wat lading op zit.

b In P 3 heb je kennis gemaakt met een condensator. In principe bestaat een condensator uit twee metalen platen die door een dun laagje isolerend materiaal zoals lucht of papier zijn gescheiden. De ene plaat wordt positief geladen, de andere negatief.

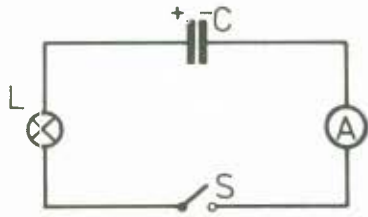
Probeer nu uit te leggen waarom je op een condensator veel lading kunt opslaan, in elk geval veel meer dan wanneer je de platen niet dicht bij elkaar houdt.

We ontladen een geladen condensator via een lampje en een ampèremeter door de schakelaar te sluiten. Het schakelschema staat hiernaast.

De ampèremeter slaat gedurende 8 s uit en geeft gemiddeld 0,25 A aan.

a Hoeveel lading zat er op de condensator?

b Leg uit waarom de ampèremeter een steeds kleinere stroomsterkte aangeeft tijdens het ontladen.



Blok 8 | Herhaalblad 1

Scheiding van lading

1

Beantwoord eerst de volgende vragen:

a Welke soorten lading zijn er?

b Kun je lading zien?

c Wat kun je waarnemen als je twee geladen voorwerpen bij elkaar in de buurt brengt?

d Bevat een ongeladen voorwerp lading?

e Kan lading door een voorwerp heen bewegen?

Door welke voorwerpen wel en door welke voorwerpen niet?

Kontroleer je antwoorden in het antwoordblad. Als je één of meer vragen fout hebt, praat hierover dan eerst met je leraar voordat je verder gaat.

2

a Neem evenveel knikkers van twee verschillende kleuren.

Meng de twee soorten knikkers goed door elkaar.

Doe de knikkers in een bakje en zorg dat de bodem met knikkers bedekt is.

Maak nu eens een tekening in kleur van wat je ziet als je bovenop de knikkers kijkt.

b Kies nu steeds knikkers van één kleur uit en schuif die één voor één met je vinger naar één kant van de bak.

Als je dit een tijdje hebt gedaan en je kijkt weer bovenop de knikkers, wat is er dan veranderd?

Maak weer een tekening in kleur.

Tekening 1



Metalen staaf

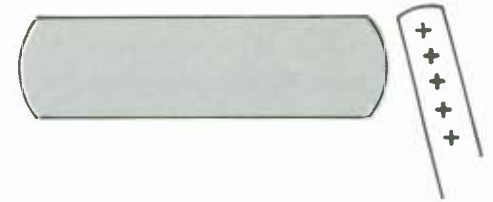
3

a Hiernaast is een ongeladen (= neutrale) metalen staaf getekend. Je weet al dat de staaf wel lading bevat.

Welke soorten lading bevat de staaf?

Waarom noemen we de staaf dan toch ongeladen?

b Stel dat je de lading zou kunnen zien. Teken dan in de staaf wat je ziet. Geef de twee soorten lading aan met ++ (plusjes) en -- (minnetjes). Je kunt de + en de - ook nog een verschillende kleur geven.



c We brengen nu een positief geladen staaf, bijvoorbeeld geweven perspex, dicht bij het uiteinde van de metalen staaf. Nu weet je dat lading door een metaal kan bewegen. Je weet ook dat lading van verschillende soort elkaar aantrekt en dat lading van dezelfde soort elkaar afstoot. Teken nu wat er met de lading in de metalen staaf gebeurd is.

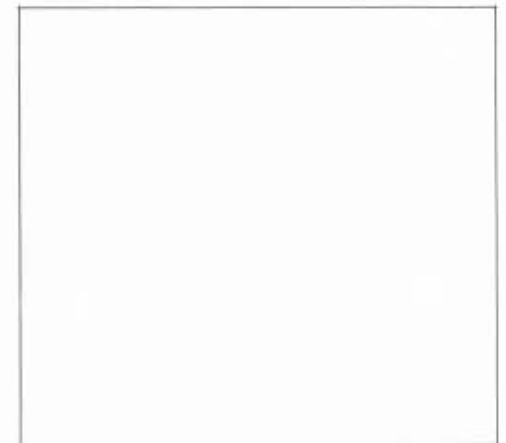
Teken ook de lading op de perspex staaf.

