



# 2006 METŲ FIZIKOS VALSTYBINIO BRANDOS EGZAMINO REZULTATŲ KOKYBINĖ ANALIZĖ

Saulė Vingelienė

## 1. KOKYBINĖS ANALIZĖS TIKSLAI, UŽDAVINIAI, ŠALTINIAI

Fizikos valstybinio brandos egzamino tikslas – patikrinti ir įvertinti mokinių fizikos žinias ir gebėjimus.

Fizikos valstybinio brandos egzamino kokybinės analizės **tikslai**:

- padėti mokytojams ir mokiniams geriau suprasti fizikos mokymo mokymosi tikslus ir uždavinius;
- parodyti, kokie gebėjimai buvo tikrinami valstybinio fizikos brandos egzamino užduotimi;
- nustatyti, kokias žinias ir gebėjimus mokiniai parodo egzaminų metu, o kokių 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 kokybinę analizę, buvo remtasi 2006 m. fizikos valstybinio brandos egzamino rezultatų statistine analize, peržiūrėta daug darbų iš reprezentatyvios visų egzaminą laikusių mokinių darbų imties.

Analizėje vartojami šie uždavinius apibūdinantys terminai: *uždavinio sunkumas, uždavinio skiriamoji geba, koreliacija*.

## 2. TIKRINAMŲ GEBĖJIMŲ APIBŪDINIMAS

2006 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. Praktiniai mokinių gebėjimai buvo tikrinami prašant apdoroti eksperimentų duomenis, įvertinti matavimo paklaidas.

Mokiniai parodo savo **žinių ir supratimo** lygį, apribotą fizikos egzamino turinio, gebėdami:

- a) prisiminti faktus, dėsnius, terminus, fizikinius dydžius, modelius, metodus ir simbolius;
- b) atlikti paprasčiausius standartinius skaičiavimus tinkamu tikslumu, užrašyti rezultato fizikinio dydžio vienetus, atlikti paprasčiausius formulių pertvarkymus;
- c) pateikti fizikinių sąvokų ir taikymų apibūdinimą.

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

- a) atrinkti ir pateikti reikiamą informaciją (duomenis ir dėsnius) – pritaikyti daugiau kaip du dėsnius;
- b) apdoroti skaitinę ir grafinę informaciją – atlikti formulių pertvarkymus, operuoti vektorių projekcijomis, braižyti ir analizuoti grafikus;
- c) numatyti įvykių eigą remdamiesi turima informacija, aiškinti reiškinius taikydami dėsnius, daryti ir pagrįsti išvadas.

2006 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 valstybinio brandos egzamino programą bei mokinių, kurie fizikos mokėsi išplėstiniu kursu, žinias ir gebėjimus. Siekiant palengvinti egzamino rezultatų apdorojimą, 2005 m. spalio 20 d. švietimo ir mokslo ministro įsakymu Nr. ĮSAK-2103 fizikos brandos egzamino programa buvo pakeista. Užduočių vertinimo taškai buvo padvigubinti siekiant išvengti vertinimo po pusę taško (žr. [http://193.219.137.75/EasyAdmin/sys/files/fzik-progr-06\\_pat.pdf](http://193.219.137.75/EasyAdmin/sys/files/fzik-progr-06_pat.pdf)). Kaip ir 2005 m. taip ir šiemet vertinant buvo



laikomasi šių vertinimo instrukcijos papildymų:

1. Jei parašytas tik teisingas atsakymas, bet nėra pagrindimo, vertinamas tik matavimo vienetas. Gali būti tik **galutinė formulė** ir skaičius su matavimo vienetu – teisingas atsakymas vertinamas visais taškais.
2. Jeigu skaičius gautas neteisingu būdu, už jį taškų neskiriama.
3. Jei atsakant į klausimą yra taikoma tik viena formulė, už kurią skirti 2 taškai, ir mokinys, paėmęs teisingą formulę, ją pakeičia neteisinga, skiriamas 1 taškas.
4. Jei už atsakymą į klausimą yra skiriami 2 taškai ir mokinys, parašęs teisingą atsakymą, dar parašo ir neteisingų teiginių, vertinama 1 tašku.
5. Jei prašoma pabraukti, pavyzdžiui, du dydžius, o mokinys pabraukė daugiau, vertinama 0 taškų.
6. Jei mokinys įveda nestandartinį fizikinio dydžio žymėjimą, pavyzdžiui, dažnį žymi  $a$ , jis turi jį įvardyti.
7. Braižant kokybinį grafiką, būtina įvardyti ašis ir koordinatčių pradžią. Ašių sukeitimas vietomis nėra klaida. Braižant kiekybinį grafiką, vertės būtinai turi būti nurodytos.

Užpildyta pagrindinės sesijos valstybinio brandos egzamino matrica pateikta 1 lentelėje. 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 9 klausimai su pasirenkamaisiais atsakymais ir du kompleksiniai uždaviniai. Už atsakymus į šios dalies klausimus buvo galima surinkti 26 proc. taškų (egzamino programoje numatytos ribos nuo 25 iki 30 proc. taškų).

Molekulinei fizikai egzamino užduotyje skirta 12 proc. taškų (programoje numatytos ribos nuo 10 iki 15 proc. taškų), iš jų aštuoni už klausimus su pasirenkamaisiais atsakymais. 16 taškų buvo galima surinkti už kompleksinį molekulinės fizikos uždavinį.

Elektrodinamikos užduotį egzamine sudarė 6 klausimai su pasirenkamaisiais atsakymais, vienas kompleksinis uždavinys ir vienas klausimas mechanikos uždavinyje (už jį buvo galima surinkti 4 taškus). Iš viso elektrodinamikai skirta 22 proc. taškų (programoje ribos nuo 20 iki 25 proc. taškų).

Svyravimų ir bangų temos žinias tikrino du kompleksiniai uždaviniai (40 taškų) ir 6 klausimai su pasirenkamaisiais atsakymais. Iš viso už atsakymus į šios egzamino temos klausimus buvo galima surinkti 26 proc. taškų (programoje ribos nuo 25 iki 30 proc. taškų).

Už moderniosios fizikos klausimus buvo galima surinkti 12 proc. taškų – 9 proc. už kompleksinį uždavinį, 3 proc. – už klausimus su pasirenkamaisiais atsakymais (programoje ribos nuo 10 iki 15 proc. taškų).

Astronomijos temai programoje skirta nuo 2 iki 5 proc. taškų. Užduotyje astronomijai buvo skirti du klausimai su pasirenkamaisiais atsakymais (4 taškai).

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. 2006 m. fizikos valstybinio brandos egzamino matrica

Temos	Klausimai		Proc. (žs)
	žinių ir supratimo (žs)	problemų sprendimo	
Mechanika (25–30 proc.)	I dalis – 1, 3, 5, 6, 8 (10 taškų) II dalis – 1.1, 1.2, 2.1, 2.3, 2.4 (16 taškų)	I dalis – 2, 4, 7, 9 (8 taškai) II dalis – 1.3, 1.4, 2.2, 2.5 (18 taškų)	26 (13)
Molekulinė fizika (10–15 proc.)	I dalis – 11, 12, 13 (6 taškai) II dalis – 3.1, 3.4 (6 taškai)	I dalis – 10 (2 taškai) II dalis – 3.2, 3.3 (10 taškų)	12 (6)
Elektrodinamika (20–25 proc.)	I dalis – 14, 19 (4 taškai) II dalis – 2.6, 4.2, 4.3, 4.6, 4.7 (18 taškų)	I dalis – 15, 16, 17, 18 (8 taškai) II dalis – 4.1, 4.4, 4.5 (14 taškų)	22 (11)
Svyravimai ir bangos (25–30 proc.)	I dalis – 21, 24, 25 (6 taškai) II dalis – 5.2, 5.3, 5.5, 5.6, 6.1, 6.4, 6.5 (20 taškų)	I dalis – 20, 22, 23 (6 taškai) II dalis – 5.1, 5.4, 6.2, 6.3 (20 taškų)	26 (13)



Temos	Klausimai		Proc. (žs)
	žinių ir supratimo (žs)	problemų sprendimo	
Modernioji fizika (10–15 proc.)	I dalis – 26 (2 taškai)	I dalis – 27, 28 (4 taškai)	12 (6)
	II dalis – 7.2, 7.3 (10 taškų)	II dalis – 7.1 (8 taškai)	
Astronomija (2–5 proc.)	I dalis – 30 (2 taškai)	I dalis – 29 (2 taškai)	2 (1)
Iš viso	50 proc. (100 taškų)	50 proc. (100 taškų)	100

### 3. EGZAMINO UŽDUOTIES I DALIES MOKINIŲ ATSAKYMŲ ANALIZĖ

Egzamino užduoties I dalyje buvo 30 klausimų su pasirenkamaisiais atsakymais. 15 klausimų buvo skirta žinių ir supratimo ir 15 klausimų – problemų sprendimo gebėjimams tikrinti (žr. 1 lentelę). 2 lentelėje egzamino I dalies klausimai suskirstyti pagal sunkumą remiantis fizikos valstybinio brandos egzamino rezultatų statistine analize.

