

**Spelregels**  
**Deeltjes Dilemma**  
**Druk 2.0**

**Aantal spelers: 2 – 8**  
**Leeftijd: vanaf 12 jaar**  
**Speeltijd 45 - 60 minuten**  
**Aantal spelvarianten: 6**

**Druk 2.0.1**  
**6-12-2022**  
**J.J. Brouwer**

# Inhoudsopgave

## Inhoudsopgave

<b>Spelregels</b> .....	<b>1</b>
<b>Inhoudsopgave</b> .....	<b>2</b>
<b>Spelmateriaal</b> .....	<b>4</b>
<b>Spelregels Deeltjes Dilemma – Algemeen</b> .....	<b>5</b>
<b>Inleiding</b> .....	<b>5</b>
<b>Levels</b> .....	<b>5</b>
Kiezen van een Level. ....	5
<b>Doel van het spel in het kort</b> .....	<b>5</b>
<b>Het spel voor twee personen</b> .....	<b>5</b>
<b>Spelregels - Level 1</b> .....	<b>6</b>
<b>Materiaal voor level 1</b> .....	<b>6</b>
<b>Strategie van het spel in het kort</b> .....	<b>9</b>
<b>Puntentelling aan het einde van het spel</b> .....	<b>9</b>
Voorbeeld.....	9
1. Hadronen van quarks en gluonen. ....	10
2. Gooi de overgebleven quarks en gluonen weg. ....	10
3. Puntentelling voor de neutrinos. ....	11
De totaalscore.....	11
<b>Vorbereiding van het spel</b> .....	<b>12</b>
<b>Vorbereiding van de sessie</b> .....	<b>12</b>
Voorbeeld van het begin van de eerste sessie. ....	13
<b>Het beurtverloop</b> .....	<b>14</b>
voorbeeld. ....	14
<b>Einde van de sessie</b> .....	<b>15</b>
<b>Het einde van het spel</b> .....	<b>15</b>
<b>Het verzamelen van deeltjes</b> .....	<b>15</b>
Verzamelen van neutrino's. ....	16
Het bouwen van hadronen door het verzamelen van quarks en gluonen ....	16
<b>Extra hulp overzichtskaarten</b> .....	<b>17</b>
<b>Aanvullende Spelregels - Level 2</b> .....	<b>19</b>
<b>Extra materiaal voor level 2</b> .....	<b>19</b>
<b>Aanvullende strategie van het spel in het kort</b> .....	<b>22</b>
<b>Aanvullende puntentelling</b> .....	<b>22</b>
Voorbeeld.....	22
1. Het maken van hadronen van quarks en gluonen. ....	22
2. Gooi de overgebleven en quarks en gluonen weg. ....	23
3. Puntentelling voor de neutrinos. ....	24
4. Puntentelling voor de leptonen. ....	24
5. Puntentelling voor Lading en Vreemdheid. ....	25
<b>Vorbereiding van het spel</b> .....	<b>27</b>
<b>Vorbereiding van de sessie</b> .....	<b>27</b>
<b>Aanvullende Spelregels - Level 3</b> .....	<b>28</b>
<b>Extra materiaal voor level 3</b> .....	<b>28</b>
<b>Puntentelling aan het einde van het spel</b> .....	<b>30</b>
Voorbeeld.....	30
1. Hadronen van quarks en gluonen inclusief W- en Higgs-bosonen. ....	30
2. Puntentelling voor de neutrinos. ....	32
3. Puntentelling voor de gewone leptonen. ....	32

4. Gooi de overgebleven en quarks en bosonen weg. ....	33
<b>Vorbereiding van het spel. ....</b>	<b>35</b>
<b>Vorbereiding van de sessie. ....</b>	<b>35</b>
<b>Aanvullende Spelregels - Level 4 .....</b>	<b>36</b>
Extra materiaal voor Level 4. ....	36
<b>Aanvullende puntentelling. ....</b>	<b>38</b>
Voorbeeld.....	38
Het maken van hadronen van quarks en gluonen inclusief bosonen.....	38
3. Puntentelling voor de leptonen. ....	40
4. Puntentelling Lading, Vreemdheid en Tover. ....	40
5. Gooi de overgebleven quarks en bosonen weg. ....	41
Totaalscore:.....	42
<b>Vorbereiding van het spel. ....</b>	<b>43</b>
<b>Vorbereiding van de sessie. ....</b>	<b>43</b>
<b>Het spelen van een OMG-deeltje. ....</b>	<b>43</b>
<b>Het einde van het spel. ....</b>	<b>43</b>
<b>Quarkloze Level .....</b>	<b>44</b>
Spelmateriaal. ....	44
<b>Puntentelling aan het einde van het spel. ....</b>	<b>44</b>
1. Puntentelling voor de neutrinos. ....	44
2. Puntentelling voor de leptonen. ....	44
3. Puntentelling voor Lading.....	45
4. Gooi de overgebleven fotonen en Z-bosonen weg. ....	45
<b>Vorbereiding van het spel. ....</b>	<b>45</b>
<b>Vorbereiding van de sessie. ....</b>	<b>45</b>
<b>Het spelen van een OMG-deeltje. ....</b>	<b>45</b>
<b>Het einde van het spel. ....</b>	<b>46</b>
<b>Quarkvolle level.....</b>	<b>47</b>
Spelmateriaal. ....	47
<b>Puntentelling aan het einde van het spel. ....</b>	<b>47</b>
1. Hadronen van quarks en gluonen inclusief W- en Higgs-bosonen. ....	47
2. Gooi de overgebleven en quarks en gluonen weg. ....	48
3. Puntentelling voor Lading en Vreemdheid. ....	48
<b>Vorbereiding van het spel. ....</b>	<b>48</b>
<b>Vorbereiding van de sessie. ....</b>	<b>49</b>

# Spelmateriaal

- 1 boekje met spelregels
- 1 Set deeltjeskaarten in 4 delen:
  - Basisset Level 1
  - Uitbreidingssetjes Level 2
  - Uitbreidingssetjes Level 3
  - Uitbreidingssetjes Level 4
- 2 Overzichtskaarten voor:
  - Bouwplannen Hadronen - Level 1
  - Bouwplannen Hadronen - Level 2
  - Bouwplannen Hadronen - Level 3
  - Bouwplannen Hadronen - Level 4
  - Bonus Lading
  - Bonus Vreemdheid
  - Bonus Tover
  - Scorekaart Neutrinos
  - Scorekaart Leptonen
  - Bosonen
- 2 Hulp Overzichtskaarten voor:
  - Overzicht Kaarten per Level
  - Quark Zoektabel om Mesonen af te maken
  - Quark Zoektabel om Baryonen af te maken
- 2 dubbelzijdige kaarten met draairichting deeltjes in een ring.
- Losbladige scoreformulieren.

# Spelregels Deeltjes Dilemma – Algemeen

## Inleiding.

Het DeeltjesDilemma is een kaartspel, waarmee je op een slimme manier deeltjes spaart.

Iedereen is tegelijkertijd aan de beurt, zodat de anderen niet hoeven te wachten terwijl één speler aan de beurt is. Hierdoor is het spel geschikt voor veel spelers. (tot en met 8 spelers)

Om het spel goed te spelen, hoef je geen kennis te hebben van de deeltjesfysica. Maar andersom geldt wel, dat je spelenderwijs wel wat leert over de deeltjesfysica.

Alle genoemde voorbeelden zijn fictief en hebben nooit plaatsgevonden.

## Levels.

Het DeeltjesDilemma bestaat uit 4 gewone levels, zodat je snel met het spel kan beginnen zonder eerst urenlang de spelregels te moeten doornemen en 4 extra levels: het Quarkvolle level en het Quarkloze level, voor extra afwisseling. Deze levels zijn als het ware twee helften van het gehele spel.

Het hele spel wordt op een Level naar keuze gespeeld, halverwege het spel ga je dus niet naar een hogere Level. Je zou een hogere Level als je soort uitbreiding van het spel kunnen zien.

Hoe hoger de Level, hoe meer soorten deeltjeskaarten in het spel worden gebracht, en hoe meer overzichtskaarten op tafel komen te liggen. Eigenlijk zou je kunnen zeggen dat er één basisspel is (Level 1), met drie uitbreidingen (Levels 2 t/m 4).

## Kiezen van een Level.

Voor beginnende spelers is het raadzaam om met Level 1 te beginnen. Dan ben je niet veel tijd kwijt om de spelregels door te nemen en kun je snel beginnen.

Beheerst en snappen de spelers deze level, dan is het een goed moment om het volgende spel op één level hoger te gaan spelen, je hoeft dan alleen maar de aanvullende spelregels voor deze Level door te nemen.

Om het Quarkvolle en Quarkloze level goed te kunnen spelen, is ervaring nodig met minimaal level 2.

## Doel van het spel in het kort.

Verdien zoveel mogelijk punten door deeltjes-kaarten slim te verzamelen. De gespaarde deeltjes leveren overwinningspunten op. Diegene met de meeste punten wint het spel.

## Het spel voor twee personen.

Het spel is het leukst om met veel personen te spelen, maar soms kom je niet verder dan twee personen. Om toch voldoende kaarten in roulatie te krijgen, voor voldoende keuze in deeltjes, worden twee dummy-spelers aan beide kanten toegevoegd. Hun kaarten mag je niet in kijken. Ook “zij” sparen de deeltjes, maar de echte spelers bepalen door blindelings trekken welke kaarten “zij” kiezen om te sparen. De speler die de kaarten aan die dummy-speler geeft, mag vervolgens niet daarvan de kaart trekken, omdat die speler de volgorde van die handkaarten kent.

# Spelregels - Level 1

*Het Grote Moment is gekomen: De krachtigste deeltjes versneller van de hele wereld wordt in gebruik genomen! De kilometers lange ring loopt door verschillende landen heen, diep onder de grond. Hier vliegen deeltjes door met bijna de lichtsnelheid!*

*Er zijn vele kapers op de kust, elk land heeft een wetenschapper uitgevaardigd, om de meeste prestigieuze ontdekking te laten doen. In het geheim heeft elk land een illegaal aftap punt gemaakt in de grote ring. Hiermee kan elke wetenschapper een deeltje naar keuze naar een eigen lab "stelen" en onderzoeken.*

*Hierdoor raakt een eenmaal gevulde ring in een korte tijd uitgeput, waarna de ring opnieuw geïnjecteerd wordt met een nieuwe "wolk" deeltjes.*

## Materiaal voor level 1.

- Een pak deeltjeskaarten voor level 1 (De blauw gemarkeerde kaarten op het *Overzicht kaarten per Level*)

*Deeltjes hebben niet altijd een "grootte" en worden vaak als puntvormig beschouwd. De massa van de deeltjes kunnen enorm verschillen. In dit spel is de getekende grootte (de volume) ongeveer evenredig met de massa van het deeltje.*

- De quarks: alle up-quarks (12 stuks) , alle down-quarks (12 stuks):



- en hun antideeltjes: alle anti-up- (8 stuks) en alle anti-down-quarks (8 stuks):

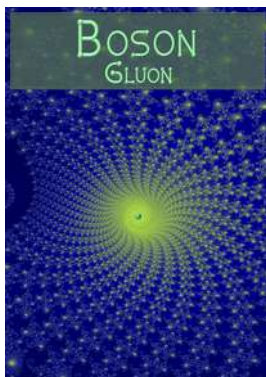


Elke quark heeft een gebroken lading, deze staat genoemd op de kaart. De achtergrondkleur van de quark-kaarten zijn gerelateerd aan de lading: positief = rood, negatief is blauw-groen. Voor Level 1 is

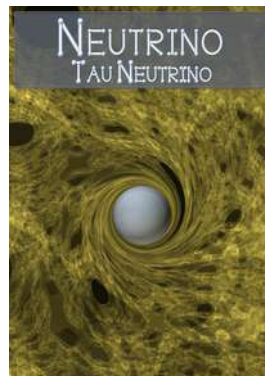
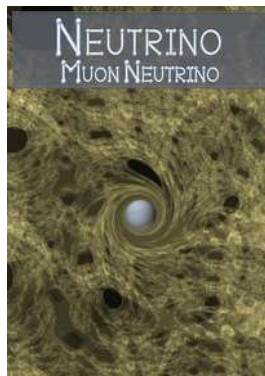
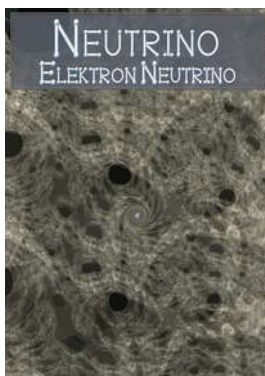
lading niet van belang, vanaf Level 2 wel.

De gewone quarks zijn van voren belicht, en de anti quarks zijn van achteren verlicht, waardoor ze ook een beetje een "hol" uiterlijk krijgen. Met deze quarks kun je Hadronen bouwen.

