



Valsts izglītības
satura centrs

**Ieteikumi, gatavojoties
2022./2023. mācību gada
centralizētajam
eksāmenam fizikā**

**(augstākais mācību satura
apgaves līmenis)**

Ludmila Belogradova
Mārīte Lisova

SATURS

Ievads	3
Eksāmena norise un piekļuves nosacījumi	4
Eksāmena struktūra	4
Eksāmena saturs.....	5
Fizikas eksāmena pirmā daļa: zināšanas un izpratne	8
Biežāk pārbaudāmās zināšanas un izpratne 1. daļas uzdevumos tēmā Līdzstrāva	12
Biežāk pārbaudāmās zināšanas un izpratne 1. daļas uzdevumos tēmā Mijiedarbība un spēki ..	14
Fizikas eksāmena otrā daļa: prasmes	17
Fizikas eksāmena trešā daļa: komplekss pētījums	24
Ieteikumi darbam ar formulu lapu	25
Matemātiskās prasmes fizikas eksāmenā	26
Zinātniskā kalkulatora lietošana fizikas eksāmenā	29
Informācijas avoti	33
Pielikums. Pamatjēdzieni, likumi un procesi Fizika I un Fizika II kursā	34

IEVADS

Kāpēc vispār ir jākārto fizikas eksāmens? Atbildes var būt dažādas: piemēram, tāpēc, ka no trīs vidusskolā izvēlētajiem padziļinātajiem kursiem vismaz divos ir jākārto eksāmens, vai tāpēc, ka patīk fizika, vai arī tāpēc, ka sertifikāts par fizikas eksāmenu dod priekšrocības, stājoties augstskolā izvēlētajā programmā.

Fizikas un ar to saistītu inženierzinātņu jomas speciālistiem paveras ļoti daudzveidīgas nodarbinātības iespējas gan Latvijā, gan ārzemēs. Saskaņā ar Ekonomikas ministrijas “Informatīvo ziņojumu par darba tirgus vidējā un ilgtermiņa prognozēm” 2027. gadā darba tirgū ir sagaidāms STEM speciālistu jūtams trūkums. Jautājums, kā piesaistīt jauniešus STEM jomai, ir aktuāls ne tikai Latvijā. Visā pasaulē pieprasījums pēc šīs jomas speciālistiem tikai pieaug. Saskaņā ar Eiropas Komisijas ilgtspējīgas izaugsmes stratēģiju (*A strategy for smart, sustainable and inclusive growth*) dalībvalstīm nacionālā līmenī jānodrošina pietiekams absolventu skaits dabaszinātņu, matemātikas un inženierzinātņu jomās. Izglītība šajās jomās nodrošina darba iespējas augstas pievienotās vērtības uzņēmumos, kas strādā pie inovatīvu produktu izstrādes un piedāvā konkurētspējīgu atalgojumu, kā arī dod iespēju pašiem veidot savus uzņēmumus vai pievērsties pētījumiem.

2023. gada 15. un 16. jūnijā divpadsmito klašu skolēniem pirmo reizi būs jākārto centralizētais eksāmens fizikā augstākajā mācību satura apguves līmenī (Fizika II).

Vai pastāv kāds vienīgs veids, kā gatavoties eksāmeniem? Vai fizikas eksāmenam var sagatavoties, vienkārši izlasot šo materiālu? Protams, viena veida nav, jo katram no mums ir savs “mācīšanās stils”, jaunās informācijas uztveršanas ātrums, savas vājās un stiprās puses, saprotamākās un izaicinošākās tēmas fizikā. Skaidrs ir arī tas, ka eksāmenam nevar sagatavoties dažās dienās, dažās nedēļās un pat atlikušajos mācību gada mēnešos bez regulāra, pastāvīga darba mācību stundās. Eksāmena mērķis ir pārbaudīt pamatskolā un vidusskolā apgūtās zināšanas, prasmes, iemaņas. Tomēr, tuvojoties šim pārbaudījumam, noteikti ir vērts atkārtot un strukturēt zināšanas fizikā, apzināties, kādas prasmes un kādā formā tiek vērtētas fizikas eksāmenā, kādas ir biežāk sastopamās kļūdas, kārtojot eksāmenu.

Šāda metodiskā materiāla mērķis ir sniegt pēc iespējas detalizētāku priekšstatu par eksāmena struktūru, zināšanu un prasmju vērtēšanas veidiem, kā arī dot praktiskus padomus, lai pēc iespējas labāk katrs sagatavotos eksāmenam.

Metodiskā materiāla autori:

Ludmila Belogradova, Mārīte Lisova.

EKSĀMENA NORISE UN PIEKĻUVES NOSACĪJUMI

Saskaņā ar Valsts izglītības satura centra (turpmāk tekstā – “VISC”) vietnē publicēto grafiku, centralizētais eksāmens fizikā augstākajā mācību satura apguves līmenī (turpmāk tekstā – “eksāmens”) norisināsies divas dienas: rakstu daļa – 2023. gada 15. jūnijā, praktiskā daļa – 16. jūnijā. Ja objektīvu iemeslu dēļ nav iespējas ierasties uz eksāmenu, kārtošana papildtermiņā paredzēta 6. jūlijā.

Kas var kārtot CE fizikā? To var izvēlēties ikviens skolēns, kurš apgūst vispārējās izglītības saturu vispārizglītojošā skolā vai profesionālās izglītības iestādē, ja viņš ir apguvis optimālā līmeņa kursu “Fizika I” vai padziļinātā līmeņa kursu “Fizika II”. Vairāk par piekļuves nosacījumiem var izlasīt padziļinātā kursa Fizika II eksāmena parauga programmā (skatīt saiti sadaļā “Informācijas avoti”).

Astoņas nedēļas pirms eksāmena norises dienas Valsts pārbaudījumu informācijas sistēmā (VPS) skolēns pievieno augstākā līmeņa eksāmena piekļuves materiālu (komplekss pētījums, projekta darbs, vai ZPD) atbilstoši fizikas augstākā apguves līmeņa kursa saturam, kas izstrādāts patstāvīgi, ir fizikas skolotāja izvērtēts, un vērtējums bijis vismaz 4 balles. Mācību priekšmeta skolotājs informācijas sistēmā to apstiprina.

Piekļuvei nepieciešamo komplekso pētījumu skolēns var aizstāt ar patstāvīgi veiktu projekta darbu vai zinātniski pētniecisko darbu ar nosacījumu, ja tajā ir demonstrētas prasmes, kuras atbilst dabaszinātņu mācību jomas mācību standarta augstākajam apguves līmenim.

Ja izglītojamie, kuri iepriekšējos gados ieguvuši vispārējo vidējo izglītību vai profesionālo vidējo izglītību un kuriem nepieciešams kārtot eksāmenu fizikā, ir laikus pieteikušies to kārtot LU, tad viņiem piekļuves materiāls nav jāiesniedz.

EKSĀMENA STRUKTŪRA

2022./2023. mācību gada sākumā tika publicēta eksāmena programma, kurā bija paredzēts, ka eksāmenam būs divas daļas: “Zināšanas, izpratne un prasmes” un “Komplekss pētījums”. Tomēr, saskaņā ar šobrīd spēkā esošo eksāmena programmu, paredzēts, ka fizikā, tāpat kā citos dabaszinātņu priekšmetu eksāmenos, būs trīs daļas, kuru īss raksturojums dots 1. tabulā.

Eksāmena daļa	Uzdevumu veidi	Maksimālais punktu skaits	Pildīšanai paredzētais laiks
1. Zināšanas un izpratne	Tests	25	50 minūtes
2. Prasmes	Strukturētie uzdevumi	50	130 minūtes
3. Komplekss pētījums	Eksperimenta gaitas plānošana Eksperimenta datu apstrāde, analīze, izvērtēšana un secināšana	25	120 minūtes

1. tabula. Eksāmena daļu raksturojums un izpildei paredzētais laiks

Iepriekšējos gados fizikas eksāmenā arī bija trīs daļas: zināšanas un pamatprasmes (tests), kurā varēja iegūt 30 punktus no 75 (40% no kopvērtējuma), zināšanu lietojums standartsituācijās (desmit uzdevumi, kopā 30 punkti jeb 40% no kopvērtējuma), un zināšanu lietojums nestandarta situācijās (trīs uzdevumi, kopā 15 punkti jeb 20% no kopvērtējuma).

2022./2023. mācību gada eksāmenā 1. un 2. daļa būs jāpilda vienā dienā, bet 3. daļa nākamajā dienā. Maksimālais punktu skaits eksāmenā ir 100, tātad, katras daļas īpatsvars skaitliski vienāds ar atbilstošās daļas maksimāli iegūstamo punktu skaitu. Testa daļas īpatsvars, salīdzinājumā ar iepriekšējiem gadiem, ir samazinājies līdz 25%, otrās daļas īpatsvars ir 50% un trešās daļas īpatsvars ir 25%.

Lai veiksmīgāk sagatavotos eksāmena kārtīšanai, jāuztver būtiskākās izmaiņas un akcenti jaunā eksāmena saturā un uzbūvē, salīdzinot ar līdzšinējo gadu fizikas centralizētajiem eksāmeniem.

Pirmajā daļā (zināšanas un izpratne) būs 25 uzdevumi ar vienu pareizo atbildi no četrām piedāvātajām. Līdzīgi kā iepriekšējos gados atbildes būs jāsaraksta atbilžu lapā. Šajā daļā risinājumi netiek prasīti, tiks vērtētas tikai atbildes, to veiks dators.

Otrajā daļā (prasmes) būs piedāvāti pieci strukturētie uzdevumi, kas ietver sevī vairākus atsevišķus īso un izvērsto atbilžu uzdevumus.

Trešās daļas (komplekss pētījums) plānošanas sadaļā skolēni plānos pētījumu iespējamam (realizējamam) eksperimentam atbilstoši prasībām un eksperimenta datu sadaļā veiks uzdevumā dotu datu apstrādi, analīzi, izvērtēšanu un izdarīs secinājumus par pētāmo problēmu. Šie darba uzdevumi reprezentē zināšanu, izpratnes un prasmju kombinācijas.

Eksāmena uzdevumos vērtē prasmes analītiski spriest, argumentēt un modelēt. Iekļauti uzdevumi, kuri vērtē prasmes darbā ar informāciju – to atrisināšanai, līdztekus zināšanām un priekšmeta specifiskajām prasmēm, būtiska ir tekstpratība. Eksāmenā iekļauti uzdevumi, kuri pārbauda problēmu risināšanas un pētnieciskās darbības prasmes. Uzdevumos, kuros skolēni demonstrē sniegumu atšķirīgā kvalitātē un dziļumā, vērtēšanai izmantos snieguma līmeņu aprakstus. Snieguma līmeņu apraksti ir pieejami Valsts pārbaudes darba programmā 2. pielikumā (skatīt saiti sadaļā “Informācijas avoti”). Būtu svarīgi jau mācību procesā izmantot prasmju snieguma līmeņu aprakstus, tas palīdzēs saprast, kādai jābūt labas atbildes struktūrai un satura dziļumam.

EKSĀMENA SATURS

Atbildei uz jautājumu “Kas būs eksāmenā?” ideālā variantā būtu jābūt ļoti vienkāršai: “Tas, ko esat mācījušies vidusskolā”. Šajā nodaļā apkoposim, ko tad skolēni ir mācījušies vidusskolas kursā un kādā mērā tas tiks atspoguļots eksāmena saturiskajā ietvarā.

Eksāmens tiek izstrādāts atbilstoši sasniedzamo rezultātu veidiem un grupām, satura moduļiem un to procentuālajam sadalījumam. Tabulā ir apkopots satura moduļu un to īpatsvara salīdzinājums fizikas eksāmenā atbilstoši “vecajam” standartam 2021./2022. mācību gadā un atbilstoši šobrīd spēkā esošajam standartam 2022./2023. mācību gadā.

2022./2023. mācību gads		2021./2022. mācību gads	
Satura modulis	Īpatsvars, %	Satura modulis	Īpatsvars, %
Mehānika	20±5	Mehānika	45 – 49
Siltumfizika	15±5	Molekulārfizika	10 – 14
Elektromagnētisms	20±5	Elektromagnētisms	16 – 20
Optika	10±5	Optika	16 – 20
Modernā fizika	10±5	Atomfizika, kodolfizika, elementārdaļiņu fizika	6 – 10
Pētnieciskā un eksperimentālā darbība	25±5		

2. tabula. Eksāmena satura moduļu un to īpatsvara salīdzinājums

Redzams, ka gan iepriekšējā gada, gan jaunā eksāmena saturs aptver vienus un tos pašus fizikas tematus, tomēr jaunajā programmā tiek likts lielāks uzsvars uz skolēnu pētnieciskās un eksperimentālās darbības prasmju attīstīšanu un pilnveidošanu, balstoties uz fizikālo procesu dziļāku izpratni. Šīs prasmes jaunajā eksāmenā arī paredzēts vērtēt plašāk, tādā veidā akcentējot eksperimentālo un pētniecisko darbību kā prioritāti arī ikdienas mācību procesā.

Gatavojoties eksāmenam, apguves līmeņa un dziļuma patstāvīgai novērtēšanai skolēniem labi noderēs **Mācību satura apguves prasību indikatori** (atrodami Fizika II eksāmena programmā 1. pielikumā), tajos detalizēti izvērsti Fizika II indikatori atbilstoši satura moduļiem. 3. tabulā īsi uzskaitītas satura moduļu apakštēmas.