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

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

Mokiniam labai sunkus buvo vienas problemų sprendimo klausimas apie šviesos lūžį (teisingai atsakė 19 proc.). Sunkūs klausimai, į kuriuos atsakė nuo 20 iki 40 proc. mokinių, buvo aštuoni (žr. 2 lentelę), du iš jų tikrino žinias ir supratimą, šeši – problemų sprendimo gebėjimus.

Iš devynių mechanikos klausimų su pasirenkamaisiais atsakymais 3 klausimai mokiniams buvo sunkūs (vienas – žinių ir supratimo, du – problemų sprendimo), vienas klausimas – optimalaus sunkumo, du – lengvi, trys – labai lengvi.

**1 klausimas** tikrino, kaip mokiniai geba vienus greičio vienetus paversti kitais. Daugumai mokinių ši užduotis buvo labai lengva, tačiau dalis jų kilometrų nemoka paversti metrais.

**2 klausimas** tikrino, kaip mokiniai moka analizuoti greičio grafikus. Šis klausimas mokiniams taip pat buvo lengvas. Visgi šiek tiek daugiau nei dešimtadalis mokinių nemoka palyginti kūnų greičių naudodamiesi greičio priklausomybės nuo laiko grafiku, o penktadalis nežino kokia yra ploto, apriboto greičio grafiko ir koordinatinių ašių, fizikinė prasmė.

**3 klausimas** tikrino, kaip mokiniai geba koordinatės priklausomybės nuo laiko lygtyje atpažinti pradinį greitį ir pagreitį. Į šį klausimą teisingai atsakė šiek tiek daugiau nei pusė mokinių. Beveik penktadalis mokinių pradinį greitį painiojo su pradine koordinate, trečdalis – skaičiuodami pagreičio vertę nepadaugino iš dviejų.

**4 klausimas** iš mechanikos klausimų buvo pats sunkiausias. Šio klausimo bloga skiriamoji geba ir koreliacija su visa užduotimi. Atsakydami į šį klausimą mokiniai turėjo nurodyti, kuris riedančio (neslystančio) rato taškas kelio atžvilgiu nejuda. Nors šis klausimas pirmą kartą nagrinėjamas aštuntoje klasėje, toks blogas mokinių atsakymų pasiskirstymas rodo, kad mokiniams dar labai trūksta gebėjimų analizuoti kūnų judėjimą įvairiose atskaitos sistemose.

**5 klausimas**, tikrinantis, kaip mokiniai skiria sunkio ir svorio sąvokas, netikėtai atsidūrė tarp sunkių, nors sunkio sąvoka, siekiant atkreipti mokinių dėmesį, buvo paryškinta. Teisingai į klausimą atsakė tik kiek mažiau nei ketvirtadalis mokinių. Daugiau nei pusė mokinių galvoja, kad nesvaraus kūno sunkis lygus nuliui.

Teoriniu požiūriu daug sudėtingesnis **6 klausimas** apie kampu į horizontą mesto kūno lėkio tolį mokiniams buvo labai lengvas. Dauguma mokinių teisingai nurodė, kad kampu į horizontą mesto kūno lėkio tolį priklauso ir nuo kūno pradinio greičio, ir nuo metimo kampo, ir nuo laisvojo kritimo pagreičio.

**7 klausimas**, į kurį atsakant reikėjo nustatyti, kuriuo atveju galiai skaičiuoti galima taikyti formulę  $N = Fv \cos \alpha$ , mokiniams buvo sunkus. Daugiau kaip trečdalis mokinių klydo manydami, kad toks sąryšis gali



būti taikomas tik tuomet, kai kūnas juda nuožulnia plokštuma, nors tuo atveju kūno greičio ir veikiančios jėgos kryptys sutapo.

**8 klausimas** tikrino mokinių praktinius gebėjimus. Jiems reikėjo atpažinti, kuris bandymas atliktas netiksliai. Šią užduotį puikiai įveikė dauguma mokinių.

**9 klausimas** buvo apie traukos jėgą tarp dviejų kūnų. Reikėjo nustatyti, kaip ji pasikeis du kartus padidėjus kūnų masei ir atstumui tarp jų. Nors klausimas mokiniams buvo lengvas, dalis mokinių atsižvelgė tik į tai, kad didėja kūnų masė, dalis – tik į atstumo tarp kūnų padidėjimą. Klaidų mokiniai išvengė, jei tokias užduotis atliktų ne mintinai, o į reikiamą formulę įrašę skaičius.

Molekulinei fizikai I dalyje buvo skirti keturi (10-13) klausimai su pasirenkamaisiais atsakymais, iš kurių vienas buvo sunkus, vienas – optimalaus sunkumo, vienas – lengvas ir vienas – labai lengvas.

**10 klausimas** apie dujų koncentracijos pokytį buvo optimalaus sunkumo. Norint į jį teisingai atsakyti reikėjo žinoti, koks procesas yra izoterminis, Boilio ir Marioto dėsnį bei dujų koncentracijos priklausomybę nuo užimamo tūrio. Stebina tai, kad daugiau nei ketvirtadalis mokinių mano, kad mažėjant slėgiui koncentracija didėja. Tai rodo, kad jie nežino, kas sukelia dujų slėgį, arba neturi nė menkiausio supratimo, kas yra dujų koncentracija, nors ją apibūdinantis sąryšis yra tarp pagrindinių egzamino formulių.

Labai nustebino mokinių atsakymai į **11 klausimą**, tikrusi žinias apie tos pačios temperatūros ledo ir vandens vidinę energiją. Šis klausimas mokiniams buvo sunkus, nors jau devintoje klasėje detalai aiškinamas vidinės energijos kitimas keičiantis medžiagos būsenai, o vienuoliktoje – kartojamas. Kasdienėje praktikoje šis klausimas priskiriamas lengvų grupei. Mokinių atsakymų pasirinkimai rodo, kad beveik du trečdaliai nežino, kaip keičiasi medžiagos vidinė energija lydymosi proceso metu.

**12 klausimas** tikrino, kaip mokiniai geba sieti molekulių slenkamojo judėjimo kinetinę energiją su dujų temperatūra. Šis klausimas mokiniams buvo lengvas. Nors šių dydžių sąryšis yra tarp pagrindinių egzamino formulių, juo nesugebėjo pasinaudoti net ketvirtadalis mokinių.

Mokinių žinias apie tai, nuo ko priklauso vandens virimo temperatūra, tikrino **13 klausimas**. Stebina tai, kad beveik penktadalis pasirinkusių valstybinį fizikos brandos egzaminą mokinių neturi elementarių žinių apie virimo procesą. Jie mano, kad vandens virimo temperatūra priklauso nuo šildytuvo galios, indo, kuriame kaitinamas vanduo, medžiagos ar pradinės vandens temperatūros. Norėusi, kad į tokį, iš esmės buitinių, klausimą mokiniai atsakytų geriau.

Elektrodinamikai I dalyje buvo skirti šeši (14–19) klausimai su pasirenkamaisiais atsakymais, iš kurių du buvo sunkūs, keturi – optimalaus sunkumo.

Kaip mokiniai atpažįsta lygiagretųjį jungimą bei geba taikyti Omo dėsnį, tikrino **14 klausimas**. Nors užduotis nesudėtinga, teisingai atsakė tik pusė mokinių. Dešimtadalis atsakinėjusiųjų vietoje lygiagretaus jungimo dėsnį taikė nuoseklus jungimo dėsnį, kita dalis neatidžiai skaitė sąlygą ir apskaičiavo srovės stiprį visoje grandinėje, o ne vienoje lemputėje, nors sąlygoje buvo paryškinta, kad reikia apskaičiuoti lempute tekančios srovės stiprį. Mokiniai turėtų atsiminti, kad egzamino užduotyse žodžiai paryškinami neatsitiktinai. Taip norima atkreipti dėmesį į tas užduoties vietas, kurios gali būti pražiopsotos skaitant.

**15 klausimas** tikrino, kaip mokiniai mišraus jungimo atveju geba taikyti nuoseklus ir lygiagretaus jungimo bei Omo dėsnį. Šis klausimas mokiniams buvo sunkus – atsakė tik trečdalis. Mokiniai turėjo nustatyti, kad nesujungus jungiklio grandinę sudaro du nuosekliai sujungti laidininkai, o kai jungiklis sujungiamas, prie antrojo laidininko lygiagrečiai prijungiamas trečiasis laidininkas. Dėl to tos grandinės dalies varža sumažėja, o srovės stipris visoje grandinėje padidėja. Srovės stipris antrajame laidininke sumažėja, nes atitekėjusi srovė pasidalina ir teka ne tik antruoju, bet ir per trečiuoju laidininku. Mokinių atsakymų pasirinkimai rodo, kad dauguma mokinių nenustatė, kad sujungus grandinėje jungiklį bendra varža sumažėja. Daugiau kaip trečdalis mokinių klydo manydami, kad prijungus antrą laidininką lygiagrečiai pirmajame laidininke srovės stipris padidės.

Kaip mokiniai elektrovarą sieja su šiluminiu elektros srovės poveikiu, tikrino **16 klausimas**. Teisingai atsakė kiek daugiau nei pusė mokinių. Kita pusė neatsižvelgė į tai, kad skaičiuojant elektrovarą reikia atsiminti, jog šiluma išsiskiria ne tik išorinėje, bet ir vidinėje varžoje.

