

MLŽNÁ KOMORA – praktické cvičení

SESTAVTE SI MLŽNOU KOMORU

Volný překlad textu „Cloud Chamber Workshop“ vydaný CERN ke dni otevřených dveří (16. 10. 2004) při příležitosti oslav 50. výročí založení CERN.

Částice přicházející z vesmíru (kosmické paprsky) křižují Zemí v každém okamžiku – jsou naprosto neškodné, avšak pro nás neviditelné, nazývané také přirozené záření. Mlžné komory jsou detektory zviditelňující dráhy částic. Před několika desítkami let se tyto detektory používaly při prvních pokusech detekce částic (pomocí mlžné komory byl například objeven pozitron). Ukážeme si, jak sestavit mlžnou komoru.

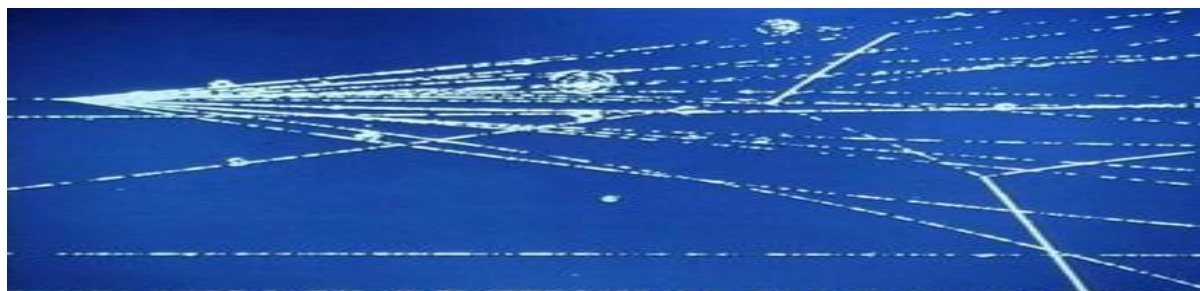
Pomůcky:

- Průhledný box – nejlépe plastový kontejner (akvárium) se svislými rovnými stěnami a horním otevíráním zhruba o rozměrech 20x30 cm (dno) a výšce 15 cm
- Kovová deska (alespoň 5 mm silná) k uzavření otevřené strany kontejneru (akvária), která je o trochu větší než tento box. Deska by měla mít černou barvu a vyfrézovanou drážku, do které zapadá okraj plastového boxu. Pokud vaše deska není černá, stačí ji natřít černou tabulovou barvou.
- Silnější plst' – filc (tloušťka několik mm), o něco menší než je dno krabice
- 4 svorky nebo oboustranná samolepící páska na připevnění plstě na dno boxu
- Mělká dřevěná krabice o něco větší než jsou rozměry kovové desky, asi 5 cm vysoká. Do této krabice budete později vkládat ledové kostky a kovovou desku, ale strany by neměly být moc vysoké, aby nebránily pohledu do komory.
- Velmi intenzivní zdroj světelných paprsků, například diaprojektor, silná kapesní svítilna ...
- Čistý (ne 70%) isopropyl alkohol
- Suchý led
- Ochranné brýle a rukavice pro manipulaci s ledem

Upozornění:

Isopropyl alkohol není určený k pití a jeho požití poškozuje zdraví. Nikdy jej nepijte a držte jej z dosahu dětí. Pracujte s ním jen v gumových rukavicích.

Suchý led má teplotu -78 °C. Nikdy ho neberte holou rukou – způsobí Vám popáleniny kůže. Při zacházení s ním vždy používejte plstěné rukavice a ochranné brýle a pozorně sledujte děti. Suchý led se také odpařuje a při delším vdechování je Vašemu zdraví škodlivý. V průběhu experimentu zajistěte dostatečnou ventilaci místnosti.