1)	Mehānika	Kinematika. Mijiedarbība un spēks. Gravitācijas lauks un kustība. Enerģija un darbs. Mehāniskās svārstības un viļņi.
2)	Siltumfizika	Vielas uzbūves modeļi. Molekulāri kinētiskās teorijas pamati. Ideāla gāze. Termodinamikas likumi. Siltuma dzinēji. Siltuma pārnese: siltumvadīšana, konvekcija, siltumstarojums. Vielas uzbūve un īpašības dažādos agregātstāvokļos. Fāžu pārejas.
3)	Elektromagnētisms	Elektriskais lauks un tā potenciāls. Līdzstrāva. Maiņstrāva. Līdzstrāvas un maiņstrāvas ķēdes. Magnētiskais lauks. Elektromagnētiskā indukcija. Elektromagnētiskās svārstības un viļņi.
4)	Optika	Staru gaita un attēlu veidošanās. Apgaismojums. Optiskie instrumenti. Gaismas viļņu daba. Interference, difrakcija un polarizācija. Gaismas īpašību izmantošana pētniecībā.
5)	Modernā fizika	Atoma uzbūves modeļi. Kodolfizika. Kvantu fizika. Mūsdienu fizika. Astronomija un kosmoloģija.
6)	Pētnieciskā un eksperimentālā darbība	
7)	Matemātiskās prasmes fizikā	

3. tabula. Mācību satura moduļu apakštēmas

Eksāmena programmā ir ietverti dažādu veidu plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti:

- 1) **zināšanas un izpratne** (plānotais īpatsvars 25 ± 5 %), kur skolēnam jāzina un jālieto fizikai raksturīgus faktus, jēdzienus, terminus, sakarības, kā arī jāskaidro un jāpamato procesi dabā un tehnikā, balstoties uz zināšanām par fizikas likumiem, modeļiem un/vai uz pieejamiem zinātniskajiem datiem;
- 2) **prasmju grupas** (plānotais īpatsvars 50 ± 5 %), kuras skolēns attīstījis Fizika I un Fizika II kursā, proti:
 - argumentē* – veido un izvērtē zinātniskus argumentus un pretargumentus, izmantojot pierādījumus;
 - modelē* – apraksta dabas un tehnoloģiskos procesus, veidojot vai lietojot matemātiskus (grafiki, formulas), vizuālus (shēmas, attēli) un/vai digitālus (simulācijas) modeļus;
 - analītiski spriež* – izmantojot zināšanas un dažādus fizikālos modeļus, no dotajiem datiem vai konkrētas situācijas atlasa īpašības un pazīmes, kas ir spēkā vispārīgās situācijās, spēj vispārīgas sakarības izmantot konkrētās situācijās atbilstošu problēmu risināšanā, veic aprēķinus;
 - reprezentē informāciju* – lieto fizikas valodu (vispārpieņemtos terminus un apzīmējumus formulās), vizuālo informāciju (attēlus, shēmas, zīmējumus) dabaszinātnisko procesu skaidrošanai, kā arī veic grafiku analīzi vai datu pārveidošanu uz grafisko formu vai no tās;
 - informācijpratība* – atlasa informāciju, iegūst datus, analizē, interpretē un izvērtē doto vārdisko un vizuālo informāciju, t. sk. dotus eksperimentālos datus;
- 3) **zināšanu, izpratnes, prasmju un ieradumu kombinācijas** (plānotais īpatsvars 25 ± 5 %), kuras tiek demonstrētas, veicot kompleksu pētījumu fizikā, risinot kompleksu problēmu, veidojot zināšanu pārnesumu, iesaistot izpratni par satura elementiem jaunā situācijā.

Lai demonstrētu labāko sniegumu fizikas eksāmenā, jāzina un jālieto fizikas jēdzieni un zinātniskā terminoloģija, jāzina un jāizprot fizikas likumi un dažādi procesi. Eksāmenā lielākais uzdevumu satura īpatsvars (75%) paredzēts atbilstoši Fizika I kursa standartam, bet Fizika II kursa standartam paredzēts 25% eksāmena uzdevumu satura īpatsvars. Šī materiāla pielikumā ir apkopoti jēdzieni, likumi un procesi, kuru izpratne ir iekļauta vidusskolas fizikas kursā. Aicinām pirms eksāmena tos atkārtot.

Tāpat katram skolēnam ir vērtīgi uzzināt un izveidot priekšstatu par dažādu vidusskolas fizikas kursā pieminētu ierīču darbību un īpašībām, jo eksāmena darbā uzdevumi var būt arī par aktuāliem procesiem tehnikā dažādos tehnoloģiskos kontekstos, tajā skaitā (bet ne tikai) šādos:

mehānikā – vienkāršie mehānismi, automašīnu kustība pagriezienā, reaktīvie dzinēji, Zemes mākslīgie pavadoņi, turbīnas, ultraskaņas sonogrāfija;

siltumfizikā – siltuma mašīnas, konstrukciju energoefektivitāte, enerģijas ražošana, bimetālas plāksnītes lietojums iekārtās;

elektromagnētismā – galvaniskie elementi un baterijas, akumulatori, rezistori un reostati, kondensatori, spoles, maiņstrāvas un līdzstrāvas ģeneratori, diodes, tranzistori, taisngrieži, transformatori, LC kontūri, elektromagnēti, elektromotori, radioaparāti;

optikā – spoguļu un lēcu optiskās ierīces (lupa, mikroskops, teleskops), interferometrs, polarizētas saulesbrilles, dzidrinātā optika;

modernajā fizikā – spektrometrs, Geigera skaitītājs, kodolreaktors, lāzers, saules paneļi, fotodiodes, rentgenstarojuma avoti.

FIZIKAS EKSĀMENA PIRMĀ DAĻA: ZINĀŠANAS UN IZPRATNE

Eksāmena pirmajā daļā iekļauti zināšanu un izpratnes pārbaudes uzdevumi. Eksāmena kārtotājiem tiks piedāvāts 25 jautājumu tests ar četriem atbilžu variantiem.

Šī ir tradicionāla ne tikai fizikas, bet arī daudzu citu eksāmenu daļa. Atbilžu izvēles uzdevumi ir objektīvi novērtējami, tie ļauj relatīvi īsā laikā pārbaudīt zināšanas un izpratni plaša satura materiāla klāstā. Labi izstrādāti testa jautājumi ļauj novērtēt ne tikai pamatzināšanas, bet arī konceptuālo izpratni, iekļaujot atbildes, kuras balstās uz izplatītākajiem izglītojamo maldīgiem priekšstatiem. Tādu testa jautājumu un īpaši atbilžu variantu izstrādāšana ir darbietilpīgs process no uzdevumu izstrādātāju puses. Viens no veidiem, kā iegūt labus atbilžu variantus, ir piedāvāt aprobācijas grupai atvērto jautājumu bez atbilžu variantiem un pēc tam, apkopojot iesniegtās atbildes, izstrādāt eksāmenam atbilžu variantus, balstoties uz biežāk sastopamām respondentu kļūdām. Atbilžu izvēles uzdevumiem ir arī savi trūkumi: pirmkārt, tie neļauj novērtēt eksaminējamo domāšanas dziļumu, otrkārt, pastāv minēšanas varbūtība. Daži pētnieki tāpēc uzskata, ka testu izmantošana eksāmenos ir saistīta ar risku par augstu novērtēt eksaminējamo zināšanas.

No 2011./2012. mācību gada līdz 2018./2019. mācību gadam fizikas eksāmena pirmajā daļā tika piedāvāti 30 atbilžu izvēļu uzdevumi, katram uzdevumam bija tikai viena pareizā atbilde. Lai saņemtu sertifikātu par eksāmena nokārtošanu, skolēniem bija jāpārvar 5% “barjera”, iegūstot vismaz 4 punktus no iespējamiem 75. Ir dzirdēts par dažādām eksāmenu kārtotāju stratēģijām šī mērķa sasniegšanai. Piemēram, 2018. gada centralizētajā eksāmenā, pat nelasot 1. daļā testa jautājumus, bet konsekventi apvelkot tikai atbilžu variantus ar A vai D burtu, varēja iegūt 8 punktus jeb 11%, ar B, C un D burtiem – 7 punktus jeb 9%, tādā veidā nokārtojot eksāmenu.

Cenšoties mazināt iespēju bez jebkādam zināšanām, tikai ar minēšanu, pārvarēt 5% barjeru un nokārtot eksāmenu, izstrādātāji nedaudz mainīja pirmās daļas struktūru, iekļaujot tajā gan uzdevumus ar vienu pareizo atbildi, gan ar vienu vai divām pareizajām atbildēm. 2021./2022. un 2020./2021. mācību gados eksāmenā pirmajā daļā tika iekļauti 15 uzdevumi ar vienu pareizo atbildi un 9 uzdevumi ar vienu vai divām pareizajām atbildēm, bet 2019./2020. mācību gadā – 20 uzdevumi ar vienu pareizo atbildi un 6 uzdevumi ar vienu vai divām pareizajām atbildēm. Maksimāli par šo uzdevumu izpildi bija iespējams iegūt 30 punktus jeb 40% no eksāmena kopvērtējuma. Skolēni izmantoja dažādas stratēģijas, izvēloties pareizās atbildes, piemēram, saskaitot, ka 24 jautājumos kopā bija “jāapvelk” 30 pareizās atbildes.

2022./2023. mācību gadā fizikas centralizētā eksāmena kārtotājiem pirmajā daļā būs jāatbild uz 25 jautājumiem ar četriem atbilžu variantiem. Katram uzdevumam ir tikai viena pareizā atbilde. Eksāmena pirmajā daļā risinājumi netiek prasīti, vērtē tikai atbildes. Eksāmenu nokārtošanas minimālais sliekšnis 2022./2023. mācību gadā – 10%, tātad no 100 punktiem jāiegūst vismaz desmit, un augstāk aprakstītā “viena burta atbilžu izvēles stratēģija” noteikti vairs nelīdzēs. Ko darīt un kā pēc iespējas veiksmīgāk sagatavoties pirmās daļas uzdevumu risināšanai, aplūkosim tālāk.

Iepriekšējo gadu fizikas eksāmenos 1. daļā tika piedāvāti atbilžu izvēles uzdevumi, lai novērtētu skolēnu zināšanas un pamatprasmes:

- fizikas jēdzienu, sakarību, apzīmējumu un vienību lietošana;
- fizikālo parādību un procesu izpratne;
- funkcionālo sakarību izpratne un lietošana problēmu risināšanā;

- eksperimentālās darbības pamati fizikā;
- atsevišķu modeļu izpratne un lietojums.

Spriežot pēc programmas, jaunajā fizikas eksāmenā pirmajā daļā tiks iekļauti uzdevumi, kas pārbaudīs ne tikai zināšanas un izpratni, bet vienlīdz arī analītisku spriešanu, informācijpratību un informācijas reprezentēšanu (atspoguļošanu). Tomēr nevar teikt, ka šīs prasmes iepriekšējo gadu eksāmenos netika vērtētas. Zemāk piedāvāti salīdzināšanai dažu sasniedzamo rezultātu piemēri no iepriekšējo gadu eksāmeņiem un no Fizika II eksāmena parauga.

Zina, atpazīst mērvienību (zināšanas un izpratne) I SOLO līmenis

2020. gada CE

Fizika II eksāmena paraugs

1. uzdevums

Kāda fizikālā lieluma mērvienība ir kW·h?

- A jaudas
- B enerģijas
- C sprieguma
- D masas

Pareizā atbilde: B

1. attēls. Ekrānšāviņš no 2020. gada CE

3. uzdevums

Kura ir jaudas mērvienība?

- A kWh
- B J/s
- C J·s
- D A·h

Pareizā atbilde: B

2. attēls. Ekrānšāviņš no Fizika II eksāmena parauga

Prognozē rādījumu (analītiskā spriešana) II SOLO līmenis

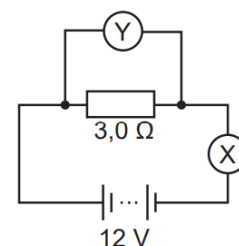
2020. gada CE

17. uzdevums

Baterijai pieslēgts rezistors tā, kā parādīts attēlā. Mērinstrumenti X un Y ir pareizi ieslēgti elektriskajā ķēdē. Baterijas iekšējā pretestība ir nulle. Ko uzrāda mērinstrumenti?

	X	Y
A	12 V	0,25 A
B	12 V	4,0 A
C	0,25 A	12 V
D	4,0 A	12 V

Pareizā atbilde: D



3. attēls. Ekrānšāviņš no 2020. gada CE

Fizika II eksāmena paraugs

6. uzdevums

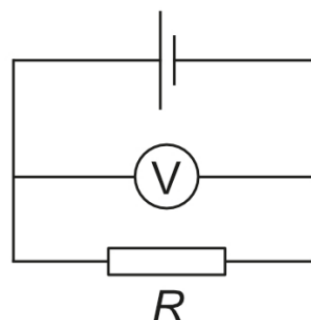
Dots strāvas avots, kura EDS ir 10 V un iekšējā pretestība ir 2 Ω.

Tam pieslēgts rezistors, kura pretestība $R = 3 \Omega$.

Ko rāda attēlā redzamais mēraparāts?

- A 2 A
- B 2 V
- C 6 A
- D 6 V

Pareizā atbilde: D



4. attēls. Ekrānšāviņš no Fizika II eksāmena parauga

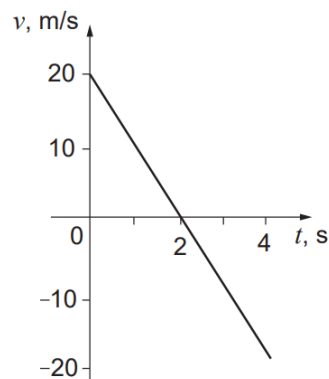
Iegūst informāciju no grafika (informācijpratība) II SOLO līmenis
2020. gada CE

2. uzdevums

Tenisa bumbiņas ātruma projekcijas izmaiņa attēlota grafikā.
Kurš vienādojums apraksta tenisa bumbiņas kustību?