Norint atsakyti į **17 klausimą** reikėjo atpažinti, kuris grafikas vaizduoja lemputėje išsiskiriančios elektros srovės galios priklausomybę nuo lemputės varžos. Dalis mokinių mano, kad išsiskirianti elektros srovės galia nuo varžos nepriklauso ar išvis lygi nuliui. Tai rodo, kad jie neturi supratimo apie elektros srovės galią, nors tai išmanyti turėtų kiekvienas bent kiek išprusęs vartotojas. Ugdymo procese reikėtų labiau akcentuoti gyvenimiškus dalykus.

**18 klausimas** tikrino, ar mokiniai žino, kas sudaro puslaidininkų diodą ir kaip jis jungiamas į grandinę laidžiaja linkme. Daugiau kaip penktadalis mokinių vakuuminį diodą supainiojo su puslaidininkiniu – jie nežino, kaip diodai žymimi elektrinėse schemose. Du penktadaliai pasirinko priešingą jungimo kryptį, pusė jų galbūt nežino, ką reiškia trikampis puslaidininkinio diodo žymėjime. Mokiniams padėtų toks patarimas – trikampį



puslaidininkinio diodo žymėjime galima tapatinti su rodykle, rodančia laidžiąja linkme tekančios srovės kryptį. Jeigu ji sutampa su grandine tekančios elektros srovės kryptimi, tai reiškia, kad diodas įjungtas laidžiąja linkme.

**19 klausimas** tikrino mokinių žinias apie elektros srovę dujose. Nors klausimo sunkumas optimalus, bet stebina tai, kad daugiau kaip trečdalis mokinių nežino, kas yra termoelektroninė emisija, beveik dešimtadalis galvoja, kad kaitinant dujas vyksta fotoefektas. Mokinių atsakymų pasirinkimai rodo, kad jiems trūksta žinių apie elektros krūvio nešėjų atsiradimą įvairiose aplinkose.

Svyravimams ir bangoms I dalyje buvo skirti šeši (20-25) klausimai su pasirenkamaisiais atsakymais, iš kurių vienas buvo labai sunkus, vienas – sunkus, vienas – optimalaus sunkumo, du – lengvi ir vienas – labai lengvas. Iš šešių svyravimams ir bangoms skirtų klausimų trys tikrino problemų sprendimo gebėjimus, trys – žinias ir supratimą.

Į **20 klausimą** apie surištų matematinių svyravimų periodą atsakė šiek tiek daugiau nei pusė mokinių. Matyt, daugeliui teisingai atsakyti sutrukdė gana sudėtinga matematinė išraiška. Norint teisingai atsakyti į panašaus pobūdžio klausimus, iš pradžių reikia nustatyti, nuo ko priklauso ieškomasis dydis, po to reikia aiškintis, kas pakito konkrečiu atveju.

Nors **21 klausimas** apie tai, kokiose terpėse sklinda garsas, mokiniams buvo labai lengvas, visgi atsirado tokių, kurie nurodė, jog garsas dujose nesklinda. Jie arba neskaitė klausimo, arba nesupranta, kad oras taip pat dujos. Stebina, kad tokie mokiniai renkasi laikyti valstybinį fizikos brandos egzaminą.

Šioje egzamino užduotyje vienintelis **22 klausimas** su pasirenkamaisiais atsakymais mokiniams buvo labai sunkus. Reikėjo pasirinkti, kuri išraiška apibūdina koku kampu į šviesolaidį krinta spindulys. Beveik pusė mokinių pasirinko išraišką, kuria remiantis skaičiuojamas ribinis visiško atspindžio kampas. Tai rodo darbo pamokose spragas – dažniausiai analizuojamas tik ribinis visiško atspindžio atvejis.

**23 klausimas** apie tai, kaip lūžio rodiklis susietas su lūžio kampu, mokiniams buvo sunkus. Norint teisingai atsakyti į klausimą pakako atsiminti, kaip absoliutinis lūžio rodiklis susietas su aplinkos optiniu tankiu, ir optinį tankį susieti su spindulio eiga aplinkoje. Vienas iš pagrindinių dalykų, ką mokiniai turėtų žinoti apie šviesos lūžį, yra tas, kad šviesai pereinant iš optiškai retesnės aplinkos į optiškai tankesnę spindulys lūžta artėdamas prie statmens aplinkų ribai, o iš tankesnės į retesnę – toldamas nuo minėto statmens. Tuomet pagal spindulio eigą mokiniai nesunkiai gali nustatyti, kuri aplinka yra optiškai tankesnė, o optiškai tankesnės aplinkos lūžio rodiklis didesnis.

Į **24 klausimą** apie glaudžiamuoju lęšiu gaunamo daikto atvaizdo vietą atsakė kiek mažiau nei du trečdaliai mokinių, nors buvo galima tikėtis geresnių rezultatų – klausimas tradicinis, nagrinėtas tiek dešimtoje, tiek dvyliktoje klasėse. Spindulių eigą pro glaudžiamąjį lęšį turėtų žinoti kiekvienas mokinytis, besiruošiantis laikyti tiek mokyklinį, tiek valstybinį fizikos brandos egzaminą. Kadangi užduotyje buvo pateiktas paveikslas, papildyti jį dviem spinduliais ir gauti teisingą atsakymą turėjo būti paprasta.

**25 klausimas** apie difrakcinę gardelę mokiniams buvo lengvas. Tik penktadalis mokinių visiškai nežino kas yra difrakcinės gardelės periodas, o dešimtadalis milimetrų nemoka paversti metrais.

Moderniajai fizikai I dalyje buvo skirti trys (26-28) klausimai su pasirenkamaisiais atsakymais, vienas – žinių ir supratimo, du – problemų sprendimo. 26 klausimas buvo lengvas, 27 – optimalaus sunkumo, 28 – sunkus.

Kaip mokiniai supranta fotoefektą ir geba jam taikyti energijos tvermės dėsnį tikrino **26 klausimas**. Nors klausimų apie fotoefektą yra kiekvienoje valstybinio fizikos brandos egzamino užduotyje, net ketvirtadalis egzaminą laikusių mokinių parodė, jog šio reiškinio visiškai nesupranta. Gilesnį fotoefekto reiškinio supratimą, fotoefekto dėsnį žinojimą mokiniai turėjo pademonstruoti atsakydami į **27 klausimą**. Atsakymų pasirinkimai rodo, kad net 40 proc. mokinių nesusieja fotonų srauto su išlaisvinamų elektronų skaičiumi ir tekančios srovės stipriu, krintančios šviesos dažnio kitimo su elektronų stabdymo įtampa, t.y. visiškai nežino fotoefekto dėsnį. Beveik 20 proc. mokinių žino, kad keičiantis krintančios šviesos dažniui kinta stabdymo įtampa, tačiau nežino kaip – jie pasirinko atsakymą, kad didėjant dažniui stabdymo įtampa mažėja.

**28 klausimas** tikrino, kaip mokiniai skiria spektrų rūšis. Beveik penktadalis mokinių išvis neskiria spektrų rūšių, likusiųjų pusė painioja linijinį emisinį spektrą su absorbciniu. Gal būt mokiniams padėtų mokslinių terminų lietuviškų atitikmenų žinojimas.

Astronomijos žinias tikrino du klausimai. Abu jie buvo optimalaus sunkumo. **29 klausimas** apie kometos uodegos krypties kitimą skriejant Saulės sistemoje parodė, kad net dešimtadalis laikusiųjų nežino, jog kosmose yra vakuumas – jie galvoja, kad kometos uodegos kryptį keičia pasipriešinimas judėjimui. **30 klausimas** apie Saulės judėjimą Galaktikoje atskleidė, kad net ketvirtadalis mokinių mano, kad Saulė nejudą. Tokie mokinių atsakymai rodo, kad astronomijos klausimams fizikos pamokose skiriama per mažai dėmesio, menkai teformuojamas supratimas net apie Saulės sistemą.



#### 4. EGZAMINO UŽDUOTIES II DALIES MOKINIŲ ATSAKYMŲ ANALIZĖ

II dalyje buvo pateikti septyni kompleksiniai uždaviniai, iš viso 35 klausimai. 21 klausimas buvo skirtas žinioms ir supratimui tikrinti. Už šiuos klausimus buvo galima surinkti 70 taškų. Problemų sprendimo gebėjimams tikrinti skirta 14 klausimų. Už juos buvo galima surinkti taip pat 70 taškų. Labai sunkių klausimų (į juos atsakė mažiau nei 20 proc. mokinių) šioje dalyje buvo keturi, sunkių – dešimt (žr. 3 lentelę). Jeigu žiūrėtume kiekvieno uždavinio sunkumą, tai vienas uždavinys buvo lengvas, jo skiriamoji geba patenkinama, keturi uždaviniai buvo optimalaus sunkumo, jų skiriamoji geba buvo gera, du uždaviniai – sunkūs, vieno jų skiriamoji geba – patenkinama, kito – gera.