Obr. z: <http://www.observatory.cz/vystavy/castice/5-komora.php>

Postup

1. Příprava dna (základny)

Nemáte-li k dispozici černou kovovou desku, natřete jednu stranu kovové desky černou tabulovou barvou. Umožní Vám to později lépe pozorovat „bílé částicové dráhy“ na černém pozadí.

2. Příprava alkoholového výparníku

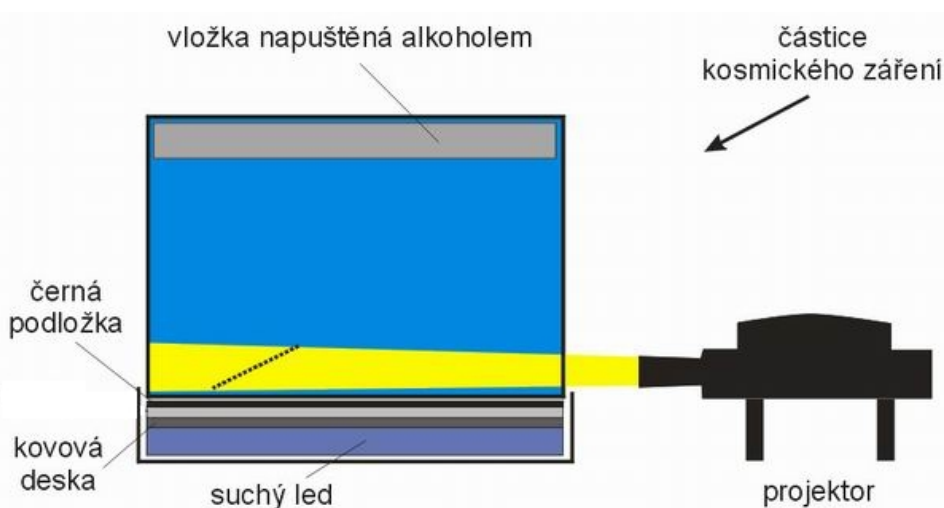
Přilepte oboustrannou samolepicí pásku na dno boxu a svorkou připevněte plst' („filc“) na dno nádoby. Později bude plst' napuštěná alkoholem a bude vytvářet alkoholovou mlhu. Také můžete vyvrtat velmi malé dírky do dna boxu právě nad plstí. Budou se hodit později ke snadnějšímu doplňování alkoholu do plsti, abyste udrželi komoru v provozu delší dobu.

3. Přidání alkoholu do komory

Přidejte alkohol do komory. Je velmi důležité použít správný alkohol – s jiným alkoholem nebude komora pracovat! Napusťte plst' alkoholem – přidejte ho dostatek, aby jí byla plst' důkladně nasáklá. Tento alkohol bude vytvářet mlhu, ve které budete pozorovat vzniklé dráhy.

4. Složte komoru dohromady

Nyní můžete komoru uzavřít: Dejte kovovou desku černou stranou dovnitř komory a kolem dokola ji utěsněte. Komora bude obrácený plastový box, kovovou deskou dole. Box musí přesně zapadat do drážky v kovové desce. Dejte trochu alkoholu do této drážky – lépe komoru utěsní. Jestliže v desce drážku nemáte, můžete k utěsnění boxu použít silikonový tmel.



Obr. z: <http://www.observatory.cz/vystavy/castice/5-komora.php>

5. Příprava ledu

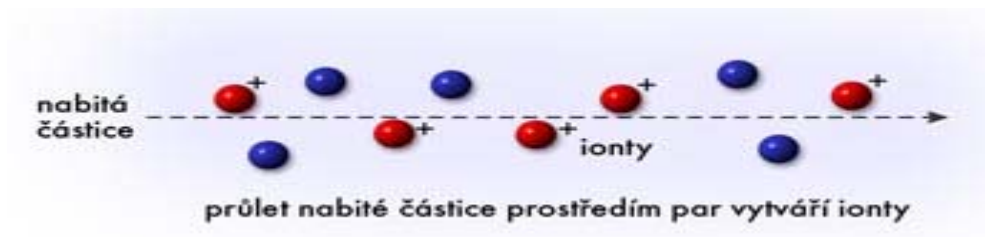
Suchý led dejte do dřevěné krabice, na něj položte kovovou desku s plastovým boxem. Suchý led o rozměrech 210 mm x 125 mm x 20 mm dodává firma Linde Gas. Alternativně lze použít suchý led používaný supermarkety pro převoz mražených potravin.

