

# Mlžná komora



Hanuš Jiří

Elementární částice mají tak malé rozměry, že by je nebylo možné pozorovat ani pomocí nejlepších mikroskopů. Za jistých podmínek ovšem mohou vytvářet stopy, které jsou lidským okem pozorovatelné a umožňují nám tak určit, o jaké částice se jedná a kudy se pohybují. Elektrony (pozitrony), protony i miony (všechny, které nesou elektrický náboj) za sebou v pozorovací komoře zanechávají mlžné stopy. Ty jsou pro jednotlivé částice charakteristické.

## Popis zařízení:

Komora se skládá ze základny a pozorovací komory. Uvnitř základny je umístěno chladicí zařízení, napájecí zdroj, nádrž a čerpadlo na izopropylalkohol(CH<sub>3</sub>CHOHCH<sub>3</sub>). Pozorovací komora je umístěna na základně. Dno pozorovací komory je tvořeno černou deskou chlazenou přibližně na -30°C. Stěny nádoby jsou tvořeny dvěma skleněnými deskami. Mezi vrchními je umístěna síť topných drátů, které vyhřívají tento prostor a zabraňují tak kondenzaci na stěnách nádoby. Tyto vodiče jsou současně udržovány na vysokém napětí, aby vytvářely elektrické pole. Ve vrchní části nádoby je po celém obvodu umístěn vytápěný žlábek, kde se odpařuje izopropylalkohol, který následně difunduje z horní, teplejší části nádoby do chladnější spodní části, kde kondenzuje a je odváděn zpět do nádrže.

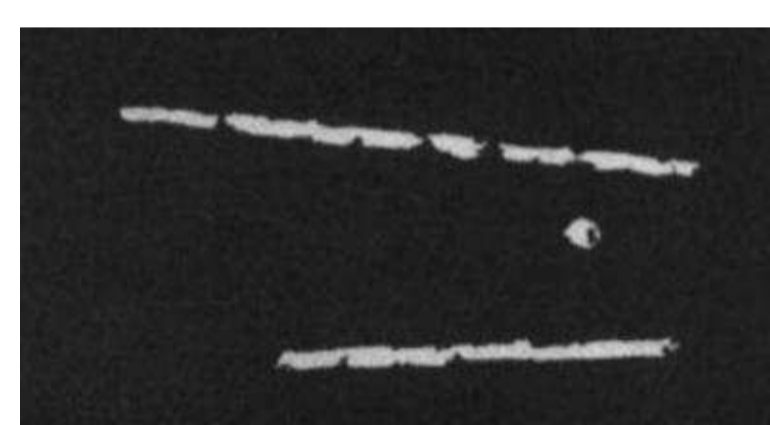
Těsně nad kapalnou vrstvou na dně nádoby se vytváří tenká vrstva(1-2mm) přesycených alkoholových par. V ní prolétávající nabitě částice ionizují neutrální molekuly plynu podél svých drah, které pak kondenzují, čímž dráhy zviditelňují.

## Pozorovatelné částice:



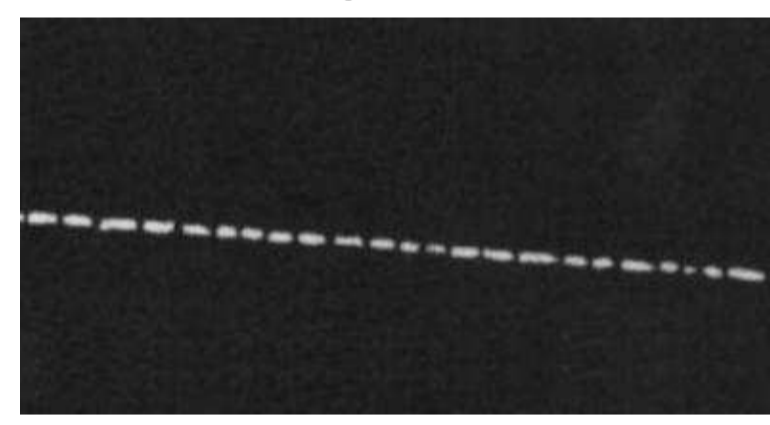
### Alfa částice

Nejčastěji pozorovaná částice. Její výskyt má pouze pravděpodobnostní charakter. Dosah částice alfa ve vzduchu je přibližně 5 cm, obdobně i v alkoholových parách. Alfa částice mohou být absorbovány jedním listem papíru. Jak se tedy mohou vyskytnout v mlžné komoře? Jedna z možností je emise částice alfa z jádra přímo v mlžné komoře.



