

Mlžná komora

Kristína Nešporová, G. Boskovice
Tomáš Pikálek, G. Boskovice
Martin Valko, SPŠE a VOŠ Olomouc

Abstrakt

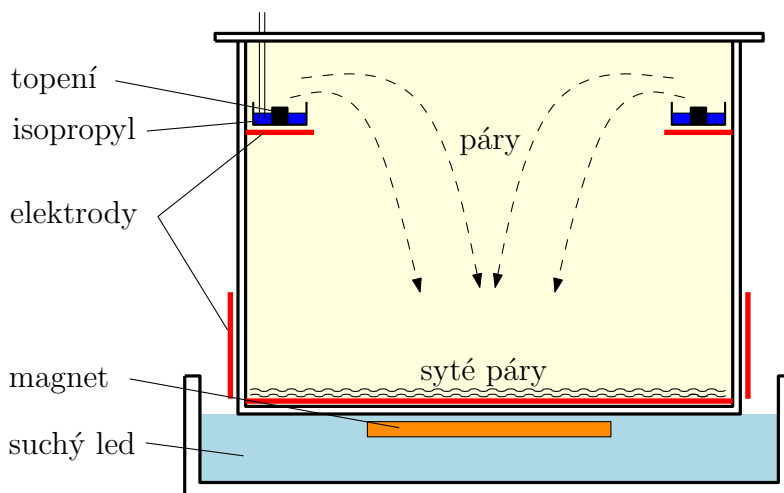
Tato práce se zabývá problematikou detekce ionizujícího záření pomocí difúzní mlžné komory. Zkoumali jsme, jakými účinky se projeví magnetické pole na trajektorii nabitých částic a podle jejich zakřivení jsme měřili kinetickou energii částic. Detekovali jsme převážně částice sekundárního kosmického záření.

1 Historie

Wilsonova mlžná komora byl první přístroj, který dovoľoval pozorovat okem dráhy elektricky nabitých částic.

Jeho vynálezce, Charles Thomson Rees Wilson, se inspiroval při pobytu v observatoři, kde pozoroval světelné jevy v přirozené mlze a mracích. Rozhodl se zkusit tyto jevy uměle reprodukovat. Objevil souvislost mezi rentgenovým zářením a vytvářením kondenzačních jader a pozoroval stopy nabitých částic, které vytvářejí výše zmíněná kondenzační jádra. Za svůj objev získal v roce 1927 Nobelovu cenu za fyziku.

2 Princip



Obrázek 1: Schéma Wilsonovy mlžné komory

Na obrázku 1 je vidět schéma difúzní mlžné komory, s kterou jsme pracovali. Skládá se z černé kovové desky, která je ze spodní strany chlazena suchým ledem na teplotu -79°C . Na této destičce jsou navíc čáry po 2,5 cm, aby bylo usnadněno odečítání velikosti drah částic.

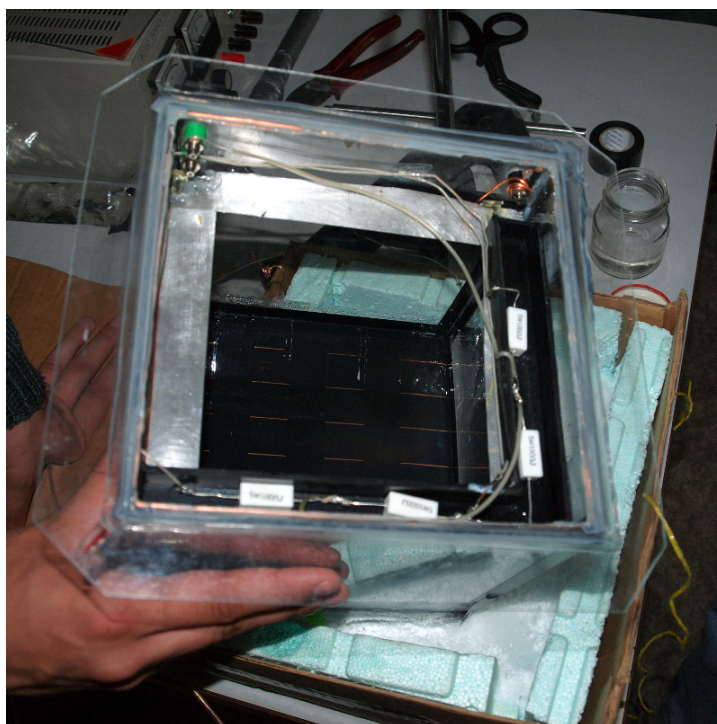
V horní části komory se ve žlábkku naplněném isopropylalkoholem ($\text{H}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}_3$), zahříváním pomocí rezistorů vyrábí ve žlábkku páry této látky, které klesají k desce, kde se ochlazují a vzniká vrstvička přesycených par, které i přes nízkou teplotu nekondenzují.

Nabité částice, které prolétávají komorou, poté páru ionizují, a tak vzniklé ionty přitahují další částice a fungují jako kondenzační jádra. Díky tomu se částice páry na spodní desce sráží, vytváří kapky a umožňují nám pozorovat dráhy částic.

