

Atomo ir elementariųjų dalelių fizikos egzamino klausimai (2021 – 2022 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 ir iš kiekvienos jų reikės ištraukti po vieną bilietą. Pirmoje grupėje yra klausimai Nr. 1 – 14, o antroje grupėje – klausimai Nr. 15 – 28. Klausimai bilietuose bus užrašyti taip pat kaip toliau (tačiau be puslapių numerių). Egzamino metu bus galima naudotis formulių sąrašu. Jame bus pateiktos tik formulės (be jokių paaiškinimų). Formulių sąrašė 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). **Užrašius formulę, būtinai reikia paaiškinti visus joje esančius žymėjimus, kurie nebuvo paaiškinti ankstesnėje atsakymo dalyje.**

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

Šiame klausimų sąrašė po kiekvieno klausimo yra pateiktos ir nuorodos (su puslapių numeriais) į PDF failus, kurie yra įkelti į tinklalapį <http://web.vu.lt/ff/a.poskus/af-paskaitu-konspektai/>. Nuorodose yra vartojamos šios santrumpos:

AEDF – „Atomo ir elementariųjų dalelių fizikos“ paskaitų konspektas (failas http://web.vu.lt/ff/a.poskus/files/2020/02/Atomo_fizika_pav.pdf),

AF – pirmieji šeši skyriai iš vadovėlio „Atomo fizika ir branduolio fizikos eksperimentiniai metodai“ (failas http://web.vu.lt/ff/a.poskus/files/2014/09/Atomo_fizika.pdf),

BF – “Branduolio fizikos” paskaitų medžiaga (failas http://web.vu.lt/ff/a.poskus/files/2014/11/Branduolio_fizika4.pdf),

EDKS – paskaitų apie elementariąsias daleles ir kosminius spindulius medžiaga (failas <http://web.vu.lt/ff/a.poskus/files/2018/11/Elementariosios-daleles-ir-kosminiai-spinduliai.pdf>).

1. Bendroji šiluminės spinduliuotės energijos spektrinio tankio išraiška (naudojant vidutinę stovinčiosios elektromagnetinės bangos energiją $\langle E_\lambda \rangle$). $\langle E_\lambda \rangle$ išraiška pagal klasikinę fiziką. Harmoninio osciliatoriaus energijos diskretumas. Planko hipotezė ir iš jos išplaukianti $\langle E_\lambda \rangle$ išraiška. Planko spinduliavimo dėsnis. Elektromagnetinės spinduliuotės fotoninė teorija. [AEDF, p. 1 – 3] [AF, p. 10 – 12]
2. Boro postulatai. Boro vandenilio atomo modelis. Vandenilio atomo elektrono orbitų spindulių ir energijos lygmenų apskaičiavimas pagal Boro modelį. [AEDF, p. 6 – 10] [AF, p. 18 – 23]
3. Bangos-dalelės dvejopumas. Heizenbergo nelygybė. Elektronų banginių savybių eksperimentinis patvirtinimas. Banginė funkcija ir jos statistinė samprata. [AEDF, p. 11 – 13] [AF, p. 25 – 32]
4. Nenuostovioji ir nuostovioji Šrėdingerio lygtys. Standartinės sąlygos, kurias turi atitikti banginė funkcija. Dalelių srauto tankio bendroji išraiška pagal Šrėdingerio lygtį (su išvedimu). [AEDF, p. 14 – 15] [AF, p. 33 – 35]
5. Laisvosios dalelės banginė funkcija, tunelinis reiškinys. Potencialo barjero skaidris. [AEDF, p. 15 – 17] [AF, p. 37 – 38, 41 – 43]
6. Dalelė be galo gilioje vienmatėje arba trimatėje stačiakampėje potencialo duobėje (vienmačiu atveju reikia išvesti energijos lygmenų ir banginės funkcijos išraiškas). [AEDF, p. 17 – 19] [AF, p. 43, 46 – 48]
7. Centriniamė jėgų lauke judančios dalelės kvantiniai skaičiai. Judesio kiekio momentas ir jo projekcija. Sferinės harmonikos. Būsenos lyginumo sąvoka. Vandeniliškojo atomo elektrono banginių funkcijų lyginumas. [AEDF, p. 25 – 28] [AF, p. 61 – 66]
8. Sukinio kvantiniai skaičiai. Impulso momentų sudėtis. Elektrono pilnutinis judesio kiekio momentas. Elektrono magnetinis momentas. [AEDF, p. 30 – 32] [AF, p. 23 – 24]
9. Sukinio ir orbitos sąveika. Elektrono energijos lygmenų skilimas dėl sukinio ir orbitos sąveikos (su išvedimu). Sukininė banginė funkcija. [AEDF, p. 32 – 34] [AF, p. 67 – 73]
10. Vienodų dalelių sistemos banginė funkcija. Paulio draudimo principas. Daugiaelektronio atomo judesio kiekio momentas (atomo elektronų impulsų momentų sudėties būdai, multiplėtiškumas). [AEDF, p. 35 – 37] [AF, p. 79 – 81] [AF, p. 86 – 87]
11. Savaiminiai ir priverstiniai kvantiniai šuoliai. Spinduliuotės linijos forma. Natūralusis linijos plotis. Atomo kvantinių šuolių atrankos taisyklės. Atomų spektro linijų smulkioji sandara. [AEDF, p. 49 – 52] [AF, p. 97 – 98] [AF, p. 104 – 108]

