

Black Box Nobelprijs Fysica 2013

Voorbeeldmateriaal ontwikkeld door aspirant-leerkrachten



Onderzoek in Beweging

Onderzoek als authentieke leerinhoud

Naar een didactiek van onderzoek in beweging

*Deze bundel is ontwikkeld in het kader van het
Constructiegericht Project door derdejaarsstudenten fysica
van de Lerarenopleiding BaSO, UC Leuven-Limburg*

*voor het vak wetenschappelijk werk
in de basisoptie Moderne Wetenschappen
van de 1^{ste} graad SO A-stroom*

Inhoud

Inleiding	4
1. Wat is CERN?	5
1.1. Didactische aanpak.....	5
1.2. Uitwerking	5
2. Tijdlijn	7
2.1. Didactische aanpak.....	7
2.2. Uitwerking	7
2.3. Oplossing	11
3. CERN People	12
3.1. Didactische aanpak.....	12
3.2. Uitwerking	13
Tau Trouble	13
Caution & Excitement	15
To Be Or Not To Be The Higgs	16
Life with the Higgs	16
Bijlage 1.....	17
Bijlage 2.....	18
Bijlage 3.....	19
Bijlage 4.....	20
4. Try-out	21

Inleiding

Deze bundel werd ontwikkeld om leerlingen te laten kennismaken met wetenschappelijk onderzoek. Er wordt afgeweken van de typische natuurwetenschappelijke methode die ze kennen van uit de les, en er wordt verteld over het onderzoek in CERN. Deze bundel maakt deel uit van het project 'Onderzoek in beweging'.

Er zijn drie belangrijke onderdelen in deze bundel die ervoor zorgen dat de leerlingen zelf ontdekken hoe het onderzoek in CERN gebeurt. Het eerste deel is bedoeld om een beeld te schetsen van wat CERN juist is. Vervolgens wordt er ingezoomd om de tijdlijn die alle belangrijke historische gebeurtenissen omvat. Ten slotte worden er ook enkele fysici van CERN aan het woord gelaten in verschillende filmpjes. Hier horen ook nog extra vragen bij voor de leerlingen.

Bij het maken van deze bundel hebben we heel veel hulp gehad van Laura Tamassia. Zij stond steeds klaar met feedback en tips. Onze try-out mochten we doen in de Middenschool Agnetendal Peer bij mevrouw Lily Laumen.

1. Wat is CERN?

1.1. Didactische aanpak

Dit deel is bedoeld om de leerlingen een beeld te geven van wat CERN juist is.

De leerkracht vertelt onderstaande tekst, en stelt enkele vragen tussendoor. De leerlingen krijgen deze vragen ook te zien op een tablet, door middel van het programma 'Nearpod'. Ze duiden dan aan wat volgens hen het juiste antwoord is, en de leerkracht krijgt al deze antwoorden te zien op de computer. De leerlingen worden in groepjes verdeeld zodat elk groepje één tablet heeft.

1.2. Uitwerking

CERN is een Europese organisatie die fundamenteel onderzoek doet naar elementaire deeltjes. De organisatie bevindt zich in Genève, dit ligt op de grens van Frankrijk en Zwitserland.

Er zijn 21 landen die meewerken aan het experiment. In totaal zijn dit tienduizend wetenschappers die werken voor de projecten. Dit zijn onder andere theoretische en experimentele wetenschappers, technici, etc.

Het experiment bestaat uit zes ringen met deeltjesversnellers. Deze bevinden zich honderd meter onder de grond. De omtrek van de grootste ring is 27 kilometer.

Met een filmpje wordt de baan van de protonen getoond:
www.youtube.com/watch?v=GQn808brMZo

CERN is vooral bekend door experimenten van botsingen met deeltjes. Dit doen ze door protonen in de tegenovergestelde richting te versnellen. De enorme kracht tijdens de botsing zorgt ervoor dat de protonen in verschillende, kleinere deeltjes uiteen vliegen. In die kleinere deeltjes zijn de wetenschappers vooral geïnteresseerd.