- A $v = 2 + 20t$
- B $v = 20 - 2t$
- C $v = 2 - 20t$
- D $v = 20 - 10t$

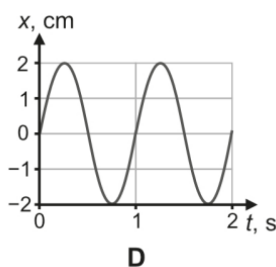
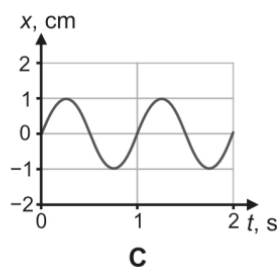
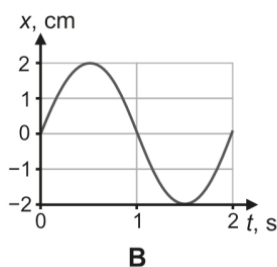
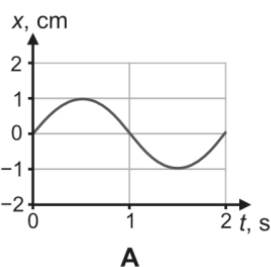
Pareizā atbilde: D



5. attēls. Ekrānšāviņš no 2020. gada CE
Fizika II eksāmena paraugs

10. uzdevums

Kurš grafiks atbilst harmoniskām svārstībām, kuru amplitūda ir 2 cm un cikliskā frekvence π rad/s?



Pareizā atbilde: B

6. attēls. Ekrānšāviņš no Fizika II eksāmena parauga

Lieto elektromagnētisko viļņu skalu (zināšanas un lietošana) II un I SOLO līmenis
2022. gada CE

Fizika II eksāmena paraugs

14. uzdevums

Kura elektromagnētiskā starojuma fotoniem ir lielākā enerģija?

- A sarkanā
- B infrasarkanā
- C violetā
- D ultravioletā

Pareizā atbilde: D

7. attēls. Ekrānšāviņš no 2022. gada CE

16. uzdevums

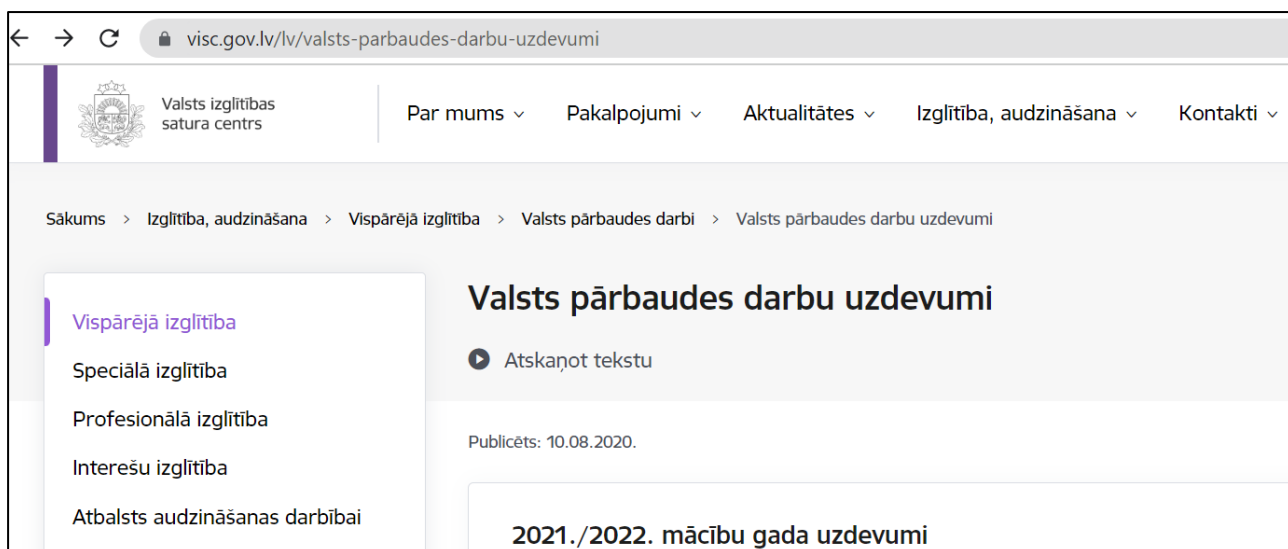
Kuri no dotajiem ir elektromagnētiskie viļņi ar īsāko viļņa garumu?

- A Radioviļņi
- B Mikroviļņi
- C Infrasarkanais starojums
- D Redzamā gaisma

Pareizā atbilde: D

8. attēls. Ekrānšāviņš no Fizika II eksāmena parauga

Protams, pirms eksāmena neviens nevar piekļūt eksāmena uzdevumiem un sniegt atbildi uz jautājumu, kas tik ļoti interesē katru, kas gatavojas to kārtot: “Kādi uzdevumi būs eksāmenā?” Tomēr, analizējot iepriekšējo gadu uzdevumus, var saprast gana daudz par to, kādas tieši zināšanas un izpratne visbiežāk tiek pārbaudītas centralizētajos eksāmenos par vispārējās vidējās izglītības apguvi. Iepriekšējo gadu centralizēto eksāmenu uzdevumi ir pieejami Valsts izglītības satura centra interneta vietnē <https://www.visc.gov.lv/lv/valsts-parbaudes-darbu-uzdevumi>. Tur iespējams lejupielādēt pēdējo četrpadsmit mācību gadu fizikas eksāmenu uzdevumus, dažos gados tiek piedāvāti arī vērtēšanas kritēriji (skatīt 9. attēlu).



9. attēls. Ekrānšāviņš no VISC vietnes: Valsts pārbaudes darbu uzdevumi

Diemžēl Valsts izglītības satura centra interneta vietnē nav atrodamas pareizās atbildes un uzdevumu risinājumi. Varam ieteikt izmantot fizmix.lv portālu, kurā ir apkopoti 2013.-2021. gadu fizikas eksāmenu testi un uzdevumi. Fizikas eksāmenu pirmās daļas uzdevumi pieejami interneta vietnē https://www.fizmix.lv/eksamenu_testi, fizikas eksāmenu otrās un trešās daļas uzdevumi, to risinājumi un vērtēšanas kritēriji atrodami interneta vietnē https://www.fizmix.lv/eksamenu_uzdevumi. Šim resursam var piekļūt arī, interneta pārlūka adrešu rindā ievadot “fizmix.lv” un tad izvēloties sadaļu Vidusskola/Eksāmenu uzdevumi/Tests (1. daļa) vai Uzdevumi (2. un 3. daļa):



10. attēls: Ekrānšāviņš no fizmix.lv portāla: Eksāmenu testi

Ir iespējams izvēlēties eksāmenu testu šķirošanu pa gadiem vai pa tēmām. Fizmix.lv ir bezmaksas resurss. Uzsākot testu pildīšanu, tiks piedāvāta iespēja reģistrēties, lai sekotu līdzi savam progresam, tomēr tas nav obligāti. Izvēloties opciju “Pildīt kā neregistrētam lietotājam”, paveras iespēja pildīt testus bez reģistrācijas. Izvēloties vienu no piedāvātajiem atbilžu variantiem un piespiežot pogu “Pārbaudīt atbildi”, var pārlicināties par atbildes pareizību un izlasīt autoru piedāvāto skaidrojumu. 2020. un 2021. gada fizikas eksāmenu uzdevumiem ir arī pieejami video skaidrojumi.

Fizmix portālā testa jautājumi sakārtoti 16 tēmās. Pildot uzdevumus konkrētajā tēmā, var saskatīt tendences jeb jautājumu tipus, kuri atkārtojas dažādu gadu fizikas eksāmenos. Analizējot pēdējo desmit (2013.-2022.) gadu eksāmenu pirmās daļas uzdevumus pēc satura, vislielākais jautājumu skaits ir tēmās Līdzstrāva (44 jautājumi), Spēki un mijiedarbība (43 jautājumi), Pētnieciskais darbs (32 jautājumi), Ķermeņu kustība (31 jautājums), Atoms un atoma kodols (29 jautājumi), Elektriskie lādiņi un elektriskais lauks (29 jautājumi) un Gaisma (28 jautājumi). Protams, šis iedalījums ir nosacīts, bet tas dod zināmu priekšstatu par eksāmenā pārbaudāmo saturu. Ar piemēriem tālāk īsi aplūkosim tēmās “Līdzstrāva” un “Mijiedarbība un spēki” biežāk pārbaudāmās zināšanas un izpratni.

BIEŽĀK PĀRBAUDĀMĀS ZINĀŠANAS UN IZPRATNE 1. DAĻAS UZDEVUMOS TĒMĀ LĪDZSTRĀVA

Daudzos testa jautājumos temātā “Līdzstrāva” skolēniem jāanalizē situācijas pēc vienkāršām elektriskajām shēmām, tātad eksaminējamiem jāatpazīst tādi apzīmējumi elektriskajās ķēdēs kā baterija, vadi, slēdzis, spuldzīte, ampērmetrs, voltmets.

Visbiežāk parādās jautājumi, uz kuriem atbildot, jāzina un jāpielieto patērētāju virknes un paralēlā slēguma likumsakarības – šīs zināšanas nepieciešamas, lai atbildētu uz 19 jautājumiem no 44. Jāprot izmantot Oma likums ķēdes posmam un Oma likums pilnai ķēdei.

Vairākos uzdevumos parādās jautājumi par ampērmetra un voltmetra pieslēgšanu elektriskajā ķēdē un to rādījumu prognozēšanu. Skolēniem jāzina, ka pašam ampērmetram ir ļoti maza pretestība, strāvas stipruma mērīšanai to slēdz vienīgi virknē ar patērētāju. Savukārt, mērot spriegumu ar voltmtru, tas jāpieslēdz paralēli ķēdes posmam, kuram jānosaka spriegums. Voltmetram ir ļoti liela pretestība, un, ieslēdzot to virknē ar patērētāju, voltmets darbojas ķēdē kā “izolators” – atbilstošajā ķēdes posmā strāva neplūst.

Arī padziļinātā kursa Fizika II eksāmena (VPD) paraugā 7. lappusē (skatīt saiti sadaļā “Informācijas avoti”) pirmajā daļā atrodams uzdevums, kurā jāatpazīst apzīmējumi elektriskajā ķēdē, jāzina, ka voltmets ir ierīce sprieguma mērīšanai, un jāpielieto Oma likums pilnai ķēdei voltmtra rādījumu aprēķināšanai:

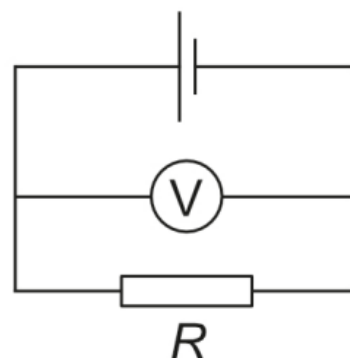
6. uzdevums

Dots strāvas avots, kura EDS ir 10 V un iekšējā pretestība ir 2 Ω .

Tam pieslēgts rezistors, kura pretestība $R = 3 \Omega$.

Ko rāda attēlā redzamais mēraparāts?

- A 2 A
- B 2 V
- C 6 A
- D 6 V



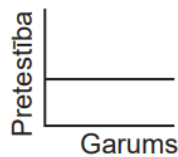
11. attēls. Ekrānšāviņš no Fizika II eksāmena parauga

Izpratne par to, ka ar voltmtru mēra spriegumu voltos, ļauj uzreiz atbilst divus atbilžu variantus A un C. To var saprast arī, paskatoties uz mēraparāta apzīmējumu, kas kārtējo reizi liecina par to, cik daudz uzdevumus eksāmenā var izpildīt, vienkārši uzmanīgi lasot tekstu un aplūkojot attēlus. Pēc Oma likuma pilnai ķēdei var aprēķināt ķēdē plūstošās strāvas stiprumu:

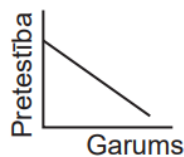
$I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{10}{3+2} = 2 \text{ A}$. Spriegumu uz voltmetra spailēm var aprēķināt pēc Oma likuma ķēdes posmam: $U = IR = 2 \cdot 3 = 6 \text{ V}$. Tātad pareizā atbilde ir D.

Eksāmenos parādās arī testa jautājumi, uz kuriem atbildot, jādemonstrē izpratne par sakarību starp vada pretestību, garumu, šķērs griezuma laukumu un īpatnējo pretestību, piemēram:

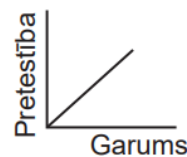
Skolēni pētīja vara vada elektriskās pretestības atkarību no vada garuma. Viņi uz taisna vada atzīmēja attālumu un izmērīja šī posma pretestību ar ommetru. Skolēni vairākas reizes palielināja attālumu starp atzīmēm un veica pretestības mērījumus. Vada temperatūra un diametrs visā tā garumā nemainījās. Kurā grafikā labāk attēlota vada pretestības atkarība no vada garuma?



