



STUDIJŲ DALYKO (MODULIO) APRAŠAS

Dalyko (modulio) pavadinimas	Kodas
Atomo ir elementariųjų dalelių fizika	

Dėstytojas (-ai)	Padalinys (-iai)
Koordinuojantis: doc. Andrius Poškus Kitas (-i):	VU Fizikos fakultetas, Saulėtekio al. 9/III, Vilnius

Studijų pakopa	Dalyko (modulio) tipas
Pirmoji	Privalomasis

Įgyvendinimo forma	Vykdyto laikotarpis	Vykdyto kalba (-os)
Auditorinė	4 semestras	Lietuvių

Reikalavimai studijuojančiajam	
Išankstiniai reikalavimai: Studentas turi būti išklauses „Bendrosios fizikos“ dalyką	Gretutiniai reikalavimai (jei yra):

Dalyko (modulio) apimtis kreditais	Visas studento darbo krūvis	Kontaktinio darbo valandos	Savarankiško darbo valandos
5	140	64	76

Dalyko (modulio) tikslas: studijų programos ugdomos kompetencijos		
<p>Tikslas – įgyti žinių ir gebėjimų, reikalingų suprasti atomo ir branduolio modelius bei šių modelių pagrindu paaiškinti įvairias atomo ir branduolio savybes: atomo elektronų ir branduolio energijos lygmenys ir sluoksniai, atomo ir branduolio sukiny, kvantiniai šuoliai ir atrankos taisyklės, periodinė elementų sistema, branduolio ryšio energija, radioaktyvumas, branduolinės reakcijos; įgyti žinių apie elementariųjų dalelių klasifikavimą ir jų pagrindinius parametrus, kosminės spinduliuotės savybes. Taip pat įgyti praktinių įgūdžių taikant praktinius spektrometrijos metodus.</p>		
Dalyko (modulio) studijų siekiniai	Studijų metodai	Vertinimo metodai
<p>Įgyti žinių apie kvantinės mechanikos dėsnių bei tvermės dėsnių taikymus atomo, branduolio ir elementariųjų dalelių fizikoje.</p> <p>Suprasti ir gebėti paaiškinti teorinius modelius, aprašančius atomų ir branduolių sandarą, jų spinduliuotės spektrus, periodinę elementų sistemą, įvairių tipų radioaktyvumą, branduolinių reakcijų skerspjūvius.</p> <p>Žinoti eksperimentinių atomo ir branduolio fizikos metodų taikymo galimybes; gebėti tirti spinduliuotės spektrą bei jos sugertį ir sklaidą medžiagoje, mokėti įvertinti tokių matavimų paklaidas; tinkamai interpretuoti eksperimentinių tyrimų rezultatus.</p>	<p>Paskaitos, laboratoriniai darbai, savarankiškas darbas.</p>	<p>Apklausa žodžiu - laboratorinių darbų rezultatų analizė. Dalyko pabaigoje – egzaminas raštu.</p>

Temos	Kontaktinio darbo valandos						Savarankiškų studijų laikas ir užduotys	
	Paskaitos	Konsultacijos	Seminarai	Pratybos	Laboratoriniai darbai	Praktika	Visas kontaktinis darbas	Savarankiškas darbas