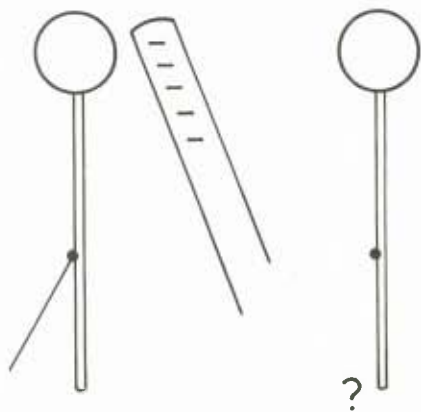
d Als je goed getekend hebt, dan zie je in de metalen staaf aan de kant van het perspex vooral negatieve lading en aan de andere kant vooral positieve lading. De twee soorten lading zijn dus uit elkaar gehaald.

Hoe heet dit verschijnsel?

Verklaar wat er gebeurd zou zijn als, in plaats van een metalen staaf, een glazen staaf gebruikt was.

Tekening 2





4

a Bedenk dat je influentie, dat is scheiding van lading, niet kunt zien. Het is een soort model om je voor te kunnen stellen wat er bij verschillende proeven gebeurt. We gaan daarom nog eens een proef bekijken die je in P 3 gedaan hebt.

Wat zie je gebeuren als je een negatief geladen staaf bij de bovenkant van een elektroscop houdt?

Leg nu zelf uit hoe je dit kunt verklaren.

Maak er een tekening bij van de ladingsverdeling op de elektroscop, met plusjes en minnetjes.

b Teken de ladingsverdeling als de negatief geladen staaf weer wordt weggehaald.

Wat zou er dus moeten gebeuren met het metaalstripje of de wijzer van de elektroscop en waarom?

Herhaalblad 1

Scheiding van lading

1

- a Positieve en negatieve lading.
- b Nee.
- c Aantrekking of afstoting, dus een krachtwerking.
- d Ja, evenveel positieve als negatieve lading.
- e Ja, maar alleen door geleiders. Door isolatoren (bijna) niet.

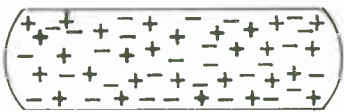
2

- b De knikers van de ene kleur zitten bijna allemaal aan de ene kant. Die van de andere kleur zitten dus bijna allemaal aan de andere kant. De kleuren zijn uit elkaar gehaald, gescheiden.

3

- a Positieve en negatieve lading. Er is evenveel positieve als negatieve lading. Deze heffen elkaars krachtwerking op.

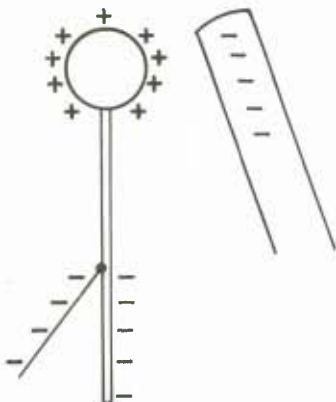
b



c



- d Influentie (scheiding van lading). De positieve lading in de perspex staaf trekt de negatieve lading in het glas nog wel aan en stoot de positieve lading in het glas nog wel af, maar deze ladingen kunnen bijna niet bewegen, want glas is een isolator. Er treedt dus bijna geen influentie op.



4

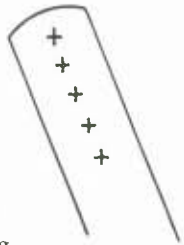
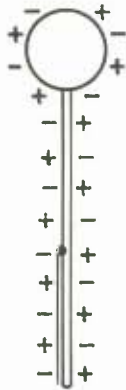
- a Het metaalstripje of de wijzer gaat uitstaan.

Er treedt weer scheiding van lading op. Bij het metaalstripje zit dus vooral negatieve lading.

Het stripje wordt afgestoten.

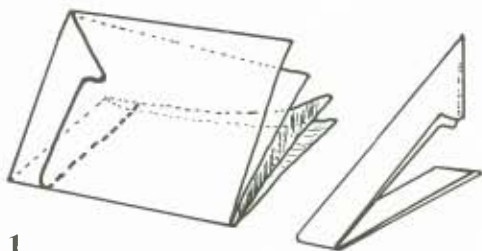
- b Het metaalstripje gaat weer tegen het staafje aanzitten.

