VILNIAUS UNIVERSITETAS

Fizikos fakultetas

Mokomoji atomo ir branduolio fizikos laboratorija

Laboratorinis darbas Nr. 5

DALELIŲ SKAIČIAVIMO STATISTINIŲ DĖSNINGUMŲ 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

1 pav. parodytas matavimo įrangos bendras vaizdas.



1 pav. Matavimo įrangos bendras vaizdas. Ant kompiuterio sisteminio bloko stovi įrenginys PP-16, ant kurio uždėtas impulsų skaičiavimo įrenginys. Detektorius ir radioaktyvusis šaltinis yra į dešinę nuo sisteminio bloko

Darbo įrangą sudaro:

 Radioaktyvusis šaltinis su β⁻ radioaktyvaus stroncio izotopo ⁹⁰Sr bandiniu. Šaltinis pavaizduotas 2 pav. iš dviejų pusių. Radioaktyvioji medžiaga yra viename šaltinio korpuso gale, kuris pažymėtas grioveliu aplink korpuso perimetrą (žr. 2 pav.) Radioaktyvioji medžiaga padengta apsaugine folija (ji matoma 2 pav. kairiojoje nuotraukoje). 2001 m. to bandinio aktyvumas buvo 74 kBq. Nuklido ⁹⁰Sr skilimo pusamžis yra 29 m.



2 pav. Sr-90 radioaktyviojo bandinio nuotraukos

2. Geigerio ir Miulerio detektorius STS-5 (rus. CTC-5). Detektorius ir jo stovas pavaizduoti 3 pav.



3 pav. Geigerio ir Miulerio detektorius ir jo stovas

- Įrenginys PP-16 (rus. ΠΠ-16), prie kurio aukštos įtampos lizdo prijungtas Geigerio ir Miulerio detektorius. Nors pirminė įrenginio PP-16 paskirtis yra detektoriaus impulsų skaičiavimas, šiame darbe šis įrenginys naudojamas ne impulsų skaičiavimui, o tik kaip minėtojo detektoriaus maitinimo blokas (detektoriui STS-5 reikalinga pastovi 400 V maitinimo įtampa). Impulsus skaičiuoja kitas įrenginys (žr. toliau).
- 4. Impulsų skaičiavimo įrenginys su mikrokontroleriu (1 pav. jis yra ant įrenginio PP-16).
- 5. Kompiuteris, prie kurio prijungtas impulsų skaičiavimo įrenginys.

Matavimų metu duomenys realiu laiku siunčiami į programą "Origin 6" ir atvaizduojami monitoriaus ekrane.



4 pav. Radioaktyviojo šaltinio stovas

2. Matavimo tvarka

1. Įjungiami kompiuteris, įrenginys PP-16 (raudonas mygtukas) ir impulsų skaičiavimo įrenginys (pastarojo įrenginio jungiklis yra ant to įrenginio priekinės sienelės). Įsitikinama, kad įrenginio PP-16 mygtukas "STOP" (rus. "CTOΠ") yra nuspaustas. *Dėmesio!* įrenginio PP-16 mygtukas "CTOΠ" turi būti nuspaustas viso darbo metu (taip pat ir skaičiuojant daleles).

2. Radioaktyvusis šaltinis uždedamas ant jo stovo taip, kad šaltinio korpuso galas, kuriame yra radioaktyvioji medžiaga, būtų arčiau detektoriaus (žr. 5 pav.).



5 pav. Radioaktyviojo šaltinio ir detektoriaus padėtis matavimo metu

3. Startuojama programa "Statist.exe", kuri priima duomenis iš impulsų skaičiavimo įrenginio ir siunčia juos į programą "Origin 6.1" (nuoroda į failą "Statist.exe" matoma "Windows" darbastalyje). Programos "Statist.exe" lango pradinis pavidalas parodytas 6a pav.

