



Minelabs: de Coulombkracht

Specifieke controles van de time-freeze block

- time-freeze block aan of uit zetten (linker muisknop)

A. *Mysterieuze effecten*

1. Verzamel in het laboratorium subatomaire deeltjes. Dat zijn deeltjes die kleiner zijn dan een atoom, namelijk de **protonen, neutronen en elektronen**, maar ook neutrino's, pionen, positronen, anti-protonen, anti-neutronen en anti-neutrino's.
2. Ga naar een grote open vlakte en plaats de deeltjes op de grond. Kan je de deeltjes indelen in drie groepen, op basis van hun bewegingen?

Groep I:	Groep II:	Groep III:
Deeltjes:	Deeltjes:	Deeltjes:

3. Kruis aan wat van toepassing is en vul aan

Deeltjes uit groep I bewegen niet
 bewegen weg van
 bewegen naar

Deeltjes uit groep II bewegen niet
 bewegen weg van
 bewegen naar

Deeltjes uit groep III bewegen niet
 bewegen weg van
 bewegen naar

4. Deze beweging is te wijten aan een eigenschap van de deeltjes. We noemen deze eigenschap de **elektrische lading**. Omdat er drie groepen zijn, noemen wetenschappers de elektrische lading **positief (+), neutraal (0) of negatief (-)**.
5. Schrijf in tabel A.2 bij de groepen of het gaat over positief geladen deeltjes, neutrale deeltjes of negatief geladen deeltjes. Dit kan je afleiden op basis van de naam en het prentje van de deeltjes.



Extra



Jou is misschien opgevallen dat de deeltjes niet enkel bewegen maar soms ook veranderen of verdwijnen in een lichtflits. Hier hoef je op deze moment nog geen aandacht aan te besteden, maar de natuur werkt nu eenmaal zo. Als je nieuwsgierig bent, kan je hier wat meer informatie vinden:

- Sommige deeltjes zijn niet stabiel. Zo'n instabiel deeltje zal na verloop van tijd **veranderen** in een ander deeltje. Hierbij verschijnt een zwak boson. Bijvoorbeeld zal een neutron na een tijdje veranderen in een proton, waarbij een zwak boson verschijnt. Dit fenomeen is de basis van **radioactief verval** (Zie daarvoor het werkblad over radioactiviteit).
- Ieder deeltje heeft een anti-deeltje. Wanneer een deeltje en een anti-deeltje elkaar raken, verdwijnen ze met een lichtflits. Zij **annihileren** elkaar. (Zie daarvoor het werkblad over radioactiviteit).

B. De Coulombkracht

1. Een elektrisch geladen deeltje kan een ander geladen deeltje vanop afstand doen bewegen. Deze kracht op afstand noemt men **de Coulombkracht**. Het geladen deeltje oefent de Coulombkracht uit op het ander deeltje.
2. Om de Coulombkracht te onderzoeken, kan je **de puntlading** gebruiken. Dat is een theoretisch puntobject dat geen volume heeft. Plaats enkele deeltjes in de puntlading. De elektrische lading van de puntlading is de van de elektrische ladingen van de deeltjes.
3. Gebruik twee puntladingen. Varieer hun elektrische ladingen en onderzoek de Coulombkracht die de puntladingen op elkaar uitoefenen.
 - Wanneer de elektrische ladingen van de puntladingen hetzelfde teken hebben, ondervinden zij een aantrekkende / afstotende kracht.
 - Wanneer de elektrische ladingen van de puntladingen een tegengesteld teken hebben, ondervinden zij een aantrekkende / afstotende kracht.
 - Wanneer puntlading 1 een grotere lading krijgt, wordt de kracht sterker / zwakker.
 - Wanneer puntlading 2 een grotere lading krijgt, wordt de kracht sterker / zwakker.



- Wanneer de afstand tussen de puntladingen groter wordt, wordt de kracht sterker / zwakker.