1. Kvantinės mechanikos atsiradimo istorinės prielaidos. Harmoninio osciliatoriaus energijos diskretumas. Planko hipotezė. Elektromagnetinės spinduliuotės fotoninė teorija. Branduolinis atomo modelis. Rezerfordo tyrimai. Vandenilio atomo spektro linijų dažniai.	1							2	Skaityti literatūrą paskaitos tema
2. Boro postulatai. Boro vandenilio atomo modelis. Bangos-dalelės dvejojumas. Heizenbergo nelygybė Elektronų banginių savybių eksperimentinis patvirtinimas. Banginė funkcija.	1							1	Skaityti literatūrą paskaitos tema
3. Šrėdingerio lygtis ir jos sprendimas paprasčiausiais atvejais: laisvosios dalelės banginė funkcija, tunelinis reiškinys, dalelė be galo gilioje vienmatėje arba trimatėje stačiakampėje potencialo duobėje. Laisvų dalelių būsenų tankis ir banginių funkcijų normavimas.	1,5							2	Skaityti literatūrą paskaitos tema
4. Centriniam jėgų lauke judančios dalelės banginė funkcija ir kvantiniai skaičiai. Judesio kiekio momentas ir jo projekcija. Sferinės harmonikos. Būsenos lyginumo sąvoka. Vandeniliškojo atomo būsenų banginių funkcijų bendrasis pavidalas.	2							2	Skaityti literatūrą paskaitos tema
5. Sukinio kvantiniai skaičiai. Impulso momentų sudėtis. Elektronų pilnutinis judesio kiekio momentas. Elektronų magnetinis momentas. Sukinio ir orbitos sąveika. Elektronų energijos lygmenų skilimas dėl sukinio ir orbitos sąveikos. Sukininė banginė funkcija.	1,5							2	Skaityti literatūrą paskaitos tema
6. Daugiaelektroniniai atomai. Vienodų dalelių sistemos banginė funkcija. Paulio draudimo principas. Daugiaelektronio atomo judesio kiekio momentas ir magnetinis momentas. Helio atomo banginė funkcija ir energijos lygmenys. Elektronų pakaitinė sąveika. Šarminių metalų atomų energijos lygmenys. Elektronų sluoksniai. Periodinė elementų sistema.	2							2	Skaityti literatūrą paskaitos tema
7. Atomų kvantiniai šuoliai. Savaiminiai ir priverstiniai šuoliai. Natūralusis linijos plotis. Kvantinių šuolių atrankos taisyklės. Spektro linijų smulkioji sandara.	1,5							1,5	Skaityti literatūrą paskaitos tema
8. Rentgeno spinduliuotė. Stabdomoji rentgeno spinduliuotė. Būdingoji rentgeno spinduliuotė. Mozlio dėsnis.	1							1,5	Skaityti literatūrą paskaitos tema
9. Atomo branduolio sandara. Nukleonai. Izotopai. Branduolinės jėgos savybės. Branduolio ryšio energijos ir masės defekto apibrėžtys, bendrasis savitosios ryšio energijos priklausomybės nuo atominės masės pavidalas, Veiczekerio formulė.	2							3	Skaityti literatūrą paskaitos tema
10. Lašelinio ir sluoksninio branduolio modelių prielaidos. Protonų ir neutronų sluoksnių sąvoka. Magiškieji skaičiai: termino „magiškieji skaičiai“ fizikinė prasmė, magiškujų skaičių vertės, magiškujų skaičių egzistavimo aiškinimas remiantis sluoksniniu branduolio modeliu.	1,5							2	Skaityti literatūrą paskaitos tema
11. Branduolio sukinio apibrėžtis, jo modulio ir projekcijos galimosios vertės, atskiri atvejai (pilnai ir dalinai užpildyti nukleonų energijos lygmenys), branduolio pagrindinės būsenos sukinio skaičiavimo taisyklės, branduolio nukleonų konfigūracijų žymėjimo taisyklės.	1							1	Skaityti literatūrą paskaitos tema
12. Nukleono ir branduolio magnetinis momentas:	1							1	Skaityti literatūrą