4. Jeigu programa "Origin" yra atidaryta, ją reikia uždaryti. Paskui reikia spustelėti mygtuką "Atidaryti Origin..." (žr. 6a pav.). Tada atsidaro dialogo langas "Open", kuriame galima pasirinkti reikalingą "Origin" duomenų failą arba sukurti naują failą. Norint sukurti naują failą, reikia dialoge "Open" pasirinkti reikalingą katalogą, o paskui laukelyje "File name:" surinkti norimą failo vardą (jis turi skirtis nuo visų kitų tame kataloge esančių "Origin" failų vardų) ir spustelėti mygtuką "Open". Tada programa "Statist.exe" tame kataloge sukurs ir atidarys tuščią failą, kurio formatas optimizuotas šiam laboratoriniam darbui. *Dėmesio!* Jeigu mygtuko "Atidaryti Origin..." spustelėjimo momentu jau buvo atidaryta programa "Origin", tada, nepriklausomai nuo to, koks failas buvo pasirinktas dialogo lange "Open", tas failas nebus atidarytas, o duomenys bus siunčiami į jau atidarytą "Origin" failą. Jeigu tuo metu buvo aktyvūs keli "Origin" projektai, tada duomenys bus siunčiami į failą, kuris buvo atidarytas anksčiausiai.

5. Jeigu programa "Statist.exe" sėkmingai užmezga ryšį su programa "Origin", tada mygtukas "Atidaryti Origin..." tampa neaktyvus, o kiti šeši mygtukai ("Duomenų rinkinys Nr. n", kur n = 1, 2, ..., 6) tampa aktyvūs. Tada reikia spustelėti kurį nors iš tų mygtukų. Jeigu yra atjungtas duomenų kabelis tarp kompiuterio ir skaičiavimo įrenginio, tada programa "pakibs". Jeigu taip atsitiktų, tada reikia prijungti minėtą kabelį, uždaryti programą "Statist.exe" naudojant Windows "Task Manager" ir vėl startuoti programą "Statist.exe". Be to, programa gali "pakibti" ir dėl kitų priežasčių. Tada reikia perkrauti Windows operacinę sistemą. Matavimo metu duomenys automatiškai perduodami į Origin failą, t. y. užsipildo n-tasis skaičių stulpelis lentelėje, kuri yra to failo lange "Data" ir tuo pačiu metu Origin atvaizduoja priimtuosius duomenis histogramoje, kuri yra atitinkamame lange "Hist<n>" Prasidėjus duomenų perdavimui, atitinkamas mygtukas "Duomenų rinkinys Nr. n" virsta mygtuku "Baigti matuoti", kurį spustelėjus, duomenų perdavimą galima bet kada sustabdyti (žr. 6b pav.). Vieno matavimo trukmė – 0,1 s; laiko intervalas tarp matavimų – maždaug 0,05 s. Po 3000 matavimų duomenų perdavimas sustabdomas automatiškai.

Naudojantis "Origin" meniu komanda "Window", galima pereiti iš lentelės "Data" į bet kurios histogramos grafiką "Hist< n >" arba į bet kurios histogramos duomenų lentelę "HistData< n > ir atgal. **Dėmesio!** Histogramų grafikus "Hist< n >" galima atidaryti tik tada, kai nevyksta matavimas (kitu atveju, jeigu kompiuteris yra palyginti lėtas, programa "Statist.exe" gali "pakibti"). Histogramų duomenų lenteles "HistData< n >" galima atidaryti ir nestabdant matavimų.

Patogesnis būdas pereiti iš vieno langą į kitą remiasi "Origin" vidinės naršyklės "Project Explorer" naudojimu (tą naršyklę atidaro meniu komanda "View / Project Explorer"). *Pastaba*: Kadangi vidinė naršyklė "Project Explorer" užima "Origin" lango dalį, tai, jeigu monitoriaus raiška yra maža ir yra atidarytas histogramos langas, grafikas gali tapti per mažas, kad būtų galima perskaityti jame esančius užrašus. Tada patartina sumažinti naršyklės srities aukštį (tai daroma "tempiant" naršyklės srities viršutinį kraštą pele) ir užduoti "Project Explorer" veiką, kai naršyklė atvaizduoja sutrumpintą langų sąrašą, kuriame yra tik langų piktogramos ir pavadinimai (tam reikia naršyklės srityje spustelėti dešiniji pelės

mygtuką ir pasirinkti "View / List"), nes tada langų pavadinimai būna išdėstyti keliais stulpeliais ir langų sąrašas užima mažiau vietos. Jeigu monitoriaus raiška yra maža, gali būti geriau uždaryti "Project Explorer", o pereinant iš vieno lango į kitą naudoti meniu "Window".

Kai yra aktyvus kurios nors histogramos grafiko langas, tada, norint optimizuoti histogramos ašių ribas (kad būtų matoma visa histograma ir kad ji nebūtų pernelyg maža), reikia įvykdyti "Origin" meniu komandą "Graph / Rescale to Show All".

