



Valsts izglītības attīstības aģentūra

FIZIKAS
(optimālais mācību satura apguves līmenis)
MONITORINGA DARBS
2023./2024. m. g.

ANALĪZE UN METODISKIE IETEIKUMI

Rīga, 2025

SATURS

Ievads.....	3
1. Monitoringa darba raksturojums	5
2. Monitoringa darba rezultātu analīze	7
2.1. Pārskats par monitoringa darba fizikā rezultātiem kopumā.....	7
2.2. Monitoringa darba fizikā testelementu statistiskā analīze	10
2.3. Pārskats par skolēnu sniegumu atbilstoši SR veidiem.....	12
2.3.1. Sasniedzamo rezultātu veids: zināšanas un izpratne, vienkāršas prasmes.....	12
2.3.2. Sasniedzamo rezultātu veids: prasmes.....	14
3. Skolēnu sniegums konkrētu testelementu izpildē un tā analīze.....	15
3.1. Sasniedzamo rezultātu veids: zināšanas un izpratne, vienkāršas prasmes.....	15
3.1.1. MD 1. daļas testelementi	15
3.1.2. MD 2. daļas 1. uzdevuma testelementi	28
3.2. Sasniedzamo rezultātu veids: prasmes	33
3.2.1. Sasniedzamo rezultātu grupa: SKAIDRO UN PAMATO.....	33
3.2.2. Sasniedzamo rezultātu grupa: ARGUMENTĒ	37
3.2.3. Sasniedzamo rezultātu grupa: MODELĒ	40
3.2.4. Sasniedzamo rezultātu grupa: ANALĪTISKI SPRIEŽ	45
3.2.5. Sasniedzamo rezultātu grupa: REPREZENTĒ INFORMĀCIJU	49
3.2.6. Sasniedzamo rezultātu grupa: INFORMĀCIJPRATĪBA	54
3.2.7. Sasniedzamo rezultātu grupa: PLĀNO PĒTĪJUMU	56
4. Ieteikumi skolēniem un skolotājiem – kopsavilkums.....	64
Secinājumi	66
Izmantotie avoti	67
PIELIKUMS.....	68
Fizika I pamatjēdzieni, likumi un procesi	68

Ievads

2024. gada aprīlī Latvijas skolēniem bija iespēja veikt monitoringa darbu optimālajā satura apguves līmenī kādā no dabaszinātņu priekšmetiem – [fizikā \[1\]](#), bioloģijā, ķīmijā vai dabaszinībās vispārīgajā mācību satura apguves līmenī. 2025. gadā monitoringa darbs iepļānots 23. aprīlī, tam netiek izvirzīti piekļuves nosacījumi. Šos divus gadus monitoringa darbs tiek organizēts kā izmēģinājums optimālā līmeņa centralizētajam eksāmenam (turpmāk – CE) fizikā.

Monitoringa darba fizikā (turpmāk – monitoringa darbs vai MD) mērķis ir novērtēt izglītojamo sniegumu atbilstoši [vidējās izglītības standartam \[2\]](#) un standarta 5. pielikumam “Plānotie izglītojamo sasniedzamie rezultāti dabaszinātņu mācību jomā” optimālajā mācību satura apguves līmenī, lai identificētu un izvērtētu, cik lielā mērā ir apgūti skolēnam plānotie sasniedzamie rezultāti (turpmāk – SR).

MD aptverts praktiski viss Fizika I saturs. Izveidota optimālā līmeņa valsts pārbaudes darba programma un indikatori, kas būtiski atšķiras no augstākā līmeņa CE programmas un indikatoriem – uzsverot nozīmīgākās pamatzināšanas un prasmes.

Valsts pārbaudes darbi dabaszinātnēs, arī fizikā, ir būtiski jauniešu turpmākai izglītībai un *STEM* nozares attīstībai Latvijā, jo ļauj izvērtēt jauniešu gatavību studijām – vai ir nodrošināta nepieciešamā zināšanu un prasmju bāze studijām augstākās izglītības programmās un speciālistu sagatavošanai inženierzinātnēs, IT, medicīnā, enerģētikā un citās ar *STEM* saistītajās jomās, jo pieprasījums pēc speciālistiem pieaug ik gadu.

Monitoringa darba adresāts – izglītojamie, kuri ir apguvuši dabaszinātņu mācību jomas SR optimālajā mācību satura apguves līmenī, galvenokārt – jaunieši, kuri neplāno kārtot CE fizikā augstākajā izziņas līmenī.

STEM jomas studiju programmās 2024. gadā bija plānots ap 3500 budžeta vietu, kamēr Fizika II kursu skolā apguvis krietni mazāks skaits skolēnu – aptuveni 2280, bet CE fizikā augstākajā līmenī 2024. gadā izvēlējās kārtot tikai 765 skolēni. Tātad mācības augstskolā uzsāk daudz jauniešu, kuri nav kārtājuši CE fizikā vai pat fiziku ir apguvuši tikai optimālajā līmenī. Latvijas augstskolu *STEM* jomas studiju programmās vispārīgās fizikas pamati ir jāzina, jau uzsākot studijas.

Neapgūstot dabaszinātņu pamatus skolā, samazinās jauniešu iespēja augstskolās veiksmīgi apgūt inženierzinātņu, informācijas tehnoloģiju un citas gan šobrīd, gan nākotnē nepieciešamas profesijas.

Valsts pārbaudes darbs optimālajā līmenī sniedz iespēju novērtēt skolēnu “starta pozīcijas” turpmākajai izglītībai vai darbam, lai, atklājot stiprās un vājās puses, pilnveidotu mācības skolās. Turklāt valsts pārbaudes darbs aktualizē dabaszinātņu nozīmīgumu un motivē skolēnus apsvērt karjeru ar dabaszinātnēm saistītās nozarēs, mazinot augsti kvalificēta darbaspēka nepietiekamību. *STEM* jomas speciālisti ir kritiski svarīgi valsts ilgtspējīgai attīstībai, lai rastu risinājumus globālām problēmām, piemēram, energoefektivitātei un klimata pārmaiņām.

2024. gada MD fizikā kārtoja 1880 skolēnu, kuri apguvuši Fizika I kursu, – 1203 (64 %) vidusskolu, 620 (33 %) valsts ģimnāziju un 57 (3 %) tālmācības vidusskolu audzēkņi. Darbam bija viens variants, to veidoja divas daļas: 1. daļa – 33 % visa darba – notika tiešsaistē, 2. daļa – 67 % visa darba – notika rakstveidā. Darbu centralizēti vērtēja 35 fizikas skolotāji. Skolēna rezultāti izteikti procentos. MD rezultāts neietekmēja izglītojamo mācību sasnieguma rezultātu fizikā.

Piedāvātā metodiskā materiāla adresāts ir skolēni, kuri apgūst fiziku optimālā vai padziļinātā līmenī, kā arī viņu skolotāji.

2023./2024. mācību gada fizikas monitoringa darba analīzi un metodiskos ieteikumus izstrādāja *Mg. phys.* Ata Krūmiņa un *Mg. phys.* Māriete Lisova

Metodiskā materiāla mērķi:

- 1) aprakstīt MD saturu, paskaidrojot, ko un kādā izziņas darbības līmenī tas mēra, salīdzināt MD ar CE;
- 2) kvantitatīvi analizēt iegūtos datus, lai izvērtētu darba atbilstību izvirzītajam mērķim;
- 3) kvalitatīvi analizēt skolēnu sniegumu MD kopumā un atsevišķos tā testelementos, aplūkojot uzdevumu saturu, grūtības pakāpi, nepieciešamo domāšanas dziļumu, pieejas uzdevumu risināšanai, konkrētus skolēnu atbilžu piemērus, lai piedāvātu iespējamu rīcību sagatavošanās procesā – ko darīt skolēniem un viņu skolotājiem, lai uzlabotos sniegums.

1. Monitoringa darba raksturojums

Monitoringa darbu veidoja divas daļas.

1. daļa (veicama 40 minūtēs) – “Zināšanas un izpratne”: 24 atbilžu izvēles uzdevumi, kuri pārbauda skolēnu zināšanas un izpratni.

2. daļa (veicama 95 minūtēs) – “Prasmes”: 9 uzdevumi, sadalīti atsevišķos testelementos, kuri pārbauda skolēnu zināšanas, izpratni un prasmes. 10 testelementi ir īso atbilžu uzdevumi, kas pārbauda skolēnu zināšanas un izpratni, pārējie 14 testelementi pārbauda skolēnu prasmes – piecos testelementos jāsniedz īsas atbildes ar risinājumu vai skaidrojumu, savukārt pārējos testelementos skolēniem jāsniedz izvērsta atbildes. Monitoringa darba laikā atļauts izmantot zinātnisko kalkulatoru un [Datu bukletu \[3\]](#).

Atbilstoši [monitoringa darba programmai \[4\]](#), katru monitoringa darba testelementu raksturo trīs kategorijas:

- 1) sasniedzamo rezultātu veids un grupa;
- 2) satura modulis;
- 3) izziņas darbības līmenis.

Monitoringa darba testelementu reālais sadalījums atbilstoši trim kategorijām parādīts 1. tabulā.

Izziņas darbības līmeņa noteikšanai MD izmantota *SOLO* jeb novēroto mācīšanās rezultātu taksonomija. Izziņas darbības līmeņu apraksts, kas piemērots šim monitoringa darbam:

- I – atceras, lieto faktus, īsas procedūras vai atsevišķas idejas;
- II – veic tipiskus algoritmus, lieto formulas, paņēmienus vai prasmes pazīstamās situācijās;
- III – saista, skaidro, lieto zināšanas vai prasmes jaunās situācijās, demonstrējot patiesu izpratni;
- IV – veido un pierāda vispārinājumus, lieto zināšanas un prasmes situācijās ar augstu kompleksuma pakāpi.

Metodiskā materiāla 1. tabulā redzams, ka testelementu sadalījums pa prasmju veidiem darbā atšķiras no MD programmā norādītā, jo 2. daļas 1. uzdevuma desmit testelementi faktiski atbilst SR veidam “Zināšanas un izpratne”, nevis “Prasmes”. Protams, šos uzdevumus risinot, vienkāršas prasmes ir nepieciešamas.

Testelementu sadalījums pa satura moduļiem praktiski atbilst programmā norādītajam, it īpaši ņemot vērā to, ka konkrētā testelementā var būt nepieciešamas vairākas prasmes.

Atbilstoši MD autoru novērtējumam sadalījumā pa izziņas darbības līmeņiem II un IV līmeņa testelementu skaits atbilst programmā norādītajam, savukārt I līmeņa testelementu ir vairāk – uz III līmeņa testelementu samazinātā skaita rēķina. Šāda atkāpe no programmas ir loģiska un darba mērķim atbilstoša, jo monitoringa darbā liels uzsvars likts tieši uz pamatzināšanām.

Ja salīdzina MD ar [Fizikas CE \[5\]](#), kura mērķis ir identificēt un izvērtēt, cik lielā mērā ir apgūti plānotie SR optimālajā un augstākajā mācību satura apguves līmenī, redzams, ka MD lielāks uzsvars likts uz pamatzināšanām un izpratni par būtiskiem fizikas satura jautājumiem – pavisam 47 % no darbā iegūstamā kopējā punktu skaita –, bet CE šai SR grupai atvēlēti tikai 25 %. Savukārt CE lielākoties pārbauda skolēnu prasmes augstākos izziņas darbības līmeņos. Šī atšķirība saskatāma jau abu darbu programmās. It īpaši tas attiecināms uz satura moduli “Pētnieciskā un eksperimentālā darbība”, kur CE iekļauta SR grupa “Risina kompleksu problēmu, veidojot zināšanu pārnese, saistot izpratni par satura elementiem jaunā situācijā” un tai atbilstošs reāls eksperimentāls pētījums, kamēr monitoringa darbā iekļauta tikai pētījuma plānošana.

1. tabula. Testelementu sadalījums atbilstoši kategorijām “sasniedzamo rezultātu veids un grupa”, “satura modulis” un “izziņas darbības līmenis”.

	Izziņas darbības līmenis	Zina un lieto Zina un lieto dabaszinātnēm raksturīgus faktus, jēdzienus, terminus, sakarības, simbolus un apzīmējumus.	Izpratne Saprot parādības vai procesa būtību, saturu, nozīmi un likumsakarības.	Skaidro un pamato Atpazīst, piedāvā un izvērtē skaidrojumus noteiktām dabas parādībām un procesiem, kā arī dabaszinātniskiem jēdzieniem.	Argumentē Veido un izvērtē zinātniskus argumentus un pretargumentus, izmantojot pierādījumus.	Modelē Nosaka lielumu savstarpējo saistību, veidojot un izmantojot daudzveidīgus modeļus, izvērtē modeļa zinātniskumu, atbilstību pieejamiem pierādījumiem, priekšrocības un trūkumus.	Analītiski spriež Klasificē dabaszinātniskus objektus, saskata dabaszinātniskas sakarības, vispārina (analizē, sintezē, izvērtē) un veic aprēķinus. Saskata līdzīgo un atšķirīgo dažādām likumsakarībām un parādībām.	Reprezentē informāciju Lieto zinātnisko un simbolu valodu, vizualizāciju (attēlus, shēmas, grafikus, diagrammas, zīmējumus) dabaszinātnisko procesu un eksperimentu skaidrošanai.	Informācijpratība Atlasa, analizē, interpretē un izvērtē doto vārdisko un vizuālo informāciju, tostarp dotos eksperimentālos datus.	Plāno pētījumu Plāno pētījumu datu ieguvei dažādu dabaszinātnisku jautājumu izpētei, izvēloties metodi precīzu un ticamu datu iegūšanai, nepieciešamo datu apjomu pieņemuma pamatošanai un paredzot vajadzīgos rīkus un mobilās lietotnes programmatūras datu iegūšanai, reģistrēšanai un apstrādei; plāno eksperimenta darba gaitu.
Mehānika	I	T4., T6., T19., 1.1., 1.2.								
	II	T2., 1.3.	T3.			2.1.		2.2.	3.	
	III		T5.							
	IV				8.					
Siltumfizika	I	T7., T8., T10., T11., 1.4., 1.5.								
	II	T9.					2.3., 2.4.	6.		
	III			4.						
	IV									
Elektromagnētisms	I	T12., T13., T15., 1.6., 1.7.								
	II	T14., T16.	T17., T18.							
	III									
	IV									
Optika	I	1.10.	1.9.							
	II		T20., T21.					2.5.		
	III			7.						
	IV									
Modernā fizika	I									
	II	T23., T24.								
	III									
	IV					5.				
Pētnieciskā un eksp. darbība	I	T1., T22.	1.8.							
	II									9.1., 9.2., 9.3., 9.5.
	III									9.4.
	IV									

2. Monitoringa darba rezultātu analīze

2.1. Pārskats par monitoringa darba fizikā rezultātiem kopumā

Monitoringa darba uzdevumi analizēti, izmantojot klasiskās testu teorijas (*Classical Test Theory*) elementus [6].

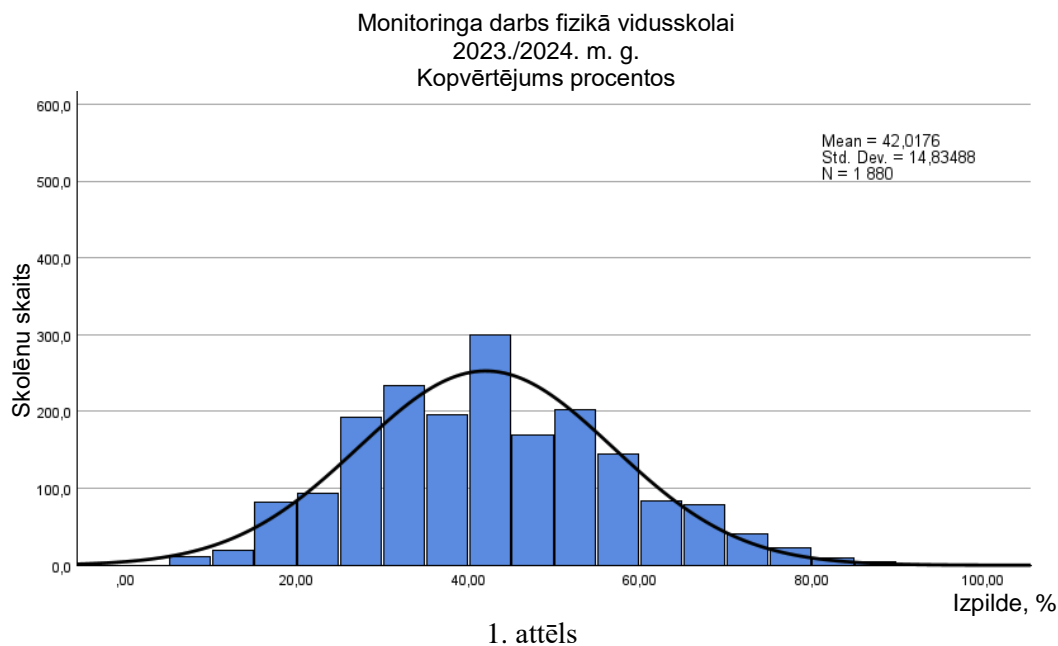
Monitoringa darba mērķa sasniegšanai vislabāk atbilstošs būtu kritērijos balstīts darbs, kura rezultāti veidotu normālsadalījumu ar maksimumu ap 50 %.

Šādu pārbaudes darbu veido, lai novērtētu konkrētus zināšanu līmeņus un/vai prasmes, kas ir iepriekš noteikti (piemēram, izglītības standartā vai mācību programmā).

Normālsadalījums ar maksimumu ap 50 % liecina par labu jautājumu grūtības pakāpes sadalījumu — pārbaudes darbs ietver gan vieglākus, gan grūtākus jautājumus, kas ļauj izdalīt respondentus ar atšķirīgu zināšanu un prasmju līmeni. Šādā darbā ir pietiekami daudz jautājumu ar vidēju grūtības pakāpi, un rezultātu sadalījums ļauj atklāt gan ļoti zinošus, gan mazāk zinošus respondentus – darbs ir derīgs, lai pārbaudītu zināšanas un prasmes atbilstoši konkrētiem kritērijiem.

Vidējais rezultāts ap 50 % var liecināt arī par to, ka darbā iekļauti jautājumi, kuros par dažādu līmeņu zināšanām piešķir samērīgu punktu skaitu, ļaujot noteikt, cik tuvu vai tālu respondenti ir no vēlamā zināšanu līmeņa. Šāds darbs ir pietiekami izaicinošs, tomēr paveicams. Tas var veicināt mērķtiecīgu mācīšanos, jo rezultāti sniedz konstruktīvu atgriezenisko saiti, ļaujot identificēt stiprās puses un pilnveidošanas iespējas.

Monitoringa darba rezultātu statistiskā analīze (1. attēls) liecina, ka 2024. gada MD fizikā skolēnu rezultātu sadalījums veido normālsadalījumu – skolēnu snieguma moda praktiski sakrīt ar aritmētisko vidējo 42 %.

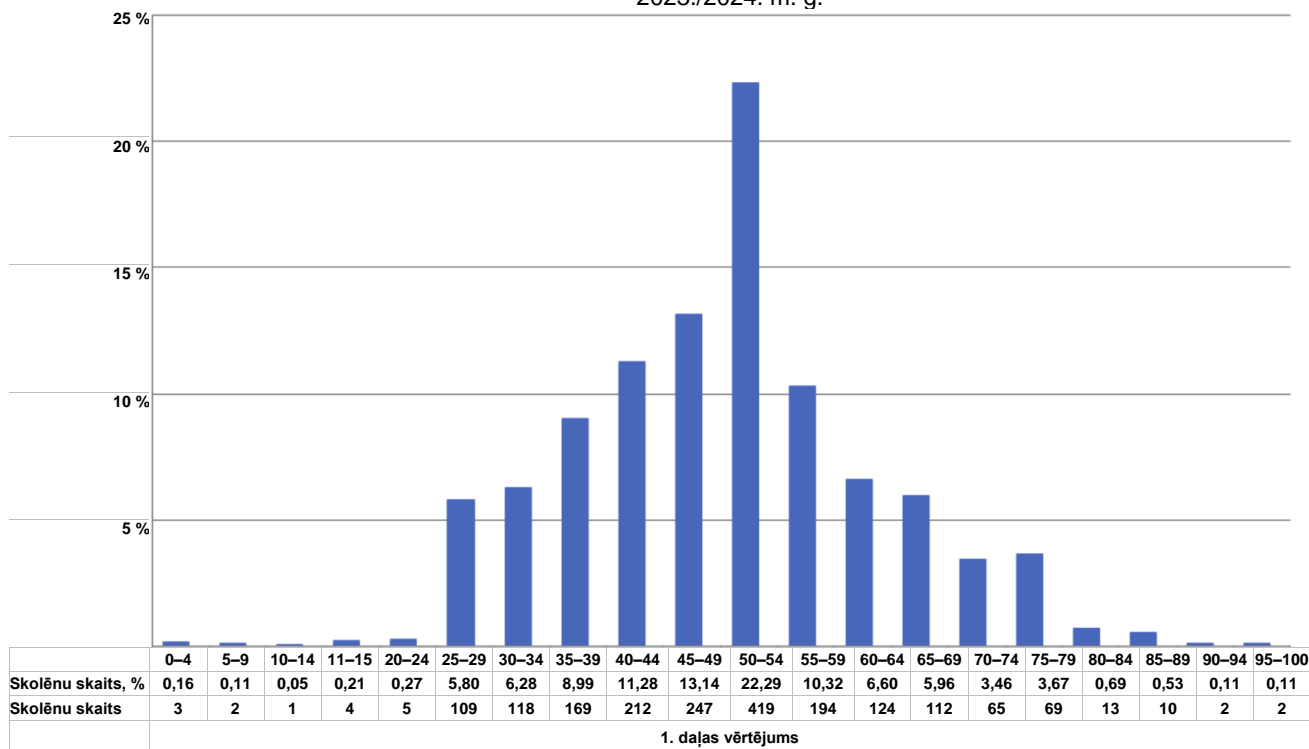


Tas liecina, ka monitoringa darbs, lai gan mazliet par grūtu, tomēr ir piemērots skolēnu kopas, kas to kārtoja, novērtēšanai.

Zemāko rezultātu monitoringa darbā – 5 % izpilde – parādījis viens skolēns, un augstāko rezultātu – 90 % izpilde – ieguvis arī tikai viens skolēns. Jāatzīmē, ka 35 skolēni darbā nav saņēmuši 15 % no maksimāli iespējamiem punktiem. Ja monitoringa darbu pielīdzinātu CE, šie skolēni eksāmenu 2024. gadā to nebūtu nokārtojuši. Salīdzinājumam: 2024. gada fizikas CE, kuru kārtoja 745 skolēni, vidējā izpilde bija 48,4 %, 14 skolēni nesasniedza 15 % robežu. Sliktāko rezultātu – 8 % – uzrādījis viens skolēns, un viens skolēns ieguvis 99 %.

Skolēnu iegūto punktu sadalījums MD 1. daļā sniegts 2. attēlā.

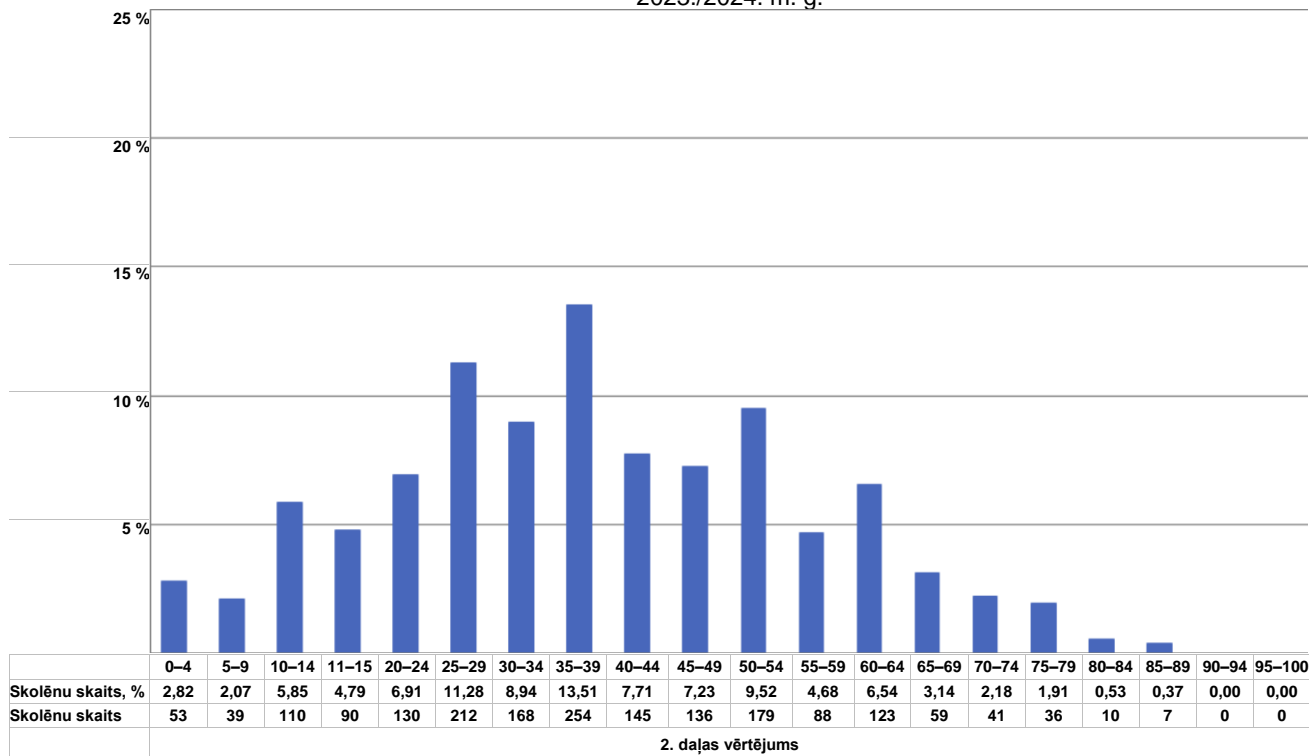
Monitoringa darbs fizikā vidusskolai
2023./2024. m. g.



2. attēls

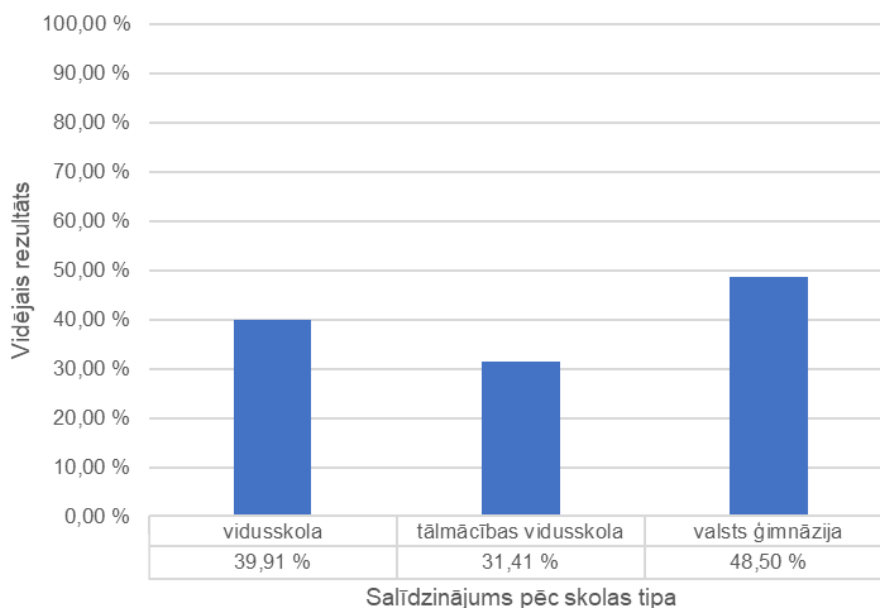
Skolēnu iegūto punktu sadalījums MD 2. daļā sniegts 3. attēlā.

Monitoringa darbs fizikā vidusskolai
2023./2024. m. g.



3. attēls

Monitoringa darbs fizikā vidusskolai
2023./2024. m. g.

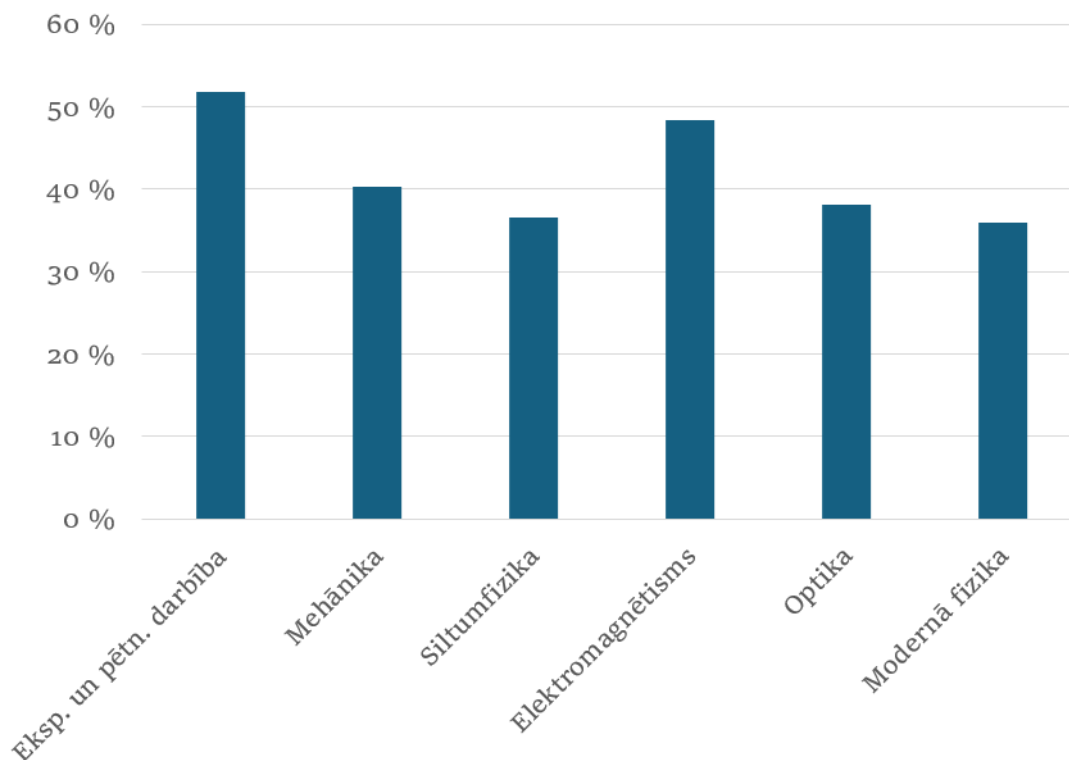


4. attēls

Valsts ģimnāziju skolēnu rezultāti (48,5 %) ir augstāki nekā vidusskolu (39,91 %) un tālmācības vidusskolu skolēnu (31,41 %) rezultāti (4. attēls). Jāņem vērā, ka tālmācības vidusskolās darbu rakstīja tikai 57 skolēni.

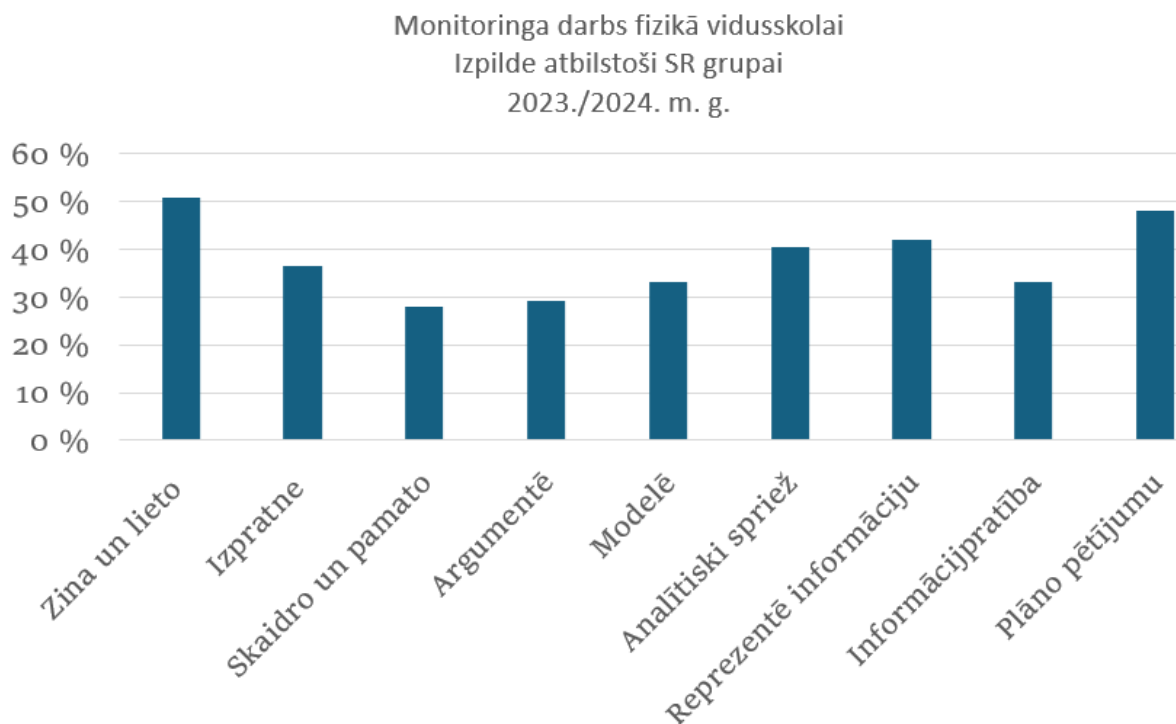
Analizējot skolēnu sniegumu monitoringa darbā atbilstoši satura moduļiem (5. attēls), var secināt, ka visaugstākie rezultāti ir satura moduļos “Eksperimentālā un pētnieciskā darbība” un “Elektromagnētisms”, bet zemākie – modulī “Siltumfizika”.

