



Kosmické záření

17.2.1992

Petr Tas

Úkol:

- Změřte vertikální a horizontální složku kosmického záření.
- Vypočítejte prostorový úhel ve kterém experimentální zařízení detekuje kosmické záření.
- Určete Rossiho křivku a vysvětlete její průběh.
- Změřte absorpční křivku kosmického záření.
- Určete strukturu primárního i sekundárního kosmického záření.

Úvod:

Na existenci pronikavého mimozemského záření ukazovala dlouhou dobu řada jevů. Již Coulomb si v roce 1785 povšiml toho, že nabitý elektroskop se vybíjí, i když jeho vybíjení nemůže vysvětlit pouze odváděním náboje následkem nedokonalé izolace.

Samovolným vybíjením nabitých předmětů se zabývali v letech 1900 až 1901 podrobněji jednak Wilson, jednak Geitel a dospěli k názoru, že vybíjení nabitých předmětů je způsobeno nedokonalou izolací a vodivostí vzduchu, která vzniká jeho ionizací radioaktivním pozadím okolí. Ale již o rok později E. Rutheford ukázal, že vybíjení nastává i u elektroskopů úplně uzavřených v silném pancéřovém obalu a vyslovil domněnku o existenci „pronikavého záření“, které způsobuje tento jev.

Otázku závislosti ionizace atmosféry na vzdálenosti od země pak prostudoval v letech 1911 – 1913 Hess. V několika výstupech balóny ukázal, že ve výškách od 1500 metrů ionizace roste, ve 4 km je asi 6x větší a ve výši 5 km dokonce 9x větší než na zemském povrchu. Později Kolhörster tyto pokusy opakoval až do výše 9300 m, kde bylo zjištěno padesátinásobné zvýšení ionizace vzhledem k povrchu Země. Tyto pokusy vedly k názoru, že existuje nějaké záření, které není zemského původu.

Toto záření vykazovalo mimořádnou pronikavost. Z dalších zajímavých vlastností uveďme „východozápadní“ horizontální složky způsobenou účinkem magnetického pole Země a skutečnost, že 99 % všech nabitých částic přicházejících k nám z vesmíru má kladný náboj. Kromě toho se výrazně liší složení kosmického záření, které k nám přichází z vesmíru (primární) a tím, které detekujeme na zemském povrchu (sekundární).

Dráhy jednotlivých částic kosmického záření byly pozorovány v mlžné Wilsonové komoře v roce 1927, o dva roky později byly pozorovány spršky částic. Tyto spršky kosmického záření studoval podrobně B. Rossi, který k tomu používal Geiger-Müllerovy počítače. Zjistil, že počet koincidencí vyvolaných těmito sprškami kosmického záření pod určitou vrstvou olova **roste** (!!) s tloušťkou do maxima a pak teprve klesá. Tento typický průběh koincidencí kosmického záření v závislosti na tloušťce absorbátoru, nazývaný dnes všeobecně Rossiho křivkou, byl studován v různých výškách a s různými absorbátory (viz 1).

Experimentální uspořádání

V této úloze se jedná o problém určení intenzity kosmického záření a to jak vertikální, tak horizontální složky. K dispozici máme dva scintilační detektory v koincidenčním spojení, posuvné měřítko a sadu olověných desek. Na diskriminátoru je nastavena diskriminační úroveň 4 MeV, abychom zabránili registraci pozadí, která je způsobena přirozenou radioaktivitou okolí. Tato úroveň odpovídá délce dráhy částice ve scintilátoru 2 cm. Jinými slovy, prolétne-li částice ve scintilátoru kratší dráhu než 2 cm, není registrována jako částice kosmického záření.

Scintilační detektory mají délku 250 mm a průměr 40 mm. Na konstrukci se kladou olověné absorbatory, s jejichž pomocí určíme jak Rossiho křivku, tak absorpční závislost kosmického záření.

Postup měření

Nejdříve změříme horizontální a vertikální složku kosmického záření. Změříme vzdálenost detektorů, pak vypočteme prostorový úhel ve kterém naše zařízení detekuje kosmické záření a vypočítáme intensitu obou složek (počet částic, které projdou m^2 za sekundu z prostorového úhlu jeden steradián).

Poté přistoupíme k měření Rossiho křivky. Měříme nejdříve bez stínění, pak přidáváme postupně tenké olověné desky, nakonec přidáváme olověné cihly. Kromě počtu koincidencí odečítáme také počet pulsů v jednotlivých detektorech, abychom sledovali absorpci kosmického záření.

Struktura kosmického záření je popsána v mnoha publikacích a tabulkách (např. 1,2,3).

Zpracování

Z naměřených hodnot a vypočteného prostorového úhlu určíme intensitu vertikální a horizontální složky kosmického záření.

V Rossiho křivce určíme pro jakou tloušťku absorbátoru nabývá maximum a vysvětlíme její průběh.

V logaritmickém měřítku vyneseme absorpční křivku, oddělíme měkkou a tvrdou složku záření.

Popíšeme strukturu (složení) primárního a sekundárního kosmického záření.

Aparatura a pomůcky

1. Dvě sondy se scintilačními detektory ve stojanu
2. Měřicí koincidenční aparatura
3. Posuvné měřítko
4. Sada olověných desek a cihel na stínění

Literatura

1. Pernegr, Petržílka, Tomášková: Kosmické záření; Praha 1953
2. Úlehla, Suk, Trka: Atomy, jádra, částice; Academia Praha 1990, str. 327
3. Tablice fyzických veličin – SPRAVOČNIK; Atomizdat 1976, str. 966
4. Štěrbá, Suk, Trka: Atomová a jaderná fyzika; SPN Praha 1981, str. 187