Nyní je komora připravená detekovat dráhy částic

6. Činnost komory

Během několika minut bude komora připravená pro pozorování prvních objevujících se drah. Ujistěte se, že komora je dobře uzavřená. Zatemněte místnost a zapněte světelný zdroj (baterku nebo diaprojektor) a směřujte jej přes komoru v její spodní části, protože citlivé místo komory, kde budete pozorovat dráhy, je blízko jejího dna.

Nejdříve budete vidět jen alkoholovou mlhu. Asi po 10 minutách můžete začít pozorovat dráhy procházejících částic. Budete schopni vidět několik drah za minutu. Je-li potřeba, můžete přidat další alkohol dírkami v horním krytu bez znovuotevření boxu.



Obr. z: <http://www.cez.cz>

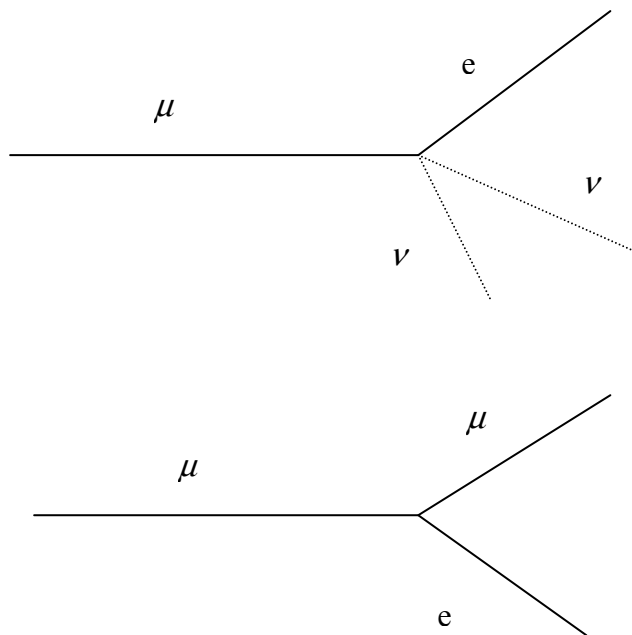


Obr. z: <http://www.cez.cz>

Co můžete vidět?

Budete vidět různé druhy drah vznikajících z různých kosmických částic. Všimněte si, že některé dráhy jsou velmi „zářivé“ a silné, jiné jsou velmi slabé. Kromě rovných linií drah jedné částice můžete zahlédnout:

- Dráhy, které ostře uhýbají doprava nebo doleva. To je způsobené rozpadem mionu. Dvě čárkované čáry na níže uvedeném obrázku jsou dráhy neutrin, které vaše komora není schopná detekovat.
- Tři dráhy, které se setkávají v jednom bodě. V tomto případě odpovídá jedna dráha přicházejícímu kosmickému záření – částici mion. Tato částice vyrazí elektron z atomu. Elektron a odcházející kosmické záření jsou dvě další dráhy.
- Velmi divoké, třepotavé dráhy. To je „vícenásobný rozptyl“, kdy se kosmické záření odráží od jednoho atomu v prostoru k dalšímu.



Jak komora pracuje?

Jakmile je box při pokojové teplotě, alkohol se odpařuje z plsti a pomalu klesá dolů směrem ke dnu komory. Protože teplota suchého ledu je asi $-79\text{ }^{\circ}\text{C}$, vznikne v prostoru komory velký teplotní rozdíl a vypařující se alkohol vytvoří ve spodní části boxu sytou páru. V ní mohou vznikat mlžné stopy procházejících částic.