Monitoringa darbs fizikā vidusskolai
Izpilde atbilstoši satura moduļiem
2023./2024. m. g.



5. attēls

Savukārt, analizējot skolēnu sniegumu monitoringa darbā atbilstoši SR grupām (6. attēls), var secināt, ka augstākie rezultāti ir SR grupās “Zina un lieto” un “Plāno pētījumu”, bet zemākie – “Skaidro un pamato” un “Argumentē”.



6. attēls

2.2. Monitoringa darba fizikā testelementu statistiskā analīze

Lai raksturotu darbā iekļautos uzdevumus un skolēnu sniegumu, rezultāti apstrādāti, izmantojot testu un jautājumu analīzes programmas ITEMAN versiju 3.50.

ITEMAN ir programma, ko izmanto jautājumu (*item*) un testu analīzē pārsvarā izglītības un psiholoģijas jomā, lai novērtētu jautājumu kvalitāti un testu efektivitāti, kā arī respondentu sniegumu.

Lai raksturotu darbā iekļautos uzdevumus un skolēnu sniegumu atbilstoši klasiskajai testu teorijai, divi galvenie rādītāji, ko analizē, ir grūtības pakāpe un izšķirtspēja [6].

Grūtības pakāpe (*Difficulty*)

Grūtības pakāpe norāda, cik viegls vai grūts konkrētais jautājums ir respondentiem. Matemātiski grūtības pakāpi aprēķina kā to skolēnu daļu, kuri uz jautājumu atbildējuši pareizi. To izsaka procentos vai vērtībās no 0 līdz 1.

Ja grūtības pakāpe ir tuvu 0, tas norāda, ka ļoti maz cilvēku ir atbildējuši pareizi un jautājums ir ļoti grūts.

Ja grūtības pakāpe ir tuvu 1, tas norāda, ka gandrīz visi atbildējuši pareizi un jautājums ir ļoti viegls.

Jautājumu vēlamā grūtības pakāpe ir diapazonā 0,3–0,7, tomēr ir pieļaujami arī izņēmumi.

Izšķirtspēja (*Discrimination*)

Izšķirtspēja norāda, cik labi konkrētais testelements tos respondentus, kuri kopumā visā darbā ir sasnieguši augstāku rezultātu, atšķir no tiem, kuri darbu veikuši sliktāk. To var uzskatīt par testelementa spēju atšķirt zinošos respondentus no mazāk zinošajiem.

Sadalījumu zinošajos un maz zinošajos respondentos veido, pamatojoties uz kopējo darbā iegūto rezultātu. Darba rezultātus sakārto augošā vai dilstošā secībā. Tad respondentus sadala trijās grupās: augsto rezultātu grupā jeb zinošajos, kas veido apmēram 27 % no visiem respondentiem, un zemo rezultātu grupā jeb maz zinošajos, kas veido apmēram 27 % no visiem respondentiem. Atlikušos respondentus – vidējas zināšanas demonstrējošo grupu – atstāj ārpus aprēķina [7].

Pēc tam aprēķina, cik liela daļa katras grupas atbildējuši pareizi uz konkrēto jautājumu. Ja zinošie pareizi atbildējuši daudz biežāk nekā maz zinošie, jautājumam ir laba izšķirtspēja.

Diskriminācijas indeksu D aprēķina kā starpību starp to respondentu daļu, kuri zinošo grupā atbildējuši pareizi, un to respondentu daļu, kuri maz zinošo grupā atbildējuši pareizi:

$$D = \frac{C_u}{N_u} - \frac{C_l}{N_l}$$

kur

- C_u ir pareizo atbilžu skaits augsto rezultātu grupā;
- N_u ir respondentu skaits augsto rezultātu grupā;
- C_l ir pareizo atbilžu skaits zemo rezultātu grupā;
- N_l ir respondentu skaits zemo rezultātu grupā.

Diskriminācijas indeksa vērtība var būt diapazonā no -1 līdz $+1$.

Pozitīva vērtība $0,2 \geq D \geq 0,4$ norāda uz labu izšķirtspēju. Testelementi, kuros $D \geq 0,4$, ir ar ļoti labu izšķirtspēju, jo praksē var būt grūti iegūt D , kas ir lielāks nekā $0,4$.

Pozitīva D vērtība tuvu 0 ($0-0,2$) norāda, ka jautājums nevar labi atšķirt skolēnu dažādo zināšanu līmeni. Iespējams, uzdevumam ir vairākas pareizas atbildes. Iespējama atbilžu minēšana. Izšķirtspēja būs tuva nullei arī tad, ja uzdevums ir ļoti viegls vai ļoti grūts.

Negatīva vērtība liecina, ka jautājums ir mulsinošs vai nekvalitatīvs. Izteikti negatīva izšķirtspēja (tuva -1) var liecināt arī par to, ka testa atslēgā ievadīta nepareiza atbilde [8].

Labi izstrādātam testelementam vajadzētu būt gan mērenai grūtības pakāpei, gan augstai izšķirtspējai, lai tas efektīvi kalpotu testa mērķim.

Analizējot monitoringa darba rezultātus, katrai tā daļai datu analīze veikta atsevišķi.

Aprēķināta arī katra uzdevuma un katra atsevišķa testelementa izpilde (7., 8., 10. attēls). Izpilde parāda, cik procentu no maksimālā punktu skaita konkrētā testelementā skolēni ir ieguvuši.

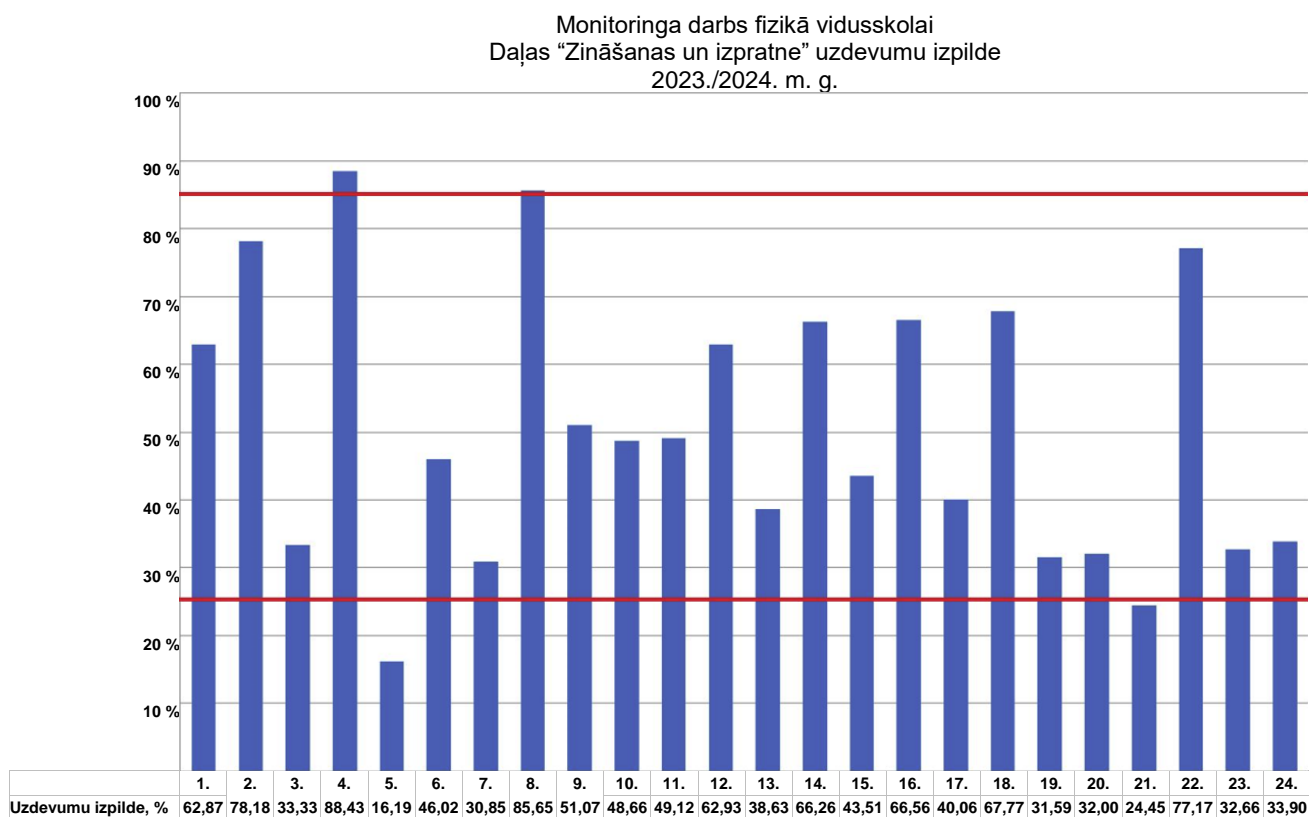
Šajā metodiskajā materiālā par viegliem uzskatīsim uzdevumus, ja to grūtības pakāpe ir $0,85-1,00$ (vai izpilde vairāku punktu testelementos ir $85-100$ %), bet par grūtiem –, ja grūtības pakāpe ir $0,00-0,25$ (vai izpilde vairāku punktu testelementos ir $0-25$ %).

2.3. Pārskats par skolēnu sniegumu atbilstoši SR veidiem

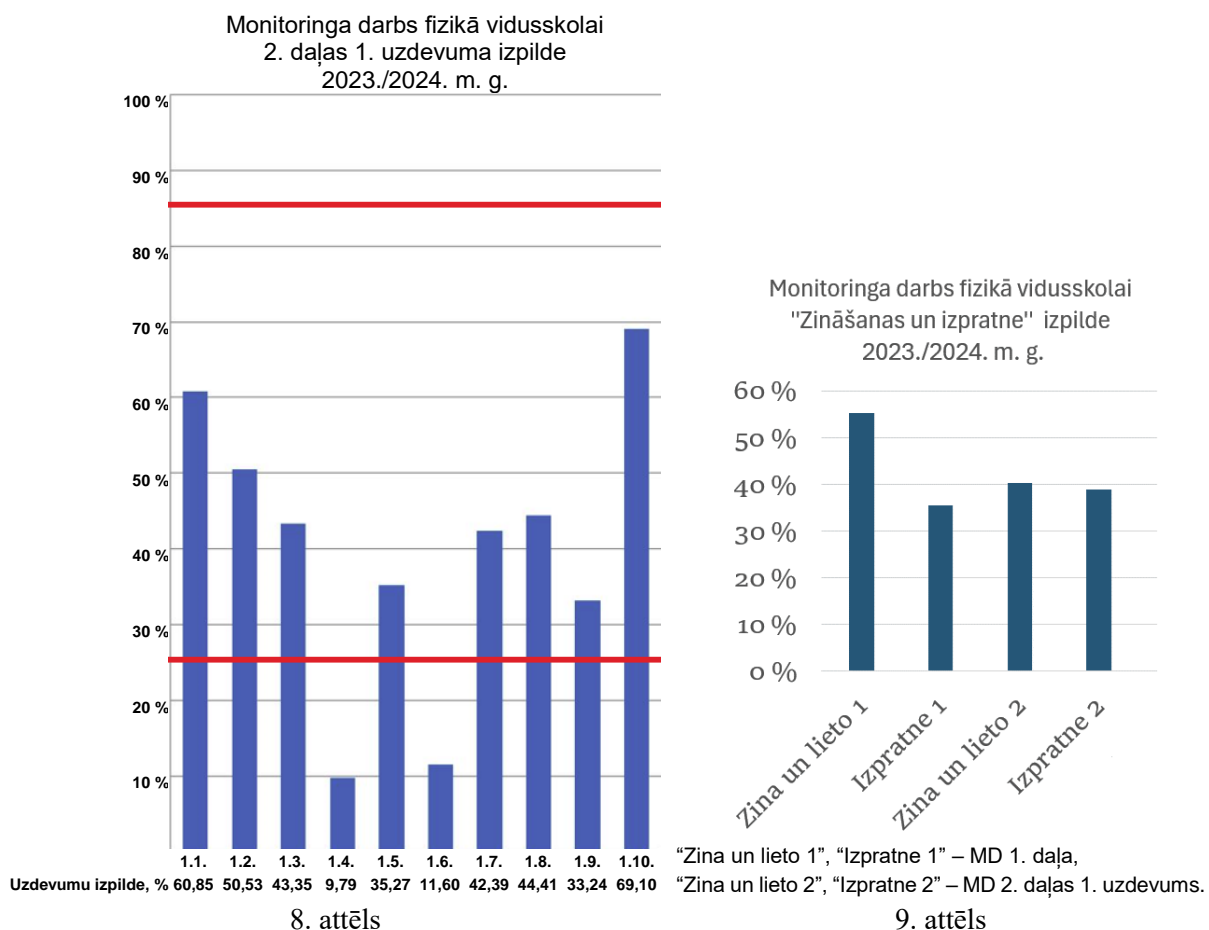
2.3.1. Sasniedzamo rezultātu veids: zināšanas un izpratne, vienkāršas prasmes

Zināšanas un izpratni pārbauda MD 1. daļa un 2. daļas 1. uzdevums. Pirmajā daļā iekļauti 24 atbilžu izvēles uzdevumi. Otrās daļas 1. uzdevumā iekļauti desmit testelementi – īso atbilžu uzdevumi, kurus vērtē ar vienu punktu. MD programmā norādīts, ka visi šie testelementi pārbauda arī vienkāršas prasmes.

MD 1. daļas vidējā izpilde ir 50,33 %. Konkrēto testelementu izpilde liecina, ka MD 1. daļā grūti bijuši tikai divi testelementi (5. un 21.) (7. attēls) un divi testelementi bijuši viegli (4. un 8.). Savukārt 2. daļas 1. uzdevuma vidējā izpilde ir zemāka, proti, 40,05 %. Vieglu testelementu nav bijis (8. attēls), bet divi testelementi (1.4. un 1.6.) ir bijuši ļoti grūti.



7. attēls



2. daļas 1. uzdevuma testelementi no fizikas satura skatpunkta ir pat vienkāršāki nekā daļa 1. daļas testelementu. Iespējams, pietrūkusi tieši tekstpratība – prasme, korekti lietojot fizikas valodu, īsi formulēt savu atbildi. Šie uzdevumi neprasa skaidrot, tomēr, lai "īsi uzrakstītu", vairumā gadījumu ir jāatpazīst uzdevumā aplūkotā likumsakarība vai jēdziens.

Jāpiebilst, ka daļa skolēnu ir snieguši atbildes visiem 1. daļas testelementiem, bet turpinājumā daudzus jautājumus atstājuši neatbildētus vispār.

Monitoringa darbā sasniedzamo rezultātu veids "zināšanas un izpratne" iedalīts divās SR grupās:

"zina un lieto" dabaszinātnēm raksturīgus faktus, jēdzienus, terminus, sakarības, simbolus un apzīmējumus;

"izpratne" – saprot parādības vai procesa būtību, saturu, nozīmi un likumsakarības.

Testelementu, kuri pārbauda izpratni, ir maz (MD 1. daļā – seši testelementi, 2. daļas 1. uzdevumā – 2 testelementi), un dati liecina (9. attēls), ka to izpilde ir zemāka, it īpaši MD 1. daļā.

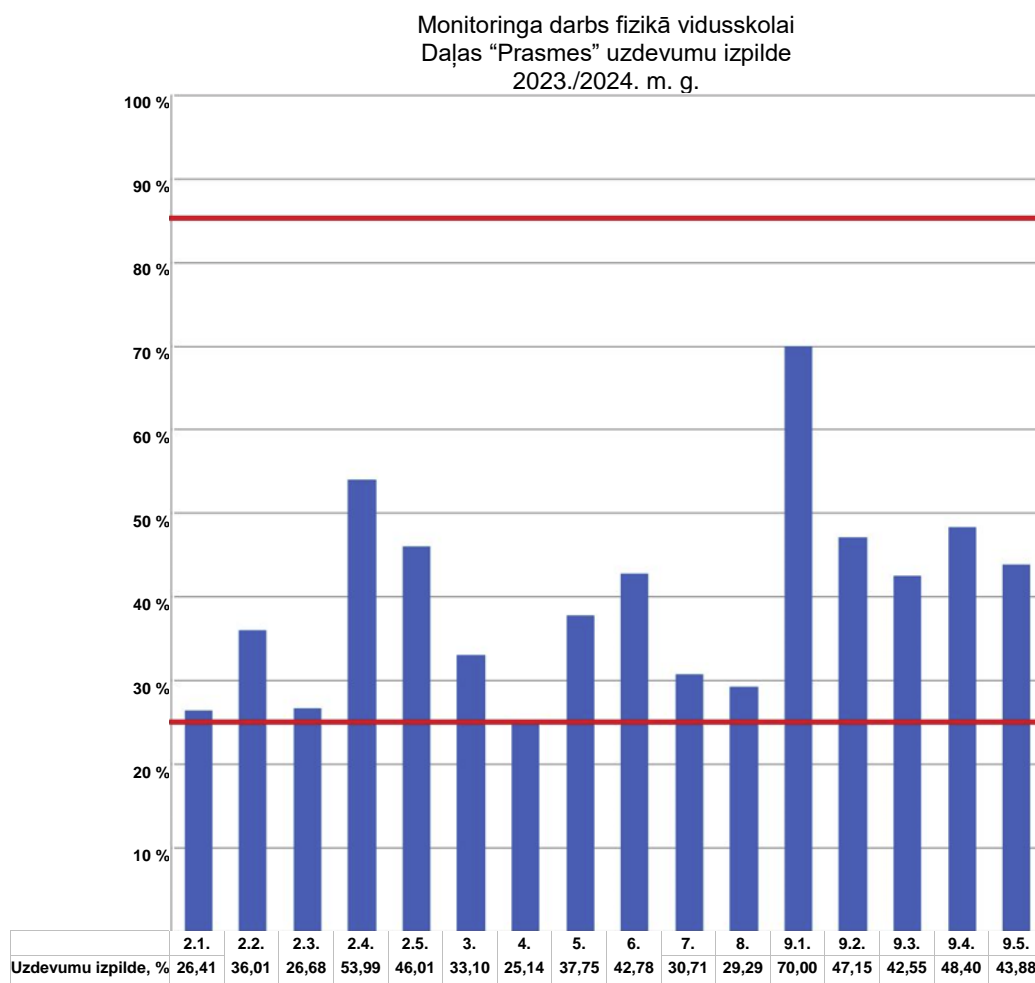
2.3.2. Sasniedzamo rezultātu veids: prasmes

Prasmes darbā vērtē atbilstoši MD programmā sniegtajiem SR veida un grupas aprakstiem, kā arī programmas pielikumā dotajiem vispārīgajiem snieguma līmeņu aprakstiem.

Skolēnu iegūto punktu sadalījums MD 2. daļā parādīts 3. attēlā, bet konkrētu testelementu izpilde – 10. attēlā.

Dati liecina, ka grūts ir bijis tikai 4. testelements, kurš pārbauda prasmi skaidrot un pamatot, zema izpilde arī testelementiem 2.1. un 2.3. Lai gan uz modelēšanas prasmi attiecināts tikai 2.1. testelements, modelēšanas prasmi iekļauj visi trīs minētie testelementi – 2.3. un 4. testelementa risinājums vairāk vai mazāk balstās vielas uzbūves modeļa izpratnē.

Prasmju sadaļā skolēniem vislabāk veicies ar pētījuma plānošanu (izpilde ir 48 %), bet sliktāk – ar skaidrošanu (28 %) un argumentēšanu (29 %). Šāds novērtējums var nebūt objektīvs, jo, piemēram, argumentēšanas prasme iekļauta tikai vienā testelementā, kurā argumentēšana ir būtiskākā, bet ne vienīgā nepieciešamā prasme.



10. attēls

Turpinājumā izskatīsim skolēnu sniegumu konkrētos MD testelementos atbilstoši prasmju veidiem un grupām, vairāk uzmanības pievēršot grūtākajiem uzdevumiem.

Aplūkosim pieejas un ieteikumus testelementu risināšanai, vispārinot tos attiecībā uz līdzīgām situācijām (tās pašas prasmes un/vai satura moduļi).

Konkrētas situācijas salīdzināsim ar skolēnu sniegumu 2024. gada CE.

Analizēsim arī tipiskās kļūdas un to cēloņus, sniedzot ieteikumus, kā no konkrēta veida kļūdām izvairīties.

3. Skolēnu sniegums konkrētu testelementu izpildē un tā analīze

3.1. Sasniedzamo rezultātu veids: zināšanas un izpratne, vienkāršas prasmes

MD 1. daļas uzdevumi un 2. daļas 1. uzdevuma desmit testelementi pārbauda skolēnu zināšanas – kursam Fizika I raksturīgus faktus, jēdzienus, terminus, sakarības, kā arī izpratni – vai saprot parādības vai procesa būtību, saturu, nozīmi un atpazīst likumsakarības. Zināšanu un izpratnes demonstrēšanai var būt nepieciešamas arī vienkāršas prasmes – nolasīt grafiski dotu informāciju un/vai veikt vienkāršu aprēķinu.

3.1.1. MD 1. daļas testelementi

Pirmajā daļā iekļauti 24 atbilžu izvēles uzdevumi. Uzdevums skolēnam: “Katram atbilžu izvēles uzdevumam ir tikai viena pareizā atbilde. Apvelc pareizai atbildei atbilstošo burtu!”

MD 1. daļas testelementiem ar * atzīmēta pareizā atbilde. Norādīts testelementu SR, indikators atbilstoši MD programmai, grūtības pakāpe un izšķirtspēja, kā arī SR grupa: “zina un lieto” vai “izpratne”.

1. uzdevums

Apstrādājot eksperimentā iegūtos rezultātus, bieži vien nākas grafiski attēlot divu lielumu savstarpējo saistību.

Kuru lielumu atliek uz vertikālās ass un kuru – uz horizontālās ass?

	Uz vertikālās ass	Uz horizontālās ass
A	atkarīgo	neatkarīgo
B	atkarīgo	fiksēto
C	neatkarīgo	fiksēto
D	neatkarīgo	atkarīgo

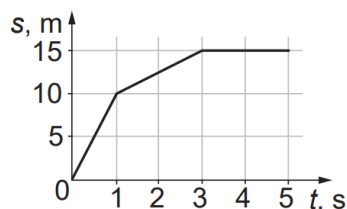
Sasniedzamais rezultāts: zina, kā grafikā attēlo pētījuma laikā iegūtos datus.

Zina un lieto. Indikators: 8.7.	Atbildes izvēle (%)					Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	A*	B	C	D	Neatbildēja		
	63	15	5	17	0	0,63	0,44

Fiksētie ir lielumi, kurus pētnieks uztur nemainīgus, tos grafiski attēlot nav jēgas. Tātad atbildes B un C neder. Fizikā pieņemts, ka uz horizontālās – abscisu ass atliek neatkarīgā lieluma mēroga iedaļas, bet uz vertikālās – ordinātu ass atliek atbilstošas atkarīgā lieluma mēroga iedaļas.

2. uzdevums

Grafikā attēlots kustībā veiktais ceļš atkarībā no laika.



Cik liels ir kustības vidējais ātrums piecās sekundēs?

- A** 2,5 m/s
- B** 3,0 m/s
- C** 5,0 m/s
- D** 6,3 m/s

Sasniedzamais rezultāts: aprēķina nevienmērīgas kustības vidējo ātrumu.

Zina un lieto. Indikators: 2.2.1.	Atbildes izvēle (%)					Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	A	B*	C	D	Neatbildēja		
	4	78	11	7	0	0,78	0,25

Vidējo ātrumu aprēķina, visu veikto ceļu dalot ar kopējo kustības laiku. Tā ir pati pirmā formula datu bukletā. Tātad $v_{vid} = 15/5 = 3$ m/s. Jāizvairās no neuzmanības kļūdas – jāpamana, ka dots veikta ceļa grafiks, nevis kāda cita lieluma, piemēram, ātruma, atkarība no laika.

3. uzdevums

Četras vienādas lodītes izšauj no ballistiskajām pistolēm horizontāli. Kura lodīte lidos visilgāk?



Sasniedzamais rezultāts: novērtē kustības laiku horizontālā sviedienā.

Izpratne. Indikators: 2.2.5.	Atbildes izvēle (%)					Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	A	B*	C	D	Neatbildēja		
	1	33	59	2	0	0,33	0,31

Uzdevums ir salīdzinoši grūts. Ķermeņa kustību kādā koordinātu sistēmā var modelēt kā vairāku neatkarīgu kustību summu. Šajā uzdevumā var neatkarīgi aplūkot lodītes kustību pa vertikāli un pa horizontāli. Jāsaprot, ka lodīte var kustēties horizontālā virzienā tikai tik ilgi, līdz tā nokritīs zemē.

Visilgāk lidos tā lodīte, kura visilgāk kritīs vertikālā virzienā – tātad tā, kura izšauta no vislielākā augstuma ($h = gt^2/2 \rightarrow t = \sqrt{2gh}$). Atšķirīgie izšaušanas ātrumi lidojuma ilgumu neietekmē, tie var ietekmēt tikai lodītes lidojuma tālumu. Iespējams, fakts, ka ātrumi norādīti, ir bijis mulsinošs – lielākā daļa skolēnu snieguši atbildi C, kas atbilst vislielākajam izšaušanas ātrumam. Vēl iespējams, ka nav uzmanīgi izlasīts, kas tieši prasīts: atbilde C šajā testelementā atbilst vislielākajam lidojuma tālumam (≈ 93 m).

4. uzdevums

Deformētā atsperē radušos elastības spēku var aprēķināt, izmantojot Huka likumu:

$$F_e = -k\Delta x.$$

Kas šajā likumā apzīmēts ar k ?

- A stinguma koeficients
- B Bolcmaņa konstante
- C transformācijas koeficients
- D elektroķīmiskais ekvivalents

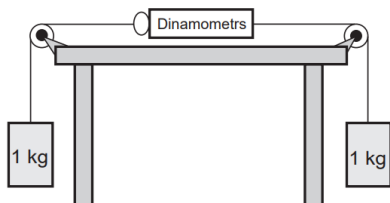
Sasniedzamais rezultāts: izmanto simbolu valodu tekstveidei.

Zina un lieto. Indikators: 1.6.	Atbildes izvēle (%)					Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	A*	B	C	D	Neatbildēja		
	88	4	2	5	0	0,88	0,19

Šis ir vislabāk atbildētais 1. daļas jautājums, viens no diviem šajā MD daļā, kas atbilstoši klasiskajai testu teorijai ir viegls. Jāzina, ka tekstā nosauktajā Huka likumā ar k apzīmēts stinguma koeficients. Var izmantot datu bukletu, kur doti arī apzīmējumu skaidrojumi. Datu bukletā atrodamas arī citas sakarības, kurās lielums, kas apzīmēts ar k , atbilst pārējiem atbilžu variantiem. Tātad līdzīgos uzdevumos nepietiek atrast apzīmējuma skaidrojumu, jāaplūko arī pati sakarība.

5. uzdevums

Dinamometram piestiprinātas auklas, kuru galos piekārti vienādas masas atsvari. Dinamometra mērapjoms ir 30 N. Pieņem, ka brīvās krišanas paātrinājums $g = 10 \text{ m/s}^2$. Neņem vērā trīšus, auklas masu un berzi trīšos!



Cik liels ir dinamometra rādījums?

- A 0
- B 10 N
- C 20 N
- D 30 N

Sasniedzamais rezultāts: modelē ķermeņu kustību vairāku spēku darbības gadījumā.

Zina un lieto. Indikators: 1.6.	Atbildes izvēle (%)					Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	A	B*	C	D	Neatbildēja		
	24	16	50	10	0	0,16	0,06

Šis ir visgrūtākais MD 1. daļas testelements. Uzdevuma izšķirtspēja ir ļoti zema. Veidojot valsts pārbaudes darba uzdevumus, liela nozīme ir testelementu kvalitātes novērtēšanai. Ja uzdevuma zemā izšķirtspēja būtu konstatēta darba aprobācijas procesā, to MD neiekļautu. Darba aprobācijā bija iesaistīti tikai 100 skolēni, galvenokārt – no valsts ģimnāzijām. Lai konstatētu valsts pārbaudes darbam neatbilstošus testelementus, būtu nepieciešama plašāka aprobācija, izmantojot reprezentatīvu, mērķtiecīgi atlasītu aprobācijā iesaistīto skolēnu izlases kopu.

Saskaņā ar 3. Ņūtona likumu spēks mg , ar kuru kreisajā pusē esošais ķermenis darbojas uz dinamometru, ir vienāds ar spēku, ar kuru dinamometrs darbojas uz šo ķermeni (atsperes sastiepuma spēku, tātad – dinamometra rādījumu).

Dinamometrs atrodas miera stāvoklī, tātad uz to atbilstoši 1. Ņūtona likumam darbojas tieši tikpat liels otra ķermeņa pieliktais spēks. Tā tiešām ir – arī spēks, ar kādu otrs (labās puses) ķermenis darbojas uz dinamometru, vienāds ar $mg = 10 \text{ N}$.

Savukārt saskaņā ar 3. Ņūtona likumu arī uz otru ķermeni darbojas tieši tikpat liels spēks no dinamometra puses (atsperes sastiepuma spēks = dinamometra rādījums).

Secinājums: dinamometra rādījums vienāds ar smaguma spēku, kas darbojas uz katru atsvaru: $mg = 10 \text{ N}$.

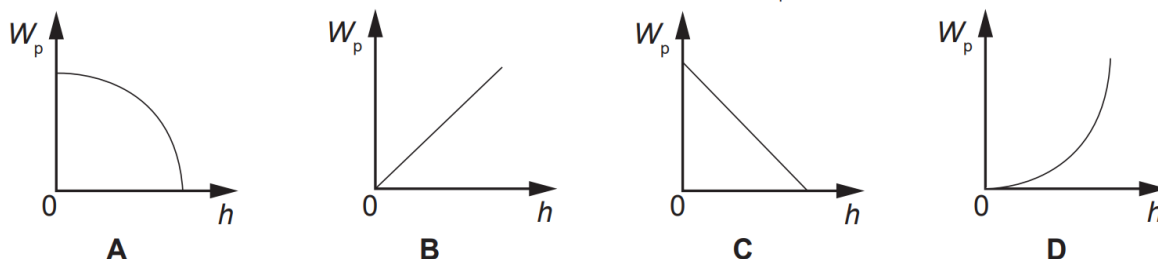
Situāciju var modelēt arī šādi: iztēloties, ka dinamometrs vienā galā piestiprināts pie sienas vai pakārts pie griestiem. Šāda situācija ir vienāda ar uzdevumā aplūkoto, spriedums tieši tāds pats, bet uzskatāmāk redzams, ka elastības spēks atsperē ir vienāds ar mg .

Puse skolēnu izvēlējušies atbildi C, kas atbilst domai – ja katrā dinamometra galā pielikti 10 N, tad kopā būs 20. Šis ir viens no tipiskiem “maldu priekšstatiem”. Jautājumi, līdzīgi šim, nereti tiek iekļauti testos, kas pārbauda fizikas pamatlikumu izpratni.

Mācību procesā, apgūstot Ņūtona likumus, būtu ieteicams šo situāciju aplūkot demonstrējumā – uzskatāmi parādīt, kāds ir dinamometra rādījums.