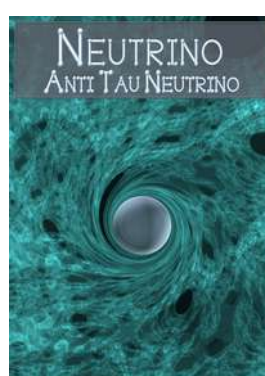
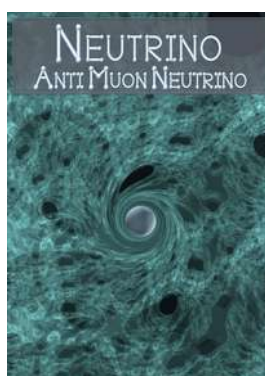
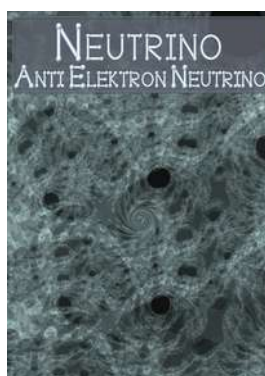
- Gluonen: naast quarks zijn ook gluonen nodig om Hadronen te bouwen, voor level 1 worden er 17 stuks gebruikt:



- De neutrinos: alle electron-(12 stuks), alle muon-(9 stuks) en alle tau-(6 stuks) neutrinos:



- en hun antideeltjes. alle anti-electron-(9 stuks), alle anti-muon-(6 stuks) en alle anti-tau-(4 stuks) neutrinos:



Losse neutrinos zijn punten waard, losse anti-neutrinos leveren strafpunten op. Een setje van 6 verschillende neutrinos zijn veel punten waard..

- Voor elke speler een Scoreformulier:

NAAM SPELER	
DATUM / TIJD	
TOTAAL SCORE	

SCOREBLAD HADRONEN	
ZIE BOUWPLANNEN HADRONEN	
HADRON	SCORE
TOTAAL	

SCOREBLAD NEUTRINOS			
ZIE SCOREKAART NEUTRINOS			
AANTAL	SOORT	SCORE PER STUK	SCORE
	ELEKTRON NEUTRINO	1	
	MUON NEUTRINO	2	
	TAU NEUTRINO	3	
	ANTI ELEKTRON NEUTRINO	-1	
	ANTI MUON NEUTRINO	-2	
	ANTI TAU NEUTRINO	-3	
	SETJE VAN 6 NEUTRINOS	12	
TOTAAL			

SCOREBLAD BOSONEN	
ZIE OVERZICHT BOSONEN	
Higgs Boson	W Boson
TOTAAL	

SCOREBLAD BONUS		
ZIE SCOREKAART BONUS		
SOORT	HOEVEELHEID	SCORE
LADING		
VREEMDHED		
TOVER		
TOTAAL		

SCOREBLAD WEGGEGOOIDE DEELTJES		
-2 PER WEGGEGOOID DEELTJE		
SOORT	AANTAL	SCORE
QUARKS		
GLUONEN		
Z BOSONEN		
W BOSONEN		
FOTONEN		
HIGGS BOSONEN		
TOTAAL		

SCOREBLAD LEPTONEN		
ZIE SCOREKAART LEPTONEN		
AANTAL	SOORT	SCORE
	ELEKTRON	
	MUON	
	TAU	
	POSITRON	
	ANTI MUON	
	ANTI TAU	
TOTAAL		

Dit scoreformulier is geschikt voor alle levels zodat alle formulieren gebruikt kunnen worden ongeacht welke levels worden gespeeld.

- 2 Kaarten met bouwplannen van Level 1:

### LEVEL 1 - BOUWPLANNEN HADRONEN

**BARYONEN: GLUON + 3 QUARKS OF 3 ANTI-QUARKS 15**

<b>PROTON</b>	<b>ANTI PROTON</b>	<b>NEUTRON</b>	<b>ANTI NEUTRON</b>
UP UP DOWN	ANTI UP ANTI UP ANTI DOWN	UP DOWN DOWN	ANTI UP ANTI DOWN ANTI DOWN
LADING: 1	LADING: -1		

**MESONEN: GLUON + 1 QUARK + 1 ANTI-QUARK 10**

<b>PION+</b>	<b>PION-</b>	<b>PION 0 UP</b>	<b>PION 0 DOWN</b>
UP ANTI DOWN	ANTI UP DOWN	UP ANTI UP	DOWN ANTI DOWN
LADING: 1	LADING: -1		

Hier zijn de vier baryonen afgebeeld, die per stuk 15 punten oplevert, dit is te zien aan het oranje bolletje met "15" erin. Een baryon is een hadron die uit 3 quarks bestaan.

Daaronder zijn vier mesonen afgebeeld, die elk 10 punten waard zijn. Een meson is een hadron die uit 2 quarks bestaan.

Sommige hadronen hebben lading. Dit komt dan doordat de som van de ladingen van de quarks bij elkaar niet 0 is.

Voor Level 1 is de lading niet van belang.



- 2 Overzichtskaarten met Puntenoverzicht Neutrinos:

SCOREKAART NEUTRINOS	
SET	12
TAU NEUTRINO	3
MUON NEUTRINO	2
ELEKTRON NEUTRINO	1
ANTI ELEKTRON NEUTRINO	-1
ANTI MUON NEUTRINO	-2
ANTI TAU NEUTRINO	-3

Hier kun je zien hoeveel punten elk soort neutrino waard is, een muon-neutrino is per stuk 2 punten waard, een anti-tau-neutrino is -3 punten waard. Voor elke combinatie "Set" van 6 verschillende neutrino's krijg je 12 punten!

## Strategie van het spel in het kort.

- Maak hadronen van quarks en gluonen, hadronen zijn punten waard. Niet gebruikte quarks en gluonen leveren strafpunten op.
- Neutrinos leveren punten op, en anti-neutrinos geven strafpunten. Setjes van neutrinos leveren nog meer punten op.

## Puntentelling aan het einde van het spel.

### Voorbeeld



Dit is een voorbeeld van een verzameling van een speler zoals deze aan het eind van het spel zou kunnen zijn.

Er liggen 20 kaarten, omdat je 2 kaarten aan het begin van het spel krijgt, en 3 sessies van elk 6 kaarten zijn gespeeld:

## 1. Hadronen van quarks en gluonen.

Hadronen zijn samengestelde deeltjes die (in het spel) bestaan uit een aantal quarks en een gluon. *In het echt is een hadron een kolkende chaotische en energetische "soep" met quarks als soepballen, met een ontelbaar aantal gluonen. Via Einstein's formule  $E = m c^2$  dus:  $m = E / c^2$ , zorgt die energie er voor dat een Hadron zwaar wordt.*

Maak van de gespaarde quarks en gluonen hadronen naar eigen keuze, maar wel volgens de "Bouwplannen Hadronen". (Aangezien dit overzicht ook wordt gebruikt in de hogere levels, staat er ook "lading" bij, die kun je in level 1 nog negeren)

Er zijn binnen level 1 twee soorten quarks: up en down.

En er zijn ook 2 bijbehorende anti-deeltjes van deze quarks: een anti-up quark (niet te verwarren met een down quark) en een anti-down quark.

Elke hadron moet precies één gluon bevatten.

Je mag meer van dezelfde soort hadronen bouwen.

### Voorbeeld.

A score sheet titled 'SCOREBLAD HADRONEN' with a decorative border. It contains a table with two columns: 'HADRON' and 'SCORE'. The table lists three hadrons: 'proton' (15), 'anti-neutron' (15), and 'pion+' (10). At the bottom, a yellow box labeled 'TOTAAL' shows a score of 40.

HADRON	SCORE
proton	15
anti-neutron	15
pion+	10
TOTAAL	40

In het voorbeeld met verzamelde kaarten ligt er 1 Proton (gluon + up-quark + up-quark + down-quark) deze baryon is 15 punten waard.

Daarnaast ligt er 1 Anti-Neutron (gluon + anti-up-quark + anti-down-quark + anti-down-quark) deze baryon is ook 15 punten waard.

Daarnaast ligt er 1 Pion+ (gluon + up-quark + anti-down) deze meson is 10 punten waard.

Alles bij elkaar dus  $15 + 15 + 10 = 40$  punten.

## 2. Gooi de overgebleven quarks en gluonen weg.

Quarks kunnen nooit los bestaan. Ook niet gebruikte gluonen moeten afgestraft worden.

Elk niet gebruikt deeltjes-kaart levert 2 strafpunten op. Neutrinos mogen nooit weggegooid worden.

### voorbeeld.

SCOREBLAD WEGGEGOOIDE DEELTJES		
-2 PER WEGGEGOOID DEELTJE		
SOORT	AANTAL	SCORE
QUARKS	1	-2
GLUONEN	1	-2
Z BOSONEN		
W BOSONEN		
FOTONEN		
HIGGS BOSONEN		
TOTAAL		-4

Er liggen 2 losse kaarten: 1 Gluon en 1 Up-quark, dus dit levert  $2 \times 2 = 4$  strafpunten op.

### 3. Puntentelling voor de neutrinos.

Neutrinos hebben heel weinig interactie met deeltjes en vliegen grotendeels dwars door de aarde heen. Deze deeltjes worden ook wel "spookdeeltjes" genoemd. Daarom heffen diens anti-deeltjes elkaar zelden op, omdat ze elkaar zelden tegenkomen.

Elke neutrino geeft per stuk de op het *Scorekaart Neutrinos* aangegeven positieve of negatieve punten op, waarbij een set van 6 verschillende neutrino's 12 punten oplevert.

Hierop kun je zien dat een muon-neutrino is per stuk 2 punten waard is, en een anti-tau-neutrino is -3 punten waard is (helaas mag je geen neutrino's weggoien, dus je moet de volle -3 punten incasseren voor elk anti-tau-neutrino)

#### Voorbeeld.

SCOREBLAD NEUTRINOS			
ZIE SCOREKAART NEUTRINOS			
AANTAL	SOORT	SCORE PER STUK	SCORE
	ELEKTRON NEUTRINO	1	
1	MUON NEUTRINO	2	2
	TAU NEUTRINO	3	
	ANTI ELEKTRON NEUTRINO	-1	
	ANTI MUON NEUTRINO	-2	
	ANTI TAU NEUTRINO	-3	
1	SETJE VAN 6 NEUTRINOS	12	12
TOTAAL			14

Er liggen 4 neutrino's en 3 anti-neutrino's, waarvan een setje van 6 verschillende (anti)neutrino's.

Het setje levert 12 punten op.

Verder is er nog de muon-neutrino. Deze is 2 punten waard.

Alles bij elkaar  $12 + 2 = 14$  punten voor de neutrino's.

### De totaalscore

NAAM SPELER	Maarten
DATUM / TIJD	5 december 2022
TOTAAL SCORE	50

40 (de 3 hadronen)

- 4 (de 2 weggegooid deeltjes)

+ 14 ((anti)-neutrinos)

= **50 punten!**

# Vorbereiding van het spel.

- Schud de deeltjes-kaarten van level 1
- Geef in twee rondes elke speler een kaart, deze kaarten komen meteen open op tafel te liggen. Deze kaarten horen al tot de verzameling van de spelers.
- Het spel bestaat meestal uit 3 sessies

Aantal spelers	Aantal te spelen sessies
3	3
4	3
5	3
6	3
7	3
8	2

Nu wordt de eerste sessie voorbereid.