12. Stabdomoji rentgeno spinduliuotė. Būdingoji rentgeno spinduliuotė. Mozlio dėsnis (jo aiškinimas pagal Boro teoriją). [[AEDF, p. 53 – 55](#)] [[AF, p. 109 – 116](#)]
13. Branduolio sandara. Izotopai. Branduolinės jėgos savybės. Branduolio masė ir ryšio energija. Veiczekerio formulė, jos dėmenų fizikinė prasmė. [[AEDF, p. 56 – 59](#)] [[BF, p. 9 – 13](#)]
14. Sluoksninis branduolio modelis. „Magiškieji skaičiai“. Nukleono energijos lygmenų skilimas dėl sukinio ir orbitos sąveikos (su išvedimu). Branduolio sukinys. Pagrindinės būsenos branduolio sukinio apskaičiavimo taisyklės. [[AEDF, p. 60 – 63, 65](#)] [[AEDF, p. 33](#)] [[BF, p. 18](#)] [[BF, p. 32 – 38](#)]
15. Radioaktyvumo sąvoka. Pagrindinis radioaktyviojo skilimo dėsnis. [[AEDF, p. 69 – 71](#)]
16. Alfa skilimas (pagrindinės savybės, Geigerio ir Netolo dėsnio išvedimas). [[AEDF, p. 72 – 74](#)] [[BF, p. 48 – 52](#)]
17. Gama spinduliavimas, vidinė konversija, vidinis porų kūrimas. Metastabiliosios būsenos, anihiliacinė spinduliuotė. Beta skilimas (apibrėžimas, spektro pavidalas ir jo aiškinimas be išvedimo). [[AEDF, p. 75](#)] [[AEDF, p. 82 – 86](#)] [[BF, p. 53 – 54](#)] [[BF, p. 78 – 82](#)]
18. Branduolinės reakcijos sąvoka. Reakcijos (sąveikos) skerspjūvio ir diferencialinio sąveikos skerspjūvio sąvokos. Skerspjūvio adityvumas. Vidutinio laisvojo kelio ir reakcijos spartos išraiškos sąveikos skerspjūviu (su išvedimu). [[AEDF, p. 92 – 93](#)] [[BF, p. 92 – 95](#)]
19. Branduolinių reakcijų rūšys ir pavyzdžiai (tamprioji sklaida, tiesioginės reakcijos, tarpinio branduolio reakcijos, rezonansai). Branduolio matmenų nustatymas pagal alfa dalelių tampriosios sklaidos matavimo duomenis. [[AEDF, p. 93 – 96](#)] [[BF, p. 95 – 100](#)]
20. Klasikinė branduolinės reakcijos skerspjūvio išraiška atsižvelgiant į Kulono stūmą. Dalinių sferinių bangų sąvoka. [[AEDF, p. 98 – 100](#)] [[BF, p. 103 – 107](#)]
21. Sunkiųjų elektringųjų dalelių sąveika su medžiaga (stabdomo gebos formulės išvedimas). Elektronų sąveika su medžiaga. [[AEDF, p. 101 – 103](#)] [[AEDF, p. 106 – 107](#)] [[BF, p. 133 – 136](#)] [[BF, p. 141 – 143](#)]
22. Gama spinduliuotės sąveika su medžiaga (trys pagrindiniai sąveikos tipai, eksponentinio silpimo dėsnio išvedimas, silpimo koeficientas). [[AEDF, p. 108 – 110](#)] [[BF, p. 144 – 148](#)]
