



# 2004 METŲ FIZIKOS VALSTYBINIO BRANDOS EGZAMINO REZULTATŲ KOKYBINĖ ANALIZĖ

Saulė Vingelienė

## KOKYBINĖS ANALIZĖS TIKSLAI, UŽDAVINIAI, ŠALTINIAI

Fizikos valstybinio brandos egzamino tikslas – patikrinti ir įvertinti mokinių fizikos žinias ir gebėjimus. Fizikos valstybinio brandos egzamino rezultatų kokybinės analizės **tikslai**:

- padėti mokytojams ir mokiniams geriau suprasti fizikos mokymosi tikslus ir uždavinius;
- parodyti, kokie gebėjimai buvo tikrinami valstybinio fizikos egzamino užduotimi;
- nustatyti, kokias žinias ir gebėjimus mokiniai parodo egzaminų metu ir kokių jiems dar labai trūksta;
- pateikti rekomendacijas ugdymo procesui tobulinti.

Kokybinės analizės **uždaviniai**:

- išanalizuoti egzamino užduoties ir egzamino programos santykį;
- įvardyti tikrinamus gebėjimus;
- išsiaiškinti galimas klaidų priežastis;
- padaryti išvadas ir pateikti rekomendacijas.

Rengiant šią dalykinę analizę, buvo remtasi 2004 m. statistine fizikos valstybinio brandos egzamino užduoties analize, peržiūrėta daug darbų iš reprezentatyvios visų egzaminą laikusių mokinių darbų imties.

Pateikiant komentarus, vartojami šie uždavinius apibūdinantys terminai: *uždavinio sunkumas, uždavinio skiriamoji geba, uždavinio koreliacija su visa užduotimi*.

## TIKRINAMŲ GEBĖJIMŲ APIBŪDINIMAS

2004 m. fizikos valstybinio brandos egzamino metu buvo tikrinamos mokinių žinios ir supratimas bei problemų sprendimo gebėjimai pagal šešias fizikos temas: mechanika, molekulinė fizika, elektrodinamika, svyravimai ir bangos, modernioji fizika, astronomija. Astronomijos žinios buvo tikrinamos pirmą kartą.

Mokiniai parodė savo fizikos **žinių ir supratimo** lygį gebėdami:

- a) prisiminti faktus, dėsnius, terminus, fizikinius dydžius, modelius, metodus ir simbolius;
- b) atlikti paprasčiausius standartinius skaičiavimus tinkamu tikslumu, gauti rezultato fizikinio dydžio vienetus, atlikti paprasčiausius formulių pertvarkymus;
- c) pateikti fizinių modelių, sąvokų, metodų ir taikymų aprašymą (apibrėžimą, apibūdinimą).

Mokiniai parodė savo **problemų sprendimo** lygį gebėdami:

- a) atrinkti ir pateikti reikiamą informaciją (duomenis ir dėsnius) – pritaikyti daugiau kaip du dėsnius, įvertinti, ar pakanka duomenų rezultatams interpretuoti;
- b) apdoroti skaitinę ir grafinę informaciją – atlikti formulių pertvarkymus, operuoti vektorių projekcijomis, braižyti ir analizuoti grafikus;
- c) daryti ir tikrinti išvadas, numatyti įvykių eigą remdamiesi turima informacija, aiškinti reiškinius taikydami dėsnius, pagrįsti išvadas, atmesti tikėtinas, bet neteisingas prielaidas.

2004 m. fizikos valstybinio brandos egzamino rengimo grupė parengė dvi egzamino užduotis ir vertinimo instrukcijas (pagrindinė ir pakartotinė sesijos). Užduotys buvo rengiamos remiantis 2004-2005 m. fizikos brandos egzamino programoje pateikta valstybinio egzamino matrica, ankstesnių egzaminų patirtimi ir rezultatais, mokytojų siūlymais.

Buvo stengiamasi, kad užduotys atitiktų realius moksleivių pasiekimus ir didžioji dauguma egzaminą pasirinkusiųjų gautų teigiamus įvertinimus. Pateikiame užpildytą pagrindinės sesijos valstybinio egzamino matricą



(1 lentelė). Pirmoje skiltyje skliaustuose nurodyta, kiek procentų taškų yra skirta konkrečiai egzamino programos temai, paskutinėje skiltyje skliaustuose – kiek procentų šios temos taškų sudaro žinių ir supratimo klausimai.

Mechanikai egzamino užduotyje buvo skirti 8 klausimai su pasirenkamaisiais atsakymais ir du kompleksiniai uždaviniai. Už atsakymus į šios dalies klausimus buvo galima surinkti 26 taškus – egzamino matricoje numatytos ribos nuo 25 iki 30 taškų.

Molekulinei fizikai egzamino užduotyje skirta 12 taškų (programoje ribos nuo 10 iki 15 taškų), 3 iš jų – už klausimus su pasirenkamaisiais atsakymais. 9 taškus buvo galima surinkti už kompleksinį molekulinės fizikos uždavinį.

Elektrodinamikos užduotį sudarė 6 klausimai su pasirenkamaisiais atsakymais ir vienas kompleksinis uždavinys (už jį buvo galima surinkti 16 taškų). Iš viso elektrodinamikai skirta 22 taškai (programoje numatyta nuo 20 iki 25 taškų).

Svyravimų ir bangų temos žinias tikrino du kompleksiniai uždaviniai (19 taškų) ir 7 klausimai su pasirenkamaisiais atsakymais. Iš viso už atsakymus į šios egzamino temos klausimus buvo galima surinkti 26 taškus (programoje numatyta nuo 25 iki 30 taškų).

Už moderniosios fizikos klausimus buvo galima surinkti 12 taškų: 8 – už kompleksinį uždavinį, 4 – už klausimus su pasirenkamaisiais atsakymais (programoje ribos nuo 10 iki 15 taškų).

Naujai įtrauktai į fizikos brandos egzaminą astronomijos temai programoje skirta nuo 2 iki 5 taškų. Užduotyje jai buvo skirti du klausimai su pasirenkamaisiais atsakymais.

