



Minelabs: elementaire deeltjes

Op het fundamentele niveau, is ons universum opgebouwd uit elementaire deeltjes. Elementaire deeltjes zijn de kleinste bouwstenen van het universum, alsof het lego-blokjes zijn die alle planten, dieren, sterren en planeten vormen. Je zou verwachten dat er ongelooflijk veel verschillende elementaire deeltjes zijn om die grote verscheidenheid te kunnen maken. Het tegendeel is waar.

A. Kwantumvelden

1. Ga via het subatomaire portaal naar de **subatomaire dimensie**. Je bevindt je nu op een schaal die kleiner is dan een atoom, sub-atomair dus.
Je bent veel, veeeeeeel kleiner geworden, tien miljoen keer kleiner. Hier tref je de **kwantumvelden** aan die de **elementaire deeltjes** voortbrengen.
2. Loop gezwind naar de kwantumvelden en probeer ze te *minen* door erop te klikken. Schrijf hieronder welke deeltjes je uit welk kwantumveld krijgt.

	Kwantumveld	Deeltje en antideeltje
materiedeeltjes	upquark-veld	
	downquark-veld	
	elektron-veld	
	neutrino-veld	
boodschapper deeltjes	foton-veld	
	gluon-veld	
	zwak boson veld	

3. Proficiat, je hebt alle verschillende soorten deeltjes verzameld waaruit nagenoeg alles in ons universum is opgebouwd! Met dit handjevol deeltjes is alles om je heen gemaakt.



Extra trippy

In Minelabs hebben we de kwantumvelden gemanifesteerd als wolken van blokken. We zijn er zo goed als zeker van dat de kwantumvelden er in werkelijkheid niet zo uitzien. Ieder type kwantumveld strekt zich uit over de hele ruimte en tijd. Een kwantumveld is overal en altijd.

Elementaire deeltjes zijn als het ware uitstulpingen van het kwantumveld. In drie dimensies kan je je dit mechanisme als volgt voorstellen: De kwantumvelden vullen de volledige ruimte als een mist. Een deeltje wordt gevormd door de mist ergens samen te drukken zodat er een druppel ontstaat. Elementaire deeltjes zijn als druppels in een mist.

Zo'n elementair deeltje wordt in een kwantumveld gevormd, als er voldoende energie wordt toegevoegd aan dat kwantumveld. In Minelabs voeg je die energie toe door te kloppen met je pikhouweel. Zo krijg je deeltjes!

B. Materiedeeltjes

1. Sommige kwantumvelden geven telkens twee deeltjes tegelijk. Dit zijn een **materiedeeltje** en een**materiedeeltje**. De materiedeeltjes vormen alle materie om ons heen. De anti-materiedeeltjes tref je rondom ons niet aan, ookal worden er evenveel van gevormd door de kwantumvelden... Wetenschappers zijn er nog niet achter waarom het zichtbare universum enkel uit materiedeeltjes is opgebouwd en niet uit antimaterie.
 2. Plaats telkens een deeltje naast diens anti-deeltje. Wanneer een deeltje en een antideeltje elkaar raken dan
..... Zij **annihileren** elkaar.
De deeltjes verdwijnen en in de plaats verschijnen
- Noteer in onderstaande tabel bij ieder deeltje, diens antideeltje.

Materiedeeltje	Anti-materiedeeltje
Elektron	
Neutrino	
Pion +	
Pion 0	



Besluiten:

- Wanneer een materie-kwantumveld voldoende energie heeft, dan produceert het tegelijk een deeltje en een deeltje.
- Wanneer een deeltje en een antideeltje elkaar raken, dan annihileren ze elkaar. De deeltjes verdwijnen met een lichtflits.

Extra

Worden er dan voortdurend nieuwe deeltjes gevormd uit de kwantumvelden? Komt er dan steeds meer materie in het Universum?

Ja en nee. Er worden wel voortdurend nieuwe deeltjes gevormd, maar dit leidt niet tot meer materie in het Universum. Hoe kan dat?

Uit een kwantumveld worden voortdurend deeltjes gevormd: steeds tegelijkertijd een deeltje en een antideeltje. De gevormde deeltjes gaan elkaar onmiddellijk annihileren. De materiedeeltjes en anti-materiedeeltjes verschijnen dus voortdurend maar verdwijnen ook direct weer.

Bij **de oerknal** zijn er wel materiedeeltjes gevormd die zijn blijven bestaan en die nog steeds bestaan. De materie die je in ons Universum kan zien, is bij de oerknal gevormd.

Bij de oerknal, is de ruimte ontzettend snel uitgedijd. Het Universum groeide in luttele seconden van een speldenknop tot gigantische proporties. Doordat het Universum zo snel uitdijde, geraakten de gevormde deeltjes en antideeltjes ver van elkaar verwijderd. De deeltje-antideeltje-paren konden elkaar niet meer direct annihileren.