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

Klausimai				
labai sunkūs (mažiau kaip 20 proc. sunkumo)	sunkūs (20 – 40 proc. sunkumo)	optimalaus sunkumo (40 – 60 proc.)	lengvi (60 – 80 proc. sunkumo)	labai lengvi (daugiau kaip 80 proc. sunkumo)
2.1, 5.5, 5.6, 6.5	1.4, 3.1, 3.2, 3.3, 4.3, 4.4, 4.5, 5.3, 5.4, 6.4	1.3, 2.5, 2.6, 4.1, 4.2, 4.6, 5.1, 5.2, 6.1, 7.1, 7.2	1.1, 1.2, 3.4, 4.7, 6.2, 6.3, 7.3	2.2, 2.3, 2.4
4 klausimai	10 klausimų	11 klausimų	7 klausimai	3 klausimai
8 taškai	42 taškai	54 taškai	26 taškai	10 taškų

Panagrinėkime kiekvieną uždavinį.

##### 1 uždavinys

Šis uždavinys buvo skirtas mechanikai ir tikrino mokinių žinias apie trinties jėgą, inercijos reiškinių, gebėjimą taikyti judėjimo lygtis. Jame nagrinėjamas stabdomo automobilio judėjimas. Tai optimalaus sunkumo uždavinys. Visus šiam uždaviniui skirtus 18 taškų surinko 11 proc. mokinių.

Pirmasis klausimas apie tai, nuo ko priklauso automobilio stabdymo kelio ilgis, mokiniams buvo lengvas, nors visus taškus surinko (žr. 1 pav.) tik 39 proc. mokinių. Dauguma mokinių teisingai atsakė, kad stabdymo kelio ilgi lemia pradinis automobilio greitis, tačiau klydo netiksliai įvardydami kitą fizikinę dydį ar nurodydami daugiau nei du dydžius, nors sąlygoje buvo prašoma įvardyti tik du. Mokiniai turėtų atsiminti, kad jeigu sąlygoje prašoma įvardyti du dydžius, tai daugiau vardyti nereikia. Dažniausiai išvardijus daugiau dydžių nei prašoma už užduotį gaunama ne daugiau, o mažiau taškų, nes padaroma klaidų. Dalis mokinių, nurodydami antrąjį fizikinę dydį, vietoje trinties koeficiento nurodė trinties jėgą (žr. 2 pav.). Jie už šią atsakymo dalį vietoje 2 taškų gavo 1 tašką. Gana dažnai mokiniai klydo vietoje trinties koeficiento nurodydami automobilio masę. Už tai taškų nebuvo skiriama. Ši klaida pasitaiko dėl to, kad iš saugaus eismo taisyklių mokiniai žino, jog didelės masės automobilį sustabdyti sunkiau nei mažos. Norėdami teisingai atsakyti į šį klausimą mokiniai turėjo taikyti antrąjį Niutono dėsnį

( $ma = \mu mg$ ) ir kelio priklausomybės nuo laiko lygtį ( $s = v_0 t - \frac{at^2}{2}$ ). Tuomet klaidų nebūtų padarę.

Trinties ~~jėga~~ koeficientas, automobilio važiavimo greitis

1 pav. Mokinio darbo pavyzdys

stabdymo kelio ilgis priklauso nuo trinties ir šio stabdomo kūno greičio, stabdymo pagreities.

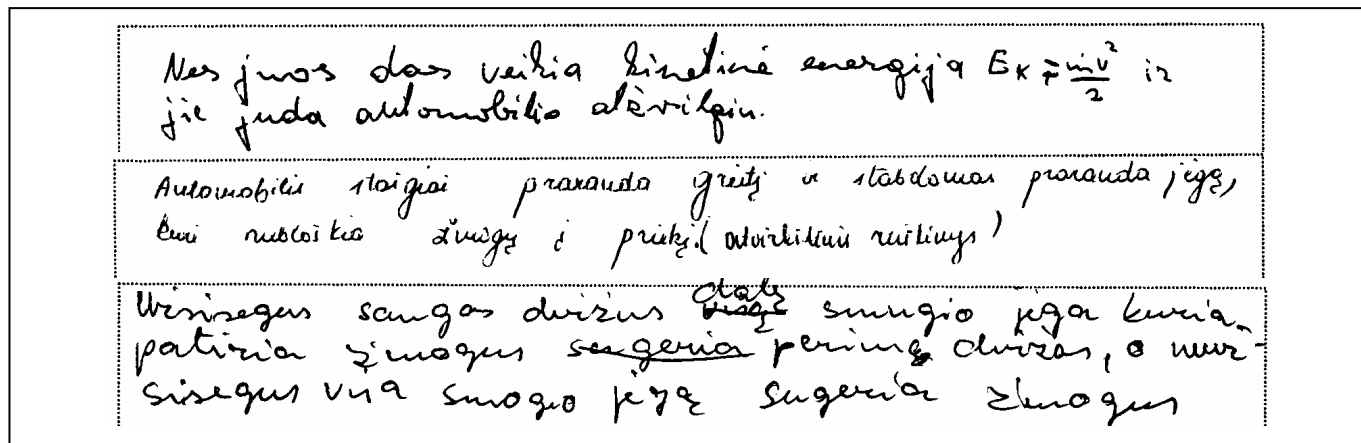
Automobilio masė ir jo ~~greitis~~ važiavimo greitis prieš stabdant.

masė ( $m$ ) automobilio masė ( $m$ ). 2-1  
 pradinis greitis ( $v_0$ ) važiavimo greitis ( $v$ )  
 stabdymo pagreitis ( $a$ ) stabdymo pagreitis ( $a$ ).

2 pav. Mokinių darbų pavyzdžiai

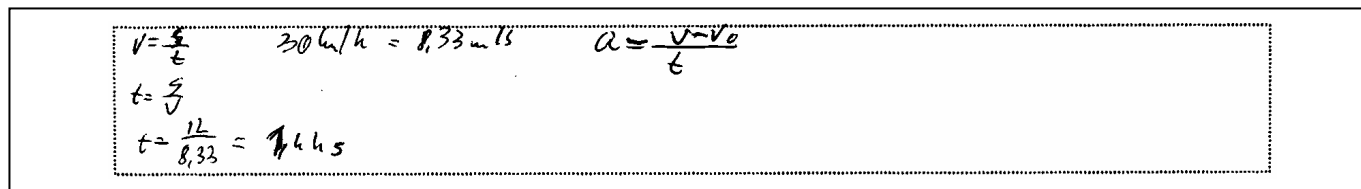


Labai gaila, kad į antrąjį uždavinio klausimą, kodėl staigiai stabdant susižeidžia vairuotojas ir keleiviai, jei būna neužsisegę saugos diržų, atsakė tik 75 proc. mokinių. Tai reiškia, kad net ketvirtadalis valstybinį fizikos brandos egzaminą pasirinkusių mokinių nežino, kodėl reikia prisisegti saugos diržus (žr. 3 pav.), tai ką kalbėti apie tuos mokinius, kurie fizikos nepasirinko. Visi mokyklą baigę mokiniai važinės mašinomis kaip keleiviai ar kaip vairuotojai. Nežinojimas, kodėl reikia užsisegti saugos diržus, kelia grėsmę gyvybei. Tokie klausimai mokykloje turi būti smulkiai nagrinėjami tiek per saugaus eismo, tiek per fizikos pamokas.



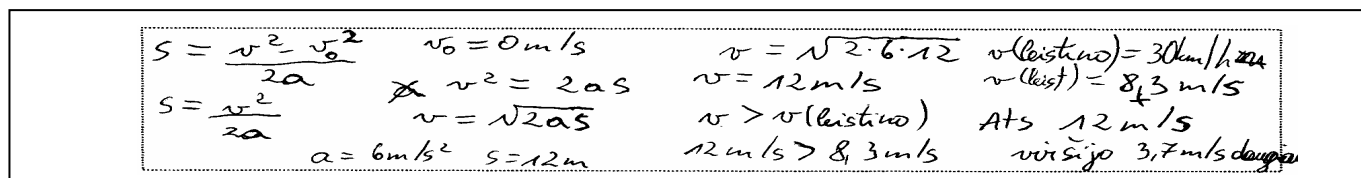
3 pav. Mokinių darbų pavyzdžiai

Atsakant į trečiąjį uždavinio klausimą reikėjo apskaičiuoti, su koku pagreičiu judėjo stabdomas automobilis. Beveik pusė mokinių šios užduoties neįveikė – arba nieko nedarė, arba nurodė tik matavimo vienetą, nors ši užduotis tinkama ir bendruoju kursu besimokiusiems fiziką mokiniams. Kaip jau ne vienas fizikos egzaminas parodė, dažniausia klaida yra ta, kad tolygiai kintamam judėjimui taikomos tolyginio judėjimo lygtys (žr. 4 pav.). Norėdami geriau pasiruošti fizikos brandos egzaminui mokiniai turėtų išmokti ne tik atpažinti egzamino užduotyje pateiktas formules, bet ir iš esamų formulių matematiškai gauti kitas (arba jas atsiminti), pavyzdžiui, daugelyje egzamino užduočių yra reikalinga poslinkio, esant tolygiai kintamam judėjimui, skaičiavimo formulė, kai nenurodytas judėjimo laikas. Ją galima gauti iš pagreičio išraiškos ir poslinkio, išreikšto laiko atžvilgiu, arba tiesiog atsiminti.