6. uzdevums

Lodīte brīvi krīt no augstuma h . Par potenciālās enerģijas nulles līmeni pieņem zemes virsmas līmeni. Kurš grafiks visprecīzāk raksturo lodītes potenciālās enerģijas W_p atkarību no augstuma h ?



Sasniedzamais rezultāts: zina un lieto potenciālās enerģijas formulu.

Zina un lieto. Indikators: 2.5.2.	Atbildes izvēle (%)					Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	A	B*	C	D	Neatbildēja		
	12	46	24	19	0	0,46	0,38

$W_p = mgh$. Lodītes masa m un brīvās krišanas paātrinājums g ir konstanti lielumi, tātad lodītes potenciālā enerģija ir tieši proporcionāla augstumam virs zemes virsmas: $W_p \sim h$. Tiešās proporcionalitātes grafiks ir taisne, kas sākas koordinātu sākumpunktā.

Jāizvairās no neuzmanības kļūdas. Uzmanīgi neizlasot uzdevumu, var nepamanīt, kurš lielums atlikts uz horizontālās ass, var atbildēt uz jautājumu “Kā mainās potenciālā enerģija kritiena laikā?”, sniedzot atbildi C. Risinot uzdevumus, kuros iekļauti grafiki, ieteicams vispirms pārliicināties, kādi lielumi attēloti uz asīm.

7. uzdevums

Cik molekulu ir divos molos vārāmā sāls NaCl?

- A 2,00
- B $6,02 \cdot 10^{23}$
- C $1,20 \cdot 10^{24}$
- D $2,41 \cdot 10^{24}$

Sasniedzamais rezultāts: zina mola jēdzienu, nosaka daļiņu skaitu.

Zina un lieto. Indikators: 3.1.2.	Atbildes izvēle (%)					Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	A	B	C*	D	Neatbildēja		
	25	24	31	19	1	0,31	0,41

Šis testelements ir izrādījies trešais grūtākais MD 1. daļā, kas, acīmredzot, liecina par zināšanu trūkumu par to, kas ir mols. Jāzina vismaz, ka datu bukletā atrodamais Avogadro skaitlis izsaka daļiņu skaitu vienā molā.

Par Avogadro skaitļa nozīmi var spriest pēc tā mērvienības mol^{-1} (1/mol), kas nozīmē kaut kā daudzumu vienā molā: mērvienība skaitītājā ir “1”, tātad tam atbilstošais lielums ir bezdimensionāls – tas varētu būt skaits.

Mols ir SI vielas daudzuma mērvienība. 1 molā jebkuras vielas ir Avogadro skaitlis ($6,022 \cdot 10^{23}$) daļiņu – molekulu vai citu “objektu”. Tātad mols ir noteikta skaita apzīmējums. Līdzīgs apzīmējums ir, piemēram, ducis – tas nozīmē 12 gabalus kaut kādu objektu.

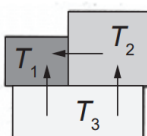
Sākotnēji molu definēja kā vielas daudzumu, kas satur tieši tik daļiņu (atomu, molekulu, jonu, elektronu), cik atomu ir 12 gramos tīra oglekļa izotopa ($^{12}_6\text{C}$), kura relatīvā atommasa ir 12.

Kopš 2019. gada SI balstās tikai fizikālajās konstantēs un mols ir precīzi definēts, nosakot Avogadro skaitļa skaitlisko vērtību $N_A = 6,02214076 \cdot 10^{23}$.

Mācību procesā sadarbībā ar ķīmijas skolotājiem būtu ieteicams pievērst šim fizikas un ķīmijas pamatjēdzienam pietiekami daudz uzmanības, lai neveidotos situācija, ka jēdziens nav pietiekami dziļi aplūkots, pieņemot, ka tas izdarīts otrā priekšmetā. Jāpārlicinās, ka skolēni saprot ķīmisko elementu periodiskajā tabulā atrodamā skaitļa abas interpretācijas – relatīvās atommasas, ko mēra relatīvās vienībās, un molmasas, kuras mērvienība ir grami uz molu. Ir vērts mācību procesā analizēt, kādās situācijās katru no šīm interpretācijām lieto. Iespējams, daļa skolēnu, veiksmīgi lietojot mola jēdzienu ķīmijā, nesaista to ar Avogadro skaitli.

8. uzdevums

Trīs metāla taisnstūra klučus sasilda līdz temperatūrai T_1 , T_2 , un T_3 un novieto cieši kopā, kā parādīts attēlā. Bultiņas norāda siltuma pārnese virzienu. Pēc laika starp klučiem iestājas siltuma līdzsvars.



Salīdzini kluču temperatūras pirms to novietošanas cieši kopā!

- A $T_1 > T_2 > T_3$
- B $T_2 > T_1 > T_3$
- C $T_3 > T_2 > T_1$
- D $T_3 > T_1 > T_2$

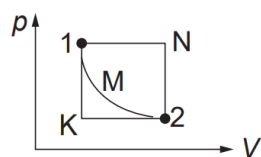
Sasniedzamais rezultāts: secina, lietojot zināšanas par siltuma pārnesei.

Zina un lieto. Indikators: 3.3.1.	Atbildes izvēle (%)					Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	A	B	C*	D	Neatbildēja		
	11	2	86	2	0	0,86	0,22

Šis testelements apliecina, ka skolēni zina termodinamikas pamatus: ja pastāv temperatūru starpība, notiek siltumenerģijas pārnese no vietas ar augstāku temperatūru uz vietu ar zemāku temperatūru, līdz iestājas siltuma līdzsvars – temperatūra izlīdzinās, kļūst viscaur vienāda.

9. uzdevums

Gāze no 1. stāvokļa uz 2. stāvokli var pāriet trijos dažādos veidos.



Kurā veidā gāze pastrādā vislielāko darbu?

- A visos vienādi
- B 1 – K – 2
- C 1 – M – 2
- D 1 – N – 2

Sasniedzamais rezultāts: nosaka gāzes darbu, izmantojot grafisko metodi.

Zina un lieto. Indikators: 3.2.6.	Atbildes izvēle (%)					Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	A	B	C	D*	Neatbildēja		
	25	5	18	51	0	0,51	0,14

Puse skolēnu snieguši pareizu atbildi. Daudzkārt sniegtā atbilde A liecina: daļa skolēnu domā, ka gāzes darbs atkarīgs tikai no sistēmas sākuma un beigu stāvokļa. Zemā izšķirtspēja varētu liecināt par atbildes minēšanu. Ja aplūko, piemēram, procesu, kurā gāze izplešas, nemainoties spiedienam, var viegli ieraudzīt, ka gāzes veiktais darbs ($A = p\Delta V$) vienāds ar taisnstūra laukumu, ko grafika līnija veido ar tilpuma asi. Gadījumā, ja spiediens mainās, var spriest: tilpuma maiņas intervālu sadala daudzos mazos solīšos, kur katra solīša platums ir ΔV . Pieņem, ka katra šāda solīša ietvaros spiediens praktiski nemainās un ir vienāds ar vidējo spiediena vērtību šajā solī. Arī tad kopējais procesā veiktais darbs ir vienāds ar laukumu zem grafika līnijas. Jo mazāks solītis, jo precīzāku darba vērtību iegūst.

Vislielākais laukums – tāpat arī vislielākais gāzes pastrādātais darbs – ir procesā 1–N–2.

Grafiskā metode lietojama arī citos gadījumos, piemēram, aprēķinot veikto ceļu, ja zināma kustības ātruma atkarība no laika. Metode der arī skaitlisku vērtību iegūšanai. Skolēni, kas neapgūst Matemātiku II kursu, var izmantot pamatskolā apgūto laukuma noteikšanas metodi, laukumu sadalot sīkās rutiņās.

10. uzdevums

Traukā zem kustīga virzuļa atrodas gāze.

Gāzi sildot, tās temperatūra saglabājas nemainīga, ja pievadītais siltuma daudzums

- A ir vienāds ar darbu, ko veic gāze izplešoties, un tās iekšējā enerģija procesa laikā nemainās;
- B ir vienāds ar gāzes darbu un iekšējās enerģijas izmaiņu;
- C ir vienāds ar iekšējās enerģijas izmaiņu;
- D lielā mērā aiziet apkārtējās vides sildīšanai.

Sasniedzamais rezultāts: lieto pirmo termodinamikas likumu izotermiskam procesam.

Zina un lieto. Indikators: 3.2.7.	Atbildes izvēle (%)					Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	A*	B	C	D	Neatbildēja		
	48	32	12	7	1	0,48	0,29

Šis testelements ir tekstpratības uzdevums. Jāatpazīst, ka jautājums ir par pirmo termodinamikas likumu. Par to liecina fakts, ka uzdevums ir par gāzi un pieminētie fizikālie lielumi ir pievadītais siltuma daudzums Q , temperatūra T , kas raksturo gāzes iekšējo enerģiju U , iekšējās enerģijas izmaiņa ΔU un gāzes veiktais darbs A . Atbilstoši uzdevuma nosacījumiem gāzes temperatūra nemainās, tāpat nemainās arī iekšējā enerģija U un tās izmaiņa $\Delta U = 0$. Saskaņā ar pirmo termodinamikas likumu $\Delta U = Q - A$, kas atrodams datu bukletā, iegūstam, ka $Q = A$. Iekšējā enerģija nemainās, pievadītais siltuma daudzums ir vienāds ar gāzes veikto darbu.

11. uzdevums

Kā mainās ūdens vārīšanās temperatūra, ja virs ūdens virsmas paaugstinās atmosfēras spiediens?

- A paliek nemainīga
- B pazeminās
- C paaugstinās
- D nevar viennozīmīgi pateikt

Sasniedzamais rezultāts: zina šķidrums vārīšanās nosacījumus.

Zina un lieto. Indikators: 3.1.5.	Atbildes izvēle (%)					Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	A	B	C*	D	Neatbildēja		
	19	28	49	4	0	0,49	0,32

Optimālā līmeņa fizikas kursā šis vairāk varētu būt zināšanu jautājums – jāzina, ka vārīšanās temperatūra pieaug līdz ar spiedienu. Palīdzēt var pieredze, piemēram, ātrvāres katli virtuvē, kuros ūdens vārās augstākā

spiedienā un temperatūrā. Skolēni varētu arī zināt faktu, ka augstu kalnos ūdens vārās zemākā temperatūrā. Vārīšanās procesu dziļāk aplūko Fizika II kursā.

12. uzdevums

Kas mainās neuzlādētā vadītājā, ja tas atrodas uz izolējoša pamata un tam pieskaras ar negatīvi lādētu ebonīta nūjiņu?

- A palielinās protonu skaits
- B samazinās elektronu skaits
- C palielinās elektronu skaits
- D samazinās protonu skaits

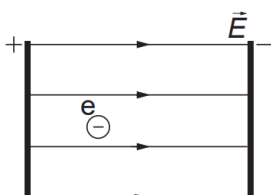
Sasniedzamais rezultāts: zina, kā notiek ķermeņu elektrizācija.

Zina un lieto. Indikators: 4.1.1.	Atbildes izvēle (%)					Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	A	B	C*	D	Neatbildēja		
	11	14	63	12	0	0,63	0,39

Testelements pārbauda zināšanas. Dabā pastāv tikai divu veidu daļiņas, kurām elektriskais lādiņš piemīt kā neatņemama to īpašība – elektroni (–) un protoni (+), kam piemīt elementārlādiņš $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C. Ķermeņa lādiņš (q) vienmēr vienāds ar veselu skaitu elementārlādiņu. Ja protonu skaits atoma kodolā mainītos, mainītos pats ķīmiskais elements. Tātad elektrizācijas procesā pārvietojas vienīgi elektroni. Ja ķermenī rodas elektronu iztrūkums, tas iegūst pozitīvu lādiņu, bet, ja rodas elektronu pārpalikums, ķermenis iegūst negatīvu lādiņu.

13. uzdevums

Viendabīgā elektriskajā laukā iekļuvis elektrons e .



Kādā virzienā Kulona spēks darbojas uz elektronu?

- A pa labi
- B pa kreisi
- C augšup
- D lejup

Sasniedzamais rezultāts: zina Kulona spēka darbības virzienu.

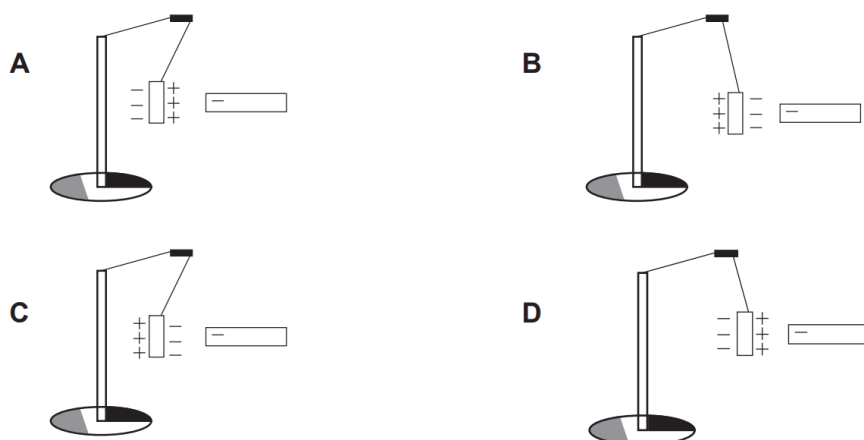
Zina un lieto. Indikators: 4.1.3.	Atbildes izvēle (%)					Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	A	B*	C	D	Neatbildēja		
	34	39	17	10	0	0,39	0,29

Jāzina, ka par Kulona spēku sauc elektrisko lādiņu savstarpējās mijiedarbības spēku. To var arī noskaidrot, izmantojot datu bukletu. Jāatceras no pamatskolas fizikas kursa: vienādas zīmes elektriskie lādiņi atgrūžas, bet atšķirīgas zīmes – pievelkas. Kreisās puses plāksne elektronu pievelk, labās puses plāksne – atgrūž. Kulona spēks vērsts pa kreisi. Lielais skaits A atbilžu varētu liecināt, ka skolēni pievērsuši uzmanību tikai bultiņu virzienam, kas rāda elektriskā lauka virzienu.

14. uzdevums

Negatīvi uzlādētu ebonīta nūjiņu tuvina vieglam zīda diegā iekārtam metāla cilindram, tam nepieskaroties. Lādiņu sadalījums metāla cilindrā, nūjiņu tuvinot tam, attēlots zīmējumā.

Kurā zīmējumā pareizi attēlots cilindra novietojums un elektrisko lādiņu sadalījums uz tā?



Sasniedzamais rezultāts: zina, kā mijiedarbojas elektriskie lādiņi.

Zina un lieto. Indikators: 4.1.3.	Atbildes izvēle (%)					Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	A	B	C	D*	Neatbildēja		
	4	3	27	66	0		

Testelements aplūko elektrostatisko indukciju, tomēr, lai sniegtu pareizu atbildi, nav nepieciešams parādību saprast. Pietiek zināt, ka pretējas zīmes lādiņi pievelkas, bet vienādas zīmes – atgrūžas. To zinājuši gandrīz visi, ļoti maz ir A un B atbilžu. Jāzina arī, ka metāli ir elektrovadoši un tajos ir brīvi lādiņnesēji, kas var pārvietoties nūjiņas radītajā elektriskajā laukā. Tas ļauj izvēlēties atbildi D, pat nezinot, kas ir šie lādiņnesēji. Jāpiebilst, ka elektrostatisks indukcijas “mehānisms” modelēšana ļauj aplūkot vielas modeli kopā ar daļiņu kustību elektriskajā laukā. Ja šī parādība saprasta, elektrostātiku var uzskatīt par apgūtu.

15. uzdevums

Kurš fizikāls lielums raksturo izplūdušā lādiņa lielumu caur vadītāja šķērsgriezumu vienā sekundē?

- A elektriskā pretestība
- B elektriskais lādiņš
- C spriegums
- D strāvas stiprums

Sasniedzamais rezultāts: zina un lieto elektriskās strāvas stipruma jēdzienu.

Zina un lieto. Indikators: 4.2.1.	Atbildes izvēle (%)					Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	A	B	C	D*	Neatbildēja		
	19	19	18	43	0		

Uzdevuma tekstā jāatpazīst elektriskās strāvas stipruma definīcija: strāvas stiprums ir elektriskais lādiņš, kas vienā laika vienībā izplūst caur vadītāja šķērsgriezuma laukumu. Atbilstoša sakarība ($I = \Delta q / \Delta t$) atrodama datu bukletā. No fizikas satura viedokļa jautājums ir vienkāršs, iespējams – grūtības sagādājusi teksta “tulkošana” fizikas valodā.

16. uzdevums

Vada pretestība ir $1,2 \Omega$. No vada nogrieza $1/3$ tā garuma.

Cik liela ir atlikušās vada daļas pretestība?

- A $0,3 \Omega$
- B $0,4 \Omega$
- C $0,8 \Omega$
- D $0,9 \Omega$

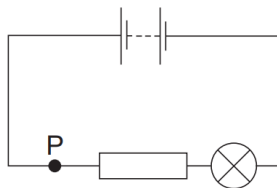
Sasniedzamais rezultāts: nosaka vadītāja pretestību, lietojot pretestības formulu.

Zina un lieto. Indikators: 4.2.3.	Atbildes izvēle (%)					Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	A	B	C*	D	Neatbildēja		
	1	29	66	4	0	0,66	0,35

Risinot šo testelementu, ir jāzina vai jāatrod formulu lapā formula pretestības atkarībai no vada raksturlielumiem. Skolēniem, kuri pilda šo monitoringa darbu, tā zināma no pamatskolas fizikas kursa un grūtības nerada. Bija iespējama neuzmanības kļūda: jāpamana, ka jautāta atlikušās vada daļas, nevis nogrieztās vada daļas pretestība.

17. uzdevums

Kvēlspuldze un rezistors pieslēgti baterijai. Kā jārikojas, lai kvēlspuldze spīdētu spožāk?



- A virknē ar rezistoru jāpieslēdz vēl viens tāds pats rezistors
- B paralēli rezistoram jāpieslēdz vēl viens tāds pats rezistors
- C kvēlspuldze ķēdē jāieslēdz punktā P
- D jāmaina baterijas polaritāte

Sasniedzamais rezultāts: salīdzina elektriskās ķēdes atsevišķu elementu patērēto jaudu virknes un paralēlā slēgumā.

Izpratne. Indikators: 4.2.7.	Atbildes izvēle (%)					Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	A	B*	C	D	Neatbildēja		
	17	40	29	13	0	0,40	0,41

Šis ir viens no testelementiem, kas pārbauda izpratni. Zināt formulas ir par maz, jāsaprot, kāda ietekme būs izmaiņām slēgumā.

Spuldze kvēlos spožāk, ja pieaugs tās jauda. Var pieņemt, ka baterija ir “ideāla” un ārējai ķēdei pieliktais spriegums visos gadījumos ir vienāds: U . Var pieņemt arī, ka kvēldiega pretestība R_{SP} praktiski nemainās.

$P = UI$. Izsakot strāvas stiprumu no Oma likuma, iegūst sakarību $P = U^2/R$. Jauda pieaugs, ja pieaugs spuldzei pieliktais spriegums.

Spuldze un rezistors baterijai pieslēgti virknes slēgumā. Virknes slēgumā strāvas stiprums visos ķēdes elementos ir vienāds, ķēdes kopējā pretestība ir visu ķēdes elementu pretestību summa un katram ķēdes elementam pieliktais spriegums ir tieši proporcionāls tā pretestībai.

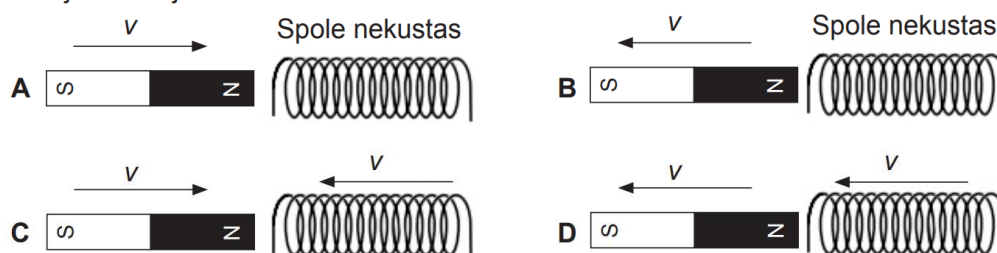
Tātad – jo lielāka baterijas sprieguma daļa būs uz kvēlspuldzes, jo lielāka būs kvēlspuldzes jauda un spožāk tā kvēlos. Spuldzes kvēldiega pretestība R_{SP} ir nemainīga, tātad jāsamazina pārējās ķēdes pretestība. To var izdarīt, rezistoram paralēli pieslēdzot vēl kādu “pretestību” – elementu paralēlā slēgumā kopējā pretestība samazinās. Tam atbilst B atbilde.

Līdzīgi var arī spriest, domājot par strāvas stipruma maiņu.

18. uzdevums

Pastāvīgais magnēts un spole kustas ar ātrumu v vai nekustas.

Kurā situācijā inducējas lielākais EDS?



Sasniedzamais rezultāts: salīdzina indukcijas EDS dažādās situācijās.

Izpratne. Indikators: 4.3.8.	Atbildes izvēle (%)					Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	A	B	C*	D	Neatbildēja		
	12	5	68	15	0	0,68	0,27

Mainoties magnētiskā lauka plūsmai $\Phi = BS \cos \alpha$ caur spoli, spolē rodas elektrodzinējspēks $\mathcal{E} = -N(\Delta\Phi/\Delta t)$. Inducētā EDS skaitlisko vērtību magnēta pārvietošanas virziens neietekmē.

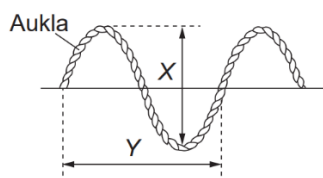
Stieņveida magnēti un to radītie magnētiskie lauki visos gadījumos ir vienādi. Arī spoles (šķērsriezuma laukums S un vijumu skaits N) ir vienādas.

Tātad magnētiskās plūsmas izmaiņas ātrumu $\Delta\Phi/\Delta t$ atšķirību nosaka tikai spoles un magnēta savstarpējās pārvietošanās ātrums – jo ātrāk tie savstarpēji tuvojas viens otram vai attālinās, jo lielāks ir inducētais EDS. Vislielākais savstarpējās pārvietošanās ātrums ir C variantā: $2v$.

Lai atbildētu pareizi, ir jāsaprot, kas un kā ietekmē indukcijas EDS. Atbildēts labi, iespējams, tādēļ, ka redzēts līdzīgs elektromagnētiskās indukcijas parādības demonstrējums.

19. uzdevums

Attēlā parādīts vilnis iesvārstītā auklā. Kurā gadījumā pareizi nosaukts viļņa veids un norādīts viļņa garums?



	Viļņa veids	Viļņa garums
A	garenvilnis	Y
B	garenvilnis	X
C	šķērsvilnis	Y
D	šķērsvilnis	X

Sasniedzamais rezultāts: salīdzina garenviļņus ar šķērsviļņiem.

Zina un lieto. Indikators: 2.6.4.	Atbildes izvēle (%)					Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	A	B	C*	D	Neatbildēja		
	39	15	31	14	0	0,31	0,25

Šis testelements prasa tikai pamatzināšanas par viļņu raksturlielumiem. Skolēnu atbildes liecina, ka vairums skolēnu zina, kas ir viļņa garums, bet nezina, ko nozīmē termini “garenvilnis” un “šķērsvilnis”. Iespējams, šim tematam mehānikas kursā pievērsts par maz uzmanības un vēlāk, aplūkojot EM viļņus, pieņemts, ka viss jau zināms.

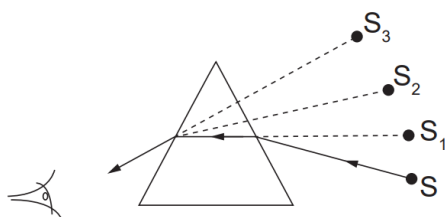
Šķērsviļņi – viļņi, kuros daļiņas svārstās perpendikulāri viļņa izplatīšanās virzienam.

Garenviļņi – viļņi, kuros vides daļiņas svārstās viļņa izplatīšanās virzienā.

Raksturlielumi: amplitūda – maksimālā atvirze no līdzsvara stāvokļa; viļņa garums – attālums starp tuvākajiem punktiem vilnī, kas svārstās vienādās fāzēs (šo punktu kustība ir pilnīgi vienāda).

20. uzdevums

No spīdoša punkta S gaisma nokļūst acī, izejot caur stikla prizmu.



Kurš attēlotais punkts ir punkta S attēls?

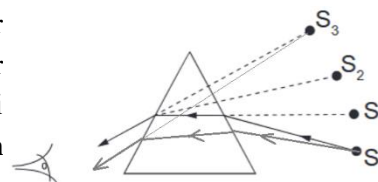
- A S
- B S_1
- C S_2
- D S_3

Sasniedzamais rezultāts: izprot, kā veidojas šķietams attēls.

Izpratne. Indikators: 5.1.5.	Atbildes izvēle (%)					Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	A	B	C	D*	Neatbildēja		
	31	18	18	32	0	0,32	0,31

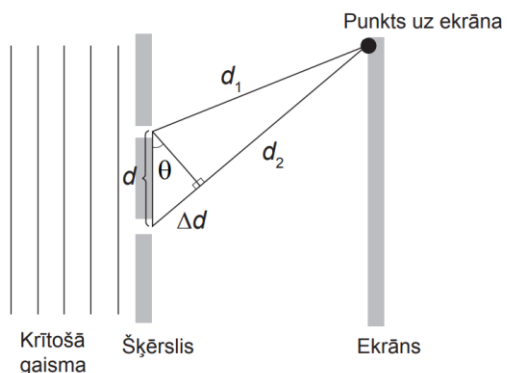
Smadzenes acs uztverto informāciju apstrādā, pieņemot, ka gaisma izplatās pa taisni. Pietiktu šo faktu zināt, lai pareizi atbildētu. Tomēr jāsaprot, ka punkta attēlu jebkurā optiskā sistēmā mēs redzam tur, kur krustojas visi no punkta nākošie stari vai to šķietamie turpinājumi (cilvēka smadzenes “turpina” acs uztverto gaismas staru, pieņemot, ka gaisma izplatās pa taisni). Ja krustojas paši stari, veidojas reāls attēls. Ja jāaplūko staru šķietamie, “iedomātie” turpinājumi, attēls ir šķietams – cilvēks to redz, bet uz ekrāna iegūt šādu attēlu nav iespējams.

Jau pamatskolā ir konstruēti attēli plakanā spogulī un lēcās, tātad princips ir zināms. Mācoties jāpievērš uzmanība tam, ka attēla veidošanās princips ir vispārīgs. Šoreiz stikla prizmā veidojas priekšmeta šķietams attēls. Pilnīgi pietiek ar viena stara gaitu, kas acī nokļuvis pa taisni. Spīdošā punkta attēlam noteikti jāatrodas uz šīs taisnes.



21. uzdevums

Šķērslis ar dubultspraugu rada divus koherentus viļņus, kuru viļņa garums ir λ . Viļņi nokļūst vienā punktā uz ekrāna (sk. attēlu).



Kādam jābūt viļņu gājuma diferencei Δd , lai punktā uz ekrāna veidotos interferences maksimums?

- A $\lambda/4$
- B $\lambda/2$
- C 4λ
- D $3\lambda/2$

Sasniedzamais rezultāts: izprot interferences ainas veidošanos.

Izpratne. Indikators: 5.2.6.	Atbildes izvēle (%)					Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	A	B	C*	D	Neatbildēja		
	22	35	24	18	1		

Ja šis testelements būtu iekļauts CE, tas pārbaudītu zināšanas. Monitoringa darbā uzdevums vairāk pārbauda skolēnu izpratni par to, kā veidojas interferences aina. Tādēļ tā izpilde nav augsta.

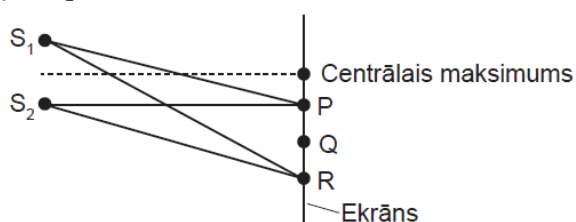
Ja uzdevuma zemo izšķirtspēju konstatētu aprobācijā, uzdevumu šajā darbā neiekļautu. Visas atbildes ir salīdzinoši līdzīgi bieži izvēlētas, kas apliecina atbilžu minēšanu –, iespējams, tādēļ ka MD rakstīšanas brīdī šis temats nav vēl apgūts.

Ja divi “vienādi” (koherenti) viļņi sastopas vienādās fāzēs, tie viens otru pastiprina, ja – pretējās fāzēs, tie viens otru dzēš. Tātad interferences maksimumus novēro vietās, kur no divām spraugām nākošo gaismas staru gājumu diference (viļņu gājiena starpība) līdz novērošanas vietai ir vienāda ar nulli vai vienāda ar gaismas viļņa garuma daudzkārtņi. Interferences ainas minimumus novēro vietās, kur gaismas staru gājumu diference līdz novērošanas vietai ir vienāda ar nepāra skaitu pusviļņa garumu.

Veidojas interferences maksimums. Tātad gājumu diferencei jābūt gaismas viļņa garuma daudzkārtņim. Šim nosacījumam atbilst tikai atbilde 4λ.

Būtībā līdzīgs uzdevums iekļauts 2024. gada CE 1. daļā kā 22. uzdevums.

S_1 un S_2 ir koherentu viļņu avoti. Interferences ainu iegūst uz ekrāna.



Pirmās kārtas maksimums rodas punktā P, kur $S_1P = 200$ mm un $S_2P = 180$ mm.

Cik liela ir viļņu veikto ceļu gājumu starpība trešās kārtas maksimuma punktā R ($S_1R - S_2R$)?

- A 20 mm
- B 30 mm
- C 40 mm
- D 60 mm

Tā izpilde (30 %) ir trešā zemākā šajā eksāmena daļā, turklāt augstākajā apguves līmenī šis ir zināšanu jautājums. Acīmredzot, apgūstot Fizika II kursu, ir jāatgriežas pie jautājumiem, kas jau aplūkoti optimālajā līmenī.

22. uzdevums

Kuru zinātnisko rīku parasti izmanto emisijas spektru analīzei un reģistrēšanai?

- A mikroskopu
- B periskopu
- C teleskopu
- D spektroskopu

Sasniedzamais rezultāts: zina, kas ir spektroskops.

Zina un lieto. Indikators: 8.5.	Atbildes izvēle (%)					Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	A	B	C	D*	Neatbildēja		
	6	16	1	77	0		

Šis ļoti labi atbildētais testelements pārbauda zināšanas.

Spektroskops (*spectrum* (aina – grieķu val.) + *skopeō* (skatos – grieķu val.)) ir optiska ierīce gaismas spektra novērošanai. Tā galvenā daļa ir trīsskaldņu prizma no stikla, kvarca vai citas caurspīdīgas vielas vai arī difrakcijas režģis, kas sadala spektrā cauri ejošo vai atstaroto gaismu.

Situācijās, kad jāsaprot kāda termina nozīme, tā analīze no valodas viedokļa var palīdzēt.

Testelements par mērierīces izvēli iekļauts arī 2024. gada CE 1. daļā kā 24. uzdevums.

Vara vada garums ir marķēts – garums: 0,50 m, diametrs: 0,50 mm.

Kuri mērinstrumenti ir vispiemērotākie vada garuma un diametra noteikšanai?

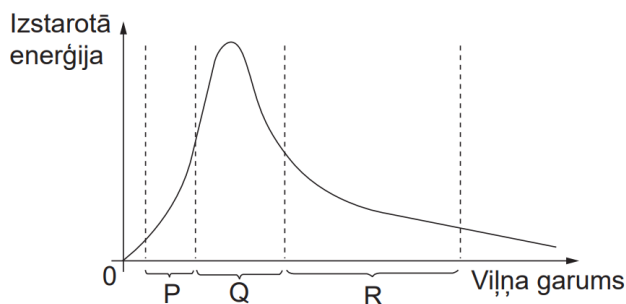
	Vada garums	Vada diametrs
A	mērlente	mērlente
B	mērlente	mikrometrs
C	bīdmērs	mērlente
D	bīdmērs	bīdmērs

Arī šā uzdevuma izpilde ir viena no augstākajām – gandrīz 88 %.

23. uzdevums

Grafikā attēlota Saules izstarotā enerģija atkarībā no viļņa garuma.

Lielāko daļu enerģijas izstaro tikai trīs elektromagnētiskā spektra daļas: redzamā, infrasarkanā un ultravioletā.



Kura elektromagnētiskā starojuma spektra daļa attēlā ir apzīmēta ar P un kura – ar R?