Het wordt niet meer afgestoten omdat er evenveel positieve als negatieve lading is. Ja, in P 2 heb je ook gezien dat het metaalstripje terugzakke.



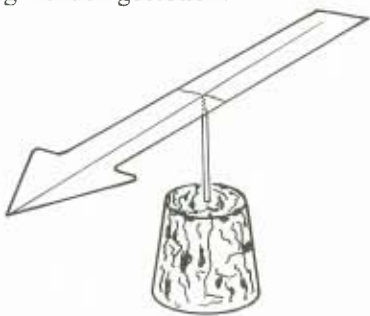
Goochelen met lading

In een hoekje van mijn boekenkast vond ik een boekje, dat er blijkbaar al jaren had gestaan. Na het wegblazen van een dikke laag stof bladerde ik het boekje eens door. Het bevatte een verzameling van 100 'natuurkundeproeven', die eigenlijk beter goocheltrucs konden worden genoemd. Onder de 100 beschrijvingen waren er enige, die vielen onder het onderwerp **lading**. Hieronder volgt een aantal van die beschrijvingen. Voer de proeven uit en probeer de optredende verschijnselen te verklaren.



1 De draaimolen in het glas.

Knip uit een in vieren gevouwen stuk papier een pijl, zoals op de tekening is afgebeeld. Zet deze met het kruispunt der beide vouwen op een rechtopstaande naald, die in een kurk gestoken is. Denk erom, dat de naald niet door het papier mag worden gestoken!

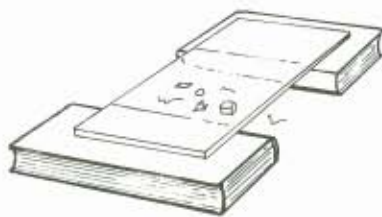


Zet nu een **droog** glas zonder voet over de pijl. Je kunt nu de pijl laten draaien zonder het glas op te tillen en dus zonder hem aan te raken. Ook kun je de punt van de pijl laten stilstaan in een van te voren aangewezen richting. Probeer eens, voor je verder leest, uit te vissen wat je daarvoor moet doen.

Wrijf met een wollen lap of een papieren zakdoek het glas op een plek die in de aangewezen richting ligt. De pijl zal draaien totdat de punt stilstaat tegenover het gewreven deel.

Als je het glas van boven, telkens in dezelfde richting wrijft, zal het pijltje met steeds grotere snelheid gaan draaien. Als

je nu de pijl vervangt door een kruis en daaraan met behulp van dunne draadjes vier paardjes van papier hangt, dan is je draaimolen compleet.



2 De poppendans.

We leggen twee dikke boeken op tafel op enige afstand van elkaar. Op die boeken leggen we een glasruit of perspex plaat die met twee tegenover elkaar liggende randen op de boeken rust. Onder de ruit leg je verschillende lichte voorwerpen op de tafel (stukjes kurk, papier of schuimplastik, veertjes).

Als je nu de ruit met een wollen lap wrijft zie je al die voorwerpen van de tafel tegen het glas springen, weer op tafel neervallen, nogmaals opspringen, kortom, zich aan een dolle dans overgeven.

Vraag: probeer uit te leggen waarom de voorwerpen opspringen en weer terugvallen.

3 De drie dobbelstenen.

Snij van piepschuim (polystyreen) drie kubusjes van dezelfde grootte. Maak er met viltstift zwarte punten op, net als bij gewone dobbelstenen. Plaats de dobbelstenen onder de ruit van proef 2 en wrijf de ruit weer met een wollen lap. Je ziet de drie dobbelstenen opspringen en tegen het glas kleven. Laat een medeleerling de zichtbare punten optellen.

Wacht daarna enige ogenblikken, zonder de opstelling aan te raken en laat hem zien, dat hij slecht geteld heeft. Het totaal aantal punten is veranderd, doordat de kubusjes telkens kantelen.