4 pav. Mokinio darbo pavyzdys

Koku greičiu judėjo automobilis ir ar vairuotojas pažeidė kelių eismo taisykles, reikėjo atsakyti 4 klausime. Stebina tai, kad beveik ketvirtadalis mokinių gavo 0 taškų – jie net nenurodė greičio pagrindinio matavimo vieneto, nors nelabai tikėtina, kad jo nežino. Visus šiam klausimui skirtus taškus surinko tik šiek tiek daugiau nei ketvirtadalis mokinių. Dalis jų net suskaičiavo, kiek vairuotojas viršijo leistiną greitį (žr. 5 pav.).



5 pav. Mokinio darbo pavyzdys

Ir šioje, kaip ir ankstesnėje užduotyje, dalis mokinių stabdymo laiką skaičiavo pasitelkdami tolyginio judėjimo lygtis. Kita dažna mokinių klaida – ženklai formulėse. Nors automobilis buvo stabdomas, taikytos tolygiai greitėjančio judėjimo lygtys (žr. 6 pav.). Daliai mokinių sunku pritaikyti bendras išraiškas, todėl jiems reikėtų atskirai surašyti tolygiai greitėjančio ir tolygiai lėtėjančio judėjimo lygtis.



$$\begin{aligned}
 v &= v_0 t + at & S &= v_0 t + \frac{at^2}{2} & t &= \frac{S}{v} = \frac{3t^2}{6t} = 0,5t = 0,5s \\
 v &= 0 + 6t & S &= 0 + 3t^2 & 1) v &= 30 \text{ m/s} & 2) t &= \frac{S}{v} = \frac{12 \text{ m}}{30 \text{ m/s}} = 0,4 \text{ s} \\
 v &= 6t & S &= 3t^2 & S &= 12 \text{ m} & 3) a &= \frac{v-v_0}{t} = \frac{8,3 \text{ m/s}}{0,4 \text{ s}} = 20,75 \text{ m/s}^2 \\
 \text{Ats:} & & & & & & &
 \end{aligned}$$

6 pav. Mokinio darbo pavyzdys

## 2 uždavinys

Mokinių žinias apie reaktyvinį judėjimą tikrino antrasis mechanikai skirtas uždavinys. Apskritai uždavinys buvo lengvas, nors vienas klausimas buvo labai sunkus.

Pirmasis klausimas, į kurį atsakė tik 15,5 proc. mokinių, tikrino, ar mokiniai žino, kokio fizikinio dydžio tverme pagrįstas judėjimas tuštumoje. Atsakant į šį klausimą reikėjo parodyti tik bendrą supratimą apie kūnų judėjimą kosmose. Menkas teisingų atsakymų procentas rodo, kad supratimo nėra (žr. 7 pav.). Liūdina tai, kad į tuos klausimus, kur reikia, ką nors suskaičiuoti, mokiniai atsako daug geriau nei į supratimo reikalaujančius klausimus. Tai rodo, kad mokant fizikos orientuojamasi į dėsnių, formulių taikymą, į matematinius skaičiavimus, o ne į reiškinių supratimą.

Pagrindinio dejuj nukeliamo slėgio

vertis kuru

funcija

Šiameis traukos  $F = mg$ ; Dujų išmetimo šva-

7 pav. Mokinių darbų pavyzdžiai

Į klausimą, kuriuos manevravimo variklius reikia įjungti norint sustabdyti erdvėlaivį, mokiniai atsakė gana gerai, nors buvo ir tokių, kurie pasirinko variklius, kuriuos įjungus erdvėlaivis greitėtų (žr. 8 pav.) arba pradėtų sukstis.

A ir C

8 pav. Mokinio darbo pavyzdys

Kinetinę erdvėlaivio energiją kosminės stoties atžvilgiu suskaičiavo daugelis mokinių, tačiau apskaičiuoti darbą, kurį reikia atlikti norint sustabdyti erdvėlaivį kosminės stoties atžvilgiu, pasisekė ne visiems. Daugiausia klaidų padaryta tvarkantis su ženklais (žr. 9 pav.). Mokiniai tradiciškai vengia minuso ženklo, nors turėtų gerai žinoti, kad judėjimą stabdančios jėgos atlieka neigiamą darbą. Skaičiavimuose minuso ženklas neturėtų išnykti be jokių paaiškinimų, todėl 9 paveiksle pateiktas sprendimas buvo vertinamas vienu tašku mažiau (3 iš 4 galimų). 10 paveiksle pateiktas sprendimas buvo vertinamas tik 1 tašku – už matavimo vienetą. Nors skaitinė vertė gauta teisinga, tačiau formulė, kuria remiantis skaičiuota – bloga, todėl už skaitinę vertę taškas nebuvo skiriamas. Gaila, kad mokinys kinetinės energijos teoremos išraiškos nesutikrino su pateikta egzamino užduotyje.

$$A = E_{k2} - E_{k1} = E_{k1} = 32 \cdot 10^3 \text{ J} \quad \text{Ats: } \therefore A = 32 \text{ kJ}$$

9 pav. Mokinio darbo pavyzdys

$$A = E_{k1} + E_{k2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} \Rightarrow E_{k2} = 0, \text{ todėl } A = E_{k1} = \frac{16 \cdot 10^3 \cdot 2^2}{2} = 32 \cdot 10^3 \text{ (J)}$$

10 pav. Mokinio darbo pavyzdys

Atsakydami į penktąjį šio uždavinio klausimą mokiniai turėjo apskaičiuoti vidutinę jėgą, kurią išvysto stabdomo erdvėlaivio varikliai. Mokiniai skaičiavo pasitelkdami jėgos impulso sąryšį su kūno impulsu arba antrąjį





Niutono dėsnį (žr. 11 pav.). Jėgos matavimo vienetas mokiniams vis dar kelia sunkumų – dalis mokinių vietoje niutono nurodė džaulį (žr. 11 pav.) ar išvis matavimo vieneto nenurodė. Tai, kad 20 proc. mokinių negavo nė vieno taško, rodo, jog jėgos matavimo vieneto jie nežino. Dalis mokinių vidutinę jėgą painiojo su galia (žr. 12 pav.), dalis klydo galios išraiškoje vietoje vidutinio greičio įrašydami pradinį (žr. 13 pav.). Šis pavyzdys taip pat rodo, kad mokiniai, dažnai net nesusimąstydami, tolyginio judėjimo lygtis taiko bet kokiam judėjimui.

$$F \cdot t = m \Delta v ; f = \frac{m \Delta v}{\Delta t} \quad v = 2 \text{ m/s} \quad F = ? \quad F = \frac{16000 \cdot 2}{10} = 3200 \text{ J}$$

$$t = 10 \text{ s} \quad F = 3200 \text{ J}$$

$$m = 16000 \text{ kg}$$

$$F = ma \quad a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{0 - 2}{10} = -0,2 \quad a = 0,2$$

$$F = 16000 \cdot 0,2 = 3200 \text{ N}$$

11 pav. Mokinių darbų pavyzdžiai

$$N = \frac{A}{t} = \frac{32000}{10} = 3200 \text{ W}$$

12 pav. Mokinio darbo pavyzdys

$$N = Fv \quad F = \frac{A}{vt} \quad F = \frac{3,2 \cdot 10^4}{2 \cdot 10} \quad F = 160 \text{ N}$$

$$\frac{A}{t} = Fv \quad F = \frac{A}{v} \quad v = 2 \text{ m/s} \quad \text{Ats } 160 \text{ N}$$

13 pav. Mokinio darbo pavyzdys

Paskutinis šio uždavinio klausimas buvo ne iš mechanikos, o iš elektrodinamikos. Mokiniam reikėjo tik pasirinkti medžiagas, kurios naudojamos Saulės baterijoms gaminti, ir paaiškinti jose vykstančius energijos virsmus (žr. 14 pav.). Kiek lengviau mokiniams sekėsi atsakyti į pirmąją klausimo dalį, tačiau komentuodami energijos virsmus darė daug klaidų. Visus šiai užduočiai skirtus taškus surinko tik kiek daugiau nei penktadalis mokinių. Nors mokinių aplinkoje Saulės baterijų tikrai yra (skaičiuokliuose ir kt.), tačiau tik nedaugelis parodė elementarų supratimą apie jas.

**Kosminė stotis maitinama Saulės baterijomis. Kokia (laidžia, puslaidininkine ar izoliacine) medžiaga padengti kosminės stoties „sparnai“ ir kokie energijos virsmai<sup>2</sup> vyksta toje medžiagoje?**

Puslaidininkė. Fotoefekto nuteikta energija virsta vidine kaina energija.

daidžia. Ji sugeria saulės energija ir paverčia ją mechanine energija.

Stoties „sparnai“ padengti izoliacine medžiaga. Saulės energija nuteikia fotoelementais ir energija kaupiama garantuose.

14 pav. Mokinių darbo pavyzdžiai

### 3 uždavinys

Trečiasis uždavinys buvo skirtas molekulinei fizikai ir tikrino mokinių žinias apie drėkinimą ir skysčio paviršiaus įtempimą. Mokiniam jis buvo sunkus – net ir bendras uždavinio sunkumas yra tik 34,72 proc. Tik vienas uždavinio klausimas mokiniams buvo lengvas, visi kiti – sunkūs. Šio uždavinio klausimai buvo nagrinėjami tik mokantis fizikos išplėstiniu kursu.

