

## 1. Úkol měření

- Pro dva vybrané materiály určete lineární absorpční koeficient a hmotnostní absorpční koeficient pro  $\beta$ -záření. Do jednoho grafu pro oba materiály vynesete závislost počtu impulsů načítaných G-M počítačem na tloušťce absorpční vrstvy.
- Pro dva vybrané materiály určete lineární absorpční koeficient, hmotnostní absorpční koeficient a polotloušťku pro  $\gamma$ -záření. Do jednoho grafu pro oba materiály vynesete závislost počtu impulsů načítaných G-M počítačem na tloušťce absorpční vrstvy.
- Vyzkoušejte, jak funguje absorpce  $\alpha$ -záření v různých materiálech.

## 2. Postup měření

### 2.1. Měření absorpce

Než začneme měřit hodnoty pro jednotlivé druhy ionizujícího záření, změříme radioaktivní pozadí, tedy necháme G-M počítač čítat „naprázdno“, bez zdroje záření.

Pro měření záření  $\beta$  a  $\gamma$  nejprve umístíme zdroj příslušného záření do k tomu připravenému úchytu tak, abychom později nemuseli měnit jeho polohu. Poté postupně vkládáme mezi zdroj záření a detekční trubici G-M počítače jednotlivé měřené vzorky. U každého záření měříme dva materiály a to tak, že nejprve změříme počet impulsů bez překážky a poté vložíme překážku z daného materiálu, kterou postupně zesilujeme. Jako interval pro načítání impulsů pro jednotlivé tloušťky jsme zvolili čas jedné minuty.

## 3. Použité přístroje

- Geigerův – Müllerův počítač
- Měřicí přípravek (stojan pro detekční trubici, měřený vzorek a zdroj záření)
- Zdroje záření  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{241}\text{Am}$

## 4. Naměřené hodnoty

### 4.1. Měření radioaktivního pozadí

Změřená hodnota radioaktivního pozadí je 24 impulsů za minutu, tj. **0,4 Bq**.

### 4.2. Měření absorpce $\beta$ -záření

Tloušťka *	Počet impulsů pro pertinax za minutu (před korekcí / po korekci **)	Počet impulsů pro hliník za minutu (před korekcí / po korekci **)
0	9561 / 9537	9561 / 9537
1	5655 / 5631	5804 / 5780
2	3047 / 3023	3120 / 3096
3	1276 / 1252	1407 / 1383
4	446 / 422	617 / 593
5	138 / 114	222 / 198

\* x 1mm pro pertinax a x 0,5mm pro hliník

\*\* korekce o radioaktivní pozadí

### 4.3. Měření absorpce $\gamma$ -záření

Tloušťka *	Počet impulsů pro železo za minutu (před korekcí / po korekci **)	Počet impulsů pro olovo za minutu (před korekcí / po korekci **)
0	432 / 408	432 / 408
1	396 / 372	332 / 308
2	328 / 304	302 / 278
3	297 / 273	223 / 199
4	255 / 231	179 / 155
5	232 / 208	147 / 123

\* x 0,5 cm pro železo i olovo

\*\* korekce o radioaktivní pozadí

## 5. Výpočty

V následujících výpočtech jsou veškeré hodnoty načtených impulsů na intervalu 1 minuta. Níže jsou uvedeny použité hodnoty hustot absorpčních materiálů:

pertinax	hliník	železo	olovo
1390 kg . m <sup>-3</sup>	2690 kg . m <sup>-3</sup>	7860 kg . m <sup>-3</sup>	11340 kg . m <sup>-3</sup>

### 5.1. Odhad směrodatné odchylky načtené hodnoty

Počet načítaných impulsů se řídí Poissonovým rozdělením, proto platí

$$\sigma_i = \sqrt{N_i} \doteq 97,65 \quad (\text{příklad výpočtu pro pertinax při nulové tloušťce absorpční vrstvy}).$$