4 Elektrische schaduwen.

Als je de onder 2 beschreven proef uitvoert met heel fijn kurkvijsel in plaats van met de aangegeven voorwerpen kun je zien, dat na het opwrijven van het glas het kurkvijsel door het glas wordt aangetrokken. Als je ophoudt met wrijven valt het kurkvijsel langzamerhand weer op tafel. Als je nu, voordat je de proef uitvoert, op de onderkant van de ruit een tekening maakt met een penseeltje, dat je in glycerine hebt gedoopt, kun je voorkomen dat het kurkvijsel weer naar beneden valt. Als je voor de proef het stuk glas tussen een lamp en een scherm zet kun je laten

zien dat het glas doorschijnend is. Na de proef kun je de vergrote schaduw van je tekening op het scherm projékteren.

5 De zeepbellendans.

Blaas en zo groot mogelijke zeepbel en plaats deze op een goed droog wollen of molton kleed. Wrijf een plastik-staaf met een papieren zakdoekje en breng de staaf in de buurt van de zeepbel. Beweeg de staaf in de buurt van de zeepbel. Op deze manier zie je de zeepbel in beweging komen.

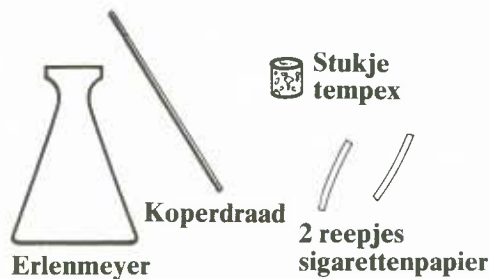
Vraag: Waarom gaat de zeepbel bewegen?

Is de zeepbel een (matige) geleider of een isolator, en waarom blijkt dat uit deze proef?

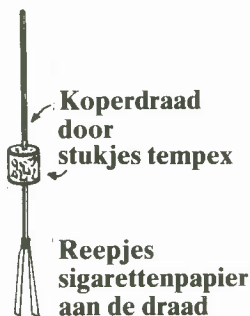
Metten met een zelfgemaakte elektrokoop

1

Bouw van de elektrokoop



Je hebt hiervoor nodig: een bolle fles (bijvoorbeeld een erlenmeyer), een stukje koperdraad, een stuk piepschuim (tempex), twee sigarettenvloetjes, plakband. Maak van het stukje piepschuim (tempex) een kurk die in de fles past. Steek het koperdraad er door. Maak onderaan het koperdraad 2 strookjes van sigarettenvloei vast (een paar mm breed en 3 cm lang). Je kunt dit het beste doen door ze er aan vast te plakken met een klein strookje plakband. Denk erom dat het papier wel contact moet houden met het koperdraad.



2

Onderzoek met de zelfgemaakte elektrokoop.

Onderzoek met je zelfgemaakte elektrokoop zoveel mogelijk stoffen, of ze geladen worden als je ze opwrijft met andere stoffen.

Ga steeds na of de lading positief of negatief is. Daarvoor moet je zelf maar eens een manier bedenken. Je moet natuurlijk wel opschrijven hoe je het gedaan hebt. Voorbeelden van stoffen om te onderzoeken:

- een kammetje, met papier opgewreven.
- een kammetje, met piepschuim opgewreven.
- piepschuim, met een kammetje opgewreven.

- perspex met piepschuim wrijven.
 - piepschuim met perspex wrijven.
 - plastik met papier wrijven.
- enzovoort.

Probeer ook eens een metalen staaf te laden door hem geïsoleerd beet te pakken (bijvoorbeeld met een handvat van piepschuim) en hem op te wrijven door er met een doekje zachtjes op te slaan. Welke lading krijgt de staaf?

Maak van de resultaten een tabel en trek je konklusies.

Aanmoediging: niet te snel opgeven als het niet lukt.



'Doe het zelf'-elektrokoop



3

Als een andere leerling ook een elektrokoop heeft gemaakt kun je samen proberen doen.

Zet de elektroscopen ver uit elkaar en verbind ze met een lang snoer. Wat gebeurt er nu, als je één elektrokoop nadert met een geladen staaf?

Probeer eens, als de staaf nog aanwezig is, het snoertje weg te halen (liefst niet met je handen aanraken en ook niet op de tafel laten komen).

Wat denk je dat er gebeurt als je nu de staaf weghaalt?

Probeer dit allemaal maar eens te verklaren!

Leg uit welke lading er op de 2 elektroscopen zit.

Verklaring?