Kokiai temai ir kokiems gebėjimams tikrinti skirti konkretūs klausimai, pateikta 1 lentelėje. Valstybinio fizikos brandos egzamino matricoje yra numatytas žinių ir supratimo bei problemų sprendimo gebėjimus tikrinančių užduočių taškų procentinis santykis 50:50. Užduoties rengimo grupė šio santykio laikėsi ne tik visai užduočiai, bet ir kiekvienai temai atskirai.

1 lentelė. 2004 m. fizikos valstybinio brandos egzamino matrica

Temos	Klausimai		% (žs)
	žinių ir supratimo (žs)	problemų sprendimo	
Mechanika (25–30 proc.)	I dalis – 1, 3, 5 (3 taškai)	I dalis – 2, 4, 6, 7, 8 (5 taškai)	26 (13)
	II dalis – 1.2, 1.4, 2.1, 2.2, 2.3, 2.5 (10 taškų)	II dalis – 1.1, 1.3, 2.4 (8 taškai)	
Molekulinė fizika (10–15 proc.)	I dalis – 11 (1 taškas)	I dalis – 9, 10 (2 taškai)	12 (6)
	II dalis – 3.1, 3.2, 3.3, 3.6 (5 taškai)	II dalis – 3.4, 3.5 (4 taškai)	
Elektrodinamika (20–25 proc.)	I dalis – 12, 13, 17 (3 taškai)	I dalis – 14, 15, 16 (3 taškai)	22 (11)
	II dalis – 4.1, 4.3, 4.4, 4.7, 4.9, 4.10 (8 taškai)	II dalis – 4.2, 4.5, 4.6, 4.8 (8 taškai)	
Svyravimai ir bangos (25–30 proc.)	I dalis – 21 (1 taškas)	I dalis – 18, 19, 20, 22, 23, 24 (6 taškai)	26 (13)
	II dalis – 5.1, 5.2, 5.3, 5.5, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 (12 taškų)	II dalis – 5.4, 5.6, 6.5, 6.6 (7 taškai)	
Modernioji fizika (10–15 proc.)	I dalis – 25, 26, 27, 28 (4 taškai)	II dalis – 7.3, 7.4, 7.5 (6 taškai)	12 (6)
	II dalis – 7.1, 7.2 (2 taškai)		
Astronomija (2–5 proc.)	I dalis – 30 (1 taškas)	I dalis – 29 (1 taškas)	2 (1)
Iš viso	50	50	100



## EGZAMINO UŽDUOTIES MOKINIŲ ATSAKYMŲ PIRMOSIOS DALIES ANALIZĖ

Egzamino užduoties I dalyje buvo 30 klausimų su pasirenkamaisiais atsakymais. 13 klausimų buvo skirti žinioms ir supratimui, 17 – problemų sprendimo gebėjimams tikrinti (žr. 1 lentelę). 2 lentelėje I egzamino dalies klausimai suskirstyti pagal sunkumą remiantis statistine fizikos valstybinio brandos egzamino užduoties analize.

2 lentelė. Fizikos valstybinio brandos egzamino užduoties I dalies klausimų sunkumas

<b>K l a u s i m a i</b>				
<b>labai sunkūs (iki 20 proc.)</b>	<b>sunkūs (nuo 20 iki 40 proc.)</b>	<b>optimalaus sunkumo (nuo 40 iki 60 proc.)</b>	<b>lengvi (nuo 60 iki 80 proc.)</b>	<b>labai lengvi (daugiau kaip 80 proc.)</b>
27	9, 14, 15, 17, 19, 30	3, 6, 7, 8, 10, 11, 20, 21, 23, 24, 26, 28	1, 2, 4, 5, 13, 16, 18, 22, 25	12, 29
1 klausimas	6 klausimai	12 klausimų	10 klausimų	1 klausimas

Mokiniais sunkūs buvo septyni klausimai (žr. 2 lentelę), trys iš jų tikrino žinias ir supratimą, keturi – problemų sprendimo gebėjimus. Iš jų labai sunkus klausimas (žinių ir supratimo), į kurį atsakė mažiau kaip 20 proc. mokinių, buvo vienas. Šis klausimas, manau, mokiniams buvo sunkus todėl, kad duomenys jame buvo pateikti ne tik simboliais, bet ir tekstu.

Aštuoni mechanikos klausimai su pasirenkamaisiais atsakymais mokiniams nebuvo sunkūs: 4 – optimalaus sunkumo, 4 – lengvi. Tai rodo, kad daugumos valstybinį fizikos egzaminą laikusių mokinių mechanikos žinios yra geros.

**1 klausimas** tikrino mokinių gebėjimus apskaičiuoti vidutinį greitį ir vienus matavimo vienetus paversti kitais. Daugumai mokinių ši užduotis buvo lengva. Jie suprato, kad į nueito kelio dydį reikia įskaičiuoti traukinio ilgį ir neklydo minutes paversdami sekundėmis. Vis dėlto ketvirtadalis mokinių klydo. Jie nesuprato, ką reikia laikyti nueitu keliu, todėl *nueitu keliu* vieni laikė tilto ilgį, kiti – traukinio ilgį, treči ėmė jų skirtumą.

**2 klausimas** tikrino, kaip mokiniai geba iš greičio grafiko nustatyti pagreitį, kaip supranta vektoriaus modulio sąvoką. Trys ketvirtadaliai mokinių šią užduotį atliko gerai. Likusieji nesuprato, kad lyginant vektorių modulius nereikia atsižvelgti į ženklą. Dešimtadalis mokinių išvis nesuprato pagreičio sąvokos arba neatidžiai skaitė sąlygą – jie nurodė, kad pagreitis didžiausias tuomet, kai greitis nekinta.

**3, 6 ir 7 klausimai** tikrino, kaip mokiniai supranta jėgą, moka taikyti antrąjį Niutono dėsnį. 3 klausimas tikrino žinias ir supratimą, kiti du – problemų sprendimo gebėjimus. 3 klausimas tikrino kaip mokiniai supranta jėgos poveikį kūno greičiui ir pagreičiui. Iš mechanikos klausimų su pasirenkamaisiais atsakymais šis klausimas mokiniams buvo sunkiausias. Beveik pusė egzaminą laikusių mokinių mano, kad veikianti jėga lemia greičio dydį ar kryptį. Tai rodo, kad nemažai mokinių menkai tesupranta antrąjį Niutono dėsnį, nemoka jo taikyti. Tą patvirtina ir atsakymai į 6 klausimą – tik šiek tiek daugiau nei pusė mokinių teisingai pritaikė antrąjį Niutono dėsnį vertikaliai žemyn pagreičiu  $a$  besileidžiančiam kūnui. 7 klausimas tikrino ne tik tai, kaip jėga susieta su pagreičiu, bet ir jėgos bei pagreičio kaip vektorių supratimą – reikėjo sudėti statmenus vektorius. Panašūs visų trijų klausimų atsakymų rezultatai leidžia teigti, kad supratimo ir gebėjimų taikyti antrąjį Niutono dėsnį mokiniams dar trūksta.

