

# Měření radiace

Adam Štrajt, Richard Kapralčík, Martin Zuzek, Matyáš Beran

FJFI, Katedra jaderných reaktorů, V Holešovičkách 747

[adam.strajt@seznam.cz](mailto:adam.strajt@seznam.cz), [richard.kapralcik@gmail.com](mailto:richard.kapralcik@gmail.com),

[martin.zuzek@seznam.cz](mailto:martin.zuzek@seznam.cz), [beran.matyas@gymhu.cz](mailto:beran.matyas@gymhu.cz)

## Abstrakt:

Změřili jsme dolet alfa částic a průnik gama částic různými materiály, za účelem ověření hodnot a sebevzdělání.

## 1 Úvod

Radioaktivita je děj, při kterém prvek samovolně vyzařuje neviditelné záření a část jádra se emituje. Rozlišujeme 4 typy radioaktivního záření: alfa, beta, gama a proud neutronů. Alfa záření jsou atomy helia s nízkou pronikavostí a doletem pouze 4 cm. Beta záření jsou elektrony, nebo pozitrony a gama fotony, toto záření má největší pronikavost.

## Úkoly:

1. Měření doletu alfa částic
2. Měření pronikavosti gama záření s různými materiály

## 2 Měření doletu alfa částic

### Pomůcky a přístroje:

-alfa zářič  $^{241}\text{Am}$

-detektor Si polovodič

-mnohokanálový analyzátor PHYWE s ovládacím programem

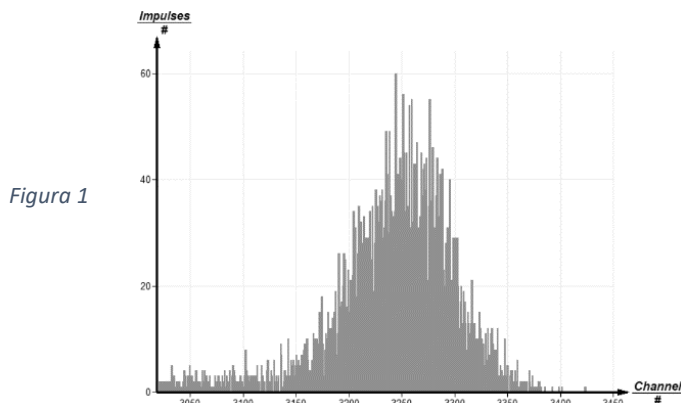
-černá látka

### Postup:

Zářič alfa částic jsme nastavili na vzdálenost 22,5 mm (hodnoty počítány i se zasazením detektoru) a zářič přikryli černou látkou, aby se zamezilo přístupu světla, protože by došlo k rušení přesného měření. Poté jsme po dobu 200s měřili četnost detekovaných částic. Po ukončení měření jsme zjistili obsah plochy píku, která odpovídá četnosti zachycených částic. Poté jsme vypočítali korekci četnosti na prostorový úhle pod kterým detektor „vidí“ zdroj,