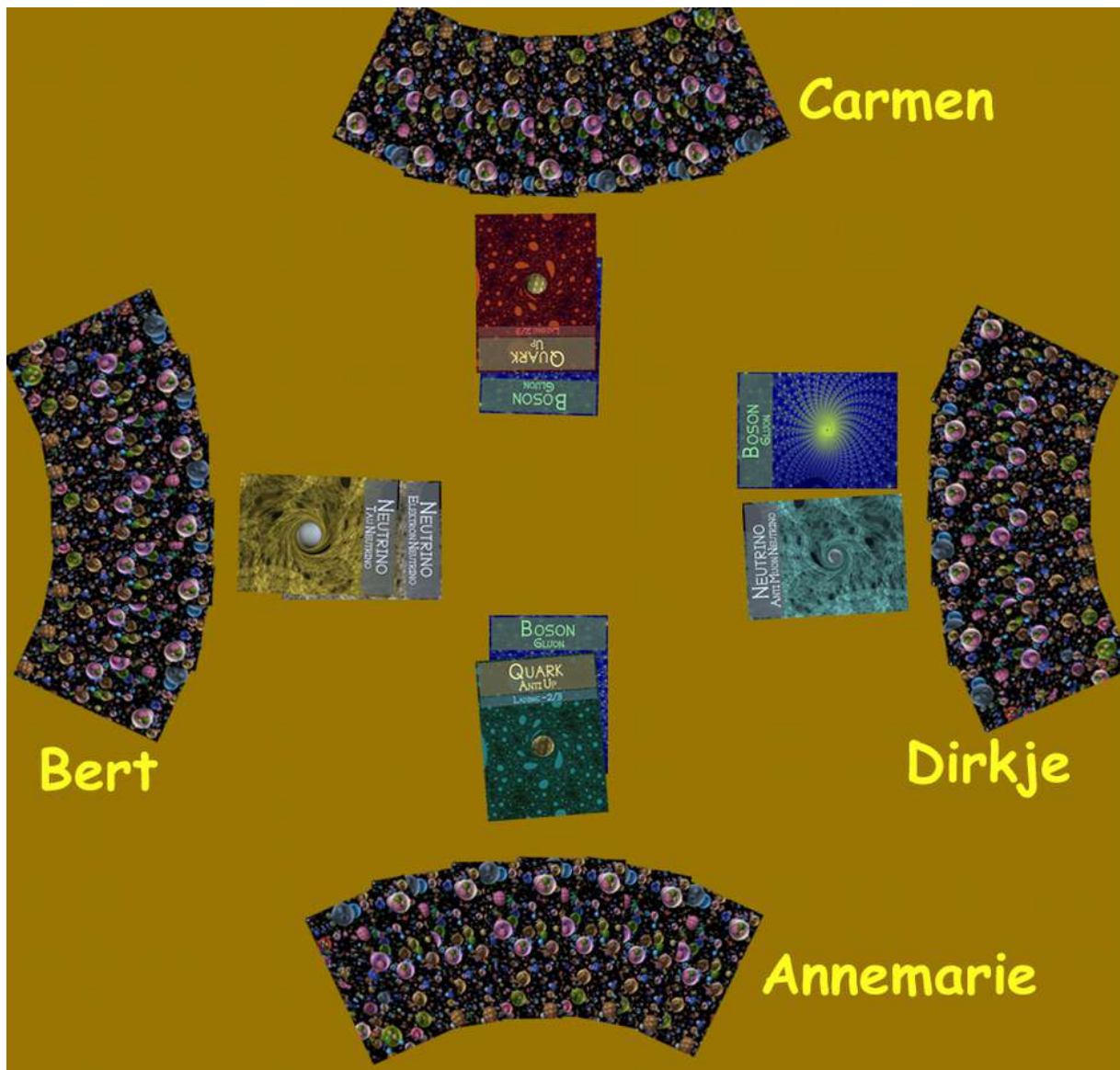
# Vorbereiding van de sessie.

- Deel de kaarten één-voor-één uit, deze komen in de hand van de spelers, niet zichtbaar voor anderen.
- Het aantal kaarten dat een speler krijgt, is afhankelijk van het aantal spelers:

Aantal spelers	Aantal kaarten per speler
3	6
4	6
5	6
6	<b>5</b>
7	<b>4</b>
8	<b>5</b>

## Voorbeeld van het begin van de eerste sessie.

Vlak voor het begin van de eerste sessie met 4 spelers ziet de tafel en bijvoorbeeld zó uit:



Alle kaarten zijn zojuist uitgedeeld.

Annemarie heeft een gluon en een anti-up-quark.

Een electron-neutrino is altijd 1 punten waard. En met een anti-up-quark zijn samen met andere quarks en een gluon veel punten te verdienen.

Bert heeft een electron-neutrino en een tau-neutrino, de tau-neutrino is altijd 3 punten waard, dus samen nu al 4 punten verzameld.

Carmen heeft de twee kaarten bijelkaar gelegd, met een gluon en een up-quark is ze ver op weg om een hadron te maken dat veel punten oplevert.

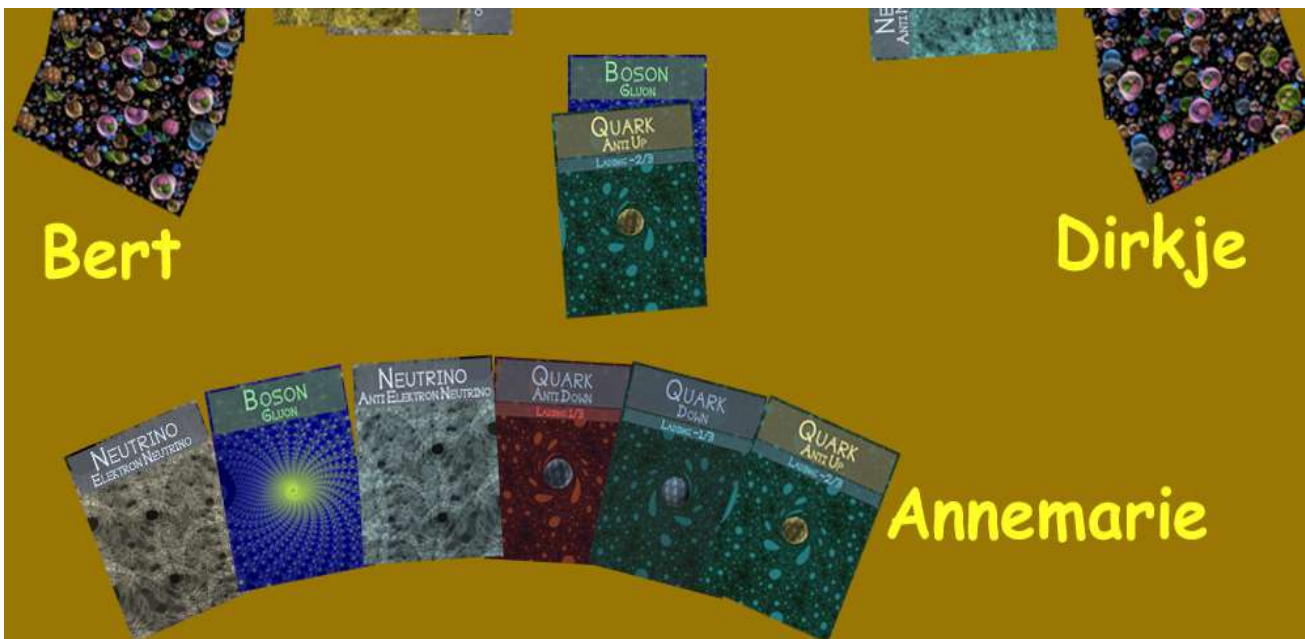
Dirkje heeft pech, alhoewel een gluon nodig is om een hadron te kunnen maken, geeft de anti-muon-neutrino -2 punten.

# Het beurtverloop.

1. Alle spelers kiezen een kaart uit hun eigen hand, om aan hun verzameling toe te voegen. Deze kaarten worden gesloten neergelegd.
2. Als alle spelers een kaart uit hun hand hebben gekozen, worden deze kaarten omgedraaid. Deze kaarten behoren nu tot de verzamelde kaarten van de spelers. Leg deze nieuwe kaarten op een logische plaats voor je neer.
3. De overige handkaarten worden met de klok mee doorgegeven aan de volgende speler. Er is een volgende beurt, zodra er kaarten over zijn die doorgegeven kunnen worden, anders is de sessie afgelopen.

## voorbeeld.

In het onderstaande voorbeeld kijken we even in de hand van Annemarie:



Van links naar rechts: electron-neutrino, gluon, anti-electron-neutrino, anti-down-quark, down-quark en de anti-up-quark.

Ze moet nu één van de zes kaartjes kiezen, om deze straks toe te voegen aan haar verzameling. We gaan één-voor-één de kaartjes langs:

1. Het electron-neutrino: deze levert één punt op, eigenlijk niet zoveel voor een kaart.
2. Het gluon: is aardig wat waard, maar voor nu niet echt nodig, ze heeft er al één in haar verzameling.
3. Het anti-electron-neutrino: deze levert één strafpunt op, natuurlijk niet pakken maar liever doorgeven straks.
4. Het anti-down-quark: een heel goede kaart! Als je deze toevoegt aan de verzameling, zijn er daarna twee mogelijkheden om een hadron van 15 punten te maken: met nog een anti-down-quark (je krijgt een anti-neutron) of een anti-up-quark (je krijgt een anti-proton)
5. Het down-quark: een goede kaart! Je krijgt meteen een hadron, die 10 punten waard is: een Pion-0-Down. Maar het spel duurt nog lang, dus optie 4 is aantrekkelijker. Zou het spel bijna afgelopen zijn, dan is deze optie de beste optie.
6. Het anti-up-quark: Ook een heel goede kaart, maar met als verschil dat er daarna slechts één manier is om een hadron te maken: een anti-proton. Optie 4 is dus beter.

Ze pakt de kaart met de anti-down-quark uit haar hand en legt deze gesloten voor haar neer.

Tegelijkertijd kiezen ook de andere spelers hun kaart en leggen deze gesloten neer.

Wanneer iedereen dat gedaan heeft, worden de kaarten omgedraaid en worden de keuzes van anderen zichtbaar:

Bert is van de neutrino's heeft weer een tau-neutrino gekozen, zijn punten totaal is inmiddels gestegen naar 7 punten!

Carmen heeft een down-quark gekozen, ze heeft later twee mogelijkheden om een hadron van 15 punten te kunnen bouwen (een neutron of een proton).

Dirkje heeft voor een up-quark gekozen, een goed begin om een hadron te bouwen.

Annemarie geeft de overgebleven kaarten door naar Bert, alle spelers geven tegelijkertijd hun 5 kaarten door met de klok mee.

Vervolgens moeten de spelers weer een kaart kiezen, maar dan uit een keuze van 5 kaarten. Etc.

## **Einde van de sessie.**

Heeft niemand handkaarten in hun hand? Dan is sessie afgelopen.

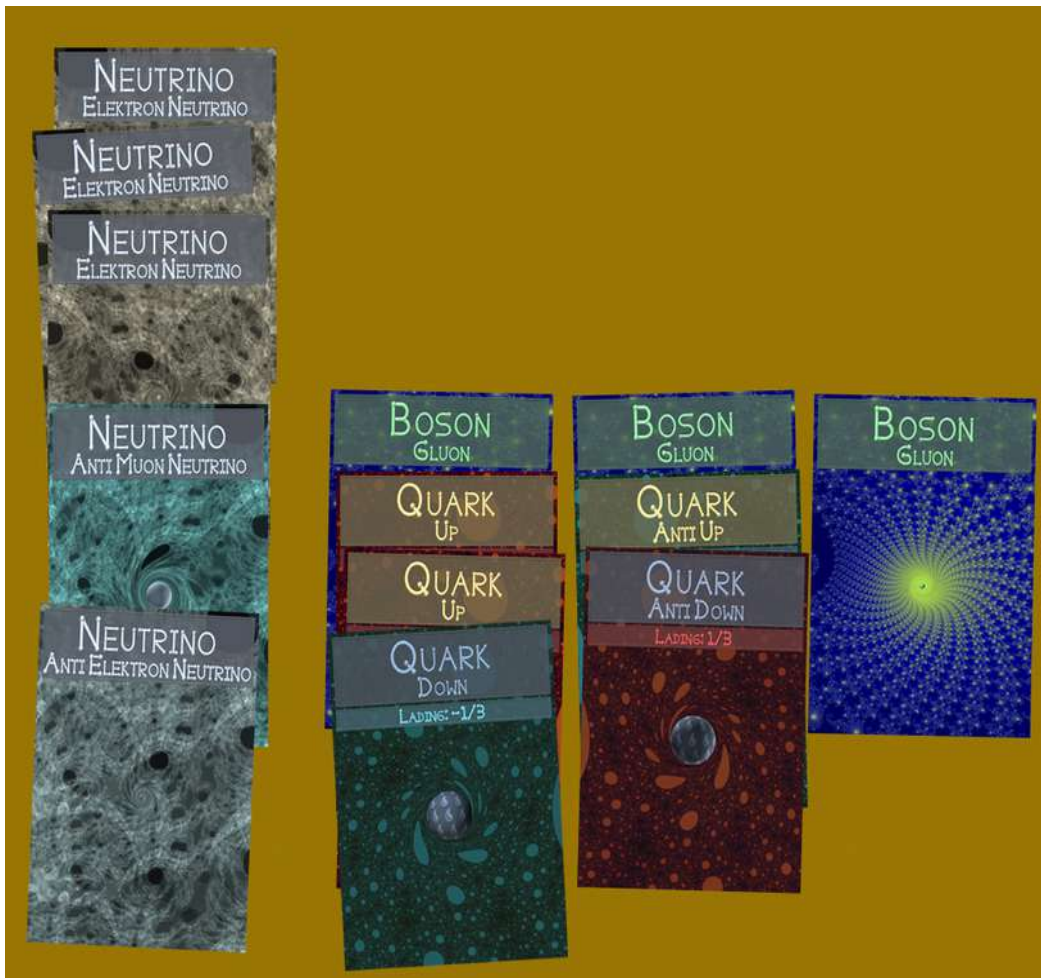
## **Het einde van het spel.**

Het spel is afgelopen als alle (2 of 3) sessies gespeeld zijn. De eindtelling wordt nu uitgevoerd.

## **Het verzamelen van deeltjes.**

Het is belangrijk dat andere spelers een goed inzicht hebben in de verzamelingen van andere spelers. Daarom gelden de volgende regels:

1. De kaarten mogen elkaar overlappen, maar de koptitels van de deeltjeskaarten moeten altijd volledig zichtbaar zijn voor iedereen.
2. Het is handig als de gelijksoortige deeltjes in groepjes bijelkaar liggen: neutrinos bijelkaar.
3. Het is handig als de deeltjes waarmee hadronen in opbouw of klaar zijn in groepjes worden gelegd. Deze groeperingen zijn uiteraard niet definitief, ze mogen nog herverdeeld worden vlak voor de eigenlijke puntentelling begint aan het einde van het spel.



