

Taikomosios branduolio fizikos egzamino klausimai
III k. studijų programa „Taikomoji fizika“, pasirenkamasis dalykas,
2024 – 2025 m. m. pavasario semestras

Egzamino metu reikės raštu atsakyti į du klausimus. Atsakymui į vieną klausimą skiriamos 45 min (iš viso – 90 min). Kiekvieną klausimą atitiks atskiras bilietas. Visi bilietai bus suskirstyti į dvi grupes po aštuonis bilietus (pirmoje grupėje – klausimai Nr. 1 – 8, o antroje grupėje – klausimai Nr. 9 – 16) ir iš kiekvienos jų reikės ištraukti po vieną bilietą. Bilietuose bus tik klausimų numeriai. Studentams bus išdalinti visų klausimų sąrašai. Klausimų sąraše klausimai bus užrašyti taip pat kaip toliau, t. y. storesniu šriftu klausimas, o toliau detalizuojami dalykai, kuriuos reikia išdėstyti. Egzamino metu bus galima naudotis formulių sąrašu. Jame bus pateiktos tik formulės (be jokių paaiškinimų). Formulių sąraše bus ne visos formulės, kurių gali prireikti. Pvz., jeigu egzamino klausimas reikalauja išvesti tam tikrą formulę, tada gali būti pateikta tarpinė formulė, kuri reikalinga išvedant, tačiau nepateikta galutinė formulė (arba atvirkščiai). Rašant formulę, būtinai reikia paaiškinti visus joje esančius žymėjimus, kurie nebuvo paaiškinti ankstesnėje atsakymo dalyje.

Lapai, ant kurių reikės rašyti atsakymus į egzamino klausimus, formulių sąrašas ir klausimų sąrašas bus duoti egzamino metu (t. y. studentai negalės naudotis savo pačių lapais).

Visi šie klausimai buvo išdėstyti paskaitų metu (yra dalykų, kurie buvo dėstomi per paskaitas, tačiau nepakliuvo į egzamino klausimus). Šiame sąraše po kiekvieno klausimo yra pateiktos ir nuorodos į „Taikomosios branduolio fizikos“ paskaitų medžiagą (failas <http://web.vu.lt/ff/a.poskus/files/2021/02/TBF7.pdf>).

1. ***Jonizuojančiosios spinduliuotės detektorių bendrosios savybės:*** supaprastintas detektoriaus modelis, detektoriaus impulsinės veikos sąvoka ir supaprastinta ekvivalentinė schema, detektoriaus srovės ir įtampos impulsai, jų sąryšis, įtampos impulso priekinio fronto ir impulso amplitudės išraiškos didelės RC konstantos atveju. [[TBF, p. 67 – 69](#)]
2. ***Detektoriaus impulsų amplitudžių spektro ir energinės skyros sąvokos:*** detektoriaus impulsų amplitudžių spektro apibrėžtis, detektoriaus atsako funkcijos ir energinės skyros apibrėžtys, dėl jonizuojančiosios spinduliuotės atsiradusių laisvųjų krūvininkų skaičiaus fliktuacijų įtaka energinei skyrai (ribinės energinės skyros išraiškos išvedimas). [[TBF, p. 69 – 73](#)]
3. ***Gama spektrometro apibrėžtis, antrinių elektronų energijos spektras ir gama spinduliuotės detektoriaus atsako funkcija:*** gama spektrometro ir gama spinduliuotės spektro apibrėžtys, gama spinduliuotės sąveikos su medžiaga vyksmai, dėl kurių atsiranda antriniai elektronai, kiekvieno iš tų vyksmų įtaka gama spinduliuotės detektoriaus atsako funkcijai, įvairių matmenų gama spinduliuotės detektorių atsako funkcijos pavidalas (su paaiškinimais). [[TBF, p. 74 – 81](#)]
4. ***Sutapčių metodai gama spektroskopijoje:*** sutapčių ir antisutapčių bloko apibrėžtys, Komptono spektrometro schema, veikimo principo aiškinimas ir spektro pavyzdys, porų spektrometro schema ir veikimo principo aiškinimas, spektrometro su antisutapčių įtaisu sandaros aprašas ir veikimo principo aiškinimas, šių spektrometrų privalumai ir trūkumai. [[TBF, p. 81 – 85](#)]
5. ***Jonizacijos kameros impulsinė veika:*** jonizacijos kameros apibrėžtis, krūvininkų dreifo srovės impulso bendroji išraiška (su išvedimu) ir jos atskiras atvejis, kuris atitinka plokščiąją jonizacijos kamerą, srovės impulso komponentės („elektroninis“ ir „joninis“ impulsai), paaiškinti, kaip ir kodėl jos skiriasi viena nuo kitos, apibrėžti „didelės“, „tarpinės“ ir „mažos“ RC laiko konstantų atvejus, pavaizduoti įtampos impulsą, kuris atitinka tarpinę RC konstantą, išvesti to impulso amplitudės išraišką. [[TBF, p. 86](#)] [[TBF, p. 91 – 95](#)]
6. ***Proporcingieji skaitikliai:*** smūginės jonizacijos ir elektronų griūtės sąvokos, skaitiklio sandara, dujinio stiprinimo koeficiento apibrėžimas, Taunsendo lygtis ir iš jos išplaukianti dujinio stiprinimo koeficiento išraiška. Cilindrinio dujinio skaitiklio privalumai lyginant su plokščiuoju. Paaiškinti, kodėl dujinio stiprinimo koeficientas beveik nepriklauso nuo pirminės jonizacijos vietos (nuoseklaus išvedimo nereikia, užtenka kokybinio aiškinimo). Būdingieji dujinių detektorių įtampų intervalai. [[TBF, p. 116 – 121](#)]
7. ***Boriniai proporcingieji lėtųjų neutronų detektoriai:*** branduolinės reakcijos lygtis, įrodyti, kad detektoriaus skaičiavimo sparta proporcinga neutronų koncentracijai, detektoriaus sandara (du galimi variantai – bendrais žodžiais), impulsų amplitudžių spektro pavidalas („sienelių efektas“), impulsų, kuriuos sukelia gama spinduliuotė, pašalinimas. [[TBF, p. 129 – 136](#)]
8. ***Protonų atatranks scintiliatoriai.*** Neutronų tampriosios sklaidos kinematika. Paaiškinti, kodėl protonų atatranks energijos skirstinys yra stačiakampis. Pagrindiniai scintiliatoriaus parametrai, kurie lemia greitųjų neutronų spektrometro, veikiančio neutronų tampriosios sklaidos principu, kokybę. Veiksniai, kurie lemia protonų atatranks scintiliatoriaus atsako funkcijos nuokrypį nuo idealaus stačiakampio (grafiškai pavaizduoti trijų veiksnių įtaką atsako funkcijai). [[TBF, p. 145 – 147](#)] [[TBF, p. 148 – 152](#)]