Soustava je od okolí vzduchotěsně izolována, celá je vložena do průhledné krabice z polystyrenu.

K mlžné komoře byly dále připevněny dvojice elektrod. Jedna dvojice svisle a druhá vodorovně. Dvojici elektrod je možné připojit ke zdroji vysokého napětí, čímž se komora čistí a pozorované dráhy jsou jasnější.

Pod komoru jsme dále vložili permanentní magnet o indukčnosti 1,3 T. Jelikož pozorované částice jsou nabitě, jsou jejich trajektorie vlivem Lorenzovy síly zakřiveny a částice se pohybují po spirálách, což se dá při pozorování na desce považovat za kružnice.



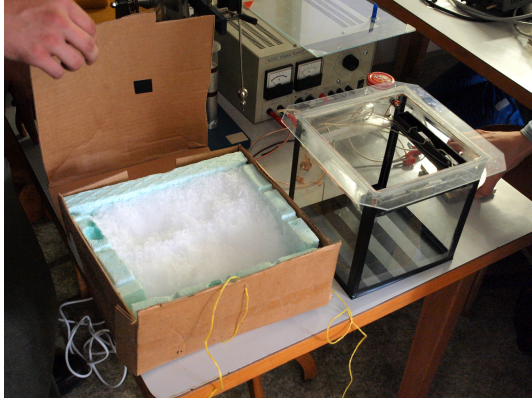
Obrázek 2: Použitá mlžná komora

3 Detekce drah jednotlivých částic

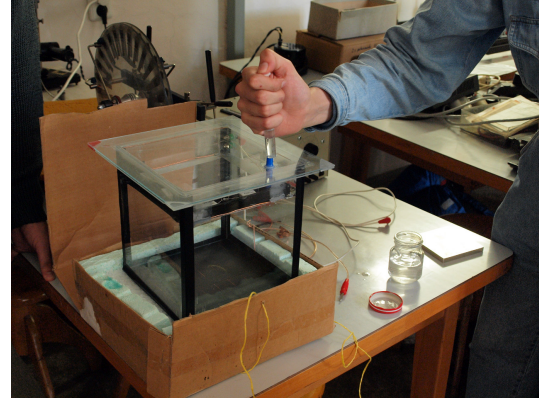
Nad víko mlžné komory jsme na provizorní stativ umístili digitální zrcadlovku. Tím jsme sériovým snímáním fotografovali aktivní vrstvu komory, která byla osvětlena žárovkou. Z mnoha obrázků jsme vybrali několik málo, které se povedly. Ty se dále musely upravit v počítači, protože vyfotografované dráhy nebyly příliš viditelné.

Ze zaznamenaných drah jsme mohli určit poloměr kružnice, po které se částice pohybuje. Zaznamenaná byla ale jen část kružnice. Změřili jsme tedy délku tětivy t a výšku v (viz obrázek 5). Z toho již bylo možno spočítat poloměr pomocí vztahu 1.

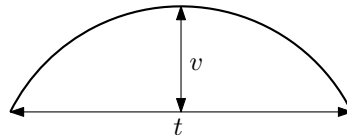
$$r = \frac{v^2 + \frac{t^2}{4}}{2v} \quad (1)$$



Obrázek 3: Mlžná komora a suchý led



Obrázek 4: Plnění komory alkoholem



Obrázek 5: K výpočtu poloměru dráhy

4 Výsledky

Z fotografie nedokážeme s přesností říci, o jakou částici se jedná. Pomocí teorie relativity můžeme z poloměru dráhy spočítat, jakou energii by částice měla, pokud by šlo o elektron, proton či mion.

$$E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{1}{1 + \frac{m_0^2 c^2}{r^2 Q^2 B^2}}}} \quad (2)$$

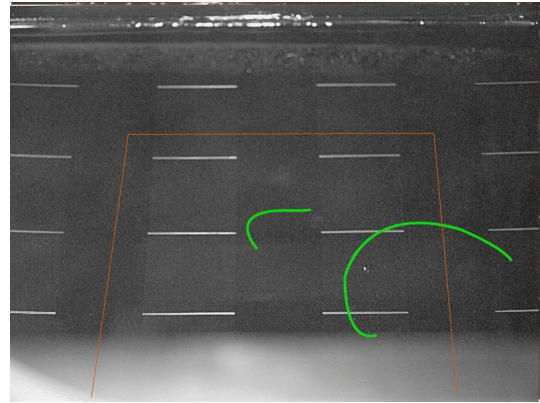
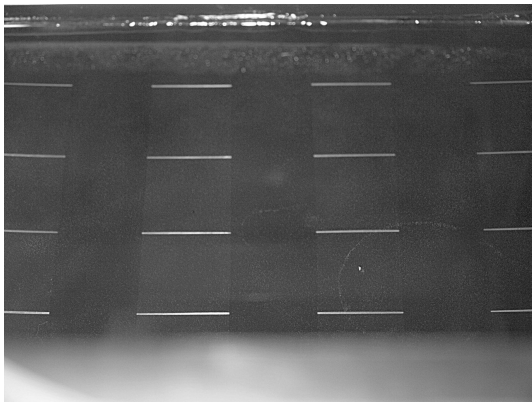
Z výsledků v tabulce vidíme, že v případě žádné z částic nemůže jít o proton, jelikož jeho energie by byla příliš malá na to, aby dokázal tak velkou dráhu urazit. Půjde tedy o elektrony či miony, nedokážeme však říci, o kterou z těchto dvou částic se jedná.

