

# Mlžná komora

D. Dobáš<sup>1</sup>, J. Gara<sup>2</sup>, M. Jelínek<sup>3</sup>, L. Nagy<sup>4</sup>,

<sup>1</sup>Gymnázium Christiana Dopplera, Praha,

<sup>2,3</sup>Gymnázium Elišky Krásnohorské, Praha

<sup>4</sup>Gymnázium a SOŠZE, Vyškov

<sup>1</sup>daviddobas@seznam.cz, <sup>2</sup>honza.gara@gmail.com,

<sup>3</sup>miki.29@seznam.cz, <sup>4</sup>ladislav.nagy@mensa.cz

## Abstrakt:

Mlžná komora umožňuje pozorovat radioaktivní záření pouhým okem. Naším cílem bylo upozorovat různé typy částic a různými metodami odvodit, o jaké částice se jedná. Pomocí Helmholtzovy cívky jsme na základě měření sestavili energetické spektrum kobaltu a porovnali jsme jej s tím očekávaným.

## 1 Úvod

Mlžná komora umožňuje spatřit ionizující záření v prostoru bez použití speciálních zařízení. Účelem našeho projektu bylo za pomoci mlžné komory pozorovat různé typy záření radioaktivních látek. Z trajektorií částic jsme následně chtěli určit jejich energii. Určili jsme i spektrum energie jednoho ze zářičů.

## 2 Historie

Vynález mlžné komory je připisován skotskému fyzikovi Charlesi Wilsonovi. S její pomocí chtěl původně zkoumat meteorologické jevy, avšak výsledky jeho pozorování byly úplně jiné. Spatřil totiž dráhy letících elektricky nabitých částic a umožnil tak objevy několika nových, tehdy neznámých. V souvislosti s mlžnou komorou bylo uděleno několik Nobelových cen, například právě C. Wilsonovi nebo C. D. Andersonovi, jenž učinil objev pozitronu a následně i mionu. Dnes jsou již pro zkoumání částic využívány nové metody s přímým výstupem do počítače, a tak se mlžná komora používá spíše jen minimálně.

## 3 Sestavení

Tělo komory může tvořit i sklenice od okurek. My jsme však použili krychli z plexiskla a jako dno posloužil měděný plech, skrz který snadno prochází magnetické pole. Na dně byla ještě umístěna černá izolepa pro lepší pozorování jednotlivých drah. Tato krychle nahoře obsahovala žlábek s pracovní kapalinou (izopropylalkoholem), která byla po zapojení ohřívána elektrickým obvodem. Celou krychli jsme položili na suchý led.

## 4 Princip

Princip mlžné komory spočívá v tom, že zahříváná kapalina vytváří přesycenou páru. Obvykle by pára po ochlazení zkondenzovala, avšak po vyčerpání všech kondenzačních jader (např. prach) dojde ke vzniku přesycené páry. V případě, že se do mlžné komory následně dostane elektricky nabitá částice, rozbíjí molekuly přesycené páry, které poté vytvářejí kapky. Tyto kapky pozorujeme v podobě stopy podobné např. té za letadlem. V případě použití magnetu můžeme pozorovat některé další zajímavé jevy, neboť nabitá částice pod vlivem magnetického pole mění svojí trajektorii. Díky tomuto jevu byl objeven i pozitron, jenž díky kladnému náboji mění směr letu na druhou stranu než elektron.

## 5 Postup a výsledky

Pro pozorování je důležité tmavé prostředí. Poté už jen stačí baterkou svítit do komory a pozorovat ji ze stejného úhlu, aby byly stopy dobře vidět.

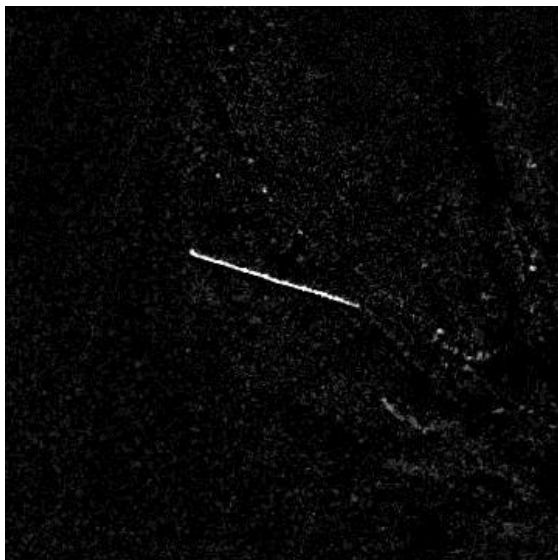
Nejdříve jsme se rozhodli vyzkoušet mlžnou komoru bez magnetu i bez zdrojů záření. I zde jsme pozorovali stopy, ale jen v minimálním množství.