## Verzamelen van neutrino's.

In het bovenstaande zie je helemaal links de verzameling neutrino's en anti-neutrino's.

## Het bouwen van hadronen door het verzamelen van quarks en gluonen

Ernaast liggen er vier kaarten, deze vier kaarten vormen samen een complete hadron, namelijk een proton. In de bouwplan van Level 1 kun je precies zien welke hadronen je kunt bouwen met welke quarks, een hadron moet altijd één gluon bevatten.

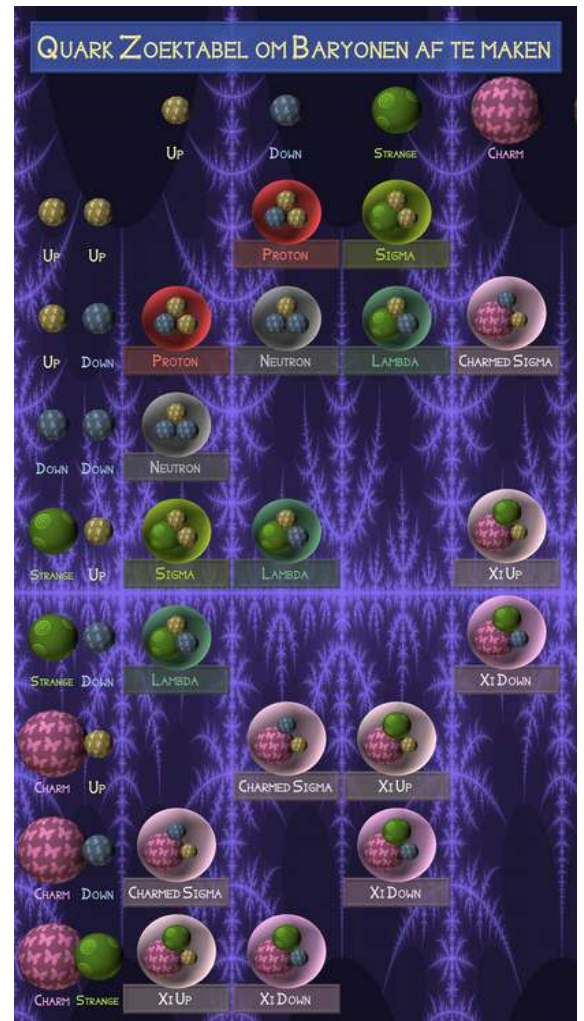
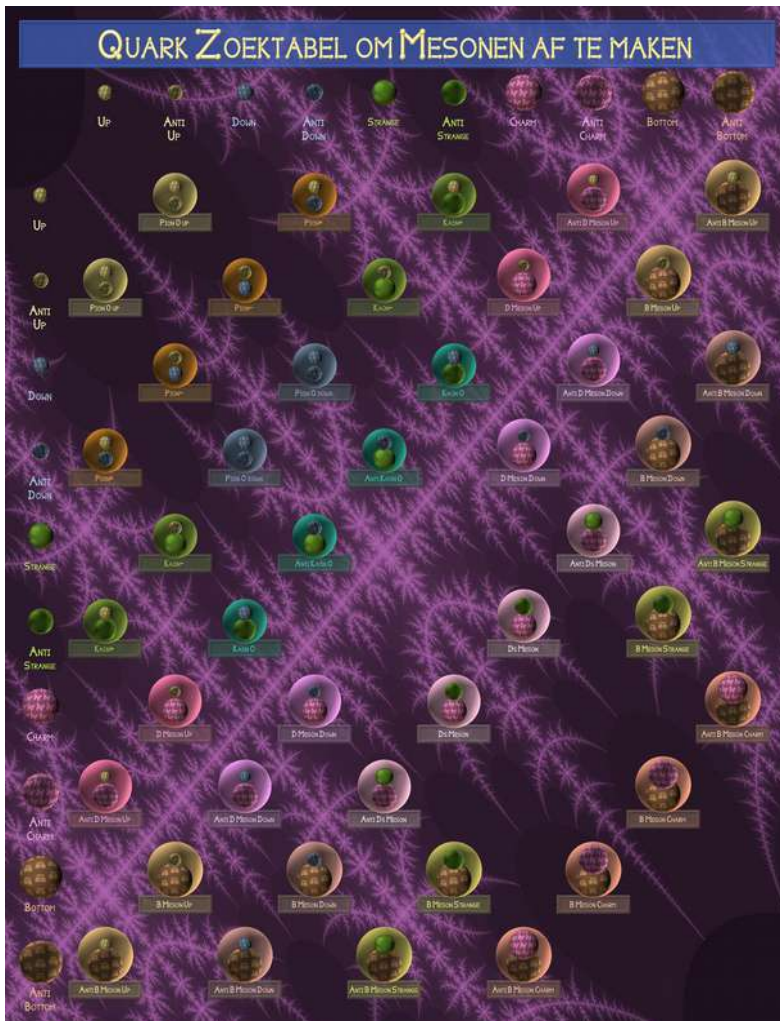
Daarnaast liggen drie kaarten, deze vormen nu bijna een hadron, als je daar nog een up-quark legt, krijg je een proton, als je een down-quark bij legt, krijg je een neutron. (zie de bouwplannen Hadronen van Level 1)

Er ligt nog één losse gluon, daar moeten nog twee of drie juiste quarks aan toegevoegd worden om een hadron te krijgen.



# Extra hulp overzichtskaarten

- 2 Zoektabellen voor Mesonen en Baronen:



Als je een aantal quarks heb gespaard, kun je snel zien welke quark(s) je nog nodig hebt om een Baryon of een Meson te maken.

In de linkerkolom staan de quark(s) je al hebt, via de hadron (baryon of meson) kom je in de bovenste rij, dit is de quark die je nog nodig hebt, om die hadron te maken. Uiteraard met nog een gluon erbij.

- 2 Overzichtskaarten van deeltjeskaarten:



Hier staan alle 31 de soorten deeltjeskaarten. Het getal erbij is het totaal aantal kaarten van die soort. En de kleur is de level waarbij deze deeltjeskaarten worden ingevoerd. De gluon-kaartjes worden steeds beetje-bij-beetje per level ingevoerd.

Het is beter de beide zoektabellen en de overzicht kaarten per level niet tussen de andere overzichtkaarten op tafel te leggen, maar in de doos te leggen, zodat elke speler deze kan pakken om deze te raadplegen.

# Aanvullende Spelregels - Level 2

De wetenschappers hebben inmiddels eigen sterke magneten gebouwd en geïnstalleerd in hun laboratoria. De leptonen zijn nu goed uit de ring te "stelen". Ook zijn ze in staat om de zwaardere en energierijkere stange-quarks te detecteren. Door te focussen op Lading en Vreemdheid kunnen extra wetenschappelijke ontdekkingen gedaan worden

## Extra materiaal voor level 2

Naast de spelkaarten en overzichtskaarten van Level 1, komen nog extra spelkaarten en overzichtskaarten er extra bij:

- Een uitbreidingspak deeltjeskaarten voor level 2 (De groen gemarkeerde kaarten op het Overzichtskaart met kaarten)
  - Het stange-quark en de anti-strange-quark:

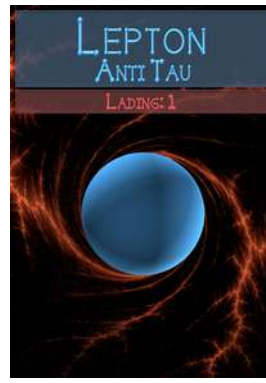
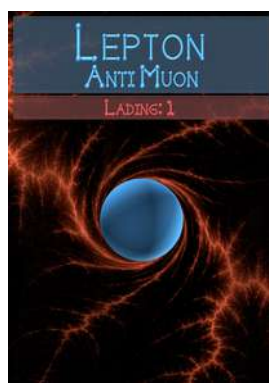


Naast Lading hebben de strange-quarks ook *vreemdheid*, zoals vermeld op de kaarten.

- De leptonen: electron, positron, muon:



- en hun anti-deeltjes:



Ook hier is de achtergrondkleur gerelateerd aan de lading van het lepton, zoals je kunt zien is de lading van gewone leptonen -1, en die van de anti-deeltjes +1.

- Aanvullende gluonen: 4 stuks
- 2 Kaarten met bouwplannen van Level 2:

### LEVEL 2 - BOUWPLANNEN HADRONEN

**BARYONEN: GLUON + 3 QUARKS OF 3 ANTI-QUARKS 15**

SIGMA	ANTI SIGMA	LAMBDA	ANTI LAMBDA
UP UP STRANGE	ANTI ANTI ANTI UP UP STRANGE	UP DOWN STRANGE	ANTI ANTI ANTI UP DOWN STRANGE
VREEMDHEID: -1	VREEMDHEID: 1	VREEMDHEID: -1	VREEMDHEID: 1
LADING: 1	LADING: -1		

**MESONEN: GLUON + 1 QUARK + 1 ANTI-QUARK 10**

KAON+	KAON-	KAON 0	ANTI KAON 0
UP ANTI STRANGE	ANTI UP STRANGE	DOWN ANTI STRANGE	ANTI DOWN STRANGE
VREEMDHEID: 1	VREEMDHEID: -1	VREEMDHEID: 1	VREEMDHEID: -1
LADING: 1	LADING: -1		

Alle nieuwe hadronen die bij Level 2 worden ingevoerd hebben strange-quarks.

Sommige hadronen hebben lading. Voor Level 2 is de lading wel van belang.

- 2 Overzichtskaarten met Puntenoverzicht Leptonen:

SCOREKAART LEPTONEN					
ELEKTRON/POSITRON		(ANTI) MUON		(ANTI) TAU	
7+	28				
6	21				
5	15	5+	30		
4	10	4	20	4+	30
3	6	3	12	3	18
2	3	2	6	2	9
1	1	1	2	1	3

- 2 Kaarten met Bonuspunten Lading en vreemdheid:

BONUS	
LADING	
12+	30
11	26
10	22
9	18
8	15
7	12
6	9
5	7
4	5
3	3
2	2
1	1

BONUS	
VREEMDHEID	
5+	40
4	28
3	18
2	10
1	4

In de linkerkolom staat de absolute hoeveelheid Lading en Vreemdheid, in de rechterkolom staat het aantal punten wat je ervoor krijgt.

# Aanvullende strategie van het spel in het kort.

- Verzamel zoveel mogelijk saldo aan Lading en Vreemdheid voor bonuspunten.
- Verzamel zoveel mogelijk leptonen voor punten.

## Aanvullende puntentelling.

Voor een goede puntentelling is van belang om punten 1 tot en met 5 in de juiste volgorde uit te voeren.

### Voorbeeld



Er liggen 26 kaarten, omdat je 2 kaarten aan het begin van het spel krijgt, en 4 sessies van elk 6 kaarten zijn gespeeld.

### 1. Het maken van hadronen van quarks en gluonen.

Nieuw zijn de hadronen bestaande uit strange-quarks.

### Voorbeeld

SCOREBLAD HADRONEN	
ZIE BOUWPLANNEN HADRONEN	
HADRON	SCORE
anti sigma	15
kaon+	10
anti proton	15
TOTAAL	40

Er ligt 1 anti sigma (gluon + anti-up-quark + anti-up-quark + anti-strange-quark) deze baryon is 15 punten waard.

Daarnaast ligt er kaon+ (meson) (gluon + up-quark + anti-strange-quark) deze baryon is 10 punten waard.

Daarnaast ligt er 1 anti-proton (gluon + anti-up-quark + anti-up-quark + anti-down-quark) deze baryon is 15 punten waard.

Alles bij elkaar dus  $15 + 10 + 15 = 40$  punten.

## 2. Gooi de overgebleven en quarks en gluonen weg.

Puntentelling zoals in level 1.

### Voorbeeld

SCOREBLAD WEGGEGOOIDE DEELTJES		
-2 PER WEGGEGOOID DEELTJE		
SOORT	AANTAL	SCORE
QUARKS	1	-2
GLUONEN	1	-2
Z BOSONEN		
W BOSONEN		
FOTONEN		
HIGGS BOSONEN		
TOTAAL		-4

Er ligt 1 Gluon en 1 Strange-quark, dus dit levert  $2 \times 2 = 4$  strafpunten op.

### 3. Puntentelling voor de neutrinos.

Puntentelling zoals in level 1.