Besluiten:

- De wet van Coulomb, genoemd naar de Franse natuurkundige Charles-Augustin de Coulomb, beschrijft de kracht die twee elektrische puntladingen op elkaar uitoefenen.
- De Coulombkracht is recht / omgekeerd evenredig met elk van de ladingen
- Als de ladingen beide positief of beide negatief zijn, oefenen de puntladingen een kracht op elkaar uit en wordt de kracht als positief gerekend. Zijn de ladingen tegengesteld van teken, dan is er een kracht die negatief wordt gerekend.

C. Het elektrisch veld

1. Neem elektrische veldsensoren en plaats deze in de buurt van objecten met een elektrische lading. **De veldsensor toont de grootte en de richting van het elektrische veld op een bepaalde positie.** Wat valt je op?

- De veldsensor wijst weg van / naar negatieve ladingen.
- De veldsensor wijst weg van / naar positieve ladingen.
- In de buurt van een grotere lading is de veldsensor korter / langer dan in de buurt van een kleinere lading.
- Dicht bij een lading is de veldsensor korter / langer dan ver weg van de lading.

2. **Het elektrische veld in een bepaalde positie toont watvoor Coulombkracht een deeltje met een testlading $q_2 = +1$ zou ondervinden**, moest het deeltje op die positie geplaatst worden. Het elektrisch veld bevat dus alle informatie van de Coulombkracht, afgezien van de specificaties van de testlading q_2 .

$$E = k \frac{q_1}{r^2} = \frac{F}{q_2}$$

3. Vervang een veldsensor door een positron dat een elektrische lading van +1 heeft. Het positron verplaatst zich

.....



<p>Negatieve ladingen op één lijn (e.g. een stroomdraad)</p>	
<p>Negatieve ladingen in een vlak (e.g. een elektrode)</p>	
<p>Negatieve ladingen in een vlak en positieve ladingen in een vlak dat parallel ligt aan het negatief geladen vlak (e.g. een condensator)</p>	<p>Tussen de vlakken is een uniform elektrisch veld</p>



D. Macroscopische ladingen

1. Tot hiertoe heb je gewerkt met ladingen die je tegenkomt op het niveau van de elementaire deeltjes, zoals de elektrische lading van een handjevol elektronen. In het dagdagelijkse leven kom je echter ladingen tegen die worden veroorzaakt door enkele honderdduizenden miljarden elektronen.

2. Een hoeveelheid lading stellen we voor door de grootte Q. De eenheid voor lading is de Coulomb met als symbool C.

3. De lading is gekwantiseerd. Dat betekent dat iedere lading een veelvoud is van “de kleinste lading die er bestaat”. De kleinst mogelijke lading die er bestaat is deze van het proton en deze van het elektron.

Een proton heeft als lading

$$Q_{proton} = + 1,60 \times 10^{-19} C.$$

Deze wordt voorgesteld als +e.

Een elektron heeft als lading

$$Q_{elektron} = - 1,60 \times 10^{-19} C.$$

Deze is dus -e.

4. Een macroscopisch object kan geladen worden doordat het elektronen opneemt van een ander object of elektronen afstaat aan een ander object. Bijvoorbeeld als je met een doek over glas wrijft, gaan elektronen van het glas naar het doek. Daardoor wordt het glas positief geladen en het doek negatief geladen. De lading die het glas krijgt is in de grootteorde van $10^{-6} C$, dit noemen we microCoulomb

$$10^{-6} C = 1 \mu C.$$

5. Stel dat het doek een lading van $- 1\mu C$ heeft gekregen. Het aantal elektronen dat van het glas naar het doek is gesprongen, kan je berekenen door de lading die het doek krijgt te delen door de lading van één elektron

$$n_{elektronen} = \frac{Q_{doek}}{Q_{elektron}} = \frac{\dots}{\dots} = \dots$$

Dat zijn zeer veel / weinig elektronen!