Poté jsme již do komory umístili radioaktivní látky. Nejdříve jsme použili kobalt 60 a následně jsme vyzkoušeli i Cesium 137.

V komoře lze pozorovat následující typy záření:

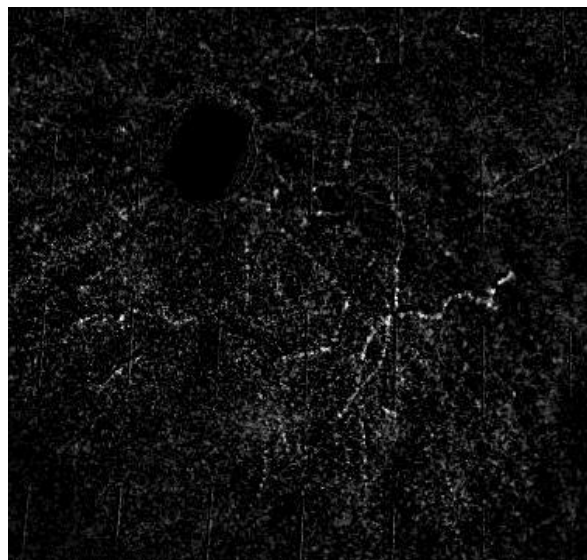
### Alfa záření

Jedná se o jádro helia. Účinně ionizuje, a proto vytváří silnou, avšak krátkou stopu.



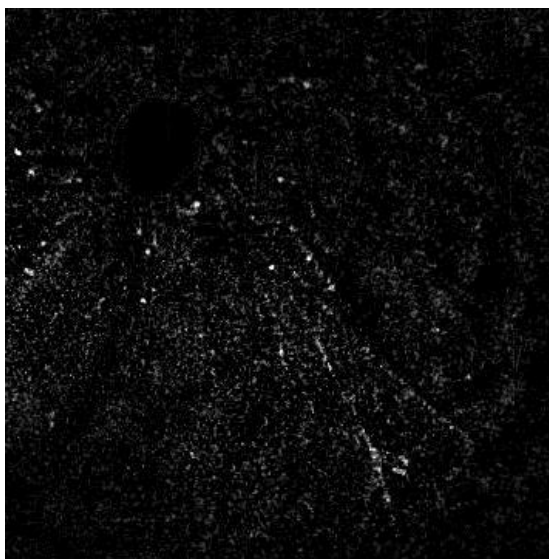
### Elektrony

Nejčastější pozorovaná částice. Tvoří úzké dlouhé stopy, které se magnetickým poli viditelně zakřivují.



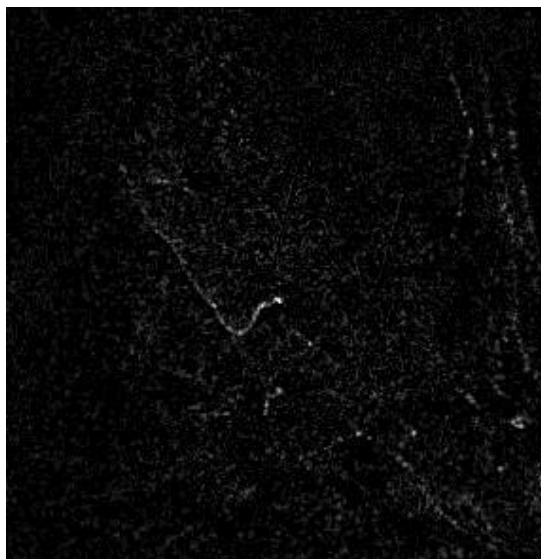
## Pozitron

Antičástice elektronu. Na obrázku je zřetelné opačné zakřivení oproti elektronu



## Mion

Viditelný pouze zřídka. Rozpadá se na viditelný elektron a dvě neutrína.



