

VILNIAUS UNIVERSITETAS

Fizikos fakultetas

Mokomoji atomo ir branduolio fizikos laboratorija

Laboratorinis darbas Nr. 6

GEIGERIO IR MIULERIO SKAITIKLIO TYRIMAS

Eksperimentinė dalis

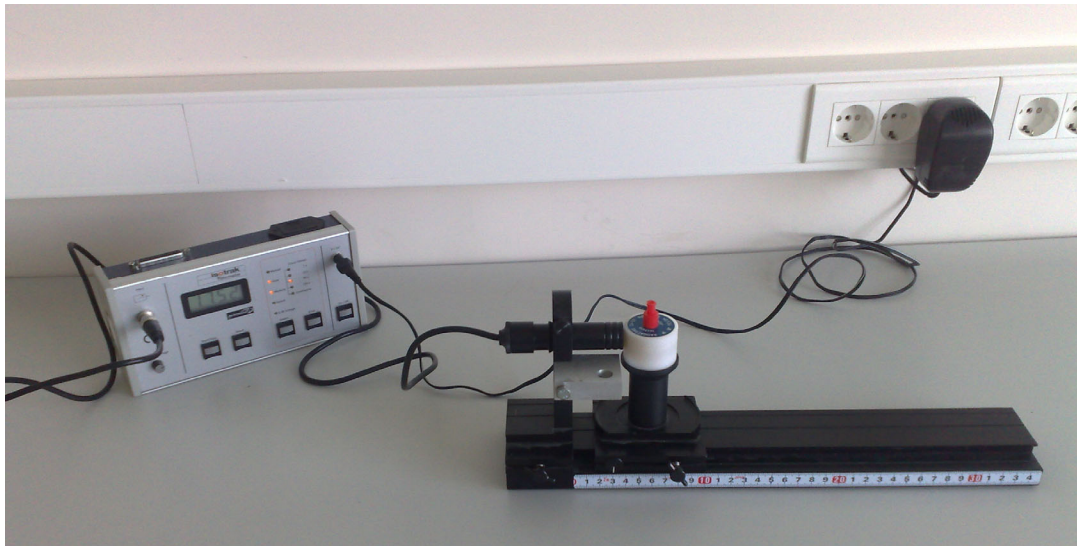
Parengė A. Poškus

2020-02-10

Čia yra tik smulkus matavimo tvarkos aprašas. Ruošiantis darbui, reikia naudoti kitą aprašą, kuriame išdėstyta ne tik darbo metodika, bet ir teorija. Eksperimentinės dalies aprašas visą laiką turi būti prie matavimo įrangos; jo negalima išsinešti iš laboratorijos.

1. Darbo priemonės

Šiame darbe naudojamas **Isotrak** impulsų skaičiavimo įrenginys, prie kurio prijungtas Geigerio ir Miulerio detektorius (skaitiklis). Darbo įrangos bendras vaizdas parodytas 1 pav.



1 pav. Darbo įrangos bendras vaizdas. Kairėje matomas **Isotrak** impulsų skaičiavimo įrenginys, centre yra detektorius (Geigerio ir Miulerio skaitiklis), o prieš detektorių ant pakylės padėtas radioaktyvusis bandinys. Šią pakylą galima slankioti išilgai optinio stendo ir taip keisti atstumą tarp bandinio ir detektoriaus

