

Laboratorní měření

**2. Studium Geigerova-Müllerova**

**počítače pro záření gama**

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Vypracoval:** | Michal Procházka |
| **Osobní číslo:** | *A11B0466P* |
| **Datum měření:** | *16.10.2012* |

# Měřící potřeby a přístroje:

# Obecná část:

 Nejjednodušším zařízením pro detekci radioaktivního záření je Geigerův-Müllerův počítač. G-M počítač je tvořen dvěma elektrodami, na něž je přivedeno přes anodový odpor vysoké napětí 100 až 1000V. Vnější elektroda, katoda (-) je tvořená válcem z kovu, nebo pokoveného skla. Jeho středem prochází tenké kovové vlákno tvořící anodu (+). Celý systém je plněn většinou argonem o tlaku 13 – 17 kPa. Vysoké napětí na elektrodách vytvoří v plynovém objemu elektrické pole. Proletí-li plynem nabitá částice, ionizuje svými nárazy plyn, vytvoří se tedy kladné ionty a elektrony. Kladné ionty jsou přitahovány ke katodě, elektrony k anodě. Je-li mezi anodou a katodou velký spád napětí, pak jsou elektrony urychlovány a mohou nabýt i takové rychlosti, že může dojít k sekundární ionizaci.

 Množství iontů, které vytvoří prvotní nabitá částice je charakterizováno tzv. plynovým zesílením. Plynové zesílení závisí na velikosti napětí, na poloměru anody a katody, na tlaku plynu uvnitř trubice. V tomto provedení by však náboj trval věčně. Proto je nutné výboj v počítači přerušit. Zhašení výboje se nejčastěji realizuje tak, že se k náplni počítače (argon) přidají páry etylalkoholu. Ionizovaný argon se pak sráží s molekulami etylalkoholu, které odeberou ionty argonu při srážce elektron molekulám etylalkoholu a neutralizují se. Pak pouze alkoholové ionty dojdou ke katodě a disociují se, při čemž se spotřebuje všechna exitační energie a nedojde k vysílání gama záření.

#  Abychom mohli s daným G-M počítačem měřit, musíme znát jeho základní parametry, které jsou: charakteristika, rozlišovací doba a účinnost.

**Charakteristika:**

 Je závislost četnosti naměřených impulsů na napětí vloženém na počítač. Jestliže G-M počítač umístíme do blízkosti zdroje záření, potom četnost impulsů je závislá na velikosti napětí, vloženého na počítač. Každý G-M počítač má trochu jiný tvar charakteristiky, který se mění také jeho stářím. Před měřením je proto vždy nutné charakteristiku zjistit.

**Rozlišovací doba:**

#  Určuje, jak velké aktivity lze s daným počítačem měřit. Dojde-li v počítači po dopadu částice k výboji, trvá tento výboj po jistou dobu. Dopadnou-li během této doby další částice, nejsou zaregistrovány. V důsledku tohoto jevu dochází ke ztrátám, které bychom jinak zaregistrovali, kdyby počítač tuto dobu necitlivosti neměl.

**Účinnost**

#  Počítače je dána poměrem počtu částic, který počítač zaregistroval (R) k celkovému počtu částic, které na počítač dopadly (N). Počet dopadlých částic lze stanovit z aktivity zářiče pomocí zákona radioaktivní přeměny:. Celkový počet kvant gama všech energií, které zářič emituje za jednotku času, se vypočte jako . Zářič emituje kvanta gama do celého prostoru. Na počítač však dopadne pouze část letící do prostorového úhlu, jenž je vymezen plochou počítače. Zavádí se proto geometrický faktor g, jako poměr prostorového úhlu vymezeného plochou detektoru k celému prostorovému úhlu . Výsledný vztah pro účinnost počítače je

# Pracovní úkol:

1. Měření provádějte podle pokynů přiložených u úlohy. Napětí, kdy počítač začne registrovat první impulzy (bod P) najděte přesně. Množství napočítaných impulzů (a tedy dobu měření) volte tak, aby byla relativní směrodatná chyba měření nejvýše 0,05 . Neměřte ale déle než 100 s. Do grafu vyznačte pomocí úseček směrodatné chyby naměřených četností a významné body charakteristiky. Stanovte sklon plata charakteristiky a zhodnoťte kvalitu počítače.
2. Pro vhodně zvolené pracovní napětí určete rozlišovací dobu G-M počítače metodou dvou zářičů. Jednotlivá měření provádějte po dobu 200 s. Určete na základě vztahu impulsů, která nastala při měření obou zářičů dohromady a posuďte, zda použití této metody je v tomto případě korektní.
3. Vypočítejte účinnost G-M počítače pro záření gama. K výpočtu použijte četnosti impulsů pro jeden zářič z předcházejícího měření. Aktivity zářičů a geometrický faktor jsou uvedeny na tabuli u úlohy.