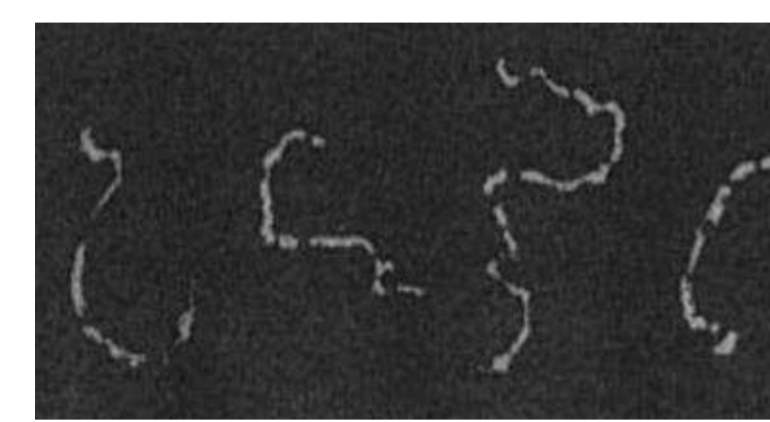
Protony s vysokou energií, vzniklé sekundárními radioaktivními procesy v atmosféře, vniklé

do mlžné komory mohou vytvořit mlžné stopy podobné stopám částic alfa. Jestliže částice vnikne do vrstvy přesycených par kolmo, její stopa se zobrazí jako mlžná skvrnka.



zvláště rychlé elektrony(elektron s vysokou energií) vytváří v mlžné komoře stopy nejrůznějších

tvarů a délek, tenké, přímé a velmi dlouhé(i přes celou pozorovací plochu).



Pomalu letící elektrony(elektrony s malou energií) díky srážkám s molekulami

alkoholových par vytvářejí stopy kratší, místy zahnuté nebo zkroucené.

## Ostatní pozorovací zařízení:

### Filmové dozimetry, rtg filmy

Nejjednodušší využití fotografické detekce. Využívají se pro osobní dozimetrii pracovníků s ionizujícím zářením.

### Jaderné fotoemulze

Pro studium vlastností částic je užitečné zachytit fotograficky dráhu jejich pohybu v látce. Pro detekci stop částic je na film nebo skleněnou destičku nanášena fotografická emulze o relativně velké tloušťce (0,1-1mm) a vysokém obsahu halogenidu stříbra v želatině. Vnikne-li do této emulze rychlá nabitá částice, zanechává podél dráhy svého pohybu ionizační stopu uvolněného stříbra od zrna k zrnu. Po vyvolání vznikne viditelná stopa více či méně hustého sledu černých částic, přičemž hustota zrníček stříbra podél dráhy závisí na druhu a energii částice.

### Scintilační detektory

Scintilační detektory ionizujícího záření jsou založeny na vlastnosti některých látek reagovat světelnými záblesky (scintilacemi) na pohlčení kvant ionizujícího záření; tyto světelné záblesky se pak elektronicky registrují pomocí fotonásobičů.

## Wilsonova mlžná komora:

Prvními kroky k dnešní difusní mlžné komoře prošel skotský fyzik Thomas Rees Wilson(1869-1959), zabývající se vznikem mraků. Při simulaci podmínek vzniku mračen v laboratoři používal uzavřenou nádobu, ve které prudkou expanzí podchlazoval nasycenou vodní páru. Všiml si: Nejsou-li v plynu přítomny částičky prachu, podchlazená pára nekondenzuje okamžitě, ale až po dosažení určitého kritického bodu. Ze znalosti Röntgenova objevu předpokládal, že ionty vzniklé v komoře důsledkem ozáření paprsky X mohou způsobit vznik mlžných obláček. Experimentoval tedy dále a ke svému překvapení zjistil, že procházející částice záření za sebou v komoře zanechávají kapičky kondenzované páry, zviditelňující jejich dráhy. Za sestavení přístroje k optické detekci částic mezi lety 1896 - 1912, známého jako Wilsonova mlžná komora, dostal v roce 1927 Thomas Rees Wilson Nobelovu cenu.

