

Mlžná komora

Tereza Růžičková

Fakulta jaderně a fyzikálně inženýrská
Břehová 7 Praha 1
České vysoké učení technické

Abstrakt

Snaha o vytvoření mlžné komory v amatérských podmínkách.

1 Historie

Skotský fyzik Charles Thomson Rees Wilson pozoroval na vrchu Ben Nevis různé světelné jevy v mlze a mracích, obklopujících často observatoř. Po návratu do Cambridge se rozhodl jevy uměle reprodukovat v laboratoři. Roku 1894 Wilson sestavil svou aparaturu z několika lahví, které umožňovaly během krátkého okamžiku snížit tlak vzduchu o desítky procent. Díky této expanzi poklesla teplota sytých par pod rosný bod a začala vznikat mlha. Vznikla tím první mlžná komora.

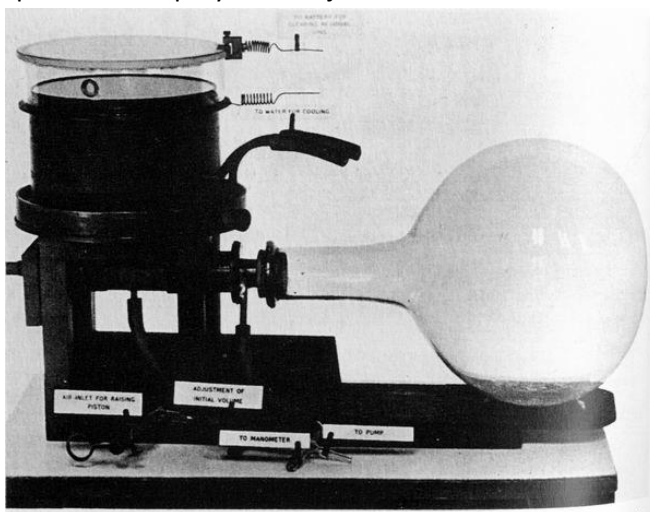
Podle prací Johna Aitkena (1880) věděl, že podchlazené páry se srážejí na kondenzačních jádrech. Po řadě pokusů se kvůli vysrážení vody kolem částic prachu tyto částice smyly do vody a mlha dále při poklesu tlaku nevznikala. Wilson dále zjistil, že i po vyčištění vzduchu se při expanzi o více než 25 % začala mlha opět tvořit.

V roce 1896 požádal Wilson kolegu J. Thompsona o zapůjčení aparatury produkující rentgenové záření, jehož výzkum v Cambridge právě započal. Pokusem ověřil, že toto záření zajistí vznik kondenzačních jader. Tento objev publikoval v témže roce.

V následujících letech Wilson svou aparaturu zdokonaloval. Rozhodl se, že je třeba dráhy částic zachytit během krátkého okamžiku. Proto svou aparaturu vybavil obloukovou

lampou s mohutným kondenzorem, mechanikou pro rychlý pokles tlaku a fotoaparátem. První pozorování tímto zdokonaleným typem komory provedl v roce 1911. V dalších letech pozoroval řadu dalších druhů částic a záření, jeho objev ale nezískal širší ohlas, ale roku 1927 obdržel Nobelovu cenu za zviditelnění drah elektricky nabitých částic pomocí kondenzovaných par.

Větší rozvoj výzkumů pomocí Wilsonovy komory pozvolna začal až po 1. světové válce. Nejdůležitějším zdokonalením bylo vložení komory mezi póly magnetu. Díky tomu bylo možno studovat elektrické vlastnosti částic na základě zakřivení jejich dráhy magnetickým polem. Komora byla v dalších letech dále zdokonalována, ale ve druhé polovině 20. století byla postupně vytlačena dokonalejší bublinkovou, jiskrovou a driftovou komorou.



Wilsonova mlžná komora

2 Vývoje komor

Bublinková komora

Koncept mlžné komory začal postupně zaostávat s bouřlivým rozvojem urychlovačů částic, ty byly schopny chrlit částice každé dvě sekundy, zatímco mlžná komora potřebovala na kompresi a dekompresi dvě minuty.