# Postup měření:

#  Zkontrolovat, zda jsou správně nastaveny hodnoty tzv. pracovního režimu podle údajů, které jsou přiloženy k soupravě na měřicím stole.

1. **Měření charakteristiky**

#  Před zapnutím vysokého napětí nejprve nastavíme jeho regulační potenciometr na nulu. Do misky u G-M trubice vložíme slabý zářič, spustíme čítač impulsů, zapojíme vysoké napětí. Všímáme si, kdy začne čítač registrovat pulsy. Hledáme takové napětí v oblasti pod Geigerovým pruhem v části křivky P – Gp, při kterém počítač začne registrovat pulsy.

#  Jakmile toto napětí najdeme, vypneme čítač, vynulujeme a potom při nastaveném napětí měříme počet pulsů po dobu asi 100 s. Několik prvních měření jsme provedli s krokem 4V a dále pak po 20V a naměřené hodnoty ihned převádíme na čestnosti (počty za jednotku času a vynášíme v závislosti na napětí do grafu. Jakmile zjistíme, že měřená četnost začíná prudce růst (tj. pohybujeme se v oblasti za bodem S charakteristiky) ukončíme měření. Při dalším zvyšování napětí hrozí zničení počítače!

**B. Rozlišovací doba**

#  Pro měření použijeme dvou o přibližně stejné aktivitě. Jsou označeny čísly. Momentálně nepoužívané zářiče je třeba ponechat v olovněném kontejneru (na zemi!) ve vzdálenosti minimálně dva metry od trubice. Pracovní napětí G-M počítače se volí v ½ plata charakteristiky. Do jedné z mističek, umístěných na stojanu s posuvnou G-M trubicí jeden ze dvojice zářičů, kde provedeme měření po dobu 200s. Nejdříve měříme 1. vzorek, pak k  němu do druhé mističky vložíme 2. vzorek a opět měříme po dobu 200s. Poté odejmeme 1. vzorek a měříme jen 2. vzorek, konec odejmeme oba dva vzorky a změříme pozadí P. Naměřené hodnoty zapisujeme do tabulky.

#  Zjištěné hodnoty Va, Vb, Vab a P dosadíme do vzorců a vypočteme t1 i tR.

**Naměřené hodnoty A.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| U | t | Počet impulzů |  |  |
| [V] | [s] | nc (imp) | (imp/min) | odchylka |
| 460 | 100 s | 0 | 0 | 0 |
| 464 | 100 s | 166 | 99,6 | 9,98 |
| 468 | 100 s | 329 | 197,4 | 14,05 |
| 472 | 100 s | 299 | 179,4 | 13,39 |
| 476 | 100 s | 301 | 180,6 | 13,44 |
| 480 | 100 s | 296 | 177,6 | 13,33 |
| 484 | 100 s | 331 | 198,6 | 14,09 |
| 488 | 100 s | 313 | 187,8 | 13,70 |
| 492 | 100 s | 340 | 204 | 14,28 |
| 496 | 100 s | 349 | 209,4 | 14,47 |
| 500 | 100 s | 344 | 206,4 | 14,37 |
| 520 | 100 s | 363 | 217,8 | 14,76 |
| 540 | 100 s | 363 | 217,8 | 14,76 |
| 560 | 100 s | 339 | 203,4 | 14,26 |
| 580 | 100 s | 380 | 228 | 15,10 |
| 600 | 100 s | 355 | 213 | 14,59 |
| 620 | 100 s | 336 | 201,6 | 14,20 |
| 640 | 100 s | 367 | 220,2 | 14,84 |
| 660 | 100 s | 383 | 229,8 | 15,16 |
| 680 | 100 s | 345 | 207 | 14,39 |
| 700 | 100 s | 389 | 233,4 | 15,28 |
| 720 | 100 s | 399 | 239,4 | 15,47 |

#### Sklon plata

**Naměřené hodnoty B.**

#  Up = 600V

#  d = 60mm

 Geometrický faktor: g = 6.2664E -02

# Vzorek A = [kBq] 41.490

 Rozpad 2489374.1

# Vzorek B = [kBq] 41.311

 Rozpad 2478669.3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Vzorek | t | Počet impulzů |  |
|  | [s] | nc (imp) | (imp/min) |
| A | 200 s | 5591 | 1677,3 |
| B | 200 s | 5801 | 1740,3 |
| A+B | 200 s | 11000 | 3300 |
| pozadí | 200 s | 385 | 115,5 |

**Účinnost G-M počítače pro záření gama**

**: Vzorek A**

#

#

#

**Závěr:**

 *Prvním úkolem bylo naměřit charakteristiku Geiger-Mullerova počítače. Z naměřených hodnot jsme vypracovali grafickou závislost. Charakteristika použité GM trubice neodpovídá ideální charakteristice. Tato odchylka bude nejspíš způsobena odlišnými podmínkami při měření. Rozlišovací doba vyšla 24,85μs. Účinnost G-M počítače pro záření gama je f = 1,08%, což zhruba odpovídá předpokladům.*