



minelabs

De Coulombkracht

in samenwerking met

KLA

pito
STABROEK



ontwikkeld door



Shapescape



Universiteit
Antwerpen



umec

A. De Elektrische lading

Vanuit de hoofdruimte, volg het **oranje pad** naar link. Praat met de wetenschapper in de eerste kamer om de geladen deeltjes te krijgen die je nodig hebt voor de volgende oefeningen.

Taak A1 Plaats de deeltjes op de grond en bekijk hoe ze elkaar bewegen: duwen ze elkaar weg, trekken ze elkaar aan, of gebeurt er niets? Op basis van de bewegingen kun je hieronder de deeltjes groeperen:

Groep I	Groep II	Groep III

Taak A2 Op basis van de groepen van hierboven, vervolledig de volgende tabel over de interacties tussen de deeltjes door 'aantrekking' $\rightarrow\leftarrow$, 'afstoting' \leftrightarrow of 'geen interactie' **||** in te vullen.

Groep Naam	Interactie	Groep Naam
I		I
I		II
I		III
II		II
II		III
III		III

De eigenschap van de deeltjes dat ze laat bewegen is de **elektrische lading**. Deze elektrische lading kan positief $+$, neutraal 0 of negatief $-$ zijn.

Taak A3 Vervolledig de onderstaande tabel door 'positieve lading', 'negatieve lading' or 'neutrale lading' in de lege velden te schrijven bij de corresponderende groepen van *Taak A1*. Je kan de positieve of negatieve lading van deeltjes zien op de icoontjes in het spel.

Groep Naam	Lading
Groep I	
Groep II	
Groep III	

Wist je dat

Ja hebt misschien al gezien dat sommige deeltjes niet enkel bewegen, maar soms veranderen ze ook van lading of verdwijnen ze in een lichtflits. Als je nieuwsgierig bent, hier is waarom:

- Sommige deeltjes zijn onstabiel en zullen na een tijd veranderen in andere deeltjes. Wanneer dit gebeurt zal er een zwak boson verschijnen. Bijvoorbeeld, een zwak boson verschijnt wanneer een neutron verandert in een proton. Dit fenomeen ligt aan de basis van radioactiviteit.
- Elk deeltje heeft een antideeltje. Wanneer een deeltje zijn antideeltje tegenkomt, verdwijnen ze in een lichtflits. Dit verschijnsel noemt 'annihilatie'.

B. De kracht weergeven

Praat met de wetenschapper in de tweede kamer om de voorwerpen te krijgen voor de volgende oefeningen. Hieronder kan je een overzicht vinden van de voorwerpen die je zult krijgen.

Taak B1 Je kunt met de voorwerpen spelen en nakijken of het gedrag van de voorwerpen overeenkomt met de lijst die hieronder is weergegeven.

- Een elektrisch geladen deeltje kan een ander geladen deeltje verplaatsen vanop een afstand. Deze kracht op een afstand is de Coulombkracht. Het eerste deeltje oefent een kracht uit op het andere deeltje. Maar dit gaat ook in de andere richting: het andere deeltje oefent een even grote kracht uit op het eerste deeltje.
- De '**Kracht Weergave Knop**' laat je toe om de weergave van de krachten op de deeltjes aan en uit te zetten.
- De uitgeoefende kracht op een deeltje beïnvloed de snelheid van het deeltje. Wanneer de kracht weergave aan staat en de kracht vector zichtbaar is, zal de snelheid van het deeltje veranderen. Deze verandering is de **versnelling** van het deeltje. De versnelling kan het deeltje laten versnellen, vertragen of veranderen van richting.
- Wanneer er geen kracht op het deeltje inwerkt (de kracht weergave staat aan, maar er is geen krachtvector zichtbaar), zal de snelheid van het deeltje niet veranderen. Het deeltje blijft stilstaan of blijft bewegen met een **constante snelheid** (afhankelijk van de beginsnelheid). In het spel ervaren de deeltjes een kleine wrijving, waardoor ze zullen vertragen wanneer er geen kracht inwerkt op hen.

C. De Coulombkracht Vergelijking

Taak C1 Gebruik de machines aan de zijkanten van de derde kamer. De experimenten geven weer hoe de verandering in afstand en lading van de deeltjes de grootte van de Coulombkracht beïnvloedt. Op basis van de experimenten kun je het juiste antwoorde in de onderstaande tabel selecteren.

Optie A	Optie B
<input type="checkbox"/> De kracht is omgekeerd evenredig met de eerste lading $F \sim \frac{1}{q_1}$	<input type="checkbox"/> De kracht is recht evenredig met de eerste lading $F \sim q_1$
<input type="checkbox"/> De kracht is omgekeerd evenredig met de tweede lading $F \sim \frac{1}{q_2}$	<input type="checkbox"/> De kracht is recht evenredig met de tweede lading $F \sim q_2$
<input type="checkbox"/> De kracht is omgekeerd evenredig met het kwadraat van de afstand tussen de deeltjes $F \sim \frac{1}{r^2}$	<input type="checkbox"/> De kracht is recht evenredig met het kwadraat van de afstand tussen de deeltjes $F \sim r^2$

Wist je dat

De Coulomb constante k is een waarde die de Coulombkracht schaalt. De constante is afhankelijk van het medium tussen de ladingen (bijvoorbeeld lucht). In vacuüm is de Coulomb constante:

$$k = 8,99 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

Taak C2 Op basis van de notitie over de Coulomb constante k en de antwoorden in *Taak C1*, selecteer de juiste vergelijking die de Coulombkracht beschrijft.