	P	R
A	ultravioletais starojums	infrasarkanais starojums
B	infrasarkanais starojums	ultravioletais starojums
C	redzamā gaisma	ultravioletais starojums
D	ultravioletais starojums	redzamā gaisma

Sasniedzamais rezultāts: secina, izmantojot EM viļņu skalu.

Zina un lieto. Indikators: 4.4.2.	Atbildes izvēle (%)					Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	A*	B	C	D	Neatbildēja		
	33	37	17	14	0	0,33	0,38

Formāli uzdevums atbilst satura modulim “Modernā fizika”, tomēr, lai atbildētu, pietiek izmantot datu bukletā doto elektromagnētisko viļņu skalu. Redzams, ka infrasarkanā starojuma viļņa garums ir lielāks nekā ultravioletā starojuma viļņa garums. Protams, šo faktu var atcerēties, neieskatoties datu bukletā.

Jāuzmanās no neuzmanības kļūdas – jāpievērš uzmanība tam, ka datu bukletā dotajā EMV skalā viļņu garumi pieaug virzienā pa kreisi, bet uzdevumā dotajā grafikā – virzienā pa labi. Acīmredzot, tieši šāda neuzmanības kļūda ir cēlonis daudzām nepareizajām atbildēm B.

Var spriest arī tā: pievērst uzmanību spektra daļu nosaukumiem. Priedēklis infra- nozīmē “zem” vai “zemāk”, bet priedēklis ultra- nozīmē “aiz” vai “pārsniedz”. Tātad – “zemāk par sarkano” un “pārsniedzot violeto”.

24. uzdevums

Radioaktīvā parauga pussabrukšanas periods ir 3 h.

Cik ilgā laikā sabrūk 75 % no sākotnējā kodolu skaita?

- A 3 h
- B 4 h
- C 6 h
- D 12 h

Sasniedzamais rezultāts: zina un lieto pussabrukšanas perioda jēdzienu.

Zina un lieto. Indikators: 6.2.3.	Atbildes izvēle (%)					Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	A	B	C*	D	Neatbildēja		
	3	59	34	4	0	0,34	0,38

Jāzina, ka ķīmiskā elementa radioaktīva izotopa pussabrukšanas periods ir laika posms, kādā sabrūk puse no sākotnējā atomu kodolu skaita.

Paejot vienam pussabrukšanas periodam, kodolu skaits būs samazinājies divas reizes – 50 % kodolu sabrukuši, 50 % kodolu palikuši. Pēc vēl viena pussabrukšanas perioda sabrūk 50 % no līdz tam nesabrukušajiem 50 procentiem kodolu. Kopā divu pussabrukšanas periodu laikā sabrukuši $50\% + 25\% = 75\%$ no sākotnējā kodolu skaita. Tātad pagājuši divi pussabrukšanas periodi: $2 \cdot 3 = 6$ h. Vēl var izmantot datu bukletā atrodamo formulu nesabrukušo atomu skaita noteikšanai pēc laika t .

Jautājums ir vidēji grūts. Iespējams, testelementa izpildi ietekmēja tas, ka daļa skolēnu kodolfiziku vēl nebija apguvuši.

3.1.2. MD 2. daļas 1. uzdevuma testelementi

Uzdevuma sākumā uzsvērtā norāde skolēnam “Atbildi īsi!”.

Norādīts testelementu SR, indikators atbilstoši MD programmai, grūtības pakāpe un izšķirtspēja, kā arī SR grupa – “zina un lieto” vai “izpratne”.

Katrā testelementā

1 punkts iegūts, ja skolēns sniedzis konkrētu, pilnvērtīgu atbildi bez īpaša pamatojuma;

0 punktu iegūti, ja skolēns sniedzis nepareizu atbildi vai atbildes nav, tāpēc tiks nosaukti arī neveiksmīgu atbilžu piemēri.

1. uzdevums (10 punkti)

1.1. (1 punkts) Kā sauc kustību, kuras momentānais ātrums laikā nemainās?

Sasniedzamais rezultāts: zina/apraksta, kas ir vienmērīga kustība.

Zina un lieto. Indikators: 2.1.1.	Iegūti punkti (%)		Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	0 punktu	1 punkts		
	39	61	0,61	0,59

Sagaidāmā atbilde: vienmērīga (taisnlīnijas) kustība. Bet vērtētāji vienojušies pieņemt par pareizu arī atbildi – miera stāvoklis, ja ķermenis stāv uz vietas (piebilde ir būtiska).

Redzams, ka šis jautājums ir kļūdaini atbildēts teju 40 % skolēnu, lai gan atbilde tika iegūta jau pamatskolas 8. klases kursā un atkārtoti Fizika I kursa pirmajā tematā. Atkarībā no trajektorijas formas kustību var iedalīt taisnlīnijas vai līklīnijas, bet atkarībā no kustības straujuma – vienmērīga vai nevienmērīga.

Starp kļūdainajām atbildēm biežāk sastopamās ir šādas atbildes: konstanta kustība; statiska kustība; nemainīga kustība; fizikālā kustība; potenciālā kustība; lineārā kustība; vienmērīgs ātrums; paātrinājums ir 0; staigāšana; stāvēšana; gravitācija u. c. līdzīgas aplamības, kas pierāda, cik mazs šiem skolēniem ir fizikālo jēdzienu un terminu krājums.

1.2. (1 punkts) Pabeidz teikumu! Pulksteņa minūšu rādītāja rotācijas periods ir ...

Sasniedzamais rezultāts: nosaka pulksteņa minūšu rādītāja rotācijas periodu.

Zina un lieto. Indikators: 2.2.6.	Iegūti punkti (%)		Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	0 punktu	1 punkts		
	49	51	0,51	0,41

Šeit sagaidāmā atbilde ir 60 min vai 1 h, vai 3600 s, jo periods ir laiks, kurā ķermenis veic vienu pilnu apriņķojumu.

Kas tad bijis par šķērslī, lai sniegtu pareizu atbildi, – digitālais laikmets vai vairs nepazīstam mehāniskā pulksteņa rādītāju kustības ilgumu, tiem veicot vienu pilnu apriņķojumu? Jāteic, ka jēdziens “periods” atkārtojas fizikas kursā arī kā svārstību periods, maiņstrāvas periods.

Daudzi izvēlējušies nosaukt 360 grādu leņķi vai arī 2π radiānus, ko pazīst kā sinusa un kosinusa funkciju periodu matemātikā. Daudzi skolēni pie skaitliskās vērtības nav uzrakstījuši mērvienības, citi sajaukuši minūšu rādītāja kustības raksturojumu ar stundu vai sekunžu rādītāja kustības raksturojumu.

1.3. (1 punkts) Deformācija ir elastīga, ja ...

Sasniedzamais rezultāts: zina, kas ir elastīga deformācija.

Zina un lieto. Indikators: 2.3.3.	Iegūti punkti (%)		Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	0 punktu	1 punkts		
	57	43	0,43	0,51

Šajā jautājumā vērtē, kā skolēns atšķir elastīgas deformācijas no neelastīgām. Tātad vienkāršos vārdos jāraksturo process: ja, pārtraucot ārēju iedarbību, ķermenis atgūst iepriekšējo izskatu, lielumu, izmērus, vai absolūtais pagarinājums ir tieši proporcionāls deformējošajam spēkam, vai elastības spēks ir tieši proporcionāls absolūtajam pagarinājumam, vai tai ir spēkā Huka likums. Pamatojums nav nepieciešams.

Tas nozīmē, ka šim fizikālajam procesam ir jāmeklē cēlonis un sekas vai jāzina likumsakarības starp procesu raksturojošiem lielumiem. Ķermenim pielikts spēks var deformēt ķermeni – pārvietot to veidojošās daļiņas citu attiecībā pret citu. Deformācija ir ķermeņa formas un/vai tilpuma izmaiņa ārējas iedarbības rezultātā. Jautājums izrādījies gana grūts skolēniem ar vājāku izziņas līmeni.

Starp kļūdainajām atbildēm sastopamas šādas atbildes:

- ir atbilstīga spēkam;
- tā izstiepjas, un ja apkārt ir siltums, kas pataisa to par elastīgu;
- ķermenis pēc izstiepšanas atgriežas sākuma stadijā;
- priekšmets ir mīksts;
- priekšmets ir elastīgs,
- stinguma koeficients nepārsniedz 1;
- ķermenis pietiekoši elastīgs un var deformēties, nevis lauzties;
- ķermenis neatrodas cietā agregātstāvoklī un tas brīvi maina savu formu.

Tās visas pierāda, cik nepilnīgi šie skolēni lieto “fizikas valodu”, aprakstot elastīgu deformāciju būtību.

1.4. (1 punkts) Saviem vārdiem formulē pirmo termodinamikas likumu! Formula netiks vērtēta.

Sasniedzamais rezultāts: formulē pirmo termodinamikas likumu.

Zina un lieto. Indikators: 3.2.5.	Iegūti punkti (%)		Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	0 punktu	1 punkts		
	90	10	0,10	0,19

Sagaidāmā atbilde: sistēmas (ķermeņa) iekšējo enerģiju var mainīt, sistēmai (ķermenim) pievadot vai no tās (tā) aizvadot siltumu un/vai veicot darbu, vai jebkurš likuma formulējums, kas ietver iekšējās enerģijas, siltuma daudzuma un darba jēdzienu, vai likums nosaukts par enerģijas saglabāšanās likumu siltumfizikā, vai aprakstīts likums kādā no izoparametriskajiem procesiem (izotermisks, adiabatisks, izohorisks), kad šis process nosaukts un pareizi aprakstīts.

Kā redzams, šis jautājums izrādījies visgrūtākais visā otrās daļas 1. uzdevumā, tam ir viszemākā grūtības pakāpe un arī izšķirtspēja, tātad skolēniem gan ar augstu zināšanu līmeni, gan ar zemu zināšanu līmeni tas bija problemātisks vai mulsinošs. Taču jautājuma formulējumā pievienotā piebilde mudina lūkoties formulu lapā un meklēt izteiksmi, kura apraksta pirmo termodinamikas likumu: $\Delta U = Q - A$, kā arī starp apzīmējumu skaidrojumiem atrast fizikālo lielumu nosaukumus, kas iesaistīti izteiksmē, lai to nolasītu vārdos.

Vērtētāji punktu nepiešķir par kļūdainām vai daļēji pareizām atbildēm, piemēram,

- darbs vienāds ar iekšējās enerģijas izmaiņu;
- objektam sakarstot, tas izplešas – tiek veikts darbs;
- siltumam piemīt enerģija, un lādiņi kustas haotiski;
- gāzes veiktais darbs ir vienāds ar blīvumu, dalītu ar tilpumu;
- sistēmai pievadītais siltuma daudzums var būt tērēts darbam ar apkārtējo vidi vai palielināšanai.

MD 1. daļas 10. testelementa, kas arī ietver pirmā termodinamikas likuma formulējumu, izpilde ir labāka –, iespējams, tādēļ ka piedāvāti atbilžu varianti.

1.5. (1 punkts) Vara īpatnējais kušanas siltums ir $1,8 \cdot 10^5$ J/kg. Paskaidro, ko tas nozīmē!

Sasniedzamais rezultāts: zina, kas ir īpatnējais kušanas siltums.

Zina un lieto. Indikators: 3.3.2.	Iegūti punkti (%)		Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	0 punktu	1 punkts		
	65	35	0,35	0,59

Sagaidāmā atbilde – tas nozīmē: lai kušanas temperatūrā izkausētu 1 kg vara, nepieciešami $1,8 \cdot 10^5$ J enerģijas. Atbildi ieskaita arī tad, ja nav pieminēts, ka process notiek kušanas temperatūrā.

Arī šis jautājums skolēnu sniegumā izrādījies ne tas vieglākais. Patiesībā tikai jāzina, kas ir kušana. Ķermenim sasilstot, palielinās vielas daļiņu vidējais kustības ātrums un līdz ar to – arī svārstību frekvence un amplitūda ap daļiņu līdzsvara stāvokļiem, palielinās daļiņu vidējā kinētiskā enerģija. Kad ķermenis sasilis līdz kušanas temperatūrai, sāk izjukt molekulu regulārais izvietojums kristālos. Ķermenis zaudē formu – kūst, pārvēršoties šķidrumā. Ja turpina pievadīt siltumu, ķermeņa temperatūra nepaaugstinās, kamēr visa viela nav izkususi. Lai cieta viela kustu, tai enerģija ir jāpievada no ārienes, citādi šis process nenotiks. Tas nozīmē, ka visa pievadītā enerģija tiek patērēta daļiņu saišu “sarašanai”, tādēļ kušanas laikā temperatūra nepieaug.

Jāteic, ka arī pēc mērvienībām – J/kg – pie skaitliskās vērtības var saprast, ka runa ir par siltuma daudzumu uz katru vielas masas kilogramu, un atbildē tikai jāpievieno enerģijas apmaiņas veids, proti, pievadītais siltuma daudzums.

Ar 0 punktiem novērtētas tādas atbildes kā

- vara patērētais siltums uz 1 kg;
- pie tāda siltuma uz kilogramu varš sāks kust (vispopulārākā kļūdainā atbilde);
- varš sāk kust, kad siltums ir $1,8 \cdot 10^5$ J/kg;
- uz vienu kg vara nepieciešams $1,8 \cdot 10^5$ J siltuma daudzums;
- enerģijas daudzums, ko var saturēt pirms maiņas no cieta uz šķidru;
- tik daudz siltuma daudzuma jāpieliek, lai kg vara sasildītu par vienu grādu;
- tā ir temperatūra uz masu, kurā varš sāks kust.

1.6. (1 punkts) Ko sauc par Ampēra spēku?

Sasniedzamais rezultāts: zina, kas ir Ampēra spēks.

Zina un lieto. Indikators: 4.3.3.	Iegūti punkti (%)		Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	0 punktu	1 punkts		
	88	12	0,12	0,27

Sagaidāmā atbilde: Ampēra spēks ir spēks, ar kādu magnētiskais lauks iedarbojas uz strāvas vadu.

Kā redzams, šis jautājums izrādījies viens no grūtākajiem 2. daļas 1. uzdevuma testelementiem. Ja definīcija aizmirsusies, atbildi var izspriest, izmantojot datu bukletā atrodamo informāciju – formulu un informāciju par tās lielumiem – pēc formulas iespējams izspriest, ka Ampēra spēks saistīts ar magnētisko lauku (B) un vadu (garums l), kurā plūst strāva (I).

Atbildes, ko vērtētāji novērtē ar 0 punktiem, ir šādas:

- sauc spēka mērījumu šķidrumā;
- strāvas stiprumu (tipiska kļūdaina atbilde);
- maiņstrāvas spēku;
- spēks, kas darbojas uz vadu, izmantojot magnētu;
- sauc magnētiskās indukcijas, strāvas stipruma, spēka pleca reizinājumu;
- sauc spēku, kurš rodas, kad strāva plūst pa vadiem vai pa ķēdi, vai pa citu objektu;
- spēks, kas darbojas uz protonu;
- magnētiskā lauka ietekme uz elektrisko lādiņu.

1.7. (1 punkts) Elektriskās ķēdes posmā plūstošās strāvas stiprums ir tieši proporcionāls ...

Sasniedzamais rezultāts: zina Oma likumu ķēdes posmam.

Zina un lieto. Indikators: 4.2.2.	Iegūti punkti (%)		Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	0 punktu	1 punkts		
	58	42	0,42	0,49

Sagaidāmā atbilde teikuma turpinājumam: posmam pieliktajam spriegumam.

Tā izriet no Oma likuma ķēdes posmam. Protams, jāzina, ka tiešu proporcionalitāti apraksta matemātiska sakarība $y = kx$. Redzams, ka $I = \frac{1}{R} \cdot U$, kur R – posma elektriskā pretestība, kas ir nemainīga.

Skolēni kļūdaini uzdevuši par atbildi, piemēram,

- strāvas stiprumam;
- pretestībai;
- sprieguma un elektriskās pretestības dalījuma (bieži citēta Oma likuma izteiksmes labā puse);
- sprieguma un attāluma dalījuma;
- lādiņam;
- spiedienam.

1.8. (1 punkts) Kādu fizikālo lielumu var izmērīt ar bīdmēru?

Sasniedzamais rezultāts: plāno eksperimenta gaitu.

Izpratne. Indikators: 8.5.	Iegūti punkti (%)		Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	0 punktu	1 punkts		
	56	44	0,44	0,45

Sagaidāmās atbildes teikuma turpinājumam: lineāros izmērus, garumu, cilindra diametru, attālumu.

Lai atbildētu uz jautājumu, jāzina, ka bīdmērs ir mērierīce nelielu lineāro izmēru noteikšanai. Bīdmēru mērapjoms vairumā gadījumu ir ap 15 cm, bet iedaļas vērtība, kas nosaka mērījuma precizitāti, ir 0,1 mm–0,01 mm. Neieskaita atbildi “veikto ceļu”, ja vien nav norādīts, ka tā skaitliskā vērtība ir maza. Neieskaita atbildi, ja “izmērīt” vietā lieto “aprēķināt”.

Starp kļūdainajām atbildēm sastopamas arī visai absurdas: tilpumu; blīvumu; elastību; grādus; milimetrus; svaru; berzes spēku; svārstību skaitu; kapacitāti; izdalīto siltumu.

Testelementam ir samērā augsta izšķirtspēja. Tas liecina, ka skolēniem, kuri fiziku kopumā apguvuši vāji un ir snieguši absurdas atbildes, trūkst pašu pamatzināšanu.

Jau aplūkojot MD 1. daļas 22. testelementu, pieminēts CE 1. daļas 24. jautājums, kurš pārbauda tieši šīs pašas zināšanas un kura izpilde ir ļoti augsta (88 %). Tas varētu liecināt, ka skolēni, kuri izvēlējušies apgūt Fizika II kursu, pamatzināšanas par mērīšanu ir apguvuši.

1.9. (1 punkts) Kādā gadījumā gaisma, pārejot no vienas caurspīdīgas vides otrā, nelūst?

Sasniedzamais rezultāts: zina un skaidro gaismas laušanas likumu.

Izpratne. Indikators: 5.1.4.	Iegūti punkti (%)		Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	0 punktu	1 punkts		
	67	33	0,33	0,54

Sagaidāmajai atbildei ir iespējami vairāki varianti.

- Nelūst, ja gaisma krīt perpendikulāri robežvirsmi.
- Nelūst, ja laušanas koeficienti abām vidēm vienādi.
- Nelūst, ja abas vides ir ar vienādu optisko blīvumu.
- Nelūst, ja abas vides ir vienādas.
- Nelūst, ja notiek pilnīgā iekšējā atstarošanās.

Tātad pietiek ar to, ka gaismas stara virziens nemainās, pārejot no vienas vides otrā.

Atbildes, ko vērtētāji novērtē ar 0 punktiem:

- ja krišanas leņķis ir lielāks par laušanas leņķi;
- ja abas caurspīdīgās vides novietotas paralēli;
- ja abām vidēm vienāds blīvums (tipiskākā kļūdainā atbilde);
- ja otra ir absorbācijas vide;
- ja vide nav izliekta vai ieliekta;
- ja nav, kas lauž gaismas starus;
- spogulis.

1.10. (1 punkts) Izmantojot brilles vai kontaktlēcas, var koriģēt tādas redzes defektus kā ...

Sasniedzamais rezultāts: zina tuvredzību un tālredzību kā redzes defektus, kurus koriģē, izmantojot brilles (kontaktlēcas).

Zina un lieto. Indikators: 5.1.8.	Iegūti punkti (%)		Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	0 punktu	1 punkts		
	31	69	0,69	0,39

Sagaidāmajā atbildē nosauc vismaz divus redzes defektus, piemēram, tuvredzība, tālredzība, astigmātisms, krāsu redzes traucējumi.

Šis jautājums ir vislabāk atbildētais no visiem 2. daļas 1. uzdevuma testelementiem, izpilde ir 69 %. Jau no pamatskolas fizikas kursa zināms, ka, izmantojot lēcas (brilles vai kontaktlēcas), var koriģēt tuvredzību (attēls veidojas pirms tīklenes) un tālredzību (attēls veidojas aiz tīklenes). Ar lēcām iespējams koriģēt arī astigmātismu – parādību, kad, radzenes defektu dēļ, stari fokusējas dažādās vietās. Redzes defekti mēdz būt iedzimti vai iemantoti dzīves laikā. Pie tam atbilde nepieprasa atklāt nosauktā redzes defekta darbības shēmu.

Saņemtais vērtējums 0 punkti visbiežāk bijis, ja nosaukts tikai viens no redzes defektiem.

Citas kļūdainas atbildes, piemēram, acs ābola bojājumi, redzes sabojāšana, nepietiekama redzamība, nofokusēšana, redzes saplūšana, problēma ar acīm. Šādas atbildes liecina par fizikas terminoloģijas nezināšanu, kā arī to, ka skolēniem nereti šķiet: pietiks, ja uzrakstīšu kaut ko “apmēram par tēmu”.

3.2. Sasniedzamo rezultātu veids: prasmes

Prasmes darbā vērtē atbilstoši MD programmā sniegtajiem SR veida un grupas aprakstiem, kā arī programmas pielikumā dotajiem vispārīgajiem snieguma līmeņu aprakstiem. Tie veidoti, pieņemot, ka trešais līmenis “Apguvis” apraksta sniegumu, kas raksturo pilnīgu plānoto SR apguvi un kas tiek sagaidīts no katra skolēna. Ceturtais līmenis “Apguvis padziļināti” raksturojams kā izcils mācīšanās rezultāts – skolēns demonstrē prasmes iespējami precīzi, konsekventi un niansēti. Otrais līmenis “Turpina apgūt” kopumā apliecina to, ka skolēns prasmes apguvis daļēji vai formāli – vairumā gadījumu nespēj skaidrot lietoto jēdzienu un veikto darbību nozīmi un saistību, nelieto prasmes jaunās situācijās. Pirmais līmenis “Sācis apgūt” apliecina standartā noteikto prasmju apguves minimumu.

Uzdevumi skolēnam šajā darba daļā ir šādi.

- 2. uzdevumā raksti atbildi un risinājumu vai skaidrojumu tam paredzētajā vietā! Kur vien iespējams, parādi risinājuma gaitu!
- 3.–9. uzdevumā raksti izvērsta atbildes – skaidrojumus, argumentus, skaitliskos risinājumus un atbildes – tam paredzētajās vietās!

Testelementiem norādīts SR, indikators atbilstoši MD programmai, izpilde, grūtības pakāpe un izšķirtspēja.

3.2.1. Sasniedzamo rezultātu grupa: SKAIDRO UN PAMATO

Šo prasmi vērtē atbilstoši MD programmas pielikumā iekļautajam vispārīgajam snieguma līmeņu aprakstam, aplūkojot trīs skaidrojuma aspektus: skaidrojuma struktūru, skaidrojumā izmantotos pierādījumus un tajā lietoto valodu.

Par pilnīgu uzskatāma atbilde, kurā

- ✓ skolēns skaidro procesu, parādību norisi, cēloņus un ietekmējošos faktorus, saistot un detalizēti aprakstot visus skaidrošanas situācijai atbilstošos struktūrelementus, sakarības loģiskā secībā;
- ✓ skaidrojums ietver ar skaidrošanas situāciju saistītus nozīmīgus pierādījumus – faktus, datus un nozarē atzītas zināšanas – modeļus, teorijas u. c.;

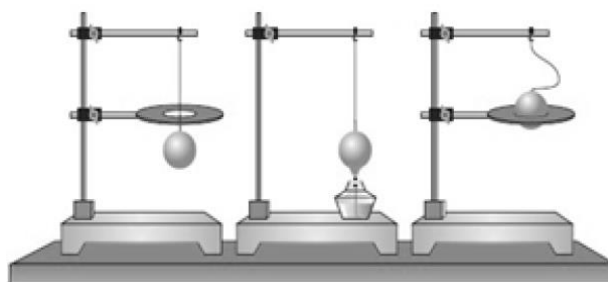
- ✓ skaidrojums ir saprotams, skolēns lieto zinātniskās valodas stilu un atbilstoši situācijai precīzi lieto fizikas jēdzienus un terminoloģiju.

Ja uzdevums ietver jautājumu, uz kuru sniegtā atbilde jāpamato, tad skolēna atbildei jāietver arī apgalvojums – atbilde uz doto jautājumu. Līdz ar to pilnīga atbilde ietver trīs elementus: apgalvojumu, pamatojumu un pierādījumus.

Prasmi skaidrot un pamatot skolēniem ir iespēja demonstrēt 2. daļas 4. un 7. uzdevumā. Šie abi ir nestrukturēti uzdevumi, kas vērtē skolēnu prasmju apguves dziļumu līmeņos.

4. uzdevums (3 punkti)

Tērauda lodīti var brīvi izslidināt cauri tērauda gredzenam. Pētot termisko izplešanos, liesmā uzkarēja tērauda lodīti un novēroja, ka tā vairs netiek cauri apaļajam caurumam tērauda gredzenveida plāksnītē. Pēc kāda laika uzkarēja gredzenu, nevis lodīti, un atkal virzīja lodīti cauri apaļajam caurumam.



Ko novēroja? Atbildi pamato!

Sasniedzamais rezultāts: prognozē, skaidrojot termisko izplešanos.

Indikators:	Iegūti punkti (%)				Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja	Izpilde (%)
	0 punktu	1 punkts	2 punkti	3 punkti			
3.1.6.	50	29	17	4	0,25	0,13	25,14

4. uzdevuma snieguma līmeņu apraksts		
Punkti	Snieguma apraksts	Pareizas atbildes piemērs
0	Uzraksta pareizu atbildi, bet skaidrojuma nav vai tas ir pilnīgi nepareizs VAI uzraksta nepareizu atbildi. Nav skaidrojuma, vai skaidrojums ir nepareizs.	<p>Lodīte tiks cauri.</p> <p>Pieaugot temperatūrai, pieaug vidējais attālums starp vielas daļiņām – ķermeņa izplešas.</p> <p>Ja viela ir viendabīga (īpašības visos virzienos vienādas), tad ķermenis izplešas viscaur vienādi, jo apmēram vienādi pieaug visi attālumi starp daļiņām. Tas nozīmē, ka ķermeņa izmēri pieaug, bet tas saglabā savas proporcijas. Arī plāksnītes izmēru proporcijas nemainīsies. Pieaug cauruma diametrs un lodīte tiks tam cauri.</p>
1	Uzraksta nepareizu atbildi, bet ir cietas vielas termiskās izplešanās skaidrojums no vielas uzbūves skatpunkta.	
2	Uzraksta atbildi, skaidrojums nepilnīgs – pieminēts tikai, ka termiskās izplešanās dēļ cauruma izmēri sildot pieaug un lodīte tiks cauri, trūkst pamatojuma no vielas uzbūves viedokļa VAI uzraksta termiskās izplešanās skaidrojumu, izmantojot vielas uzbūves modeli vai spriedumu par ķermeņa izmēru proporciju saglabāšanos, trūkst prognozes par novērojumu.	
3	Uzraksta atbildi. Skaidrojums ietver termiskās izplešanās skaidrojumu, izmantojot vielas uzbūves modeli vai spriedumu par ķermeņa izmēru proporciju saglabāšanos.	

Dati liecina, ka šis ir bijis visgrūtākais uzdevums darba 2. daļā – izpilde 25,14 % (sk. 10. attēlu).

Skolēnu sniegto atbilžu analīze rāda, ka daļa skolēnu nav sapratuši jautājumu vai ir neuzmanīgi izlasījuši uzdevumu – tiek skaidrota lodītes, nevis gredzena, termiskā izplešanās. Šie skolēni ir saņēmuši 1 punktu par skaidrojumu no vielas uzbūves viedokļa (skolēna atbildes 1 punkta piemērs).

Skolēnu atbildes piemērs	Komentārs
<p>Prezētēt vielai atšķirību, tās atomi viens no otra atšķirīgi.</p> <p>Kad uzkarņēja lode, tās atomi atšķirīgi un lode izpletās, tāpēc tā vairs netika cauri rumpim.</p> <p>Kad uzkarņēja rumpi, baidāms arī no termiskās, tās izpletās tik pat caur lode, tāpēc lode atkal varēja ieviet cauri rumpim.</p>	<p>3 punkti.</p> <p>Apgalvojums – lodīte tiks cauri, pamatojums – gredzena caurums palielināsies, pierādījumi – termiskās izplešanās skaidrojums, lietojot vielas modeli.</p>
<p>Novēroja to, ka lode tagad var brīvi iet cauri gredzenam, jo caurums kļuva lielāk termiskās izplešanās dēļ.</p>	<p>2 punkti.</p> <p>Apgalvojums – lodīte tiks cauri, pamatojums – gredzena caurums palielināsies.</p>
<p>Karsējot metālu, sava atšķirība tajā sāka kustēties ārā un lode palielinājās, tāpēc tā vairs netika cauri.</p>	<p>1 punkts.</p> <p>Jautājums nav saprasts, bet ir pierādījumu elementi, lietojot vielas modeli.</p>
<p>Lodīte joprojām varēja iet cauri tēraudā gredzenam.</p> <p>Tas notika tāpēc, ka izplešanās rezultātā gredzena iekšējais diametrs samazinājās.</p>	<p>0 punktu.</p> <p>Pamatojums nepareizs, pierādījumu nav.</p>

Krietna daļa skolēnu uzraksta tikai prognozi – lodīte tiks cauri vai lodīte netiks cauri. Tā kā pamatojuma nav vispār, šie skolēni punktus neiegūst pat pareizas prognozes gadījumā. Mācību procesā būtu jāuzsver, ka pamatojums atbildei vai risinājumam ir obligāts, ja vien uzdevumā nav teikts citādi. Daudzās atbildēs nosaukta cauruma palielināšanās termiskās izplešanās dēļ, bet trūkst skaidrojuma no vielas uzbūves viedokļa (skolēna atbildes 2 punktu piemērs).

Šā uzdevuma risinājumā spilgti izpaužas tipisks maldīgais priekšstats, ka, gredzenam izplešoties uz visām pusēm, caurums “aizaug” vai arī tā izmēri nemainīsies (skolēna atbildes 0 punktu piemērs).

Konkrētu skolēnu atbilžu, par kurām iegūts 0 punktu, analīze liecina, ka šie skolēni neprot izteikties, neprot formulēt domu, nelieto vispārpieņemtus terminus. Daļa šo skolēnu pārraksta uzdevuma tekstu cerībā, ka vismaz vienu punktu par to saņems.

Termiskās izplešanās dziļākas izpratnes trūkumu parādīja jau [2023. gada CE \[9\]](#) 1. daļas 9. jautājums, kura izpilde bija viena no zemākajām šajā eksāmena daļā (29 %) [\[10\]](#):

Apalā metāla diskā izgriezts apaļš, koncentrisks caurums. Disku vienmērīgi silda, un tā ārējais apkārtmērs palielinās par 4 procentiem. Šajā gadījumā cauruma apkārtmērs

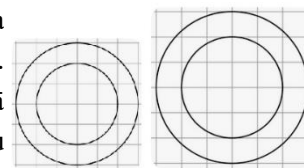
- A samazinās par 16 procentiem;
- B samazinās par 4 procentiem;
- C palielinās par 4 procentiem;
- D palielinās par 8 procentiem.



Mācoties jāpievērš uzmanība termiskās izplešanās mehānismam no vielas uzbūves modeļa skatpunkta – ja vielas īpašības visos virzienos ir vienādas, tad sasilstot aptuveni vienādi pieaug visi vidējie attālumi starp daļiņām. Tas nozīmē, ka sasilstot ķermeņa izmēri pieaug, bet tas saglabā savu formu un izmēru proporcijas. Lode paliek lode, gredzens paliek gredzens un līdzīgi. Tātad, gredzenam sildot, pieaug ne tikai tā ārējais, bet arī iekšējais diametrs – caurums kļūst lielāks. Secinājums: varēs novērot, ka lodīte tiek gredzenam cauri.

Palīdzēt var vienkāršs modelis: ja iztēlojas, ka gredzens uzzīmēts uz rītiņu tīkla, vieglāk saprast, kā mainās gredzens, ja visas tīkla rītiņas palielinās vienādi.

Daļa skolēnu, kas snieguši lielisku skaidrojumu, diemžēl zaudē punktu tādēļ, ka neatbild uz jautājumu “Ko novēroja?” vai arī raksta, ka novēro termisko izplešanos. Tieši novērojama tā nav – ķermeņa izmēru izmaiņa ir pārāk niecīga. Novēro šajā gadījumā to, ka lodīte tiek cauri gredzenam. Arī šādām uzdevumu formulējumu niansēm ir jāpievērš uzmanība.