Matavimo metu yra nuolat automatiškai perskaičiuojami ir atvaizduojami atitinkamo duomenų rinkinio statistiniai parametrai – matavimų skaičius, empirinis vidurkis (a_e) , empirinė dispersija (D_e) ir empirinis standartinis nuokrypis (σ_e) .

6. Kadangi vienas iš šio darbo tikslų yra ištirti, kaip detektuotų dalelių skaičiaus skirstinio pavidalas priklauso nuo vidurkio, tai reikia išmatuoti šešias histogramas, esant šešioms vidurkio vertėms, kurios labai skiriasi viena nuo kitos. Tos vidurkio vertės turėtų priklausyti šiems intervalams: vidurkis Nr. 1 – tarp 90 ir 110, vidurkis Nr. 2 – tarp 65 ir 75, vidurkis Nr. 3 – tarp 35 ir 45, vidurkis Nr. 4 – tarp 18 ir 22, vidurkis Nr. 5 – tarp 3 ir 5, vidurkis Nr. 6 – tarp 0,5 ir 0,9. Vidurkis keičiamas, keičiant atstumą tarp detektoriaus ir šaltinio. Tam reikia slankioti šaltinio stovą (minėtojo atstumo matuoti nereikia). Pasirinkus vieną iš minėtų intervalų, kuriam turi priklausyti vidurkis, reikia, nestabdant matavimo, kartoti toliau aprašytus tris žingsnius, kol nebus pasiektas reikalingas vidurkis:

- a) ištrinti atitinkamą duomenų rinkinį (tam reikia duomenų lentelės lange "Data" spustelėti atitinkamą mygtuką mygtukų grupėje, virš kurios užrašyta "Ištrinti");
- b) palaukti, kol vidurkio statistiniai svyravimai sumažės tiek, kad taptų aišku, ar galutinė vidurkio vertė priklausys pasirinktam intervalui (tam pakanka kelių dešimčių matavimų);



	Atidaryti Origin
Duo	menų perdavimas į Origin ———
	Baigti matuoti
	Duomenų rinkinys Nr. 2
	Duomenų rinkinys Nr. 3
	Duomenų rinkinys Nr. 4
	Duomenų rinkinys Nr. 5
	Duomenų rinkinys Nr. 6



c) jeigu vidurkis yra per mažas arba per didelis, tada reikia atitinkamai pakeisti atstumą tarp detektoriaus ir šaltinio: jeigu vidurkis yra per mažas, tada šaltinio stovą reikia šiek tiek pristumti prie detektoriaus, o jeigu vidurkis yra per didelis, tada šaltinio stovą reikia šiek tiek atitraukti nuo detektoriaus.

(b)

7. Nustačius reikiamą skaičiavimo spartą, reikia dar kartą sustabdyti matavimus (spustelėjus programos "Statist.exe" mygtuką "Baigti matuoti"), vėl išvalyti tą patį "Origin" lentelės "Data" stulpelį, vėl spustelėti tą patį programos "Statist.exe" mygtuką "Duomenų rinkinys Nr. *n*" ir laukti, kol matavimų skaičius pasieks 3000. Matavimų metu šaltinio ir detektoriaus judinti negalima.

8. Kai matavimų skaičius pasiekia 3000, programa "Statist.exe" automatiškai sustabdo matavimus. Tada reikia išsaugoti projektą ("Origin" meniu komanda "File / Save Project" arba "File / Save Project As..."), spustelėti kitą mygtuką "Duomenų rinkinys Nr. n", pasirinkti kitą iš minėtų šešių intervalų, pakeisti atstumą (žr. 6 punktą) ir pakartoti matavimus (žr. 7 punktą). Taip reikia užpildyti visus šešis stulpelius "Origin" lentelėje "Data".