	Vergelijking
<input type="checkbox"/>	$F = k \cdot q_1 \cdot q_2 \cdot r^2$
<input type="checkbox"/>	$F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$
<input type="checkbox"/>	$F = k \cdot \frac{r^2}{q_1 \cdot q_2}$
<input type="checkbox"/>	$F = k \cdot \frac{1}{q_1 \cdot q_2 \cdot r^2}$

D. Het Elektrisch Veld

Taak D1 Bekijk de tentoonstelling over de elektrische Velden in de vierde kamer en praat met de wetenschapper. De wetenschapper zal je enkele nieuwe voorwerpen geven. Met deze voorwerpen kan je experimenten uitvoeren die je zullen helpen met de volgende opdracht. Hier is een overzicht van hoe je de voorwerpen gebruikt.

- De **'Veldsensor'** is een voorwerp dat je op de grond kan plaatsen. Het toont de richting en grootte van het elektrisch veld. De pijl geeft de vector weer langs het elektrisch veld. De pijl schaalt met de grootte van het elektrisch veld.
- Het **'Tijdsstop Blok'** is een voorwerp dat je op de grond kan plaatsen om de beweging van nabije deeltjes te laten stoppen. Zo kan je het elektrisch veld zijn tijdsdruk bestuderen met een **'Veldsensor'** en geladen deeltjes.
- De **'Puntlading'** is een object in het spel dat je op de grond kan plaatsen, gelijkaardig aan de deeltjes. De lading kan veranderd worden door interacties met protonen en elektronen (neem de deeltjes in jouw hand en klik op de puntlading). Protonen verhogen de lading en elektronen verlagen de lading van de puntlading. Je kan experimenteren met hoe een ladingsverschil het elektrisch veld en de krachten op deeltjes verandert.

Wist je dat

Het elektrisch veld op een bepaalde positie is de Coulombkracht dat een deeltje met lading $q_2 = +1$ ondervindt als het geplaatst zou worden op die positie:

$$\vec{F} = q_2 \vec{E}$$

Taak D2 Plaats een 'Tijdsstop Blok' en enkele 'Puntladingen' ernaast. Gebruik enkele 'Veldsensor' blokken om het elektrisch veld weer te geven. Verander de ladingen van de 'Puntlading' en onderzoek hoe het elektrisch veld verandert. Selecteer hieronder het *juiste* antwoord.

- De vectoren van het elektrisch veld wijzen *weg van / naar* negatieve ladingen.
- De vectoren van het elektrisch veld wijzen *weg van / naar* positieve ladingen.
- De vectoren van het elektrisch veld nabij een grote lading zijn *groter / kleiner* dan nabij een kleine lading.
- Nabij een Puntlading is de vector van het elektrisch veld *groter / kleiner* dan ver weg ervan.

Taak D3 Bekijk het elektrisch veld in 3D en schets het veld hieronder in 2D.

Soort	Elektrisch Veld
Radiaal	
Dipool	
Elektrische draad	
Uniform	

E. Macroscopische Ladingen

Tot nu toe hebben we enkel gewerkt met ladingen op een elementair niveau, zoals de elektrische ladingen van enkele elektronen. Toch, in het alledaags leven ervaar je ladingen die veroorzaakt zijn door enkele honderden duizenden miljarden elektronen.

De hoeveelheid lading is weergegeven door Q . De eenheid van lading is 'Coulomb', weergegeven door het symbool C .

Lading is gekwantiseerd, het komt voor in een veelvoud van 'de kleinste mogelijke lading'. Het elektron en het proton hebben de kleinste mogelijke lading:

een proton heeft lading

$$Q_{\text{proton}} = e = +1.60 \cdot 10^{-19} C$$

een elektron heeft lading

$$Q_{\text{elektron}} = -e = -1.60 \cdot 10^{-19} C$$

Een macroscopisch object kan geladen worden wanneer het elektronen opneemt van een ander object. Het kan ook deeltjes afgeven of doneren aan een ander object. Bijvoorbeeld, als je een doek over een glazen staaf wrijft, zullen er elektronen van het glas naar het doek gaan. Dit maakt het glas positief geladen en het doek negatief geladen. Het glas krijgt een lading die ongeveer gelijk is aan $10^{-6}C$, we noemen dit microcoulomb (μC).

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

Taak E1 Vervolledig de ontbrekende delen in de onderstaande vergelijking, zijn dit *veel* of *weinig* elektronen?

Veronderstel dat het doek een lading krijgt van $-1 \mu C$. Je kan het aantal elektronen berekenen dat van het glas naar het doek ging door de lading die aan het doek is gegeven te delen door de lading van één elektron

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

Dat zijn *veel* / *weinig* elektronen!