#### Voorbeeld

SCOREBLAD NEUTRINOS			
ZIE SCOREKAART NEUTRINOS			
AANTAL	SOORT	SCORE PER STUK	SCORE
3	ELEKTRON NEUTRINO	1	3
1	MUON NEUTRINO	2	2
	TAU NEUTRINO	3	
1	ANTI ELEKTRON NEUTRINO	-1	-1
	ANTI MUON NEUTRINO	-2	
	ANTI TAU NEUTRINO	-3	
	SETJE VAN 6 NEUTRINOS	12	
TOTAAL			4

Er liggen 4 neutrino's en 1 anti-neutrino. De neutrino's leveren punten op: 1 Muon-neutrino:  $1 \times 2 = 2$  punten. En drie electron-neutrino's:  $3 \times 1 = 3$ . Verder heeft de speler een anti-neutrino. 1 anti-electron-neutrino:  $1 \times -1 = -1$  punt. Alles bij elkaar 5 punten voor de neutrino's en 1 strafpunt voor de anti-neutrino. Dus per saldo 4 punten bij elkaar.

### 4. Puntentelling voor de leptonen.

Allereerst heffen de antideeltjes van de niet-neutrino-leptonen elkaar op: zoals een electron een positron opheft.

Maak van de volgende deeltjes de paren, en verwijder deze kaarten, deze tellen dus niet mee voor de telling:

- electron en positron
- muon en anti-muon
- tau en anti-tau

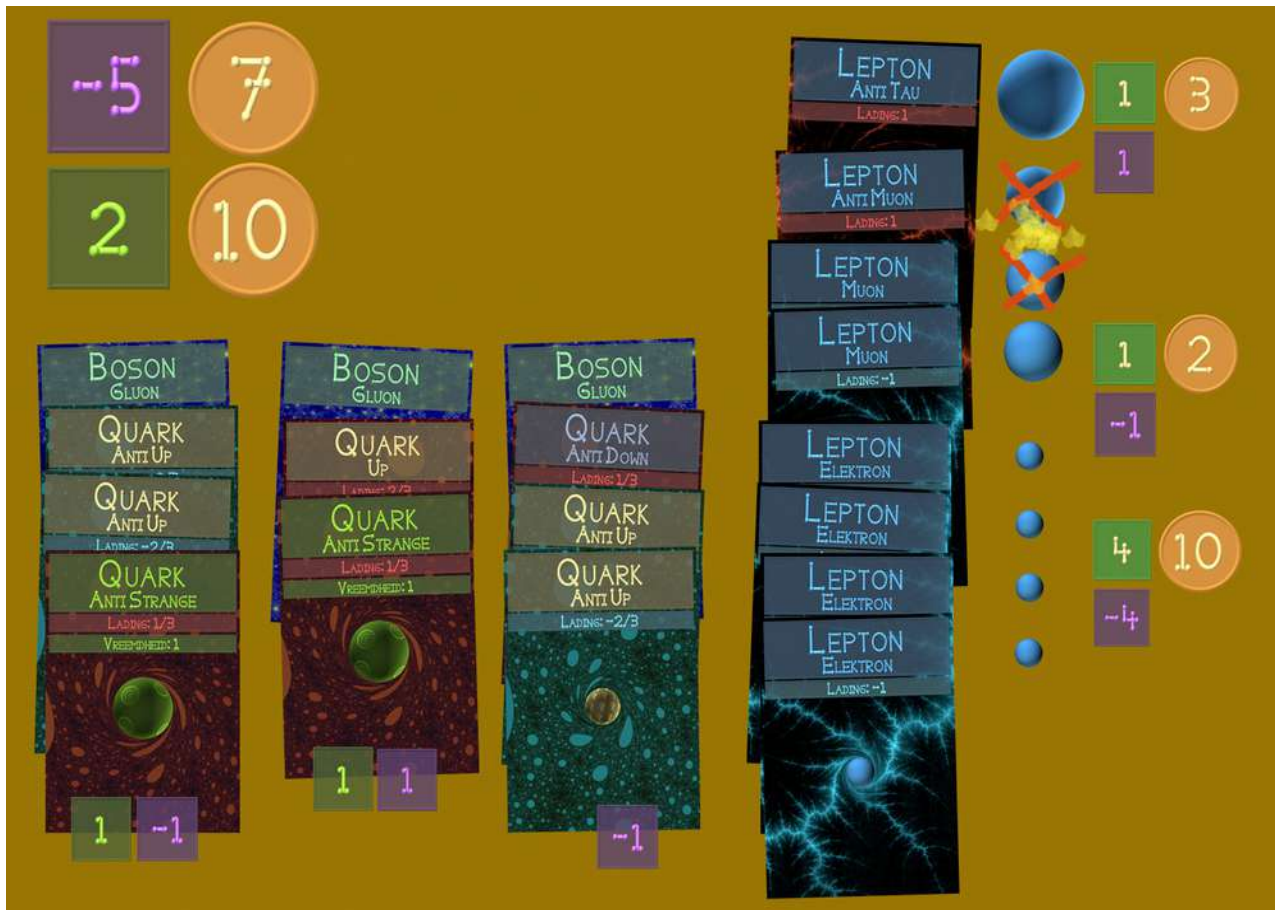
Gebruik de tabel Scorekaart Leptonen om voor elk aantal de punten te bepalen.

De Muon en vooral de Tau is zeldzamer, maar ook meer waard voor de puntentelling.

De bijbehorende antideeltjes zijn wat zeldzamer dan de oorspronkelijke deeltjes.



## Voorbeeld



SCOREBLAD LEPTONEN		
ZIE SCOREKAART LEPTONEN		
AANTAL	SOORT	SCORE
4	ELEKTRON	10
1	MUON	2
	TAU	
	POSITRON	
	ANTI MUON	
1	ANTI TAU	3
TOTAAL		15

Er zijn 8 leptonen: 4 electronen, 2 muonen, 1 anti-muon en 1 anti-tau.

Helaas heffen de aanwezige 1 muon en 1 anti-muon elkaar op, omdat twee gelijksoortige maar tegengestelde leptonen elkaar anti-deeltjes zijn, en zij kunnen elkaar ook vinden.

Per saldo hou je dan over:

6 leptonen: 4 electronen, 1 muon, (geen anti-muon) en 1 anti-tau.

Als je in de Scorekaart Leptonen kijkt, zijn de 4 electronen 10 punten waard, 1 muon 2 punten, en 1 anti-tau 3 punten, dus in totaal 15 punten.

## 5. Puntentelling voor Lading en Vreemdheid.

### Lading.

Een aantal hadronen hebben Lading. Positief of negatief.

Tel alle lading bij elkaar op, voor de absolute waarde van het totaal krijg je bonuspunten

In de eerste kolom staat de absolute hoeveelheid lading.

In de tweede kolom staat het aantal bonuspunten.

Tip: Omdat positieve en negatieve lading elkaar opheffen, is gunstig om je te richten op deeltjes met ofwel positieve lading, ofwel negatieve lading.

### Voorbeeld.

Leptonen hebben altijd (electrische) lading, en sommige hadronen hebben lading.

De 4 electronen en de muon hebben samen een lading van -5, maar de anti-tau heeft een lading van +1, dus alle leptonen bij elkaar hebben een lading van -4.

Verder kun je in de bouwplannen zien dat de anti-sigma hadron een lading van -1 heeft, Kaon+, een lading van +1 en de anti-proton een lading van -1, dus bijelkaar hebben de hadronen samen een lading van -1.

Alles deeltjes bij elkaar:  $-4 + -1 = -5$ . In de Bonusoverzicht staat 7 punten bij een absolute hoeveelheid lading van 5.

### Vreemdheid.

Een aantal hadronen hebben Vreemdheid. Dit zijn hadronen die een strange-quark of een anti-strange-quark hebben.

Tel alle vreemdheid bij elkaar op, voor de absolute waarde van het totaal krijg je bonuspunten

In de eerste kolom staat de absolute hoeveelheid vreemdheid.

In de tweede kolom staat het aantal bonuspunten.

Tip: Omdat positieve en negatieve vreemdheid elkaar opheffen, is gunstig om je te richten op deeltjes met ofwel positieve vreemdheid, ofwel negatieve vreemdheid.

### Voorbeeld.

Alleen hadronen die een (anti)-stange-quark hebben, hebben vreemdheid.

Dit zijn de Kaon+ en de anti-sigma, Ze hebben beide vreemdheid van +1, dus samen een vreemdheid van +2.

volgens de Bonusoverzicht hoort bij de absolute waarde van 2 een puntenaantal van 10 bij.

SCOREBLAD BONUS		
ZIE SCOREKAART BONUS		
SOORT	HOEVEELHEID	SCORE
LADING	-5	7
VREEMDHEID	2	10
TOVER		
TOTAAL		17

Het totaal aantal bonuspunten is 7 (lading) + 10 (vreemdheid) = 17 punten.

## De totaalscore:

NAAM SPELER	Marjolein
DATUM / TIJD	1-2-2021
TOTAAL SCORE	72

40 (de 3 hadronen)  
- 4 (de 2 weggegooide deeltjes)  
+ 4 ((anti)-neutrinos)  
+ 15 (leptonen)  
+ 17 (bonuspunten)  
= **72 punten!**

## Vorbereiding van het spel.

- Schud de kaarten van Level 1 en 2 goed door elkaar.
- Geef in twee rondes elke speler een kaart, elke speler legt deze open op tafel.
- Het spel bestaat meestal uit 4 *sessies*

Aantal spelers	Aantal kaarten per speler	Aantal te spelen sessies
3	6	4
4	6	4
5	6	4
6	6	4
7	5	4
8	6	<b>3</b>

## Vorbereiding van de sessie.

- Deel de kaarten één-voor-één uit, deze komen in de hand van de speler, niet zichtbaar voor anderen.
- Het aantal kaarten dat een speler krijgt, en het aantal sessies, is afhankelijk van het aantal spelers.

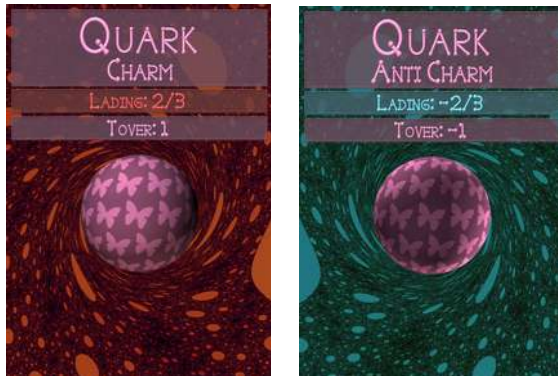
# Aanvullende Spelregels - Level 3

De deeltjesversneller is nog krachtiger geworden, waardoor er ook Charm-quarks kunnen ontstaan, evenals Z, W+, W- en Higgs bosonen en ook fotonen.

## Extra materiaal voor level 3

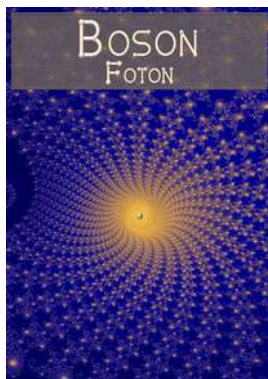
- Een uitbreidingspak deeltjeskaarten voor level 3 (De geel gemarkeerde kaarten op het Overzichtskaart met kaarten)

- De quarks: de charm-quarks en anti-charm-quarks:



- De bosonen:

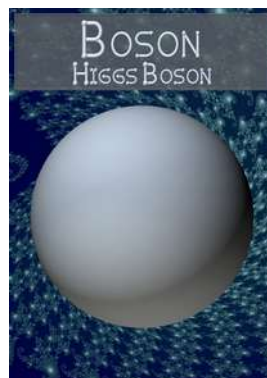
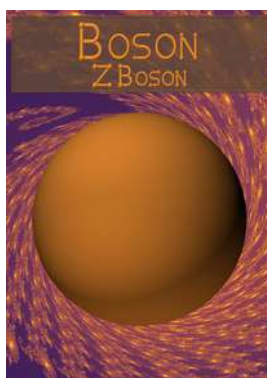
- fotonen:



- en W+ en W- bosonen:



- Z-boson, Higgs-boson:



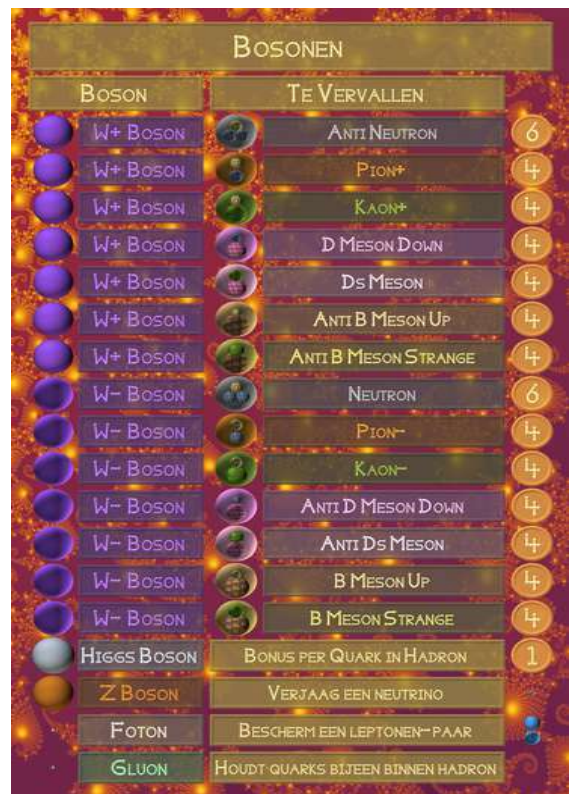
- Aanvullende gluonen: 4 stuks

- 2 Kaarten met bouwplannen van Level 3:



Alle nieuwe hadronen die bij Level 3 worden ingevoerd hebben allemaal charm-quarks.