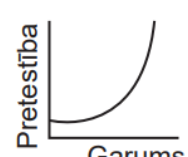
A



B



C



D

12. attēls. Ekrānšāviņš no 2020. gada CE 1. daļas 16. uzdevuma

Lai atbildētu uz šo jautājumu, var izmantot fizikas formulu lapā atrodamu sakarību $R = \rho \frac{l}{S}$. Tātad vada elektriskā pretestība R ir tieši proporcionāla vada garumam l , t.i., – cik reizes garāks ir vads, tik reizes lielāka ir tā elektriskā pretestība (pie nosacījuma, ka pārējie lielumi – īpatnējā pretestība un šķērs griezuma laukums – nemainās). Tiešās proporcionalitātes grafiks ir taisne, kura iet caur koordinātu sākumpunktu, tātad, pareizā atbilde ir C.

Eksāmenu uzdevumos parādās arī jautājumi, uz kuriem atbildot, jānovērtē fizikālo lielumu savstarpējā sakarība, piemēram:

Pretestība 1,0 m garam vadam, kura šķērs griezuma laukums ir 0,40 mm², ir 2,0 Ω. Cik liela ir 0,50 m gara tāda paša materiāla vada pretestība, ja vada šķērs griezuma laukums ir 0,80 mm²?

A 0,5 Ω

B 1,0 Ω

C 4,0 Ω

D 8,0 Ω

13. attēls. Ekrānšāviņš no 2018. gada CE 1. daļas 11. uzdevuma

Zinot vai izmantojot sakarību no formulu lapas $R = \rho \frac{l}{S}$, var secināt, ka vada pretestība ir tieši proporcionāla vada garumam un apgriezti proporcionāla vada šķērs griezuma laukumam. Uzdevumā jānosaka vada pretestība, ja vada šķērs griezuma laukums divas reizes palielinās – no 0,40 mm² uz 0,80 mm², bet garums divas reizes samazinās – no 1,0 m uz 0,50 m. Tātad, divreiz samazinoties vada garumam, arī vada pretestība samazinās divas reizes. Divreiz palielinoties vada šķērs griezuma laukumam, vada pretestība samazinās divas reizes. Apvienojot iepriekšējos divus secinājumus, iegūstam, ka vada pretestība samazinās četras reizes. Pareizā atbilde ir A 0,5 Ω.

Prasme pēc dotās izteiksmes novērtēt divu fizikālo lielumu savstarpējo sakarību noder, atbildot ne tikai uz testa jautājumiem, bet arī risinot uzdevumus un veicot pētniecisko darbību. Šī prasme ir regulāri jātrenē mācību procesā. Darbojoties ar jebkuru jauno formulu, pajautā sev un

atbildi uz jautājumu: “kā mainās lielums Y, mainoties lielumam X”. Atbildē ieteicams lietot tādas sakarības kā, piemēram, “tieši proporcionāls”, “apgriezti proporcionāls”, “tieši proporcionāls lieluma X kvadrātam”, “apgriezti proporcionāls kvadrātsaknei no X” u. tml.

Vēl tēmā “Līdzstrāva” eksāmena pirmajā daļā regulāri tiek iekļauti jautājumi par elektriskās jaudas aprēķināšanu vai novērtēšanu, spuldzīšu spožumu gan virknes, gan paralēlajā slēgumā, strāvas izdalītā siltuma darbību un Džoula-Lenca likumu, sakarību starp strāvas stiprumu, laiku un elektrisko lādiņu, kā arī elektrodrošību.

Pētījumi rāda, ka pašas vienkāršākās koncepcijas par elektriskajām ķēdēm rada grūtības daudziem izglītojamiem. Tāpat arī elektrostatikā grūtības saistītas ar to, ka pamata jēdzieni tādi kā “lādiņš”, “strāva” un “enerģija”, ir visai tāli no ikdienā novērojamām parādībām. Dažreiz rezultātā skolēni labi rēķina uzdevumus bez izpratnes. Tas, protams, nav izglītības mērķis, tomēr, gatavojoties eksāmenam un īpaši pirmajai daļai, būtu jāiemācās strādāt ar formulu lapu.

BIEŽĀK PĀRBAUDĀMĀS ZINĀŠANAS UN IZPRATNE 1. DAĻAS UZDEVUMOS TĒMĀ MIJIEDARBĪBA UN SPĒKI

Pagājuši jau vairāki gadsimti, kopš Īzaks Ņūtons formulējis klasiskās mehānikas trīs pamatlikumus, kurus eksāmena kārtotāji ir mācījušies gan pamatskolā, gan vidusskolā, gan atkārtoties padziļinātajā fizikas kursā. Jāpiekrīt, ka joprojām šo likumu konceptuālā izpratne rada grūtības ne tikai vidusskolēniem, bet arī augstskolu studentiem, kuru priekšstatu par kustības ātruma maiņas cēloņiem neatšķiras no Aristoteļa laika cilvēku priekšstatiem pirms mūsu ēras. Minēsim dažas maldīgas idejas no Aristoteļa laika mehānikas: “Jebkuras kustības cēlonis ir spēks, pazūdot spēkam, jebkura kustība momentāni tiek pārtraukta”, “Gaisam ir dzinējspēks, kas virza objektus caur to – tā ir skaidrojama, piemēram, bultas lidošana gaisā”, “Smagākie ķermeņi krīt ātrāk, nekā vieglākie to svara dēļ”.

Fizikas eksāmenos nereti tiek iekļauti uzdevumi, lai pārbaudītu skolēnu izpratni par smaguma spēku, brīvo krišanu un to, ka visi ķermeņi tuvu Zemes virsmai krīt ar vienādu paātrinājumu, ja neņem vērā gaisa pretestību.

Bumbu, kuras masa m , izmet vertikāli augšup. Ja nav gaisa pretestības, bumba sasniedz 20 m augstumu. Cik liels spēks darbojas uz bumbu 10 m augstumā?

- A $2mg$
- B mg
- C $mg/2$
- D $mg/4$

14. attēls. Ekrānšāviņš no 2022. gada CE 1. daļas 1. uzdevuma

Jautājumā tiek pārbaudīta izpratne par to, ka izsviesta vai brīvi krītoša ķermeņa kustība notiek tikai gravitācijas jeb smaguma spēka iedarbībā, kas piešķir ķermenim brīvās krišanas paātrinājumu g . Tātad pareizā atbilde ir B – desmit metri ir pārāk mazs attālums no Zemes virsmas, lai ietekmētu brīvās krišanas paātrinājuma vērtību.

Vēl viens piemērs uzdevumam, kas pārbauda izpratni par ķermeņu krišanu:

Jānis un Juris vienlaikus lēca no klints malas ezerā. Jānis lēca vertikāli lejup bez sākuma ātruma, bet Juris lēca, vispirms ieskrienoties ar horizontālu ātrumu 4 m/s. Gaisa pretestību neņem vērā! Salīdzini laiku, kādā viņi sasniedza ūdens virsmu!

- A Jānis sasniedza ezera ūdens virsmu pirmais
- B Juris sasniedza ezera ūdens virsmu pirmais
- C Jānis un Juris sasniedza ezera ūdens virsmu vienlaikus
- D nav iespējams novērtēt, jo nav zināma Jāņa un Jura masa

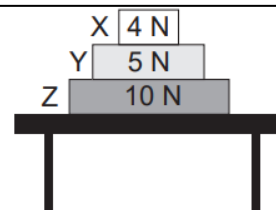
15. attēls. Ekrānšāviņš no 2020. gada CE 1. daļas 4. uzdevuma

Atbildot uz šo jautājumu, eksaminējamiem jādemonstrē kustības superpozīcijas principa izpratne, aplūkojot horizontālo sviedrienu kā divu savstarpēji neatkarīgu kustību summu. Kustība vertikālajā virzienā ir brīvā krišana, un tā notiek neatkarīgi no kustības horizontālajā virzienā. Savukārt, brīvā kritienā visi ķermeņi krīt ar vienādu paātrinājumu g (uzdevuma nosacījumā teikts, ka gaisa pretestība nav jāņem vērā). Tātad abu pušu kustība vertikālā virzienā ir vienāda, un Jānis un Juris ūdens virsmu sasniedza vienlaikus – pareizā atbilde ir C. Šis jautājums eksāmenā sagādāja grūtības kārtotājiem – tā izpildes koeficients bija tikai 38%.

Aplūkosim dažus piemērus 1. daļas eksāmena uzdevumiem, kuros tiek pārbaudīta konceptuāla izpratne par Ņūtona likumiem.

Trīs kastes atrodas uz galda miera stāvoklī. Katras atsevišķas kastes smaguma spēks ir dots attēlā. Cik liels rezultējošais spēks darbojas uz kasti Y?

- A 0
- B 4 N, vērsts lejup
- C 5 N, vērsts lejup
- D 9 N, vērsts augšup



16. attēls. Ekrānšāviņš no 2019. gada CE 1. daļas 8. uzdevuma

Saskaņā ar pirmo Ņūtona likumu ķermenis paliek miera stāvoklī tik ilgi, kamēr tam pieliktie spēki nepiespiež šo stāvokli mainīt. Ķermenis var atrasties miera stāvoklī tikai ar nosacījumu, ja kopspeks ir nulle, tātad, pareizā atbilde ir A.

Atbildi uz šo jautājumu var izspriest arī, izmantojot otrā Ņūtona likuma sakarību no formulu lapas $a = \frac{F}{m}$. Tātad paātrinājums, ko iegūst ķermenis kopspeka darbības rezultātā, ir tieši proporcionāls pieliktam kopspekam un apgriezti proporcionāls ķermeņa masai. Saskaņā ar uzdevuma nosacījumiem, kaste atrodas miera stāvoklī, tās paātrinājums ir nulle, kas ir iespējams tikai gadījumā, ja kopspeks ir nulle.

Arī padziļinātā kursa Fizika II eksāmena parauga pirmajā daļā iekļauts uzdevums par Ņūtona likumu izpratni:

4. uzdevums

Garām Zemei raustītās līnijas norādītajā virzienā lido asteroīds.

Vektors $\vec{F}_A$ attēlo spēku, ar kuru Zeme pievelk asteroīdu.

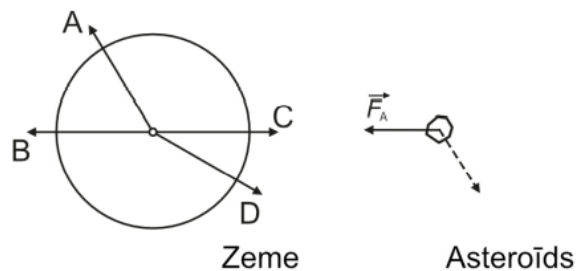
Kura bultiņa attēlo spēku, ar kuru asteroīds mijiedarbojas ar Zemi?

A

B

C

D



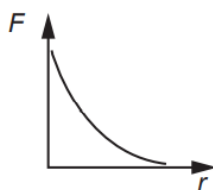
17. attēls. Ekrānšāviņš no padziļinātā kursa Fizika II eksāmena parauga

Saskaņā ar trešo Ņūtona likumu divi ķermeņi savstarpēji mijiedarbojas ar vienas dabas spēkiem, kas ir vērsti gar taisni, kas savieno šo ķermeņu masas centrus. Šie spēki ir vienādi pēc moduļa, bet pretēji vērsti. Citiem vārdiem sakot, Zeme pievelk asteroīdu ar tikpat lielu spēku, cik asteroīds pievelk Zemi, šie spēki ir vērsti gar taisni, kas savieno Zemes un asteroīda masas centrus. Pareizā atbilde ir C.

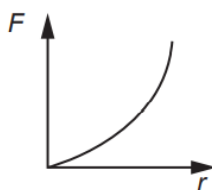
Arī jautājumos par spēkiem līdzīgi kā iepriekšējā nodaļā aplūkotajā tēmā, eksāmenos regulāri parādās uzdevumi, uz kuriem atbildot, jāanalizē sakarība starp diviem lielumiem:

9. uzdevums

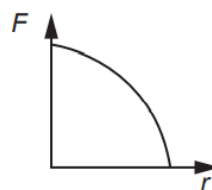
Divi elektroni atrodas cieši viens pie otra. Kurā grafikā labāk attēlots, kā mainās mijiedarbības spēks F starp diviem elektroniem, ja tos attālina? r – attālums starp elektroniem.



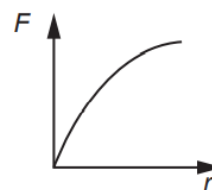
A



B



C



D

18. attēls. Ekrānšāviņš no 2022. gada CE pirmās daļas

Lai atbildētu uz jautājumu, jāzina (vai arī jāatrod formulu lapā Kulona likuma formula $F = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon R^2}$), ka mijiedarbības spēks starp divām lādētām daļiņām apgriezti proporcionāls lādēto daļiņu savstarpējā attāluma kvadrātam $F \sim \frac{1}{R^2}$. Tādai sakarībai starp attālumu un mijiedarbības spēku atbilst grafiks A. Arī C varianta grafikā mijiedarbības spēks samazinās, palielinoties attālumam starp elektroniem, tomēr, pirmkārt, attēlotā līkne neatbilst likumam $F \sim \frac{1}{R^2}$, otrkārt, redzams, ka mijiedarbības spēks sasniedz nulles vērtību jau pie galīgās savstarpējā attāluma vērtības. Tas ir pretrunā ar Kulona likumu, jo, analizējot sakarību $F = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon R^2}$, redzams, ka, palielinoties attālumam, mijiedarbības spēks samazinās jeb tiecas uz nulli, to nesasniedzot.

Jāpiebilst, ka, risinot eksāmena uzdevumus, var gadīties situācija, kad uzdevuma nosacījumā tiek lietots viens fizikālā lieluma apzīmējums, bet formulu lapā – cits, kā tas bija aplūkotajā piemērā. Tāpēc uzmanīgi jālasa uzdevumu teksts – parasti uzdevumos lietotie apzīmējumi tiek ieviesti uzdevuma formulējumā. Arī skolēni, risinot eksāmena uzdevumus (tas, protams, vairāk attiecas uz otrās un trešās daļas uzdevumiem), drīkst ieviest un izmantot savus fizikālo lielumu apzīmējumus, protams, risinājuma pierakstā tos paskaidrojot līdzīgi tam, kā tas tika izdarīts

iepriekš aplūkotajā uzdevumā. Nākamajā nodaļā aplūkosim dažus uzdevumu risināšanas piemērus no eksāmena otrās daļas.