Jāatzīmē, ka uzdevuma samērā zemā izšķirtspēja liecina: liela daļa skolēnu uzdevuma formulējumu nav sapratuši. Būtu nepieciešams precīzāks, izvērstāks jautājuma formulējums, piemēram, “Ko novēroja pēc gredzena sasildīšanas? Atbildi pamato no vielas uzbūves viedokļa!”, kas ļautu skolēniem sniegt pilnīgākas atbildes.

7. uzdevums (3 punkti)

Skaidro, kāpēc saules gaismā mirdz rasas pilieni!

Sasniedzamais rezultāts: skaidro optisko parādību, izmantojot gaismas atstarošanas, laušanu un pilnīgo iekšējo atstarošanas.

Indikators: 5.2.4.	Iegūti punkti (%)				Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja	Izpilde (%)
	0 punktu	1 punkts	2 punkti	3 punkti			
	28	55	15	2	0,31	0,16	30,71

7. uzdevuma snieguma līmeņu apraksts		
Punkti	Snieguma apraksts	Pareizas atbildes piemērs
0	Skaidrojuma nav, vai skaidrojums ir pilnībā nepareizs.	Saules gaismas stari, nonākot uz piliena sfēriskās virsmas, vienlaikus tiek atstaroti un laužti. Lauztie stari atstarojas no piliena iekšējās virsmas, notiek pilnīgā iekšējā atstarošanās. Tāpēc praktiski visa saules gaisma tiek atstarota ar minimālu izkliedi.
1	Skaidrojumā ietver tikai gaismas atstarošanas VAI tikai gaismas laušanu.	
2	Skaidrojumā ietver gaismas atstarošanas un laušanu. Skaidrojumā neietver pilnīgo iekšējo atstarošanas un faktu, ka laužtie stari izklūst no piliena laukā.	
3	Skaidrojumā ietver gaismas atstarošanas un laušanu uz piliena ārējās virsmas, atstarošanas no iekšējās virsmas (un/vai pilnīgo iekšējo atstarošanas) un/vai gaismas dispersiju.	

Arī šī uzdevuma izpilde ir visai zema – 30,71 %. Novērtējot uzdevuma grūtības pakāpi un izšķirtspēju, var konstatēt, ka šis varētu būt visa darba visgrūtākais uzdevums, turklāt – ar samērā zemu izšķirtspēju. Acīmredzot, skolēniem neatkarīgi no viņu zināšanu un prasmju līmeņa nav bijis skaidrs, ko no viņiem sagaida –, iespējams, tādēļ, ka jautājums ir ļoti atvērts. Turklāt līdzīga situācija, Fizika I kursu apgūstot, visticamāk, aplūkota nav. Skolēnu, kas apguvuši Fizika II kursu, monitoringa darba rakstītāju vidū ir maz – tikai 126 skolēni no tiem, kuri rakstīja MD, ir kārtājuši arī CE.

Parādība, kas uzdevumā jāskaidro, tik tiešām ir visai komplicēta un atkarībā no konkrētās situācijas (pilienu formas un izmēra, virsmas, kur veidojas rasa, leņķa, kādā uz pilienu krīt saules stari, utt.), kas uzdevumā NAV definēta, noteicoša loma var būt tai vai citai optiskai parādībai.

Rasas pilieni var mirdzēt saules staros, ja notiek vairākas gaismas parādības: gaismas laušana, gaismas atstarošana uz pirmās (ārējās) virsmas, gaismas atstarošanās no piliena iekšējās virsmas un/vai pilnīgā iekšējā atstarošanās, dispersija, lēcas efekts (kopā ar iepriekšminētajām parādībām). Noteiktos apstākļos rasas piliens var kļūt par retroatstarotāju.

Lai iegūtu visus punktus, būtu kopsakarībā jāaplūko vismaz trīs iespējamās parādības, līdz ar to šādu atbilžu ir ļoti maz.

Salīdzinoši daudz ir atbilžu, kas novērtētas ar vienu punktu. Tas varētu nozīmēt, ka nosaukta kāda no iespējamām gaismas parādībām un šāda atbilde skolēnam šķitusi pietiekama. Mācību procesā būtu jāpievērš uzmanība skaidrojuma dziļumam, aplūkojot visus iespējamās problēmas aspektus. Ļoti vienkāršots un formāls ieteikums varētu būt – ja šis ir trīs punktu jautājums, būtu jānoformulē vismaz trīs atsevišķas tēzes savā spriedumā. Šis uzdevums būtu iederīgāks centralizētajā eksāmenā Fizika II kursa beigās.

Abiem uzdevumiem, kuri pārbauda prasmi skaidrot un pamatot, ir zemākā izšķirtspēja MD 2. daļā. Ja uzdevumu zemo izšķirtspēju konstatētu aprobācijā, tos šajā darbā neiekļautu. Tomēr zemā izšķirtspēja varētu liecināt arī, ka šīs prasmes attīstīšanai būtu jāpievērš vairāk uzmanības – grūtības, veidojot skaidrojumu, skolēniem radušās neatkarīgi no tā, cik labi viņi zina fiziku.

3.2.2. Sasniedzamo rezultātu grupa: ARGUMENTĒ

Šo prasmi vērtē atbilstoši MD programmas pielikumā iekļautajam vispārīgajam snieguma līmeņu aprakstam, aplūkojot trīs aspektus/kritērijus: formulē apgalvojumu, pierāda apgalvojumu ar faktiem un pamato apgalvojumu.

Par pilnīgu uzskatāma atbilde, kurā skolēns

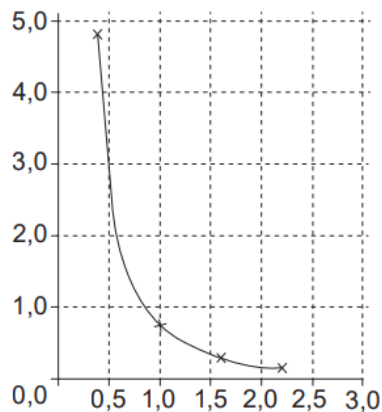
- ✓ formulē skaidru un precīzu apgalvojumu, kas pilnībā atbilst analizējamajam tematam, pieteiktajai problēmai vai jautājumam;
- ✓ pierāda apgalvojumu ar precīziem, iederīgiem un faktos balstītiem spriedumiem, kuri ir pietiekami, lai pierādītu apgalvojumu, un noder cēloņsakarību konstatēšanai;
- ✓ precīzi un pilnvērtīgi sasaista apgalvojumu ar tā pamatojumu, izmantojot loģisku un saprotamu pamatojuma struktūru; izvirza loģiskus secinājumus.

Prasmi argumentēt skolēniem ir iespēja demonstrēt 2. daļas 8. uzdevumā, kurā vērtē skolēnu prasmju apguves dziļumu līmeņos.

8. uzdevums (3 punkti)

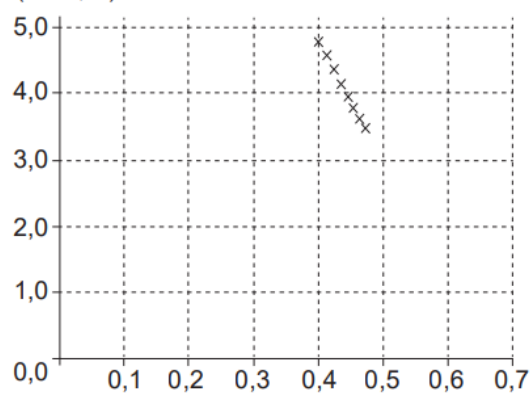
Divas fizikas studentu komandas veica pētījumu, lai pārbaudītu Ņūtona gravitācijas likumu. Abas komandas pētījumu veica ar vienādiem ļoti precīziem instrumentiem – mērīja divu vienādas masas ložu savstarpējās mijiedarbības spēku, mainot attālumu starp to masas centriem. Abu komandu iegūtie dati attēloti grafikos.

Mijiedarbības spēks ($\cdot 10^{-8}$, N) A komandas iegūtie rezultāti



Attālums starp ložu masas centriem, m

Mijiedarbības spēks ($\cdot 10^{-8}$, N) B komandas iegūtie rezultāti



Attālums starp ložu masas centriem, m

Izvērtē abu komandu iegūtos datus un šo datu piemērotību pētījuma mērķa sasniegšanai!

Sasniedzamais rezultāts: izvērtē pētījumā iegūtus datus.

Indikators:	Iegūti punkti (%)				Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja	Izpilde (%)
	0 punktu	1 punkts	2 punkti	3 punkti			
8.7.	38	40	19	3	0,30	0,20	29,29

8. uzdevuma snieguma līmeņu apraksts		
Punkti	Snieguma apraksts	Pareizas atbildes piemērs
0	Datu komplekti nav salīdzināti un izvērtēti, secinājums nav pamatots vai neatbilst datiem.	Abos grafikos redzams, ka, pieaugot attālumam starp masas centriem, mijiedarbības spēks samazinās. B komandas dati rāda, ka šī samazināšanās ir vienmērīga, A komandas dati liecina, ka, pieaugot attālumam, samazināšanās vairs nav tik strauja. A komandas datus vieglāk ieraugāma sakarība $F \sim 1/R^2$, kas atbilst gravitācijas likumam. A komandas datu komplektā ir likumsakarības atrašanai pietiekami plašs attālumu diapazons, bet maz mērījumu. B komandas datu komplektā ir likumsakarības atrašanai pietiekams mērījumu skaits, bet pārāk mazs attālumu diapazons.
1	Nosauc vienu būtisku punktu, salīdzinot datu komplektus VAI izvērtējot to piemēroftbu gravitācijas likuma pārbaudei.	
2	Nosauc divus būtiskus punktus, salīdzinot datu komplektus UN izvērtējot to piemēroftbu gravitācijas likuma pārbaudei.	
3	Nosauc trīs vai vairākus būtiskus punktus, salīdzinot datu komplektus UN izvērtējot to piemēroftbu gravitācijas likuma pārbaudei. Ir pieci būtiski punkti, kas var būt pieminēti pilnīgā atbildē. <ul style="list-style-type: none"> Abos grafikos redzams, ka, pieaugot attālumam starp masas centriem, mijiedarbības spēks samazinās. B komandas dati rāda, ka šī samazināšanās ir vienmērīga. A komandas dati liecina, ka, pieaugot attālumam, samazināšanās vairs nav tik strauja, vieglāk ieraugāma sakarība, kas atbilst gravitācijas likumam: $F \sim 1/R^2$. A komandas datu komplektā ir likumsakarības pārbaudīšanai pietiekami plašs attālumu diapazons, bet maz mērījumu. B komandas datu komplektā ir likumsakarības pārbaudīšanai pietiekams mērījumu skaits, bet pārāk mazs attālumu diapazons. 	

Sagaidāmajai skolēna pilnīgai atbildei būtu jāietver apgalvojums, kas izriet no abos grafikos redzamā, proti, ka, pieaugot attālumam starp ložu masas centriem, mijiedarbības spēks samazinās. B komandas dati rāda, ka šī samazināšanās ir vienmērīga, savukārt A komandas dati liecina, ka, pieaugot attālumam, spēka samazināšanās vairs nav tik strauja un vieglāk ieraugāma sakarība, kas atbilst Ņūtona gravitācijas likumam: $F \sim 1/R^2$. Runājot par iegūto datu piemēroftbu pētījuma mērķu sasniegšanai, jāsecina, ka A komandas datu komplektā izraudzīts likumsakarības pārbaudīšanai pietiekami plašs attālumu diapazons, bet ir maz mērījumu, savukārt B komandas datu komplektā ir likumsakarības pārbaudīšanai pietiekams mērījumu skaits, bet pārāk mazā attālumu diapazonā.

Skolēni, kuri norādījuši divus vai visus trīs minētos aspektus, ieguvuši maksimālo vērtējumu. Skolēni, kuri ieguvuši vienu punktu, visbiežāk minējuši tikai spēka samazināšanos, palielinoties attālumam, vai eksperimenta rezultātu ieguves nepilnības, t. i., nelielo mērījumu skaitu A komandai vai šauro attālumu intervālu B komandai. Jāteic, ka šajā testelementā nepieciešama arī vizuālās informācijas reprezentēšanas prasme.

Pietiekami liels procentuālais skaits skolēnu šajā uzdevumā nav ieguvuši punktus. Starp tiem ir tādi, kas nemaz nav 8. uzdevumu pildījuši.

Turpinājumā minēti dažādu atbilžu piemēri. Skolēnu atbildēm, kuras novērtētas ar 0 punktiem, tie būs vairāki.

Skolēnu atbildes piemērs	Komentārs
$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad m_1 = m_2 \Rightarrow m_1 \cdot m_2 = m^2$ $F = G \frac{m^2}{R^2}$ <p>Būtu labāk, ja komanda būtu veicis vairākus eksperimentus, lai grafiks būtu precīzāks, bet visumā grafiks ir lietišķs, jo ir labā redzama apgriešta proporcionalitāte starp lielumiem.</p> <p>B komandai bija ir jāizvērtē lieluma sharpība, jo pēc visu rezultātiem ir jānoskaidro, ka grafiks ir taisns, bet tas neradīt būt, jo pēc gravitācijas spēka formulas var secināt, ka tāg ir $G = \frac{F}{m^2}$ tuncijas grafiks</p>	<p>3 punkti.</p> <p>Atbildē izšķiramas trīs lietas, kuras liecina par labu atbildi: likumsakarība + neatkarīgā lieluma plašs maiņas intervāls + pietiekams mērījumu skaits.</p> <p>Vienīgi jāpiebilst, ka tekstā otrajā rindkopā minētā apgrieztā proporcionalitāte nepastāv, jo $F \sim 1/R^2$, bet grafikos redzamā funkcija ir $F \sim R$.</p>
<p>A komandas dati ir gar maz, vajadzētu vismaz 6, lai varētu tos izvērtēt. A komandas grafiks ir labs, lai to varētu izvērtēt, bet ar vajadzīgu datiem tiņu precīzāku sasniegts mērījums.</p> <p>B komandas dati ir labā daudzumā, bet vai nu vajadzēja tāt vēl vairākus turpināt darīt vai arī pabeigt nedaudz lielākus attālumus, lai varētu uzstāt grafiku.</p> <p>Ja tiņu veikti mērījumi, kā B komandai, bet tie tiņu mērījumi ir atšķirami, kā ir A komandai. Šie dati un grafiks būtu ļoti piemēroti mērījuma sasniegšanai</p>	<p>2 punkti.</p> <p>Skolēnam ir skaidrs par abu komandu nepilnībām uzticamu rezultātu ieguvē, bet nav pamatojuma par Ņūtona gravitācijas likuma izpausmi.</p>
<p>A komandas dati ir ļoti labi pasīta fāzē un saprotami.</p> <p>B komandai nav tie ļoti pārskatāmi, nav arī novilkta līnija starp punktiem atskaitēm.</p> <p>X komanda dati ir ļoti piemēroti lai veicētu pētījumu, bet viņiem ir lielāks intervāls uz X ass nekā otrai komandai.</p>	<p>1 punkts.</p> <p>Sākums atbildei ļoti izplūdis, tikai beigās minēts konkrēts arguments, bet nav pamatojuma par Ņūtona gravitācijas likuma izpausmi komandu darbā.</p>
<p>1. skolēns</p> <p>Rezultāts' rīdētni atspīzās, pirmas komandas dati' ir saprotami un precīzi attēlo mērījumu, taču otras komandas dati ir slikti apraksti, neprecīza grafika del.</p>	<p>0 punkti.</p> <p>Visi četri skolēni rakstījuši tikai vispārīgas frāzes, bet pateikts nav neviens vērā ņemams faktors eksperimenta datu analizē.</p> <p>Atbildēs šādi teksti sastopami ļoti bieži.</p>
<p>2. skolēns</p> <p>A komandi ir masīvi cipari un ar to ir vieglāk sateikt precīzāku sniegt.</p> <p>B komandai sniegt ir daudz tālāki daudz grūtāki pabeigt</p>	
<p>3. skolēns</p> <p>Tātad A komandas dati ir piemērotāki un skaidrāk parādīti nekā B komandas iegūtie un parādītie tabulā dati. A komandas rezultātus ir vieglāk apskatīt un saprast.</p> <p>B komandas datus ir smagi saskatīt un saprast, jo ir ļoti smalki parādīti tabulā.</p>	
<p>4. skolēns</p> <p>A komandas dati ir ļoti precīzi un ļoti uzmanīgiem no otras man liekas tā vajadzētu būt.</p> <p>B komandas dati ir ļoti precīzi un gandrīz identiski, taču ka es domāju un man liekas ka viņi izvērtēja visu pārējo nekā A komandai</p>	

Argumentēšanas prasme skolēniem ir maz trenēta, jo īpaši, apgūstot Fizika I kursu. *Skola2030* resursos tematā “Mijiedarbība un spēks” ir pieejama [atgāadne \[11\]](#) ar zinātniska argumenta veidošanas principiem un piemēru, kura uzrakstīta skolēnam vienkāršā valodā. Skolotājiem būtu ieteikums dažādus kvalitatīvos uzdevumus pārvērst par problēmjautājumiem argumentācijai. Smelties padomu var arī videomateriālā [“Kā mācīt skaidrošanu un argumentēšanu ģeogrāfijā?” \[12\]](#).

3.2.3. Sasniedzamo rezultātu grupa: MODELĒ

Šo prasmi vērtē atbilstoši MD programmas pielikumā iekļautajam vispārīgajam snieguma līmeņu aprakstam. Iespējams aplūkot vairākus modelēšanas aspektus/kritērijus: modeļa izveidi (elementu izvēle, sakarība starp elementiem un elementu būtiskums), modeļa izvērtēšanu, modeļa izmantošanu skaidrošanai vai prognozēšanai un komunicēšanu par modeli.

Atbilstoši šiem modelēšanas prasmes kritērijiem par pilnīgu uzskatāma atbilde, kurā skolēns

- ✓ izvēlas un pamato modeļa izveidei atbilstošus materiālus un rīkus, saista modelī iekļautos elementus un pamato to saistību, kā arī izvērtē un modelī iekļauj un precīzi attēlo visas būtiskākās īpašības, raksturlielumus un/vai sakarības;
- ✓ izvērtē modeļa trūkumus, priekšrocības un lietojuma robežas, tostarp salīdzinot ar citiem modeļiem, kā arī piedāvā modeļa uzlabojumus, lai novērstu trūkumus, vai cita veida modeli, ja tas iespējams;
- ✓ piemeklē piemērotāko modeli vai izmanto esošu modeli parādību skaidrošanai, balstoties uz kvantitatīviem un kvalitatīviem modeļa raksturlielumiem, vai izmanto modeli, lai veidotu un pamatotu kvantitatīvu un/vai kvalitatīvu prognozi;
- ✓ skaidro modeļa visu elementu nozīmi un pamato, kādiem mērķiem modelis ir lietojams, komunikācijā pilnībā atspoguļo modelēšanas procesu un modeļa analīzi, lietojot atbilstošu terminoloģiju.

Konkrētā situācijā vai pārbaudes darba testelementā var būt iespēja demonstrēt vienu vai vairākus modelēšanas prasmes aspektus.

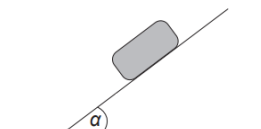
Monitoringa darbā testelementu, kuros demonstrējama modelēšanas prasme, vidējā izpilde ir 33 %, kas ir mazāk nekā vidējā darba izpilde.

Monitoringa darbā prasmi modelēt skolēniem ir iespēja demonstrēt 2. daļas 2.1. un 5. uzdevumā.

2.1. uzdevums (2 punkti)

Uz horizontāla dēļa atrodas kaste, uz kuru darbojas 100 N liels smaguma spēks. Dēli aiz viena gala paceļ augšup tā, ka dēlis ar horizontu veido leņķi α . Leņķis α mainās no 0 līdz 90°.

Attēlo zīmējumā balsta reakcijas spēku! Kā mainās balsta reakcijas spēka skaitliskā vērtība pacelšanas laikā?



Sasniedzamais rezultāts: nosaka balsta reakcijas spēku uz horizontālas un slīpas virsmas.

Indikators: 2.3.2.	Iegūti punkti (%)			Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja	Izpilde (%)
	0 punktu	1 punkts	2 punkti			
	61	26	13	0,26	0,30	26,41

2.1. uzdevuma vērtēšanas shēma

Punkti	Kritērijs	Piemērs
0	Spēks nav attēlots, vai tas attēlots nepareizi, atbilde ir nepareiza.	
1	Attēlo balsta reakcijas spēku. Balsta reakcijas spēks pielikts kastei, bet var nebūt pielikts masas centrā.	
1	Pareizi atbild uz jautājumu un atbildi pamato. Ja zīmējumā attēlots balsta reakcijas spēks un smaguma spēks, papildu paskaidrojuma var nebūt.	Leņķim α pieaugot no 0 līdz 90 grādiem, balsta reakcijas spēks samazinās, jo samazinās smaguma spēka komponente, kas perpendikulāra dēlim, VAI samazinās kastes svars, VAI kaste vājāk spiež uz dēli.
Kopā: 2		

Lai atrisinātu uzdevumu, ir jāmodelē situācija, aplūkojot būtiskākos elementus, kuri to apraksta, un tad modelis jāizmanto, lai prognozētu balsta reakcijas spēka atkarību no leņķa α .

Aplūkosim spēkus, kas darbojas uz kasti.

Uz kasti darbojas smaguma spēks $F_{SM} = mg$.

Ķermenim pieliktos spēkus modelī pieņemts attēlot ar bultiņām.

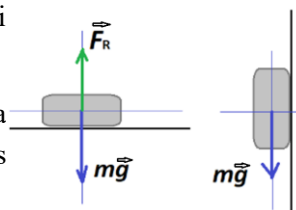
Lai gan uzdevumā nav prasīts attēlot smaguma spēku, tas ir situācijas modeļa būtiska sastāvdaļa. Liela daļa skolēnu, kuri ieguvuši 2 punktus, smaguma spēku attēlo (skolēnu atbildēs divu punktu 1. piemērs).

Kaste atrodas uz dēļa un ar to mijiedarbojas.

Kaste darbojas uz dēli ar savu svaru P , kas vienāds ar dēļa virsmai perpendikulāro smaguma spēka komponenti ($P = mg \cos \alpha$).

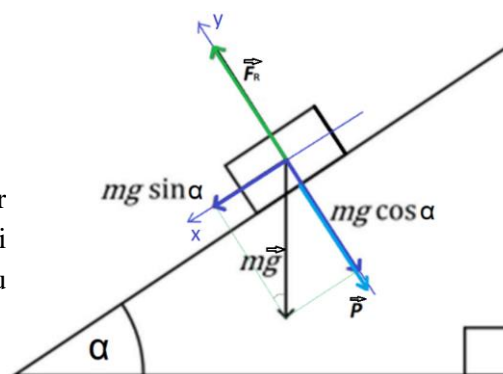
Savukārt saskaņā ar trešo Ņūtona likumu dēlis darbojas uz kasti ar skaitliski tieši tikpat lielu spēku – balsta reakcijas spēku F_R .

Tātad balsta normālās reakcijas spēks F_R skaitliski vienāds ar smaguma spēka komponenti, kas perpendikulāra dēļa virsmai ($F_R = mg \cos \alpha$). Šis spēks pielikts kastei un vērsts perpendikulāri dēļa virsmai.



Tā kā $F_R = mg \cos \alpha$, tad pacelšanas laikā, leņķim α pieaugot no 0 līdz 90 grādiem, balsta reakcijas spēks samazinās no $F_R = mg$ (jo $\cos 0^\circ = 1$) līdz $F_R = 0$ (jo $\cos 90^\circ = 0$).

Šo secinājumu arī var iegūt, vizuāli iztēlojoties, kā mainās balsta reakcijas spēks – mijiedarbības spēks starp kasti un dēli ir vislielākais, kad dēlis atrodas horizontāli, bet, kad dēlis novietots vertikāli, kaste ar savu svaru uz to neiedarbojas vispār.



Skolēnu atbildes piemērs	Komentārs
	<p>2 punkti.</p> <p>Balsta reakcijas spēks attēlots vienāds ar virsmai perpendikulāro smaguma spēka projekciju, kas ir pietiekams pamatojums tam, ka, leņķim alfa pieaugot, balsta reakcijas spēks samazinās.</p>
	<p>2 punkti.</p> <p>Balsta reakcijas spēks vērsts perpendikulāri virsmai, tā atkarība no leņķa ir pamatota.</p>
	<p>1 punkts.</p> <p>Balsta reakcijas spēks vērsts perpendikulāri virsmai. Prognoze par tā izmaiņu nepareiza. Iespējams, neuzmanīgi izlasīts uzdevums.</p>
	<p>0 punktu.</p> <p>Balsta reakcijas spēks attēlots nepareizi, nav saprasts/zināms, kas ir/kādēļ rodas balsta reakcijas spēks.</p>
	<p>0 punktu.</p> <p>Balsta reakcijas spēks nav attēlots, prognoze pareiza, bet nav pamatojuma. Iespējams, skolēns nezina, ka spēkus modelī attēlo ar bultiņām.</p>

Skolēnu darbu analīze rāda, ka daudzi skolēni, kuri ieguvuši 0 punktu, gluži vienkārši nezina, kas ir balsta reakcijas spēks, – bieži ir attēlots berzes spēks vai spēks, ar kādu kaste varētu tikt vilkta. Nereti attēlotie spēki nav pielikti kastei, bet “karājas gaisā” vai arī tie faktiski nav attēloti (skolēnu 0 punktu atbildes 2. piemērs).

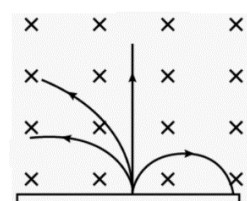
Situācijas modelēšana, attēlojot spēkus, kuri situācijā darbojas, nereti ir pirmais solis, lai risinātu mehānikas un elektromagnētisma uzdevumus. Mācību procesā šādos gadījumos, analizējot situāciju vai uzdevuma nosacījumus, ieteicams veidot zīmējumu – modeli arī tad, ja uzdevumā tas tieši nav prasīts. Piemēram, nākamajā modelēšanas prasmes uzdevumā, ko aplūkosim.

5. uzdevums (3 punkti)

Četras daļiņas – elektrons, protons, α daļiņa un neitrons – vienādā ātrumā ielido magnētiskajā laukā perpendikulāri tā indukcijas līnijām.

Magnētiskais lauks vērsts perpendikulāri papīra lapas plaknei prom no vērotāja.

Pieraksti trajektorijām atbilstošo daļiņu nosaukumus!



Sasniedzamais rezultāts: modelē daļiņu kustību magnētiskajā laukā.

Indikators: 6.2.1.	Iegūti punkti (%)				Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja	Izpilde (%)
	0 punktu	1 punkts	2 punkti	3 punkti			
	28	25	17	18	0,38	0,17	37,75

5. uzdevuma snieguma līmeņu apraksts				
0 punktu	1 punkts	2 punkti	3 punkti	Pareizas atbildes piemērs
Daļiņas nav pareizi nosauktas, vai pareizi nosauc tikai vienu daļiņu.	Nosauc divas daļiņas – neitronu un alfa daļiņu, neitronu un protonu, elektronu un alfa daļiņu, alfa daļiņu un protonu vai elektronu un protonu.	Nosauc trīs daļiņas, ceturkā nav nosaukta, VAI pareizi nosauc divas daļiņas – elektronu un neitronu, alfa daļiņa un protons sajaukti vietām.	Nosauc visas daļiņas.	

Dati liecina, ka lielākā daļa skolēnu ir snieguši daļēji pareizas atbildes.

Tas ir saprotami – lai gan šis modelēšanas uzdevums “klasificēts” kā modernās fizikas uzdevums, tā veiksmīgai risināšanai nepieciešamas zināšanas no trim dažādiem fizikas kursa satura moduļiem – modernās fizikas, elektromagnētisma un mehānikas. Lai gan norādīts, ka uzdevums atbilst indikatoram 6.2.1., papildus jāpiemin 4.3.6. un 2.3.1.

Ir jāzina, kas ir katra šī daļiņa, kādi ir to elektriskie lādiņi un kādas, savstarpēji tās salīdzinot, ir to masas. Tāpat arī jāzina, no kā atkarīgs Lorenca spēks, kas magnētiskajā laukā darbojas uz lādētām daļiņām. Un, visbeidzot, jāzina otrais Ņūtona likums, lai novērtētu, kā Lorenca spēks ietekmēs katras daļiņas kustību.

Aplūkosim tuvāk iespējamo sprieduma gaitu, modelējot četru daļiņu kustību.

Arī šajā gadījumā atbilstoši iepriekš nosauktajiem modelēšanas prasmes aspektiem ir jāsaista modelī iekļautie elementi, jāizvērtē un modelī jāiekļauj un precīzi jāattēlo visas būtiskākās īpašības, raksturlielumi un/vai sakarības un jāizmanto modelis, lai veidotu un pamatotu kvantitatīvu un/vai kvalitatīvu prognozi.

Daļiņa magnētiskajā laukā ielido perpendikulāri tā indukcijas līnijām. Lorenca spēks ir perpendikulārs ātruma virzienam – tas maina tikai ātruma virzienu, bet nemaina tā skaitlisko vērtību, tātad – piešķir ķermenim centrīces paātrinājumu, ko apraksta datu bukletā atrodamā sakarība $a_c = v^2/R$. Ja lādētās daļiņas kustības ātrums ir perpendikulārs magnētiskā lauka līniju virzienam, tad daļiņas trajektorija ir riņķa līnija ar rādiusu R . R iespējams noteikt, izmantojot otro Ņūtona likumu (datu bukletā $a = F/m$).

$$F_L = qvB = ma_c = m \frac{v^2}{R}, \text{ tātad } r = \frac{mv}{qB}.$$

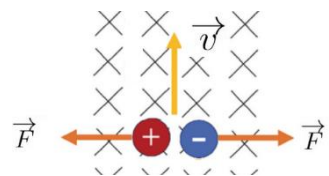
Uzreiz iespējams secināt, ka daļiņa, kuras trajektorija ir taisne (kustības virziens magnētiskajā laukā nemainās), ir neitrons – lādiņa nav, tādēļ Lorenca spēks ir vienāds ar nulli.

Liela daļa skolēnu, kas ieguva 0 punktu, neitronu bija nosaukuši pareizi (skolēnu atbildes 0 punktu piemērs).

Skolēnu atbildes piemērs	Komentārs
	3 punkti.

	<p>2 punkti. Protons un alfa daļiņa sajaukti vietām. Nav zināmas daļiņu masas vai nav novērtēta masas ietekme uz daļiņas kustības izmaiņu. Ir zināmi lādiņi un novērtēta to ietekme uz Lorencas spēku.</p>
	<p>1 punkts. Pareizi nosaukta alfa daļiņa un elektrons. Neitrons un protons sajaukti vietām. Atbilde varētu liecināt, ka skolēns spējis novērtēt daļiņu masas ietekmi uz kustības izmaiņu.</p>
	<p>0 punktu. Pareizi nosaukts tikai neitrons, zināms, ka tas ir elektriski neitrāla daļiņa, kuras kustību magnētiskais lauks neietekmē.</p>

Uz daļiņām, kam piemīt atšķirīgas zīmes lādiņi, Lorencas spēks darbojas pretējos virzienos. Jau analizējot uzdevumu, varētu iezīmēt skici, parādot Lorencas spēka virzienu atšķirīgi lādētām daļiņām brīdī, kad tās ielido magnētiskajā laukā.



Tā kā ir nosauktas divas pozitīvas daļiņas un viena negatīva, tad negatīva daļiņa – elektrons – ir vienīgā daļiņa, kuras trajektorija noliecas pa labi. Izmantojot kreisās rokas likumu, var pārlicināties, ka tiešām tā ir. Turklāt, tā kā elektrona masa ir ļoti maza, trajektorijas rādiuss arī ir salīdzinoši mazs.

Lai izlemtu, kura no “kreisajām” trajektorijām atbilst protonam, kura – alfa daļiņai, jāatceras, ka alfa daļiņa ir hēlija kodols, kas sastāv no diviem neitroniem un diviem protoniem, tātad alfa daļiņas masa ir četras reizes lielāka nekā protona masa, bet lādiņš – tikai divas reizes lielāks.

Saskaņā ar formulu $r = mv/qB$ varam secināt, ka alfa daļiņas rādiussam jābūt lielākam.

