

Oddělení fyzikálních praktik při Kabinetu výuky obecné fyziky MFF UK

## PRAKTIKUM IV

Úloha č.: 2

Název: Studium ionizačních komor

Vypracoval: Vít MAREK

stud. sk. F/3

dne 26.11.2001

Odevzdal dne: ..... vráceno: .....

Odevzdal dne: ..... vráceno: .....

Odevzdal dne: .....

Posuzoval: .....dne ..... výsledek klasifikace .....

Připomínky:

### Pracovní úkol:

1. Provedte graduaci stupnice elektrometru ve voltech a stanovte jeho citlivost.
2. Změřte charakteristiku komory pro záření alfa.
3. Stanovte relativní aktivity dvou zářičů alfa.
4. Změřte ionizační proud komory pro záření alfa v závislosti na vzdálenosti elektrod kondenzátoru. Vysvětlete naměřenou závislost.
5. Stanovte relativní aktivity dvou zářičů beta.

### Teorie:

Pro srovnání radioaktivních zářičů lze užít ionizační komory. Je to kondenzátor, u kterého je prostor mezi deskami s přiloženým napětím vyplněn plynem. Záření pak při průchodu plynem tento plyn ionizuje a plyn se stává vodivým. Vznikající ionizační proud je pak závislý na intenzitě ionizujícího záření, jeho energii a napětím mezi deskami. Ionizační proud určíme ze vztahu

$$I = \left[ \left( \frac{\Delta Q}{\Delta t} \right) - \left( \frac{\Delta Q}{\Delta t} \right)_s \right] = Ck \left[ \left( \frac{\Delta d}{\Delta t} \right) - \left( \frac{\Delta d}{\Delta t} \right)_s \right] \quad (1)$$

kde  $\Delta Q = C\Delta U = Ck\Delta d$  je pokles náboje na kondenzátoru za dobu  $\Delta t$ ,  $C$  je kapacita kondenzátoru,  $\Delta U$  a  $\Delta d$  pokles napětí a pokles dílků za dobu  $\Delta t$ . Dolní index  $s$  označuje veličiny týkající se svodového proudu.

Pro aktivitu neznámého zářiče pak platí

$$\frac{AT_0}{I} = \frac{A^0 T_0^0}{I_0} = const., \quad \frac{A}{A^0} = \frac{I}{I^0} \frac{T_0^0}{T_0} \quad (2)$$

kde  $A$  je aktivita zářiče,  $T_0$  kinetická energie vyletujících  $\alpha$ -částic. Indexované veličiny pak označují referenční zářič. Pro srovnání aktivit dvou  $\beta$ -zářičů platí vztah

$$\frac{B\langle T \rangle}{I} = \frac{B^0 \langle T^0 \rangle}{I^0} = const., \quad \frac{A}{A^0} = \frac{I}{I^0} \frac{T_{Max}^0}{T_{Max}} \frac{1 - e^{-\mu^0 t^0}}{1 - e^{-\mu t}} \quad (3)$$

pro dva různé vzorky stejného izotopu se poměr redukuje na poměr příslušných ionizačních proudů.

### Výsledky měření:

**1,** Nejdříve jsem provedl graduaci elektrometru. Zjišťoval jsem závislost přiloženého napětí na výchylce elektrometru. Naměřené hodnoty jsou zapsány v protokolu z měření. Chybu  $d$  jsem odhadl na 0,5 dílku, třída přesnosti voltmetru byla 2,5. Závislost napětí na výchylce elektrometru je zakreslena v *grafu 1*. Z lineární regrese jsem určil rovnici fitující přímky:

$$U = k \cdot d \quad \text{kde } k = (1,07 \pm 0,03) \text{ V, } d \text{ počet dílků na stupnici elektrometru}$$

Citlivost elektrometru je po dosažení odhadnuté chyby 0,5 dílku do získané rovnice 0,5 V.

**2,** K určení charakteristiky komory pro  $\alpha$ -záření  $^{239}\text{Pu}$  jsem proměřil závislost ionizačního napětí na napětí na elektrodách v komoře. Naměřené hodnoty napětí a časů jsou zaznamenány v protokolu z měření. Pro každé napětí jsem udělal několik měření, abych mohl určit chybu doby měření. Výsledky jsou zaznamenány v *tabulce 1*. Dosazením do *vztahu (1)* jsem určil příslušný ionizační proud. Svodový proud jsem určil z přiložených hodnot (4 dílky za 34 minut). Závislost ionizačního proudu na přiloženém napětí je zakreslena v *grafu 2*.