Met een filmpje worden deze botsingen getoond:
www.youtube.com/watch?v=YKtPqh-P8lo

Deze botsingen vinden plaats in detectoren. Deze zijn opgebouwd uit speciale meetapparatuur waarmee ze de verschillende eigenschappen kunnen meten.

De deeltjes bewegen in een cirkelvormige baan als gevolg van een sterk magnetisch veld.

Met een knikkerbaan wordt getoond dat een knikker vanzelf in zijn baan blijft door de wanden van de baan. Dit principe is verschillend van dat bij de protonen. Daarom wordt er een experiment uitgevoerd waarbij protonen worden afgebogen in een cirkel door een magnetisch veld.

Er worden ook veel andere onderzoeken gedaan in CERN, zoals naar zwarte gaten en supersymmetrie. Ook de uitvinding van het internet gebeurde in CERN.

Vragen gesteld m.b.v. Nearpod:

1 Waar ligt CERN?

- ☐ België;
- ☒ Zwitserland;
- ☐ Amerika.

2 Hoeveel leden telt Cern?

- ☐ 5;
- ☐ 13;
- ☒ 21.

3 Hoeveel onderzoekers werken er in Cern?

- ☐ 1000;
- ☐ 5000;
- ☒ 10 000.

4 Hoeveel ringen zijn er?

- ☐ 1;
- ☒ 6;
- ☐ 12.

5 Wat is de omtrek van de grootste ring?

- ☐ 7 km;
- ☐ 17 km;
- ☒ 27 km.

6 Hoe hoog is de CMS-detector?

- ☐ 5 m;
- ☐ 10 m;
- ☒ 15 m.

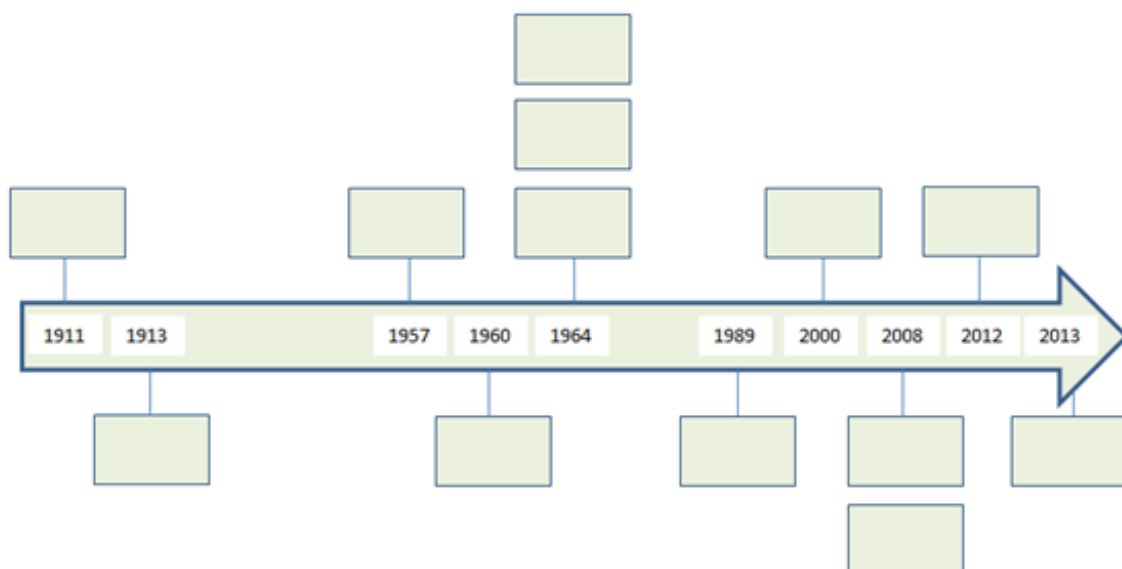
2. Tijdlijn

2.1. Didactische aanpak

Het doel van dit deel is om de leerlingen duidelijk te maken hoeveel tijd er zat tussen de theoretische en de experimentele ontdekking van het Higgsdeeltje. Ook zien de leerlingen op deze manier in welke volgorde de gebeurtenissen juist gebeurden.