- Pastabos: I. Jeigu kompiuteris yra palyginti lėtas, tada programa gali sustabdyti matavimus, kol jų skaičius dar yra mažesnis negu 3000. Jeigu galutinis matavimų skaičius yra didesnis už 2500, tada į šį skirtumą galima nekreipti dėmesio. Jeigu galutinis matavimų skaičius yra mažesnis, tada reikia spustelėti tą patį myg-tuką "Duomenų rinkinys Nr. n", palaukti, kol matavimų skaičius priartės prie 3000 ir sustabdyti matavimus "rankiniu būdu" (spustelėjus mygtuką "Baigti matuoti"). Pastaruoju atveju programa pati nesustabdys matavimo, nes programa kiekvieną kartą bando atlikti 3000 matavimų skaičius buvo 2000, tada matavimai būtų automatiškai sustabdyti tik matavimų skaičiui pasiekus 5000). Galutinis matavimų skaičius nebūtinai turi būti tiksliai lygus 3000 (pvz., gali būti 2900 arba 3100 ir pan.).
 - II. Norint iš duomenų lentelės "Data" ištrinti vieną arba kelis skaičius, reikia pažymėti atitinkamus lentelės langelius ir pasirinkti "Origin" meniu komandą "Edit / Delete". Tada bus pašalinti visi pažymėti langeliai (pasirinkus "Origin" meniu komandą "Edit / Clear" arba spustelėjus klavišą "Delete", tie langeliai nebūtų ištrinti, o juose buvę skaičiai būtų pakeisti brūkšniais). Norint atnaujinti statistinių parametrų reikšmes (kiekvieno duomenų rinkinio matavimų skaičių, vidurkį, dispersiją ir standartinį nuokrypį), reikia spustelėti mygtuką "Perskaičiuoti". Kad teisingai veiktų programos, kurios yra duomenų faile, lentelėje "Data" turi būti 6 stulpeliai. Todėl negalima pašalinti viso lentelės stulpelio (galima ištrinti tik eilutes arba atskirus langelius).

9. Baigus visus matavimus, reikia išsaugoti matavimo duomenis ("Origin" meniu komanda "File / Save Project" arba "File / Save Project As..."), išjungti įrenginį PP-16 ir impulsų skaičiavimo įrenginį ir atspausdinti visų histogramų duomenis. Histogramų duomenys yra šešiose lentelėse "HistData<n>". Reikalingi tik pirmieji du kiekvienos lentelės stulpeliai (jų antraštės yra "BinX" ir "Counts"). Pirmajame stulpelyje yra didėjimo tvarka surašyti visi rezultatai, kurie buvo užfiksuoti duotojoje matavimų sekoje, o antrajame stulpelyje – kiekvieno rezultato pasikartojimų skaičiai. Prieš spausdinant tuos duomenis reikia juos perkelti į vieną lentelę, ją suformatuoti taip, kad ji būtų aiški, o paskui atspausdinti. Tai nebūtinai turi būti "Origin" lentelė; duomenis galima nukopijuoti ir į kitą programą (pvz., "Excel" arba "Word"). Dialogo lange, kuris atsidaro įvykdžius komandą "File/Print", turi matytis spausdintuvas, kuris yra laboratorijoje. **Pastaba**: Spausdintuvas, kuris šiuo metu naudojamas laboratorijoje, nėra tinklo spausdintuvas, t. y. jis yra prijungtas ne tiesiog prie kompiuterinio tinklo, o prie kompiuterio, kuris prijungtas prie kompiuterinio tinklo. Jeigu sistema negali užmegzti ryšio su spausdintuvu, tai gali reikšti, kad tas kompiuteris arba spausdintuvas nėra įjungtas.

10.Ant lapų su atspausdintais duomenimis reikia užrašyti savo vardą ir pavardę. Atspausdintą duomenų lentelę reikia įklijuoti į darbo žurnalą. Po atspausdinta duomenų lentele turi pasirašyti darbo vadovas arba laborantas (jeigu duomenų lentelę sudaro daugiau negu vienas lapas, tada darbo vadovas arba laborantas pasirašo ant kiekvieno lapo).

"Origin" duomenų failą, kuriame yra matavimo duomenys, ir jame esančias programas galima panaudoti analizuojant matavimo duomenis bei braižant atitinkamus grafikus. Mygtukai, kurie yra grafikų langų dešiniajame krašte, ir su jais susietos komandos yra pačiame duomenų faile, todėl, perkėlus jį į kitą kompiuterį, kuriame įdiegta programa "Origin", tie mygtukai turėtų būti matomi ir veikti teisingai. Tačiau duomenų failas buvo išbandytas tik su "OriginPro 6.1". Su naujesnėmis "Origin" versijomis jis gali neveikti arba veikti su klaidomis. Pvz., kai Origin 8 vykdo programas, kurios yra Origin 6 duomenų failuose, dažnai pasirodo pranešimas apie klaidą "Error: Failed to execute script". Tačiau patirtis rodo, kad, net ir pasirodžius tam pranešimui, visi skaičiavimai gali būti atlikti teisingai ir gali būti atvaizduotos visos reikalingos kreivės (tada į tą pranešimą galima nekreipti dėmesio).