Geigerio ir Miulerio skaitiklio techniniai duomenys

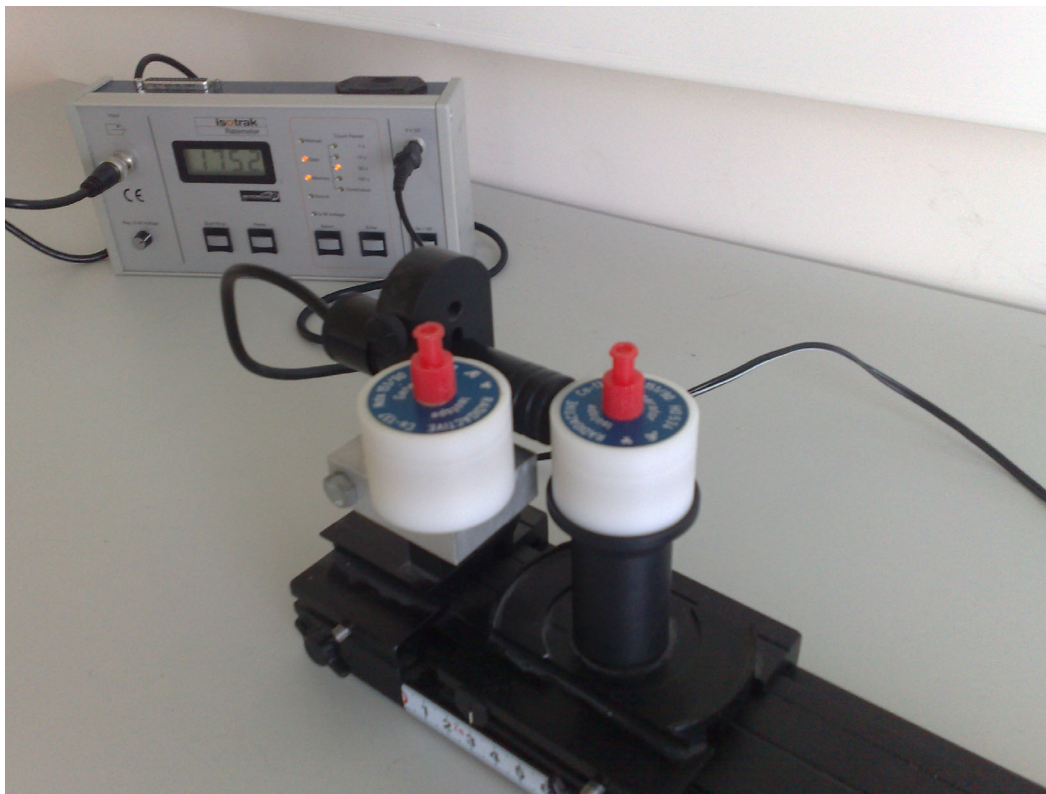
Lango masinis storis	1,5 – 2,0 mg/cm ²
Lango medžiaga	Žėrutis
Efektinis lango skersmuo	d = 9 mm
Dujos	neonas / argonas, su halogeniniu slopinimu

Šiame darbe naudojami du vienodi ¹³⁷Cs γ radioaktyvieji šaltiniai (¹³⁷Cs/¹³⁷Ba generatoriai). **Radioaktyviųjų šaltinių aktyvumas 2001 m. buvo 370 kBq = 3,7·10⁵ skil./s; ¹³⁷Cs skilimo pusamžis lygus 30,04 m.**

Beta (β) spinduliuotė, kuri atsiranda skylant ¹³⁷Cs branduoliams, pilnai sugerama radioaktyviojo šaltinio apvaskale. Radioaktyviojo šaltinio apvaskalas beveik nesugeria gama (γ) spinduliuotės, kurią skleidžia sužadintieji ¹³⁷Ba branduoliai.