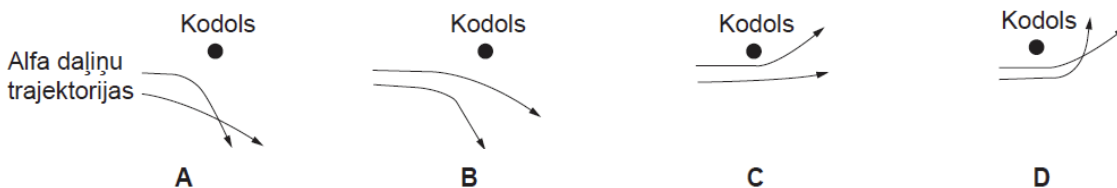
Lai gan uzdevuma vērtēšanai izveidots snieguma līmeņu apraksts, uzdevumu vērtējot, saskaita, cik daļiņu trajektorijas ir atpazītas pareizi. Tomēr arī šāda pieeja ļauj novērtēt izpratnes dziļumu.

Viena punkta atbildes liecina, ka, modelējot daļiņu kustību, ir vismaz daļēji pareizi ņemti vērā divi aspekti atbilstoši satura moduļiem. Savukārt divu punktu atbildes liecina, ka tikai viens daļiņu kustību ietekmējošs faktors nav pareizi novērtēts (sk. atbilžu piemērus).

Pēc būtības līdzīgs uzdevums iekļauts arī 2024. gada CE 1. daļā [9].

23. uzdevums

Divu alfa daļiņu, kam piemīt vienāda enerģija, trajektorijas noliecas masīva atoma kodola tuvumā. Kurā gadījumā vispareizāk attēlotas alfa daļiņu trajektorijas?



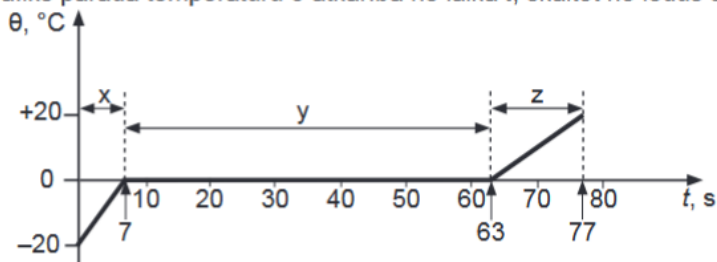
Tā izpilde ir 33 % – viena no zemākajām eksāmena 1. daļā [10]. Tas varētu liecināt, ka prasme modelēt situāciju, ja jāievēro vairāki ietekmējošie faktori, ir nepietiekami attīstīta.

Arī 2024. gada CE 2. daļā iekļautam “klasiskam” modelēšanas prasmi ietverošam uzdevumam (2. daļas testelements 2.4.) [9] izpilde ir viena no zemākajām šajā eksāmena daļā (30,33 %) [10].

2. uzdevums (10 punkti)

Sildītāju, kura jauda ir 150 W, izmanto, lai uzsildītu 25 g ledus noslēgtā un labi izolētā traukā. Sākotnējā ledus temperatūra ir $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Grafiks parāda temperatūru θ atkarībā no laika t , skaitot no ledus sildīšanas sākuma.



Grafikā ir trīs atšķirīgi reģioni/posmi: x, y un z.

2.4. (1 punkts) Raksturo molekulu kustību reģionā x un reģionā z!

Modelēšanas prasmei pievēršama papildu uzmanība – monitoringa darbā testelementu, kuros demonstrējama šī prasme, izpilde ir 33 %, kas ir mazāk nekā vidējā darba izpilde. Līdzīga situācija vērojama arī CE.

Modeļi un modelēšana fizikas apgūvē ir nozīmīga, jo

- skolēniem var būt izveidojušies nepareizi sākotnējie priekšstati par jēdzienu (piemēram, spēks, siltums, gaisma, enerģija) nozīmi, ko lieto zinātnē; modeļu izmantošana mācību procesā ļauj vieglāk un labāk izprast sarežģītus dabaszinātnes procesus un parādības;
- fizikas programma paredz daudzu jaunu faktu, likumsakarību, zināšanu apgūšanu, kas var sagādāt grūtības un nebūt interesanti, tāpēc modeļu izmantošana var palīdzēt izprast sarežģītas parādības un padarīt mācību procesu interesantāku un saistošāku;
- tehnoloģiju attīstība nodrošina piekļuvi interaktīvām simulācijām, modeļiem, ar kuru palīdzību var apgūt dabaszinātnes [13].

Vairāk par modelēšanu var lasīt “Modelēšana. Diagnosticējošais darbs dabaszinātņu mācību priekšmetu pamatkursos” [aprakstā \[14\]](#).

3.2.4. Sasniedzamo rezultātu grupa: ANALĪTISKI SPRIEŽ

MD programmā dots šīs prasmes apraksts: “Analītiski spriež: klasificē dabaszinātniskus objektus, saskata dabaszinātniskas sakarības, vispārina (analizē, sintezē, izvērtē) un veic aprēķinus. Saskata līdzīgo un atšķirīgo dažādām likumsakarībām un parādībām.”

Savukārt 2023. un 2024. gada Fizikas CE programmā atrodams nedaudz plašāks šīs prasmes apraksts:

“Analītiski spriež:

- ✓ formulē fizikālo procesu matemātiskos modeļus un izmanto matemātikas zināšanas un prasmes atbilstošu problēmu risināšanā, veic aprēķinus;
- ✓ izmantojot zināšanas un dažādus fizikālos modeļus, no dotajiem datiem vai konkrētas situācijas atlasa īpašības un pazīmes, kuras ir spēkā vispārīgās situācijās;
- ✓ spēj vispārīgas sakarības izmantot konkrētās situācijās;
- ✓ saskata līdzīgo un atšķirīgo starp dažādām fizikas likumsakarībām, parādībām, tematiem, situācijām.”

Vispārīgs snieguma līmeņu apraksts šīs prasmes vērtēšanai nav iekļauts ne CE, ne MD, ne arī šo darbu paraugu programmās. Kritēriji vai SLA šīs prasmes vērtēšanai veidoti atbilstoši MD programmā dotajam aprakstam, uzsverot prasmi vispārīgas sakarības izmantot konkrētās situācijās, prasmi izmantot fizikālo procesu matemātiskos modeļus un veikt aprēķinus.

Ļoti bieži uzdevumos analītiskā spriešana ir tikai viena no uzdevuma risināšanai nepieciešamajām prasmēm. Šeit tuvāk aplūkosim uzdevumus, kur šī prasme ir noteicošā – 2.3. un 2.4. uzdevumu.

2.3. (2 punkti)

Hermētiski noslēgtā traukā atrodas gaiss normālā atmosfēras spiedienā un 27 °C temperatūrā. Līdz kādai temperatūrai jāsasilda traukā esošais gaiss, lai spiediens palielinātos 2 reizes?

Sasniedzamais rezultāts: nosaka temperatūru, izmantojot gāzes spiediena un absolūtās temperatūras savstarpējo sakarību.

Indikators: 3.2.2.	Iegūti punkti (%)			Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja	Izpilde (%)
	0 punktu	1 punkts	2 punkti			
	60	27	13	0,27	0,33	26,68

2.3. uzdevuma vērtēšanas shēma		
Punkti	Kritērijs	Piemērs
0	Atbilde nepareiza, vai nav paskaidrota pareizās atbildes iegūšana.	150 K; 54 °C
1	Izsaka temperatūru kelvinos (sākuma temperatūra var nebūt uzrakstīta, bet aprēķinā iegūst 600 K).	300 K VAI atbilde: 600 K
1	Uzraksta sakarību starp spiedienu un temperatūru, aprēķina skaitlisko vērtību.	$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ vai $\frac{p_1 \cdot V}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V}{T_2}$; 600 K
Kopā: 2	$T_1 = 27 + 273 = 300 \text{ K}$ $T_2 = T_1 \cdot \frac{p_2}{p_1} = 2T_1 = 2 \cdot 300 = 600 \text{ K}$	

Faktiski šis uzdevums ir atrisināms galvā trijos soļos: 1) temperatūru izsaka kelvinos; 2) tilpums nemainās, nosaka, cik reizi jāpalielina temperatūra, ja spiediens pieaug 2 reizes; 3) nosaka, cik liela ir šī temperatūra.

Liela nozīme šī uzdevuma risināšanā var būt informācijpratībai. Lai atbildētu uz jautājumu, skolēniem jāzina vai jāatrod datu bukletā kāda sakarība, kas saista gāzes tilpumu, spiedienu un temperatūru (datu bukleta fragmentā apvilktas ar zaļu).

Termodinamika	
Vielas uzbūve, gāzu likumi	
$n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$ $M = m_0 N_A$	$\rho = \frac{m}{V}$ $p = \frac{N}{V} kT$ $T = t + 273$
$pV = nRT$ $R = k_B N_A$	$p = \frac{1}{3} \frac{N}{V} m_0 \overline{v^2}$ $\overline{E_k} = \frac{3}{2} kT$ $\frac{pV}{T} = \text{const.}$

Minētās sakarības ir spēkā ideālai gāzei, tātad skolēnam jāsaprot, ka tās izmantojamas arī šajā konkrētajā situācijā – gaisam.

Vēl jāatceras, ka minētajās sakarībās izmantota gāzes absolūtā temperatūra kelvinos. Arī sakarība, kā no Celsija grādiem pāriet uz kelviniem, atrodama datu bukletā (apvilktā ar zilu). Tātad, ja vien ir spriedums, ka var izmantot ideālas gāzes modeli un gāzu likumus, viss pārējais uzdevuma atrisināšanai nepieciešamais atrodams datu bukletā.

Apkopotie dati un konkrētu skolēnu darbu analīze liecina, ka liela daļa skolēnu šo uzdevumu nav risinājuši vispār – relatīvi maz ir darbu, kur uzdevums risināts, bet saņemti 0 punkti. Savukārt lielākā daļa skolēnu, kuri ieguvuši vienu punktu, nav ņēmuši vērā, ka jāizmanto absolūtā temperatūra.

Skolēnu atbildes piemērs	Komentārs
$p_0 = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ $T_0 = 27^\circ\text{C} = 273 + 27 = 300\text{K}$ $V = \text{const}$ $T_1 = ?$	2 punkti. Aprēķins ar pamatojumu, izmantota absolūtā temperatūra.
$T = 27^\circ\text{C}$ $pV = nRT$ p - spiediens V - tilpums (const)	1 punkts. Pamatots spriedums aprēķina veikšanai, nav izmantota absolūtā temperatūra.
Lai spiedienu palielinātu 2 reizes, gaisu vajag sasildīt līdz 54°C , palielināt 2 reizes	0 punktu. Spriedums bez pamatojuma, nav izmantota absolūtā temperatūra.

Arī 2024. gada fizikas CE 2.6. uzdevums pārbauda, vai temperatūras jēdziena būtība ir saprasta.

2.6. (1 punkts) Kādā temperatūrā ledus molekulu kinētiskā enerģija ir nulle?

Šā uzdevuma izpilde – 36,97 % – ir augstāka nekā konkrētajam MD uzdevumam, tomēr salīdzinājumā ar CE kopējiem rezultātiem tā nesasniedz vidējo.

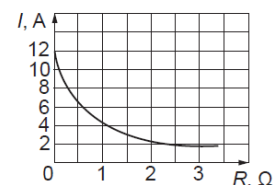
Tātad, tematu apgūstot, jāpārlicinās, ka ir patiešām saprasta temperatūras jēdziena būtība – raksturot vielas daļiņu siltumkustības vidējo enerģiju. Arī tam atbilstošā ļoti būtiskā sakarība ideālas gāzes gadījumā ir datu bukletā (apvilktā ar sarkanu).

Būtu vērts pievērst skolēnu uzmanību arī tam, kuros gadījumos nav nozīmes tam, vai izmantojam Kelvina vai Celsija skalu. Tās ir situācijas, kad nozīme ir tikai temperatūras izmaiņai, piemēram, aprēķinot termisko izplešanos vai saņemto siltuma daudzumu sasilstot.

2.4. (2 punkti)

Reostats ir pievienots strāvas avotam, kura EDS ir 6 V. Grafikā attēlots strāvas stiprums I reostatā atkarībā no tā pretestības R .

Cik liela ir strāvas avota iekšējā pretestība?



Sasniedzamais rezultāts: aprēķina strāvas avota iekšējo pretestību, izmantojot datus.

Indikators:	Iegūti punkti (%)			Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja	Izpilde (%)
	0 punktu	1 punkts	2 punkti			
4.2.2.	36	20	44	0,54	0,62	53,99

2.4. uzdevuma vērtēšanas shēma		
Punkti	Kritērijs	Piemērs
0	Atbildi neuzraksta, vai tā ir nepareiza, nav risinājuma, vai risinājums ir nepareizs.	
1	Izmanto Oma likumu noslēgtai ķēdei (likums uzrakstīts ar formulu vai ieraugāms skaitliska aprēķina gaitā).	$\mathcal{E} = I(R + r)$
1	Iegūst izmantotajai R vērtībai atbilstošu skaitlisko atrisinājumu ar mērvienību.	$r = \mathcal{E}/I = 6/12 = 0,5 \Omega$
Kopā: 2	Ja $R = 0 \Omega$, tad $\mathcal{E} = Ir$; $r = \mathcal{E}/I = 6/12 = 0,5 \Omega$.	

Ar šo uzdevumu skolēniem ir veicies salīdzinoši labāk, tam ir arī augsta izšķirtspēja.

Lielākā daļa skolēnu ir sapratuši, ka šajā situācijā jāizmanto Oma likums noslēgtai ķēdei, lielumu skaitliskās vērtības atrodot uzdevuma tekstā un nolasot no grafika. Vairumā gadījumu ir saprasts, ka visērtāk ir izvēlēties vērtību $R = 0 \Omega$ un tai atbilstošo $I = 12 \text{ A}$ – tādā gadījumā situācijas matemātiskais modelis vienkāršojas (skolēnu 2 punktu atbildes 1. piemērs). Protams, uzdevumu risinot, nepieciešama arī informācijpratība.

Skolēnu atbildes piemērs	Komentārs
	2 punkti. Aprēķins ar pamatojumu, iegūta skaitliskā vērtība ar mērvienību.
	1 punkts. Aprēķins ar pamatojumu, kļūda, pārveidojot izteiksmi.
	1 punkts. Aprēķins ar pamatojumu, neuzmanības kļūda aprēķinā.

Konkrētu skolēnu darbu analīze liecina, ka viens punkts nereti tiek zaudēts matemātisko prasmju trūkuma dēļ – nespējot no sakarības $I = \mathcal{E}/(R + r)$ izteikt iekšējo pretestību (skolēnu 1 punkta atbildes 1. piemērs).

Arī gadījumā, ja izvēlēta vērtība $R = 0$ un sakarība vienkāršojas: $I = \mathcal{E}/r$, iekšējā pretestība ne vienmēr izteikta pareizi. Vienkāršu matemātisku aprēķinu veikšanā un lielumu izteikšanā no formulām ir nepieciešams regulārs “treniņš”, ir jāizveidojas iemaņām.

Šajā divu punktu uzdevumā nav iespējams atdalīt datu nolasīšanas kļūdas no kļūdām aprēķinā. Monitoringa nolūkiem būtu labāk, ja šis būtu trīs punktu uzdevums. Arī neuzmanības kļūdu ietekme uz rezultātu ir liela (skolēnu 1 punkta atbildes 2. piemērs).

2024. gada fizikas CE analītiskās spriešanas prasme nepieciešama gandrīz pusē 2. daļas uzdevumu – 13 no 27 testelementiem. Galvenokārt nepieciešama prasme formulēt fizikālo procesu matemātiskos modeļus un izmantot matemātikas zināšanas un prasmes atbilstošu problēmu risināšanā, veikt aprēķinus. Turklāt aprēķini var būt krietni sarežģīti, izmantojot un apvienojot vairākas izteiksmes, kuras apraksta fizikas likumsakarības. Spilgti piemēri ir uzdevumi 3.1. (izpilde ir 35,48 %) un 4.4. (izpilde ir 23,05% – otrā zemākā šajā CE daļā).

3. uzdevums (10 punkti)

Skolēns noliktavā atrada vara stieples spoli, izmērīja stieples elektrisko pretestību un vara masu spolē.

Iegūtie rezultāti: 27Ω un $0,25 \text{ kg}$. Vara blīvums $\rho_v = 8,9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, un tā īpatnējā pretestība

$\rho_p = 1,68 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$.

3.1. (3 punkti) Aprēķini, cik metru stieples ir izmantots vienas spoles uztīšanai!

4.4. (3 punkti) Pamatojoties uz gaismas laušanas likumu, aprēķini stara krišanas leņķi uz plāksnīti!

Skolēnu darbu analīze liecina, ka 4.4. uzdevumā “šaurā vieta” ir tieši matemātiskās prasmes. Mācību procesā būtu regulāri jālieto ne tikai datu bukletā atrodamās fizikas formulas, bet arī datu bukleta matemātikas sadaļa.

Savukārt uzdevumā nozīmīga izrādījās konkrēto fizikālo lielumu – blīvuma un īpatnējās elektriskās pretestības (un to matemātisko modeļu) izpratne. Jau no fizikas kursa apgūšanas sākuma jāpievērš uzmanība tam, ka grieķu un latīņu alfabētos kopā tomēr ir mazāk burtu, nekā ir fizikālo lielumu, kam nepieciešami apzīmējumi. Reizēm ne tikai apzīmējumi, bet arī mērvienības sakrīt – piemēram, lineārās izplešanās termiskais koeficients (α , K^{-1}) un pretestības termiskais koeficients (α , K^{-1}).

Ir jāsaprot, kas šiem fizikālajiem lielumiem ir kopīgs, bet kas – atšķirīgs.

Datu buklets būtu jāpadara par savu “darbarīku kasti” un/vai jāuztver kā “jēdzienu kartē”.

3.2.5. Sasniedzamo rezultātu grupa: REPREZENTĒ INFORMĀCIJU

MD programmā dots šīs prasmes apraksts: “Reprezentē informāciju – lieto zinātnisko un simbolu valodu, vizualizāciju (attēlus, shēmas, grafikus, diagrammas, zīmējumus) dabaszinātnisko procesu un eksperimentu skaidrošanai.”

Savukārt 2023. un 2024. gada Fizikas CE programmā atrodams nedaudz plašāks šīs prasmes apraksts:

“Reprezentē informāciju:

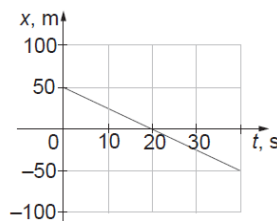
- ✓ lieto fizikas valodu (vispārpieņemtos terminus un apzīmējumus formulās), vizuālo informāciju (attēlus, shēmas, zīmējumus) dabaszinātnisko procesu skaidrošanai;
- ✓ veic grafiku analīzi vai datu pārveidošanu uz grafisko formu vai no tās.”

Vispārīgs snieguma līmeņu apraksts šīs prasmes vērtēšanai nav iekļauts ne CE, ne MD, ne arī šo darbu paraugu programmās. Kritēriji vai SLA šīs prasmes vērtēšanai faktiski veidoti atbilstoši CE programmā dotajam aprakstam, akcentējot informācijas lietošanu skaidrošanai, grafiku analīzei un informācijas pārveidošanai no viena veida citā.

Prasmi reprezentēt informāciju skolēniem ir iespēja demonstrēt 2. daļas 2.2., 2.5. un 6. uzdevumā.

2.2. (2 punkti)

Grafikā attēlota skrējēja koordinātas maiņa laikā. Uzraksti skrējēja koordinātas vienādojumu!



Sasniedzamais rezultāts: uzraksta koordinātas vienādojumu, izmantojot koordinātas grafiku.

Indikators:	Iegūti punkti (%)			Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja	Izpilde (%)
	0 punktu	1 punkts	2 punkti			
2.1.4.	49	30	21	0,36	0,44	36,01

2.2. uzdevuma vērtēšanas shēma		
Punkti	Kritērijs	Piemērs
0	Vienādojums nav uzrakstīts, vai ir uzrakstīts pilnībā nepareizi.	$x = 20 - 4t$
1	Nosaka sākuma koordinātu: $x_0 = 50$ m.	$x = x_0 + v_x t = 50 - 5t$
1	Nosaka ātruma projekciju: $v_x = -2,5$ m/s (aprēķinam nav jābūt parādītam).	$x = x_0 + v_x t = 100 - 2,5t$
Kopā: 2	$x = x_0 + v_x t = 50 - 2,5t$	

Šī uzdevuma izpilde procentos ir 36,01 %. Ņemot vērā to, ka uzdevums ir tipisks kinemātikas uzdevums, izpilde ir visai zema. Izšķirtspēja ir pietiekama, lai spriestu, ka ar šo uzdevumu labāk veicies skolēniem, kuri darbam ir gatavojušies un atkārtējuši Fizika I kursa sākumā apgūto.

Skrējēja koordinātas maiņu laikā apraksta vispārīgā veidā datu bukletā atrodamais kustības vienādojums: $x = x_0 + v_x t$ (saskaitāmais $at^2/2 = 0$, jo $a = 0$).

Skrējēja sākuma koordināta x_0 ir koordināta kustības sākuma momentā $t = 0$.

Skolēnu darbu analīze liecina, ka lielākā daļa skolēnu, kuri ieguvuši vienu punktu, to saņēmuši par sākuma koordinātas noteikšanu, bet tipiska kļūda ātruma projekcijas noteikšanā ir tās zīme “-”. Pilnīgi nepareizu atrisinājumu ir ļoti maz – diemžēl liela daļa skolēnu uzdevumu nav risinājuši vispār.

Iespējams, tas tādēļ, ka nav rasta iespēja aktualizēt tematu, kas apgūts vairāk nekā gadu pirms darba rakstīšanas. Aktualizējot šo tematu, vispirms ieteicams risināt pretēju uzdevumu: zīmēt kustības raksturlielumu – koordinātas un ātruma vai paātrinājuma projekciju grafikus, ja dots kustības vienādojums. Tāpat ieteicams rīkoties arī citās līdzīgās situācijās, kur iespējams reprezentēt datus grafiski un ar matemātisku izteiksmi.

Ar līdzīgiem uzdevumiem par informācijas reprezentēšanu sākas 2024. gada fizikas CE otrā daļa.

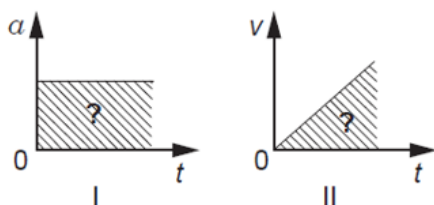
Velosipēdista kustību pa horizontālu ceļa posmu raksturo koordinātas vienādojums $x = 4 + t^2$.
Fizikālie lielumi vienādojumā ir norādīti SI vienībās.

1.1. (1 punkts) Uz koordinātu ass atzīmē punktu, kas atbilst ritenbraucēja pozīcijai sākotnējā laika momentā!



1.2. (2 punkti) No koordinātas vienādojuma nosaki velosipēdista sākotnējo ātrumu v_0 un paātrinājumu a !

Grafikos I un II attēlota paātrinājuma un ātruma atkarība no laika.

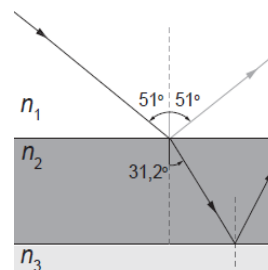


1.5. (2 punkti) Kurus fizikālos lielumus var noteikt, aprēķinot iesvītrotā laukuma skaitlisko vērtību grafikā I un grafikā II?

Šo trīs testelementu izpilde ir visai augsta salīdzinājumā ar MD darba uzdevumu: 1.1. – 92,43 %; 1.2. – 66,74 %; 1.5. – 72,17 %. Augstā izpilde varētu liecināt par to, ka, fizikas kursu uzsākot, apgūtā prasme ir vēlāk pilnveidota. Protams, jāievēro fakts, ka CE kārtoja vairāk motivēti skolēni, kam rezultāts ir ar lielāku nozīmi. Tomēr jāsaprot, ka “gan jau vēlāk iemācīšos” var neizdoties – apgūstot fizikas kursu augstākajā līmenī, ir maz laika pamatu atkārtšanai.

2.5. (2 punkti)

Attēlā parādīta stara gaita no pirmās vides, kuras laušanas koeficients ir n_1 , otrajā vidē, kuras laušanas koeficients ir n_2 . Uzzraksti trīs secīgas gaismas parādības, ko novēro, attēlotajam staram virzoties caur vidēm, sākot ar pirmo!



Sasniedzamais rezultāts: sarindo gaismas parādības, atbilstoši staru gaitai.

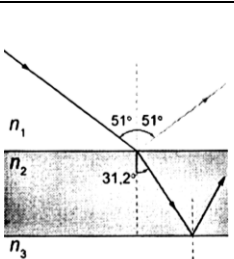
Indikators: 5.1.9.	Iegūti punkti (%)			Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja	Izpilde (%)
	0 punktu	1 punkts	2 punkti			
	37	34	29			

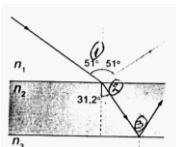
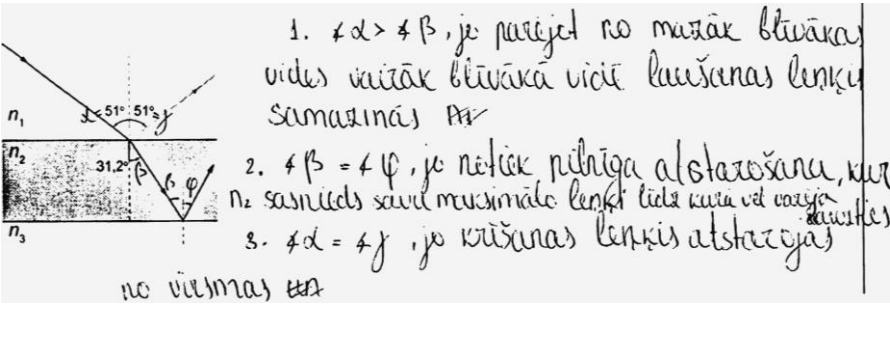
2.5. uzdevuma snieguma līmeņu apraksts			
	0 punktu	1 punkts	2 punkti
Snieguma apraksts	Nosauc ne vairāk kā vienu atbilstošu gaismas parādību.	Nosauc divas gaismas parādības VAI nosauc korekti vienu parādību. Vēl divas vai vairākas parādības nosauc/apraksta daļēji kļūdaini.	Nosauc vismaz trīs gaismas parādības. Novēroto parādību secība var nebūt precīzi ievērota. Gaismas taisnvirziena izplatīšanās pirmajā vidē var nebūt nosaukta kā pirmā. Gaismas atstarošanās un laušana uz divu vidu robežvirsmas, kā arī staru intensitātes samazināšanās notiek vienlaikus un var būt nosauktas jebkurā secībā. Ja nosaukta pilnīgā iekšējā atstarošanās uz 2. un 3. vides robežvirsmas, pirms tam gaismas taisnvirziena izplatīšanās otrajā vidē var nebūt nosaukta. Uz 2. un 3. vides robežvirsmas var būt nosaukta tikai gaismas atstarošanās, nepieminot, ka tā ir pilnīgā iekšējā atstarošanās.
Piemērs	<ul style="list-style-type: none"> Gaismas taisnvirziena izplatīšanās pirmajā vidē; gaismas atstarošanās un gaismas laušana uz 1. un 2. vides robežvirsmas; atstarotā un lauztā stara intensitātes samazināšanās salīdzinājumā ar krītošo staru; gaismas taisnvirziena izplatīšanās otrajā vidē; gaismas pilnīgā iekšējā atstarošanās uz 2. un 3. vides robežvirsmas; jebkurā vidē var būt nosaukta daļēja gaismas absorbcija. 		

Šī uzdevuma izpilde procentos ir 46,01 %. Izšķirtspēja – laba.

Uzdevums ir visai atvērts – var novērot vismaz sešas gaismas parādības, tiesa – ne visas notiek, staram virzoties “caur” vidēm. Vairākas no šīm parādībām notiek vienlaikus, līdz ar to nav nosaucamas secīgi, sekojot stara gaitai. Turklāt iespējams iegūt arī secinājumu – trim vidēm salīdzināt laušanas koeficientus, kuri ir fizikāli lielumi, nevis gaismas parādības. Uzdevumā tas prasīts nav, tomēr daļa skolēnu salīdzinājumu iekļauj atbildēs.

Rezultātā uzdevuma veikšana varēja izrādīties ļoti laikietilpīga. Būtu jāiemācās novērtēt uzdevumā prasīto un neveltīt laiku tam, kas uzdevumā prasīts nav. Ilustrācijai divi atbilžu piemēri, par abiem saņemti 2 punkti.

Skolēnu atbildes piemērs	Komentārs
 <p>1. parādība: at gaismas atstarošanās, krišanas līnēs ir viļņochs un atstarošanās līnēs, notiek pirmā vidē. Atstarojas tikai daļa no stara krītošās gaismas.</p> <p>2. parādība: gaismas laušana, notiek pirmās un otrās vides robežvirsmā. Ja ka laušanas līnēs ir mērāms par krišanas līnē, var secināt, ka $n_2 > n_3$, \Rightarrow otra vidē ir optiski blīvāka par pirmo.</p> <p>3. parādība: pilnīgā iekšējā gaismas atstarošanās, notiek otrā vidē, atstarojas no otrās un trešās vides robežvirsmas. Var secināt, ka $n_2 > n_3$, \Rightarrow otrā vidē ir optiski blīvāka, nekā trešā.</p>	<p>2 punkti.</p> <p>Atbildē kopumā nosauktas četras parādības, aprakstītas tām atbilstošās likumsakarības un salīdzināti gaismas laušanas koeficienti šīm vidēm.</p> <p>Atbilde pārsniedz prasības 2 punktu vērtējumam.</p>

 <p>1- Gaismas atstarošānis. 2- Gaismas laušana. 3- Gaismas atstarošānis.</p>	<p>2 punkti. Atbilde atbilst pilnīgas atbildes aprakstam, lai gan dažas gaismas parādības ir izlaistas.</p>
 <p>1. $\alpha > \beta$, je pāriet no mazāk blīvākas vides uz lielāk blīvāku vidi laušanas leņķis samazinās.</p> <p>2. $\alpha = \beta$, je notiek pilnīga atstarošana, kur n_2 sasniedz savu maksimālo leņķi tādā veidā, ka vēl varēja laušanās.</p> <p>3. $\alpha = \beta$, je krišanas leņķis atstarojas no virsmas.</p>	<p>1 punkts. Atbildē nekorekti lietota fizikas valoda. Pieminēts “blīvums” termina “optiskais blīvums” vietā. Frāzes “krišanas leņķis atstarojas” jēgu var nojaust, lai gan tā ir neloģiska. Tomēr divas gaismas parādības atbildē ir saskatāmas.</p>
<p>Stāsts iesiet caurī, jo vide ir caurspīdīga. Līdzīga vide.</p>	<p>0 punktu. Uzdevums nav saprasts.</p>

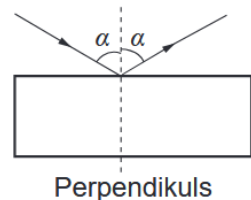
Pats uzdevums –, izmantojot attēlā parādīto staru gaitu kā atgādni vai “špikeri”, nosaukt gaismas parādības – ir vienkāršs. Nereti skolēni zaudē punktus nekorektas fizikas valodas dēļ (1 punkta atbildes piemērs tabulā). Līdzīgu pieeju – “pārtulkot” attēlu tekstā – var izmantot, aktualizējot temata saturu. Skolēnu atbildes, par kurām iegūti 0 punkti, liecina, ka šie skolēni, pavirši izlasot uzdevumu vai to nesaprotot, raksta kaut ko saistībā ar šo uzdevumu. Vērtējot atbildes, rodas iespaids, ka reizēm skolēni, ja nezina, ko rakstīt, raksta “kaut ko”. Vēlams skolēniem ikdienā veidot ieradumu rakstīt labi apdomātas/saturīgas atbildes un aicināt nepārrakstīt uzdevumā doto tekstu tikai tāpēc, lai būtu kaut kas uzrakstīts.

2024. gada fizikas CE 2. daļas 4. uzdevums sākas ar līdzīga konteksta uzdevumu, šoreiz – par informācijas pārveidošanu no teksta attēlā.

4. uzdevums (10 punkti)

Šaurs gaismas stars krīt no gaisa uz caurspīdīgu cirkonija plāksnīti. Daļa gaismas tiek atstarota, kā parādīts attēlā, un daļa gaismas tiek lauza.

Leņķis starp atstaroto un laužto staru ir taisns. Cirkonija laušanas koeficients attiecībā pret gaisu ir 2,15.



