



Vejledende eksempler på opgaver til den skriftlige prøve i fysik A (stx)

Fysik i det 21. århundrede

Skoleåret 2014-2015

Universets byggesten – moderne partikelfysik

1. π^+ mesoner i atmosfæren

Højt oppe i atmosfæren producerer kosmisk stråling byger af π^+ mesoner.

π^+ mesonerne har en fart meget tæt på lysets fart og har gammafaktoren 16.

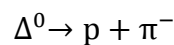
- Bestem π^+ mesonernes fart i procent af lysets fart.

π^+ mesonerne i en byge når ikke ned til jordoverfladen, da de henfalder i løbet af kort tid.

- Beregn π^+ mesonernes levetid set fra Jorden.
Hvor langt kommer π^+ mesonerne i bygen, inden halvdelen af dem er henfaldet?

2. Henfald af Δ^0 partiklen

Partiklen Δ^0 henfalder ved følgende reaktion



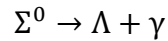
- Gør rede for kvarksammensætningen for de indgående partikler i reaktionen.
Forklar hvilken vekselvirkning, der er involveret i den viste reaktion.

Δ^0 partiklen er i hvile inden reaktionen.

- Forklar, at de to partikler p og π^- efter reaktionen har lige store bevægelsesmængder.
Vis ud fra masserne af de indgående partikler i reaktionen, at protonens bevægelsesmængde er 228 MeV/c.
- Beregn den kinetiske energi for protonen i reaktionen.

3. Henfald af Σ^0 partiklen

Σ^0 partiklen henfalder ved en reaktion, hvor der dannes en Λ partikel:



- a. Forklar hvilken vekselvirkning, der er involveret i den viste reaktion.

Σ^0 partiklen er i hvile inden reaktionen.

- b. Beregn ud fra masserne af de indgående partikler bevægelsesmængden for fotonen.
c. Hvor stor er Λ partikels fart efter reaktionen?

4. D mesoner

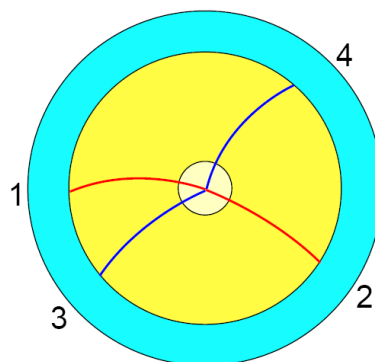
CLEO eksperimentet ved Cornell University har specialiseret sig i at undersøge egenskaber for D mesonerne.

Til eksperimentet anvendes en elektron-positron collider med en energi op til 10 GeV.

Ved sammenstød mellem elektroner og positroner dannes der par af D^0 , og dens antipartikel, \bar{D}^0 .

- a. Hvor stor energi skal elektroner og positroner i collidieren mindst have for at danne par af D^0 og \bar{D}^0 ?

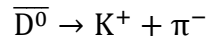
Figuren viser detektoren i CLEO eksperimentets detektor, hvor det elektromagnetiske kalorimeter og hadron-kalorimetret er kombineret i ét kalorimeter. Detektoren ses fra enden med fire spor fra partikler i papirets plan. Magnetfeltet i detektoren peger vinkelret ind i papiret.





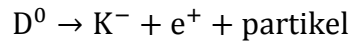
Man kan regne med, at D^0 og \bar{D}^0 er i hvile efter dannelsen.

De to røde spor viser henfaldet af \bar{D}^0 :



- b. Forklar, hvilket spor der hører til K^+ og til π^- .

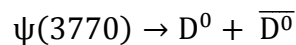
De to blå spor hører til henfaldet af D^0 , hvor der dannes tre partikler:



- c. Forklar, hvilken vekselvirkning der er involveret i dette henfald, og at der nødvendigvis må dannes en tredje partikel.
Hvilken partikel drejer det sig om?

Man har siden 1978 fremstillet par af D^0 og \bar{D}^0 ved at lade elektroner og positroner støde sammen med den samlede energi 3770 MeV. Ved denne energi dannes der ved sammenstødene mange partikler, der kaldes $\psi(3770)$.

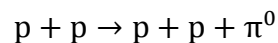
Partiklen $\psi(3770)$ er en exciteret tilstand af ψ mesonen med energien 3770 MeV. Disse partikler henfalder i omtrent halvdelen af tilfældene på denne måde:



- d. Hvor stor er farten af partiklerne D^0 og \bar{D}^0 efter dette henfald?

5. Produktion af π^0 mesoner

π^0 mesoner kan fremstilles ved at skyde protoner ind mod et fast target af protoner. Hvis protonerne har tilstrækkelig energi, kan følgende reaktion finde sted:



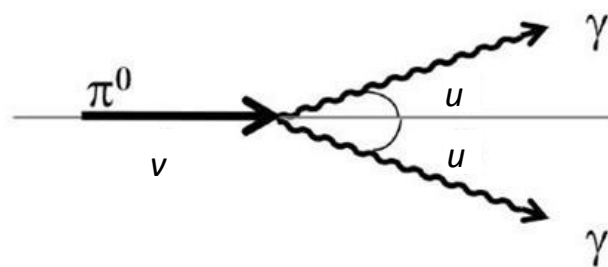
- a. Forklar, at det netop er denne π meson, π^0 , der kan dannes i denne proces.
Forklar endvidere, at man i sådan en proces ikke kan danne en Λ partikel.
- b. Hvilken energi skal de protoner, man skyder med, mindst have, for at man kan fremstille π^0 mesoner i den viste reaktion?

6. Henfald af den neutrale π^0 meson

Den neutrale π^0 meson har en meget kort levetid og blev påvist eksperimentelt i 1950. I de fleste tilfælde henfalder π^0 mesonen ved at udsende to fotoner, som kan anvendes til at påvise eksistensen af π^0 mesonen og bestemme dens energi.

En π^0 meson med gammafaktoren 4,2 dannes ved en reaktion i en detektor.

- a. Vurder, hvor langt π^0 mesonen bevæger sig i detektoren inden den henfalder.



En π^0 meson bevæger sig med farten v og henfalder ved udsendelse af to fotoner

π^0 mesonen henfalder ved udsendelse af to fotoner med den samme energi. De to fotoner udsendes med vinklen u i forhold til π^0 mesonens bevægelsesretning, som vist på figuren.

- b. Beregn π^0 mesonens bevægelsesmængde og energi.
Bestem vinklen u .