

Oddělení fyzikálních praktik při Kabinetu výuky obecné fyziky MFF UK

PRAKTIKUM IV

Úloha č.:A14.....

Název: Studium statistických jevů při jaderném rozpadu Geigerovým Müllerovým detektorem

Vypracoval: Michal Švanda..... stud.sk. F/3-AA. dne ...23.10.2001.....

Odevzdal dne: vráceno:

Odevzdal dne: vráceno:

Odevzdal dne:

Posuzoval: dne výsledek klasifikace

Připomínky:

Pracovní úkol

1. Změřte charakteristiku Geigerova-Müllerova detektoru pro záření gamma a u jednotlivých měření stanovte chybu a vyznačte ji do grafu. Určete délku a sklon plata v charakteristice detektoru a diskutujte přesnosti v určení těchto veličin.
2. Změřte mrtvou dobu detektoru metodou dvou zářičů a stanovte chybu měření.
3. Studujte počty naměřených impulsů v různých časových intervalech srovnajte jejich rozdělení s Poissonovým, respektive Gaussovým rozdělením.
4. Změřte intenzitu záření pro dvě různé vzdálenosti zářiče od detektoru a určete v obou případech dobu, po kterou je nutno měřit (intenzitu i pozadí), aby byla dosažena statistická přesnost 1 %.

Teoretický úvod

Viz studijní text

Výsledky měření

Provedl jsem měření Geiger-Müllerovým počítačem podle pracovních úkolů.

- 1) Proměřil jsem charakteristiku Geigerova-Müllerova detektoru pro záření gamma. Podle návodu ve studijním textu jsem stanovoval chyby jednotlivých měření. Výsledky jsou zapsány v tabulce [T1] a vyneseny do grafu [G1]. Pro každé napětí jsem prováděl měření načítáním částic po dobu 100 s, čímž jsem snížil relativní chybu spočtených částic pod 1%. Na základě naměřené (ale ještě nezpracované a neproložené) charakteristiky jsem stanovil pracovní bod pro další úkoly na hodnotě $U=240$ V. Při zpracování měření jsem daty proložil pomocí křivítka dvě možné charakteristiky, které mohu považovat za hraniční v rámci chyb.

Pro obě proložené charakteristiky (označené (1) a (2) – viz [G1] – jsem zjistil následující hodnoty:

$$(1) - \text{délka plata } U_{\max}-U_{\min}=(122\pm 1) \text{ V}$$

$$(1) - \text{sklon plata } s=6 \text{ částic}/100\text{V}=3,8\%$$

$$(2) - \text{délka plata } U_{\max}-U_{\min}=(118\pm 1) \text{ V}$$

$$(2) - \text{sklon plata } s=1,5 \text{ částic}/100\text{V}=1\%$$

Celkově tedy lze popsat detektor parametry:

$$\text{délka plata } U_{\max}-U_{\min}=(120\pm 3) \text{ V}$$

$$\text{sklon plata } s=(2,4\pm 1,4) \%$$

- 2) Změřil jsem podle návodu ve studijním textu mrtvou dobu detektoru metodou dvou zářičů. Pro měření jsem používal dva zářiče ^{137}Cs , které jsem střídavě přikládal k detekční trubici a po dobu 100 sekund sčítal vylétající gamma částice. Měření je popsáno v tabulce [T2]. Experiment jsem prováděl dvakrát opakovaně, abych se přesvědčil o jeho smyslu. Vypočtené chyby je třeba brát jako chyby maximální a stanovoval jsem je podle následujících pravidel: a) absolutní chyba součtu nebo rozdílu měřených veličin je rovna součtu absolutních chyb a b) relativní chyba součinu nebo podílu je rovna součtu relativních chyb jednotlivých členů. Pro opakovaná měření jsem získal následující hodnoty:

$$\tau_{\text{poprvé}}=(6,3\pm 1,2)\times 10^{-6} \text{ s}$$

$$\tau_{\text{podruhé}}=(4,90\pm 1,1)\times 10^{-6} \text{ s}$$

- 3) Pomocí počítačového programu, který je v praxi k dispozici, jsem studoval rozdělení počtů naměřených částic v různě dlouhých časových intervalech. Rozdělení

jsou vynesena v tabulkách [T3] až [T6] a grafech [G2] až [G5]. Porovnal jsem tato naměřená rozdělení s teoretickým rozdělením Poissonovým a Gaussovým (viz grafy [G2] až [G5]).

- 4) Změřil jsem intenzitu záření pro dvě různé vzdálenosti zářiče a stanovil potřebnou dobu měření, aby chyba stanovení počtu částic byla pod 1%. Měření shrnuje tabulka [T7]. Z tabulky je patrné, že k zvýšení přesnosti (čili zvýšení počtu detekovaných částic) je potřeba buď prodloužit expoziční dobu, nebo umístit zářič do co nejbližší vzdálenosti od detektoru.

Ze své vlastní zvědavosti jsem měřil intervalem 100 s počet gamma částic, vyletujících z mobilního telefonu Ericsson T10s a 14" monitoru. Zjistil jsem, že co se týče gamma částic, jsou oba přístroje svým vyzařováním na úrovni pozadí.

Diskuse

Veškeré chyby jsou stanovovány statisticky, tedy absolutní chyby jsou rovny odmocnině z počtu částic, relativní pak $1/(\text{odmocnina z počtu částic})$. Ve vztazích jsem postupoval podle myšlenek, popsaných při zpracování úkolu č. 2. Všechny chyby nepřímo měřených veličin je třeba brát jako horní odhady.

V rámci chyb se naměřená rozdělení počtů částic shodují s rozdělením vypočítaným, vždy se shoduje s rozdělením Poissonovým, pro delší intervaly (velké počty částic) již s dostatečnou přesností platí i rozdělení Gaussovo.

Závěr

Studoval jsem při měření chování Geiger-Müllerova počítače a jeho využití při studiu statistických jevů při vyzařování částic zářičem. Zjistil jsem, že pro delší načítací intervaly se počet rozdělení počtů částic v jednotlivých intervalech blíží Gaussovu normálnímu rozdělení, zatímco při kratších intervalech nesymetrickému rozdělení Poissonovu. Dále jsem zjistil, že pro množství exponovaných částic jsou důležité především dva parametry: délka expozice a vzdálenost zářiče od detektoru.

Literatura

Studijní text