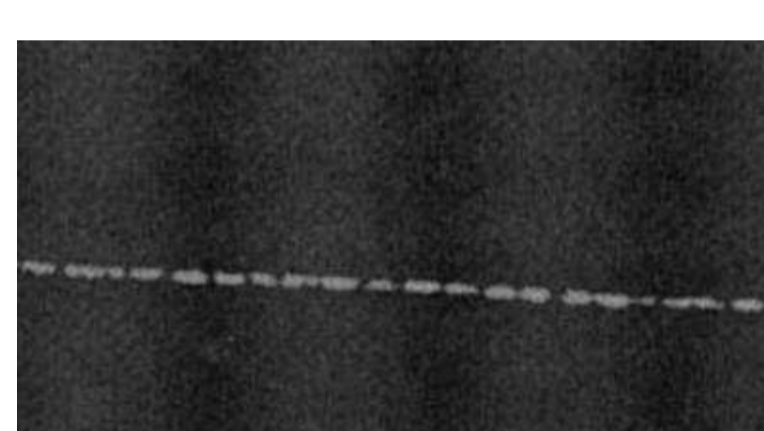
## Difusní mlžná komora:

Od roku 1912 hrála mlžná komora nezastupitelnou roli v prudce se rozvíjející fyzice částic. Wilson sám se dále věnoval studiu atmosféry. Nevýhodou Wilsonovy komory je nutnost cyklicky opakovat expanzi plynu při každém jeho ochlazení (někdy je proto nazývána komorou pulzního typu). Protože tento princip neumožňuje průběžné pozorování, je pro školní demonstraci vhodnější difusní mlžná komora. Tento typ komory v roce 1939 sestrojil americký fyzik Alexander Langsdorf.

Difusní mlžná komora se k výzkumu již nevyužívá. Její využití je především studijní či prezentační.

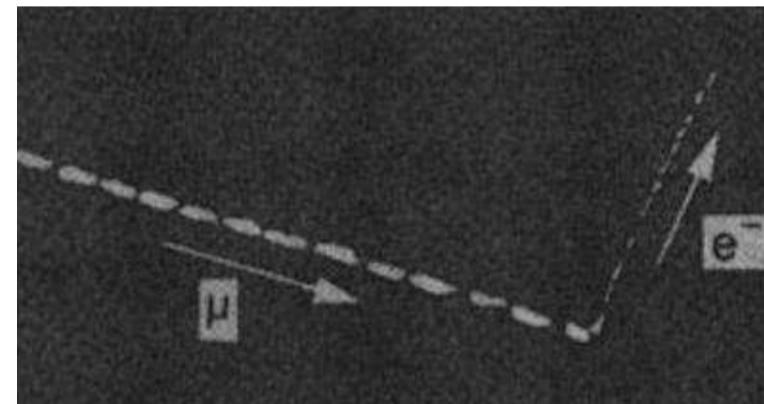
Další částice, které je možné v mlžné komoře pozorovat, jsou miony, které reprezentují 90% sekundárního kosmického záření. Miony s vysokou energií vytvářejí mlžné stopy podobné stopám velice rychlých elektronů, miony zpomalené naopak vytvářejí silné stopy podobné stopám částic alfa. Z těchto důvodů může být obtížné stopy mionů správně určit.