**4 klausimas** tikrino, ar mokiniai supranta, kokie faktoriai lemia judančio kūno stabdymo laiką. Dauguma mokinių supranta, kad stabdymo laikas priklauso nuo trinties koeficiento ir nuo kūno pradinio greičio. Stebina tai, kad beveik 7 proc. mokinių galvoja, jog stabdymo laikas priklauso tik nuo trinties koeficiento, o nuo pradinio kūno greičio nepriklauso. Šios žinios nėra tik akademinės. Jos kasdien pritaikomos gatvėje, ypač stabdymo laiko priklausomybė nuo greičio. Stabdymo laiko, stabdymo kelio priklausomybei nuo įvairių faktorių mokytojai turi skirti ypač daug dėmesio.

**5 klausimas** tikrino, ar mokiniai žino ir supranta kūnų plūduriavimo sąlygą. Dauguma mokinių žino, kad plūduriuojantį kūną veikianti Archimedo jėga lygi jo sunkiui. Dalį mokinių suklaidino tai, kad sąlygoje buvo pasakyta, jog kamuolys plūduriuoja paniręs iki pusės. Bandydami tai pritaikyti, mokiniai kamuolio sunkį gavo dvigubai didesnę ar mažesnę už tikrąją. Šiuo atveju taikant plūduriavimo sąlygą visai nesvarbu, kuri kamuolio dalis panirusi. Šis klausimas – tai klausimas su papildomais duomenimis, kurių sprendimui nereikia. Tradiciškai tokių klausimų mokykloje nedaug, todėl mokiniai ir bandė pritaikyti visus duomenis.

**8 klausimas** tikrino, kaip mokiniai geba taikyti momentų taisyklę. Atsakymų pasirinkimai dar kartą patvirtina, kad daliai mokinių trūksta klausimo skaitymo ir supratimo gebėjimų. Jie pasirinko atsakymą, kad jėgos dydis priklausys nuo krypties. Taip būtų, jeigu nebūtų prašoma rasti mažiausią jėgą. Mažiausia jėga gali būti tik viena. Dalis mokinių išvis nesupranta jėgos momento sąvokos. Jie pasirinko atsakymą, kad mažiausia jėga lygi rąstą veikiančiai sunkio jėgai.



Molekulinei fizikai I dalyje buvo skirti 3 klausimai (9–11) su pasirenkamaisiais atsakymais: vienas buvo sunkus, kiti du – optimalaus sunkumo.

Mokiniam buvo sunkus **9 klausimas**, tikrinantis izoprocesų supratimą bei gebėjimą taikyti Šarlio dėsnį. Dėsnio tarp egzamino užduotyje pateiktų formulių nėra. Mokiniai turėjo jį arba atsiminti, arba pagal proceso pavadinimą nustatę, koks dydis yra pastovus, gauti jį iš idealiųjų dujų būsenos lygties. Dauguma mokinių (72 proc.) šį žingsnį atliko teisingai. Toliau reikėjo temperatūrą, išreikštą Celsijaus laipsniais, paversti absoliutinės skalės temperatūra ir taikyti dėsnį. Abu žingsnius teisingai atliko tik kiek daugiau nei trečdalis mokinių. Kiti tik taikė Šarlio dėsnį. Tai rodo, kad mokant(is) per mažai dėmesio skiriama absoliutinės temperatūros sampratai. Nemažas atsakymą C pasirinkusiųjų procentas (žr. statistinę analizę) dar kartą patvirtina, kad dalis mokinių klausimus skaito neatidžiai – klausiami kiek kartų, o jie pasirenka skirtumą.

**10 klausimas** tikrino, kaip mokiniai supranta santykinę oro drėgmę ir jos matavimo prietaiso psichrometro veikimą. Norėdami teisingai atsakyti į klausimą, mokiniai turėjo žinoti psichrometro veikimo principą ir suprasti, ką reiškia 100 proc. santykinė oro drėgmė. Šiuos gebėjimus parodė tik pusė mokinių. Kiti arba nesupranta psichrometro veikimo principo (14 proc.), arba nesuvokia, ką reiškia 100 proc. santykinė oro drėgmė.

**11 klausimas** tikrino mokinių gebėjimus taikyti pirmąjį termodinamikos dėsnį. Pagal statistinę analizę atsakymų pasirinkimai rodo, kad dauguma mokinių (86 proc.) šį dėsnį moka, bet dalis nesugeba pritaikyti praktikoje. Jie nesupranta, kad dujoms atliekant darbą jų vidinė energija mažėja.

Elektrodinamikai I dalyje buvo skirti 6 klausimai (12–17) su pasirenkamaisiais atsakymais: trys buvo sunkūs, du – lengvi, vienas – labai lengvas.

**12 klausimas** tikrino, kaip mokiniai supranta kūnų įsielektrinimą. Šis klausimas mokiniams buvo labai lengvas. Tai rodo, kad mokiniai gerai supranta kūnų įsielektrinimo reiškinį. Tie, kurie į klausimą atsakė neteisingai, valstybinį fizikos egzaminą, matyt, rinkosi atsitiktinai.

**13 klausimas**, kuris tikrino, ar mokiniai geba taikyti dviejų taškinių krūvių sąveiką aprašantį Kulono dėsnį, mokiniams buvo lengvas. Galima pasidžiaugti, kad 80 proc. mokinių žino, jog krūvių sąveikos jėgą galima sumažinti didinant atstumą tarp krūvių. Gaila tik, kad dalis jų pamiršo, jog jėgos dydis atvirkščiai proporcingas ne atstumui, o atstumo kvadratui, ir suklydo pasirinkdami atsakymą.