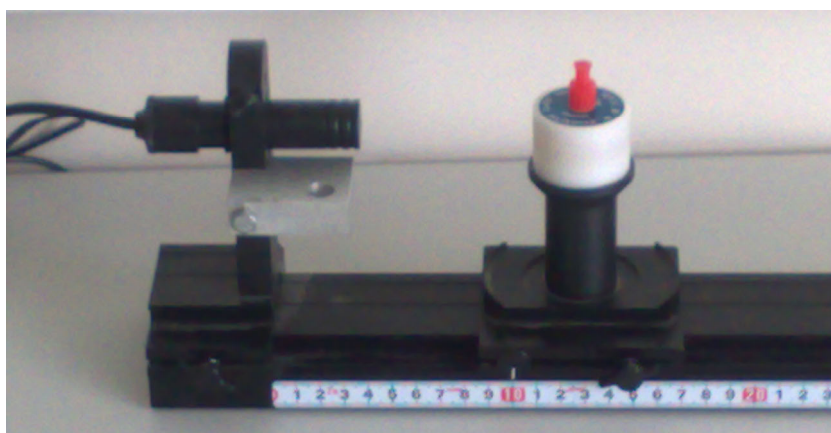
2. Matavimo tvarka

1. Įjungiamas **Isotrak** impulsų skaičiavimo įrenginys. Skaitiklio įtampa sumažinama iki mažiausios vertės, kurią galima pasiekti sukant įtampos reguliavimo rankenėlę, t. y. ta rankenėlė pasukama į kairiąją kraštinę padėtį (t. p. žr. **Isotrak** įrenginio naudojimo instrukciją, kuri yra 3 skyriuje).
2. Vienas ¹³⁷Cs γ šaltinis padedamas prieš Geigerio ir Miulerio skaitiklį, kaip parodyta 1 pav. Skaitiklio įtampa didinama, kol skaitiklis pradeda skaičiuoti (ši įtampa turėtų būti tarp 300 V ir 400 V). Paprasčiausias būdas nustatyti skaičiavimo pradžios įtampą yra toks: reikia įjungti impulsų garsinę indikaciją ir pereiti į skaitiklio įtampos atvaizdavimo veiką („G-M Voltage“). Skaičiavimo pradžios įtampa – tai įtampa, kurią pasiekus, pasigirsta garsas. Skaitiklio įtampa nėra stabili (galimi kelių voltų dydžio svyravimai). Todėl, kai skaitiklis pradeda skaičiuoti, patartina įtampą padidinti dar 10 – 20 V, kad skaičiavimas vyktų stabiliai (tada garsą galima išjungti). Pradedant nuo šios įtampos, įtampa didinama maždaug iki 600 V kas 20 V; esant kiekvienai įtampai, atliekamas vienas 1 min trukmės matavimas. Matavimų duomenys fiksuojami lentelės pavidalu: pirmajame stulpelyje užrašoma įtampa, o antrajame – detektuotų γ kvantų skaičius.



2 pav. Radioaktyviųjų šaltinių padėtis matuojant neveikos trukmę dviejų šaltinių metodu

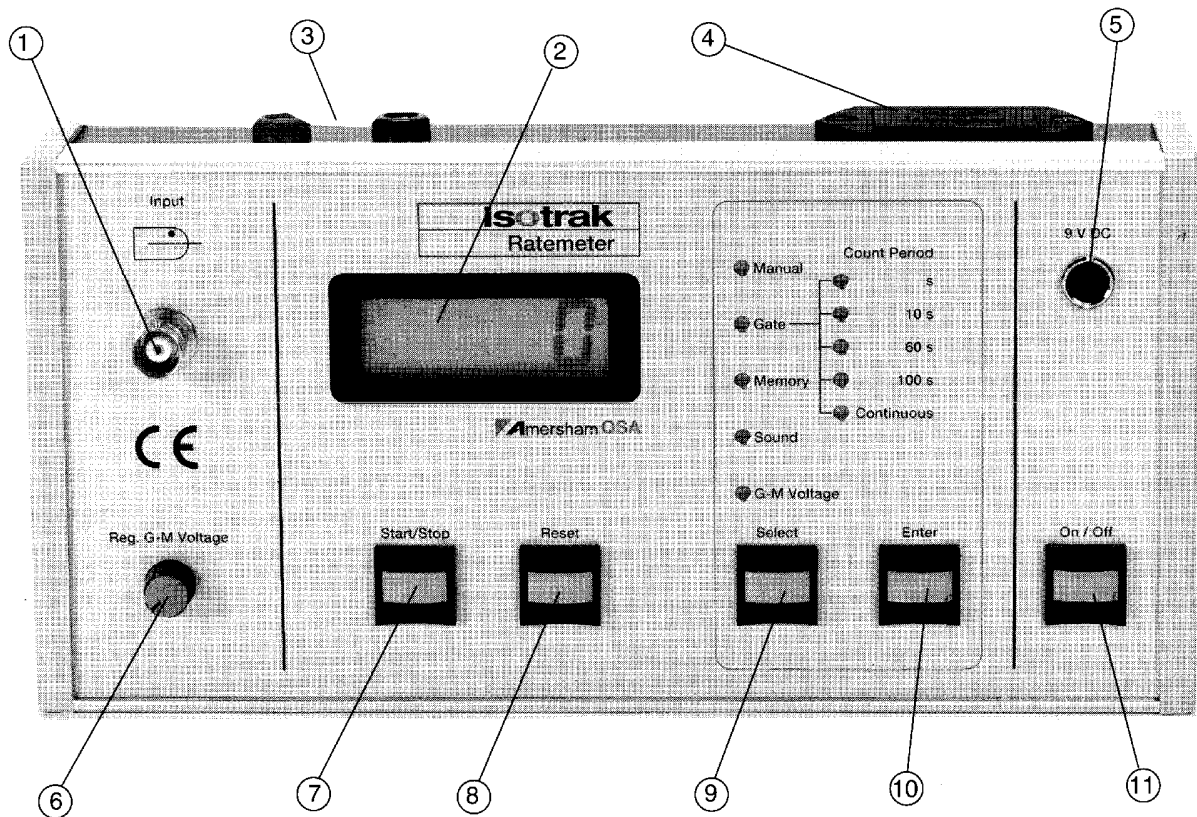
3. Nustatoma (500 ± 10) V įtampa (visi tolimesnieji matavimai bus atliekami, esant pastoviai įtampai). Išmatuojamas aplinkos fonas. Tuo tikslu radioaktyviuosius šaltinius reikia padėti kuo toliau nuo skaitiklio, kad jie neturėtų įtakos fono matavimo rezultatams (2 metrų atstumas yra pakankamai didelis). Atliekami 5 fono matavimai, kurių kiekvieno trukmė 1 min. Paskui prie pat skaitiklio padedamas pirmasis ^{137}Cs šaltinis (kaip 1 pav.) ir vėl atliekami 5 matavimai po 1 min. Nejudinant pirmojo šaltinio, prie pat skaitiklio padedamas antrasis ^{137}Cs šaltinis. Tą šaltinį reikia padėti ant aliuminio pakylės, kuri yra šalia detektoriaus (žr. 2 pav.). Vėl atliekami 5 matavimai po 1 min. Nejudinant antrojo šaltinio, pirmasis šaltinis pašalinamas (t. y. padedamas toliau negu 2 m atstumu nuo skaitiklio), ir atliekami 5 matavimai po 1 min.
4. Bet kuris vienas iš dviejų ^{137}Cs šaltinių padedamas prieš skaitiklio langelį (kitas šaltinis padedamas toliau negu 2 m atstumu nuo skaitiklio, kad neturėtų įtakos matavimams). Atstumas tarp šaltinio ir detektoriaus keičiamas nuo 5 cm iki 25 cm kas 2,5 cm. Atstumą rodo baltas brūkšnyš, kuris yra šaltinio pakylės apačioje (pvz., 3 pav. atstumas yra 10 cm). Esant kiekvienam atstumui, atliekamas vienas matavimas, kurio trukmė 1 min.
5. Matavimo įranga išjungiama, po lentelėmis su matavimo duomenimis pasirašo darbo vadovas arba laborantas.



