

VILNIAUS UNIVERSITETAS
Fizikos fakultetas
Mokomoji atomo ir branduolio fizikos laboratorija

Laboratorinis darbas Nr. 12

**BETA DALELIŲ ENERGIJOS SPEKTRO MATAVIMAS
MAGNETINIŲ SPEKTROMETRU**

Eksperimentinė dalis

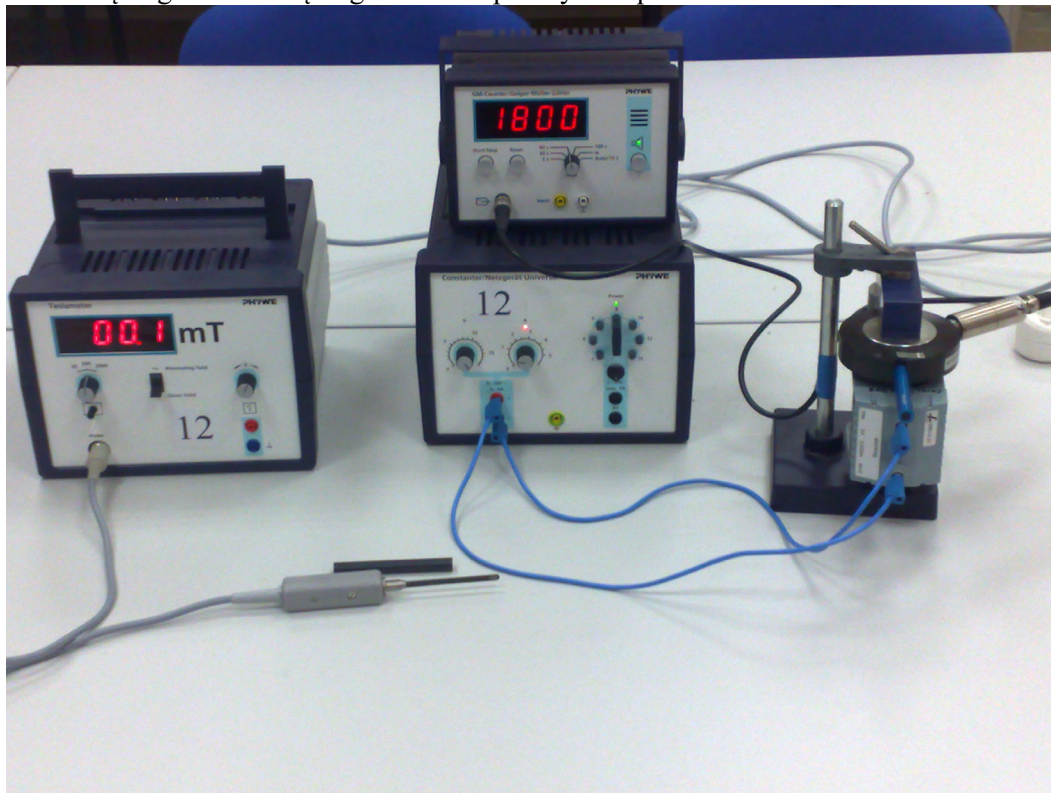
Parengė A. Poškus

2022-02-08

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

Šiam darbui naudojama Vokietijos kompanijos „Phywe Systeme“ mokomoji beta spektroskopijos įranga. Matavimo įrangos bendras įrangos vaizdas parodytas 1 pav.



1 pav. Beta spektroskopijos įrangos bendras vaizdas

Darbo įrangą sudaro:

- 1) Beta spektrometro kamera
- 2) 600 apvijų ritė
- 3) Ritės feromagnetinė šerdis
- 4) $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ radioaktyvusis šaltinis (aktyvumas – 74 kBq). Šaltinis parodytas 2 pav. Radioaktyviojo šaltinio korpusas yra 85 mm ilgio ir 12 mm skersmens cilindro formos. Radioaktyvioji medžiaga yra viename to cilindro gale (tas galas pažymėtas griovelio aplink cilindro perimetrą). Radioaktyvioji medžiaga yra plono apskrito sluoksnio pavidalo.



2 pav. ^{90}Sr radioaktyvusis šaltinis. Kairiojoje nuotraukoje radioaktyvioji medžiaga yra viršuje

- 5) Geigerio ir Miulerio detektorius
- 6) Detektoriaus impulsų skaičiavimo įrenginys
- 7) Ritės srovės šaltinis
- 8) Skaitmeninis teslametras (rodo magnetinę indukciją kameros viduje)
- 9) Holo zondas (magnetinio lauko jutiklis), kuris yra prijungtas prie teslametro. Holo zondas parodytas 3 pav.