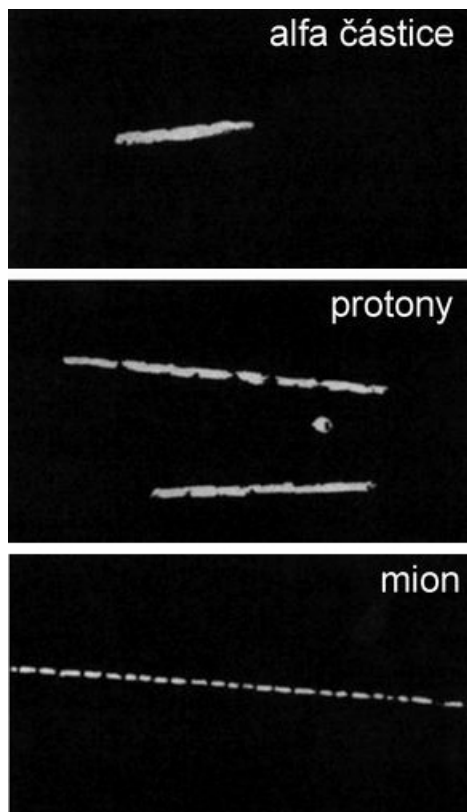
Co se nyní stane, jestliže bude kosmická částice přicházet do komory? Částice bude *ionizovat* páru, to znamená odtrhne pryč elektrony některých atomů plynu podél své dráhy a zanechá tyto atomy pozitivně nabitě (protože elektrony, které mají záporný náboj, byly odstraněny). Sousední atomy jsou přitahovány k těmto ionizovaným atomům.

To stačí k zahájení kondenzačního procesu: drobné kapičky alkoholu se tvoří podél trajektorie výchozí částice procházející komorou. Tyto kapičky jsou vámi pozorované dráhy.

Řešení problémů

Při práci s mlžnou komorou se mohou vyskytnout problémy. Zde jsou některé z nich a jejich možné řešení:

- **„Nevidím žádné dráhy!“**
Řešení: Ujistěte se o správném umístění světla. Citlivé místo komory je blízko dna komory, kde je alkohol v superchladném stavu. Přesvědčte se, že suchý led je dobře zarovnaný a přiléhá na kovovou desku. Zkuste přidat trochu alkoholu, ať je pára v komoře dobře nasycená. Zkontrolujte, zda je komora vzduchotěsná.
- **„Vidím jen mlhu, ale ne dráhy!“**
Řešení: Čekejte. Trvá asi 10 – 15 minut než komora pracuje při správné teplotě. Zkontrolujte, jestli používáte správný alkohol – jiné alkoholy mají odlišnou „aktivační energii“, kterou kosmické záření potřebuje k zahájení kondenzačního procesu.
- **„Pozorují velká mračna na okraji komory!“**
Řešení: To pravděpodobně znamená, že máte nějakou netěsnost. Ujistěte se, že komora je těsně uzavřená.



Obr. z: <http://www.observatory.cz/vystavy/castice/5-komora.php>

Prameny a více informací:

<http://www.observatory.cz/vystavy/castice/5-komora.php>

<http://w4.lns.cornell.edu/~adf4/cloud.html>

<http://www.cloudchambers.com>

<http://fyzweb.cuni.cz/dilna/vyvoj/mlzna/index.htm>

<http://www.observatory.cz/vystavy/castice/5-komora.php>

Kontakt na firmu dodávající suchý led:

Jan Bednář, vedoucí segmentu suchý led pro Moravu a Slovensko

e-mail: Jan.Bednar@cz.linde-gas.com

tel.: 731 608 757

www.linde-gas.cz

Překlad a aktualizace na české poměry: Petr Vrána, Richard Smutný, Gymnázium Velké Meziříčí