Snaha najít detektor schopný zaznamenat vysoce energetické částice a zároveň pracovat rychle vedla ve vývoji bublinkové komory. Pracovala na principu udržování vody při vysokém tlaku blízko bodu varu. Při sebemenším snížení tlaku by voda přešla do varu. Pokud je ale ono snížení provedeno dostatečně rychle, voda se do varu nedostane a nastává tzv. fáze přehřáté kapaliny. Při sebemenším podnětu přechází do varu. Tím je vstup částice v kritický moment do komory. Ta způsobí podél své dráhy ionizaci atomů, proces varu a tím pádem vznik bublinek, které je možno vyfotografovat.

Okamžité obnovení tlaku nastolí opět počáteční podmínky a komora je připravená detekovat další částici. Celá operace trvá přibližně sekundu. Jenže toho zařízení je oproti Wilsonově mlžné komoře značně rozměrné.



Bublinková komora

Jiskrová komora

Další z nevýhod bublinkové komory byla nutnost, aby do ní částice vstoupila přesně v kritický moment, trvající jen několik milisekund.

Základní model jiskrové komory se skládá z paralelně uspořádaných tenkých kovových desek, vzdálených od sebe jen několik milimetrů. Desky jsou umístěny v inertních plynech (např. neon). Prolétávající nabitá částice za sebou zanechává stopu ionizovaného plynu. Což způsobí elektrický výboj vysoké napětí, jehož vlivem vzniknou podél ionizovaných drah jiskry. Nahrazení kovových plátů systémem paralelních vodivých vláken ukázalo nové možnosti zpracování dat, například mezi kterými vlákny přeskočila jiskra, poskytlo okamžitě informaci o trajektorii částice s milimetrovou přesností.

Drátěné jiskrové komory dokáží pracovat tisíckrát rychleji než bublinkové komory. V 60. letech 20. století umožňovaly jiskrové komory rychlý sběr dat z mnoha konkrétních interakcí. Bublinkové komory v tomto období naproti tomu poskytovaly mnohem komplexnější obraz události.



Jiskrová komora

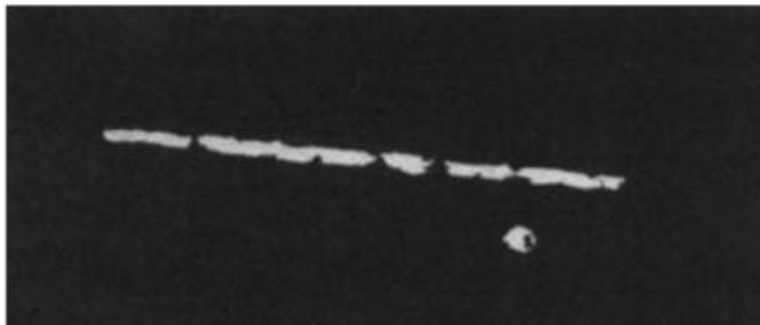
Driftová komora

Komora se skládá z plátů vyplněných paralelními vodiči, z nichž však některé slouží k rozdělení celého prostoru na jakési pododdíly samostatné komory. Každá buňka hraje roli samostatného detektoru, ve kterém elektrické pole nasměrovalo elektrony vzniklé ionizací na centrální detekční vlákno. Čas, který elektron potřeboval k dopadu na vlákno, bylo možno jednoduše převést na vzdálenost, kterou musel urazit. Přesnost takové techniky detekce byla 50 mikrometrů.

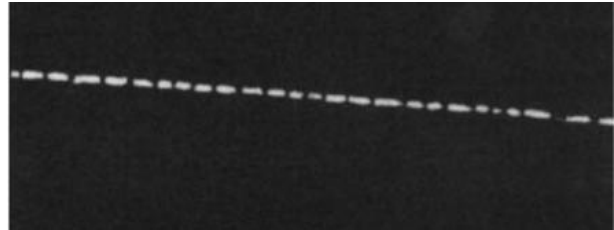
3 Dráhy částic

Ve Wilsonově mlžné komoře můžeme pozorovat průlet částic a podle dráhy můžeme určit, o jakou částici se jedná.