podle následujícího vzorce: 
$$N_{kor} = \frac{4\pi(s+d)^2}{P} N$$

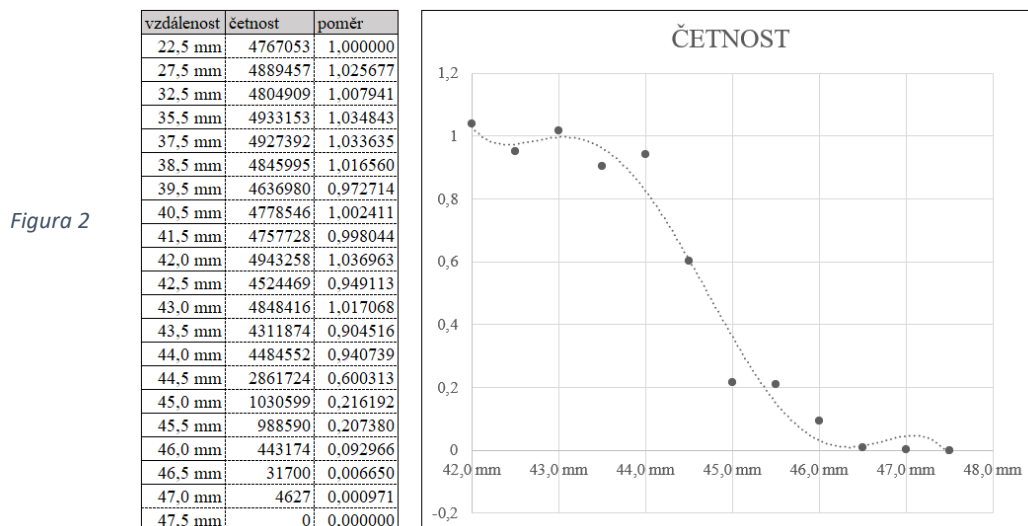
Vztah  $s + d$  vyjadřuje vzdálenost detektoru od zářiče,  $d$  zde vyjadřuje vzdálenost detektoru a  $s$  zapuštění detektoru.  $P$  vyjadřuje plochu detektoru. Veškeré hodnoty jsme zaznamenali do Excelové tabulky, zvýšili jsme vzdálenost  $d$  o 5 mm a celéměřeni opakovali. Vzdálenost  $d$  jsme postupně začali oddalovat o menší vzdálenost, aby bylo měření přesnější. Měření jsme ukončili v celkové vzdálenosti 47 mm, když už nebyly detekovány žádné částice.



Ve figure 1 je graf, ze kterého jsme vypočítali integrál vypovídající o četnosti částic jednoho z měření.

## Výsledky:

Graf z figury 2 ukazuje závislost vzdálenosti detektoru od zdroje alfa záření a poměru nejnižší naměřené četnosti částic s naměřenou četností.



Dolet alfa částic jsme odhadli na 44,5 mm a odpovídající energie alfa částic podle Geigerova vztahu je 5,81 MeV.

## Diskuze:

V literatuře jsme našli hodnotu 5,485 MeV a 5,443 MeV. Ze srovnání vyplývá, že při měření muselo dojít k systematické chybě měření vzdálenosti o přibližně dva milimetry.

## Shrnutí:

Alfa záření doletí ve vzduchu cca čtyři centimetry, než se začne velice rychle začne ztrácet energii.

## 3 Měření pronikavosti gama záření

### Pomůcky a přístroje:

- destičky z Cu, Al, Pb, Fe o tloušťce 0.5-4 mm
- zářič  $^{137}\text{Cs}$

-scintilační detektor NaI(Tl)

-mnohokanálový analyzátor DA310 s ovládacím programem

### Postup:

Ve druhé úloze jsme měřili pronikavost gama záření skrz různé materiály, různé tloušťky. V tomto měření jsme použili zářič  $^{137}\text{Cs}$ , který byl po dobu manipulace uzavřen v oloveném kontejneru, dále jsme použili detektor NaI(Tl), jímž jsme detekovali množství částic, které prošly testovaným materiálem, mezi těmito objekty se nacházelo místo, kde se daly pokládat malé destičky, tak aby stínily detektor před zářičem. První z řady měření, které jsme provedli bylo volné, tudíž bez materiálu který by záření blokoval. Po změření a zaznamenání četnosti prolých ionizujících fotonů jsme zastínili sebe i detektor oloveným kontejnerem, v němž je zářič standartně uchovávan. Po vložení materiálu, který jsme chtěli testovat jsme otevřeli kontejner a opět zaznamenaly množství proniklé radiace. Postupem času jsme přidávali destičky, po vačerpaní naší zásoby destiček jednoho materiálu jsme přešli na jiný. Po získání všech hodnot sestavili graf, porovnávající efektivitu stínění použitých materiálů a změnu spojenou s zvyšující se tloušťkou.

### Výsledky

Na grafech z figury 3 lze vidět závislost tloušťky daného materiálu a naturálního logaritmu poměru četnosti částic při volném průchodu a četnosti při dané tloušťce.