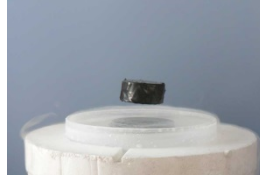
De leerlingen blijven nog steeds in groepjes zitten. Per groepje krijgen ze één A2-blad met een tijdlijn en dertien kaartjes. Op de tijdlijn staan jaartallen met lege kadertjes. Zo weten de leerlingen al op welke plaats ze een kaartje moeten leggen. Op de kaartjes staat steeds een titel, een foto en uitleg over de gebeurtenis. Nadat de leerlingen alle kaartjes hebben gelezen, zouden ze de kaartjes in de juiste volgorde moeten kunnen leggen. Hiervoor krijgen ze voldoende tijd. De leerkracht loopt overal eens rond en helpt waar nodig. Wanneer de leerlingen klaar zijn, komt de leerkracht dit controleren. Nadat de leerkracht dit gecontroleerd heeft, mogen de leerlingen de datum op de achterkant van de kaartjes schrijven. Zo kunnen ze nadien de tijdlijn nog eens vervullen.

2.2. Uitwerking



Ontdekking supergeleiding

Heike Kamerlingh Onnes ontdekte dat er sommige stoffen, bij een zeer lage temperatuur, supergeleidend zijn. Hier was destijds geen verklaring voor.



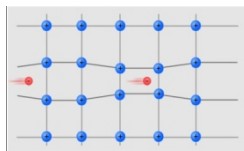
Nobelprijs Kamerlingh Onnes

‘Voor zijn onderzoek van de eigenschappen van de materie op zeer lage temperatuur dat leidde tot de ontdekking van supergeleiding’ ontving Heike Kamerlingh Onnes de Nobelprijs.



Artikel Bardeen- Cooper-Schrieffer

Bardeen, Cooper en Schrieffer stellen een theorie voor die supergeleiding beschrijft. Deze wordt vandaag de BCS-theorie genoemd.



Artikel Nambu

Nambu herschrijft de theorie van supergeleiding en krijgt zo inspiratie om het probleem van de massa in de theorie van de elementaire deeltjes aan te passen. Hij creëert een link tussen de twee.



Artikel Brout - Englert

Brout en Englert lossen een probleem op in de theorie van elementaire deeltjes. De deeltjes mochten namelijk geen massa hebben.



Artikel Higgs

'Het deel van mijn leven waardoor ik gekend ben, is relatief kort. Het had slechts twee weken kunnen zijn, als het wetenschappelijke tijdschrift Physics Letters mijn artikel had goedgekeurd voor publicatie. Maar in het begin werd het afgekeurd.' Higgs besloot om de geloofwaardigheid van zijn artikel te verhogen door enkele praktische gevolgen toe te voegen. Dit nam een extra week, en een nieuwe versie van het artikel werd ingediend voor publicatie. Deze nieuwe versie bevatte het 'Higgs boson'.



Artikel Guralnik – Hagen - Kibble

Guralnik en Hagen maakten een draft en toonden deze aan Kibble, om hem extra input te vragen. Het levenslot stond klaar om met hen een wreed spel te spelen. Er werden verschillende poststakingen georganiseerd, die de post serieus hadden vertraagd. Toen het team bijna klaar was om het artikel in te sturen, kwam Kibble binnen en zei dat hij in de vertraagde mail drie artikels had gevonden, één van Brout en Englert en twee van Higgs. Alle drie leken ze hetzelfde ontdekt te hebben.