5 Závěr

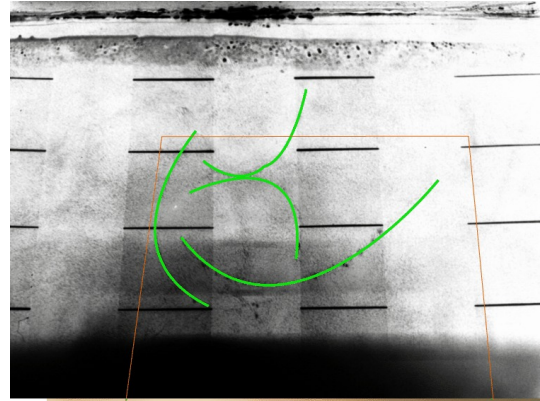
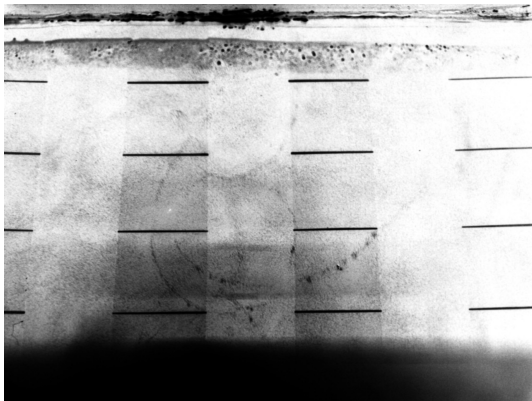
Díky mlžné komoře jsme mohli pozorovat, kolik částic poletuje všude kolem nás. Tím se dokazuje, že v prostředí je určitá přirozená radioaktivita, která nám relativně neškodí. Podle našeho měření pochází nezanedbatelná část přirozené radioaktivity z vesmírného záření. Není tedy nutné mít tento termín zafixovaný jen jako něco nebezpečného.

v [cm]	t [cm]	r [m]	E_e [eV]	E_p [eV]	E_μ [eV]
3,5	22,5	0,039 7	15,00	0,13	1,13
4,5	24,0	0,036 5	13,70	0,11	0,95
7,0	17,5	0,018 7	6,79	0,03	0,25
3,7	16,2	0,021 4	7,86	0,04	0,33
5,0	22,0	0,014 9	5,32	0,02	0,16

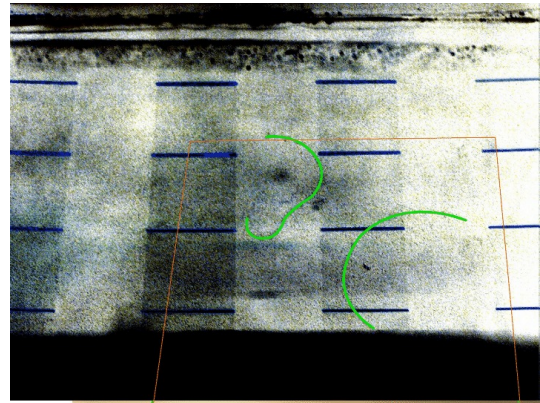
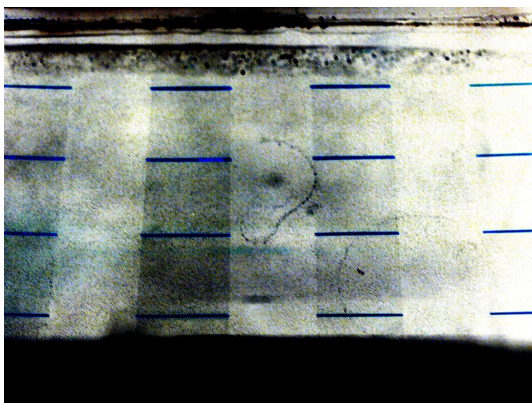
Tabulka 1: Výsledky měření energie



Obrázek 6: Pozorované dráhy částic



Obrázek 7: Pozorované dráhy částic



Obrázek 8: Pozorované dráhy částic

Poděkování

Rádi bychom poděkovali našemu supervizorovi Viktoru Löffelmannovi, za jeho obětavé nasazení navzdory hladu. Dále pořadatelům Týdne vědy, zvláště pak Ing. Vojtěchu Svobodovi, CSc., a v neposlední řadě Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT v Praze.

Literatura

- [1] *Wikipedia: Wilsonova mlžná komora*
http://cs.wikipedia.org/wiki/Wilsonova_mlžná_komora
- [2] *Viktor Löffelmann: Mlžná komora*
<http://kmlinux.fjfi.cvut.cz/~loffevik/komora.htm>