### 5.2. Výpočet lineárního absorpčního koeficientu

Naměřené hodnoty korigované o radioaktivní pozadí proložíme exponenciálou ve tvaru

$$N = A \cdot e^{kx}, \text{ kde } -k \text{ je hledaný koeficient } \mu, \text{ tedy například pro } \beta\text{-záření a pertinax:}$$

$$N_{\text{per}} \doteq 10227 \cdot e^{-0.69x}, \text{ tudíž } \mu_p = 0,69 \text{ mm}^{-1}.$$

(exponenciála je získaná metodou nejmenších čtverců)

### 5.3. Výpočet hmotnostního absorpčního koeficientu

Z lineárního absorpčního koeficientu snadno vypočteme hmotnostní absorpční koeficient

pomocí vztahu  $\mu_m = \frac{\mu}{\rho}$ , kde  $\rho$  je hustota daného materiálu. Tedy pro pertinax

$$\mu_{\text{mper}} = \frac{\mu_{\text{per}}}{\rho_{\text{per}}} = 0,49 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}.$$

### 5.4. Výpočet polotloušťky materiálu pro záření $\gamma$

Polotloušťku pro daný materiál vypočteme ze vztahu  $d = \frac{\ln 2}{\mu}$ , tedy například pro železo

$$d_{\text{Fe}} = \frac{\ln 2}{\mu_{\text{Fe}}} = 2,47 \text{ cm}.$$

## 5.5. Výpočet chyb

Vycházíme z následujícího vztahu  $\sigma_k^2 = \frac{N\sigma^2}{N\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \doteq 42 \cdot 10^{-6}$  (pertinax),

z toho  $\mu_{\text{per}} = (0,69 \pm 0,0064) \text{ mm}^{-1}$  a z toho

$\mu_{\text{mper}} = (0,49 \pm 0,0046) \mu\text{m}^{-1}$  (získáno prostým vydělením hodnotou hustoty, kterou považujeme za přesnou). Dále podobným způsobem dostaneme  $\mu$  pro záření  $\gamma$  a vypočteme chybu polotloušťky, například pro železo je pak výsledná hodnota  $d_{\text{Fe}} = (2,47 \pm 0,24) \text{ cm}$ .

## 6. Získané hodnoty

Následující tabulka uvádí výpočty získané hodnoty pro všechna 4 měření:

druh záření	$\beta$ -záření		$\gamma$ -záření	
materiál	pertinax	hliník	železo	olovo
$\mu$	$0,69 \pm 0,0064 \text{ mm}^{-1}$	$1,32 \pm 0,011 \text{ mm}^{-1}$	$0,28 \pm 0,027 \text{ cm}^{-1}$	$0,47 \pm 0,031 \text{ cm}^{-1}$
$\mu_{\text{m}}$	$0,49 \pm 0,0046 \mu\text{m}^{-1} \text{ kg}^{-1}$	$0,48 \pm 0,0046 \mu\text{m}^{-1} \text{ kg}^{-1}$	$0,35 \pm 0,034 \mu\text{m}^{-1} \text{ kg}^{-1}$	$0,41 \pm 0,027 \mu\text{m}^{-1} \text{ kg}^{-1}$
d	-	-	$2,47 \pm 0,24 \text{ cm}$	$1,47 \pm 0,26 \text{ cm}$