**14 klausimas**, skirtas problemų sprendimo gebėjimams tikrinti, mokiniams buvo sunkus. Reikėjo atsakyti, kaip pakis galia pakeitus šaltinio įtampą. Dauguma (87 proc.) suprato, kad sumažinus šaltinio įtampą galia taip pat sumažės, tačiau dalis klydo apskaičiuodami, kiek kartų sumažės. Jie taikė pagrindinę galios formulę  $P = IU$  ir manė, kad, įtampai sumažėjus 2 kartus galia taip pat sumažės du kartus. Jie pamiršo, kad srovės stipris taip pat priklauso nuo įtampos, ir į tai neatsižvelgė. Tik kiek mažiau nei ketvirtadalis mokinių šią užduotį atliko teisingai. Tai rodo, kad daugeliui mokinių dar trūksta gebėjimų atrinkti, kurie elektros laidininkus apibūdinantys dydžiai yra pastovūs, ir pasirinkti teisingą jų sąryšį.

**15 klausimas** mokiniams buvo netradicinis. Jis, kaip ir 14, tikrino problemų sprendimo gebėjimus ir buvo sunkus mokiniams. Reikėjo taikyti ne tik elektrodinamikos, bet ir mechanikos žinias. Mokiniai turėjo pritaikyti antrąjį Niutono dėsnį vienalyčiame magnetiniame lauke apskritimu judančiai elektringajai dalelei, Lorencio jėgos ir kūno judesio kiekio išraiškas (jos yra tarp egzamino užduoties formulių) bei gebėti išsireikšti. Šią užduotį buvo galima atlikti ir prisiminus kaip apskaičiuojamas apskritimo, kuriuo vienalyčiame magnetiniame lauke juda elektringoji dalelė spindulys ir judesio kiekis. Didelis neteisingų atsakymų procentas rodo, kad dauguma mokinių užduotį atlikti bandė antruoju būdu. Mokiniai klydo, nes apskritimo spindulio formulė yra sudėtinga, ją sunku atsiminti. Tai dar kartą patvirtina, kad mechanine atmintimi pagrįstas mokymasis yra nenaudingas. Atliekant užduotį pirmuoju būdu, tereikėjo suprasti procesą ir žinomus sąryšius gebėti taikyti nestandartinėje situacijoje.

**16 klausimas** tikrino mokinių gebėjimus suprasti kondensatoriaus talpos priklausomybę nuo dielektrinės skvarbos ir nustatyti nuosekliai sujungtų kondensatorių talpą. Nors ir reikėjo atlikti kelis žingsnius norint gauti teisingą atsakymą, šis klausimas mokiniams buvo lengvas. Penktadalis mokinių pasirinko lygiagrečiai sujungtų kondensatorių talpos formulę, kiti blogai apskaičiavo pakitusią kondensatoriaus talpą.

**17 klausimas** tikrino, nuo ko priklauso ant elektrodo nusėdusios medžiagos masė. Nors šis sąryšis yra tarp pateiktų formulių, dauguma mokinių nesugebėjo jo pritaikyti. Atsakymų pasirinkimai rodo, kad mokiniai nesuvokia medžiagos elektrocheminio ekvivalento prasmės.

Svyravimams ir bangoms I dalyje buvo skirti 7 klausimai (18–24) su pasirenkamaisiais atsakymais: vienas buvo sunkus, keturi – optimalaus sunkumo, du – lengvi.

**18 klausimas** tikrino mechaninių svyravimų žinias – kaip mokiniai, remdamiesi grafiku, moka atpažinti pakabinto ant siūlo rutuliuko svyravimų lygtį. Jie turėjo nustatyti, kokia funkcija (sinuso ar kosinuso) aprašo grafiškai pavaizduotus svyravimus, mokėti iš grafiko nustatyti svyravimų amplitudę ir periodą. Tuomet, žinodami rutuliuko svyravimų periodą, turėjo apskaičiuoti svyravimų savąjį dažnį ir atpažinti teisingą lygtį. Dauguma mokinių (90 proc.) atpažino, jog rutuliuko svyravimus aprašo kosinuso funkcija, deja, dalis jų klydo nustatydami



svyravimo amplitudę. To priežastis, matyt, yra klaidingas buitinis amplitudės supratimas. Teisingam atsakymui išrinkti visiškai pakako šių dviejų žingsnių. Savojo dažnio skaičiavimas tik leido galutinai įsitikinti, kad lygtis yra teisinga (gal užduoties autoriai suklydo ir nėra nė vieno teisingo atsakymo?).

**19 klausimas** tikrino, kaip mokiniai geba sieti tarpusavyje elektrinius virpesius apibūdinančius dydžius ir dalinius matavimo vienetus paversti pagrindiniais. Pirmiausia jie turėjo susieti virpesių kontūro kondensatoriaus talpą ir ritės induktyvumą su srovės stiprio kitimą apibūdinančiais dydžiais, tuomet iš srovės stiprio kitimo dėsnio nustatyti savąjį dažnį. Pavertę talpos vienetus pagrindiniais, galėjo apskaičiuoti ritės induktyvumą. Šis klausimas mokiniams buvo sunkus. Tai lėmė, matyt, ne tik fizikos žinios, bet ir sudėtingesnė matematinė išraiška bei skaičiavimai.

**20 klausimas** tikrino, kaip mokiniai atpažįsta elektrinės grandinės elementus, žino jų paskirtį ir supranta veikimą kintamosios srovės grandinėje. Mokiniai turėjo žinoti, kaip veikia kaitinamoji lemputė kintamosios įtampos grandinėje ir kas pasikeičia ją sujungus su rite, su kondensatoriumi ar su puslaidininkiniu diodu. Truputį daugiau nei pusė mokinių šios užduoties nesugebėjo įveikti. Nemaža jų dalis manė, kad grandinėje esant puslaidininkiniam diodui lemputė nešvies – jie neįvertino, kad per pusę periodo, kuri srovė neteka lempute, siūlelis nespės ataušti. Šie mokiniai atsitiktinai rinkosi grandines su rite ar kondensatoriumi.

**21 klausimas** tikrino, kaip mokiniai žino elektromagnetinių bangų skalę. Mokiniams jis nebuvo sunkus. Dalis mokinių, matyt, painioja bangos ilgį su dažniu.