(a)

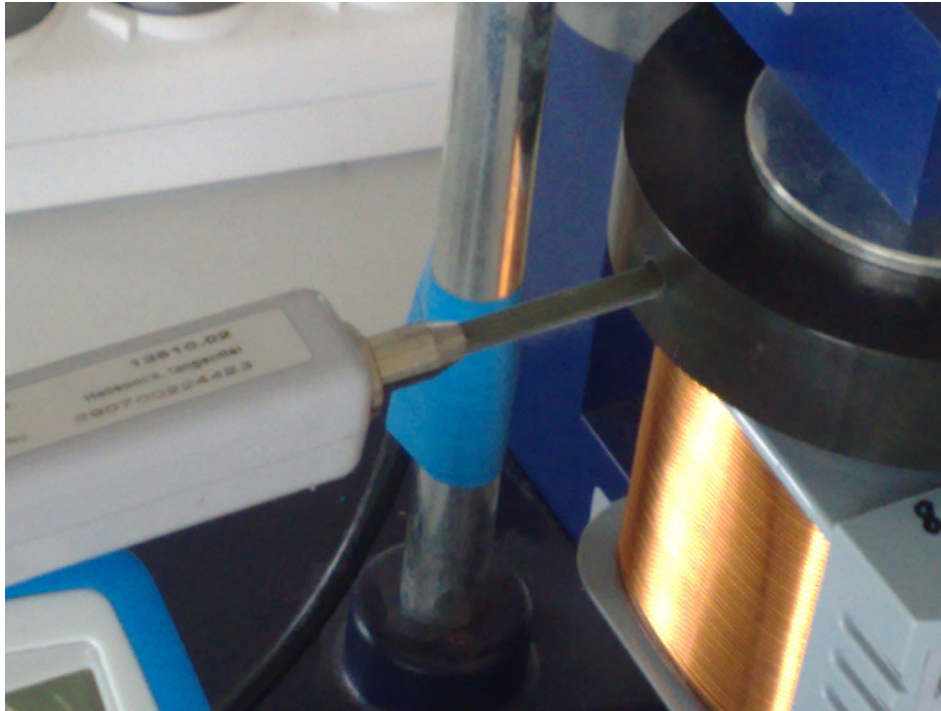


(b)

3 pav. Holo zondas (magnetinio lauko jutiklis): (a) su apsauginiu dangteliu; (b) be apsauginio dangtelio

2. Matavimo tvarka

1. Įranga sujungiama taip, kaip parodyta 1 pav. (iš pradžių – be radioaktyviojo šaltinio). Geigerio ir Miulerio skaitiklio vamzdelis turi būti įkištas į beta spektrometro kamerą. **Dėmesio! Geigerio ir Miulerio skaitiklio langelis (kuris nukreiptas į beta spektrometro kameros centrą) yra labai trapus, ir jokiais aplinkybėmis negalima jo liesti. Todėl šiame darbe negalima liesti Geigerio ir Miulerio skaitiklio vamzdelio (t. y. negalima jo ištraukti arba bandyti įstumti giliau į kamerą). Ši pastaba yra ypač svarbi todėl, kad kameros konstrukcijoje nenumatyta galimybė pritvirtinti arba užfiksuoti skaitiklio vamzdelį, ir jis lengvai išsitraukia.**
2. Įsitikinama, kad srovės šaltinio įtampos reguliatorius (kairysis iš dviejų reguliatorių) yra dešiniojoje kraštinėje padėtyje, o šaltinio srovės reguliatorius (dešinysis iš dviejų reguliatorių) yra kairiojoje kraštinėje padėtyje.
3. Įjungiami teslametras, srovės šaltinis ir impulsų skaičiavimo įrenginys „GM-counter“ (elektros tinklo jungikliai yra ant jų užpakalinės sienelės). Teslametro perjungiklis „Direct field / Alternating field“ turi būti padėtyje „Direct field“.
4. Į atitinkamą beta spektrometro kameros angą įstatomas ^{90}Sr radioaktyvusis šaltinis. Reikia atkreipti dėmesį, kad kameroje būtų tas radioaktyviojo šaltinio galas, kuriame yra radioaktyvioji medžiaga (žr. 2 pav.). Šaltinį reikia įkišti iki atsirėmimo.
5. Nuo Holo zondo atsargiai nuimamas apsauginis dangtelis (žr. 3 pav.), ir Holo zondas atsargiai įkišamas į atitinkamą kameros angą iki atsirėmimo (žr. 4 pav.). **Dėmesio! Įkišti ir ištraukti Holo zondą reikia ypač atsargiai, kad jis nesulinktų (priešingu atveju jis taptų netinkamas naudojimui). Be to, matuojant magnetinę indukciją, Holo zondą reikia atsargiai prilaikyti. Holo zondą galima laikyti tik už rankenos.**