klasikinis elektringosios dalelės orbitinio magnetinio momento ir judesio kiekio momento sąryšis, branduolinio magnetono apibrėžimas, nukleono orbitinis, sukininis ir pilnutinis g faktorius, branduolinis Zėmano efektas.									paskaitos tema
13. Branduolių nestabilumas. Stabilumo srities sąvoka. Pagrindinis radioaktyviojo skilimo dėsnis. Skilimo konstanta, pusėjimo trukmė, vidutinė gyvavimo trukmė. Aktyvumo apibrėžimas, jo matavimo vienetai.	1							1	Skaityti literatūrą paskaitos tema
14. Alfa skilimas: apibrėžtis, pagrindinės savybės, jų aiškinimas, α dalelės ir antrinio branduolio sąveikos energijos apytikslė išraiška ir grafikas, sąryšio tarp alfa skilimo pusamžio ir alfa dalelių energijos išvedimas remiantis kvantinio tuneliavimo modeliu.	1,5							1,5	Skaityti literatūrą paskaitos tema
15. Branduolių gama spinduliuotė, vidinė konversija ir daugiapolė spinduliuotė: branduolių gama spinduliuotės atsiradimo fizikinis mechanizmas, spektro pavidalas, metastabiliųjų būsenų sąvoka, vidinės konversijos apibrėžtis, gama spinduliuotės fotonų klasifikavimas pagal jų daugiapoliškumo eilę, daugiapolių atrankos taisyklės, elektrinių ir magnetinių kvantinių suolių sąvokos.	1,5							1,5	Skaityti literatūrą paskaitos tema
16. Beta skilimas: rūšys, beta dalelių energijos spektro bendrasis pavidalas, beta dalelių impulso spektro pavidalo aiškinimas.	1							1	Skaityti literatūrą paskaitos tema
17. Branduolinės reakcijos ir sąveikos skerspjūvis: branduolinės reakcijos apibrėžimas, sąveikos skerspjūvio apibrėžimas, jo ryšys su sąveikos tikimybe, laisvojo kelio išraiška sąveikos skerspjūviu, makroskopinio sąveikos skerspjūvio apibrėžimas, reakcijos spartos bendroji išraiška, diferencialinio (kampinio) sąveikos skerspjūvio apibrėžimas.	1							1	Skaityti literatūrą paskaitos tema
18. Branduolinių reakcijų pavyzdžiai: tampioji sklaida, tiesioginės reakcijos, tarpinio branduolio reakcijos, rezonansai. Branduolinės reakcijos skerspjūvio klasikinė išraiška, atsižvelgiant į krintančiojo ir taikinio branduolių Kulono stūmą. Dalinių sferinių bangų sąvoka. Didžiausias galimas branduolinių reakcijų, kurias sukelia l -toji dalinė banga, skerspjūvis.	1							1	Skaityti literatūrą paskaitos tema
19. Sunkiųjų elektringųjų dalelių sąveika su medžiaga: stabdymo gebos sąvoka, siekio sąvoka, Betės formulė, stabdymo gebos priklausomybė nuo dalelės kinetinės energijos, stabdymo gebos ir siekio priklausomybė nuo dalelės masės ir krūvio bei nuo stabdančiosios medžiagos. Elektronų sąveika su medžiaga.	1,5							2	Skaityti literatūrą paskaitos tema
20. Gama spinduliuotės sąveika su medžiaga: trijų pagrindinių sąveikos vyksmų apibrėžimas, jų skerspjūvių priklausomybės nuo sugėriklio atominio numerio, kiekvieno vyksmo metu atsirandančių antrinių dalelių energijos ir krintančiojo fotono energijos sąryšis. Gama spinduliuotės intensyvumo priklausomybė nuo sugėriklio storio. Silpimo koeficiento apibrėžtis, masinio silpimo koeficiento sąvoka. Matavimo geometrijos įtaka išmatuotai silpimo koeficiento vertei.	1,5							1,5	Skaityti literatūrą paskaitos tema
21. Neutronų lėtinimas. Neutrono tampriosios	1,5							2	Skaityti literatūrą