**22 klausimas** apie tai kokių greičių žmogus artėja prie savo atvaizdo daugumai mokinių buvo lengvas, bet dar ketvirtadalis mokinių mano, kad atvaizdas susidaro veidrodžio paviršiuje. Atrodo, tereikia tik atidesnio žvilgsnio į veidrodį, kad suvoktų, jog veidrodyje vaizdas yra erdvinis – tolimesni daiktai atrodo toliau ir t.t. Toks rezultatas, matyt, yra todėl, kad klasėje dažniausiai nagrinėjama teoriškai...

**23 klausimas** tikrino, kaip mokiniai supranta difrakcijos reiškinį, geba taikyti difrakcinės gardelės lygtį. Mokiniai turėjo suprasti, kad didžiausias kampas, kuriuo gali būti matomas spektras, yra  $90^\circ$ , be to, jei skaičiuojant spektro eilę atsakymas gaunamas su skaičiais po kablelio, rašomas tik sveikasis skaičius (neapvalinama). Analogiško klausimo sunkumas 2001 m. buvo 22,1. Galime pasidžiaugti, kad 2004 m. rezultatai daug geresni.

**24 klausimas** tikrino, ar mokiniai geba susieti garso bangą apibūdinančius dydžius ilgį, greitį ir dažnį ar periodą, įvertinti garso greitį ore ir vandenyje, ar žino, kad bangai pereinant iš vienos aplinkos į kitą dažnis (periodas) nekinta. Atsakymų pasirinkimai rodo, kad beveik ketvirtadalis mokinių nežino bangas apibūdinančių dydžių sąryšio (nemoka jo išsirinkti iš užduotyje pateiktų formulių), nežino, kad bangai pereinant iš vienos aplinkos į kitą dažnis (periodas) nekinta, trečdalis mokinių nemoka įvertinti garso greičio aplinkose (apie garso greitį aplinkose kalbama jau septintoje klasėje).

Moderniajai fizikai I dalyje buvo skirti 4 klausimai (25–28) su pasirenkamaisiais atsakymais: vienas buvo sunkus, du – optimalaus sunkumo, vienas – lengvas.

**25 klausimas** apie  $\alpha$  dalelių registravimo prietaisą mokiniams buvo lengvas, bet vis dėlto beveik trečdalis valstybinį egzaminą laikusių mokinių apie tai neturi supratimo. Keistai atrodo net dešimtadalio mokinių pasirinkimas – elektroninis vamzdis. Negi televizoriai, kurių pagrindas dažniausiai yra elektroninis vamzdis, gali registruoti  $\alpha$  daleles?

**26 klausimas** tikrino, kaip mokiniai supranta pusėjimo trukmės (pusamžio) sąvoką ar geba taikyti radioaktyvaus skilimo dėsnį. Daugiau nei pusė mokinių ši užduotis pasirodė neįveikiama. Atsižvelgiant į tai, kokius atsakymus mokiniai pasirinko, galima teigti, kad jie žino, jog per pusamžį suskyla pusė turimų atomų, tačiau šių žinių nemoka pritaikyti (nesupranta, kad po pusamžio lieka tik pusė ir per kitą pusamžį suskils jau tik pusė likusiųjų) arba nemoka skaičiuoti. Dalis mokinių neatidžiai skaitė sąlygą ir, pritaikę radioaktyvaus skilimo dėsnį, gavo likusių sveikų, o ne suskilusių branduolių skaičių.

Atsakymai į **27 klausimą** taip pat patvirtina teiginį, kad mokiniai klausimus skaito neatidžiai. Pasakytą, kad urano branduolys dalijasi paveiktas neutrono, tačiau į tai neatsižvelgė net 80 proc. mokinių. Neabejoju, kad šie mokiniai, jei būtų užrašyta reakcijos lygtis, laisvųjų neutronų skaičių po reakcijos būtų užrašę teisingai. Daugumai mokinių dar trūksta gebėjimų suprasti sąlygą, kuomet duomenys yra pateikti tekstu, o ne skaičiais.

**28 klausimas** apie fotono rimties masę parodė, kad daugiau nei pusė mokinių žino, jog fotonas rimties masės neturi. Dalis likusiųjų judančio fotono masę apskaičiuotų teisingai, bet šiek tiek daugiau nei ketvirtadalis ir to padaryti nemokėtų, nors reikalingos išraiškos yra tarp užduotyje pateiktų formulių.

Pirmą kartą buvo tikrintos astronomijos žinios. Rezultatai nustebino. Netradicinis klausimas apie žvaigždes mokiniams buvo labai lengvas – teisingai atsakė net 95 proc., o klausimas (žinių ir supratimo) apie planetos judėjimą, kuri mokykloje tikrai turėjo nagrinėti, – sunkus (teisingai atsakė trečdalis). Tik patenkinama šio klausimo skiriamoji geba rodo, kad į ją prastai atsakinėjo ne tik silpniau besimokantys, bet ir geri mokiniai. Tai leidžia manyti, kad astronomijai fizikos pamokose skiriama nedaug dėmesio.



## EGZAMINO UŽDUOTIES ANTROSIOS DALIES MOKINIŲ ATSAKYMŲ ANALIZĖ

II dalyje buvo pateikti septyni kompleksiniai uždaviniai, iš viso 42 klausimai. 26 klausimai buvo skirti žinioms ir supratimui tikrinti. Už juos buvo galima surinkti 37 taškus. Problemų sprendimo gebėjimams tikrinti buvo skirta 16 klausimų. Už juos buvo galima surinkti 33 taškus. Labai sunkūs klausimai (į juos atsakė mažiau nei 20 proc. mokinių) šioje dalyje buvo keturi. Jeigu žiūrėti bendrą kiekvieno uždavinio sunkumą, visi uždaviniai buvo optimalaus sunkumo. Jų skiriamoji geba buvo gera.