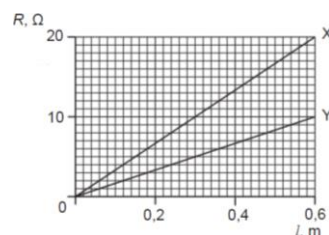
4.1. (1 punkts) Iezīmē laužto gaismas staru plāksnītē!

Uzdevuma izpilde – 56,05 % – ir augstāka, bet faktiski ir salīdzināma ar MD darba uzdevumu. Tas varētu nozīmēt, ka mācību procesā jāpievērš vairāk uzmanības informācijas pārveidošanai no teksta formulās un grafikos – “tulkošanai” no latviešu valodas uz fizikas valodu (un otrādi). Tā ir būtiska prasme – bieži vien kā viena no uzdevuma risināšanai nepieciešamajām prasmēm. Daudzu skolēnu darbi liecina, ka ideju skolēns ir sapratis, bet korekti izteikties nespēj. Tā, piemēram, rakstot par gaismas atstarošanu, izmantoti darbības vārdi “atspoģuļojas”, “atlec”, “atsitas”, “atlaužas”, “atliecas” un tamlīdzīgi. Ir jāpievērš uzmanība precīzu terminu lietošanai latviešu valodā.

6. uzdevums (3 punkti)

Divi vadi – X un Y – izgatavoti no viena un tā paša materiāla. Grafikos parādīta vada pretestības R atkarība no vada garuma l .

Skaidro, kuram vadam ir lielāks šķērsriezuma laukums!



Sasniedzamais rezultāts: salīdzina šķērsriezuma laukumu cilindriskas formas vadītājiem, ja zināma to pretestības atkarība no garuma un materiāls.

Indikators: 4.2.3.	Iegūti punkti (%)				Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja	Izpilde (%)
	0 punktu	1 punkts	2 punkti	3 punkti			
	40	19	14	27			

6. uzdevuma vērtēšanas shēma		
Punkti	Kritērijs	Pareizas atbildes piemērs
0	Atbildes nav, vai tā ir nepareiza. Ir pareiza atbilde, bet nav pamatojuma.	$R = \rho/l/S$ Vadi ir no viena materiāla, tātad īpatnējā elektriskā pretestība ρ tiem ir vienāda.
1	Izmanto pretestības formulu.	Pie vienāda garuma l vadītāja X pretestība ir divreiz lielāka nekā vadītāja Y pretestība.
1	Salīdzina pretestības pie vienāda garuma vai garumus pie vienādas pretestības, izmantojot faktu, ka materiāla īpatnējā pretestība vienāda.	$S = \rho/l/R$, tātad vadam Y ir lielāks šķērs griezuma laukums.
1	Iegūst pareizu, pamatotu secinājumu par šķērs griezuma laukumu.	
Kopā: 3		

Šis uzdevums ir viens no darba 2. daļas vislabāk atrisinātajiem uzdevumiem (42,78 %), turklāt tā izšķirtspēja salīdzinājumā ar citiem prasmju daļas uzdevumiem ir augsta.

Uzdevuma augstā izpilde varētu būt izskaidrojama ar to, ka situācija skolēniem ir ierasta – vismaz daļa skolēnu, kuri šo darbu rakstīja, jau kopš pamatskolas laikiem zina, no kā atkarīga vadītāja pretestība, zina pretestības formulu. Ja nezina –, palīdz teksts un grafiks, kuros parādās apzīmējumi R un l , turklāt vada raksturlielumi – materiāls, garums un šķērs griezuma laukums – visi ir nosaukti uzdevuma tekstā, ļaujot atrast nepieciešamo sakarību formulu lapā.

Tad atliek, izmantojot grafiku, salīdzināt vienāda garuma vadu pretestības vai arī vienādas pretestības vadu garumus un formulēt secinājumu. Tātad, lai gan uzdevuma tekstā ir rīcības vārds “skaidro”, uzdevums faktiski pārbauda prasmi analizēt grafikus un lietot pretestības formulu, lai iegūtu pamatotu secinājumu, tātad – prasmi reprezentēt informāciju.

Par to liecina arī fakts, ka uzdevumu vērtē, izmantojot kritērijus, nevis novērtējot atbildes dziļumu.

Šajā uzdevumā bieži sastopama kļūda elementārā matemātikā: skolēni, kuri ir tikuši galā ar fiziku – izmanto pretestības formulu un datus no grafika –, kļūdās, no formulas izsakot laukumu, un iegūst nepareizu secinājumu.

Jāpiemin vēl kāda tendence, kas spilgti iezīmējas šā uzdevuma risinājumā, bet ir vērojama arī citkārt CE. Nereti skolēni kādu lielumu, kurš aprēķina formulā ir iekļauts, bet kura skaitliskā vērtība nav zināma, pieņem par vienādu ar vienu vienību, tā vienkāršojot izteiksmi. Tā šajā uzdevumā vada materiāls, tātad arī īpatnējā pretestība (kuras skaitliskā vērtība metāliem ir ļoti maza), nav dots. Visai daudzi skolēni īpatnējo pretestību faktiski “izmet” no aprēķina. Pieņemt, ka $\rho = 1 \Omega \cdot m$, un aprēķināt laukumu skaitliski ir absurds, tomēr formāli arī šādu risinājumu ieskaita kā pareizu. Ilustrācijai šādas atbildes piemērs.

Skolēnu atbildes piemērs	Komentārs
$R = \rho \frac{l}{S}$; $R_x = R_y$ vadi izgatavoti no viena materiāla, tātad īpatnējā pretestība ir vienāda. $20 = \frac{\rho l}{S_x}$; $10 = \frac{\rho l}{S_y}$ $S_x = \frac{\rho l}{20} = 0,03 m^2$ $S_y = \frac{\rho l}{10} = 0,06 m^2$ <i>g varam izliktus īpatnējo pretestības laukumus</i>	3 punkti. Atbilde atbilst visiem trim kritērijiem, lai gan pieņēmums, ka $\rho = 1 \Omega \cdot m$, ir nepamatots.

Mācību procesā būtu vērts aplūkot šādas pieejas lietošanas robežas – kad tā var vienkāršāk un uzskatāmāk attēlot situāciju, bet kad – nonākt pie fizikāli nepareiziem secinājumiem.

Daži skolēni, uzdevumu risinot, pieņēma, ka R apzīmē vada rādiusu, un izmantoja riņķa laukuma aprēķina formulu. Jau sākot apgūt fiziku, jāpievērš liela uzmanība simbolu valodas lietošanai, “tulkojot”, pārveidojot tekstu formulās, fiksējot uzdevumu dotos lielumus.

3.2.6. Sasniedzamo rezultātu grupa: INFORMĀCIJPRATĪBA

MD programmā dots šīs prasmes apraksts: “Informācijpratība – atlasa, analizē, interpretē un izvērtē doto vārdisko un vizuālo informāciju, t. sk. dotos eksperimentālos datus.”

Šo prasmi vērtē atbilstoši MD programmas pielikumā iekļautajam vispārīgajam snieguma līmeņu aprakstam, aplūkojot četrus informācijpratības aspektus: atrod un atlasa informāciju, novērtē datu ticamību un pietiekamību, izvērtē, pārveido un attēlo (interpretē) informāciju, analizē dotus eksperimentālos datus un informāciju.

Par pilnīgu uzskatāma atbilde, kurā skolēns

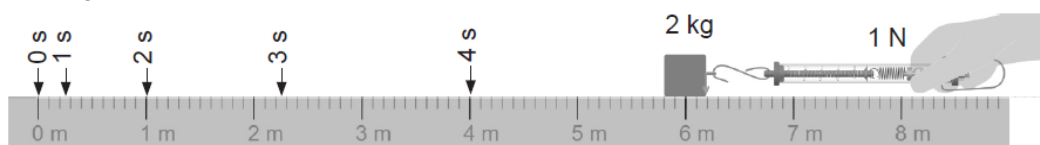
- ✓ atlasa informāciju, kas atbilst pētāmajai problēmai, tēmai un uzdevumam, iegūst datus/informāciju atbilstoši kontekstam, mērogam, nolasot tos no daudzveidīgiem informācijas attēlošanas veidiem (tabula, diagramma, grafiks, shēma, attēls), ievērojot datu veidu, lielumu mērvienības;
- ✓ novērtē informācijas avotu/datu ticamību un pietiekamību, izmantojot visus nepieciešamos kritērijus;
- ✓ izvērtē dotās vārdiskās vai vizuālās informācijas jēgu, pārveido pieejamo saturu, idejas vai informāciju, izmantojot atbilstošus terminus un dažādus pierādījumus;
- ✓ analizē dotus pētījuma datus, identificējot kļūdainus datus, aprakstot vai klasificējot, kā arī skaidrojot atklātas likumsakarības.

Vairumā gadījumu monitoringa darba uzdevumos informācijpratība ir tikai viena no vairākām uzdevuma risināšanai nepieciešamajām prasmēm.

Tuvāk aplūkosim uzdevumu, kur šī prasme varētu būt noteicošā – 2. daļas 3. uzdevumu.

3. uzdevums (3 punkti)

Klucītis sākumā atrodas miera stāvoklī. Klucītim pievieno dinamometru, kuru velk ar 1 N lielu spēku. Berzi neievēro!



Aprēķini klucīša paātrinājumu divos veidos!

Sasniedzamais rezultāts: apraksta un analizē vienmērīgi paātrinātu taisnlīnijas kustību, izmantojot stroboskopiskos attēlus.

Analītiski spriež. Indikators: 2.3.2.	Iegūti punkti (%)				Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja	Izpilde (%)
	0 punktu	1 punkts	2 punkti	3 punkti			
	40	43	12	11	0,33	0,24	33,10

3. uzdevuma snieguma līmeņu apraksts

Punkti	Snieguma apraksts	Pareiza risinājuma piemērs
0	Risinājuma nav, vai tas ir nepareizs, rezultāti nepareizi.	1)
1	Rezultāts iegūts vienā veidā, VAI parādītas idejas diviem atšķirīgiem risinājumiem, bet rezultāts nav iegūts vai tas ir nepareizs.	$s = \frac{at^2}{2} \rightarrow a = \frac{2s}{t^2}$ $a = \frac{2 \cdot 1}{2^2} = 0,5 \frac{m}{s^2}$
2	Nepilnīgi risinājumi, bet ir uzrakstīti pareizi rezultāti ar pareizu mērvienību, VAI viena veida risinājums ir pilnīgs un korekts, otra veida risinājums – nepilnīgs, rezultāts nav iegūts, bet ideja parādīta.	2) $F = ma$ $a = \frac{1}{2} = 0,5 \frac{m}{s^2}$
3	Uzrakstītas (risinājumā ieraugāmas) abas sakarības, no kurām izteikts paātrinājums, parādīts aprēķins, rezultāts uzrakstīts ar pareizu mērvienību.	

Sagaidāmajā skolēna pilnīgā atbildē būtu jābūt uzrakstītām (vai risinājumā ieraugāmām) abām sakarībām – gan kustības vienādojumam no kinemātikas sadaļas $s = at^2/2$, gan otrajam Ņūtona likumam $F = ma$ no dinamikas sadaļas –, tad izteikts paātrinājums, parādīts aprēķins un rezultāts uzrakstīts ar pareizu mērvienību.

Dotos lielumus nolasa no attēla. Jāņem vērā arī tas, ka sākumā klucītis atrodas miera stāvoklī – tā ātrums vienāds ar nulli. Klucīša kustības trajektorija, kā redzams attēlā, ir taisne.

Uzdevums ir viduvēji risināts un ar pietiekamu izšķirtspēju. Redzams, ka maksimālos trīs punktus ieguvuši tikai 11 % darba rakstītāju, bet teju puse ieguvusi vienu vai divus punktus. Bēdīgi liels tomēr ir to skolēnu īpatsvars – 40 % –, kuri nav pildījuši šo uzdevumu vai izvēlējušies neatbilstošu risinājuma gaitu. Dinamikas uzdevumus risinot, nekas vienkāršāks par paātrinājuma aprēķināšanu, ja zināms kopspēks un ķermeņa masa, nav iedomājams.

Šāda uzdevumu risināšanas pieredze valsts pārbaudes darbā, kad jāparāda risinājums divos atšķirīgos veidos, skolēniem piedāvāta retu reizi. Parasti ar to saskārās tikai vērtētāji. Jāteic, ka virkne skolēnu, aprēķinot klucīša paātrinājumu divos veidos, nesaprot, ka viens no tiem ir kļūdains, ja iegūtas atšķirīgas paātrinājuma vērtības, un mierīgi atbildē atstāj tās abas.

Skolēnu atbildes piemērs	Komentārs
<p>1. skolēns</p> <p>1) $F = ma$ $a = \frac{F}{m} = \frac{1}{2} = 0,5 \frac{m}{s^2}$</p> <p>2) $a = \frac{v - v_0}{t}$ ($v_0 = 0$, jo sēkās no miera stāvokļa) $v^2 = 2as$ $a^2 t^2 = 2as$ $at^2 = 2s$ $a = \frac{2s}{t^2}$</p> <p>3) $s = 4m$; $t = 4s$ $a = \frac{2 \cdot 4}{4^2} = 0,5 \frac{m}{s^2}$</p> <p>Atbilde: $a = 0,5 \frac{m}{s^2}$</p>	<p>3 punkti.</p> <p>Abi skolēni parādījuši korektu risinājuma gaitu divos veidos, atrodot absolūti vienādas paātrinājuma vērtības ar pareizu mērvienību.</p>
<p>2. skolēns</p> <p>$F = m \cdot a$ $a = \frac{F}{m}$ $a = \frac{1}{2} = 0,5 \frac{m}{s^2}$</p> <p>$x = x_0 + v_0 t + \frac{a_x \cdot t^2}{2}$ $4 = 0 + 0 \cdot 4 + \frac{a_x \cdot 4^2}{2} \Rightarrow$</p> <p>$\Rightarrow 4 = \frac{a_x \cdot 16}{2} \Rightarrow 4 = a_x \cdot 8$ $a_x = \frac{4}{8} = 0,5 \frac{m}{s^2}$</p>	

<p>1. skolēns</p> <p>$m = 2 \text{ kg}$ $F = 1 \text{ N}$</p> <p>1) $a = \frac{F}{m} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ m/s}^2$</p> <p>$a_y = \frac{v_x - v_{0x}}{t} = \frac{1 - 0}{4} = 0,25 \text{ m/s}^2$</p> <p><i>4) Vēlējot datu likuma un datus vēlā. 1) - 0,25 m $\Rightarrow v_1 = 0,25 \text{ m/s}$ 2) - 1 m $\Rightarrow v_2 = 0,5 \text{ m/s}$ 3) - 2,25 m $\Rightarrow v_3 = 0,75 \text{ m/s}$ 4) - 4 m $\Rightarrow v_4 = 1 \text{ m/s}$ No šiem datiem $a = 0,25 \text{ m/s}^2$ $a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t} = \frac{1 - 0}{4} = 0,25$</i></p>	<p>2 punkti.</p> <p>Pirmais skolēns korekti iegūvis paātrinājumu, lietojot tikai otro Ņūtona likumu, bet otrā veidā ir nepilnības. Viņš paātrinājuma formulā ievieto nevis momentānā ātruma vērtību pēc četrām kustības sekundēm, bet vidējā ātruma vērtību, ko atrod, ceļu dalot ar laiku, kurā tas veikts.</p>
<p>2. skolēns</p> <p>1) $F = m \cdot a$ $a = \frac{F}{m} = \frac{1}{2} \text{ m/s}^2$</p> <p>2) $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$</p> <p>$y = \frac{a \cdot t^2}{2}$ $y = 8a$ $a = \frac{1}{2} \text{ m/s}^2$</p>	<p>Savukārt otrs skolēns ļoti veiksmīgi izvēlējies dažādos risinājuma veidus, bet paātrinājumam norādīta ātruma mērvienība ir m/s.</p>
<p>1. skolēns</p> <p>$a = \frac{F}{m}$</p> <p>$a = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ m/s}^2$</p>	<p>1 punkts.</p> <p>Pirmais skolēns korekti rezultātu iegūst tikai vienā veidā, bet otrais skolēns, piedāvājot citu veidu risinājumā momentānā ātruma vietā, izvēlas ievietot formulā pārvietojuma (veiktā ceļa) vērtību, lai gan redzams, ka nosvītrots ir vidējā ātruma aprēķins starprezultātam, kā arī koordinātas maiņas vienādojums, kas aizvestu līdz patiesai paātrinājuma vērtībai.</p>
<p>2. skolēns</p> <p>1. $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ m/s}^2$ $\frac{v - v_0}{t} = \frac{1 - 0}{4} = 0,25$</p> <p>2. $v = v_0 + a \cdot t$ $V_0 + a = \frac{v}{t}$ $a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{1 - 0}{4} = \frac{1}{4} = 0,25$</p> <p>$a = \frac{F}{m} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ m/s}^2$</p>	
<p>1. skolēns</p> <p>$a = \frac{F}{m}$</p> <p>$a = \frac{1}{2}$</p> <p>$a = 0,5 \text{ (m/s)}$</p>	<p>0 punktu.</p> <p>Abiem skolēniem formulu atrašana nepalīdz iegūt punktu, jo pirmais neuzraksta pareizu mērvienību rezultātā, bet otrs skolēns nemāk nolasīt pareizi nepieciešamo skaitlisko informāciju, kaut arī zina paātrinājuma mērvienību.</p>
<p>2. skolēns</p> <p>1) $a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t} = \frac{6 - 0}{4} = \frac{4 - 0}{4} = 1 \text{ m/s}^2$</p> <p>2) $a = \frac{F}{m} = \frac{1}{6} = 0,17 \text{ m/s}^2$</p>	

3.2.7. Sasniedzamo rezultātu grupa: PLĀNO PĒTĪJUMU

Šo prasmi vērtē atbilstoši MD programmas pielikumā iekļautajam vispārīgajam snieguma līmeņu aprakstam, aplūkojot plašu aspektu klāstu: pētāmā problēma, hipotēze, piederumi un ierīces, darba gaita, eksperimentālā darbība un datu reģistrēšana, datu apstrāde, datu analīze, pētījuma vērtējums un uzlabojumi, secinājumi. Jāteic, ka MD nav paredzēts veikt laboratorijas darbu/pētījumu uz vietas, tad izpaliek eksperimentālā darbība un datu reģistrēšana. Uzsvars tiek likts uz eksperimenta plānošanas aspektiem – pētāmās problēmas un/vai hipotēzes uzrakstīšanu, lielumu sagrupēšanu (neatkarīgie, atkarīgie un fiksētie), darba piederumu un atbilstošu ierīču izvēli, darba gaitas saplānošanu un mērījumu rezultātu tabulas sagatavošanu.

Par pilnīgu uzskatāma atbilde, kurā skolēns

- ✓ formulē pētāmo problēmu par kvantitatīvu sakarību starp neatkarīgo mainīgo lielumu un atkarīgo mainīgo lielumu, izmantojot informācijas avotus, dabaszinātniskus modeļus vai zinātniskus skaidrojumus;
- ✓ atbilstoši pētāmajai problēmai formulē hipotēzi par kvantitatīvu sakarību starp lielumiem ar pamatojumu;
- ✓ izvēlas eksperimentam nepieciešamo (vielas, izpētes objektus, laboratorijas traukus un piederumus, ierīces), pamato savu izvēli ar mērtrauku un mērierīču precizitāti;
- ✓ plāno loģisku, atkārtojamu pētījuma darba gaitu pa soļiem, paredzot drošu darba metožu izmantošanu, iekļaujot izvēlētos laboratorijas traukus, piederumus un ierīces, metodes aprakstu un nepieciešamo mērījumu/paraugu skaitu, lai iegūtu drošus un ticamus datus, lieto zinātnisku valodu.

Eksperimenta plānošanas prasme tiek vērtēta Fizikas CE AL 3. daļas 1. uzdevumā, bet 2. uzdevumā – datu apstrāde, secinājumi un eksperimenta izvērtēšana. Tāpēc ir būtiski aplūkot skolēnu uzkrāto prasmī pētījuma plānošanā, pabeidzot arī Fizika I kursu.

Pētnieciskās darbības plānošanas prasmī skolēniem ir iespēja demonstrēt 2. daļas strukturētajā 9. uzdevumā, kas ir problēmu risināšanas (pētniecības) uzdevums. Tajā darba gaitas uzrakstīšanu vērtē skolēnu prasmju apguves dziļuma līmeņos, bet metodes aprakstu, pētāmo problēmu izvirzīšanu, lielumu sagrupēšanu un mērījuma tabulas sastādīšanu vērtē pa soļiem.

9. uzdevums (10 punkti)

Veidojot termosu, skolēni nolēma izpētīt faktorus, kuri ietekmē siltumizolācijas spēju saglabāt siltumu traukā. Skolēniem ir pieejami šādi piederumi: termometrs, hronometrs vai pulkstenis, trauki, kuros var liet ūdeni vārīšanās temperatūrā, un dažādi siltumizolatoru materiāli: putu polistirola loksnes, dūnas, vate, plīša audums.

9.1. (1 punkts) Kā skolēni var novērtēt siltumizolācijas spēju saglabāt siltumu traukā?

Sasniedzamais rezultāts: skaidro, kā noteikt netieši mērāmu lielumu – spēju saglabāt siltumu.

Plāno pētījumu. Indikators: 8.4.	Iegūti punkti (%)		Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	0 punktu	1 punkts		
	30	70	0,70	0,43

Skolēna sagaidāmajā atbildē jānorāda konkrētas darbības un lielumi (tā ir metode), nevis jānosauc atdzišana kā process. Piemēram, ieliet vārošu ūdeni ar siltumizolatoru aptītā traukā un pēc noteikta laika izmērīt ūdens temperatūru – jo mazāka temperatūras izmaiņa (jo augstāka temperatūra), jo labāk siltumizolators saglabā siltumu. Salīdzina ar temperatūras izmaiņu tādā pašā traukā bez izolācijas (nav obligāti jābūt).

Grūtības pakāpe 0,70 un pietiekami augstā izšķirtspēja liecina, ka aprakstīt vārdos metodi skolēniem ir vieglāk, nekā analītiski noteikt un paredzēt likumsakarību starp fizikālajiem lielumiem. Viņi kaut ko līdzīgu varēja būt veikuši jau pamatskolas kursa ietvaros vai ar šādu situāciju var būt pazīstami arī ikdienas dzīvē.

Turpinājumā daži skolēnu darba piemēri.

Skolēnu atbildes piemērs	Komentārs
<p>1. skolēns</p> <p><i>Mērot ūdens temperatūru traukā, un pēc tam ieliet tajā ūdeni no siltumizolatoru materiāla un pēc tam mērīt, jo ar laiku ūdens, vai ūdens temp. samazinās vai paliņā līdz patī.</i></p>	<p>1 punkts.</p> <p>Abiem skolēniem norādīts, ka siltumizolatora maiņas dēļ ūdens beigu temperatūras atšķirsies pēc noteikta laika.</p>

2. skolēns aptināt katru trauku citā siltumizolēta matceālā. Īstēt tajos karstu ūdeni un atstāt uz noteiktu laiku un pēc tam ar termometru noteikt kurš trauks patvēra vairāk siltumu.	Otrajam skolēnam gan būtu jāizrāda, lai temperatūras (lielums, kas nosaka sasiluma pakāpi) jēdzienu neaizstāj ar siltumu (siltums ir vielas daļiņu haotiskās kustības rezultāts).
1. skolēns Traukus piepildīt ar vienādi karstu H ₂ O, traukus rūpīgi aprādāt apkrīti atbilstīgie siltum izolatori. & Kvalitatīvi novērtēt laika notikšanos Var mēģināt noteikt aptuveni kurš siltum izolators ir at labāk.	0 punkti. Pirmais skolēns tā arī neatklāj siltumspējas būtību, bet otrs nevis apraksta metodi, bet cenšas meklēt cēloņus, kas nosaka materiāla labāku siltumspēju.
2. skolēns Jo vairāk gaisa ir siltum izolatora materiāls, jo labāk tas saglab siltumu	

9.2. (2 punkti) Kādas divas pētāmās problēmas (kādas pētījuma jautājumus) par faktoriem, kuri ietekmē siltumizolācijas spēju saglabāt siltumu traukā, skolēni varētu pētīt?

- 1.
- 2.

Sasniedzamais rezultāts: formulē pētāmo problēmu atbilstoši situācijas aprakstam.

Plāno pētījumu. Indikators: 8.1.	Iegūti punkti (%)			Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja	Izpilde (%)
	0 punktu	1 punkts	2 punkti			
	21	63	16	0,47	0,28	47,15

9.2. uzdevuma vērtēšanas shēma		
Punkti	Kritērijs	Pareizas atbildes piemērs
0	Atbildes nav, vai nav uzrakstītas pētāmās problēmas atbilstoši kontekstam.	Kā siltumizolatoru spēju saglabāt siltumu traukā ietekmē siltumizolatora materiāls?
1	Uzraksta vienu pētāmo problēmu saistībā ar siltumizolatora materiālu.	Kā siltumizolatoru spēju saglabāt siltumu traukā ietekmē siltumizolatora slāņa biezums (siltumizolatora kārtu skaits)?
1	Uzraksta otru pētāmo problēmu saistībā ar siltumizolatora materiālu.	
Kopā: 2	Uzrakstītas (risinājumā ieraugāmas) abas sakarības, no kurām izteikts paātrinājums, parādīts aprēķins, rezultāts uzrakstīts ar pareizu mērvienību.	

Skolēna sagaidāmajā atbildē ir divu pētījumu jautājumi: “kā siltumizolatoru spēju saglabāt siltumu traukā ietekmē siltumizolatora materiāls?” un “kā siltumizolatoru spēju saglabāt siltumu traukā ietekmē siltumizolatora slāņa biezums (siltumizolatora kārtu skaits)?”.

Uzdevums izrādījies vidēji grūts, un tā izšķirtspēja pietiekama. Grūtības skolēniem lielā mērā bija izveidot otru pētījuma jautājumu, iesaistot siltumizolatora slāņa biezumu, jo starp piederumiem netika nosaukta mērlente. Skolēni nav bieži saskārušies laboratorijas darbos ar bezdimensionālu neatkarīgo lielumu, tāpēc tikai retais, plānojot otru eksperimentu, iedomājās par viena un tā paša siltumizolatora materiāla kārtu (slāņu) mainīšanu.

Turpinājumā aplūkoti daži skolēnu darba piemēri.

Skolēnu atbildes piemērs	Komentārs
<p>1. Divi siltumizolācijas materiāli spēj ^{vislabāk} saglabāt siltumu, ^{vislabāk} vislabāk aizsargājot to? /vislabāk</p> <p>2. Kā izmantotā siltumizolācijas materiāla daudzums ietekmē spēju siltumam saglabāties?</p>	<p>2 punkti.</p> <p>Divi atšķirīgi faktori ir nosaukti, pēc kuriem varēs plānot pētījumu darba gaitu.</p> <p>Skolēns, uzdodot pirmā pētījuma jautājumu, turpina atkārtot metodes būtību, lai gan tā jau ir aprakstīta 9.1. testelementā. Tā tiek lieki patērēts laiks, kurš nozīmīgāks citā testelementā.</p>
<p>1. Kā mainās termosa spēja saglabāt siltumu atkarībā no izmantotā siltumizolatora?</p> <p>2. Cik svarīgi ūdens vārdiņā temperatūra daudzumu temperatūrai?</p>	<p>1 punkts.</p> <p>Derīga tikai pirmā pētāmā problēma, bet otrajā nosaukta daļa no metodes būtības.</p>
<p>1. skolēns</p> <p>1. Vai samazināt temperatūras traucēšanu, to ūdens temperatūra paliek vienāda? samazināties?</p> <p>2. Vai palielināt ūdens temperatūru, ko varētu traucēt, lai tas nepasliktos, lai siltumizolācijas spēja?</p>	<p>0 punkti</p> <p>1. skolēns vispār neparedz izmantot dažādus siltumizolācijas materiālus, bet otrs skolēns nosauc tikai faktorus, neizveidojot pētījuma jautājumu.</p>
<p>2. skolēns</p> <p>1. Ūdens temperatūra</p> <p>2. Materiāla siltumizolācijas spējas.</p>	<p>Jāatceras, ka pētāmā problēma ir jautājums, tāpēc teikuma beigās liekama jautājuma zīme.</p>

9.3. (3 punkti) Uzraksti vienai izvēlētajai problēmai atbilstošo neatkarīgo, atkarīgo lielumu un divus fiksētos lielumus pētījumā!

Sasniedzamais rezultāts: nosaka atkarīgo, neatkarīgo lielumu un fiksētos lielumus atbilstoši pētāmajai problēmai.

Plāno pētījumu. Indikators: 8.1.	Iegūti punkti (%)				Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja	Izpilde (%)
	0 punktu	1 punkts	2 punkti	3 punkti			
	32	27	23	18	0,42	0,29	42,55

9.3. uzdevuma vērtēšanas shēma		
Punkti	Kritērijs	Pareizas atbildes piemērs
0	Pētījuma lielumi nav nosaukti, vai tie nosaukti nepareizi, nekorekti.	Neatkarīgais lielums 1. problēmai: siltumizolatora materiāls; Neatkarīgais lielums 2. problēmai: siltumizolatora slāņa biezums.
1	Nosauc neatkarīgo lielumu.	Atkarīgais lielums abām problēmām: ūdens temperatūra traukā pēc noteikta laika (vai temperatūras izmaiņa salīdzinājumā ar kontroles mērījumu, vai siltumizolatora spēja saglabāt siltumu, ja 9.1. jautājumā tā saistīta ar temperatūru).
1	Nosauc atkarīgo lielumu.	Fiksētie lielumi 1. problēmai: trauka masa, tilpums, trauka sākuma temperatūra, ūdens sākuma temperatūra, ūdens daudzums (masa vai tilpums) traukā, siltumizolatora slāņa biezums;
1	Nosauc vismaz divus fiksētos lielumus	Fiksētie lielumi 2. problēmai: trauka masa, tilpums, trauka sākuma temperatūra, ūdens sākuma temperatūra, ūdens daudzums traukā, siltumizolatora materiāls.
Kopā: 3	Punktus ieskaita arī tad, ja pati problēma neatbilst uzdevuma 9.2. nosacījumiem.	

Skolēna sagaidāmajā atbildē jābūt neatkarīgajam (ko mainām?), atkarīgajam (kas mainās?) un diviem fiksētiem (kas nemainās?) lielumiem, piemēram, tipiskākajai problēmai neatkarīgais lielums ir siltumizolatora materiāls, atkarīgais – ūdens temperatūra traukā pēc noteikta laika, fiksētie – trauka masa, trauka sākuma temperatūra, ūdens sākuma temperatūra, ūdens daudzums (masa vai tilpums) traukā, siltumizolatora slāņa biezums.

Redzams, ka pilnīgu atbildi snieguši tikai 18 % skolēnu, bet izšķirtspēja ir pietiekami laba. Uzdevuma izpilde ir 42,55 %. Jāteic, ka “nosaukt un sagrupēt lielumus” nācās arī agrāk fizikas CE 3. daļas 1. (eksperimenta plānošana) uzdevumā [9]. Piemēram, 2023. gada Fizikas CE AL šāda testelementa izpilde bija 62,55 %, kas pierāda, cik nozīmīgs ir Fizika II kursā liktais akcents skolēnu pētnieciskajai un eksperimentālajai darbībai. Monitoringa darbā gandrīz trešā daļa skolēnu ieguvuši 0 punktu, visbiežāk tāpēc, ka sajaukuši vietām neatkarīgo lielumu ar atkarīgo vai ar fiksēto, kā arī nespējuši uzskaitīt vairākus fiksētos lielumus.

Turpinājumā daži skolēnu darba piemēri.