### Mion

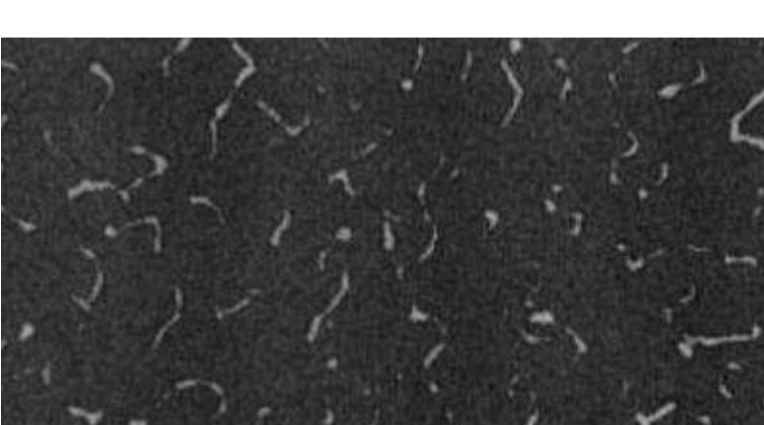


### Rozpad mionu

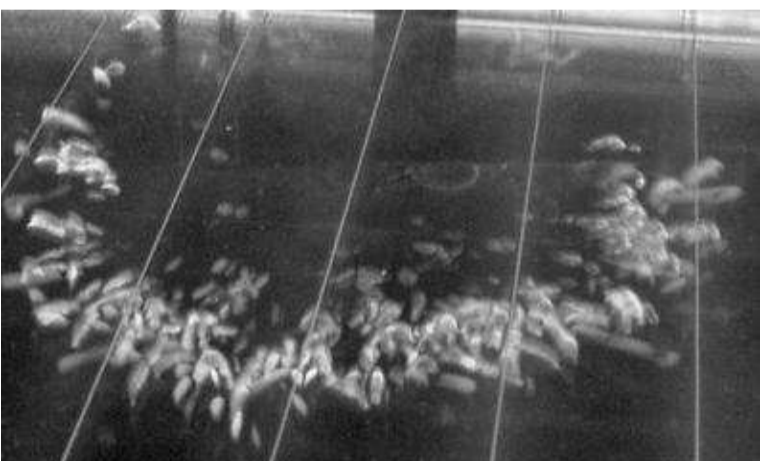
Vzhledem k tomu, že průměrná doba života mionu řádově odpovídá jednotkám mikrosekund, je možné občas pozorovat v mlžné komoře jejich rozpad na elektron a dvě neutrina, která jsou v mlžné komoře nepozorovatelná(nesou elektrický náboj a s hmotou interagují jen slabě). Vzhledem k tomu, že vzniklý elektron se nepohybuje stejným směrem jako mion, můžeme ve výsledné stopě pozorovat charakteristický zlom. Stopa za zlomem náležející elektronu bývá slabší, neboť elektrony oproti mionům mají menší ionizační účinnost.



Vyskytne-li se v blízkosti mlžné komory výkonný zářič, fotony gama záření pronikají dovnitř a způsobují zde uvolnění velkého množství protonů a elektronů. Ty pak vytvářejí krátké a mnohokrát zkroucené stopy po celé pozorovací ploše.



### Rozpad Thoria 235.



### Ionizační komory

Jsou nejjednoduššími elektronickými detektory ionizujícího záření; přímočaře využívají v názvu obsaženou základní vlastnost těchto záření - ionizační účinky na látku. Jejím předchůdcem byl elektroskop. Mezi Ionizační komory patří i Geiger-Müllerovy detektory