4 pav. Holo zondo padėtis matuojant magnetinę indukciją

6. Sukant srovės reguliatorių, užduodama 50 – 60 mT magnetinė indukcija. Teslametro parodymai priklauso nuo Holo zondo pasukimo kampo. Parodymai yra didžiausi tada, kai Holo zondo plokštuma yra statmena magnetinės indukcijos kryptiai (pasukus 180° kampu, parodymai keičia ženklą). Tada užrašas, kuris priklijuotas prie zondo rankenos, yra nukreiptas į viršų (kaip 4 pav.) arba į apačią (jeigu tas užrašas yra viršuje, tada teigiami teslametro parodymai reiškia, kad magnetinės indukcijos vektorius yra nukreiptas į apačią). Reikia užsirašyti didžiausią (teigiamą) magnetinę indukciją B_{\max} ir mažiausią (neigiamą) magnetinę indukciją B_{\min} (atitinkamos Holo zondo padėtys skiriasi 180° kampu). Tikroji magnetinė indukcija – tai šių dviejų verčių skirtumas, padalytas iš dviejų. Pvz., jeigu $B_{\max} = 15,2$ mT, o $B_{\min} = -14,6$ mT, tada tikroji magnetinė indukcija $B = (15,2 - (-14,6)) / 2 = 14,9$ mT.
7. Atliekamas vienas 60 s trukmės dalelių skaičiaus matavimas. [Skaičiavimo įrenginio naudojimo instrukcija: vieno matavimo trukmė užduodama perjungikliu „Gate“, matavimas pradedamas mygtuku „Start/Stop“, parodymai nustatomi į nulį mygtuku „Reset“, o garso įjungimui ir išjungimui naudojamas mygtukas, virš kurio pavaizduotas garsiakalbis. Prieš pradėdant naują matavimą, visada reikia nuspausti „Reset“.]
8. Išjungiamas srovės šaltinis, laidai sukeičiami vietomis, srovės šaltinis vėl įjungiamas ir vėl atliekamas 60 s trukmės dalelių skaičiaus matavimas.
9. Pagal 7 ir 8 punkto rezultatus nustatomas teisingas srovės ženklas: jis atitinka didžiausią iš dviejų rezultatų. T. y., jeigu 7 punkte buvo gautas didesnis dalelių skaičius, tada reikia vėl išjungti srovės šaltinį, sukeisti laidus vietomis ir vėl įjungti srovės šaltinį, o jeigu 8 punkto rezultatas buvo didesnis, tada laidų perjungti jau nereikia. Mažesnis rezultatas (kuris atitinka neteisingą srovės ženklą) taip pat yra reikalingas: tai yra vadinamasis „fonas“, kurį vėliau reikės atimti iš matavimo duomenų.
10. Holo zondas vėl atsargiai įkišamas į spektrometro kamerą. Sukant srovės reguliatorių, užduodama 10 – 15 mT magnetinė indukcija.
11. Išmatuojama skaičiavimo spartos priklausomybė nuo magnetinės indukcijos. Tuo tikslu magnetinė indukcija keičiama nuo anksčiau minėtos pradinės vertės iki maždaug 200 mT ir, esant kiekvienai magnetinės indukcijos vertei, atliekamas vienas 60 s trukmės matavimas. Kai magnetinė indukcija mažesnė už 50 mT arba didesnė už 150, tada intervalai tarp gretimų magnetinės indukcijos verčių turi būti lygūs (10 ± 2) mT, t. y. leistini svyravimai nuo 8 mT iki 12 mT. Kai magnetinė indukcija yra (50 – 150) mT, tada intervalai turi būti lygūs (5 ± 1) mT, t. y. leistini svyravimai nuo 4 mT iki 6 mT. Matavimo duomenys surašomi lentelėje (pirmajame stulpelyje – magnetinė indukcija, o antrajame – detektuotų dalelių skaičius). Magnetinė indukcija turi būti matuojama taip pat, kaip

6 punkte (t. y. pagal didžiausios ir mažiausios magnetinės indukcijos skirtumą).
Pastaba: Skačiuojant daleles, Holo zondas turi būti ištrauktas. T. y. Holo zondas įkišamas į spektrometro kamerą tik matuojant magnetinę indukciją.

12. Teslametras išjungiamas, Holo zondas ištraukiamas ir atsargiai uždengiamas apsauginiu dangteliu.
13. Išjungiami srovės šaltinis ir impulsų skaičiavimo įrenginys. Po lentelėmis su matavimo duomenimis pasirašo darbo vadovas arba laborantas.