3 lentelė. Fizikos valstybinio brandos egzamino užduoties II dalies klausimų sunkumas

Klausimai				
labai sunkūs (iki 20 proc.)	sunkūs (nuo 20 iki 40 proc.)	optimalaus sunkumo (nuo 40 iki 60 proc.)	lengvi (nuo 60 iki 80 proc.)	labai lengvi (daugiau kaip 80 proc.)
5.5, 5.6, 7.2, 7.5	3.4, 3.5, 3.6, 4.8, 4.9, 6.3, 6.5, 7.1	1.1, 1.2, 1.3, 2.4, 2.5, 3.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.7, 4.10, 5.1, 5.4, 6.2	1.4, 2.1, 2.2, 2.3, 4.1, 4.2, 4.6, 5.2, 5.3, 6.1, 6.4, 6.6, 7.3, 7.4	3.1, 3.3

Panagrinėkime kiekvieną uždavinį.

## 1 uždavinys

Šiuo uždaviniu buvo tikrinamos mokinių kinematikos žinios. Nagrinėjamas laisvasis ledo varveklis kritimas. Pirmuoju klausimu buvo prašoma apskaičiuoti ledo varveklis pradinį greitį. Dauguma teisingai atsakiusių į šį klausimą atsakinėjo taip, kaip pateikta vertinimo instrukcijoje (žr. 1 pav.).

1. Kokiu greičiu ledo varveklis juda lango viršuje (taške A)?

$$h = v_0 t + \frac{g t^2}{2} \quad v_0 = \frac{h - \frac{g t^2}{2}}{t}$$

$$v_0 = \frac{2,1 \text{ m} - \frac{10 \text{ m/s}^2 \cdot (0,3 \text{ s})^2}{2}}{0,3 \text{ s}} = \frac{2,1 \text{ m} - 0,45 \text{ m}}{0,3 \text{ s}} = \frac{1,65 \text{ m}}{0,3 \text{ s}} = 5,5 \text{ m/s}$$

1 pav.

Buvo ir kitokių teisingų sprendimų (žr. 2 pav.).

$$\frac{v + v_0}{2} = \frac{s}{t} \quad (v - \text{greitis taške B}) \quad a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$v = \frac{2s}{t} - v_0 \quad (v_0 - \text{greitis taške A}) \quad v_0 = v - at$$

$$2v_0 = \frac{2s}{t} - at \quad v_0 = \frac{s}{t} - \frac{at}{2} \quad (a = g)$$

$$v_0 = \frac{2s}{2t} - \frac{10 \cdot 0,3}{2} = 5,5 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \quad \text{Ats. } 5,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2 pav.

Į šį klausimą teisingai atsakė tik šiek tiek daugiau nei ketvirtadalis mokinių. Daugiau nei pusė pelnė taškus tik už greičio matavimo vienetus (dalis net ir juos užmiršo nurodyti). Klaidingai atlikę šią užduotį mokiniai prašomą apskaičiuoti pradinį greitį prilygindavo 0 ir skaičiuodavo greitį po 0,3 sekundės (žr. 3 pav.) arba taikė tolyginio judėjimo lygtis (žr. 4 pav.).

$$v = v_0 + at; \quad v_0 = 0, \text{ kai}$$

$$v = gt = 10 \text{ m/s}^2 \cdot 0,3 \text{ s} = 3 \text{ m/s}$$

Ats. = 3 m/s

3 pav.

$$v_1 = \frac{s}{t}$$

$$v_1 = \frac{2,1}{0,3} = 7 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$$

4 pav.



Atsakymų rezultatai į antrąjį šio uždavinio klausimą kiek geresni. Tai rodo, kad greitį, pagreitį ir laiką mokiniai tarpusavyje susieja geriau (žr. 5 pav.) negu šiuos dydžius su nueitu keliu.

2. Kam lygus varveklį greičių lango apačioje (taške B) ir viršuje skirtumas?

$$\frac{v - v_0}{t} = g \quad v - v_0 = g \cdot t = 10 \text{ m/s}^2 \cdot 0,3 \text{ s} = 3 \text{ m/s}$$

5 pav.

Dalis mokinių pirmiau apskaičiavo varveklį greitį lango apačioje, ir tik po to skaičiavo varveklį greičių skirtumą – jiems buvo sunku gauti galutinę formulę (žr. 6, 7 pav.).

$$s = \frac{v^2 - v_0^2}{2g}$$

$$v^2 = 2sg + v_0^2$$

$$v^2 = 72,15 \quad v = 8,5$$

Ats.:  $v - v_0 = 8,5 - 5,5 = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

6 pav.

$$v_B = v_0 + gt = 5,5 + 10 \cdot 0,3 = 8,5 \text{ (m/s)}$$

$$\Delta v = v_B - v_0 = 8,5 - 5,5 = 3 \text{ (m/s)} \quad \text{Ats.: } \Delta v = 3 \text{ (m/s)}$$

7 pav.

Trečiasis klausimas reikalavo nubraižyti greičio grafiką. Dažniausiai pasitaikiusios klaidos: neįvardyta koordinatinių pradžia ir ašys, neteisingas grafikas.

Ketvirtasis klausimas tikrino, kaip mokiniai supranta laisvąjį kritimą. Dauguma mokinių aiškino teisingai, tačiau nemaža dalis painiojo jėgą su pagreičiu (žr. 8, 9, 10 pav.).

4. Ką vadiname laisvuju kritimu?

Tai kritimas kai veikiaanti jėga - tik laisvo kritimo pagreitis

8 pav.

Laisvuju kritimu vadiname kūno kritimą į žemę veikianč laisvojo kritimo pagreičiu  $g$  ( $\approx 10 \text{ m/s}^2$ )

9 pav.

Laisvuju kritimu vadinamas vertikaliai kritančio kūno pagreitis, kurio neveikia jokios kitos jėgos.

10 pav.



## 2 uždavinys

Šiuo uždaviniu buvo tikrinama, kaip mokiniai žino judėjimą apskritimu ir supranta pirmąjį kosminį greitį. Klausimai, tikrinantys gebėjimus vaizduoti apskritimu judančio kūno linijinio greičio ir pagreičio vektorius, apskaičiuoti linijinį greitį, mokiniams buvo lengvi. Sunkiausiai mokiniams sekėsi išvesti formulę planetos masei apskaičiuoti, kai žinomas pirmasis kosminis greitis prie planetos paviršiaus, planetos spindulys ir gravitacijos konstanta. Analizuojant šio uždavinio sprendimus matyti, kad mokiniai dar nepakankamai gerai supranta laisvojo kritimo pagreitį – vienoje užduotyje laisvojo kritimo pagreičio prie Žemės paviršiaus vertę taiko kitai planetai, kitoje užduotyje rašo, kad laisvojo kritimo pagreitis priklauso nuo planetos masės ir spindulio (žr. 11 ir 12 pav.).