Dráha protonu



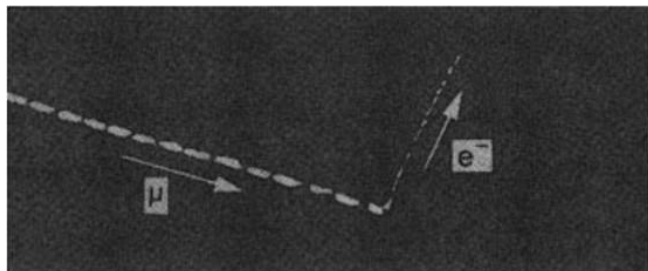
Elektron s nízkou energií



Elektron s vysokou energií



Alfa částice

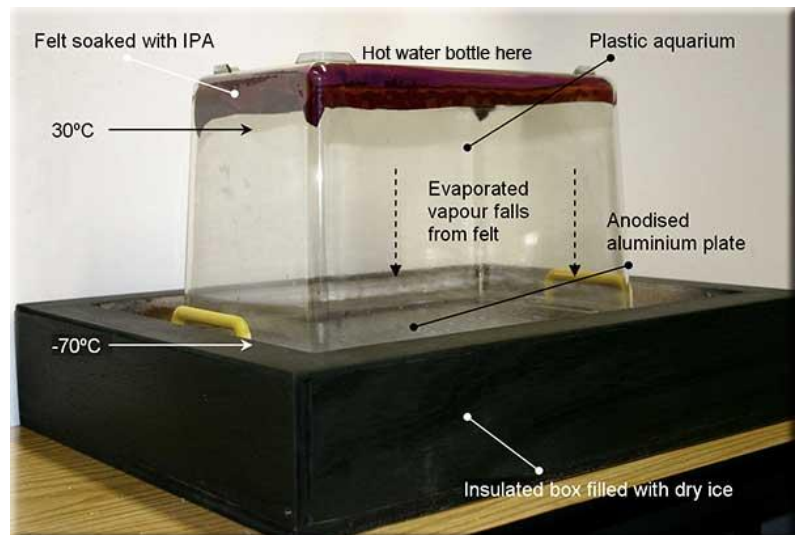


Rozpad mionu

4 Konstrukce

Moji mlžnou komoru jsem stavěla z plastové krabice, dvou kovových nádob (dobře vedou teplo) a polystyrenového boxu na izolaci. Na zchlazení jsem použila suchý led, jeho teplota sublimace je $-78,4^{\circ}\text{C}$ takže se na chlazení výborně hodí. Pro vytvoření koncentrovaných par jsem použila izopropylalkohol (dále jako IPA), snadno se odpařuje, ale jeho páry jsou jedovaté a můžou způsobit halucinace.

Do plastického boxu jsem nasypala suchý led a zabořila do něj plechovou nádobu. Při konstrukci je třeba postupovat pomalu, protože plechová nádoba musí co nejvíce zchladnout před tím než do ní nalijeme IPA. Do plastové nádoby vylepené černým papírem, aby byly kondenzační čára lépe vidět, nalijeme IPA a zavřenou krabici necháme stát na teplém místě, aby papír co možná nejvíce nasákl, poté ji dnem vzhůru postavíme do vychladlého plechového boxu a přilijeme další IPA. Na horní stranu plastového akvária položíme druhý kovový plech tento naplníme horkou vodou aby v komoře vznikl co největší rozdíl teplot.



Model Wilsonovy mlžné komory

5 Výsledky a závěr

Při pokusném sestavení byl pokus úspěšný a kondenzační čára byly viditelné. Během prezentace se ale rozlila horká voda a došlo k ohřátí spodní kovové nádoby a jev byl prakticky neviditelný.

6 Reference

1. http://www.scifun.ed.ac.uk/pages/pp4ss/pp4ss-cloud_chamber.html
2. http://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_chamber
3. http://en.wikipedia.org/wiki/Wire_chamber