



minelabs

Subatomaire Deeltjes

in samenwerking met

KLA

pito
STABROEK



ontwikkeld door



Shapescape



Universiteit
Antwerpen



umec

A. Kwantumvelden

Vanuit de hoofdruime, volg het **paarse pad** naar rechts. Praat met wetenschapper in de eerste kamer om instructies te krijgen hoe te krimpen naar de kwantumdimensie.

Eens daar, verzamel de deeltje met de 'Deeltjesextractor'.

Taak A1 Verzamel alle deeltjes en schrijf ze in de onderstaande tabel:

Groep	Kwantumveld	Deeltje en Anti-Deeltje
Materiedeeltjes	Upquark Kwantumveld	
	Downquark Kwantumveld	
	Elektron Kwantumveld	
	Neutrino Kwantumveld	
Boodschapperdeeltjes	Foton Kwantumveld	
	Gluon Kwantumveld	
	Zwak Boson Kwantumveld	

Wist je dat

In Minelabs stellen we de kwantumvelden voor als wolken. In de realiteit zien kwantumvelden er niet zo uit. Elk type kwantumveld strekt zich uit over tijd en ruimte. Een kwantumveld is overal en altijd aanwezig.

Elementaire deeltjes zijn verstoringen in de kwantumvelden. Je kunt ze vergelijken met mist. De kwantumvelden vullen de volledige ruimte als een mist. Een deeltje wordt gevormd als de mist ergens is samengedrukt om een druppel te vormen. Elementaire deeltjes zijn dus zoals druppels in de mist.

Ga terug naar je normale grootte wanneer je alle deeltjes hebt verzameld. Praat met de wetenschapper. Wanneer je de taak hebt voltooid, kun je naar de volgende kamer gaan.

B. Materiedeeltjes

Taak B1 Vervolledig de onderstaande zinnen.

- Sommige kwantumvelden maken twee deeltjes tegelijk aan. Dit is een combinatie van een **materie deeltje** en een _____-materie deeltje.

Praat met de wetenschapper en experimenteer met de gekregen deeltje. Observeer hoe de deeltjes met elkaar interageren.

- Plaats het juiste anti-deeltje in de nabijheid van een elektron. Wanneer een deeltje en anti-deeltje elkaar raken, dan _____. De deeltjes verdwijnen en in hun plaats komen twee _____.

Taak B2 Schrijf de combinaties van deeltjes die je verkreeg uit de kwantumvelden in de onderstaande tabel.

Materiedeeltje	_____ -materiedeeltje

Wist je dat

Nu je weet dat kwantumvelden de hele tijd deeltjes vormen, kun je jezelf afvragen “zal het aantal materie deeltjes in het Universum enkel toenemen?”

Neen, omdat materie en anti-materie deeltjes altijd in paren gevormd worden op hetzelfde moment. Ze annihilieren met elkaar en verdwijnen onmiddellijk. Tijdens de Big Bang werden materie deeltjes gevormd die nog steeds bestaan! Wetenschapepers denken dat de ruimte tussen de deeltjes zo snel uitzette dat de materie deeltjes geïsoleerd geraakten van de anti-materie deeltjes. Ze kregen waarschijnlijk niet de kans om te annihilieren met elkaar.

C. Boodschapperdeeltjes

Sommige kwantumvelden geven telkens één deeltje. Dit zijn boodschapperdeeltjes. De boodschapperdeeltjes brengen boodschappen over tussen andere deeltjes. Deze boodschap kan 'aantrekking' $\rightarrow\leftarrow$ zijn of 'afstoting' \leftrightarrow of ook 'verandering' \leftrightarrow .

Boodschapperdeeltje
Foton
Gluon
Zwak Boson

D. Het Gluon en de sterke interactie

Ga naar de volgende kamer, en praat met de wetenschapper om een introductie te krijgen van het gluon en de sterke interactie. Je zal alle mogelijke gluonen en quarks krijgen.

Taak D1 Plaats drie gluonen en twee types quarks in de werktafel, zoals het patroon op de muur. Wat is het resultaat van verschillende combinaties aan quarks? Probeer nieuwe deeltjes te maken en schrijf de recepten in de tabel hieronder. Vind je een patroon in de kleuren van de quarks die je combineert?

Quark	3 Gluonen	Quark	Resultaat
<i>Upquark Rood</i>	<i>3 Gluonen</i>	<i>Anti-upquark Rood</i>	<i>Pion nul</i>

Taak D2 Duid de *juiste* antwoorden aan in de zin hieronder.

- Het gluon is het *materiedeeltje* / *boodschapperdeeltje* van de *sterke* / *zwakke* wisselwerking. De boodschap van het gluon is altijd *aantrekking* / *afstoting* tussen *quarks* / *elektronen*. Je kan zeggen dat gluonen de deeltjes sterk bij elkaar 'lijmen' (= 'glue' in Engels).

In Minelabs hebben de quarks 1 specifieke kleur en heeft het gluon er meerdere. In realiteit zijn de quarks en gluonen niet gekleurd, maar hebben ze wat we noemen een **kleurlading**.

