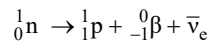


Opgave 1

Een neutron kan vervallen in een proton, een elektron en een antineutrino volgens:



1 2p Leg uit waarom er geen gewoon neutrino maar een antineutrino moet vrijkomen.

Volgens een vergelijkbare reactievergelijking zou een proton uiteen kunnen vallen in een neutron en twee andere deeltjes.

2 2p Geef van dit tweede verval de reactievergelijking.

3 3p Leg uit of dit tweede verval wel of niet spontaan kan plaatsvinden.

Opgave 2

Een airshower kan ontstaan als een geladen deeltje vanuit de ruimte de atoomkern van een deeltje in de atmosfeer treft. Hierbij ontstaat een lawine van instabiele deeltjes en fotonen. Deze deeltjes vervallen op hun beurt weer heel snel in andere deeltjes.

Aan het begin van een airshower kunnen pionen ontstaan. Zoals je in BINAS tabel 26C kunt zien, vervalt een positief geladen pion in een muon en een neutrino. Neem aan dat de deeltjes die betrokken zijn bij dit verval een verwaarloosbare kinetische energie hebben.

4 3p Bereken de energie die bij dit verval vrijkomt. Druk je antwoord uit in MeV.

Tijdens de airshower ontstaan ook ongeladen pionen. Die vervallen heel snel in twee gamma-fotonen.

5 2p Leg uit waarom er twee fotonen vrijkomen en niet één foton met de dubbele energie.

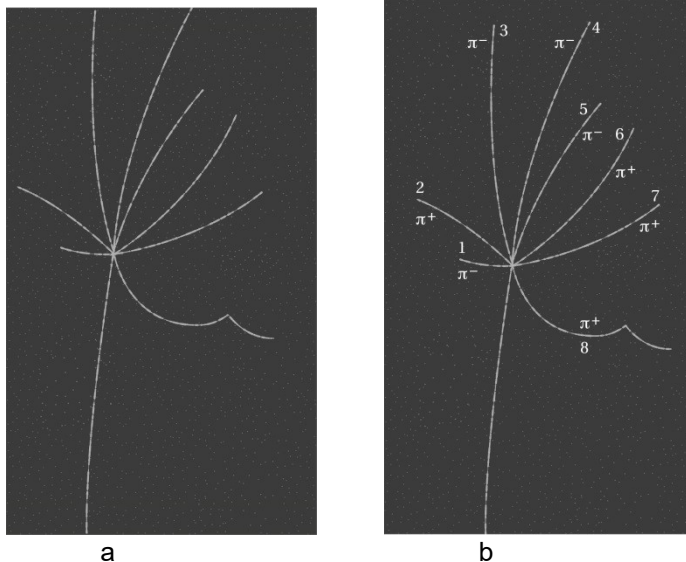
Uit elk gamma-foton kan een elektron en een positron ontstaan. Die kunnen elk op hun beurt, weer annihileren tot twee fotonen. Zo ontstaat er een kettingreactie van creëren en annihileren van elektron-positronparen.

De creatie van een elektron-positronpaar gaat net zolang door totdat de energie van een foton kleiner is geworden dan 1,0 MeV. Daarna stopt het proces.

6 4p Bereken het totale aantal elektronen en positronen dat uiteindelijk is ontstaan uit één ongeladen pion.

Opgave 3

In figuur C.1a zie je de foto van een nevelvat waarin voor het eerst het bestaan van een antiproton is aangetoond. In figuur C.1b is hiervan een tekening gemaakt.



Figuur C.1

Het antiproton komt hierbij van onderen de nevelkamer binnen en botst op een stilstaand proton.

7 2p Leg uit waarom je het stilstaande proton niet op de foto kunt zien.

Bij de botsing ontstaan positieve en negatieve pionen. Het nevelvat is in een magnetisch veld geplaatst. Daardoor zijn de paden van de ontstane pionen gekromd.

8 2p Leg dat uit.

Bij de botsing ontstaan vier paren, waarbij elk paar bestaat uit een positief en een negatief pion met dezelfde snelheid.

9 4p Welke nummers uit figuur C.1b vormen hierbij paren? Leg je antwoord uit.

Volgens BINAS tabel 26C kan een positief pion vervallen volgens $\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$.

10 2p Geef twee argumenten waarom de vorm van pad 8 hiermee overeenkomt. Licht je antwoord toe.