### Polovodičové detektory

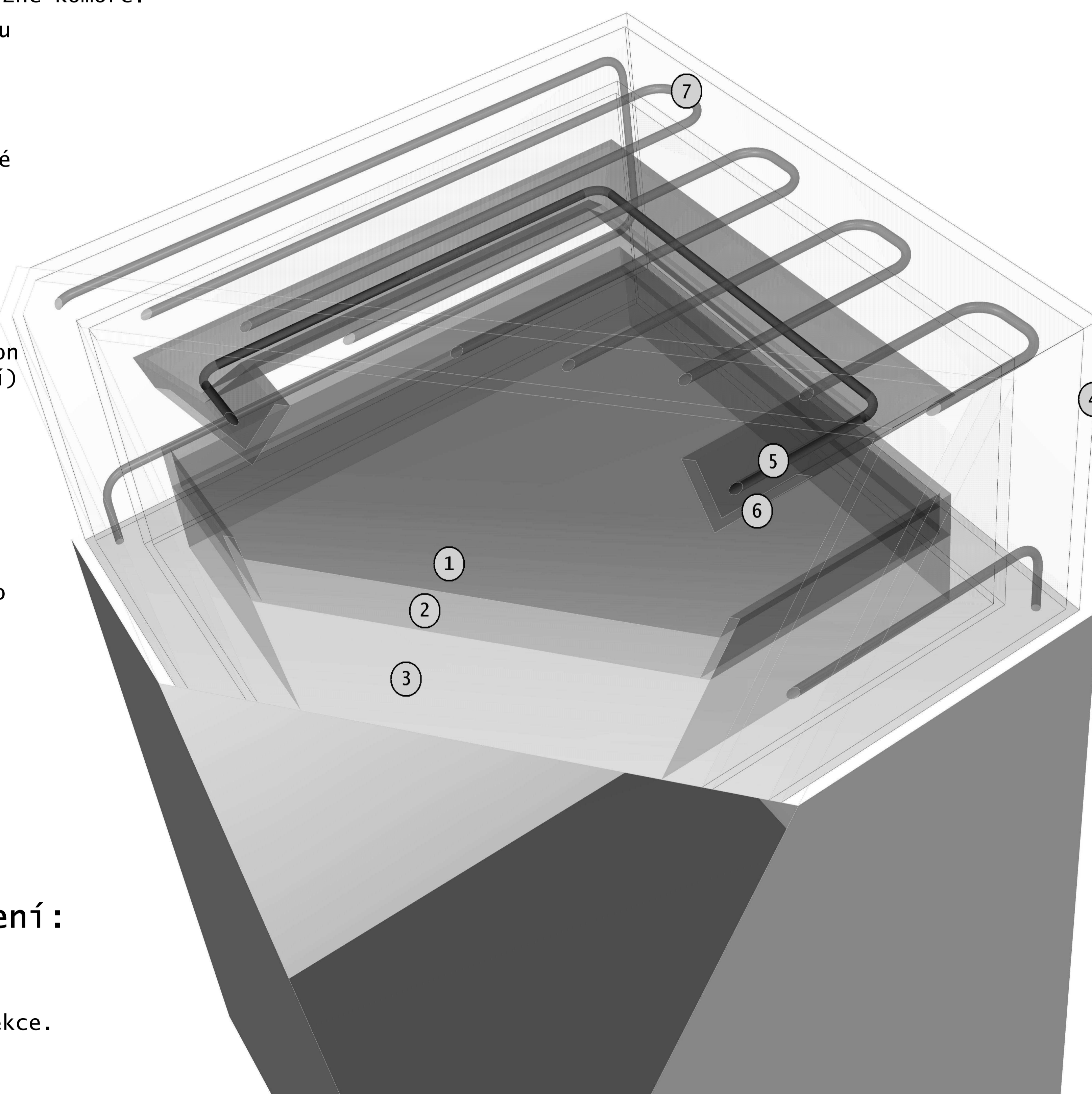
Mechanismem přímého elektrického využití ionizačních účinků záření se polovodičový detektor svým principem poněkud podobá ionizační komoře, přičemž ovšem citlivým médiem není plyn, ale vhodný polovodičový materiál. Z elektronického hlediska je polovodičový detektor v podstatě dioda zapojená v elektrickém obvodu s vysokým napětím přes velký ohmický odpor v závěrném (nevodivém) směru, takže v klidovém stavu obvodem neprotéká elektrický proud.

### Zdroje:

J. Burešová, J. Brychta, J. Hoffmann, J. Chylík, J. Olšina, J. Pikešová, RNDr. Vojtěch Ullmann

### Poster by:

Allmonochrome.com



1. vrstva sytých par
2. vrstva kapalného izopropylalkoholu
3. Chlazená černá deska
4. Skleněné kryty
- 5,7. Topení
6. žlábek