- 2 Overzichtskarten Bonuskaarten Tover:      2 Overzichtskarten met Bosonen:



# Puntentelling aan het einde van het spel.

Voor een goede puntentelling is van belang om punten 1 tot en met 5 in de juiste volgorde uit te voeren.

## Voorbeeld



Er liggen 27 kaarten, omdat je 2 kaarten aan het begin van het spel krijgt, en 5 sessies van elk 5 kaarten zijn gespeeld. (7 spelers zitten in het spel)

## 1. Hadronen van quarks en gluonen inclusief W- en Higgs-bosonen.

Maak van quarks en gluonen hadronen naar eigen keuze,

volgens de bouwplannen level 1 t/m 3.

Nieuw zijn de hadronen bestaande uit charm-quarks.

Ook hier zijn de mesonen 10 punten waard, en de baryonen 15 punten waard.

## **W Bosonen.**

Een W-boson bestaan in twee vormen:  $W^+$  en  $W^-$ . Bepaalde hadronen kunnen vervallen onder gebruikmaking van een W boson. Bij zo'n samengesteld deeltje mag je (maximaal) één W boson kaartje neerleggen. De hadron blijft nog wel aanwezigheid voor de verdere puntentelling.

In het Bosonen-overzicht kun je zien bij welke hadronen je een  $W^+$  danwel een  $W^-$  kunt leggen, en hoeveel extra punten dit oplevert.

## **$W^+$ Bosonen.**

Alleen anti-neutronen en bepaalde positief geladen mesonen, kunnen vervallen via een  $W^+$  boson.

## **$W^-$ Bosonen.**

Een  $W^-$  boson is een antideeltje van een  $W^+$  boson.

Alleen neutronen en bepaalde negatief geladen mesonen, kunnen vervallen via een  $W^-$  boson.

## **Higgs Bosonen.**

Een Higgs boson mag je bij elke hadron leggen, maar maximaal één per hadron. Het maakt niet uit of zo'n hadron een  $W^+$  of  $W^-$  boson "heeft".

Voor elk (anti)quark van zo'n hadron levert het één punt op.

In het bosonen-overzicht kun je zien bij welke hadronen je een  $W^+$  danwel een  $W^-$  kunt leggen, en hoeveel extra punten dit oplevert.

## Voorbeeld

SCOREBLAD HADRONEN	
ZIE BOUWPLANNEN HADRONEN	
HADRON	SCORE
anti D meson down	10
Xi down	15
pion 0 up	10
kaon+	10
charmed sigma	15
TOTAAL	60

Er liggen 5 hadronen:

- 1) helemaal links: anti D Meson Down: (gluon + down + anti-charm) met daarbij een W- boson. Deze Hadron is een Meson die 10 punten waard is (Zie bouwplan hadronen Level 3). Je mag hier een W- boson bij leggen, waarmee deze meson gaat vervallen
- 2) In het midden: Xi Down: (gluon + down + strange + charm) met daarbij een Higgs-boson. Deze baryon is 15 punten waard.
- 3) Daarnaast boven: Pion 0 Up: (gluon + up + anti-up): Deze meson is 10 punten waard. (dit is er eentje van Level 1).
- 4) Daarbeneden: Kaon+ (meson) (gluon + up + anti-strange) met daarbij een W+ Boson. Deze baryon is 10 punten waard.
- 5) Helemaal rechts : Charmed Sigma (gluon + up + down + charm), welke 15 punten waard is.

SCOREBLAD BOSONEN	
ZIE OVERZICHT BOSONEN	
HIGGS BOSON	WBOSON
3	4
	4
TOTAAL	11

- 1) De W- boson bij de anti D meson down: 4 punten (zie Bosonen-overzicht).
- 2) De Higgs boson bij Xi down: 3 punten  
Aangezien de baryon uit 3 quarks bestaan, levert het Higgs-boson 3 punten op (zie Bosonen-overzicht).
- 3) De W+ boson bij de kaon+: 4 punten.

## 2. Puntentelling voor de neutrinos.

Puntentelling zoals in level 2, maar je kunt neutrinos verjagen door middel van Z-bosonen:

Elke Z-boson dat je hebt verzameld moet je bij een neutrino neerleggen. Elk neutrino dat vergezeld wordt met een Z-boson wordt weggejaagd en telt niet mee voor de puntentelling. Als je bijvoorbeeld een setje hebt van 6 verschillende neutrinos, en verder geen neutrinos, dan zorgt die Z-boson ervoor dat het setje kapot wordt gemaakt, en dus 3 punten krijgt i.p.v. 12.

Zijn er meer Z-bosonen dan neutrinos, alleen dan blijven er ongebruikte Z-bosonen over, die je later moet weggooien wat de gebruikelijke strafpunten oplevert.



## Voorbeeld

Er ligt 1 anti-tau-neutrino, met daarbij een Z-boson. Normaal zou een anti-tau-neutrino 3 strafpunten opleveren, maar de bijbehorende Z-boson verjaagt deze neutrino. Dus geen (straf)punten.

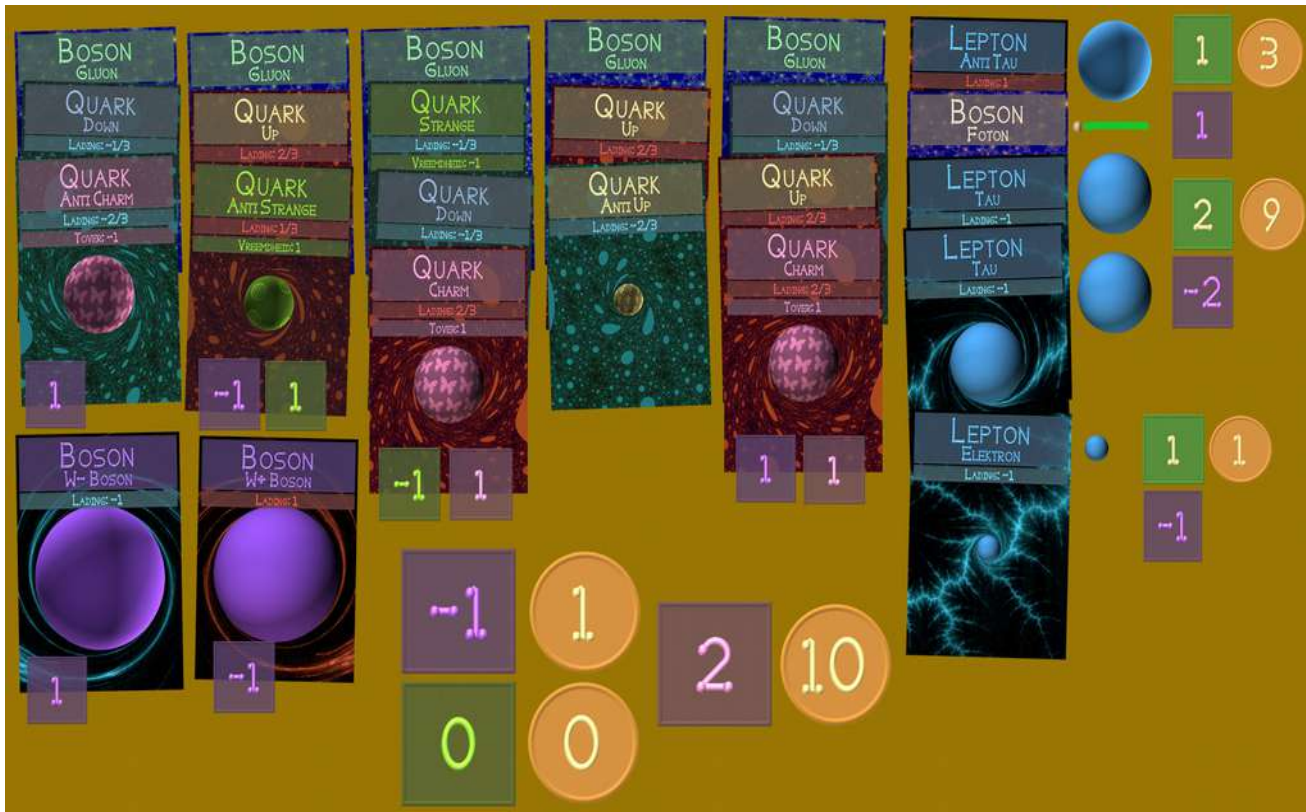
## 3. Puntentelling voor de gewone leptonen.

Puntentelling zoals in level 2.

Echter, voor elk foton wat je hebt gespaard, kun je voorkomen dat een gelijkwaardige paar naar keuze van leptonen (dus elektron/positron, muon/anti-muon of tau/anti-tau) elkaar opheffen. Als je geen leptonen-paar kan vinden, of het foton niet wilt gebruiken, dan moet je deze later weggooien, en zal dit dus 2 strafpunten opleveren.

Wanneer er één of meer paren leptonen bespaard zijn gebleven, moet je daarvan de gewone en anit-leptonen apart tellen, i.p.v. Ze samen te nemen.

## Voorbeeld



SCOREBLAD LEPTONEN		
ZIE SCOREKAART LEPTONEN		
AANTAL	SOORT	SCORE
1	ELEKTRON	1
	MUON	
2	TAU	9
	POSITRON	
	ANTI MUON	
1	ANTI TAU	3
TOTAAL		13

Er zijn 4 leptonen met daarbij een foton (boson): 2 tau-leptonen, 1 anti-tau-lepton en 1 electron. Normaal zou de tau en de anti-tau elkaar opheffen, maar bij dit paartje ligt een foton. Deze foton verhindert dat deze elkaar opheffen.

Als je in de puntenoverzicht van leptonen kijkt, zijn de 2 tau's 9 punten waarde, en 1 anti-tau 3 punten. 1 electron 1 punt. Samen dus 13 punten. Merk op dat de foton hier 9 punten heeft "gered".

Merk ook op dat de tau's en anti-tau's apart zijn geteld, i.p.v. ze samen te nemen als drietal wat anders 18 punten zou opleveren.

## 4. Gooi de overgebleven en quarks en bosonen weg.

Puntentelling zoals in level 2: Elk weggegooid deeltje geeft 2 strafpunten.

### Voorbeeld

Er zijn geen losse deeltjeskaarten over, dus geen strafpunten.

## 5. Puntentelling Tover bovenop Lading en Vreemdheid.

### Lading - voorbeeld

Per saldo hebben deze leptonen (2 tau, 1 anti-tau en 1 electron) een lading van -2.

Van de 3 geladen hadronen hebben:

- 1) kaon+, met de  $W^+$  boson er bij een lading van +2.
- 2) anti D meson down, met de  $W^-$  boson erbij een lading van -2.
- 3) charmed sigma een lading van +1.

Alles bij elkaar:  $-2 + 2 + -2 + 1 = -1$ . In de Bonusoverzicht staat 1 punt bij een absolute hoeveelheid lading van 1. Een lage score.

### Vreemdheid - voorbeeld

Alleen hadronen die een (anti)-stange-quark hebben, hebben vreemdheid.

Dit zijn de kaon+ en Xi down, -1 resp +1, dus samen geen vreemdheid, en geen bonuspunten hiervoor.

### Tover.

Alle soorten hadronen met charm-quarks hebben Tover.

Deze hadronen ontlenen hun tover aan hun (anti)charm-quarks.

Tel alle tover bij elkaar op, voor de absolute waarde van het totaal krijg je de in de *Bonustabel Tover* aangegeven punten.

### voorbeeld

Alleen hadronen die een (anti)-charm-quark hebben, hebben Tover.

Dit zijn de anti D Meson Down, Xi Down en Charmed Sigma, -1 resp +1 en +1, dus samen een Tover van +1

volgens de Bonusoverzicht hoort bij de absolute waarde van 1 een punten aantal van 2 bij.

SCOREBLAD BONUS		
ZIE SCOREKAART BONUS		
SOORT	HOEEVEELHEID	SCORE
LADING	-1	1
VREEMDHEID	0	0
TOVER	2	2
TOTAAL		3

Het totaal aantal bonuspunten is 1 (lading) + 0 (vreemdheid) + 2 (tover)= 3 punten.

