

# Reacties met elementaire deeltjes

## Opgave: $B_C$ -meson

Lees het artikel.

Fysici van het Fermilab in Chicago hebben de vondst van een nieuw meson bekend gemaakt. Het nieuwe, zogenoemde  $B_C$  meson heeft een 'levensduur' van 0,46 picoseconde. De massa van een  $B_C$  meson komt overeen met een energie van 6,4 GeV. Het  $B_C$  meson is waargenomen bij experimenten in de zeer krachtige Tevatron deeltjesversneller. In deze versneller laat men protonen en antiprotonen met grote energie op elkaar botsen. Het nieuwe (instabiele) meson blijkt soms voor te komen in de vervalproducten die na de botsingen ontstaan.

Uit een analyse van de meetgegevens van in totaal 100 miljoen botsingen bleek dat in 19 gevallen sprake moest zijn van een  $B_C$  meson.

Een meson is opgebouwd uit een combinatie van een quark en een antiquark. Quarks zijn er in zes soorten (up, down, strange, charm, bottom en top). Van elk quark bestaat een 'antiquark'. Het  $B_C$  meson bestaat uit een combinatie van een charm quark met een anti bottom quark.

naar: NRC 1 april 1998

In het krantenartikel is sprake van antiprotonen en antiquarks. Het enige verschil tussen een geladen deeltje en zijn antideeltje is dat hun ladingen tegengesteld zijn. Een antiproton heeft dus dezelfde massa als een proton en een lading  $-e$ .

- Bepaal** de lading van het  $B_C$ -meson.
- Bereken** de massa van het  $B_C$ -meson in kg.

De massa's van een stilstaand proton en een stilstaand antiproton vertegenwoordigen samen minder energie dan de massa van een  $B_C$ -meson. Daarom laat men protonen en antiprotonen in de Tevatronversneller een even groot maar tegengesteld potentiaalverschil doorlopen. Hierdoor wordt aan beide soorten deeltjes dezelfde hoeveelheid energie toegevoerd voor ze op elkaar botsen.

De vorming van het  $B_C$ -meson is alleen mogelijk als de totale energie die de twee botsende deeltjes vertegenwoordigen groter is dan de energie van een stilstaand  $B_C$ -meson.

- Bereken** het potentiaalverschil dat een proton en een antiproton minstens moeten doorlopen zodat bij een botsing een  $B_C$ -meson kan ontstaan. Verwaarloos hierbij dat bij de botsing ook nog andere deeltjes ontstaan dan het  $B_C$ -meson.

## Opgave: Feynman-diagram

In een deeltjesversneller worden elektronen en positronen met hoge energie op elkaar geschoten.

Tijdens zo'n botsing ontstaat een tau-anti-tau deeltjespaar.

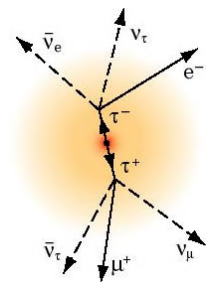
In nevenstaande afbeelding staat het Feynman-diagram van deze gebeurtenis.

Tau-deeltjes hebben een extreem korte levensduur van 0,3 ps.

- Vanwege de korte levensduur van de tau-deeltjes kunnen deze niet direct worden waargenomen.

**Leg uit** wat er wel wordt waargenomen.

- Leg uit** wat in nevenstaand diagram wordt weergegeven.



## Opgave: reacties met elementaire deeltjes

Start het programma: [Start the Fireworks of Elementary Particle Physics](#)

(Dit is een onderdeel van "Hands-on-CERN", zie [rwi-natuurkunde.nl](#)).

Selecteer vervolgens de optie: "Try to unfold a hadron decay step by step"

- Teken** het vervaldiagram voor een neutron.  
Dat is het laatste diagram dat je te zien krijgt als je de opdracht succesvol afgerond hebt.
- Teken** het vervaldiagram voor een  $\Omega^-$ -deeltje.  
Dat is het laatste diagram dat je te zien krijgt als je de opdracht succesvol afgerond hebt.