Atsakant į pirmąjį klausimą, medžiagos molekulinės sandaros požiūriu reikėjo paaiškinti drėkinimo reiškinį. Mokiniam sunkiai sekėsi tiksliai įvardyti ir palyginti molekulių tarpusavio traukos jėgas (žr. 15 pav.). Vieni klydo lygindami ne vandens molekulių tarpusavio bei vandens ir stiklo molekulių trauką, o vandens molekulių tarpusavio trauką su stiklo molekulių tarpusavio trauka, kiti per daug sutrumpintai aiškino. Dalies mokinių atsakymai rodo, kad ne tik drėkinimo reiškinio, bet ir molekulių sąveikos, medžiagos agregatinių būsenų jie visai nesupranta.



a) atveju vandens lašas, didesnis lašas, vandens molekulių traukos jėga mažesni už paprastus molekulių traukos jėgą.

b) atveju vandens lašas, nedidėlis lašas, vandens molekulių traukos jėga didesni nei riebalų.

Stiklo molekulinė trauka didesni už riebalų molekulių trauką.

Ant švaresnio stiklo molekulinė trauka didesni stiklo molekulių trauka, o riebalų molekulinė trauka mažesni ir švaresnis lašas.

a) stiklo molekulinė trauka lengvai išsiskiria iš vandens.

b) riebalų molekulinė trauka lengvai išsiskiria iš vandens.

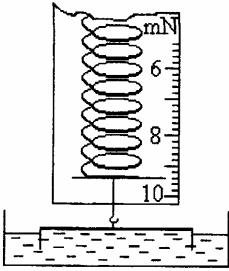
Švaresnis stiklo tankis mažesnis už vandens, todėl vanduo pariskinta, o riebaluoto lašo - didesnis, todėl vanduo nepakeiči savo esamos formos.

Riebalai yra skystos būsenos, todėl užpildo visus tarpus, stiklo - kietos agregatinės būsenos, turi plyšius, kuriuos užpildo vanduo. Ant riebaluoto lašo vanduo neturi ką užpildyti, todėl lieka paviršiuje.

15 pav. Mokiųjų darbų pavyzdžiai

Antrasis ir trečiasis uždavinio klausimas tikrina mokinių praktinius gebėjimus. Jie buvo iš egzaminų programoje nurodyto laboratorinio darbo. Mokiųjų atsakymai nedžiugina (žr. 16 pav.). Pirmiausia reikėjo nurodyti, kokio dydžio jėgą rodo dinamometras. Nemažai mokinių nesugebėjo nustatyti padalos vertės, nepastebėjo, jog dinamometro skalė sugraduota miliniutonais. Santykinę paklaidą teisingai apskaičiuoti sugebėjo tik nedaugelis. Kai kas klydo paskutiniame žingsnyje – nurodė santykinės jėgos matavimo paklaidos vienetus. Visus šiam klausimui skirtus taškus surinko tik 7,5 proc. mokinių. Akivaizdu, kad mokykloje per mažai dėmesio skiriama praktiniams gebėjimams ugdyti.

Siaurą rėmelį, kurio viršutinė kraštinė yra 5,0 cm ilgio, iš vandens traukė dinamometru. Paveiksle pavaizduota dinamometro skalė prieš rėmeliui atitrūkstant nuo vandens. Kokio dydžio jėgą išmatavo mokiniai? Kokia santykinė jėgos matavimo paklaida<sup>1</sup>?



Mokiniai išmatavo 9,2 mN jėgą (9,2 · 10<sup>-3</sup> N)

$$\delta l = \frac{1}{5} = 0,2$$

santykinė paklaida lyg: 0,2

$$F = 9,2 \text{ mN} = 9,2 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

$$\frac{2}{2} = 1 \text{ mN} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

Išmatavo 9,4 mN = 9,4 · 10<sup>-3</sup> N  
 A beslytinti paklaida lyg: 0,1 mN  

$$\delta_{\text{rel}} = \frac{0,1 \text{ mN}}{9,4 \text{ mN}} \approx 0,01$$

16 pav. Mokiųjų darbų pavyzdžiai



Atsakydami į trečią klausimą mokiniai turėjo apskaičiuoti paviršiaus įtempimo jėgą (taip pat kaip ir laboratoriniame darbe). Deja, už šį klausimą visų taškų niekas nesurinko. Daugelis mokinių neatsižvelgė į tai, jog traukiant rėmelį iš vandens yra du paviršiai, nemažai mokinių paviršiaus įtempimo jėgą painiojo su paviršiaus įtempimo koeficientu ar mechanine įtampa (žr. 17 pav.). Tik vienintelis šio uždavinio klausimas, kaip kinta paviršiaus įtempimo koeficientas kylant temperatūrai, mokiniams buvo lengvas. Ruošiantis egzaminui programoje nurodytus laboratorinius darbus reikėtų atlikti ar bent išsiaiškinti, jeigu tai nebuvo padaryta per pamokas.

$m = 0,2g = 0,0002kg$ $g = 10 m/s^2$ $F_1 = 9,4N/m = 0,0054N$ $F_{it} = F_{mukio} - F_{paviršiaus}$ $F_{it} = F_{mukio} - mg$	$F_{it} = mg - F_1$ $F_{it} = 0,0002kg \cdot 10m/s^2 - 0,0054N =$ $= 0,002N - 0,0054N = -0,0074N$ $Ats.: F_{it} = 0,0074N$
$F_1 = mg$ $F_1 = 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 0,2 \cdot 10^{-2} N$ $F_{it} = \sigma l$ $\sigma = \frac{F}{l}$ $F = F - F_1$ $F = 7,4 \cdot 10^{-3} N$	$F_{it} = \frac{F_1}{l}$ $F_{it} = \frac{7,4 \cdot 10^{-3}}{0,05} = 0,148 N$ $Ats.: 0,148 N$
$\sigma = \frac{F}{l}$ $F = mg$ $m = 0,2g = 0,2 \cdot 10^{-3} kg$	$F = \sigma l$ $\sigma = \frac{F}{l}$ $\sigma = \frac{mg}{l}$ $l = 5cm = 0,05m$ $Ats. 0,04 N/m$

17 pav. Mokinių darbų pavyzdžiai

#### 4 uždavinys

Bendras ketvirtojo uždavinio sunkumas yra optimalus, trys šio uždavinio klausimai mokiniams buvo sunkūs, trys – optimalaus sunkumo, vienas – lengvas. Mokinių elektrodinamikos žinios buvo tikrinamos nagrinėjant elektrono judėjimą elektriniame ir magnetiniame lauke.

Pirmasis klausimas tikrino, ar mokiniai žino, kokią greitį elektronas įgyja elektriniame lauke. Matyt, tai, kad toliau nagrinėjamas elektrono judėjimas magnetiniame lauke, suklaidino dalį mokinių ir jie, atsakydami į šį klausimą, taikė elektrono judėjimą magnetiniame lauke apibūdinančius sąryšius (žr. 18 pav.). Daugiau kaip ketvirtadalis mokinių nenurodė net greičio matavimo vieneto.

$F = qvB \sin \alpha$ $v = \frac{F}{qB \sin \alpha}$	$Ats.: v = 3 \cdot 10^7 m/s$
$r = \frac{mv}{qB}$ $E_k = \frac{mv^2}{2}$ $v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}}$	$v^2 = \frac{2EL}{m}$ $Ats. r = 6 \cdot 10^6 m/s$

18 pav. Mokinių darbų pavyzdžiai

Atsakydami į antrąjį ir trečiąjį uždavinio klausimus mokiniai turėjo apskaičiuoti magnetiniame lauke elektroną veikiančios jėgos dydį ir nurodyti jos kryptį. Daugumai mokinių sekėsi nustatyti jėgos dydį, tačiau dalis nežinojo kokią išraišką pasirinkti (žr. 19 pav.). Buvo mokinių, kurie neatsakė į pirmąjį klausimą, t. y. neapskaičiavo elektrono greičio, todėl negalėjo apskaičiuoti jėgos vertės. Tie mokiniai, kurie galutinėje teisingoje išraiškoje paliko skaičių su raide  $v$  ir nurodė matavimo vieneta, už šį klausimą buvo įvertinti visais taškais (už neapskaičiuotą greitį jie jau negavo taškų atsakydami į pirmą klausimą). Pritaikyti kairiosios rankos taisyklę ir nustatyti magnetiniame lauke elektroną veikiančios jėgos kryptį pavyko tik kiek mažiau kaip trečdaliui mokinių.



$$F = B I l \sin \alpha$$

$$F = q v B \sin \alpha$$

Ats  $F = 5 \text{ N}$

---


$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

$$q = C U$$

$$q = 3 \cdot 10^{-4} \text{ V} \cdot 0,001 \text{ T} = 30 \text{ VT}$$

$$\vec{F} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 30 \text{ VT} = 4,8 \cdot 10^{-12} \text{ N}$$

Ats:  $4,8 \cdot 10^{-12} \text{ N}$

19 pav. Mokiųjų darbų pavyzdžiai

Mokiniam sunkus buvo klausimas apie elektrono trajektorijos kreivumo spindulį. Stebina tai, kad net 60 proc. mokinių nenurodė net matavimo vieneto. Kai kurie mokiniai buvo labai išradingi – jie bandė skaičiuoti taikydami Kulono dėsnį (žr. 20 pav.).