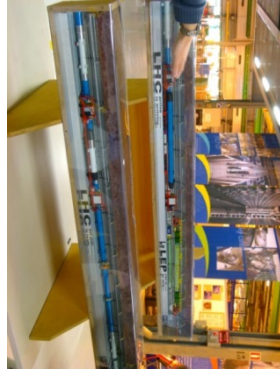
Eerste experiment LEP (CERN)

In de LEP-versneller worden voor het eerst metingen uitgevoerd.



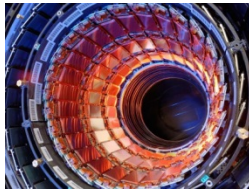
LEP moet sluiten

De reden voor de sluiting is eenvoudig. LEP en de detectors die erop zitten, moeten gedemonteerd en uit de 27 kilometer lange tunnel gebracht worden om de installatie van de Large Hadron Collider (LHC) mogelijk te maken.



Eerste experiment LHC

In de LHC-versneller worden voor het eerst metingen uitgevoerd.



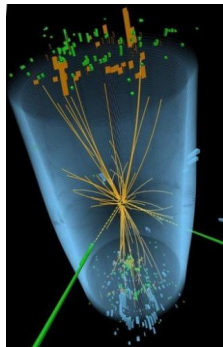
Incident magneten

Tijdens een test werd de temperatuur van een las in een supergeleidende kabel, die twee magneten verbindt, hoger dan zijn werkt temperatuur. Daardoor liep er een enorm sterke, elektrische stroom door het vloeibaar helium. Het ontsnappen van het helium uit zijn doorprikte vat, zorgde op zijn beurt voor een zeer hoge druk in de machine die de magneten uit hun betonstructuur wong.



Ontdekking nieuw deeltje @125 GeV in LHC, CERN

Er wordt een nieuw deeltje ontdekt in Cern.



Nobelprijs Englert en Higgs

François Englert en Peter W. Higgs ontvangen de nobelprijs voor de theoretische voorspelling van het B-E-H boson.

‘Natuurlijk ben ik blij. Maar het is ook waar dat ik veel spijt voel, omdat mijn vriend Brout niet bij mij is om deze prijs met mij te delen’, F. Englert.



2.3. Oplossing

1911: Ontdekking supergeleiding

1913: Nobelprijs Kamerlingh Onnes

1957: Artikel Bardeen-Cooper-Schrieffer

1960: Artikel Nambu

1964: Artikel Brout-Englert

1964: Artikel Higgs

1964: Artikel Guralnik-Hagen-Kibble

1989: Eerste experiment LEP (Cern)

2000: LEP moet sluiten

2008: Eerste experiment LHC

2008: Incident magneten

2012: Ontdekking nieuw deeltje @125 GeV in LHC, CERN

2013: Nobelprijs Englert en Higgs

3. CERN People

3.1. Didactische aanpak

Dit derde en laatste deel is bedoeld om de leerlingen te laten kennismaken met de mensen achter CERN. De leerlingen horen en zien de gevoelens van de wetenschappers en merken dat dit niet altijd overeenstemt met wat ze verwachten.

De leerlingen vullen eerst de inleidende vragen in. De leerkracht overloopt deze antwoorden klassikaal. Vervolgens toont de leerkracht het eerste filmpje. Daarna moeten de leerlingen nieuwe vragen invullen en ook hun eerste antwoorden herevalueren. Ze kunnen op de tablet de filmpjes herbekijken. Vervolgens wordt dit ook herhaald voor de volgende drie filmpjes. Achteraf overloopt de leerkracht de antwoorden van de leerlingen en kan er eventueel nog een klasgesprek volgen.

De artikels die gebruikt zijn in deze oefeningen, zijn ingekorte versies van de originele artikels. De data staan er niet bij om het iets moeilijker te maken voor de leerlingen. De oplossing hiervan is:

Artikel 1: 03/07/2012

Artikel 2: 04/07/2012

Artikel 3: 23/03/2015

Artikel 4: 13/12/2011

De filmpjes zijn terug te vinden op Youtube. Er is ook een Nederlandstalige ondertiteling voorzien.