3 pav. Radioaktyviojo šaltinio padėtis matuojant skaičiavimo spartos priklausomybę nuo atstumo

3. Isotrak dalelių skaičiavimo įrenginio naudojimo instrukcija

1. Skaičiavimo įrenginio priekinė sienelė



4 pav. Skaičiavimo įrenginio priekinė sienelė

- 1) Geigerio ir Miulerio detektoriaus prijungimo lizdas,
- 2) 4 skaitmenų skystakristalis rodytuvas,
- 3) TTL sąsaja (šiam darbe naudojamas prietaiso variantas su RS232 sąsaja),
- 4) Vieta 9 V baterijai,
- 5) +9 V nuolatinės įtampos adapterio prijungimo lizdas,
- 6) Geigerio ir Miulerio įtampos reguliatorius "Reg. G-M Voltage",
- 7) Skaičiavimo pradžios/pabaigos mygtukas "Start/Stop",
- 8) Rodytuvo nustatymo į nulį ir įrašymo į atmintį mygtukas "Reset" (vienu metu nuspaudus mygtukus "Reset" ir "Start/Stop", atmintis išvaloma),
- 9) Veikų pasirinkimo mygtukas "Select",
- 10) Įėjimo į pasirinktąją veiką arba išėjimo iš jos mygtukas "Enter",
- 11) Prietaiso įjungimo/išjungimo mygtukas "On/Off".

Valdymo indikatoriai. Pasirinktąją veiką parodo valdymo indikatorius. Indikatorius "Memory" šviečia tada, kai atmintyje yra duomenų. Jeigu atmintis pilnai užpildyta (50 matavimų), tada šis indikatorius mirksi. Vykstant matavimui, indikatorius "Gate" mirksi dideliu dažniu.

2. Įjungimas

Skaičiavimo įrenginio maitinimo šaltinio vaidmenį gali atlikti 9 V baterija arba elektros tinklo 9 V adapteris. Įrenginys įjungiamas, nuspaudžiant mygtuką “On/Off”.

3. Veikos pasirinkimas

Naudojant mygtuką “Select”, galima pasirinkti įvairias veikas. Pasirinkus veiką, atitinkamas valdymo indikatorius pradeda mirksėti. Pasirinktoji veika aktyvuojama, nuspaudžiant mygtuką “Enter” (tada atitinkamas valdymo indikatorius nustoja mirksėti ir pradeda šviesti pastoviai). Dar kartą nuspaudus “Enter”, pasirinktoji veika nustoja būti aktyviaja (atitinkamas valdymo indikatorius vėl pradeda mirksėti) ir galima pasirinkti kitą veiką.