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$r = \sqrt{k \frac{q_1 q_2}{F}}$$

$$r = \sqrt{\frac{90 \text{ VT}}{4,8 \cdot 10^{-12} \text{ N}}} = 2,5 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

Ats:  $2,5 \cdot 10^{-9} \text{ m}$

20 pav. Mokinio darbo pavyzdys

Ar mokiniai žino, kokiuose prietaisuose elektronų judėjimas valdomas magnetiniu lauku, tikrino šeštasis šio uždavinio klausimas. Reikėjo pabraukti du prietaisus. Teisingai pabraukė du prietaisus vos daugiau nei dešimtadalis mokinių, vieną – šiek tiek daugiau kaip pusė (žr. 21 pav.). Tai rodo, kad mokymo procesas labai teorinis – neakcentuojama, kur praktiškai pritaikomi nagrinėjami reiškiniai.

**Diodas, kineskopas, lazeris, masės spektrografas, Rentgeno vamzdis**

21 pav. Mokinio darbo pavyzdys

Džiugina tai, kad į klausimą, kokius reiškinius gamtoje sukelia magnetinio lauko poveikis elektringųjų dalelių judėjimui, mokiniai atsakė daug geriau nei į prieš tai buvusį. Tačiau mokinių pasirinkimai rodo, kad kai kuriuos gamtinius reiškinius reikėtų labiau akcentuoti. Tiek praeitų metų egzamino darbuose, tiek šio klausimo atsakymuose (žr. 22 pav.) matyti, kad dalis mokinių nežino, kaip susidaro vaivorykštė, nors pirmosios žinios apie ją gaunamos jau šeštoje klasėje.

**Vaivorykštė, vėjas, šiaurės pašvaistė, žemės drebėjimas, Saulės dėmės**

22 pav. Mokinio darbo pavyzdys

### 5 uždavinys

Žinias apie transformatorių tikrino penktasis uždavinys. Uždavinys buvo sunkus, skiriamoji geba gera.

Viena iš priežasčių, lėmusių uždavinio sunkumą, yra ta, kad buvo nurodytas transformatoriaus ričių vijų skaičiaus santykis, o ne vijų skaičius vienoje ritėje. Dalis mokinių nesugebėjo tinkamai pasinaudoti tuo sąryšiu. Kita dalis transformacijos koeficiento išraiškos nesutikrino su pateikta egzamino užduotyje (žr. 23 pav.). Remdamiesi gautu klaidingu atsakymu, mokiniai padarė klaidų atsakydami į kitus uždavinio klausimus (žr. 24 pav.).

$$k = \frac{n_2}{n_1}$$

$$k = \frac{U_2}{U_1}$$

$$k = \frac{I_1}{I_2}$$

Ats 10

23 pav. Mokinio darbo pavyzdys



1. Kam lygus transformacijos koeficientas?

$$U_1 = 220V$$

$$I_1 = 0,55A$$

$$N_1 = 10N_2$$

$$N_2 = \frac{N_1}{10}$$

$$K = \frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{\frac{N_1}{10}} = 10$$

To neties vaiko darbas (4 taškai)

2.

Transformatoriaus koeficientas  $K > 1$ , vadinami transformatorius žeminaučių (nes mažina įtampą). Antzinės ritės laidai turi būti storesni.

24 pav. Mokinio darbo pavyzdys

Nors transformacijos koeficientą teisingai apskaičiavo tik šiek tiek daugiau nei trečdalis mokinių, galima pasidžiaugti, kad į klausimą, koks čia transformatorius, atsakė daugiau nei pusė. Tai reiškia, kad šiuo atveju mokiniai ne mechaniškai prisimena, o supranta, kas lemia transformatoriaus tipą. Į antrąją klausimo dalį, kurios ritės laidai turi būti storesni, atsakė tik penktadalis. Šiuo atveju, manau, mokiniams padėtų supraciškimas, kad storesni laidai turi būti toje ritėje, kuria teka stipresnė srovė (kad energijos nuostoliai būtų mažesni).

Atsakant į trečią šio uždavinio klausimą reikėjo apskaičiuoti, kokio dydžio elektrovara indukuojama antrinėje ritėje. Klausimo sunkumą, matyt, lėmė tai, kad uždavinio sąlygoje buvo pateikti energijos nuostoliai transformatoriuje. Kai kurie mokiniai skaičiuodami elektrovara įvedė naudingumo koeficientą, o to daryti nereikėjo. Į nuostolius reikėtų atsižvelgti, jei būtų skaičiuojama įtampa, tenkanti vartotojui. Šiame uždavinyje į naudingumo koeficientą reikėjo atsižvelgti skaičiuojant galią, tenkančią vartotojui (žr. 25 pav. 4 klausimo vertinimo instrukcija).

4	$P_2 = \eta P_1,$	1 taškas
	$\eta = 1 - 0,05 = 0,95,$	1 taškas
	$P_1 = U_1 I_1,$	1 taškas
	$P_2 = \eta U_1 I_1,$	1 taškas
	$P_2 = 0,95 \cdot 220 \cdot 0,55 \approx 115 \text{ (W)}.$	2 taškai
	(1 taškas – už skaitinę vertę, 1 taškas – už matavimo vienetą)	
	Iš viso	6 taškai

25 pav. 4 klausimo vertinimo instrukcija

Stebina tai, kad mažiau nei dešimtadalis mokinių atsakė į klausimą, kodėl transformatoriui reikalinga uždara šerdis – apie tai jau kalbama pagrindinėje mokykloje. Mokinių atsakymai rodo, kad nemaža jų dalis atsakė ne į pateiktą klausimą, o į klausimą, kodėl transformatoriaus šerdis surenkama iš atskirų plokštelių (žr. 26 pav.). Maža šio klausimo skiriamoji geba rodo, kad net ir geri mokiniai į šį klausimą atsakinėjo prastai. Tai dar kartą parodo, kad per mažai dėmesio skiriama prietaisų veikimo supratimui, ir per daug skaičiavimams – skaičiavimų rezultatai daug geresni.

Kad nesuridavęti magnetinis laukas lėvės duotų daugiau nuostalių

Tam, kad būtų mažesni energijos nuostoliai.

Kad būtų lėvė mažiau energijos nuostalių. Energijos vėrimai galėtų vykti mažesniais grandinė

26 pav. Mokinių darbų pavyzdžiai

Į klausimą, kodėl sugenda transformatoriaus ritė įjungus į nuolatinės įtampos tinklą, teisingai atsakė dar mažiau mokinių nei į penktąjį. Tiek praeitų metų egzamino rezultatai, tiek atsakymai į šį klausimą rodo, kad kintamosios srovės induktyviajai varžai, jos supratimui ugdymo procese turėtų būti skiriama daugiau dėmesio.



## 6 uždavinys

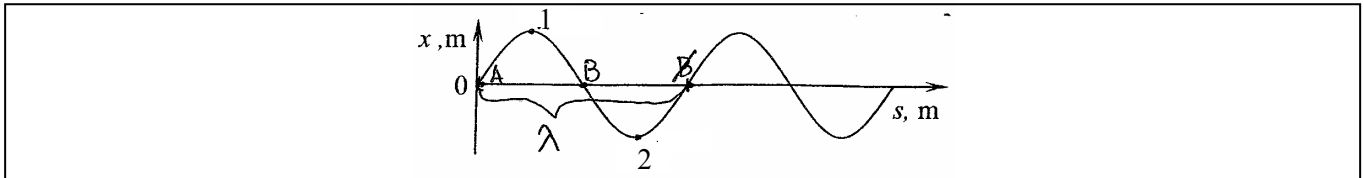
Šis uždavinys tikrino mokinių žinias apie banginius reiškinius. Uždavinio sunkumas optimalus, skiriamoji geba gera.

Atsakant į pirmąjį uždavinio klausimą reikėjo įrašyti trūkstamus žodžius. Nors klausimas optimalaus sunkumo, mokinių žinios apie pagrindines bangų savybes turėtų būti geresnės. Kai kurie mokinių atsakymai rodo, kad parašę atsakymą mokiniai jo neperskaito (žr. 27 pav.). Atidžiai perskaitęs savo atsakymą mokinys turėtų pamatyti logines klaidas.

Bangos neperneša ~~energijos~~, perneša tik ~~daleles~~  
 Bangos neperneša *informacijos*, perneša tik *dalelių nypraičius*

27 pav. Mokinio darbo pavyzdys

Atsakant į antrąjį uždavinio klausimą reikėjo brėžinyje pažymėti bangos ilgį ir artimiausius taškus A ir B, svyruojančius priešingomis fazėmis. Daugelis mokinių taškus A ir B žymėjo ant ašies (žr. 28 pav.), nors tuomet taškai yra pusiausvyros padėtyje ir nesvyruoja. Taškai A ir B turėtų būti pažymėti taškų 1 ir 2 vietose.



28 pav. Mokinio darbo pavyzdys

Sklandančios bangos ilgį ir dažnį reikėjo apskaičiuoti atsakant į trečią uždavinio klausimą. Bangos ilgį nesunkiai apskaičiavo daugelis mokinių, tačiau dalis jų nežino bangos ilgio žymėjimo (žr. 29 pav.). Buvo mokinių, kurie bangos dažnį painiojo su periodu ar net taikė matematinės svyruoklės periodo formulę (žr. 30 pav.). Dažnio ir periodo sąvokas mokiniai dažnai painioja. Galbūt jiems padėtų šių sąvokų siejimas su buitine kalba.