sklaidos kinematika. Neutrono energijos po vieno tampriojo susidūrimo su branduoliu skirstinys, kai sklaida yra izotropinė. Neutrono energijos skirstinys po dviejų arba daugiau susidūrimų. Vidutinė logaritminė neutrono energija ir vidutinis logaritminis energijos dekrementas, jo panaudojimas apskaičiuojant susidūrimų skaičių, kuris reikalingas tam, kad sumažinti neutrono energiją iki šiluminės. Neutronų sukeltas radioaktyvumas.								paskaitos tema
22. Branduolių dalijimosi reakcija ir jos energija. Dalijimosi reakcijos skerspjūvis. Neutronų emisija dalijantis sunkiesiems branduoliams. Grandininė branduolių dalijimosi reakcija. Neutronų lėtikliai. Neutronų ciklas šiluminių neutronų reaktoriuje.	1						1,5	Skaityti literatūrą paskaitos tema
23. Branduolių sintezė. Branduolių sintezės reakcijos energija, skerspjūvis ir sparta. Lousono kriterijus. Magnetinis plazmos išlaikymas. Tokamako veikimo principas.	1						1,5	Skaityti literatūrą paskaitos tema
24. Elementariosios dalelės. Pagrindinės sąveikos. Elementariųjų dalelių klasifikavimas. Spalvinis krūvis. Hadronai. Izosukinys ir „aromato“ kvantiniai skaičiai. Barioninis ir leptoninis krūvis. Antidalelės. Tvermės dėsniai elementariųjų dalelių fizikoje. Dalelių virsmai. Feinmano diagramos.	1,5						1,5	Skaityti literatūrą paskaitos tema
Kiekvienas studentas atlieka po 6 laboratorinius darbus iš šio sąrašo: 1. Fotoefekto tyrimas ir Planko konstantos matavimas 2. Franko ir Herco bandymas 3. Elektronų sukininio rezonanso tyrimas 4. Įvairių medžiagų būdingosios rentgeno spinduliuotės tyrimas 5. Dalelių skaičiavimo statistinių dėsnų tyrimas 6. Geigerio ir Miulerio skaitiklio tyrimas 7. Komptono efekto tyrimas 8. Dirbtinio radioaktyvumo tyrimas 9. Alfa ir beta dalelių sugerties medžiagoje tyrimas 10. Gama spindulių sugerties medžiagoje tyrimas 11. Alfa dalelių energijos matavimas puslaidininkiniu detektoriumi 12. Beta dalelių energijos spektro matavimas magnetiniu spektrometru				32			38	Skaityti laboratorinio darbo metodikos aprašą ir literatūrą laboratorinio darbo tema. Pagal pateiktus reikalavimus parengti darbo aprašą.
Iš viso	32			32		64	76	

Vertinimo strategija	Svoris proc.	Atsiskaitym o laikas	Vertinimo kriterijai
Laboratoriniai darbai (L)	50	4-16 semestro savaitės	Atliktas laboratorinis darbas, tačiau yra klaidų matuojant ir analizuojant matavimo duomenis, netvarkingai apiformintas aprašas, neatsakyta į klausimus - 5 (silpnai) Atliktas laboratorinis darbas, tiksliai įvykdytos instrukcijos matavimo metu, tačiau yra klaidų analizuojant matavimo duomenis, netvarkingai apiformintas aprašas, neatsakyta į klausimus - 6 (patenkinamai) Atliktas laboratorinis darbas, nėra klaidų matuojant ir analizuojant matavimo duomenis, sutvarkytas aprašas, tačiau neatsakyta į klausimus - 7 (vidutiniškai)

			Atliktas laboratorinis darbas, nėra klaidų matuojant ir analizuojant matavimo duomenis, sutvarkytas aprašas ir atsakytas 1 klausimas - 8 (gerai) Atliktas laboratorinis darbas, nėra klaidų matuojant ir analizuojant matavimo duomenis, sutvarkytas aprašas ir atsakyti 2 klausimai - 9 (labai gerai) Atliktas laboratorinis darbas, nėra klaidų matuojant ir analizuojant matavimo duomenis, sutvarkytas aprašas ir atsakyti 3 klausimai - 10 (puikiai)
Galutinis vertinimas	50	Egzaminų sesija	Dešimtbalė kaupiamoji vertinimo schema. Galutinis įvertinimas lygus 0,5 E + 0,5 L, čia „E“ yra pažymys už atsakymą į du egzamino klausimus, o „L“ yra laboratorinių darbų pažymių vidurkis.

Autorius	Leidimo metai	Pavadinimas	Periodinio leidinio Nr. ar leidinio tomas	Leidimo vieta ir leidykla ar internetinė nuoroda
Privaloma literatūra				
A. Poškus	2014, 2018	Atomo ir branduolio fizikos paskaitų konspektai		http://web.vu.lt/ff/a.poskus/af-paskaitu-konspektai/
Papildoma literatūra				
J. Lilley	2001	Nuclear Physics: Principles and Applications		New York: John Wiley & Sons
K. S. Krane	1988	Introductory Nuclear Physics		New York: John Wiley & Sons
G. F. Knoll	2000	Radiation Detection and Measurement. 3rd Edition.		New York: John Wiley & Sons
T. K. Gaisser	1990	Cosmic Rays and Particle Physics		Cambridge: University Press
A. Poškus	2008	Atomo fizika ir branduolio fizikos eksperimentiniai metodai		Vilniaus universiteto leidykla