23. Branduolio dalijimosi metu išsiskirianti energija (paaiškinti sąlygas, kurios reikalingos, kad dalijimasis būtų energiškai naudingas). Urano izotopų ^{235}U ir ^{238}U dalijimosi reakcijos skerspjūvių palyginimas. Momentiniai ir vėluojantieji neutronai. Reikalavimai neutronų lėtikliams branduoliniuose reaktoriuose. [[AEDF, p. 116 – 119](#)] [[AEDF, p. 120](#)] [[BF, p. 160 – 163](#)] [[BF, p. 164 – 165](#)]
24. Neutronų ciklas šiluminių neutronų reaktoriuje, neutronų daugėjimo faktoriaus apibrėžtis ir jo išraiška keturių daugiklių sandauga (paaiškinti kiekvieno daugiklio fizikinę prasmę ir užrašyti mažiausiai dviejų daugiklių išraiškas). [[AEDF, p. 120 – 122](#)] [[BF, p. 165 – 168](#)]
25. Branduolių sintezės reakcijos šiluma. Branduolių sintezės reakcijos produktų kinetinė energija, reakcijos skerspjūvio priklausomybė nuo greičio (be išvedimo, tačiau su kokybiniu paaiškinimu). [[AEDF, p. 123 – 126](#)] [[BF, p. 182 – 184](#)]
26. Branduolių sintezės reakcijos spartos priklausomybė nuo temperatūros (grafikas ir paaiškinimai). Lousono kriterijus (su išvedimu). [[AEDF, p. 126 – 129](#)] [[BF, p. 184 – 187](#)]
27. Pagrindinės sąveikos, jų stiprumo ir veikimo atstumo palyginimas (pavyzdys – dviejų protonų sąveika). Elementariųjų dalelių klasifikavimas pagal sukinį. Elementariųjų fermionų klasifikavimas pagal dalyvavimą stipriojoje sąveikoje. Išvardyti visus elementariusius fermionus ir nurodyti, kurie iš jų sudaro stabiliąją materiją. Spalvinio krūvio sąvoka. Būdai, kuriais galima gauti „bespalvę“ („baltą“) dalelę (mezonų ir barionų apibrėžtys). Kvarkus apibūdinantys kvantiniai skaičiai (nurodant jų vertes kiekvienam kvarkui). Barioninio ir leptoninio krūvių apibrėžtys. Hadrono elektros krūvio bendroji išraiška. Antidalelės apibrėžtis. [[AEDF, p. 131 – 135, 137 – 138](#)] [[EDKS, p. 3 – 9](#)]
28. Izomultiplėto narių skaičiaus išraiška izosukiniu. Izosukinio ir jo projekcijos apskaičiavimas pagal hadrono sudėtį. Paaiškinti, kodėl vienodos sudėties hadronai gali priklausyti skirtingiems izomultiplėtams (t. y. būti skirtingos dalelės). Tvermės dėsniai elementariųjų dalelių fizikoje (trys tvermės dėsnų grupės). Dalelių sklaidos metodo aiškinimas. Tiriamosios erdvės srities matmenų ir susiduriančių dalelių energijos sąryšis (su išvedimu). Dalelių virsmų tipai. Požymiai, pagal kuriuos galima nustatyti sąveiką, dėl kurios įvyko hadrono skilimas. [[AEDF, p. 138 – 141](#)] [[EDKS, p. 10 – 13](#)]