

# Difúzní mlžná komora

Jakub Češka\*, Martin Klíšťinec\*\*, Jakub Kubát\*\*\*

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1  
\*ceskajak@fjfi.cvut.cz, \*\*klistmar@fjfi.cvut.cz, \*\*\*kubatja8@fjfi.cvut.cz

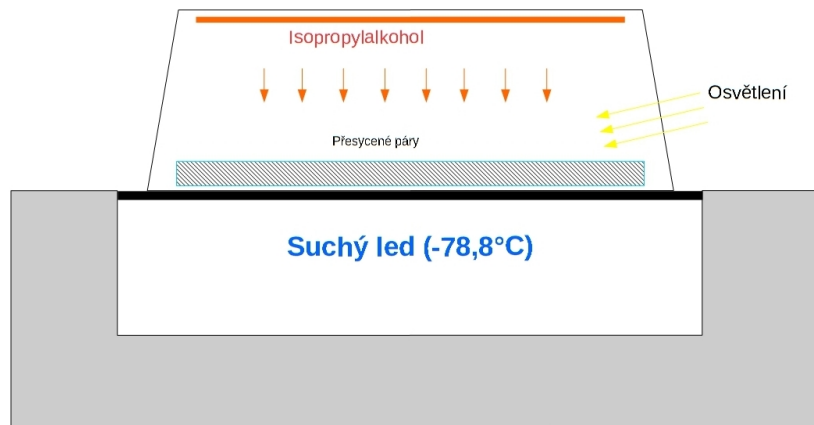
## Abstrakt

Cílem projektu byla konstrukce difúzní mlžné komory za pomoci běžně dostupných materiálů. V tomto článku budeme popisovat postup naší konstrukce komory, problémy, které jsme museli řešit při snaze o její spuštění, a výsledky našeho pozorování. Zmíníme se stručně o historii zařízení a ozřejmíme fyzikální princip jeho fungování.

## 1 Historie

První mlžnou komoru vynalezl Charles Thomson Rees Wilson roku 1911 a v roce 1927 obdržel za svůj objev Nobelovu cenu. V roce 1936 dostal Carl David Anderson Nobelovu cenu za objev pozitronu, kterého dosáhl právě díky využití mlžné komory. Wilsonova komora využívala pro vytvoření nasycených par expanzi a následně ochlazení vzduchu. Dnes jsou používanější tzv. difúzní mlžné komory, které využívají princip difúze par z teplejších oblastí do chladnějších. V dnešní době už v částicové fyzice nemají mlžné komory veliký význam, používají se spíše pro demonstrace při výuce.

## 2 Princip



obr. 1 Schéma difúzní mlžné komory

Jak lze vidět na obrázku 1, v horní části komory máme zdroj páry, v našem případě isopropylalkoholu, která se odpařuje a difunduje do dolní části komory. U dna se pára díky suchému ledu ochlazuje a v prostoru nad dnem vzniká vrstva přesycených par. Tyto páry mohou opět kondenzovat pouze za přítomnosti tzv. kondenzačních jader. Kondenzační jádra jsou částice, které při vzájemných srážkách zpomalí částice páry a umožní tak vznik shluku molekul, který je podmínkou pro přechod do kapalného skupenství. Ukazuje se, že jako kondenzační jádra mohou sloužit i ionty, které vznikají při ionizaci vzduchu způsobené průletem elektricky nabitých částic. Díky tomu je možné pozorovat trajektorie těchto částic jako čáry tvořené zkondenzovanými kapičkami páry alkoholu.

### 3 Konstrukce

Ke konstrukci naší mlžné komory byl použit polystyren, ze kterého byl vytvořen podstavec s prostorem pro suchý led a zářezy pro kovovou desku, dále plastický box použitý jako tělo, kovová deska, textilie a plastelína. Textilie byla přidělána na horní stranu plastického boxu a později napuštěna izopropylalkoholem, kovová deska byla zasazena do podstavce z důvodu lepší distribuce tepla a na ní byl postaven box, který jsme odizolovali pomocí plastelíny.

## 4 Výsledky pozorování

### 4.1 Naše výsledky

Přestože jsme nakonec úspěšně pozorovali stopy trajektorií částic, nebyli jsme s výsledky experimentu příliš spokojeni, a to především díky špatné viditelnosti, která znemožňovala jakoukoliv fotodokumentaci dostupnými fotoaparáty. Z našich pozorování vyvstala teorie, že plastický box s šikmými stěnami nemá dobré vlastnosti pro osvětlování mlžné komory a bylo by lepší použít sklo či plexisklo.

### 4.2 Co lze pozorovat

Vzhledem k nevýrazným výsledkům našeho pozorování uvádíme výčet toho, co lze teoreticky za naprosto ideálních podmínek v difúzní mlžné komoře pozorovat s obrázky převzatými z [1].