Taak D3 Duid de *juiste* antwoorden aan in de zinnen hieronder.

- Uit twee quarks en gluonen kan je een _____ maken.
- Als een quark een bepaalde **kleurlading** (**rood**, **groen** or **blauw**) heeft, dan moet de andere quark _____ hebben.
- De totale kleur van de combinatie van quarks en gluonen is _____.

Nadat je klaar bent met de taken hierboven, mag je naar de volgende kamer gaan. Daar hangt een krijtbord aan de muur met recepten. Praat met de wetenschapper voor jouw volgende taak.

Taak D4 Plaats 3 gluonen en 3 quarks van verschillende soorten op de werkbank. Welke combinaties van quarks geven nuttige recepten? Schrijf er zoveel mogelijk op in de onderstaande tabel.

Quark	3 Gluonen	Quark	Quark	Resultaat
<i>Downquark Rood</i>	<i>3 Gluonen</i>	<i>Upquark Blauw</i>	<i>Upquark Groen</i>	<i>Proton</i>

Wanneer je een kleurlading samenvoegt met een anti-kleur, krijg je een kleur neutrale '**witte**' deeltjes. Bijvoorbeeld, als je een blauwe quark en een anti-blauwe quark samenvoegt (gele kleur in het spel), krijg je een 'wit' deeltje als resultaat. Alle pionen hebben dus een neutrale, witte kleur. Wanneer je drie quarks samenvoegt, zal de kleur van het resultaat ook de neutrale, witte kleur zijn.

Taak D5 Vul de zinnen hieronder in.

- Uit drie quarks en gluonen kan je een _____ maken.
- Je maakt altijd een combinatie van de kleuren _____, _____ en _____ om materiedeeltjes te maken.

Wist je dat

Je hebt misschien gemerkt dat je geen quarks kunt plaatsen in de Minelabs wereld. Dit is omdat een kleurlading nooit op zichzelf kan voorkomen. Alleen deeltjes die combinaties zijn van kleuren die wit geven kunnen bestaan en geplaatst worden in de Minelabs wereld.

Als je klaar bent met de bovenstaande taak, mag je de volgende kamer binnengaan. Praat met de wetenschapper voor jouw volgende taak. Taak D6 is optioneel.

Wist je dat

- In Minelabs, kleuren we de quarks met rood, groen en blauw en de anti-quarks met cyaan, magenta en geel. Dit komt overeen met de **kleurlading** eigenschap van de quarks. Quarks hebben ook een andere lading, de **elektrische lading**. In de onderstaande bonustaak, *Taak D6*, zul je deze elektrische lading van de quarks onderzoeken.
- De elektrische lading van een upquark is $+2/3$, het downquarks heft een elektrische lading van $-1/3$. De anti-deeltjes hebben tegengestelde ladingen, voor zowel kleur- als elektrische lading. De elektrische lading van een anti-upquark is $-2/3$ en van een anti-downquark $+1/3$.
- Wanneer verschillende geladen deeltjes worden gecombineerd, is de totale lading de som van de individuele ladingen.

Taak D6 Plaats de namen en elektrische lading van de gecombineerde deeltjes in volgende tabel.

	Deeltje 1	Deeltje 2	(Deeltje 3)	Resultaat
Naam	<i>Upquark</i>	<i>Anti-upquark</i>		<i>Pion nul</i>
Lading	$+2/3$	$-2/3$		$=0$
Naam				
Lading				
Naam				
Lading				
Naam				
Lading				
Naam				
Lading				

E. Het Zwakke Boson en de Zwakke Wisselwerking

Nadat alle vorige taken correct zijn beëindigd, kun je naar de volgende kamer gaan om te lever over het zwakke boson. Praat met de wetenschapper, je zult enkele zwakke bosonen krijgen en enkele materie deeltjes.

Het **zwakke boson** is een **boodschapperdeeltje**. De boodschap van het zwakke boson is 'verandering' \leftrightarrow . Het zwakke boson zorgt ervoor dat deeltjes veranderen in andere deeltjes. Dit fenomeen noemt de **zwakke wisselwerking**.

Je kunt materie deeltjes combineren in zwakke paren. De twee deeltjes in een zwak paar zullen in elkaar veranderen onder invloed van de zwakke wisselwerking.

Taak E1 Plaats een zwak boson samen met een materie deeltje op de werktafel. Vervolledig de tabel.

Materiedeeltje	Zwakke partner
Upquark	
Elektron	
Anti-upquark	
Positron	

Wist je dat

Is het niet vreemd dat deeltjes kunnen veranderen? Deze vreemde verandering ligt aan de basis van radioactiviteit.

Taak E2 Vervolledig de zinnen hieronder.

- Wanneer een materiedeeltje een zwak boson opneemt of uitspuwt, verandert het materiedeeltje in zijn _____.
- De boodschap van het zwakke boson is _____.
- Dit fenomeen wordt beschreven als de _____ wisselwerking.

F. Het Foton en de Coulomb Interactie

Nadat je de taken over het zwakke boson hebt afgewerkt, kan je opnieuw met de wetenschapper gaan praten. Je zal enkele elektronen en protonen krijgen.