9. **Branduolių dalijimosi reakcija ir jos energija.** Branduolio dalijimosi metu išsiskirianti energija. Branduoliui dalytis trukdantis potencialo barjeras. Branduolio dalijimasis, kurį sukelia neutrono pagavimas. Dalijimosi reakcijos skerspjūvis. Neutronų emisija dalijantis sunkiesiems branduoliams. [TBF, p. 9 – 14]
10. **Neutronų ciklas šiluminių neutronų reaktoriuje. Momentiniai ir vėluojantieji neutronai.** Trumpai paaiškinkite neutronų daugėjimo faktoriaus fizikinę prasmę ir kiekvieną daugiklį, kuris įeina į jo išraišką. Momentinių ir vėluojančiųjų neutronų sąvokos. Neutronų lėtinimo ir difuzijos trukmių sąvokos. Neutronų skaičiaus priklausomybė nuo laiko branduoliniame reaktoriuje. Momentinės krizinės veikos sąvoka. [TBF, p. 16 – 22]
11. **Branduolių sintezė.** Branduolių sintezės apibrėžtis, būtinoji sąlyga, kad branduolių sintezės metu išsiskirtų šiluma. Įrodykite, kad didesniąją išsiskyrusios energijos dalį nusineša lengvesnioji dalelė. Sintezės reakcijos skerspjūvio priklausomybė nuo reaguojančių branduolių greičio (be išvedimo, tačiau su kokybiniu paaiškinimu). Reakcijos spartos išraiška; paaiškinkite, kodėl reakcijos sparta didėja didėjant plazmos temperatūrai. Suformuluokite Lousono kriterijų. [TBF, p. 23 – 28]
12. **Neutronų aktyvacinės analizės metodas:** metodo esmė, jo privalumai lyginant su cheminės analizės metodais, bandinio aktyvumo priklausomybė nuo laiko aktyvacijos metu (be išvedimo), reikalavimai, kuriuos turi atitikti antrinis nuklidas. [TBF, p. 51 – 54]
13. **Rezerfordo atgalinės sklaidos metodas:** atgalinės sklaidos apibrėžtis ir fizikinis mechanizmas, matavimo geometrijos schema, 180° kampu išsklaidyto jono energijos išraiška (be išvedimo), sklaidos diferencialinio skerspjūvio išraiška (be išvedimo), RAS spektro bendrasis pavidalas ir jo kitimas didėjant tiriamojo bandinio storiui. [TBF, p. 54 – 56]
14. **Dalelių skatintoji rentgeno spinduliuotė:** rentgeno spinduliuotės atsiradimo fizikiniai mechanizmai, Mozlio dėsnis, matavimo geometrijos schema, fotono atsiradimo skerspjūvio priklausomybė nuo krintančiojo protono energijos ir nuo tiriamojo bandinio atominio numerio (tik bendrasis pavidalas), rentgeno fotonų srauto išraiška tiriamųjų atomų skaičiumi bandinyje. [TBF, p. 63 – 66]
15. **Branduolinis magnetinis rezonansas:** branduolio energijos lygmens skilimas esant nuolatiniam magnetiniam laukui (išraiška, be išvedimo), Larmoro precesijos sąvoka, branduolių sistemos sužadinimas kintamuoju skersiniu magnetiniu lauku, branduolinio magnetinio rezonanso signalo formavimas. Molekulių savybių tyrimas branduolinio magnetinio rezonanso metodu: cheminio poslinkio apibrėžtis ir fizikinės priežastys, sukininio ryšio aiškinimas (dviejų sąveikaujančių branduolių energijos lygmenų diagrama esant magnetiniam laukui). [TBF, p. 192 – 196]
16. **Rentgeno ir žymėtųjų atomų kompiuterinė tomografija.** Kompiuterinės tomografijos sąvoka (linijinio integralo apibrėžtis). Rentgeno kompiuterinės tomografijos metodo esmė ir matavimo schema. Vieno fotono emisijos kompiuterinė tomografija ir pozitrono emisijos kompiuterinė tomografija. Įrangos schema. Reikalavimai, kuriuos turi atitikti abiejų šių metodų radioaktyviosios medžiagos, metodų palyginimas (privalumai ir trūkumai). Argumentuotai paaiškinti, kokio fizikinio dydžio linijiniai integralai yra matuojami kiekvienu atveju. [TBF, p. 197 – 201]