

Vejledning til Myon-observatorium

03.01.11

Aa 5142.00



Hver kvadratmeter af Jorden rammes hvert sekund af flere hundrede partikler stammende fra den kosmiske stråling. Heraf er der en overvægt af myoner, som produceres i allerøverste del af atmosfæren, når endnu mere energirige partikler kolliderer med luftmolekylerne.

Formålet med myon-observatoriet er at lette studiet af disse partikler.

Se nedenfor ang. nødvendigt tilbehør.

Udviklingen af apparaturet er foregået i en etplansbygning med normal (let) tagkonstruktion. Det må antages, at en placering under en eller flere etageadskillelser vil kunne påvirke resultaterne – men det kunne naturligvis være en del af eksperimentet at undersøge, om der kan påvises en sådan sammenhæng.

Et par facts om myoner

Myoner forekommer med såvel positiv som negativt ladede partikler. En myon er ca. 200 gange tungere end en elektron. Myoner er ustabile med en halveringstid på $2,197\mu\text{s}$.

De myoner, som når ned i højde med havoverfladen, har en gennemsnitsenergi på ca. 4 GeV.

Myonerens energitab ved ionisation er forholdsvis konstant 2 MeV pr. g/cm^2 . Atmosfærens tykkelse er ca. 1000 g/cm^2 , så myonerne må produceres med en gennemsnitsenergi på ca. 6 GeV.

Virkemåde

Shower mode

Partiklerne fra den kosmiske stråling fordeler ofte deres energi i en såkaldt shower – en byge af sekundære partikler, som i specielle tilfælde kan være enorm og ramme et areal på flere kvadratkilometer af jordoverfladen.

I shower mode opstillingen registreres en byge ved koincidens mellem tre GM-rør, anbragt i trekant. Denne geometri sikrer, at ingen enkelt partikel kan registreres i alle tre rør. Produktionen af showers kan hjælpes på vej ved at lade strålingen passere noget, der er lidt ”tykkere” end luft, nemlig en række stålplader.

Teleskop mode

I teleskop mode opstillingen er to (eller tre) GM-rør anbragt på linje, og hvis en myon passerer gennem alle rørene i opstillingen, registreres dette som en impuls fra koincidensboksen. Med stålpladerne på plads mellem rørene sikres det, at kun meget høje-energetisk stråling registreres. Det tredje GM-rør anvendes, hvis man ønsker at undertrykke tilfældige koincidenser. Teleskopet kan indstilles i forskellige vinkler i forhold til lodret.

Målingerne

For at registrere koincidens mellem to eller tre GM-rør, kræves en 1538.00 koincidensboks. Udgangen fra koincidensboksen går til en tæller (f.eks. 2002.50), som sættes til at tælle med manuel start og stop (tidspunkterne noteres inkl. dato).

Alternativt kan en stabil computer anvendes sammen med passende dataopsamlingsudstyr, så man senere kan analysere eventuelle korrelationer med andre parameter. Den elektroniske tæller 2002.50 kan f.eks. via seriel kommunikation styres fra det gratis program Datalyse.

Da målingerne tager lang tid, er det vigtigt med detaljerede og præcise notater om målesituationen.

Anvendelseksemppler

I shower mode vil man typisk orientere myon-observatoriet lodret (så absorberpladerne ligger vandret). Tre GM-rør placeres i den særlige holder, så der er f.eks. 6-7 cm op til den nærmeste absorber. Rørene anvendes uden beskyttelseshætte. Startende med luft kan man nu anbringe flere og flere absorberplader over GM-rørene og registrere tællehastigheden i koincidens for alle tre rør. Måleperioder på ca. et døgn vil være passende.

Man vil observere, at tællehastigheden i starten vil vokse med den forøgede tykkelse af absorbermateriale, til et maksimum nås (efter nogle centimeter), hvorefter tællehastigheden langsomt falder igen. Tolkning: Tykkelsen ved maksimum må nogenlunde svare til middelrækkevidden af partiklerne i en shower.

I teleskopmode er det muligt at påvise myonernes vinkelfordeling. Der ankommer flest myoner lodret oppe fra, og stort set ingen vandret. Myonerne kan på vej gennem atmosfæren kollideres med luftens molekyler, og på turen kan de også henfalde (primært til elektroner, positroner og neutrinoer). Myonfluxen viser sig at være proportional med $\cos^2(\theta)$, hvor θ er vinklen fra lodret.

I denne anvendelse er det ikke strengt nødvendigt at anvende mere end to GM-rør, men et tredje skader ikke. Rørene placeres vinkelret på apparatets længderetning. Afstanden mellem de to rør, der er længst fra hinanden, definerer vinkelopløsningen. Af hensyn til tælle-tallene bør man ikke gå efter alt for nøjagtige vinkler.

Også i teleskop mode er det muligt at placere absorber mellem GM-rørene. Man kan herved påvise myonernes store rækkevidde i fast stof.

Måler man med fast geometri over længere tid, vil man kunne observere en negativ korrelation mellem tællehastigheden og barometerstanden. Forklaringen er igen, at en tykkere atmosfære øger sandsynligheden for henfald og kollision.

En tilsvarende effekt kan påvises som følge af variationer i atmosfærens temperatur.

Selv om man ikke umiddelbart står overfor at skulle undersøge disse effekter, er det god laboratoriedisciplin at notere udendørs temperatur og barometerstand sammen med de øvrige forsøgsparametre.

Nødvendigt tilbehør

5138.00 Koincidensboks

3 stk. ekstra følsomme GM-rør 5125.25 eller 3 stk. ekstra følsomme GM-sensorer 5135.65.

Brug ens detektorer.

2002.50 Elektronisk tæller

Her ud over kan man supplere med ekstra absorberplader – op til et samlet maksimum på 40 stk.

5142.10 (pakke med 5 stk. 148 x 148 x 3 mm stålplader)

Reklamationsret

Der er to års reklamationsret, regnet fra fakturadato. Reklamationsretten dækker materiale- og produktionsfejl.

Reklamationsretten dækker ikke udstyr, der er blevet mishandlet, dårligt vedligeholdt eller fejlmonteret, ligesom udstyr, der ikke er repareret på vort værksted, ikke dækkes af garantien.

Returnering af defekt udstyr som garantireparation sker for kundens regning og risiko og kan kun foretages efter aftale med Frederiksen. Med mindre andet er aftalt med Frederiksen, skal fragtbeløbet forudbetales. Udstyret skal emballeres forsvarligt. Enhver skade på udstyret, der skyldes forsendelsen, dækkes ikke af garantien. Frederiksen betaler for returnering af udstyret efter garantireparationer.

© A/S Søren Frederiksen, Ølgod

Denne brugsvejledning må kopieres til intern brug på den adresse hvortil det tilhørende apparat er købt. Vejledningen kan også hentes på vores hjemmeside.