Tau trouble: <https://youtu.be/krQuVRdpC0g>

Caution & excitement: <https://youtu.be/Hcj1-SKU8-M>

To be or not to be the Higgs: <https://youtu.be/bczHCUI-BdU>

Life with the Higgs: https://youtu.be/OWQ_PMuBv7Y

Uitleg bij de filmpjes: Om het lab een meer menselijk gezicht te geven, heeft CERN een serie video's gepubliceerd die laten zien hoe het is om een natuurkundige te zijn in een van de duurste en grootste wetenschappelijke projecten die de mensheid ooit ondernomen heeft. De serie, die geregisseerd en gedraaid werd door de Amerikaanse filmmaker Liz Mermin, draait vooral om de ontdekking van het Higgs-boson, en alle stress en blijdschap die dat met zich meebracht. "De serie bestaat niet om uit te leggen wat het Higgs-boson is," vertelde Mermin aan Fermilab's Symmetry Breaking Magazine. "Het gaat om de zoektocht naar iets nieuws en hoe dit proces werkt. Ik hoop dat mensen een beetje een gevoel krijgen van wat er allemaal gebeurt en misschien meer kan meeleven met fundamenteel onderzoek zoals bij CERN."

3.2. Uitwerking

Tau Trouble

Lees de vier artikels in bijlage. Welk artikel hoort bij de persconferentie over de vondst van het B-E-H-boson?

.....

Denk je dat alle onderzoekers in CERN het Higgs-deeltje willen vinden? Waarom?

.....

.....

Bekijk nu het filmpje 'Tau Trouble'. Zorg ervoor dat je de Nederlandstalige ondertiteling opzet.

Lees de vorige vraag nog eens. Komt jouw antwoord overeen met het filmpje? Had je dit verwacht?

.....

.....

Het B-E-H-boson kan in verschillende kanalen vervallen. Eén daarvan is het tau-kanaal. In dit filmpje zag je wat er gebeurde op dit kanaal, dat onderzocht wordt in de Tau-groep . Wordt het deeltje in alle kanalen opgemerkt?

.....

Welk artikel gaat over de persconferentie van 4 juli 2012, en welk artikel werd de dag ervoor, op 3 juli 2012 gepubliceerd?

.....

Lees het artikel over de bekendmaking van het deeltje op 4 juli 2012 nog eens. Wordt er ook vermeld wat er gebeurde in de Tau groep?

.....

Hoe reageren de andere wetenschappers op de Tau groep?

.....

.....

Hoe heeft Phil de ontdekking ervaren?

.....

.....

Uiteindelijk zagen ze ook in de Tau groep het B-E-H-boson. Was Phil tevreden? Waarom?

.....

.....

Stel dat jij een onderzoeker was in CERN, zou jij dan het deeltje willen vinden? Waarom?

.....

.....

Caution & Excitement

Elke wetenschapper heeft andere verwachtingen over het B-E-H-boson. Noteer voor elke wetenschapper uit dit filmpje wat zij er van vinden. Hopen ze op de ontdekking van het deeltje? Waarom?

Sam:

.....

.....

Andre:

.....

.....

In bijlage vind je vier artikels. Welk artikel gaat over de persconferentie van 13 december 2011?

.....

.....

To Be Or Not To Be The Higgs

Elke wetenschapper heeft andere verwachtingen over het B-E-H-boson. Wat vinden de experimentele fysici uit dit filmpje? Hopen ze op de ontdekking van het deeltje? Waarom?

.....

In 2012 werd de Nobelprijs fysica uitgereikt voor het B-E-H-boson. Kregen de experimentele fysici de prijs voor hun ontdekking in CERN, of de theoretische fysica voor hun artikels?

.....

.....

Life with the Higgs

Denk je dat de onderzoekers in het filmpje nu enthousiast zijn met deze resultaten? Waarom?