Ze bleven bestaan. Het materiedeeltje kon wel nog door een ander anti-materiedeeltje geannihileerd worden. Maar om een nog onbekende reden bleef er toch een aanzienlijke hoeveelheid materiedeeltjes over! We weten dit omdat we om ons heen heel veel materie kunnen waarnemen.

Berust het feit dat wij bestaan op een minieme toevalligheid? We zouden immers verwachten dat na de oerknal alle materie en antimaterie was verdwenen in lichtflitsen. Waarom is er dan toch zoveel materie en geen antimaterie? Misschien dat we dit mysterie nog tijdens ons leven kunnen achterhalen...



C. Boodschapper-deeltjes

1. Sommige kwantumvelden geven telkens één deeltje. Dit zijn **boodschapperdeeltjes**. De boodschapperdeeltjes brengen boodschappen over tussen andere deeltjes. Deze boodschap kan 'aantrekking' zijn of 'afstoting' of ook 'verandering'.

boodschapperdeeltje	boodschap
foton	aantrekking of afstoting
gluon	aantrekking
zwak boson	verandering

D. Het gluon en de sterke kernkracht

1. Het gluon is een boodschapperdeeltje. In Minelabs heeft het gluon veel kleurtjes omdat het gluon boodschappen overbrengt tussen de kleurrijke quarks. De boodschap van het gluon is altijd 'aantrekking'. **De gluonen zorgen ervoor dat de quarks tot elkaar zijn aangetrokken** en samenblijven. De gluonen plakken de quarks als het ware bijeen, alsof het lijm is (of in het Engels glue). Dit fenomeen noemt men **de sterke kernkracht**.
2. Neem een crafting table, gluonen en een grote voorraad quarks, namelijk alle mogelijke kleuren van upquarks, downquarks, anti-upquarks en anti-downquarks. **Plaats op de crafting grid drie gluonen en plaats nog twee soorten quarks.** Welke combinaties van quarksoorten leveren resultaat op? Noteer zo veel als mogelijk in de tabel hieronder. Eén combinatie krijg je als voorbeeld.



Tip: Wanneer je een kleur combineert met diens anti-kleur krijg je wit (bv. rood met anti-rood geeft wit). De pionen hadden dus allemaal een witte kleur. Wanneer je drie quarks bijeenvoegt, zullen de kleuren van de quarks ook moeten combineren tot wit.

3 gluonen	+ Quarksoort 1	+ Quarksoort 2	+ Quarksoort 3	Resultaat

Besluiten:

- Uit drie quarks en gluonen kan je en maken.
Je maakt altijd een combinatie van de kleuren en en
- Protonen en neutronen zijn heel erg belangrijk want zij zitten in de kern van een atoom. Bekijk het werkblad over de opbouw van atomen, om te ontdekken hoe dit precies in zijn werk gaat,

Extra

Bij het samenvoegen van quarks hebben we gelet op de kleur van de quarks. Wetenschappers noemen dit niet zomaar de kleur, maar de kleurlading van quarks. Als extra, kan je naast de kleurlading ook de elektrische lading beschouwen.

De elektrische lading van een upquark is + $\frac{2}{3}$. Die van een downquark is - $\frac{1}{3}$. De antideeltjes hebben een tegengestelde lading. Dat geldt zowel voor de kleurlading als de elektrische lading.

De elektrische lading van een anti-upquark is - $\frac{2}{3}$. Die van een anti-downquark is + $\frac{1}{3}$.



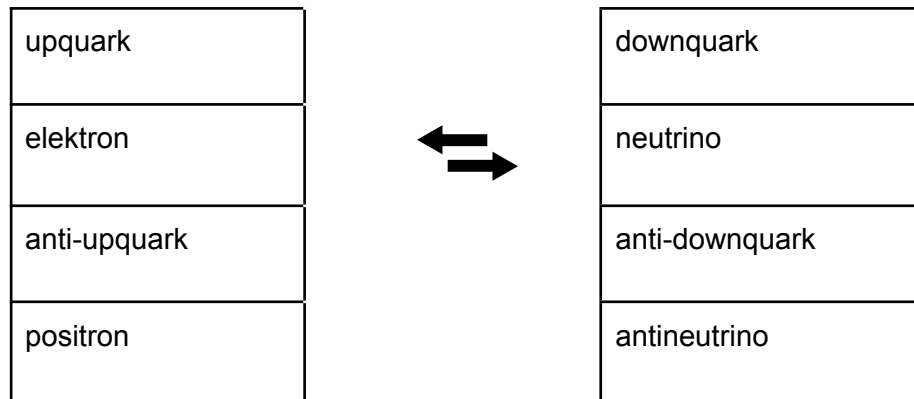
Wanneer je geladen deeltjes samenvoegt, dan is de lading van het resultaat gelijk aan de som van de ladingen.

Vul in de tabel hieronder de namen en elektrische ladingen in van de bijeengevoegde deeltjes en van het resultaat. Eén voorbeeld krijg je al.