FIZIKAS EKSĀMENA OTRĀ DAĻA: PRASMES

Eksāmena otrajā daļā skolēniem tiks piedāvāti pieci strukturētie uzdevumi. Šīs daļas īpatsvars sastāda 50% no eksāmena kopvērtējuma. Paredzētais darba izpildes laiks 130 minūtes. Strukturētie uzdevumi veidoti ar noteiktu kontekstu, katrs strukturēts uzdevums tiks vērtēts ar 10 punktiem. Ļoti labi strukturēto uzdevumu piemēri atrodami 2016. un 2017. gadu fizikas piloteksāmenos 2. daļā: 2016. gada piloteksāmena otrajā daļā ir septiņi strukturētie uzdevumi, 2017. gada piloteksāmenā – astoņi. Saīstītas uzdevumu uzdevumiem ir atrodamas VISC mājas lapā, kā arī šī materiāla beigās sadaļā “Informācijas avoti”. Atbilstošo uzdevumu detalizētie atrisinājumi un vērtēšanas kritēriji atrodami arī bezmaksas portālā Fizmix.lv sadaļā Vidusskolai/Eksāmenu uzdevumi/Uzdevumi (2. un 3. daļa).

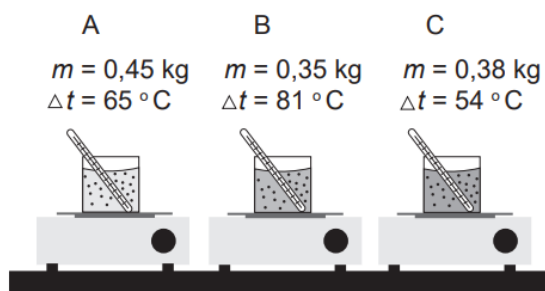
Arī iepriekšējo gadu fizikas eksāmenu uzdevumos uzsvars tika likts uz parādību vai procesu novērošanu, izpratni, analīzi, izvērtēšanu, salīdzināšanu, prognozēšanu utt. Parasti eksāmenā ir tikai daži uzdevumi vai uzdevumu punkti, kuros jāveic skaitliskie aprēķini, izmantojot formulas, pārējos uzdevumos tiek vērtēta fizikālo procesu, parādību un likumsakarību izpratne.

Uzdevumi sākas ar īsu reālas situācijas aprakstu, kas palīdzēs saprast, par kuru/kurām fizikas tēmu/tēmām visticamāk būs jārunā. Risinājums jāizveido salīdzinot, ietverot tajā paskaidrojošus zīmējumus, grafikus, likumsakarības, formulas, matemātiskos pārveidojumus, skaidrojumus, fizikālo lielumu mērvienības un skaitliskos risinājumus, kur tas ir nepieciešams.

Lai demonstrētu labāko sniegumu, risinot eksāmena otrās daļas uzdevumus, svarīgi saprast tajos izvirzītās prasības, tāpēc zemāk tiks aplūkoti daži otrās daļas uzdevumu formulējumu un atrisinājumu piemēri, akcentējot darbības (rīcības) vārdu nozīmi.

4. uzdevums (3 punkti)

Vienādos traukos ielēja dažādus šķidrumus, kuriem pievadīja vienādu siltuma daudzumu. Šķidrumu masa m un temperatūras izmaiņa Δt ir atšķirīga.



Sarindo šķidrumus A, B un C pēc to īpatnējās siltumietilpības, sākot ar šķidrumu, kura īpatnējā siltumietilpība ir vislielākā!

Lielākā siltumietilpība



Mazākā siltumietilpība

Paskaidro, kā tu to noskaidroji!

19. attēls. Ekrānšāviņš no 2021. gada CE 2. daļas

Ar šī uzdevuma detalizēto atrisinājumu var iepazīties Fizmix portālā, kur ir pieejams arī video skaidrojums: https://www.fizmix.lv/eksamenu_uzdevumi/vielu-fizikalas-ipasibas-8/3552.

Uzdevuma formulējumā prasīts paskaidrot, kā ir iegūts rezultāts. Rīcības vārds **paskaidrot** nozīmē “detalizēti, saprotami, sistemātiski sniegt pārskatu (izklāstu, faktu kopumu, atziņas u.tml.), formulēt galveno ideju (notikumus, procesus, parādības, iemeslus u.tml.), padarot to saprotamu”. Dažreiz skolēni zaudē punktus eksāmenā ne tāpēc, ka viņiem pietrūkst fizikas zināšanu uzdevumu atrisināšanai, bet tāpēc, ka viņi vai nu neprot, vai neuzskata par vajadzīgu paskaidrot savu domu gaitu. Jāatceras, ka otrās un trešās daļas uzdevumus vērtē fizikas skolotāji saskaņā ar vērtēšanas kritērijiem. Vērtētāji var izlasīt tikai to, ko skolēns ir uzrakstījis, viņu uzdevums nav uzminēt, ko skolēns ir domājis. Tāpēc, gatavojoties eksāmenam, ir svarīgi trenēties nevis pēc principa “protu vai neprotu uzdevumu atrisināt”, bet pēc principa “kā, izmantojot vērtēšanas kritērijus, tiktu novērtēts mans uzdevuma atrisinājuma pieraksts?”. Aplūkojot 19. attēla uzdevuma vērtēšanas kritērijus, redzams, ka par pareizo šķidrumu A, B, C sarindošanu pēc to īpatnējās siltumietilpības var iegūt tikai vienu punktu no trīs, pārējo punktu iegūšanai tiek vērtēts skaidrojums.

Vērtēšanas kritēriji:

- pamatojumā tieši vai netieši izmanto siltuma daudzuma aprēķināšanas izteiksmi, vielu sildot – 1 punkts;
- parāda aprēķinu gaitu vismaz vienā piemērā – 1 punkts;
- sakārto šķidrumus īpatnējās siltumietilpības dilstošā secībā – 1 punkts.

Kā piemēru aplūkosim dažu skolēnu atrisinājumu novērtējumus. Pirmā skolēna atbilde novērtēta ar 2 punktiem. Zaudēts 1 punkts, jo nav paskaidrots, kāpēc tieši tā salīdzinātas vielu siltumietilpības, nav parādīta aprēķinu gaita vismaz vienā piemērā:

Lielākā siltumietilpība C → B → A Mazākā siltumietilpība

Pieņemu, ka $Q = 1$, ja visiem šķidrumiem pārvadājo vārdi siltuma daudzumu ~~un tieši šādu secību vārdi~~

Ievietoju formulu $Q = cm \Delta t$

$$c = \frac{Q}{m \Delta t}$$

20. attēls. Ekrānšāviņš no pirmā skolēna atrisinājuma 2021. gada CE 2. daļas 4. uzdevuma

Piemērs otrā skolēna atrisinājuma pierakstam, kas ir novērtēts ar maksimālo punktu skaitu:

Lielākā siltumietilpība C → B → A Mazākā siltumietilpība

Siltumietilpību var noteikt izmantojot formulu $Q = cm\Delta t \Rightarrow c = \frac{Q}{m\Delta t}$. Tā kā Q visiem ir vienāds, siltumietilpību ietekmē tikai m un Δt . $C_A = \frac{Q}{0,45 \cdot 65} = 29,25$; $C_B = \frac{Q}{0,35 \cdot 81} = 28,35$; $C_C = \frac{Q}{0,38 \cdot 54} = 29,52$. Jo lielāks savāks $m \cdot \Delta t$, jo mazāka būs siltumietilpība, jo Q tiks dalīts ar lielāku skaitli. Tāpēc $C_C > C_B > C_A$.

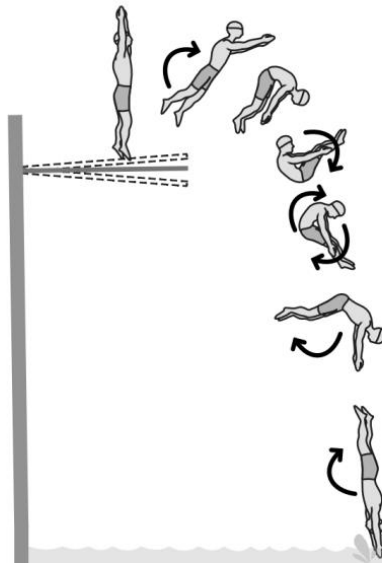
21. attēls. Ekrānsāviņš no otrā skolēna atrisinājuma 2021. gada CE 2. daļas 4. uzdevuma

Skolēns uzdevuma risinājuma pierakstā pareizi sarindo šķidrumus pēc to īpatnējās siltumietilpības, skaidrojumā detalizēti un sistēmiski izklāsta pamatojumu savai atbildei – izmanto formulu, demonstrē konkrētu aprēķinu piemēru.

Aplūkosim kādu piemēru uzdevumam no Fizika II eksāmena parauga, kura formulējumā ir rīcības vārds “**pamato**”, kas nozīmē izveidot skaidrojumu, atsauci uz konkrētu informāciju (fakti, dati, cēloņi, novērojumi, iemesli, spriedumi u. tml.).

Citā sporta veidā – lekšanā no trampolīna – sportisti lēcienā veic apgriezienus ap savu asi. Īsi pirms ieniršanas ūdenī viņi izstiepjās un samazina savu rotācijas frekvenci.

3.4. Pamato, kāpēc izstiepšanās rezultātā samazinās sportista rotācijas frekvence! (2 punkti)



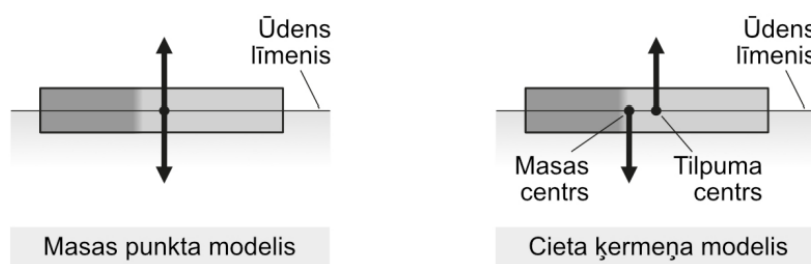
22. attēls. Ekrānsāviņš no Fizika II eksāmena parauga 3.4. uzdevuma

3.4. uzdevumā skolēnam jāatsaucas uz informāciju, ka rotācijas ķermeņa inertumu nosaka inerces moments I , jo tālāk no rotācijas ass ir izvietojusies ķermeņa masa, jo lielāks ir šī ķermeņa inerces moments (1 punkts). Lai saskatītu tam saikni ar rotācijas frekvenci, jāzina, ka sportists lēcienā iegūst noteiktu rotācijas impulsa momentu $L = I\omega$, kas saglabājas kustības laikā. Tagad redzams, ka jo lielāks kļūst inerces moments I , jo mazāks attiecīgi kļūst rotācijas leņķiskais ātrums ω , un, ievērojot, ka $\omega = 2\pi f$, secinām, ka rotācijas frekvence f samazinās (1 punkts).

Uzdevums 3.4. ir strukturēta uzdevuma viens no “apakšuzdevumiem”. Nākamā 3.5 “apakšuzdevuma” formulējumā ir rīcības vārds “**prognozē**”, kas nozīmē, pamatojoties uz

konkrētiem faktiem, paredzēt (kaut kā) turpmāko norisi, rezultātu, demonstrējot arī izpratni par norisi, rezultātu.

Uzdevuma turpmākajā daļā modelēsim peldētāju kā nehomogēnu ķermeni, kur nehomogenitāte ir attēlota ar punktējumu – lielāki punkti nozīmē lielāku ķermeņa blīvumu. Kad ķermenis atrodas ūdenī, uz to iedarbojas divi vertikāli vērsti spēki – smaguma spēks un Arhimēda cēlējspēks. Ja ķermeni modelējam kā masas punktu, tad spēki tiek pielikti vienā punktā. Ja ķermeni modelējam, izmantojot cieta ķermeņa modeli, tad spēki ir pielikti atšķirīgos punktos.



3.5. Prognozē, kāda ir iespējamā peldētāja kustība, ja tas miera stāvoklī atrodas iegrimis ūdenī! Salīdzini taisnvirziena un rotācijas kustības iespējamību abu modeļu (masas punkta un cieta ķermeņa) gadījumā! (2 punkti)

23. attēls. Ekrānšāviņš no Fizika II eksāmena parauga 3.5. uzdevuma

3.5. uzdevumā jāparedz divu atšķirīgu modeļu taisnvirziena un rotācijas kustības iespējamība. Uzdevuma ievadaprakstā un situācijas zīmējumā patiesībā atrodama nozīmīga informācija par masas punkta modeli un cieta ķermeņa modeli.

Tā kā masas punkta modelim spēki pielikti masas centrā un vērsti vertikāli, tad arī kustība šim modelim iespējama vienīgi vertikālā virzienā. To, vai ķermenis grims vai uzpeldēs, noteiks smaguma spēka un Arhimēda spēka samērs, savukārt, ja tie ir vienādi, ķermenis paliks miera stāvoklī. Tātad rotācijas kustība šim modelim nav iespējama (1 punkts).

Cieta ķermeņa modelī, tā kā spēki pielikti dažādos punktos, veidosies spēka (griezes) moments, un papildus jau esošajai taisnvirziena kustībai ķermenis sāks griezties jeb rotēt (1 punkts).