#### Částice $\alpha^{2+}$

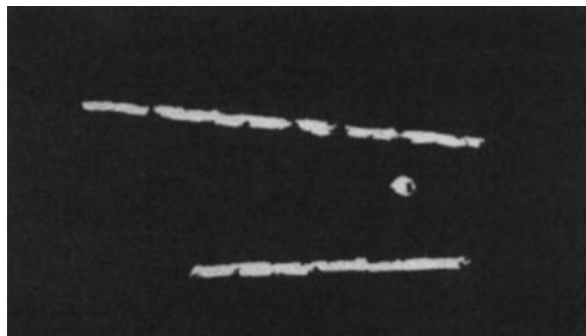
Částice alfa (heliová jádra) jsou složeny ze dvou protonů a dvou neutronů, proto nesou náboj  $2+$ . Jsou to nejtěžší v komoře pozorovatelné částice, a proto zanechávají krátké silné stopy.



obr. 2 Silná stopa částice alfa

#### Protony $p^+$

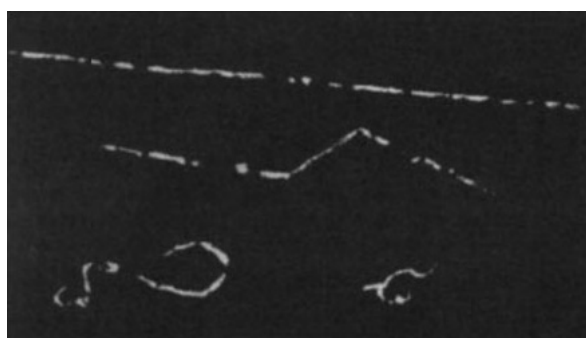
Podobně silné stopy jako alfa částice zanechávají protony, které vznikají radioaktivními procesy v atmosféře nebo jsou součástí kosmického záření.



obr. 3 Stopy protonů

### Elektrony $e^-$

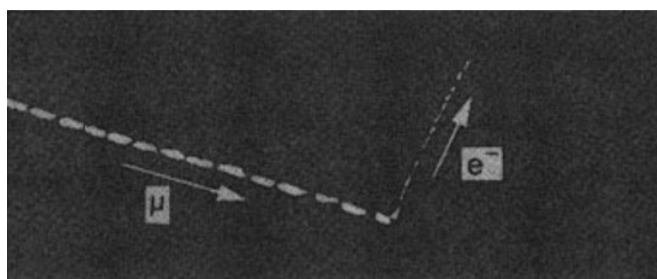
Stopy elektronů jsou tenké a dlouhé. Pokud komorou proletí elektron s vysokou energií, zanechá po sobě přímočarou stopu. Elektrony s nižší energií se sráží s molekulami isopropylalkoholu a jejich dráhy se vychylují.



obr. 4 Vychýlené trajektorie elektronů

### Miony $\mu^-$

Detekovat trajektorie mionů je obtížně kvůli podobnosti jejich stop s elektrony a protony (v závislosti na energii). K rozpoznání mionu může pomoci fakt, že se často rychle rozpadá na elektron, elektronové antineutrino a mionové neutrino. Neutrino nemají náboj, a proto nejsou v komoře pozorovatelná, nicméně elektron pokračuje od místa rozpadu po trajektorii téměř kolmé na původní trajektorii mionu a proto lze v komoře registrovat ostře lomené stopy jako na obrázku 5 .



obr. 5 Rozpad mionu v mlžné komoře

### Pozitrony $e^+$

Pozitron je antičásticí elektronu. Stopy těchto dvou částice je proto možné odlišit pouze za pomoci magnetického pole, které by zakřivovalo jejich dráhy příslušným směrem vzhledem k jejich náboji.

## 5 Závěr

Naším cílem bylo zhotovit difúzní mlžnou komoru z běžně dostupných materiálů a provést úspěšné pozorování. Po prvním neúspěšném pokusu o spuštění komory, jsme naši konstrukci vylepšili modelínou pro lepší izolaci. Jelikož druhý pokus už přinesl částečný úspěch, dospěli jsme k závěru, že kvalitní izolace vnitřní atmosféry komory je zásadní. Přestože jsme nakonec byli schopni pozorovat trajektorie částic prolétávajících naší komorou, nebyli jsme zcela spokojeni s výsledkem, jelikož viditelnost trajektorií byla značně omezená. Pro příští konstrukci komory bychom nejspíš volili nádobu tvaru hranolu zhotovenou ze skla, která by dle našeho názoru umožnila kvalitněji osvětlit vnitřek komory. Také bychom chtěli vyzkoušet hlubší nádobu, ve které by bylo snadnější udržet rozdíl teplot mezi dnem a horní částí komory.

## Reference

- [1] Kol. autorů, *Mlžná komora Gymnázium Opatov*, <http://www.mlznakomora.cz/mlzna-komora/>
- [2] Pavel Motal, Martin Veselý, *Mlžná komora*, Rozhledy matematicko-fyzikální, <http://tydenvedy.fjfi.cvut.cz/2007/cd/MFR/mfr-mlzkom.pdf>
- [3] Viktor Löffelman, *Mlžná komora*, <http://kmlinux.fjfi.cvut.cz/~loffevik/komora/>
- [4] YouTube - US LHC, *How to build a Cloud Chamber*, <https://www.youtube.com/watch?v=xky3f1aSkB8>
- [5] YouTube - andrewsteele, *how to build a cloud chamber*, <https://www.youtube.com/watch?v=400xfGmSlqQ>