## De totaalscore:

NAAM SPELER	Pieter Merel
DATUM/ TIJD	3-9-2022
TOTAAL SCORE	87

71 (de 5 hadronen inclusief bijbehorende bosonen)

- 0 (geen weggegooid deeltjes)

+ 0 ((anti)-neutrinos)

+ 13 (leptonen)

+ 3 (bonuspunten)

= **87 punten**

## Vorbereiding van het spel.

- Schud de kaarten van Levels 1,2 en 3 door elkaar.
- Geef in twee rondes elke speler een kaart, elke speler legt deze open op tafel.
- Het spel bestaat uit meestal 5 sessies

## Vorbereiding van de sessie.

- Deel de kaarten één-voor-één uit, deze komen in de hand van de speler, niet zichtbaar voor anderen.
- Het aantal kaarten dat een speler krijgt, het aantal sessies:

Aantal spelers	Aantal kaarten per speler	Aantal te spelen sessies
3	6	5
4	6	5
5	6	5
6	6	5
7	5	5
8	6	4

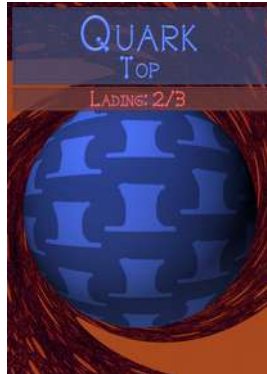
# Aanvullende Spelregels - Level 4

De deeltjesversneller is extreem krachtig geworden, hierdoor kunnen er zelfs Top- en Bottom-quarks ontstaan! Soms ontstaat er ook een OMG-deeltje. Dit extreem energetisch deeltje zorgt ervoor dat de deeltjes de andere kant in de ring rondraaien. Uiteindelijk kan de deeltjesversneller stuk gaan.

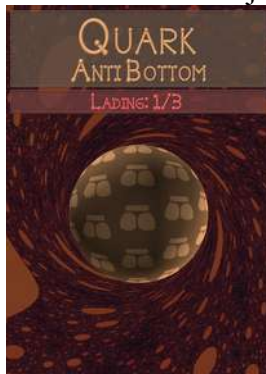
## Extra materiaal voor Level 4.

- Een uitbreidingspak deeltjeskaarten voor level 4 (De rood gemarkeerde kaarten op het Overzichtskaart met kaarten)

- De quarks: 2 soorten quarks (top en bottom):



- met hun anti-deeltjes:



- De OMG-deeltjes:



Wanneer er zo'n deeltje wordt gespeeld, gaan de deeltjes in omgekeerde richting door de ring van de deeltjesversneller.

- 2 dubbelzijdige ringkaartjes:



De de juiste kant naar boven te leggen, kun je zien in welke draairichting de deeltjes nu door de ring bewegen.

- Aanvullende gluonen: 6 stuks
- 2 Kaarten met bouwplannen van Level 4:



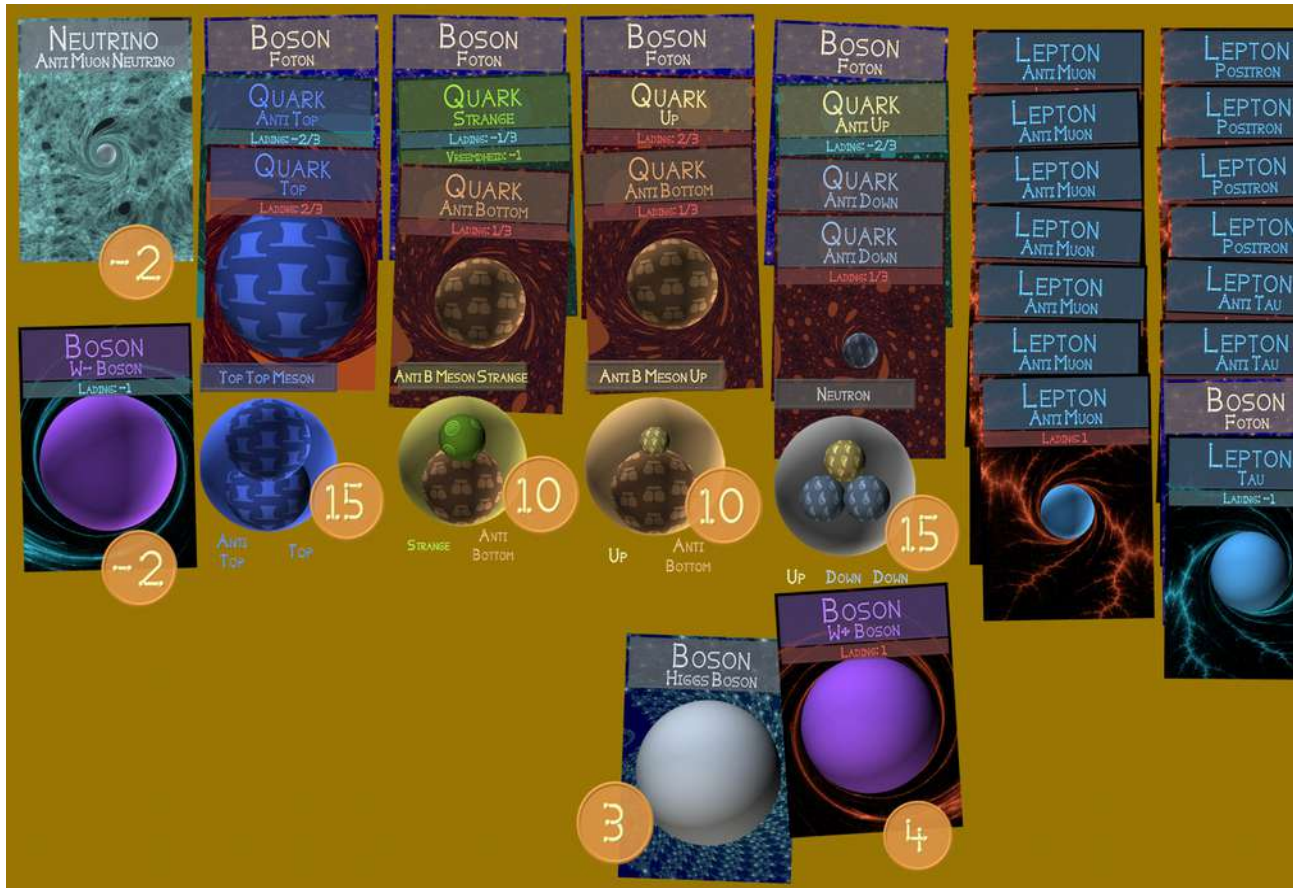
Alle nieuwe hadronen die bij Level 4 worden ingevoerd hebben top- of bottom-quarks. Tetra-quarks zijn hadronen bestaande uit 4 quarks, en pentaquarks zijn hadronen bestaande uit 5 quarks.

In dit spel komen top-quarks en anti-top quarks alleen in een top-anti-top-meson voor, maar zijn met 15 punten wel meer waard dan een gewone meson.

# Aanvullende puntentelling.

Voor een goede puntentelling is van belang om punten 1 tot en met 5 in de juiste volgorde uit te voeren.

## Voorbeeld



Er liggen 32 kaarten, omdat je 2 kaarten aan het begin van het spel krijgt, en 5 sessies van elk 6 kaarten zijn gespeeld. (5 spelers zitten in het spel)

## Het maken van hadronen van quarks en gluonen inclusief bosonen.

Maak van quarks en gluonen hadronen naar eigen keuze, volgens de bouwplannen level 1 t/m 4. Nieuw zijn de hadronen bestaande uit top- en bottom-quarks.

## Voorbeeld

SCOREBLAD HADRONEN	
ZIE BOUWPLANNEN HADRONEN	
HADRON	SCORE
top top meson	15
anti B meson strange	10
anti B meson up	10
anti neutron	15
TOTAAL	50

Er liggen 4 hadronen:

- 1) Midden bovenaan: een Top Top Meson: (gluon + top + anti-top) Deze Hadron is een bijzondere meson die 15 punten waard is (Zie bouwplannen hadronen Level 4).
- 2) Daaronder: Anti B Meson Strange: (gluon + strange + anti-bottom) Deze baryon is 10 punten waard.
- 3) middenrechts: Anti B Meson Up: (gluon + up + anti-bottom): Deze meson is 10 punten waard.
- 4) Helemaal rechts: Anti Neutron (baryon) (gluon + anti-up + anti-down + anti-down) met daarbij een W<sup>+</sup> Boson en een Higgs boson. Deze baryon is 15 punten waard.

SCOREBLAD BOSONEN	
ZIE OVERZICHT BOSONEN	
HIGGS BOSON	W BOSON
3	4
TOTAAL	7

W<sup>+</sup> levert 4 punten op. De Higgsboson levert nog eens 3 punten (1 punt per quark).

## 2. Puntentelling voor de neutrinos.

Puntentelling zoals in level 3.

### Voorbeeld

SCOREBLAD NEUTRINOS			
ZIE SCOREKAART NEUTRINOS			
AANTAL	SOORT	SCORE PER STUK	SCORE
	ELEKTRON NEUTRINO	1	
	MUON NEUTRINO	2	
	TAU NEUTRINO	3	
	ANTI ELEKTRON NEUTRINO	-1	
1	ANTI MUON NEUTRINO	-2	-2
	ANTI TAU NEUTRINO	-3	
	SETJE VAN 6 NEUTRINOS	12	
TOTAAL			-2

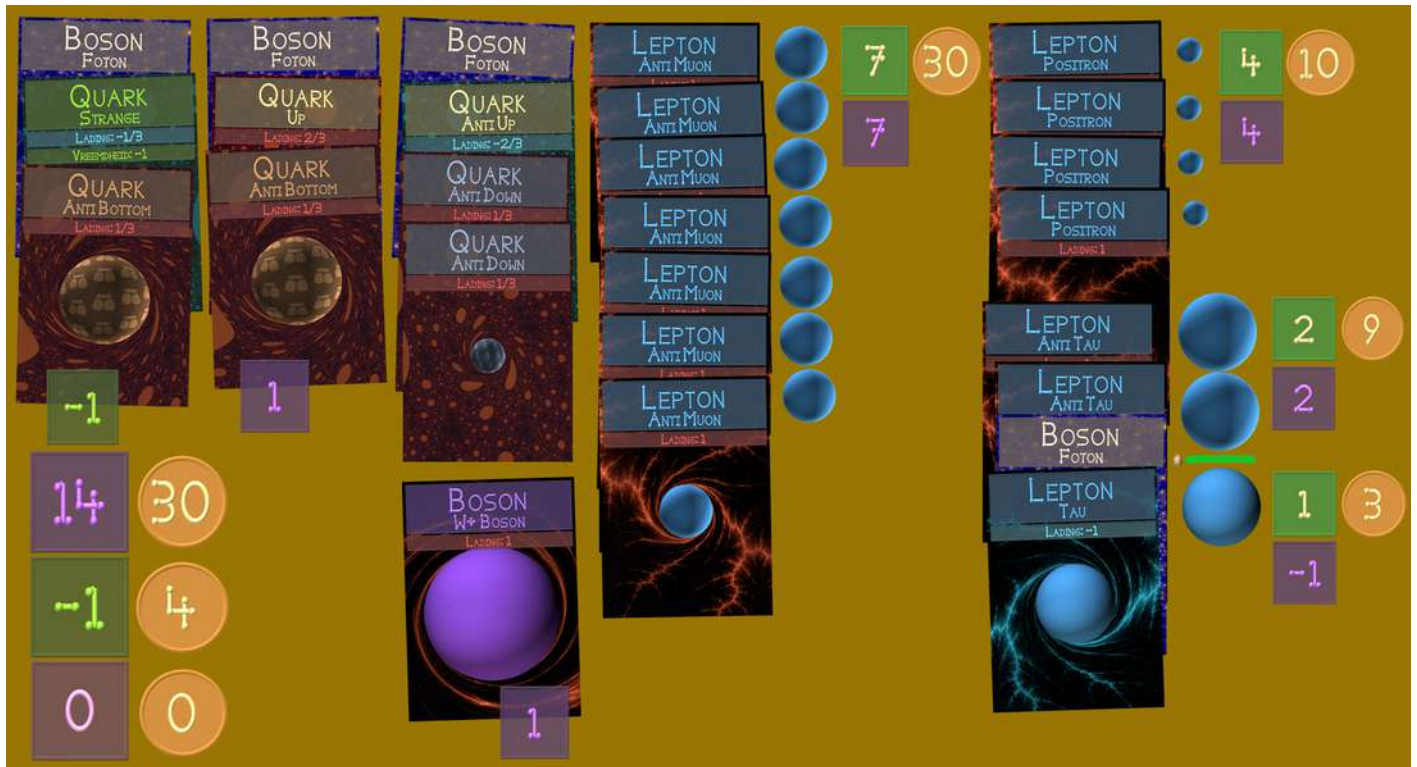
Er ligt 1 anti-muon-neutrino, dus 2 strafpunten.



### 3. Puntentelling voor de leptonen.

Puntentelling zoals in level 3.

#### Voorbeeld



Er zijn hier veel leptonen.

Merk op dat een tau- en anti-tau-paar door een foton zijn beschermd tegen het opheffen van elkaar.

SCOREBLAD LEPTONEN		
ZIE SCOREKAART LEPTONEN		
AANTAL	SOORT	SCORE
	ELEKTRON	
	MUON	
1	TAU	3
4	POSITRON	10
7	ANTI MUON	30
2	ANTI TAU	9
<b>TOTAAL</b>		<b>52</b>

7 anti-muonen: Deze leveren de maximale score van 30 punten op.