Aplūkotie 3.4. un 3.5. uzdevumu piemēri ir apakšuzdevumi no viena strukturēta 3. uzdevuma, kas sevī apvieno atsevišķus uzdevumus no optikas, elektromagnētisma un mehānikas kursa.

Vēl viens no rīcības vārdiem ir “**argumentē**”, kas nozīmē izveidot skaidrojumu ar argumentiem, ievērojot noteiktu argumentācijas struktūru (apgalvojums – pierādījums – loģisks spriedums). Dažreiz skolēniem šķiet, ka labi argumentēt nozīmē sarakstīt daudz teksta, tomēr argumentēšana paredz noteiktu struktūru, kurā pierādījumi un spriedumi balstās uz zinātniskiem faktiem. Aplūkosim eksāmena uzdevuma piemēru, kurā prasīts argumentēt augstā sprieguma nepieciešamību elektropārvades līnijās.

1. uzdevums (4 punkti)

Elektroenerģiju ražo dažāda tipa elektrostacijās un bieži vien nogādā patērētājiem lielos attālumos. Klasē skolēni strīdējās par elektroenerģijas piegādi patērētājiem un nonāca pie kopēja viedokļa. Pēc viņu domām, augstais spriegums elektropārvades līnijās tiek izmantots, lai patērētāji pēc iespējas ātrāk saņemtu elektroenerģiju no elektrostācijas.

Komentē skolēnu viedokli! Argumentē ar fizikas likumsakarībām augstā sprieguma nepieciešamību elektropārvades līnijās!

24. attēls. Ekrānšāviņš no 2019. gada CE 3. daļas 1. uzdevuma

Skolēnu viedoklim uzdevuma formulējumā nevarētu piekrist, jo augstais spriegums elektropārvades līnijās nav saistīts ar elektroenerģijas piegādes ātrumu (1 punkts).

Izmantojot transformatoru, paaugstināt spriegumu pietiekami lielā diapazonā var bez īpašiem enerģijas zudumiem. Tādā gadījumā, nemainot pa līnijām pārvadīto jaudu $P = IU$, redzams, ka spriegumu paaugstinot N reizes, tikpat reižu samazinās strāvas stiprums (1 punkts).

Jaudas zudumus līnijās novērtē pēc sakarības $P = I^2 R$, kur R ir līnijas vadu pretestība, kas ir atkarīga vienīgi no vadu materiāla un ģeometriskajiem izmēriem. Tātad, paaugstinot spriegumu, piemēram, N reizes, strāvas stiprums samazinās arī N reizes, bet zudumi elektropārvades līnijās samazinās N^2 reizes (1 punkts). Spriegumu paaugstina, lai samazinātu elektroenerģijas zudumus elektropārvades līnijās (1 punkts).

Zemāk piedāvāti risinājumu piemēri un to vērtējumi, lai saprastu, kā katram no eksāmena risinātājiem ir izdevies komentēt skolēnu viedokli un argumentēt augstā sprieguma nepieciešamību elektropārvades līnijās.

Ar 3 punktiem no 4 novērtēts skolēna risinājums:

Augsts spriegums elektropārvades līnijās tiek izmantots, lai samazinātu enerģijas zudumus elektroenerģijas piegādes laikā. Jauda, kas tiek zaudēta siltumā ir atkarīga $P = I^2 R$ (tieši proporcionāla strāvas stiprumam kvadrātam), ~~Atā~~ tāpēc izmantojot transformatorus samazina strāvas stiprumu, palielina spriegumu ($UV = \text{const}$), veidojot augstsprieguma līnijas. Nonākot pie ~~patērēt~~ patērētājiem spriegumu atkal samazina, jo distancēs vairs nav tik lielas un ir jāsamazina arī katastrofālu nelaimu gadījumu risks. Skolēnu slēdziens ir nepareizs arī tāpēc, ka elektroenerģijas ~~saņemšanas~~ ātrums nav būtiska problēma.

25. attēls. Ekrānšāviņš no 2019. gada CE 3. daļas 1. uzdevuma risinājuma

Skolēns zaudē 1 punktu, nenovērtējot, cik lielā mērā veidojas zudumu samazinājums, ja palielina spriegumu N reizes (vai, piemēram, 2 reizes, ko skolēnam būtu ierastāk lietot analīzei).

Ar 1 punktu no 4 novērtēts skolēna risinājums:

Augstais spriegums elektrolinijās ir nepieciešams, lai maksimālā lielāku skaitu elektroenerģijas patērētāju nodrošinātu ar līdzvērtīgu spriegumu. Ja uz vienas ielas ir 10 māju, katrā mājā ir elektrolinijas atzars, tad šīs mājas principā ir saslēgtas virknes slēgumā. Virknes slēgumā spriegums sadalās proporcionāli uz katru patērētāju (rezistoru). Ja elektrolinijās būs mazs spriegums, tad katrs patērētājs saņems spriegumu, kas ir tuvu 0V. ($U_{\Sigma} = U_1 + U_2 + \dots + U_n$)
Augsts spriegums nenodrošina atērētu elektrības piegādi. Ja šī milzīga elektriskā ķēde būs noslēgta, strāva tur plūdis vienāla.
Laiks, kādā strāva plūst ir atkarīgs no lāciņa lieluma ($\Delta t = \frac{q}{I}$)

26. attēls. Ekrānšāviņš no 2019. gada CE 3. daļas 1. uzdevuma risinājuma

Šis skolēns iegūst tikai vienu punktu, nepiekrītot faktam, ka augstais spriegums elektropārvades līnijās nav saistīts ar elektroenerģijas piegādes ātrumu. Pārējais teksts nesakrīt ar uzdevumā prasīto.

Diemžēl nākamais skolēns par atbildi uz jautājumiem neieguva nevienu punktu, jau sākotnēji pieļaujot konceptuālo kļūdu un mēģinot savienot likumsakarības no formulu lapas, kas tā arī nenoved līdz elektroenerģijas vai jaudas zudumu analīzei:

Spriegumiem ir taisnība, tā kā elektropārvades līnijā spriegums ir fināls strāvas stiprums ir atkarīgs no sprieguma.
(tāsāproporciā) No samanties $I = \frac{q}{\Delta t} \rightarrow \frac{U}{R} = \frac{q}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{Rq}{U}$, var izspriest ka laiks ir apgriezti proporcionāls spriegumam, līdz ar to vienu un to pašu lāciņu augstsprieguma līnijā pārvadīs ātrāk nekā zemāka sprieguma līnijā.

27. attēls. Ekrānšāviņš no 2019. gada CE 3. daļas 1. uzdevuma risinājuma

Dažreiz eksāmena uzdevumos parādās rīcības vārds “**novērtēt**”, kas nozīmē vērtējot, izspriežot noteikt, izsecināt kvalitāti, atbilstību noteiktām prasībām. Aplūkosim piemēru no 2022. gada eksāmena otrās daļas.

9. uzdevums (3 punkti).

Normālos apstākļos – 0 °C temperatūrā un 101 kPa lielā spiedienā – gaisa blīvums ir 1,29 kg/m³. Virs Zemes virsas 20 km augstumā gaisa temperatūra ir –56 °C un spiediens ir 5,53 kPa. Novērtē gaisa blīvumu 20 km augstumā virs Zemes! Parādi spriedumu gaitu!

28. attēls. Ekrānšāviņš no 2022. gada CE 2. daļas 9. uzdevuma

Risinot uzdevumu, skolēnam jāsaprot, ka runa ir par gāzes (gaisa) parametru (temperatūras, spiediena un blīvuma) maiņu divos dažādos stāvokļos. Tātad jāzina vai jāatrod formulu lapā ideālās gāzes stāvokļa jeb Klapeirona – Mendeļejeva vienādojums $pV = \frac{m}{M}RT$, kur, izdalot abas

vienādības puses ar tilpumu V , ienes tajā blīvumu $\rho = \frac{m}{V}$ (1 punkts), iegūstot: $p_1 = \frac{\rho_1}{M} RT_1$ un $p_2 = \frac{\rho_2}{M} RT_2$. Izdalot abas vienādības vienu ar otru, iegūst $\frac{p_1}{p_2} = \frac{\rho_1 T_1}{\rho_2 T_2}$, no kurienes $\rho_2 = \frac{\rho_1 T_1 p_2}{p_1 T_2}$ (1 punkts). Ievietojot skaitliskās vērtības, iegūst $\rho_2 = \frac{1,29 \cdot 273 \cdot 5,53}{101 \cdot 217} \approx 0,089 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ (1 punkts).

Ar 3 punktiem novērtēts skolēna risinājums:

$T_1 = 0^\circ\text{C} = 273\text{K}$ $T_2 = -56^\circ\text{C} = 217\text{K}$ $p_1 = 101\text{ kPa} = 101000\text{ Pa}$ $p_2 = 5,53\text{ kPa} = 5530\text{ Pa}$	$\rho = \frac{m}{V}$, kur m - masa, kg; V - tilpums, m^3 $\frac{pV}{T} = \text{const}$, kur p - spiediens, Pa, V - tilpums, m^3 , T - temperatūra, K.
$\rho_1 = 1,29\text{ kg/m}^3$ $\rho_2 = ?$	Gaisa blīvums ir atkarīgs no tilpuma, tāpēc tā skaitlisko vērtību varēs novērtēt, balstoties uz tilpuma izmaiņām.
$V_1 = \frac{101000\text{V}}{273} = 369,96\text{V}$ $V_2 = \frac{5530\text{V}}{217} = 25,48\text{V}$	$\left. \begin{array}{l} 369,96\text{V} - 1,29\text{ kg/m}^3 \\ 25,48\text{V} - \rho_2\text{ kg/m}^3 \end{array} \right\} \Rightarrow \rho_2 \approx 0,089\text{ kg/m}^3$

29. attēls. Ekrānšāviņš no 2022. gada CE 2. daļas 9. uzdevuma risinājuma

Skolēns sagatavo visus uzdevumā dotos lielumus SI sistēmā, sniedz galvenās likumsakarības. Tālākajā pierakstā vērtētājam gan jāpiepūlas, lai saprastu, cik korekti ir sastādīta proporcija.

Tātad šoreiz, balstoties uz to, ka uzdevuma tekstā bija ļoti daudz skaitliskās informācijas, tad novērtēšana sagaidāma kvantitatīva, t.i., izspriežot arī noteikta prasītā lieluma vērtība.

Gatavojoties eksāmena otrajai daļai, būtu ieteicams maksimāli “reālos” apstākļos trenēties, risinot iepriekšējo gadu uzdevumus, tie atrodami VISC interneta vietnē, konkrētās saites ir šī materiāla beigās sadaļā “Informācijas avoti”, arī Fizmix portālā var izvēlēties eksāmenu uzdevumu sakārtošanu pa gadiem (https://www.fizmix.lv/eksamenu_uzdevumi_gadi). Lai iegūtu pēc iespējas patiesāku priekšstatu par savām zināšanām un spēju labi nokārtot eksāmenu, aicinām izvēlēties konkrētā gada eksāmena 2. un 3. daļas uzdevumus – to pildīšanai bija paredzētas 135 minūtes, kas ir tuvu 2023. gada eksāmenā plānotajam laikam strukturēto uzdevumu risināšanai jeb 130 minūtēm, un tad sākt risināt, uzņemot laiku un veicot tādu pašu pierakstu, kāds tiek sagaidīts eksāmenā. Tas palīdzēs novērtēt laiku, kas jāpatērē uzdevumu atrisināšanai un to pierakstam, kā arī saprast, kādas prasmes papildus pašam jātrenē, lai eksāmenā iekļautos atvēlētajā laikā. Diemžēl tas fakts, ka skolēnam ir saprotama uzdevuma tematika un atrisinājums, vēl nenozīmē, ka šī izpratne tiks atspoguļota “uz papīra” un ieraugāma vērtētājiem. Savu domu un aprēķinu secīgs izklāsts ir prasme, kas jātrenē mācību procesā. Jāņem vērā, ka eksāmena darba burtnīcā atrisinājuma pierakstam ir paredzēts ierobežots “laukums”, tāpēc, pirms rakstīt, jānovērtē, vai paredzētajam risinājumam pietiks vietas – jātrenē arī pieejamas vietas organizēšanas prasme atbilstu lapās, kas dažiem CE pievienotas VISC interneta vietnē. Pēc uzdevumu risināšanas iepazīsties ar pareizajiem atrisinājumiem un veic “paškontroli”, izvērtējot atrisinājumus atbilstoši vērtēšanas kritērijiem! Vislabāk būtu nodot darbu izvērtēšanai fizikas skolotājam un vēlāk kopā pārrunāt kļūdas, lai izprastu, kuras tēmas jāatkārto un kādas prasmes jāuztrenē.

FIZIKAS EKSĀMENA TREŠĀ DAĻA: KOMPLEKSS PĒTĪJUMS

Kompleksa pētījuma veikšana ir eksāmena trešā daļa. To ir paredzēts veikt otrajā dienā. Šīs daļas īpatsvars ir 25% no eksāmena kopvērtējuma. Paredzētais darba izpildes laiks 120 minūtes: 30 minūtes darba plānošanai un 90 minūtes eksperimenta datu apstrādei, izvērtējumam un secinājumiem. Šogad skolēniem fizikas eksāmenā nebūs jāveic eksperiments praktiski, visi dati tiks piedāvāti darba lapā.