Het foton is het boodschapperdeeltje van de elektromagnetische kracht. Deze kracht is verantwoordelijk voor de fenomenen elektriciteit en magnetisme. Het foton vervoert de boodschap tussen deeltjes met een elektrische lading, zoals het elektron. De boodschap van het foton is 'aantrekking' $\rightarrow\leftarrow$ of 'afstoting' $\leftarrow\rightarrow$ tussen elektrische ladingen. Elektronen hebben een elektrische lading van -1 , terwijl protonen een elektrische lading hebben van $+1$.

Wist je dat

In Minelabs zijn er geen magneten of magnetische krachten. We onderzoeken enkel de krachten tussen de elektrische ladingen – deze kracht noemt de Coulombkracht.

Taak F1 Plaats de elektronen en protonen op de grond en onderzoek hoe ze elkaar beïnvloeden.

Wist je dat

Je kunt dit niet zien in Minelabs (of in het echt), maar geladen deeltjes wisselen fotonen uit met elkaar. Een elektron trekt een foton vanuit het overal-aanwezige kwantumveld en gooit het foton weg. Wanneer een ander elektron het foton vangt, krijgt het de boodschap van aantrekking of afstoting. Het foton verdwijnt terug in het kwantumveld. Het is alsof de elektronen een sneeuwballengevecht houden: ze gooien continu sneeuwballen (fotonen) vanuit het sneeuwtafje (kwantumveld), en als een sneeuwbal uit elkaar valt, verdwijnt de sneeuw terug in het sneeuwtafje.

Taak F2 Trekken de deeltjes elkaar aan of stoten ze elkaar af?

Vervolledig de onderstaande zinnen met 'aantrekking' $\rightarrow\leftarrow$ of 'afstoting' $\leftarrow\rightarrow$.

- Wanneer het foton wordt uitgewisseld tussen deeltjes die beide positief zijn, is de boodschap _____.
- Wanneer het foton wordt uitgewisseld tussen deeltjes die beide negatief zijn, is de boodschap _____.
- Wanneer het foton wordt uitgewisseld tussen deeltjes die een verschillende elektrische lading hebben (één positief en één negatief), is de boodschap _____.

G. Het Standaardmodel

Ga naar de volgende kamer. Kijk naar de verschillende prikborden tegen de muur. Je kunt ze bekijken en meer informatie krijgen over ieder deeltje.

Taak G1 Vervolledig de onderstaande tabel. Wat is het symbool, de mogelijke kleur- en elektrische lading, de zwakke partner of de boodschap van de deeltjes?

De verschillende materiedeeltjes

	Upquark	Downquark	Elektron	Neutrino
Icoon				
Kleurlading				
Elektrische lading				
Zwakke partner				

De verschillende boodschapperdeeltjes

	Gluon	Foton	Zwak boson
Icoon			
Kleurlading			
Elektrische lading			
Boodschap			

H. De Zwaartekracht

Stap verder naar de volgende kamer. Je kunt er een model vinden van ons zonnestelsel.

Het is niet geweten of er een boodschapperdeeltje is voor de zwaartekracht. De zwaartekracht wordt ook niet overgedragen door een deeltje, maar werkt in een totaal andere manier dan de voorgaande krachten.

Taak H1 Praat met de wetenschapper, vervolledig de onderstaande zin.

- Zwaartekracht trekt deeltjes aan die _____ hebben, je kunt zeggen dat de dit de lading is voor de zwaartekracht.

Taak H2 Vervolledig de onderstaande zin met 'aantrekking' $\rightarrow\leftarrow$, 'afstoting' \leftrightarrow or 'verandering' \rightleftharpoons .

- Net zoals bij de sterke wisselwerking, is de boodschap voor de zwaartekracht steeds _____.

Wist je dat

De zwaartekracht is veroorzaakt door massa, zoals deze van een appel, planeet of ster.

Dit is dezelfde massa als in de Tweede Wet van Newton, kracht is massa maal versnelling.

$$\vec{F} = m \vec{a}$$

Is dit niet vreemd? De ene 'massa' is de lading van de zwaartekracht, terwijl de andere 'massa' inertie is of 'hoe moeilijk is om iets te bewegen'. Einstein dacht dat dit geen toeval kon zijn, en maakte zijn Algemene Relativiteitstheorie met als basis deze vreemde gelijkheid van massa's.

Deze theorie beschrijft hoe zwaartekracht de 'ruimtetime' buigt. Als je een beetje massa hebt, zoals een appel, planeet of ster, zal deze de 'ruimtetime' buigen. Een andere massa zal dan deze buiging ervaren en zijn beweging veranderen. De andere massa zal naar de eerste massa vallen (die appel, planeet of ster). Natuurlijk gaat dit in twee richtingen: beide massa's vallen naar elkaar en voelen dezelfde effectieve aantrekkingskracht tussen hen.

Je hebt de les over de subatomaire deeltjes afgerond! Je kunt ofwel praten tegen de wetenschapper en terug gaan naar de start ruimte of je kunt doorgaan met experimenteren.