Skolēnu atbildes piemērs	Komentārs
<p>Pētāmās problēmas nr.: <u>1</u></p> <p>Neatkarīgais lielums: <u>dažādi siltumizolatoru materiāli: puti, polistirola loksnes, kama, vate, stikla</u></p> <p>Atkarīgais lielums: <u>ūdens beigu temperatūra</u></p> <p>Fiksētie lielumi: <u>laiks, ūdens ^{sākuma} temperatūra, ūdens ietilpums</u></p>	<p>3 punkti.</p> <p>Visi fizikālie lielumi korekti nosaukti atbilstoši pētāmajai problēmai.</p>
<p>Pētāmās problēmas nr.: <u>1</u></p> <p>Neatkarīgais lielums: <u>siltumizolators</u></p> <p>Atkarīgais lielums: <u>ūdens temperatūra un laiks</u></p> <p>Fiksētie lielumi: <u>ūdens temperatūra un siltumizolatora materiāli</u></p>	<p>2 punkti.</p> <p>Skolēns nekonkrētizē pilnu eksperimenta redzējumu: par neatkarīgo lielumu izvēloties siltumizolatoru, arī jādomā par piedāvātajiem materiāliem, bet, ja atkarīgajā lielumā nosaukts laiks, tas uzliek par pienākumu fiksētajos lielumos nosaukt ūdens beigu temperatūru un kādu otru nemainīgu lielumu.</p>
<p>Pētāmās problēmas nr.: <u>1</u></p> <p>Neatkarīgais lielums: <u>laiks ūdens beigu temperatūra.</u></p> <p>Atkarīgais lielums: <u>Siltuma daudzums</u></p> <p>Fiksētie lielumi: <u>ūdens daudzums, ūdens sākuma temperatūra</u></p>	<p>1 punkts.</p> <p>Redzams, ka pētījuma atkarīgo lielumu skolēns nosaucis kā neatkarīgo. Pie atkarīgā lieluma skolēns arī nokļūdās, saistot siltuma daudzumu ar materiāla siltumspēju. Vienīgi fiksētie lielumi nosaukti korekti.</p>
<p>Pētāmās problēmas nr.: <u>1</u></p> <p>Neatkarīgais lielums: <u>ūdens tilpums, trauka</u></p> <p>Atkarīgais lielums: <u>izolācijas materiāls, laiks, kas aiziet, kamēr ūdens atdziest?</u></p> <p>Fiksētie lielumi: <u>laiks, kurā ūdens atdziest līdz istabas temperatūrai</u></p>	<p>0 punktu.</p>

9.4. (3 punkti) Saplāno izvēlētajai pētāmajai problēmai atbilstošo eksperimenta darba gaitu!

Sasniedzamais rezultāts: plāno eksperimenta gaitu, apzinoties un ievērojot drošības noteikumus.

Plāno pētījumu. Indikators: 8.5.	Iegūti punkti (%)				Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja	Izpilde (%)
	0 punktu	1 punkts	2 punkti	3 punkti			
	38	40	19	3	0,48	0,27	48,40

9.4. uzdevuma snieguma līmeņu apraksts

Punkti	Snieguma apraksts	Piemērs
0	Neuzraksta darba gaitu, vai uzraksta nepilnīgu darba gaitu, kurai sekojot nevar iegūt mērījumu rezultātus secinājumu iegūšanai.	1. problēma. Ievēro drošības noteikumus darbam ar karstiem ķermeņiem.
1	Uzraksta nepilnīgu darba gaitu, kuru realizējot var iegūt vienu korektu mērījuma rezultātu.	1. Ielej traukā 100 mL ūdens, izmēra tā temperatūru (vai ielej 100 mL ūdens vārīšanās temperatūrā). 2. Aptin trauku ar pirmo siltumizolatora materiālu, ieslēdz hronometru.
2	Uzraksta nepilnīgu darba gaitu, kuru realizējot var iegūt mērījuma rezultātus secinājuma iegūšanai, pieļauj vienu būtisku nepilnību: neatkarīgajam lielumam tikai divas vērtības, trūkst vairāku fiksēto lielumu, kuri nav pieminēti arī 9.3. uzdevumā.	3. Pēc 10 minūtēm izmēra ūdens temperatūru traukā. 4. Ūdeni izlej, ļauj traukam atdzist līdz istabas temperatūrai (vai paņem citu tādu pašu trauku). 5. Ielej traukā 100 mL ūdens, izmēra tā temperatūru (vai ielej 100 mL ūdens vārīšanās temperatūrā).
3	Uzraksta darba gaitu, kuru realizējot var iegūt pilnīgus un korektus mērījumu rezultātus secinājuma formulēšanai. Ja darba gaitā iekļauti kontroles mērījumi, pieļaujama viena nepilnība.	6. Aptin trauku ar tāda paša biežuma otro siltumizolatora materiālu, vienlaikus ieslēdzot hronometru. 7. Pēc 10 minūtēm izmēra ūdens temperatūru traukā. 8. Atkārti 1.–7. soli ar citiem siltumizolatoru materiāliem.

Lai sagaidāmā atbilde no skolēna būtu pilnīga, tajā jāapraksta apstākļi, kādi ir, uzsākot eksperimentu, jāatklāj, kā nodrošinās fiksēto lielumu nemainīgumu, kā un ar ko izmērīs neatkarīgo un atkarīgo lielumu, kā un kādā secībā izmainīs neatkarīgo lielumu, lai eksperimentālos datus iegūtu plašākā diapazonā, apzinoties un ievērojot drošības noteikumus.

Šis testelements izrādījies vidēji grūts, tā izpilde ir 48,4 %, taču tikai 3 % skolēnu iegūst maksimālos trīs punktus – tie, kuriem izdodas uzrakstīt pilnīgu eksperimenta darba gaitu. Liela daļa skolēnu visbiežāk neparedz mērīšanu plašā neatkarīgā lieluma maiņas diapazonā, neuzsver, kā nodrošinās darbā fiksētā lieluma nemainīgumu, nenosauc mērierīces, ar kurām izmēra neatkarīgo un atkarīgo lielumu.

Turpinājumā daži skolēnu darba piemēri.

Skolēnu atbildes piemērs	Komentārs
<p>1. Sagatavotos 4 traukus katam aptil ar savu izolējošo materiālu</p> <p>2. Katrā traukā ielej vienādu daudzumu ar ūdeni, kuri ir vārīšanās temperatūrā.</p> <p>3. Nomēra sākotnējo temperatūru katrā traukā, iegūtos datus pieraksta tabulā.</p> <p>4. Pēc 10 minūtēm izmēra ūdens temperatūru traukā.</p> <p>5. Ūdeni izlej, ļauj traukam atdzist līdz istabas temperatūrai (vai paņem citu tādu pašu trauku).</p> <p>6. Ielej traukā 100 mL ūdens, izmēra tā temperatūru (vai ielej 100 mL ūdens vārīšanās temperatūrā).</p> <p>7. Pēc 10 minūtēm izmēra ūdens temperatūru traukā.</p> <p>8. Atkārti 1.–7. soli ar citiem siltumizolatoru materiāliem.</p>	<p>3 punkti.</p> <p>Aprakstītā gaita ir korekti uzrakstīta, jo pēc tās var atkārtot pētījumu no jauna, lai iegūtu informāciju par materiālu siltumvadītspēju.</p>

<ol style="list-style-type: none"> 1. izvērtēt noteikta daudzuma ūdeni, lai būtu 100°C; 2. ieliet to ūdeni 1l traukā; 3. aptaist to ar putu polistirola loksnēm un ierīcēt laiku ar termometru; 4. Gaidīt kamēr ūdens atdzišies un pārbaudīt laiku; 5. Visu to pašu izdarīt, bet tikai mainot materiālus – stūnas, vate, plēve audums; 6. Pārbaudīt visus datus, aprēķināt tos tabulā; 7. Izdarīt secinājumus par materiālu siltuma saglabāšanu un novērtēt savu darbu; 8. Neaizmirst par drošību, jo ūdens ir ļoti karsts! 	<p>2 punkti.</p> <p>Skolēna atbildē parādās divi būtiski trūkumi. Nav saprotams, līdz kādai temperatūrai ūdenim jāļauj atdzist, ja laiks ir atkarīgais lielums, kā arī, mainot siltumizolācijas materiālu, nav ievērots, ka pārklājuma slāņa biezumam jābūt nemainīgam.</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Sīkāk sagatavo visu nepieciešamo materiālu 2. Izvērtējot traukā ieliet 200 ml ūdens 3. Ūdens ūdeni 4. Trauku ieliet ar vati 5. ar termometru uzņem laiku 6. Izdara tieši to pašu ar citu trauku un izolācijas materiālu 7. vēlāk salīdzina abu veikto mērījumu siltumietilpību. 	<p>1 punkts.</p> <p>Skolēna atbildē ļoti daudz nekonkrētību, kā rezultātā pētījums pēc tādas gaitas var arī neizdoties.</p> <p>Var tikai nojaust, ka skolēns, sagatavojot traukus, tos izvēlas vienādus. Nav atzīmēts, ka izolācijas materiālu slāņi sagatavoti ar vienādu biezumu. Nav arī saprotams, cik ilgs laiks jāuzņem, un vai jāizmēra ielietā ūdens beigu temperatūra.</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Sagādāt vajadzīgos priekšmetus eksperimenta veikšanai. 2. Uzvērt ūdeni. 3. Ieliet ūdeni dažādās pudelēs ar dažādām siltumizolatoru materiāliem. 4. Novērot, kā mainās temperatūra. 5. Pārbaudīt novērojumus. 6. Izveidot secinājumus pēc aprēķinātajiem datiem. 	<p>0 punktu.</p> <p>Skolēns uzraksta tikai mehāniskas novērojamas darbības, neparedzot neko mērīt.</p>

9.5. (1 punkts) Izveido mērījumu rezultātu tabulu!

Sasniedzamais rezultāts: izvēlas atbilstošu datu reģistrācijas veidu.

Plāno pētījumu. Indikators: 8.4.	Iegūti punkti (%)		Grūtības pakāpe	Izšķirtspēja
	0 punktu	1 punkts		
	56	44	0,44	0,51

Sagaidāmajā skolēna atbildē jāredz tabula ar fizikālajiem lielumiem un tiem eksperimentā atbilstošām mērvienībām. Fiksētie lielumi nav obligāti jānorāda mērījumu rezultātu tabulā.

Šis testelements skolēniem nelikās grūts un ir ar labu izšķirtspēju. Tas tikai pierāda, ka iepriekšējā solī uzrakstītā darba gaita, kaut arī ar vienu vai vairākām nepilnībām, ļāva veiksmīgi sagatavot mērīšanas rezultātu tabulu. Tie skolēni, kuri saņēmuši 0 punktus, visticamāk, nav paspējuši šo testelementu izpildīt, vai arī nav norādījuši mērvienības fizikālajiem lielumiem.

Turpinājumā daži skolēnu darba piemēri.

Skolēnu atbildes piemērs	Komentārs																																		
<p>1. skolēns</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Materiāls</th> <th style="width: 25%;">Sākotnējā $t, ^\circ\text{C}$</th> <th style="width: 25%;">Laiks s, s</th> <th style="width: 25%;">Pabeigta $t, ^\circ\text{C}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Materiāls	Sākotnējā $t, ^\circ\text{C}$	Laiks s, s	Pabeigta $t, ^\circ\text{C}$					<p>1 punkts. Abi skolēni korekti sagatavojuši tabulu mērīšanas rezultātu fiksēšanai.</p>																										
Materiāls	Sākotnējā $t, ^\circ\text{C}$	Laiks s, s	Pabeigta $t, ^\circ\text{C}$																																
<p>2. skolēns</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"> </th> <th colspan="4">Laiks, t</th> <th rowspan="2">temperatūra, $^\circ\text{C}$</th> </tr> <tr> <th>5min</th> <th>10min</th> <th>15min</th> <th>20min ...</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>putu polistirola loksne</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>dūnas</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>vate</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>plāša audums</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		Laiks, t				temperatūra, $^\circ\text{C}$	5min	10min	15min	20min ...	putu polistirola loksne						dūnas						vate						plāša audums						
		Laiks, t					temperatūra, $^\circ\text{C}$																												
	5min	10min	15min	20min ...																															
putu polistirola loksne																																			
dūnas																																			
vate																																			
plāša audums																																			
<p>3. skolēns</p>	<p>0 punkti. 3. skolēns neatšķir, ko nozīmē izveidot datu tabulu un uzzīmēt grafiku starp atkarīgo un neatkarīgo lielumu. Jāuzsver, ka grafiku(-us) zīmē, veicot datu apstrādi, lai formulētu secinājumus par divu lielumu savstarpējo atkarību.</p>																																		
<p>4. skolēns</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>opt.</th> <th>X</th> <th>t, s</th> <th>X₀</th> <th>X_n</th> <th>t, s</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	opt.	X	t, s	X ₀	X _n	t, s	1																		<p>4. skolēns gan zīmē tabulu, vienīgi nav saprotams, kas tiks reģistrēts 1, 2., 4. un 5. kolonnās. Ja izvēlas patvaļīgu fizikālā lieluma apzīmējumu, tad tas ir jāpaskaidro, kā arī obligāti jānorāda tā mērvienība.</p>										
opt.	X	t, s	X ₀	X _n	t, s																														
1																																			

4. Ieteikumi skolēniem un skolotājiem – kopsavilkums

Noslēgumā – ieteikumu kopsavilkums par to, ko nepieciešams pilnveidot un kāda iespējama rīcība to varētu sekmēt.

Lielai daļai skolēnu nepieciešams pilnveidot fizikas valodu. Ar to jāsaprot korekts terminu – it īpaši definīciju un likumu – lietojums latviešu valodā, korekts simbolu valodas lietojums likumsakarībās.

Sekmīgs risinājums ir sarunāšanās fizikas stundās par attiecīgo tēmu, uzdevumu vai problēmjautājumu. Tad skolotājs var uzreiz izskaust nepilnības vai aplamības, izkliegt maldīgos priekšstatus. Skolēni, piemēram, blakussēdētāji, var arī cits citam norādīt un labot kļūdas izteikumos vai pierakstā. Fizika I kursā apgūstamie pamatjēdzieni, fizikas likumi un fizikālie procesi apkopoti Pielikumā.

Fizikas valodas pilnveidošanai noderīgs rīks varētu būt arī [Datu buklets \[3\]](#). Datu bukletā fizikas formulas ir sadalītas ne tikai pa satura moduļiem (“Mehānika”, “Siltumfizika”, “Elektromagnētisms”, “Optika”, “Modernā fizika”), bet arī pa līmeņiem: optimālais līmenis (Fizika I) un padziļinātais līmenis (Fizika II). Apzīmējumu saraksts formulu lapā arī ir strukturēts piecos satura moduļos, tajos norādot gan fizikālā lieluma apzīmējumu, gan nosaukumu, gan mērvienību. Datu bukletā iekļautas arī dažas matemātikas formulas, kuras var noderēt, risinot fizikas eksāmena uzdevumus: sakarības taisnleņķa trijstūrī, trigonometriskās pamatsakarības, vektoru saskaitīšana u. c. Šis izziņas avots mācību procesā jāizmanto regulāri, tas palīdzēs ātrāk orientēties tur esošajā informācijā un ietaupīt laiku MD vai CE veikšanas laikā.

Jācenšas

- veidot ieradumu lietot datu bukletā formulās iekļautos fizikālo lielumu apzīmējumus, to mērvienības;
- uzdoto “tulkot” no latviešu valodas simbolu valodā, piemēram, fiksējot uzdevumu nosacījumus;
- mācību procesā veidot terminu vārdnīcu un savu formulu lapu.

Lai pilnvērtīgi risinātu uzdevumus un iegūtu secinājumus, jāpilnveido arī matemātikas valoda – korekts simbolu valodas lietojums likumsakarībās un grafikos. Jāveido ieradums

- prognozēt fizikālo procesu raksturojošo mainīgo lielumu savstarpējo atkarību jebkurā formulā no datu bukleta: palielinās/samazinās par..., palielinās/samazinās ... reizes, ir tieši proporcionāls, ir apgriezti proporcionāls;
- nostiprināt prasmi atpazīt matemātiskas darbības tekstā, piemēram, “par cik lielāks” – atņemšana, “izmaiņa” – atņemšana, “cik reižu A lielāks nekā B” vai “attiecība A/B” – dalīšana;
- veidot izpratni par kopīgo un atšķirīgo dažādiem fizikas likumsakarību matemātiskajiem modeļiem, piemēram, vispasaules gravitācijas likums, Kulona likums, apgaismojuma likums – lieluma maiņa $\sim 1/R^2$ nav nejauša;
- lietot matemātisku izteiksmju pārveidojumus fizikālo lielumu izteikšanai no formulām;
- grafikā dotu informāciju pārveidot matemātiskās izteiksmēs vai sākt ar pretējo – matemātiskās izteiksmes pārveidot grafikos, pievērst uzmanību lielumiem, kas doti uz grafika asīm;
- prasmīgi veikt aprēķinus, atceroties, ka fizikālo lielumu skaitliskās vērtības formulās vēlams izteikt *SI* vienībās – tad arī iegūtā rezultāta mērvienība būs *SI* vienība;
- aprēķina rezultātā iegūtā fizikālā lieluma vērtībai klāt norādīt arī mērvienību, citādi rezultāts nav patiess, ja vien konkrētais fizikālais lielums nav bezdimensionāls.

Mācību procesā vairāk jāpievēršas izpratnes veidošanai, veidojot mācību procesu tā, lai tas prasītu iedziļināšanos fizikas likumsakarībās, nevis tikai attīstītu atsevišķas konkrētas prasmes. Tam var izmantot materiālu [“Mācīšanās lietpratībai” \[15\]](#).

Virknei skolēnu pietrūkst zināšanu un izpratnes par skaidrojuma vai pamatojuma struktūru. Skaidrojums ietver apgalvojumu (atbildi uz jautājumu) + atbildes pamatojumu + pierādījumus. Apgalvojumu ar pierādījumiem saista pamatojums. Turklāt skolēniem jāpilnveido prasme skaidrojumā izmantot fizikas likumus un modeļus:

- mācību procesā pārlicināties, ka formulu lietojums nav “mehānisks”, bet ir izprasta to jēga, uztverot sakarības kā matemātiskus modeļus;
- analizēt vielas uzbūves “gatavos” modeļus, piemēram, ideālas gāzes modelis, vielas modelis atbilstoši molekulāri kinētiskās teorijas pamatpieņēmumiem;
- analizējot konkrētās situācijas (arī risinot uzdevumus), pievērst uzmanību tam, kādu modeli lieto, piemēram, masas punkta modeli, ja aplūko kinemātikas uzdevumus, bet vielas uzbūves modeli, aplūkojot siltuma pārnēsi;
- izvērtēt konkrētas situācijas vai objekta visas būtiskākās īpašības, raksturlielumus un/vai sakarības, ko iekļauj un ko neiekļauj situācijas aprakstā (nereti – berzes vai pretestības spēkus uzdevumos par kustību gravitācijas laukā), arī gadījumos, ja šķiet pašsaprotami, ka kaut ko vērā neņem.

Caurviju prasmes, kā zināms, netiek vērtētas ne fizikas monitoringa darbā, ne CE, bet tās ir klātesošas gan izziņas, gan refleksijas procesā.

Liela nozīme tam, vai skolēns vispār saprot, kas tieši jautāts uzdevumā, ir tekstpratībai. Jāizveido ieradums lasīt uzdevumu vairākkārt, pārlicinoties, ka tas ir saprasts, t. i., zināms, kuram fizikas satura modulim atbilst jēdzieni, termini, likumsakarības. Labs treniņš šīs prasmes attīstīšanai ir dabaszinātnisku tekstu kopsavilkumu veidošana.

Caurviju prasme – kritiskā domāšana un problēmrisināšana – atspoguļojas tajā, kā skolēns savu viedokli (apgalvojumu) pamato ar uzticamiem faktiem, pierādījumus skaidri formulē, atklājot to saturu, daudzumu, ticamību, iegūstot likumsakarības starp dažādiem fizikāliem lielumiem.

Ieteikums tieši skolotājiem: milzu nozīme ieradumu veidošanā ir formatīviem un summatīviem pārbaudes darbiem, kuriem vienmēr ir skolotāja izveidoti vērtēšanas kritēriji. Šie vērtēšanas kritēriji stingri jāievēro, neraugoties uz to, ka bieži gribas ielikt kādu puspunktu tikai par to, ka kāda “puslīdz derīga” doma ir izteikta. Nedrīkst ignorēt nekorektus tekstus, pat ja skolotājs ir sapratis, ko skolēns gribējis pateikt. Tā skolēns iemācās lasīt uzdevuma prasības, iedziļināties un sniegt precīzāku atbildi.

Secinājumi

Monitoringa darbā atbilstoši vispārējās izglītības standartam un optimālā līmeņa fizikas kursa programmai aptverts praktiski viss Fizika I saturs. MD programma un indikatori būtiski atšķiras no CE programmas un indikatoriem – MD uzsvars likts uz nozīmīgākajām pamatzināšanām un prasmēm.

Centralizētā vērtēšana pēc kopējas standartizācijas ļāvusi pieturēties pie vienotiem kritērijiem un līdz ar to redzēt situāciju kopumā un katru skolēnu daudz objektīvāk. Līdz šim šāda objektīva mērījuma par optimālā līmeņa fizikas kursu nav bijis.

Datu analīze rāda, ka darbs skolēniem bijis vidēji grūts. Labāki rezultāti skolēniem bija uzdevumos ar zemu izziņas darbības līmeni (MD 1. daļa un 2. daļas 1. uzdevums, kas mēra zināšanas un izpratni).

Spēja demonstrēt prasmes augstākajā izziņas līmenī piemīt mazākajai daļai skolēnu, kuri spēj iegūt maksimālos punktus nestrukturētajos uzdevumos.

Monitoringa darbs, tāpat kā CE, parāda būtiskas zināšanu un prasmju atšķirības tālmācības vidusskolās un valsts ģimnāzijās.

Monitoringa darba rezultāti un skolēnu darbi labi parāda, kuriem satura moduļiem Fizika I kursa apguvē jāpievērš vairāk uzmanības: siltumfizika un optika. Moderno fiziku, kuras izpilde arī nav augsta, skolēni, iespējams, nepagūst aplūkot.

Vairums skolēnu darbu rakstīja, 11. klasi beidzot, vismaz daļa no šiem skolēniem turpinās apgūt Fizika II kursu. MD rezultātu analīze ļauj konstatēt “šaurās vietas” kā konkrētā klasē, tā arī valstī kopumā. Jāpilnveido prasme skaidrot un pamatot, prasme argumentēt un modelēšanas prasme. Pat ja skolēni neturpina apgūt fiziku augstākajā līmenī, šīs prasmes var attīstīt citos mācību priekšmetos.

Skolēniem jāveido prasme nošķirt fizikālas parādības, procesus no fizikālajiem lielumiem.

Skolēniem jāattīsta tekstpratība un jāveido ieradums lasīt uzdevuma nosacījumus, iedziļināties un sniegt atbilstošu atbildi.

Apgūstot fiziku, jāpilnveido nepieciešamās matemātikas zināšanas un prasmes, kuru trūkums pamanāms daudzu testelementu risinājumos.

Prasme plānot pētījumu monitoringa darbā ir demonstrēta salīdzinoši augstā līmenī. Var konstatēt, ka 2024. gada CE pētījuma plānošanas testelementu izpildes līmenis ir zemāks –, iespējams, apgūstot Fizika II kursu, šai pamatprasmei pievērsts mazāk uzmanības.

Būtiskākais monitoringa darba trūkums ir skolēnu ļoti zemā motivācija darbu veikt. Vērtējot konkrētus darbus, skaidri redzams, ka skolēni nav pielikuši pūles testelementiem, kuri prasa vairāk laika un darba. Tas padara “mērījuma rezultātu” mazāk ticamu. Vienam no dabaszinātņu eksāmeniem – optimālajā līmenī fizikā, ķīmijā vai bioloģijā, vai arī vispārīgajā līmenī dabaszinībās – kļūstot par obligāti kārtojamu, šis trūkums vairs nebūs aktuāls.

Savukārt liels monitoringa darba pluss – skolēniem, kuri pildīja darbu 12. klasē īsi pirms CE, bija iespēja trenēties CE kārtīšanai. CE rezultāti liecina, ka šie skolēni CE nokārtojuši augstā līmenī.

Izmantotie avoti

1. VISC. Monitoringa darbs optimālajā mācību satura apguves līmenī fizikā vidusskolai. <https://www.visc.gov.lv/lv/media/25812/download?attachment>, skatīts: 05.12.2024.
2. Noteikumi par valsts vispārējās vidējās izglītības standartu un vispārējās vidējās izglītības programmu paraugiem. <https://likumi.lv/ta/id/309597-noteikumi-par-valsts-visparejas-videjas-izglitibas-standartu-un-visparejas-videjas-izglitibas-programmu-paraugiem>, skatīts: 05.12.2024.
3. VISC. Monitoringa darbs optimālajā mācību satura apguves līmenī. Centralizētais eksāmens augstākajā mācību satura apguves līmenī. FIZIKA. Datu buklets. https://www.visc.gov.lv/sites/visc/files/media_file/3_pielikums_datu-buklets_fizika_al_ol.pdf, skatīts: 05.12.2024.
4. VISC. FIZIKA. Optimālais mācību satura apguves līmenis. Monitoringa darba programma. https://www.visc.gov.lv/sites/visc/files/media_file/pr_md_fizika_ol_2024_0.pdf, skatīts: 05.12.2024.
5. VISC. FIZIKA. Augstākais mācību satura apguves līmenis. Centralizētā eksāmena programma. https://www.visc.gov.lv/sites/visc/files/media_file/pr_fizika_al_2024.pdf, skatīts: 05.12.2024.
6. Betels Dž. Ievads pārbaudes darbu statistiskā analizē. Palīgs skolotājiem. IZM, ISAP, Rīga: 2003.
7. Discriminative Item Analysis. <https://www.csueastbay.edu/testing/faculty/auto/score-reports/discriminative-analysis.html>, skatīts: 05.12.2024.
8. Measuring Item Reliability Part 1 – Item Discrimination Index. <https://maxinity.co.uk/blog/item-discrimination-index/>, skatīts: 05.12.2024.
9. VISC. 2024. gada centralizētais eksāmens fizikā (augstākais mācību satura apguves līmenis). <https://www.visc.gov.lv/lv/media/25881/download?attachment>, skatīts: 05.12.2024.
10. VISC. 2024. gada fizikas CE testelementu izpilde. https://www.visc.gov.lv/sites/visc/files/media_file/cefizal_6_uzdevumu_izpilde.pdf, skatīts: 05.12.2024.
11. VISC. Atgādne. Zinātniska argumenta veidošana. <https://mape.gov.lv/api/files/CE535195-C1EA-495D-8FD6-0A0844FCF062/download>, skatīts: 05.12.2024.
12. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs. Kā mācīt skaidrošanu un argumentēšanu ģeogrāfijā? – Metodisko ideju laboratorija. <https://www.youtube.com/watch?v=vPzn9g1vByA>, skatīts: 05.12.2024.
13. Gilbert, K. J., Justi, R. Modelling-based Teaching in Science Education. Switzerland: Springer International Publishing, 2016. 264 p. ISBN: 978-3-319-29038-6
14. Autoru kolektīvs. Modelēšana. Diagnosticējošais darbs. Metodiskais līdzeklis. <https://mape.gov.lv/catalog/materials/C7821288-44EC-4657-AE55-F1B27B502B88/view?preview=6496AEA5-617E-4545-ACC5-A2625D6685D0&resource-tab=information>, skatīts: 05.12.2024.
15. Autoru kolektīvs. Mācīšanās lietpratībai, Latvijas Universitāte, 2018. https://www.siic.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/projekti/siic/Kolektiva_monografija/Macisanas_Lietpratibai.pdf, skatīts: 05.12.2024.

PIELIKUMS

Fizika I pamatjēdzieni, likumi un procesi

Mehānika: trajektorija, ceļš, pārvietojums, momentānais ātrums, vidējais ātrums, masas punkts, atskaites sistēma, ķermeņa koordināta, vienmērīga taisnlīnijas kustība, paātrinājums, vienmērīgi paātrināta taisnlīnijas kustība, brīvās krišanas paātrinājums, vienmērīga kustība pa riņķa līniju, centrīes paātrinājums, lineārais ātrums, rotācijas kustība, rotācijas periods, rotācijas frekvence, inerce, virsmas (balsta) reakcijas spēks, slīdes berzes koeficients, spēka moments, kustīgais trīsis, nekustīgais trīsis, svira, slīpa plakne, lietderības koeficients, līdzsvara nosacījumi, impulss, spēka impulss, spēka plecs, blīvums, berzes spēks, kopspeks, Ņūtona likumi, gravitācijas lauks, gravitācijas spēks, smaguma spēks, Arhimēda spēks, elastības jeb stinguma koeficients, elastības robeža, ķermeņa svars, bezsvara stāvoklis, kosmiskais ātrums, mākslīgais pavadonis, darbs, enerģija, jauda, pilnā mehāniskā enerģija, potenciālā enerģija, kinētiskā enerģija, pilnās mehāniskās enerģijas saglabāšanās likums, harmoniskas svārstības, periods, frekvence, amplitūda, atsperes svārstis, matemātiskais svārstis, rezonanse, viļņa garums, interference, difrakcija, garenviļņi, šķērsviļņi.

Siltumfizika: atoms un molekula, vielas masa, vielas daudzums, relatīvā atommasa, Avogadro skaitlis, blīvums, tilpums, ideāla gāze, vienas atomu un divatomu gāze, difūzija, absolūtā temperatūra, gāzes spiediens, šķidrums spiediens, īpatnējais sadegšanas siltums, īpatnējā siltumietilpība, siltuma bilances vienādojums, gāzes molekulas brīvības pakāpes, iekšējā enerģija, gāzes darbs, izoparametriskie procesi gāzēs, īpatnējais kušanas siltums, siltuma daudzums, kalorija, siltumvadīšana, konvekcija, termiskā izplešanās.

Elektromagnētisms: elektrons, elektriskais lādiņš, protons, neitrons, jons, elektrizācija, elektriskais lauks, Kulona likums, elektriskā lauka intensitāte, kapacitāte, kondensators, relatīvā dielektriskā caurlaidība, galvaniskais elements, elektriskā strāva, strāvas stiprums, spriegums, pretestība, rezistors, elektriskā ķēde, Oma likums ķēdes posmam, virknes slēgums, paralēlslēgums, jauktais slēgums, elektrodzinējspēks, iekšējā pretestība, Oma likums noslēgtai ķēdei, elektriskā jauda, strāvas siltuma darbība, magnētiskais lauks, magnētiskā plūsma, kontūrs, magnētiskā lauka indukcija, transformators, sprieguma momentānā vērtība, efektīvais spriegums, aktīvā pretestība, Ampēra spēks, Lorenca spēks, feromagnētiķi, elektromagnētiskā indukcija, primārais tinums, sekundārais tinums, elektromagnētiskās svārstības, svārstību kontūrs, elektromagnētiskie (EM) viļņi, periods, frekvence, viļņa garums, EM viļņu skala, radioviļņi, mikroviļņi.

Optika: apgaismojums, gaismas avota stiprums, gaismas plūsma, optiskais blīvums, gaismas atstarošana, gaismas pilnīgā iekšējā atstarošana, gaismas laušana, gaismas ātrums, gaismas laušanas koeficients, krišanas leņķis, atstarošanas leņķis, laušanas leņķis, spogulis, prizma, lēca: savācējlēca, izkliedētājlēca, fokusa attālums, optiskais stiprums, lineārais palielinājums, redzes optiskie defekti, optiskās ierīces (instrumenti), infrasarkanais starojums, redzamā gaisma, ultravioletais starojums, interference, koherenti viļņi, lāzers, difrakcija, polarizācija, polarizators, difrakcijas režģis, gaismas divējādā daba.

Modernā fizika: Rezerforda atoma modelis, elektrona enerģijas līmeņi, kvanti (fotoni), Bora atoma modelis, kodolspēki, līnijaspektrs, nepārtrauktais spektrs, emisijas spektrs, absorbcijas spektrs, spektrālanāze, radioaktīvais starojums, α starojums, β starojums, γ starojums, dabiskais radioaktīvais fons, pussabrukšanas periods, kodolu dalīšanās reakcijas, kodolsintēzes reakcijas, kodolreaktors, zvaigžņu redzamais spožums, zvaigžņu absolūtais spožums, Hercšprunga–Rasela diagramma, fundamentālās mijiedarbības.

Eksperimentālā un pētnieciskā darbība: SI vienības, skalārs lielums, vektoriāls lielums, taisnes virziena koeficients, absolūtā kļūda, relatīvā kļūda, tiešā mērīšana, netiešā mērīšana, lielumi: neatkarīgais, atkarīgie un fiksētie, tuvinājuma līkne datu grafiskajā attēlojumā, eksperimenta ierobežojumi, uzlabojumi, cēloņseku sakarība, darba drošība.

Matemātiskās prasmes: vektors, vektora modulis, vektora koordinātas, vektora projekcijas, vienādi vērsti un pretēji vērsti vektori, vienādi un pretēji vektori, darbības ar skalāriem un vektoriāliem lielumiem, skaitļu noapaļošana, skaitļa normālforma, darbības ar pakāpēm, datu grafiskā attēlošana (lasa, attēlo, pārveido no viena veida otrā, linearizēt utt.), lineāra funkcija, tiešā proporcionalitāte, trigonometriskās funkcijas, apgrieztā proporcionalitāte, n -tās pakāpes sakne, polinoms, radiāns, eksponentfunkcija.