Paredzēts, ka eksāmena otrajā dienā plānošanas daļā skolēns plānos pētījumu iespējamam eksperimentam pēc uzdotajām prasībām, piemēram:

- papildini nepieciešamo piederumu un mērinstrumentu sarakstu;
- norādi mērinstrumentu mērapjomu un iedaļas vērtību;
- plāno eksperimenta darba gaitu, iekļaujot izvēlētos piederumus un mērinstrumentus;
- nosaki atkarīgo lielumu un divus fiksētos lielumus.

Arī iepriekšējos gados visos fizikas eksāmenos tika vērtētas pētnieciskās prasmes. Lai atkārtotu ar pētniecisko darbību saistītus pamatjēdzienus, var izmantot, piemēram, 2013.-2021. gadu centralizēto eksāmenu un piloteksāmenu pirmās daļas jautājumus tēmā “Pētnieciskais darbs”, kas ir pieejami Fizmix portālā https://www.fizmix.lv/eksamenu_testi/3651/3652. Uzdevumi ar pētnieciskās darbības elementiem pēdējo desmit gadu laikā tika katru gadu piedāvāti arī fizikas eksāmena 2. un 3. daļās, to apkopojums ar atrisinājumiem un vērtēšanas kritējiem ir atrodamas Fizmix portālā https://www.fizmix.lv/eksamenu_uzdevumi sadaļā “Pētnieciskais darbs”. Nu jau tālajā 2012. gadā VISC metodiķi ir izstrādājuši un publicējuši metodisko līdzekli par pētnieciskās darbības, veicot eksperimentu, vērtēšanu (saite uz to atrodama šī materiāla beigās sadaļā “Informācijas avoti”). Metodiskajā līdzeklī ir detalizēti aprakstīti un skaidroti pētnieciskās darbības soļi, piedāvāti derīgu un nederīgu pētnieciskās darbības soļu aprakstu piemēri, kā arī katram darbības solim piedāvāts “*check-list*” jeb kontroljautājumu kopums, uz kuriem atbildot, var pārliecināties, vai izpratne par pētniecisko darbību ir pietiekama.

Jebkuru pētniecisko darbu veic noteiktā secībā:

- 1) **darba plānošana:** pētāmās problēmas vai pētāmā jautājuma formulēšana, neatkarīgo, atkarīgo un fiksēto lielumu noteikšana, hipotēzes izvirzīšana, darba piederumu, ierīču un vielu izvēle un to specifikācijas norādīšana, pētījuma darba gaitas izstrādāšana;
- 2) **eksperimentālā darbība:** datu ieguve, reģistrēšana (datu reģistrēšanas veida izvēle/datu reģistrēšanas tabulas veidošana) un apstrāde (aprēķinu veikšana, grafiku vai diagrammu konstruēšana);
- 3) **rezultātu analīze un izvērtēšana:** iegūto datu analīze, salīdzinot ar informācijas avotiem, eksperimenta trūkumu un ierobežojumu izvērtēšana un uzlabojumu ieteikšana, secinājumu formulēšana atbilstoši pētāmai problēmai un/vai hipotēzei un iegūtajiem rezultātiem.

Fizika II eksāmena parauga programmas 2. pielikumā ir aplūkojami vispārīgo prasmju un prasmju grupu snieguma līmeņu apraksti arī pētnieciskajai darbībai atbilstoši kritērijiem. Izpratni par pētniecisko darbību skolēns apliecina, izpildot piekļuves nosacījumus.

IETEIKUMI DARBAM AR FORMULU LAPU

Visas aprēķiniem un fizikālo lielumu novērtēšanai nepieciešamās formulas atrodamas fizikas formulu lapā, kuru atļauts izmantot eksāmenā visās daļās. Lai eksāmenā netērētu lieku laiku atbilstošo formulu meklēšanai, ieteicams arī mācību procesā regulāri izmantot šo avotu, kas palīdzēs ātrāk orientēties tur esošajā informācijā. Un, protams, jāzina fizikālo lielumu apzīmējumi un mērvienības – tas attiecas uz visām tēmām un visām eksāmena daļām. Ja eksāmenā pēkšņi kāda fizikāla lieluma apzīmējums ir aizmirsis, to var atrast formulu lapā sarakstā. Tomēr tas, pirmkārt, prasa laiku, kura fizikas eksāmenā parasti pietrūkst, otrkārt, fizikālo lielumu ir vairāk nekā burtu alfabētā. Rezultātā dažreiz centralizētā eksāmena vērtētāji ar izbrīnu lasa skolēnu darbos, ka 2. Ņūtona likuma formulā $F = ma$ ar burtu F tiek apzīmēts “Fokusa attālums” vai arī centrāles paātrinājuma formulā $a = \frac{v^2}{R}$ simbols R ir “Elektriskā pretestība”.

Iepriekšējos gados formulu lapa parasti tika iekļauta skolēna eksāmena uzdevumu burtnīcas sākumā – pirmajā lapas pusē bija fizikas kursā lietotās formulas, otrajā - fizikālās un astronomiskās konstantes aprēķiniem, priedēkļi mērvienību daudzskārtnu un daļvienību nosaukumu veidošanai, kā arī elektromagnētisko viļņu skala. Tomēr, ņemot vērā, ka 2023. gadā skolēni kārtos eksāmenu augstākajā mācību satura apguves līmenī, kas atbilst jaunajam standartam, janvārī VISC tiks publicēts arī jauns datu buklets ar fizikas formulām. Tajā fizikas formulas tiks sadalītas ne tikai pa tēmām (Mehānika, Siltumfizika, Elektromagnētisms, Optika, Modernā fizika), bet arī pa līmeņiem: optimālais līmenis (Fizika I) un padziļinātais līmenis (Fizika II). Apzīmējumu saraksts formulu lapai tiks arī strukturēts piecās tēmās, norādot gan fizikālā lieluma apzīmējumu, gan nosaukumu, gan mērvienību – salīdzinājumam, līdz šīm formulu lapā fizikālo lielumu apzīmējumu sadaļā mērvienības netika norādītas. Ņemot vērā jaunā eksāmena uzsvaru uz pētniecisko darbību, datu bukletā tiks iekļauta arī lapa par kļūdu aprēķiniem. Būtu ieteicams, gatavojoties eksāmenam un izstrādājot pētījumu iesniegšanai, kaut vai tāpēc, lai izpildītu piekļuves nosacījumus, izmantot informāciju par kļūdu aprēķiniem no jaunā datu bukleta – gan lai pārliecinātos par to, ka izstrādātajā darbā kļūdu aprēķini ir veikti korekti, gan lai iepazītos ar jauno datu bukletu, kas eksāmenā, iespējams, palīdzēs ietaupīt laiku. Bukletā iekļautas arī dažas matemātikas formulas, kuras var noderēt, risinot fizikas eksāmena uzdevumus: sakarības taisnleņķa trijstūrī, trigonometriskās pamatsakarības, vektoru saskaitīšana u.c.

Ja māk atrast īsto formulu (vai dažreiz vairākas īstās, lai tās apvienotu, aizstājot atsevišķus lielumus jau ar izteiksmi), tad varēs:

- arī bez skaitļošanas novērtēt dažādu fizikālo lielumu savstarpējo atkarību, kas noderēs uzdevumos pamatojumam, spriedumam vai analīzei;
- ja nepieciešams, izveidot fizikālajam lielumam definīciju;
- izspriest, kā veidojas fizikālo lielumu “salikta” mērvienība;
- iegūt pareizu skaitlisku rezultātu;
- nosaukt atkarīgo un neatkarīgo lielumu kādas problēmas skaidrošanai;
- saskatīt, kādi lielumi jāmēra, lai saplānotu eksperimentu;
- datu apstrādē iegūt netiešo mērījumu rezultātus u.c.

MATEMĀTISKĀS PRASMES FIZIKAS EKSĀMENĀ

Darbības ar pakāpēm

Bieži vien aprēķinu uzdevumos jāsaprotas ar dažādiem fizikālo lielumu mērvienību priedēkļiem, piemēram, 1 mm, 5,4 μm, 2 ns, 1 pF, 80 MW u.c. Jāatceras, ka formulu lapā ir tabula, kurā parādīts, kā aizstāt šos priedēkļus ar atbilstošu skaitļa 10 pakāpes rādītāju, tātad vērtības minētajos piemēros būs jāpārveido:

$$1 \text{ mm} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$5,4 \text{ μm} = 5,4 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$2 \text{ ns} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ s}$$

$$1 \text{ pF} = 1 \cdot 10^{-12} \text{ F}$$

$$80 \text{ MW} = 80 \cdot 10^6 \text{ W} = 8 \cdot 10^7 \text{ W}$$

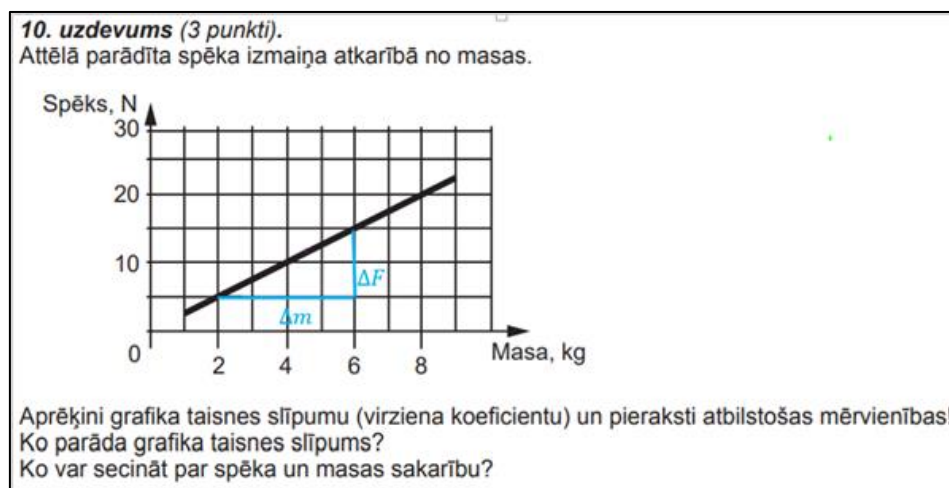
Veicot aprēķinus ar skaitļiem normālformā, jāatceras no matemātikas kursa pamatdarbības ar pakāpēm. Ja nav iemaņu veikt atbilstošās darbības ar zinātnisko kalkulatoru, darbībām ar decimālajām pakāpēm izmanto pakāpju īpašības, atsevišķi veicot darbības ar pakāpēm, un atsevišķi – ar skaitļiem.

$$\text{Piemērs: } 4,3 \cdot 10^{-8} \cdot 5 \cdot 10^2 = (4,3 \cdot 5) \cdot 10^{-8+2} = 2,1 \cdot 10^{-6}$$

Grafiskās informācijas interpretēšana

Apgūstot augstākajā līmenī fiziku un matemātiku, skolēns var demonstrēt eksāmenā arī logaritmēšanas, atvasināšanas un integrēšanas likumsakarības, savukārt, ja tās ir svešas, tad lieto vienkāršākas tuvinātas metodes, ko apguvis Fizika I kursā.

Viens no piemēriem, kā formulu lapa un matemātiskās prasmes lietiski noder, ir 2022. gada CE 2. daļas 10. uzdevums:



30. attēls. 2022. gada CE 2. daļas 10. uzdevums

Aplūkosim iespējamu domāšanas un darbību ceļu, risinot šo uzdevumu (iekavās norādīts, par ko iegūts katrs punkts trīs punktu uzdevumā). Grafiks ir taisne, kas parāda sakarību starp spēku un masu, tāpēc, izvēloties spēka izmaiņu ΔF , kad masas izmaiņa ir Δm , taisnes virziena koeficientu nosaka kā $\frac{\Delta F}{\Delta m} = \frac{10 \text{ N}}{4 \text{ kg}} = 2,5 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ (1 punkts)

Atceroties vai sameklējot formulu lapā 2. Ņūtona likumu $a = \frac{F}{m}$, var apgalvot, ka taisnes slīpums parāda ķermeņa paātrinājumu $a = 2,5 \text{ m/s}^2$ (1 punkts).

Taisnes vienādojums ir $F = 2,5m$, jo tā iet caur koordinātu sākumpunktu, kas nozīmē, ka spēks pieaug tieši proporcionāli masai, piemēram, ķermeņa masu palielinot 2 reizes, pieliktais spēks pieaugs 2 reizes, lai izsauktu to pašu $2,5 \text{ m/s}^2$ lielu paātrinājumu (1 punkts).

Aplūkosim divu skolēnu risinājumu pierakstus un tiem atbilstošus vērtējums:

Risinājums novērtēts ar 1 punktu no 3:

• $k = 2,5$

• grafika taisnes slīpums parāda sauciņu starp spēku un masu.

• Spēka un masas sauciņa: palielinot masu palielinās spēks, jo tie ir tieši proporcionālie lielumi.

31. attēls. Pirmā skolēna risinājums

Risinājums novērtēts ar 0 punktiem no 3:

$\Delta x = x_0 = 2 \text{ m}, x_1 = 6 \text{ m} \quad \Delta x = 4 \text{ m}$

$y_0 = 5 \text{ N}, y_1 = 15 \text{ N} \quad \Delta y = 10$

α - TAISNES SLĪPUMS

$\tan(\alpha) = \frac{\Delta x}{\Delta y} \Rightarrow \alpha = \arctan\left(\frac{\Delta x}{\Delta y}\right) = 21,8^\circ$

GRAFIKA TAISNE S LĪPUMS PARĀDA PĒVAUGUMU

PĒL GRAFIKĀ VAR SEĻINĀT, KA PALIELINĀTĒS VIENAI VĒRTĪBAI PALIELINĀSĒS ARĶ OTRĀ, JĒD PĒVAUGOT SPĒKAM PĒVAUS MASA

32. attēls. Otrā skolēna risinājums

Pirmajam skolēnam punkts piešķirts par to, ka saskata tiešo proporcionalitāti starp spēku un masu. Tomēr nav parādīts, kā iegūst taisnes virziena koeficientu, šoreiz tam jābūt arī ar mērvienību. Otrais skolēns ir dzirdējis, ka taisnes virziena koeficients saistās ar slīpuma leņķa tangensu, bet izrēķina pašu leņķi, ko neprasa uzdevuma nosacījumi, arī pēdējā solī neparādās konkrēta sakarība starp spēku un masu.