Figura 3

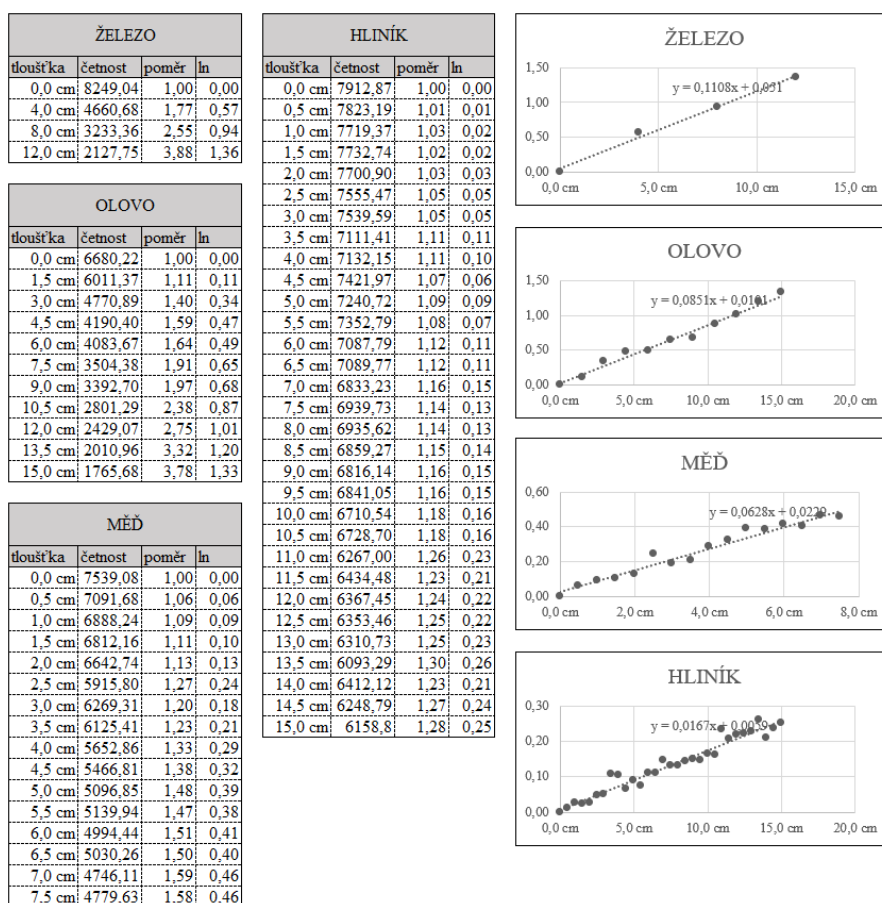


Figura 4

| prvek | koeficient naměřen | koeficient z literatury |
|-------|--------------------|-------------------------|
| Fe    | 0,1108             | 0,0693                  |
| Pb    | 0,0851             | 0,1138                  |
| Cu    | 0,0628             | 0,0794                  |
| Al    | 0,0167             | 0,0487                  |

V tabulce z figury 4 je porovnání vypočítaných koeficientů přímé úměrnosti z grafů figury 3 a hodnot zeslabovacího koeficientu z literatury<sup>I,II</sup>.

## Diskuze

Rozdíl hodnot námi naměřených a z literatury lze přičíst vlivu rozptýleného gama záření.

## Shrnutí

Měřením jsme potvrdili, že kovy jako železo a olovo dokáží stínit gama záření lépe než například hliník a měď.

## Poděkování

Děkujem Miloši Tichému, a celé katedře jaderných reaktorů na ČVUT a všem organizátorům týdnu vědy na jaderce.

## Reference

I. X-Ray Mass Attenuation Coefficients  
NIST Standard Reference Database 126  
Last Update to Data Content: July 2004 | NISTIR 5632 | Version History | Disclaimer | DOI:  
<https://dx.doi.org/10.18434/T4D01F>

Tables of X-Ray Mass Attenuation Coefficients and Mass Energy-Absorption Coefficients from 1 keV to 20 MeV for Elements  $Z = 1$  to 92 and 48 Additional Substances of Dosimetric Interest\*

II. [Am-241\\_tables.pdf \(nucleide.org\)](#)

III. Prezntace Miloše Tichého [Detekce záření Radioaktivita \(cvut.cz\)](#)