$l = 0,6 + 0,6 = 1,2 \text{ m}$   
 $f = 2 \text{ Hz}$

29 pav. Mokinio darbo pavyzdys

$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$       $l = 0,6 \cdot 2 = 1,2 \text{ m}$   
 $T = 2\pi\sqrt{\frac{1,2}{10}} = 6,28\sqrt{0,12}$      Atli:  $l = 1,2 \text{ m}$  ;  $T = 6,28\sqrt{0,12}$

30 pav. Mokinio darbo pavyzdys

Atsakant į ketvirtąjį uždavinio klausimą reikėjo pateikti interferencijos minimumo sąlygos formuluotę (vertinama 2 taškais). Jei mokiniai užrašė tik formulę, buvo vertinama 1 tašku. Kaip ir dauguma klausimų, reikalaujančių pateikti formuluotes, taip ir šis klausimas mokiniams buvo sunkus. Labai sunkus mokiniams buvo ir klausimas apie bangų energijos pasiskirstymą interferencijos metu. Tokius prastus rezultatus būtų galima paaiškinti tuo, kad trūkstant mokymo priemonių tokie sudėtingi reiškiniai kaip bangų interferencija dažniausiai nagrinėjami tik teoriškai, todėl mokiniai jų nesupranta (žr. 31 pav.). Gyvai stebint mechaninių ar monochromatinių šviesos bangų interferenciją suprasti energijos pasiskirstymą vykstant interferencijai yra daug lengviau. Kompiuterio ar paveikslų naudojimas šiuo atveju didelio efekto neturi.

*Viena kita kompensuoja (sumažina) arba padidina*  
*Energija pasiskirsto į minimumus ir maksimumus*

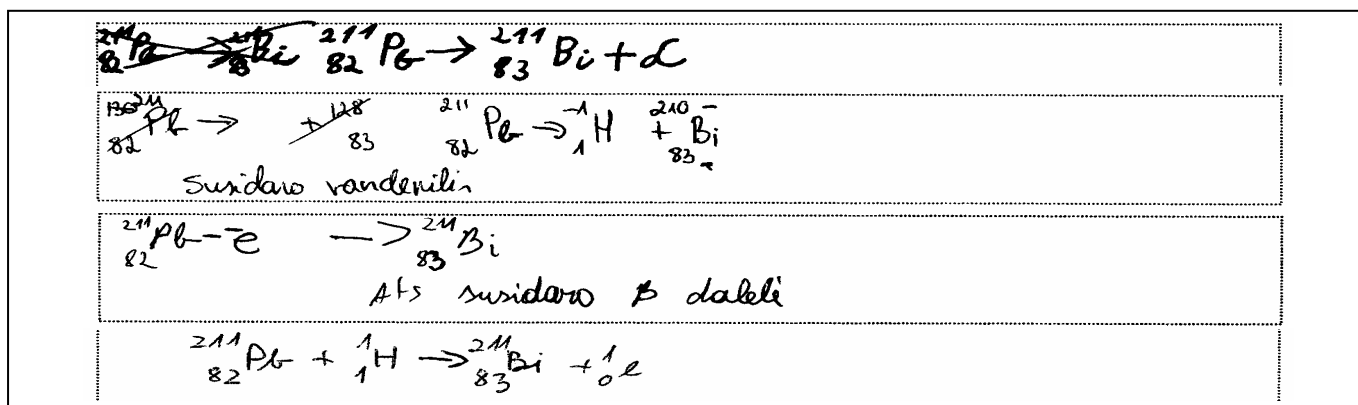
31 pav. Mokinių darbų pavyzdžiai



## 7 uždavinys

Šis uždavinys tikrina mokinių moderniosios fizikos žinias. Jo sunkumas optimalus, skiriamoji geba gera. Du klausimai optimalaus sunkumo, vienas – lengvas.

Atsakant į pirmąjį klausimą reikėjo iš paveikslėlio nustatyti bismuto izotopo sudėtį ir užrašyti švino virstimo bismutu reakcijos lygtį bei nurodyti, kokia dar dalelė susidaro. Dauguma mokinių bismuto izotopo sudėtį nustatė teisingai, tačiau kai kurie klydo. Jie nemokėjo pasinaudoti informacija, pateikta paveiksle. Švino izotopo sudėtis buvo užrašyta sąlygoje ir jis buvo pavaizduotas paveiksle. Bismuto izotopo sudėtį buvo galima nustatyti remiantis analogija. Dažnai mokiniai nemoka pasinaudoti egzamino užduotyje esančia informacija, padedančia atsakyti į klausimus. Pamokose reikėtų to mokyti. Nors dauguma mokinių bismuto izotopo sudėtį nustatė, tačiau užrašyti reakcijos lygties, juo labiau nurodyti susidariusios dalelės nemokėjo. Kadangi sąlygoje nurodyta, kad vyksta švino radioaktyvusis skilimas, kairėje lygties pusėje turėtų būti tik švino izotopas. Dešinėje pusėje užrašius bismuto izotopą reikia palyginti izotopų krūvius ir mases. Kadangi abiejose lygties pusėse krūvių suma ir masių suma turėtų būti vienodos, dešinėje pusėje užrašomi skaičiai, kurie padėtų jas sulyginti. Pagal gautą dalelės krūvį nustatoma kokia tai dalelė. Visus šiuos žingsnius teisingai atliko tik penktadalis mokinių.



32 pav. Mokinių darbų pavyzdžiai

Atsakydami į antrąjį uždavinio klausimą mokiniai turėjo pademonstruoti kaip supranta ir moka taikyti radioaktyvaus skilimo dėsnį. Dalis mokinių teisingai taikė dėsnį, tačiau apskaičiavo likusių nesuskilusių izotopų dalį, o buvo klausta kiek suskilo (žr. 33 pav.). Žodis *suskilo* net buvo paryškintas, kad mokiniai atkreiptų dėmesį.

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$$

$$N = N_0 2^{-\frac{600}{120}}$$

$$N = N_0 2^{-5} = 0,03125 N_0$$

0,03125 medžiagos dalis suskyla

33 pav. Mokinio darbo pavyzdys

Dalis mokinių, suprasdami radioaktyviojo skilimo dėsnio esmę, nesinaudojo dėsnio formule, o skaičiavo tik matematiškai ir gavo teisingą atsakymą (žr. 34 pav.). Toks sprendimas buvo vertinamas visais šiam klausimui skirtais taškais.

$$\frac{10 \text{ min}}{2 \text{ min}} = 5 \text{ (5 kartus skils per 10 min)}$$

$$1 - 0,03125 = 0,96875 \text{ (skilo Bi)}$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = 0,03125 \text{ (likęs skilt)}$$

Ats.: suskils 0,96875 medžiagos

Ats.: 0,96875 skilo Bi

34 pav. Mokinių darbų pavyzdžiai

Atsakant į paskutinį klausimą reikėjo pademonstruoti žinias apie radioaktyviųjų spindulių skvarbą ir jonizuojamąją gebą. Į pirmąją klausimo dalį atsakė dauguma mokinių, į antrąją tik šiek tiek daugiau nei pusė (žr. 35 pav.). Galbūt todėl, kad apie spindulių jonizuojamąją gebą ugdymo procese kalbama mažokai, dažniausiai tik nagrinėjant radioaktyviųjų dalelių registravimo metodus, bet tada labiau akcentuojamas pats registravimo metodas.



Didžiausias jonizuojamoji geba  $\beta$  spindulys  
Didžiausia skruva  $\gamma$  spindulys

35 pav. Mokinio darbo pavyzdys

## 5. IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

1. Mokinių įvairių fizikos sričių esminės žinios, atitinkančios vidurinės mokyklos fizikos išplėstinio kurso pasiekimų lygmenį, yra geros, trūksta tik kai kurių gebėjimų.
2. Ugdymo procese daugiau dėmesio turėtų būti skiriama reiškinių supratimui, o ne mechaniniam dydžių sąryšių taikymui. Egzamino užduotyje turėtų atsirasti daugiau klausimų, tikrinančių būtent fizikinių reiškinių supratimą, o ne mokinių matematinius gebėjimus.
3. Daugiau dėmesio reikia skirti mokinių informacinių gebėjimų ugdymui – reikia mokyti atidžiau skaityti, suprasti uždavinių sąlygas, pasinaudoti visa užduotyje pateikta informacija.
4. Mokinių komunikaciniai gebėjimai nepakankami, reikėtų daugiau dėmesio skirti jų ugdymui, nesitenkinti trumpais atsakymais, mokyti mokinius tiksliai formuluoti savo mintis, išsamiai atsakyti į klausimus.
5. Mokiniai dažnai pamiršta nurodyti fizikinio dydžio matavimo vienetus.
6. Nemaža dalis mokinių nėra gerai susipažinę su egzamino užduotyje pateikiamomis pagrindinėmis formulėmis, nemoka jų taikyti. Besirengiantiems laikyti fizikos brandos egzaminą mokiniams norėtųsi patarti, kad formules jas gerai išnagrinėtų ir atsimintų, kam jos taikomos. Tai padėtų gerai išlaikyti fizikos brandos egzaminą.