## 1 Apskaičiuokite palydovo orbitinį greitį.

$$F = \frac{GMm}{R^2} \quad F = mg \quad \frac{GMm}{R^2} = mg \quad g = \frac{GM}{R^2}$$

$$F = \frac{GMm}{R^2} = m\omega = m\frac{v^2}{R} \quad v = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{gR}$$

$$v = \sqrt{gR} = \sqrt{10 \cdot 7200000} = 8485 \text{ m/s} \quad \text{Ats.: } v = 8485 \text{ m/s}$$

11 pav.

## 5. Atlikus skaičiavimus paaiškėjo, kad planetos masė tokia pati kaip ir Žemės. Ar galima teigti, kad laisvojo kritimo pagreitis jos paviršiuje toks pat kaip ir Žemėje? Atsakymą pagrįskite.

Ne, taip teigti negalima, kadangi laisvo kritimo pagreitis priklauso ne tik nuo planetos masės, tačiau ir nuo jos spindulio  $g = \frac{GM}{R^2}$ .

12 pav.

## 3 uždavinys

Molekulinės fizikos tema pirmą kartą fizikos valstybinio brandos egzamino užduotyje buvo kompleksinis uždavinys iš mechaninės įtampos. Uždavinio sunkumas optimalus, skiriamoji geba gera. Vis dėlto uždavinio klausimai pasiskirstė į dvi grupes: lengvus ir sunkius. Sunkiausias klausimas mokiniams buvo šis: *Kurioje diagramos dalyje galioja Huko dėsnis? Atsakymą pagrįskite.* Norint į jį atsakyti, reikėjo žinoti Huko dėsnį (pagrindinį mechaninę įtampą aprašantį dėsnį). Žinodami, kad tarp mechaninės įtampos ir santykinio pailgėjimo yra tiesinė priklausomybė, mokiniai užduotį būtų atlikę nesunkiai. Deja, į pirmąją klausimo dalį atsakė tik penktadalis mokinių, o pagrįsti sugebėjo tik kiek daugiau nei dešimtadalis... Mokiniams sunki buvo ir užduotis, kuri reikalavo įrodyti, kad kaprono stiprumo riba yra 663 MPa. Galbūt tą nulėmė klausimo neįprastumas – mokiniai įpratę apskaičiuoti, o ne įrodyti. Dalis mokinių, išvedę formulę, neatliko paskutinio žingsnio – neapskaičiavo ribos, kad įrodytų (žr. 13 pav.). Labai nustebino ir tai, kad klausimas apie tamprumo modulio vienetus mokiniams buvo sunkus – šis dydis yra tarp egzamino užduotyje pateiktų formuliu, todėl būtų logiška manyti, jog ir jo matavimo vienetai turėtų būti žinomi.

## 4. Atlikę skaičiavimus įrodykite, kad kaprono stiprumo riba, t. y. mechaninė įtampa, kuriai esant valas trūksta, lygi 663 MPa.

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad \sigma = \frac{F}{S} \neq$$

$$S = \pi r^2 \quad \sigma = \frac{45 \text{ N}}{3,14 \cdot (0,36 \cdot 10^{-3})^2}$$

$$r = \frac{d}{2}$$

13 pav.





#### 4 uždavinys

Šis uždavinys tikrino mokinių žinias apie nuolatinę elektros srovę. Dauguma šio uždavinio klausimų buvo optimalaus sunkumo, vienas – lengvas, du – sunkūs. Visgi apibendrintai galime sakyti, kad trečdalis mokinių neturi elementarių žinių apie nuolatinę elektros srovę. Atsakydami į šio uždavinio klausimus, mokiniai turėjo atpažinti, kurios grandinės dalies varža yra mažiausia, gebėti apskaičiuoti išorinės grandinės dalies varžą ir šaltinio vidinę varžą, šaltinio galią ir įtampą, tenkančią pačiam šaltiniui, šaltinio naudingumo koeficientą, suprasti, kuriais rezistoriais teka silpniausia srovė, kodėl grandinėje išsiskiria šiluma ir kur jos išsiskiria daugiausiai, iš kur elektros grandinėje atsiranda elektros krūviai. Sunkiausia mokiniams buvo atsakyti į klausimą apie elektros krūvius. Dauguma manė, kad elektros krūvius grandinėje sukuria elektros srovės šaltinis. Matyt, pamokų metu per mažai akcentuojama, jog srovės šaltinis sukuria elektrinį lauką, o kad tekėtų srovė, reikia medžiagos, kuri turi laisvųjų elektros krūvio nešėjų ir būtent medžiagoje esantys laisvieji krūvio nešėjai elektriniame lauke sudaro elektros srovę.

Kitas sunkus šio uždavinio klausimas buvo apie šaltinio naudingumo koeficientą. Dalis mokinių tik užrašė bendrą naudingumo koeficiento formulę, bet nesugebėjo jos pritaikyti elektrinei grandinei. Mokiniai prastai supranta, koks darbas elektrinėje grandinėje laikomas naudingu, o koks – visu.

#### 5 uždavinys

Šis uždavinys tikrino, kaip mokiniai supranta elektromagnetines bangas. Nors uždavinio sunkumas optimalus, tikėtasi geresnių rezultatų. Tik truputį daugiau nei pusė mokinių sugebėjo atsakyti, kad radiolokacija paremta bangų atspindžiu. Nemaža dalis mokinių skaičiuodama atstumą iki objekto, užmiršo, kad signalas keliauja pirmyn ir atgal (žr. 14 pav). Mokiniais dar sunkiai sekasi skaičiuoti objektus, nors matyti pagerėjimas – panašaus uždavinio sunkumas 2001 m. buvo 28 proc, 2004 m. – 44 proc. Šiame uždavinyje reikėjo suskaičiuoti, kiek virpesių sudaro vieną impulsą.

3. Koks yra atstumas tarp Žemės ir Mėnulio, jei į Mėnulį radiolokatoriaus pasiųstas impulsas grįžo po 2,56 s?

$$c = \frac{s}{t} \quad s = ct = 3 \cdot 10^8 \cdot 2,56 = 7,68 \cdot 10^8 \text{ m} = 768000 \text{ km}$$

14 pav.