## 7. Závěr

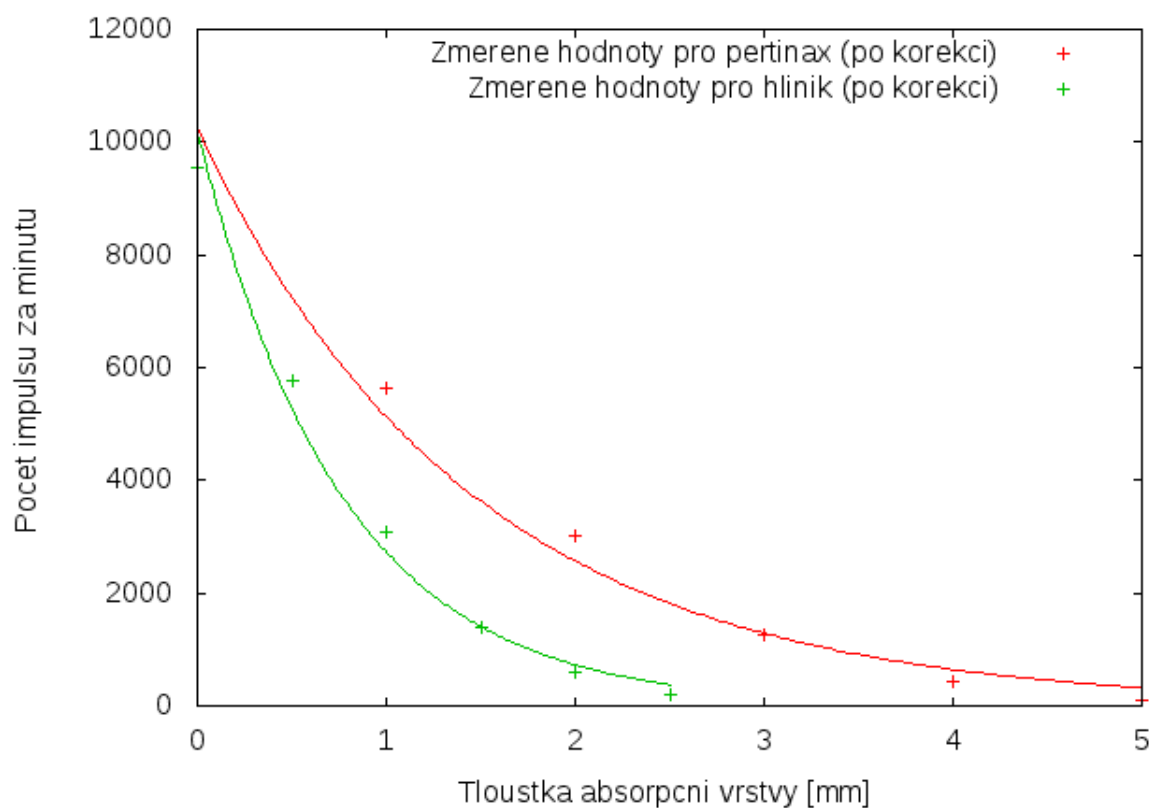
Hodnoty pro měření s beta zářením vyšly poněkud jinak, než jsem očekával. Měl by vyjít řádově desetinásobek této hodnoty. Pravděpodobně došlo k chybě někde při měření, kterou se mi ale nepodařilo odhalit. Pro námi naměřený počet impulsů ale vycházejí tyto hodnoty. Mohlo by to být způsobeno větší vzdáleností zdroje od detekční trubice, než jaká byla optimální. Někteří kolegové, kteří tuto úlohu měřili, při tomto měření změřili bez absorpční vrstvy někdy až dvojnásobný počet impulsů oproti mému měření. Z toho by se dalo usuzovat, že změna vzdálenosti mezi detektorem a zdrojem nezkresluje charakteristiky lineárně, což mohlo způsobit takto chybný výsledek.

Výsledky pro gama záření jsou již řádově v pořádku, tuto část měření proto považuji za úspěšnou, což o předchozí říci nemohu.

Při měření jsme si dle zadání vyzkoušeli absorpci záření alfa. Toto záření lze opravdu zastínit prakticky čímkoli, včetně listu papíru, což dokazuje, že částice alfa je značně odlišná od zbylých dvou, pro které list papíru nepředstavuje neproniknutelnou překážku. Také dosah záření byl ve srovnání se zářením beta a gama značně omezen.

## 8. Grafy

Zmerene hodnoty pro zarení beta proložene exponencialou



Zmerene hodnoty pro zarení gama proložene exponencialou