Na závěr jsme kolem komory umístili Helmholtzovy cívky. Cívky indukují homogenní magnetické pole, jehož indukci  $B$  lze vypočítat pomocí vzorce:

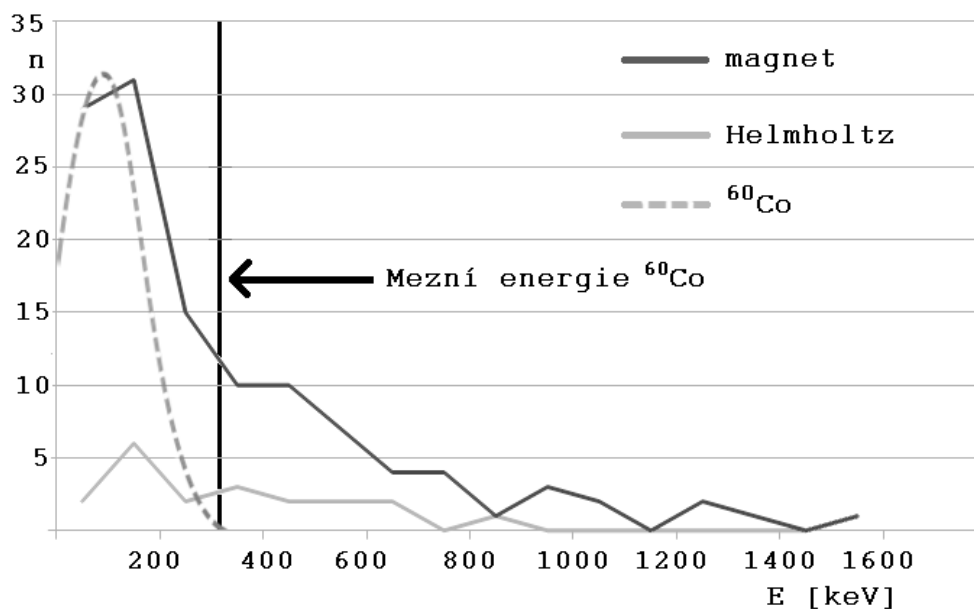
$$B = \left(\frac{4}{5}\right)^{3/2} \frac{\mu_0 n I}{R}$$

kde

Výsledkem bylo 5,5 mT, zatímco permanentní magnet dokáže vytvořit pole o velikosti až 190 mT (v malé vzdálenosti od magnetu). Nedokáže tedy vytvořit moc silné pole, ale i tak je můžeme použít pro výpočet energie částic.

Za tímto účelem jsme odvodili následující vzorec:

$$E_k = \sqrt{m^2 c^2 + r^2 q^2 B^2 c^2} - mc^2$$



Graf ukazuje množství částic při dané velikosti energie. Přerušovaná čára ukazuje očekávaný průběh pro kobalt 60, jež končí na černé linii. Částice s vyšší energií, které se nacházejí za ní, mohou být např. součástí kosmického záření, nebo se jedná o nepřesnosti měření. Nejvíce by mělo být elektronů s energií 310 keV. Celkově naměřené hodnoty vcelku odpovídají těm očekávaným.

## 6 Shrnutí

Pozorovali jsme záření některých radioaktivních látek (především kobalt 60). Zjistili jsme, že dle očekávání se nejvíce objevovaly elektrony, ale i některé další částice, jako např. pozitrony, které mohly vznikat z gama záření kobaltu. Také jsme pozorovali částice, které s kobaltem nesouvisí, jako např. miony, které zřejmě byly součástí kosmického záření, nebo alfa částice, které pocházejí z radonu přítomného ve vzduchu.

Také jsme změřili energetické spektrum kobaltu, které odpovídalo očekávaným hodnotám. Poprvé v historii týdne vědy jsme k tomu použili Helmholtzovy cívky.

## Poděkování

Poděkování patří především našemu supervisorovi Viktoru Löffelmannovi, který s námi s nesmírnou trpělivostí a ochotou pracoval na projektu a vysvětlil nám celou problematiku mlžné komory. Dále patří poděkování určitě celé FJFI, díky které jsme se mohli účastnit Týdne vědy a získat nové, velmi cenné zkušenosti.

## Reference:

- [1] Příspěvatelé Wikipedie, *Cobalt-60*, *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, 2015, <<https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Cobalt-60&oldid=657312724>>
- [2] Příspěvatelé Wikipedie, *Helmholtz coil*, *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, 2015, <<https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Cobalt-60&oldid=657312724>>
- [3] V. Löffelmann, *Mlžná komora*, 2014 <<http://kmlinux.fjfi.cvut.cz/~loffevik/komora/>>