.....

.....

Is er de laatste weken nog iets nieuw gebeurd in CERN? Tip: een van de artikels werd gepubliceerd op 23 maart 2015.

.....

Bijlage 1

Anonieme fysici: 'Higgs-boson is gevonden'



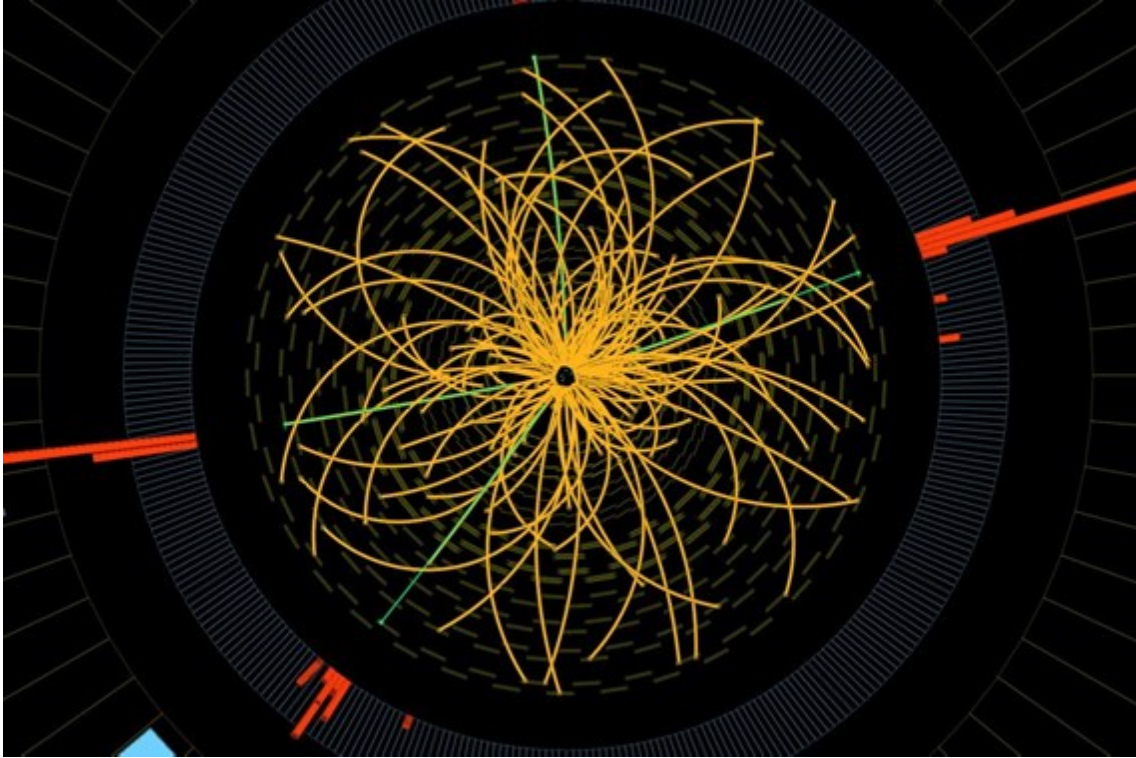
Na enkele geruchten in de populaire media zouden nu ook betrokken fysici het nieuws bevestigen: het Higgs-boson is gevonden.

Ondanks het strikte verbod om nieuws naar de buitenwereld door te sturen, konden bepaalde wetenschappers hun enthousiasme blijkbaar niet langer verbergen. Op de website van *Nature* zeggen anonieme onderzoekers dat er een nieuw deeltje is ontdekt. Het is nog niet zeker of het om het Higgs-deeltje of een onbekende look-a-like gaat. De gegevens zouden tussen 4,5 en 5 sigma liggen, wat betekent dat er een kans van 0,00006% is dat ze eraan zitten.