**3,** Stejným způsobem jsem pro slabší  $\alpha$ -zářič jsem proměřil 2 hodnoty napětí. Odpovídající ionizační proud viz. *tabulka 2*. Dosazením do *vztahu (2)* jsem určil poměr aktivit slabšího a silnějšího  $\alpha$ -zářiče.

$$A/A_0 = (0,12 \pm 0,01)$$

**4,** Stejným způsobem jsem proměřil závislost ionizačního proudu na vzdálenosti obou elektrod v ionizační komoře. Protože se však mění se vzdáleností elektrod jejich kapacita, proměřil jsem také závislost napětí mezi elektrodami při konstantním náboji. Dosazením do *vztahu (1)* jsem pak určil závislost ionizačního proudu na vzdálenosti elektrod. Závislost je zakreslena v *grafu 3*.

Tabulka 1 – Charakteristika komory pro  $\alpha$ -záření

Měření	d	$\Delta d$	U [V]	er U [V]	t [s]	er t [s]	I/C [Vs <sup>-1</sup> ]	er I/C [Vs <sup>-1</sup> ]
1	92,5	5	99	3	15,0	0,2	0,36	0,02
2	82,5	5	88	3	15,8	0,2	0,34	0,02
3	72,5	5	78	2	16,9	0,2	0,32	0,02
4	62,5	5	67	2	18,2	0,2	0,29	0,01
5	52,5	5	56	2	19,5	0,2	0,27	0,01
6	42,5	5	45	1	20,7	0,3	0,26	0,01
7	32,5	5	35	1	22,5	0,4	0,24	0,01
8	22,5	5	24,1	0,9	26,6	0,5	0,20	0,01
9	12,5	5	13,4	0,7	43	4	0,12	0,01

kde d počet dílků na stupnici elektrometru,  $\Delta d$  posun na stupnici, U napětí, er U jeho chyba, t čas, er t jeho chyba, I ionizační proud, er I jeho chyba, C kapacita

Tabulka 3 – Poměr aktivit dvou  $\alpha$ -zářičů

Měření	d	$I_0/C$ [Vs <sup>-1</sup> ]	er $I_0/C$ [Vs <sup>-1</sup> ]	I/C [Vs <sup>-1</sup> ]	er I/C [Vs <sup>-1</sup> ]	A/A <sub>0</sub>	er A/A <sub>0</sub>
1	92,5	0,36	0,02	0,045	0,003	0,13	0,01
2	72,5	0,32	0,02	0,037	0,002	0,12	0,01
Ø						0,12	0,01

5, Nakonec jsem určil poměr aktivit dvou  $^{90}\text{Sr}$ -zářičů. Výsledky měření jsou zaznamenány v protokolu z měření. Svodový proud jsem určil ze známých hodnot  $\Delta d_S = 3$ ,  $\Delta t_S = 29$  min. Po dosažení do *vztahu* (3) jsem určil poměr aktivit obou zářičů:

$$A/A_0 = (0,77 \pm 0,08)$$

### Diskuse:

Chybu určení  $d$  jsem původně odhadl na 0,5 dílku. Pro dobu, za kterou poklesne napětí na elektrodách o 5 dílků jsem však chybu odhadl menší. Chyba 0,5 dílku by totiž znamenala konečnou chybu 20%, což je ovšem mnohonásobně více, než je chyba času. V závislosti na chybě času jsem tak nakonec odhadl chybu určení  $\Delta d$  na 0,2 dílku.

Naměřená charakteristika závislosti ionizačního proudu na vzdálenosti elektrod je zakreslena v *grafu* 3. Pro malé vzdálenosti roste proud v závislosti na vzdálenosti elektrod. To odpovídá tomu, že roste počet  $\alpha$ -částic, které ionizovaly molekuly vzduchu, a tak se podíleli na vybíjení elektrod. Pro určitou vzdálenost dochází k nasycení proudu. To odpovídá stavu, kdy dolet  $\alpha$ -částic je menší než vzdálenost elektrod.

### Závěr:

- 1, Graduace elektrometru viz. *graf* 1.
- 2, Charakteristika komory pro  $\alpha$ -záření je zakreslena v *grafu* 2.
- 3, Relativní aktivita dvou  $\alpha$ -zářičů je  $A/A_0 = (0,12 \pm 0,01)$ .
- 4, Závislost ionizačního proudu protékajícího komorou na vzdálenosti elektrod je zakreslena v *grafu* 3.
- 5, Relativní aktivita dvou  $\beta$ -zářičů je  $A/A_0 = (0,77 \pm 0,08)$ .

### Použitá literatura:

- [1] Studijní text k úloze 2, Praktikum IV, [www.mff.cuni.cz/iso/study/xbk/zfp/402.htm](http://www.mff.cuni.cz/iso/study/xbk/zfp/402.htm)