	Deeltje 1	Deeltje 2	(Deeltje 3)	Resultaat
Naam	upquark	anti-upquark		pion 0
Lading	+ 2/3	- 2/3		= 0
Naam				
Lading				
Naam				
Lading				
Naam				
Lading				
Naam				
Lading				

E. Het zwak boson en de zwakke kernkracht

1. Het zwak boson is een boodschapperdeeltje. De boodschap van het zwak boson is 'verandering'. **Het zwak boson zorgt ervoor dat deeltjes veranderen in andere deeltjes.** Dit fenomeen noemt men **de zwakke kernkracht**.
2. Je kan de materiedeeltjes indelen in paren. De twee deeltjes van een paar zullen altijd in elkaar veranderen onder invloed van de zwakke kernkracht.
3. Kan jij achterhalen welke deeltjes een paar vormen? Neem een crafting table, zwakke bosonen en materiedeeltjes. **Plaats op de crafting grid een zwak boson en een materiedeeltje.** Noteer in de tabel hieronder in welk deeltje het materiedeeltje verandert doordat het een zwak boson opneemt



4. Het is heel vreemd dat deeltjes veranderen. Je zou verwachten dat de bouwstenen van het Universum onveranderlijk zijn, maar dat is dus niet zo. Deze bizarre verandering ligt aan de basis van **radioactiviteit**.

Besluiten:

- Schrap telkens wat niet juist is:
Wanneer een materiedeeltje een zwak boson opneemt of uitspuwt, verandert het materiedeeltje in zijn *zwakke partner / slappe partner / flauwe partner*. De boodschap van het zwakke boson is immers *aantrekking / verandering / afstoting*. Dit fenomeen wordt beschreven door de *matige kernkracht / zwakke kernkracht / sterke kernkracht*.
- De verandering van materiedeeltje ligt aan de basis van radioactiviteit. Zie hiervoor het werkblad rond radioactiviteit (nog onder constructie)

F. Het foton en de Coulombkracht

1. Het foton is het boodschapperdeeltje van de elektromagnetische kracht. In Minelabs beschouwen we geen magneten of magnetische krachten. We beperken ons tot de krachten tussen elektrische ladingen - deze kracht noemt men de Coulombkracht.
2. Het foton brengt een boodschap tussen deeltjes met een elektrische lading, zoals het elektron. De boodschap van het foton is 'aantrekking' of 'afstoting'. Neem enkele elektronen en protonen. Elektronen hebben een elektrische lading van -1, terwijl protonen een elektrische lading van +1 hebben. **Plaats de elektronen en protonen op de grond en onderzoek hoe zij elkaar beïnvloeden.**



3. Wanneer het foton wordt uitgewisseld tussen deeltjes met dezelfde elektrische lading (allebei + of allebei -), dan is de boodschap
Wanneer het foton wordt uitgewisseld tussen deeltjes met tegengestelde elektrische lading (de ene + en de andere -) dan is de boodschap
4. Je kan dit niet zien in Minelabs, maar de geladen deeltjes wisselen fotonen uit. Een elektron trekt fotonen uit het alomtegenwoordige kwantumveld en gooit de fotonen weg. Wanneer een ander elektron het foton vangt, dan ontvangt die de boodschap van afstoting. Het foton verdwijnt weer in het kwantumveld. Het is alsof de elektronen een sneeuwballen gevecht houden: ze rapen voortdurend sneeuwballen uit een sneeuwtaaijt, en nadat deze is kapot gegooid, verdwijnt de sneeuw weer in het sneeuwtaaijt.
5. In het werkblad over de Coulombkracht wordt dieper ingegaan op deze kracht.

G. Het Standaardmodel

1. Alle elementaire deeltjes zijn verzameld in **het Standaardmodel**. Dat kan je de heilige graal van de fysica noemen.
Net zoals de chemici alle atomen hebben verzameld in het Periodiek Systeem van Elementen, zo hebben fysici de deeltjes ondergebracht in het Standaardmodel.

De elementaire deeltjes zijn de kleinste bouwstenen van het Universum. Hun gedrag en interacties regeren alles wat er zich afspeelt in ons Universum!

Alsof een Schepper van het Universum het Standaardmodel als handleiding heeft voorzien.



	elementair deeltje	kleurlading	elektrische lading	zwakke partner	boodschap
materiedeeltjes	upquark 	ja	+ 2/3	downquark	/
	downquark 	ja	- 1/3	upquark	/
	elektron 	nee	- 1	neutrino	/
	neutrino 	nee	0	elektron	/
boodschapperdeeltjes	gluon 	ja	0	/	“Deeltjes met een kleurlading trekken elkaar aan.”
	foton 	nee	0	/	“Deeltjes met dezelfde elektrische lading stoten elkaar af, deeltjes met tegengestelde elektrische lading trekken elkaar aan.”
	zwak boson 	nee	-1 of +1	/	“Een deeltje verandert in diens zwakke partner.”