Bron: eoswetenschap.eu

Bijlage 2

Fysici bevestigen: deeltje ontdekt dat Higgs zou kunnen zijn



De 'Higgsteria' heeft woensdagochtend in Genève zijn hoogtepunt bereikt. In het auditorium van het Europees Centrum voor Nucleair Onderzoek (CERN) hebben wetenschappers bevestigd dat ze een deeltje hebben gevonden dat het langgezochte Higgs-deeltje zou kunnen zijn. Het gaat om een historische ontdekking in de fysica.

Heel de wetenschappelijke wereld zat omstreeks 9 uur Zwitserse tijd op het puntje van zijn stoel. Uiteindelijk werden de verlossende woorden uitgesproken: 'Ik kan bevestigen dat er een deeltje gevonden is dat in overeenstemming is met de Higgs-bosontheorie.' Een woordvoerder bevestigde dat het om een voorlopig resultaat gaat, maar dat het wel zeer solide is. De gevolgen van deze vondst zijn bijzonder groot.

Bron: www.standaard.be

Bijlage 3

Geruchten over nieuw gevonden deeltje in deeltjesversneller CERN



Er zijn geruchten dat er met de gigantische deeltjesversneller van het Europees Centrum voor Nucleair Onderzoek (CERN) een nieuw deeltje is gevonden, zo heeft het populair-wetenschappelijke blad New Scientist gemeld.

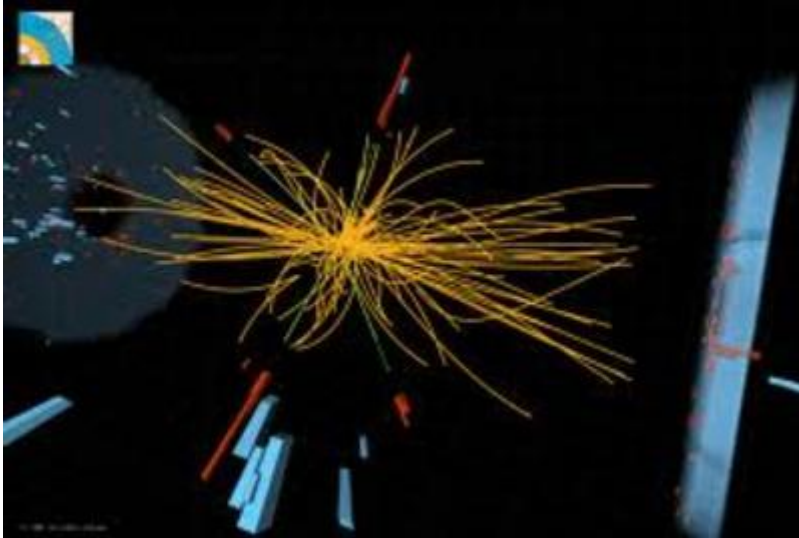
Mogelijk is tijdens vorige experimenten van de LHC het Z'-deeltje gevonden, een zwaardere variant van het al langer bekende Z-boson. Het kan het eerste deeltje zijn dat natuurkundigen waarnemen en dat niet in het standaardmodel van de materie past.

Als de onderzoekers inderdaad aanwijzingen van zo een Z'-deeltje hebben opgevangen, is dat een spannende uitkomst, zegt de New Scientist. Hiermee kunnen ze meer leren over de vier fundamentele natuurkrachten.

Bron: www.standaard.be

Bijlage 4

Wetenschappers vinden 'aanwijzingen' voor Higgs-deeltje



De wetenschappers van het CERN zitten het Higgs-deeltje heel kort op de hielen, maar absolute zekerheid dat het 'Godsdeeltje' bestaat, is er nog niet. Dat is dinsdagmiddag bevestigd op een persconferentie van het Europees Centrum voor Kernonderzoek (CERN) in Genève.

Beide onderzoeksgroepen, Atlas en CMS, hebben beloftevolle waarnemingen gedaan in verband met de massa van het Higgs-deeltje. Ze vermoeden dat het ligt tussen 124 en 126 GeV. Toch zijn de hints niet sterk genoeg om een ontdekking te claimen.