4 positronen: 10 punten.

2 anti-tau: 9 punten en een tau: 3 punten

Bij elkaar dus 52 punten!

### 4. Puntentelling Lading, Vreemdheid en Tover.

Puntentelling zoals in level 3.

## Voorbeeld

### Lading.

Van de 2 geladen hadronen hebben:

- 1) anti B meson up, een lading van +1.
- 2) anti neutron, met de  $W^+$  boson erbij een lading van +1 (de lading komt dus geheel van de boson).

Van de 7 anti-muonen: +7

Van de 4 positronen: +4

Van de 2 anti-tau-deeltjes: +2

Van het tau-deeltje: -1

Alles bij elkaar een lading van +14. dit levert een maximale score van 30 punten op.

### Vreemdheid.

Alleen een anti B meson strange heeft hier vreemdheid: +1, dus 4 bonuspunten hiervoor.

### Tover.

Er zijn hier geen hadronen met (anti)charm-quarks verzameld, dus hier geen bonuspunten ervoor.

### Totaal.

SCOREBLAD BONUS		
ZIE SCOREKAART BONUS		
SOORT	HOEVEELHEID	SCORE
LADING	14	30
VREEMDHEID	1	4
TOVER		
TOTAAL		34

Het totaal aantal bonuspunten is 30 (lading) + 4 (vreemdheid) + 0 (tover)= 34 punten.

## 5. Gooi de overgebleven quarks en bosonen weg.

Puntentelling zoals in level 3.

### Voorbeeld

SCOREBLAD WEGGEGOOIDE DEELTJES		
-2 PER WEGGEGOOID DEELTJE		
SOORT	AANTAL	SCORE
QUARKS		
GLUONEN		
Z BOSONEN		
W BOSONEN	1	-2
FOTONEN		
HIGGS BOSONEN		
TOTAAL		-2

Er blijft een  $W^-$  boson over, dus 2 strafpunten.

## Totaalscore:

NAAM SPELER	Andries
DATUM/TIJD	2-8-2022
TOTAAL SCORE	139

54 (de 4 hadronen inclusief bijbehorende bosonen)

-2 (1 weggegooid deeltje)

-2 ((anti)-neutrinos)

+ 52 (leptonen)

+ 34 (bonuspunten)

= **136 punten!!!**

## Vorbereiding van het spel.

- Schud de kaarten van alle Levels door elkaar.
- Geef in twee rondes elke speler een kaart, elke speler legt deze open op tafel. N.B. Als er tijdens het delen één of meer OMG-deeltjes komen, dan tellen ze wel mee alsof ze direct gespeeld worden.
- Het spel bestaat uit 5 sessies

## Vorbereiding van de sessie.

- Deel de kaarten één-voor-één uit, deze komen in de hand van de speler, niet zichtbaar voor anderen.
- Het aantal kaarten dat een speler krijgt, het aantal sessies, en het aantal OMG-deeltjes dat nodig is om de deeltjesversneller stuk te maken, is afhankelijk van het aantal spelers:

Aantal spelers	Aantal kaarten per speler	Aantal te spelen sessies	Fataal aantal OMG-deeltjes
3	6	5	4
4	6	5	5
5	6	5	6
6	6	5	7
7	6	5	7
8	5	5	8

## Het spelen van een OMG-deeltje.

1. Als er een speler is die een OMG-deeltje neerlegt, dan wordt de draairichting omgedraaid (als de draairichting met de klok mee is, dan wordt de draairichting dus tegen de klok in)
2. Worden er meer OMG-deeltjes tegelijk neergelegd, dan wordt de draairichting alleen omgedraaid, als het aantal tegelijk neergelegde OMG-deeltjes oneven is.
3. OMG-deeltjes worden open midden op tafel gelegd.

## Het einde van het spel.

Het spel is afgelopen als:

- alles sessies gespeeld zijn. of
- Er een fataal aantal OMG-deeltjes zijn neergelegd; De deeltjesversneller is dan stuk.

De eindtelling wordt nu uitgevoerd.

# Quarkloze Level

*Nee, quarks kunnen nooit los bestaan!*

## Spelmateriaal.

- Een pak deeltjeskaarten voor de quarkloze level
  - Alle neutrinos
  - Alle leptonen
  - Fotonen
  - Z-bosonen
  - OMG-deeltjes
- 2 Kaarten met Scoreoverzicht Neutrinos
- 2 Kaarten met Scoreoverzicht Leptonen
- 2 Kaarten met Scoreoverzicht Bonuspunten voor Lading.

## Puntentelling aan het einde van het spel.

### 1. Puntentelling voor de neutrinos.

*Neutrinos hebben heel weinig interactie met deeltjes en vliegen grotendeels dwars door de aarde heen. Deze deeltjes worden ook wel "spookdeeltjes" genoemd. Daarom heffen diens anti-deeltjes elkaar zelden op, omdat ze elkaar zelden tegenkomen.*

Elke neutrino geeft per stuk de op het Scorekaart Neutrinos aangegeven positieve of negatieve punten op, waarbij een set van 6 verschillende neutrino's 12 punten oplevert.

Hierop kun je zien dat een muon-neutrino is per stuk 2 punten waard is, en een anti-tau-neutrino is -3 punten waard is (helaas mag je geen neutrino's weggooien, dus je moet de volle -3 punten incasseren voor elk anti-tau-neutrino)

### 2. Puntentelling voor de leptonen.

Allereerst heffen de antideeltjes van de niet-neutrino-leptonen elkaar op: zoals een electron een positron opheft.

Maak van de volgende deeltjes de paren, en verwijder deze kaarten, deze tellen dus niet mee voor de telling:

- electron en positron
- Muon en anti-Muon
- Tau en anti-Tau

Gebruik de tabel Scorekaart Leptonen om voor elk aantal de punten te bepalen.

De Muon en vooral de Tau is zeldzamer, maar ook meer waard voor de puntentelling.

De bijbehorende antideeltjes zijn wat zeldzamer dan de oorspronkelijke deeltjes.

### 3. Puntentelling voor Lading

De leptonen hebben Lading. Positief of negatief.

Tel alle lading bij elkaar op, voor de absolute waarde van het totaal krijg je bonuspunten

In de eerste kolom staat de absolute hoeveelheid lading.

In de tweede kolom staat het aantal bonuspunten.

**Tip:** Omdat positieve en negatieve lading elkaar opheffen, is gunstig om je te richten op deeltjes met ofwel positieve lading, ofwel negatieve lading.

## 4. Gooi de overgebleven fotonen en Z-bosonen weg.

Elk weggegooid deeltje geeft 2 strafpunten.

### Vorbereiding van het spel.

- Schud de in het spelmateriaal aangegeven handkaarten goed door elkaar.
- Geef in twee rondes elke speler een kaart, elke speler legt deze open op tafel.
- Het spel bestaat uit 3 of 4 sessies:

Aantal spelers	Aantal kaarten per speler	Aantal te spelen sessies	Fataal aantal OMG-deeltjes
3	5	4	6
4	5	4	7
5	5	4	7
6	<b>6</b>	3	7
7	5	3	8
8	<b>4</b>	3	8

### Vorbereiding van de sessie.

- Deel de kaarten één-voor-één uit, deze komen in de hand van de speler, niet zichtbaar voor anderen.
- Het aantal kaarten dat een speler krijgt, en het aantal sessies, is afhankelijk van het aantal spelers.

### Het spelen van een OMG-deeltje.

1. Als er een speler is die een OMG-deeltje neerlegt, dan wordt de draairichting omgedraaid (als de draairichting met de klok mee is, dan wordt de draairichting dus tegen de klok in)
2. Worden er meer OMG-deeltjes tegelijk neergelegd, dan wordt de draairichting alleen omgedraaid, als het aantal tegelijk neergelegde OMG-deeltjes oneven is.
3. OMG-deeltjes worden open midden op tafel gelegd.

### Het einde van het spel.

Het spel is afgelopen als:

- alles sessies gespeeld zijn. of
- Er een fataal aantal OMG-deeltjes zijn neergelegd; De deeltjesversneller is dan stuk.

De eindtelling wordt nu uitgevoerd.

# Quarkvolle level

*Ja, met quarks kun je alles maken!*

## Spelmateriaal.

- Een pak deeltjeskaarten (132) voor de quarkloze level
  - Alle quarks (84)
  - Alle gluonen (31)
  - Higgs-bosonen (5)
  - W-bosonen (12)
- 2 Kaarten met Scoreoverzicht Level 1
- 2 Kaarten met Scoreoverzicht Level 2
- 2 Kaarten met Scoreoverzicht Level 3
- 2 Kaarten met Scoreoverzicht Level 4
- 2 Kaarten met Scoreoverzicht Bonuspunten voor Lading, Vreemdheid en Tover
- 2 Kaarten met Bosonen

## Puntentelling aan het einde van het spel.

### 1. Hadronen van quarks en gluonen inclusief W- en Higgs-bosonen.

Maak van de gespaarde quarks en gluonen hadronen naar eigen keuze, maar wel volgens de "Bouwplannen Hadronen". (Aangezien dit overzicht ook wordt gebruikt in de hogere levels, staat er ook "lading" bij, die kun je in level 1 nog negeren)

Er zijn binnen level 1 twee soorten quarks: up en down.

En er zijn ook 2 bijbehorende anti-deeltjes van deze quarks: een anti-up quark (niet te verwarren met een down quark) en een anti-down quark.

Elke hadron moet precies één gluon bevatten.

Je mag meer van dezelfde soort hadronen bouwen.

#### **W Bosonen.**

Een W-boson bestaan in twee vormen: W+ en W-. Bepaalde hadronen kunnen vervallen onder gebruikmaking van een W boson. Bij zo'n samengesteld deeltje mag je (maximaal) één W boson kaartje neerleggen. De hadron blijft nog wel aanwezigheid voor de verdere puntentelling.

In het Bosonen-overzicht kun je zien bij welke hadronen je een W+ danwel een W- kunt leggen, en hoeveel extra punten dit oplevert.

#### **W+ Bosonen.**

Alleen anti-neutronen en bepaalde positief geladen mesonen, kunnen vervallen via een W+ boson.

#### **W- Bosonen.**

Een W- boson is een antideeltje van een W+ boson.

Alleen neutronen en bepaalde negatief geladen mesonen, kunnen vervallen via een W- boson.

## Higgs Bosonen.

Een Higgs boson mag je bij elke hadron leggen, maar maximaal één per hadron. Het maakt niet uit of zo'n hadron een  $W^+$  of  $W^-$  boson "heeft".

Voor elk (anti)quark van zo'n hadron levert het één punt op.

## 2. Gooi de overgebleven en quarks en gluonen weg.

Quarks kunnen nooit los bestaan. Ook niet gebruikte gluonen moeten afgestraft worden.

Elk niet gebruikt deeltjes-kaart levert 2 strafpunten op. Neutrinos mogen nooit weggegooid worden.

## 3. Puntentelling voor Lading en Vreemdheid.

### Lading.

Een aantal hadronen hebben Lading. Positief of negatief.

Tel alle lading bij elkaar op, voor de absolute waarde van het totaal krijg je bonuspunten

In de eerste kolom staat de absolute hoeveelheid lading.

In de tweede kolom staat het aantal bonuspunten.

Tip: Omdat positieve en negatieve lading elkaar opheffen, is gunstig om je te richten op deeltjes met ofwel positieve lading, ofwel negatieve lading.

### Vreemdheid.

Een aantal hadronen hebben Vreemdheid. Dit zijn hadronen die een strange-quark of een anti-strange-quark hebben.

Tel alle vreemdheid bij elkaar op, voor de absolute waarde van het totaal krijg je bonuspunten

In de eerste kolom staat de absolute hoeveelheid vreemdheid.

In de tweede kolom staat het aantal bonuspunten.

**Tip:** Omdat positieve en negatieve vreemdheid elkaar opheffen, is gunstig om je te richten op deeltjes met ofwel positieve vreemdheid, ofwel negatieve vreemdheid.

### Tover.

Alle soorten hadronen met charm-quarks hebben Tover.

Deze hadronen ontlenen hun tover aan hun (anti)charm-quarks.

Tel alle tover bij elkaar op, voor de absolute waarde van het totaal krijg je de in de Bonustabel Tover aangegeven punten.

## Vorbereiding van het spel.

- Schud de in het spelmateriaal aangegeven handkaarten goed door elkaar.
- Geef in twee rondes elke speler een kaart, elke speler legt deze open op tafel.
- Het spel bestaat meestal uit 4 sessies:

Aantal spelers	Aantal kaarten per speler	Aantal te spelen sessies
----------------	---------------------------	--------------------------



3	5	4
4	5	4
5	5	4
6	5	4
7	4	4
8	4	3

## Vorbereiding van de sessie.

- Deel de kaarten één-voor-één uit, deze komen in de hand van de speler, niet zichtbaar voor anderen.
- Het aantal kaarten dat een speler krijgt, en het aantal sessies, is afhankelijk van het aantal spelers.