4. Geigerio ir Miulerio detektoriaus darbo įtampos nustatymas (veika “G-M Voltage”)

Anksčiau aprašytu būdu aktyvavus veiką “G-M Voltage”, Geigerio ir Miulerio detektoriaus įtampą rodo skystakristalis rodytuvas. Reikalinga įtampa nustatoma, sukant reguliatorių “Reg. G-M Voltage”. Šio tipo detektorių optimali darbo įtampa yra 500 V (tačiau detektorius veiks ir esant 350 – 600 V įtampai).

5. Impulsų garsinė indikacija (veika “Sound”)

Norint išjungti arba įjungti impulsų garsinę indikaciją, reikia nuspausti mygtuką “Select” kelis kartus, kol pradeda mirksėti valdymo indikatorius “Sound”. Tada nuspaudžiamas mygtukas “Enter”. Po to nuspaudus mygtuką “Select”, išjungžiama arba įjungžiama impulsų garsinė indikacija (skystakristalis rodytuvas atitinkamai rodo “OFF” arba “ON”). Norint išeiti iš šios veikos, reikia nuspausti mygtuką “Enter”.

6. Impulsų skaičiavimas (veika “Gate”)

Spaudžiant mygtuką “Select”, pasiekžiama, kad mirksėtų valdymo indikatorius “Gate”. Tada nuspaudžiamas mygtukas “Enter”. Po to, spaudžiant mygtuką “Select”, pasirenkžiama reikalinga skaičiavimo trukmė (atitinkamas valdymo indikatorius pradeda mirksėti). Tada nuspaudžiamas mygtukas “Enter”. Valdymo indikatorius “Continuous” pradeda mirksėti. Dabar galima pasirinkti vieną iš dviejų veikų: vienkartinio skaičiavimo arba automatinio skaičiavimo.

a) Vienkartinis skaičiavimas

Vienkartinio skaičiavimo veika pasirenkžiama, spaudžiant mygtuką “Select” (tada indikatorius “Continuous” užgęsta). Norint pradėti impulsų skaičiavimą, reikia nuspausti mygtuką “Start/Stop”. Tada prietaisas suskaičiuos impulsus, kurie buvo užregistruoti per vieną pasirinktosios trukmės matavimą. Norint įrašyti matavimo rezultatą į atmintį, reikia nuspausti “Reset”. Norint atlikti dar vieną matavimą, reikia dar kartą paspausti “Start/Stop”.

b) Automatinis skaičiavimas

Automatinio skaičiavimo veika pasirenkžiama, spaudžiant mygtuką “Enter” (tada indikatorius “Continuous” nustoja mirksėti ir šviečia). Norint pradėti impulsų skaičiavimą, reikia nuspausti mygtuką “Start/Stop”. Tada prietaisas pradės duotosios trukmės matavimų seką. Norint sustabdyti matavimus, reikia dar kartą nuspausti “Start/Stop”. Kiekvieno matavimo rezultatas automatiškai įrašomas į atmintį, kol atmintyje saugomų rezultatų skaičius nepasiekžiia 50 (tada valdymo indikatorius “Memory” pradeda mirksėti). Pasibaigus kiekvienam matavimui, jo rezultatas rodomas maždaug 5 s. Pauzių tarp matavimų nėra, tačiau impulsų skaičius, kuris buvo

užregistruotas per pirmąsias 5 s, nėra parodomas; vietoj jo rodomas ankstesniojo matavimo rezultatas.

7. Atmintyje esančių duomenų skaitymas

Norint perskaityti atmintyje esančius duomenis, reikia, spaudžiant mygtuką “Select”, pasiekti, kad mirksėtų valdymo indikatorius “Memory”. Tada skystakristaliame rodytuve parodomas paskutinio įrašyto į atmintį matavimo rezultatas. Norint perskaityti ankstesnius duomenis, reikia pakartotinai nuspausti mygtuką “Enter”. Taigi, duomenys skaitomi atvirkštine tvarka. Pasiekus sąrašo pabaigą, rodytuvas rodo tris brūkšnius. Į sąrašo pradžią grįžtama, nuspaudus “Reset”.

Į atmintį galima įrašyti ne daugiau 50 rezultatų. Jeigu atmintyje jau yra 50 rezultatų, tada kitų matavimų rezultatai nebus įrašyti į atmintį. Todėl laboratorinio darbo pradžioje patartina ištrinti iš atminties ankstesniųjų matavimų rezultatus. Tuo tikslu reikia vienu metu nuspausti mygtukus “Start/Stop” ir “Reset”.