Een onderzoeker van het CMS-experiment vertelt dat ze een zeer klein venster hebben geïsoleerd waar de massa van het Higgs-deeltje zich moet bevinden, en dat ze er ook kandidaat Higgs-gebeurtenissen gevonden. Hij waarschuwt ook voor overdreven optimisme over de resultaten. Ze vrezen dat bepaalde media zullen koppen dat het Higgs-deeltje gevonden is, wat absoluut niet waar is.

Volgend jaar zal er vermoedelijk voldoende bewijs zijn om het mysterie over het bestaan van het Higgs-deeltje op te lossen.

Bron: eoswetenschap.eu

4. Try-out

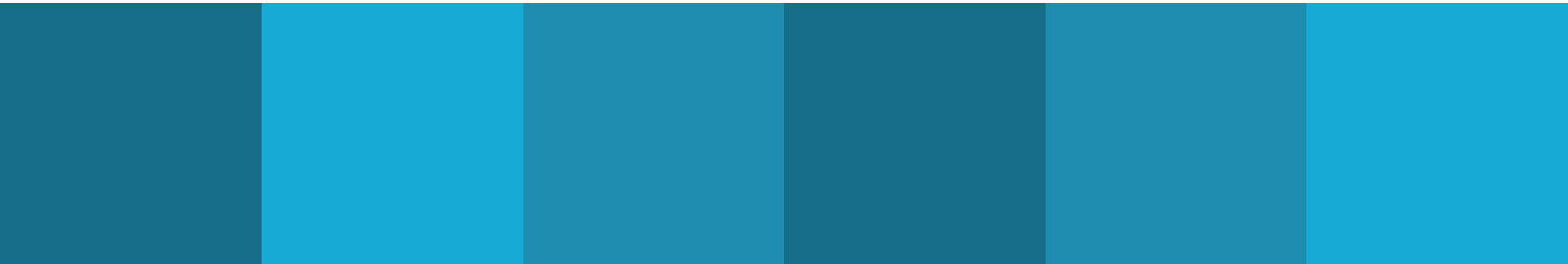
De try-out van deze bundel ging door in de Middenschool Agnetendal in Peer. Vierentwintig leerlingen uit de richtingen moderne wetenschappen en Latijn werkten gedurende twee lesuren mee.

Veel leerlingen hebben nog nooit van CERN gehoord, dus voor de meesten was dit volledig nieuw. Wanneer deze bundel gebruikt wordt in de klas, is het aangeraden om op voorhand al wat te vertellen hierover. Deze inleiding is anders onvoldoende.

Bij de tijdlijn is het belangrijk om ervoor te zorgen dat de leerlingen alle kaartjes lezen. Anders gaan ze enkel de titels bekijken en ze willekeurig op de tijdlijn leggen. Het moeilijkste vonden ze om het begin te vinden. Ook waren er veel leerlingen die dachten dat CERN veel vroeger was ontstaan. Bij de nabespreking van dit deel is het belangrijk om de nadruk te leggen op de duur tussen de theoretische ontdekking en de wetenschappelijke verificatie.

De open vragen bij de filmpjes werden vaak erg kort beantwoord. Daarom is het belangrijk om deze vragen na elk filmpje nog eens te overlopen. De leerlingen hadden niet altijd door dat de wetenschappers helemaal niet zo graag het Higgs-deeltje wilden vinden. Oudere leerlingen zien dit misschien makkelijker, maar in de eerste graad hebben ze deze sturing nog nodig.

Uiteindelijk was het wel een geslaagde try-out. De leerlingen hebben vanalles bijgeleerd en waren erg enthousiast.



Onderzoek in Beweging is een realisatie van het
project Onderzoek als Authentieke Leerinhoud
van het expertisenetwerk School of Education
Associatie KU Leuven