Klausimai *kas yra elektromagnetinės bangos* ir *kuo jos skiriasi nuo mechaninių* mokiniams buvo labai sunkūs. Tai rodo, kad mokiniai dar menkai tesupranta bendrus banginių procesų ypatumus. Atsakydami į šiuos klausimus mokiniai painiojo bangų rūšis, savybes, lygino bangų ilgius (žr. 15, 16 pav). Du elektromagnetinių bangų skirtumus nuo mechaninių nurodė tik 8 proc. mokinių. Tai dar kartą patvirtina ankstesnių analizių išvadą, kad sąvokų apibrėžimai mokiniams yra sunkūs. Mokymo procese sąvokas mokiniai turėtų apibrėžti savais žodžiais, tuo parodydami, kad jas supranta, tuomet ir per egzaminą problemų nebūtų. Išmoktus mintinai, bet nesuprastus apibrėžimus greitai pamiršta.

5. Kas yra elektromagnetinė banga?

Banga, kurią sudaro elektrinis ir magnetinis virpesiai.

Elektromagnetinė banga - tai tokia banga, kurią sukelia elektromagnetinės laukas (virpesiai).

15 pav.



6. Kuo elektromagnetinės bangos skiriasi nuo mechaninių? Nurodykite du skirtumus.

Elektromagnetinės bangos yra viltginės.

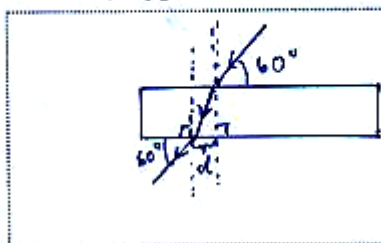
Mechaninės bangos negali būti sklaidyti vakuumu, jos yra skvarbios.

16 pav.

### 6 uždavinys

Šis uždavinys tikrino mokinių geometrinės optikos žinias. Mokiniai turėjo pažymėti spindulio kritimo kampą, pavaizduoti spindulio eigą ir poslinkį, paaiškinti visiškąjį vidaus atspindį, parodyti, jog supranta lūžio rodiklio fizikinę prasmę. Spindulio kritimo kampą teisingai nurodė 10 proc. mokinių daugiau nei 2003 m. egzamine, tačiau tai vis tiek yra prastesni rezultatai nei 2000 m. Tuomet teisingai nurodė net 78 proc. mokinių. Visiškąjį atspindį aiškinti mokiniams sekėsi geriau, nei taikyti jam lūžio dėsnį. Galbūt problema yra ta, kad pamokų metu mokiniams pateikiama lūžio dėsnio taikymo esant visiškam atspindžiui formulė ir neakcentuojama, kaip ji gaunama. Reikėtų labiau akcentuoti patį lūžio dėsnį ir jo taikymą. Spindulio eigą per lango stiklą du penktadaliai mokinių vaizdavo teisingai, tačiau poslinkį nuo pradinės krypties nurodė tik kiek daugiau nei dešimtadalis. Mokiniai nurodydavo, kiek spindulys pasislinko plokštelėje, ar išvis nieko nenurodydavo (žr. 17 pav.). Tai, matyt, lėmė menkas poslinkio supratimas (kitoje situacijoje nebemoka pritaikyti).

5. Spindulys, patekęs į stiklą, išeina iš jo kitoje pusėje, pasislinkęs nuo pradinės sklaidimo krypties. Pavaizduokite šį poslinkį brėžinyje.



$d$  - poslinkis (jis lygus atstumui tarp statmenai iškelty kritimo ir išėjimo taškų spindulio)



17 pav.

### 7 uždavinys

Šis uždavinys tikrino mokinių žinias apie radioaktyvumą ir buvo jiems sunkiausias. Netikėtai sunkus mokiniams pasirodė klausimas apie  $\alpha$  dalelės sudėtį – matyt, mokiniai jo nesuprato, todėl dauguma rašė, kad tai yra helio branduolys. Dalis tų, kurie nurodė sudėtį, klydo nurodydami ne tik neutronų ir protonų, bet ir elektronų skaičių (žr. 18 pav). Taisyklę Lorencio jėgos kryptčiai nustatyti moka tik kiek mažiau nei trečdalis mokinių, todėl ir klausimas, prašantis nurodyti, kuriuo numeriu brėžinyje pažymėtas  $\alpha$  dalelių pluoštas, mokiniams buvo sunkus. Tačiau mokiniams buvo nesunku atsakyti į klausimą, kiek įvyko skilimų ir užrašyti lygtį. Tai patvirtina prielaidą, kad į užduoties I dalies 27 klausimą mokiniai prastai atsakė tik dėl to, kad neatidžiai skaitė sąlygą. Labai sunkus



mokiniam buvo penktasis klausimas apie Marijos Kiuri eksperimentą. Dalis atsakymo į jį jau buvo uždavinio sąlygoje, tik prie kito klausimo. Mokiniam reikėjo tik pamąstyti...

2. Kokia  $\alpha$  dalelės sudėtis?

18 pav.

## IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

1. Fizikos egzamino užduoties rengimo grupė įvykdė jai keltus uždavinius. Egzamino užduotis parengta tinkamai. Mokiniai turėjo galimybę parodyti savo fizikos žinias, supratimą ir problemų sprendimo gebėjimus.

2. Mokinių įvairių fizikos sričių esminės žinios, atitinkančios vidurinės mokyklos fizikos išplėstinio kurso pasiekimų lygmenį, yra geros, trūksta tik kai kurių gebėjimų.

3. Mokinių darbai buvo įvertinti objektyviai.

4. Klausimai, reikalaujantys apibrėžti sąvokas, mokiniams yra sunkūs.

5. Ugdymo procese daugiau dėmesio turėtų būti skiriama tam, kad mokiniai reiškinius suprastų, o ne mechaniškai pritaikytų dydžių sąryšius. Reikėtų nesitenkinti trumpais atsakymais, mokyti mokinius į klausimus atsakyti išsamiai.

6. Daugiau dėmesio reikia skirti mokinių informacinių gebėjimų ugdymui – reikia mokyti atidžiau skaityti, geriau suprasti uždavinių sąlygas.