Leņķu izteikšana grādos un radiānos

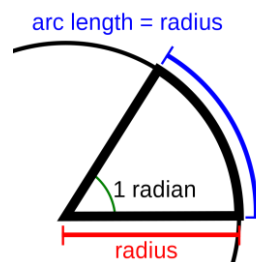
Starptautiskajā mērvienību sistēmā (SI) leņķu mērīšanai lieto radiānus (saīsināti – rad). Radiāns ir bezdimensionāla mērvienība, tāpēc parasti apzīmējumu rad neraksta. Tu esi noteikti izmantojis leņķu pierakstu radiānos matemātikas stundās.

Leņķis grādos	30°	45°	60°	180°	270°	360°
Leņķis radiānos	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{3}$	π	$\frac{3\pi}{2}$	2π

4. tabula. Dažu leņķu vērtības grādos un radiānos

Izvērtējot, kādas vērtības var pieņemt attiecība $\frac{l}{R}$, kur l ir leņķim atbilstošā riņķa līnijas loka garums, bet R ir riņķa līnija rādiuss, iegūstam intervālu no 0 līdz 6,28. Tad katram leņķim neatkarīgi no rādiusa atbilst viena unikālā vērtība no šī intervāla, kas arī ir leņķa lielums radiānos. Šo vērtību var izmantot leņķu mērīšanai. Protams, arī tādas funkcijas, kā sinuss, kosinuss un tangenss, arī ir fiksētie lielumi konkrētam leņķim, bet, atšķirībā no attiecības $\frac{l}{R}$, tie nav tieši proporcionāli leņķa lielumam grādos.

Vienu radiānu liels leņķis atdala no riņķa līnijas loka, kura garums vienāds ar riņķa rādiusu. Vispārīgi,



33. attēls. Avots:

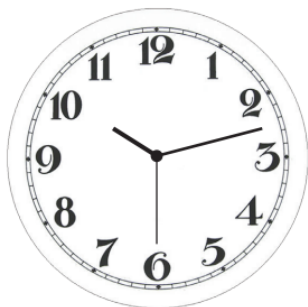
<https://lv.wikipedia.org/wiki/Radiāns>

centra leņķa lielumu radiānos var iegūt, centra leņķim atbilstošā loka garumu dalot ar rādiusu. Sanāk, ka leņķa lielums radiānos parāda, cik reižu šim leņķim atbilstošais loka garums ir lielāks par rādiusu. Piemēram, 180° leņķim grādos atbilst π jeb 3,14 radiāni, kas nozīmē, ka 180° leņķim atbilstošais riņķa līnijas loks ir 3,14 reižu garāks, nekā riņķa līnijas rādiuss – šis fakts visiem zināms arī no riņķa līnijas garuma formulas $C = 2\pi R$.

Aplūkosim piemēru no 2022. gada eksāmena:

1. uzdevums (3 punkti).

Pulkstenis mēra laiku (attēlā).



Fizikas eksāmens sākās plkst. 10:00:00.

Izmantojot attēlu, nosaki, cik ilgs laiks pagājis no fizikas eksāmena sākuma!

Par cik lielu leņķi (grādos un radiānos) ir pagriezies pulksteņa minūšu rādītājs, skaitot no plkst. 10:00:00? Parādi spriedumu gaitu!

34. attēls. Ekrānšāviņš no 2022. gada CE otrās daļas

Uzdevuma formulējumā ir rīcības vārds “**nosaki**”, kas nozīmētu noskaidro, pazīsti vai konstatē dažādas īpatnības, faktus, viedokļus, izmantojot uzdevumā pieejamo informāciju. Vērtējamā prasme: pēc attēla veic mērījumus, lieto fizikas laboratorijas piederumus, veic vienkāršus aprēķinus. Vērtēšanas kritēriji:

- no attēla nosaka, cik ilgs laiks pagājis no eksāmena sākuma - 1 punkts;
- aprēķina pagrieziena leņķi grādos un paskaidro, kā iegūts rezultāts - 1 punkts;
- aprēķina pagrieziena leņķi radiānos un paskaidro, kā iegūts rezultāts - 1 punkts.

Skolēnu risinājuma, kas ir novērtēts ar 3 punktiem, piemērs:

Kopš eksāmena sākuma pagājušas 12 min un 30 sek. jeb 750 sekundes.

1) $1h = 60min = 3600 \text{ sek.} = 360^\circ$ pulksteņa ciparnīcā.

Ja $3600 \text{ sek.} = 360^\circ$, tad $750 \text{ sek.} = 75^\circ$ $\left(\frac{360}{3600} = \frac{x}{750}\right)$

2) 360° atbilst 2π radiāniem

$$\frac{360^\circ}{2\pi} = \frac{75^\circ}{x} \quad x = \frac{2\pi \cdot 75^\circ}{360^\circ} = \frac{5}{12}\pi \approx 1,3 \text{ rad.}$$

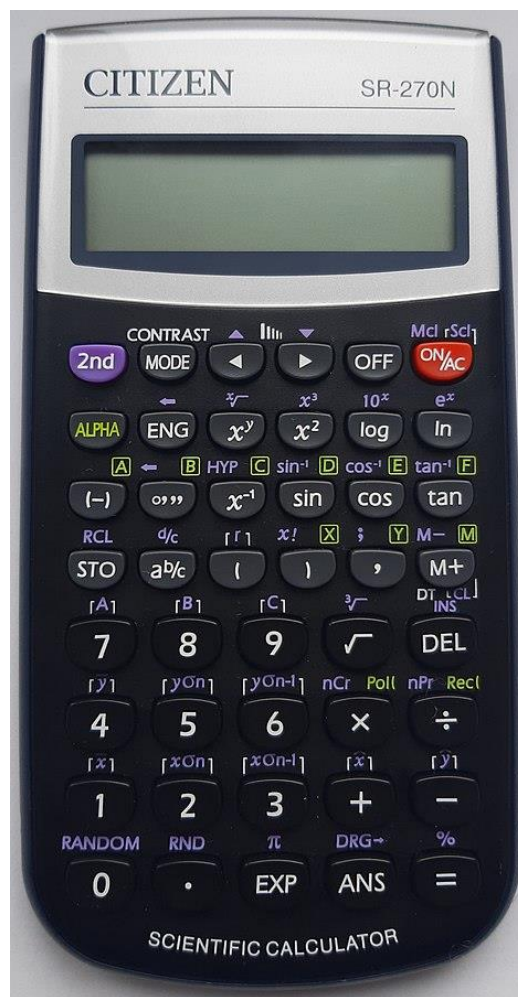
Atbilde. Pulksteņa minūšu rādītājs ir pagriezies par 75° vai $1,3 \text{ rad}$.

35. attēls. Ekrānšāviņš no 2022. gada CE otrās daļas 1. uzdevuma skolēna risinājuma

ZINĀTNISKĀ KALKULATORA LIETOŠANA FIZIKAS EKSĀMENĀ

Fizikas eksāmenā ir atļauts izmantot kalkulatoru ar trigonometriskajām funkcijām. Daudzās skolās fizikas kabinetos skolēniem tiek nodrošināta iespēja izmantot atbilstošus kalkulatorus ikdienas mācību procesā un pārbaudes darbos. Stundās, veicot aprēķinus, skolēni bieži izmanto kalkulatorus savos viedtālrunos vai kādu aplikāciju, piemēram, **Photomath**. Tomēr eksāmenā pie izglītojamiem nedrīkst atrasties tādas ierīces kā viedtālrunis, viedpulkstenis u.c. saziņas un informācijas apmaiņas līdzekļi, tāpēc aprēķinu veikšanai pieejams tikai kalkulators, un būtu vērts laicīgi patrenēties ar to strādāt, lai eksāmenā netērētu laiku, kura bieži vien ļoti pietrūkst.

Parastās aritmētiskās darbības ar skaitļiem (saskaitīšana un atņemšana, reizināšana un dalīšana) parasti nekādas grūtības skolēniem nesagādā, tāpēc turpmāk tās neaplūkosim, bet pievērsīsim uzmanību tām darbībām, kuru veikšana var noderēt eksāmenā un kuras, pēc materiāla autoru novērojumiem, skolēni neprot veikt, izmantojot kalkulatoru.



36. attēls. CITIZEN SR-270N zinātniskās kalkulators. Avots:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CITIZEN_SR-270N.jpg

Trigonometrisko funkciju aprēķināšana

Šajā piemērā aplūkosim darbību ar zinātnisko kalkulatoru CITIZEN SR-270N (skatīt 36. attēlu). Jāpiebilst, ka darbošanās ar citiem kalkulatoriem notiek ļoti līdzīgi.

Pirms rēķināt trigonometrisku funkciju vērtības, jāpārbauda, kuras leņķa mērvienības ir iestatītas – to var redzēt kalkulatora displeja augšējā rindā. Eksāmenā parasti jāreķina trigonometrisku funkciju vērtības leņķiem, kas ir doti grādos. Pārslēgšanai starp grādiem un radiāniem jāizmanto **[MODE]** taustiņš kalkulatora augšējā rindā. Piespiediet to vairākas reizes, kamēr tiks piedāvāta iespēja izvēlēties leņķa mērvienības un izvēlaties grādus, piespiežot taustiņu **[1]** (skatīt 37. attēlu).



37. attēls

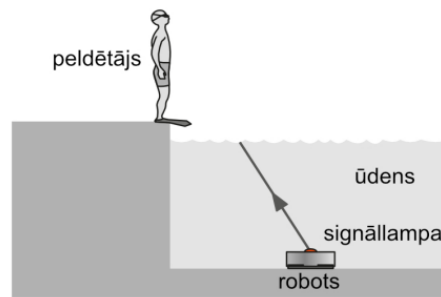
Rezultātā kalkulatora displeja augšā būtu jāparādās uzrakstam “DEG”.

Aplūkosim trigonometrisku funkciju aprēķināšanas algoritmu, izmantojot vienu no Fizika II eksāmena parauga uzdevumiem (skatīt 38. attēlu).

3. uzdevums. Fizika peldbaseinā (14 punkti)

Baseina tīrīšanas robotam uz virsmas novietotas signāllampas.

Zīmējumā ir attēlots viens gaismas stars, kura krišanas leņķis uz robežvirsmu ūdens-gaiss ir 18° .



- 3.1. Ar aprēķiniem pamato, kāpēc šis stars lūzīs tā, ka nenotiks gaismas pilnīgā iekšējā atstarošanās! Absolūtais gaismas laušanas koeficients ūdenim ir 1,33. (3 punkti)

38. attēls. Ekrānšāviņš no Fizika II eksāmena parauga 3. uzdevuma

Risinot uzdevumu 3.1., skolēnam jālieto laušanas likuma formula $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_{\text{gaiss}}}{n_{\text{ūdens}}}$, kur α – stara krišanas leņķis uz robežvirsmu ūdens-gaiss, γ – laušanas leņķis, $n_{\text{ūdens}}$ – pirmās vides (ūdens) absolūtais gaismas laušanas koeficients, n_{gaiss} – otrās vides (gaiss) absolūtais gaismas laušanas koeficients. Robežgadījumā $\gamma = 90^\circ$, $\sin \gamma = 1$ un laušanas likuma formulu var pārrakstīt: $\sin \alpha_0 = \frac{n_{\text{gaiss}}}{n_{\text{ūdens}}}$, kur α_0 ir pilnīgās iekšējās atstarošanās robežleņķis. Pamatojumu var veikt divos veidos: aprēķināt laušanas leņķi pēc uzdevumā dotajiem datiem vai, aprēķinot robežleņķi, parādīt, ka tā vērtība ir lielāka, nekā krišanas leņķa vērtība uzdevumā, un tāpēc pilnīgā iekšējā atstarošanās nenotiks. Aplūkosim abu aprēķinu variantu veikšanu, izmantojot zinātnisko kalkulatoru.

Laušanas leņķa aprēķināšana	
Aprēķinu piemērs	Atbilstošās darbības ar kalkulatoru
$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_{\text{gaiss}}}{n_{\text{ūdens}}} \Rightarrow \sin \gamma = \frac{n_{\text{ūdens}} \cdot \sin \alpha}{n_{\text{gaiss}}}$ $\frac{n_{\text{ūdens}} \cdot \sin \alpha}{n_{\text{gaiss}}} = \frac{1,33 \cdot \sin 18^\circ}{1} \approx 0,41$ $\gamma = \arcsin 0,41 \approx 24,3^\circ$	1,33[x][sin]18[=]  39. attēls Lai pēc aprēķinātās sinusa vērtības noteiktu leņķi, jāizmanto inversās trigonometriskās funkcijas $[\sin^{-1}]$ aprēķināšana, pārslēgšanās uz to notiek, izmantojot taustiņu [2nd]: [2nd][sin][=]  40. attēls
Pilnīgās iekšējās atstarošanas robežleņķa aprēķināšana	
Aprēķinu piemērs	Atbilstošās darbības ar kalkulatoru
$\sin \alpha_0 = \frac{n_{\text{gaiss}}}{n_{\text{ūdens}}} = \frac{1}{1,33} \approx 0,75$ $\alpha_0 = \arcsin 0,75 \approx 48,8^\circ$ Vai arī vienā darbībā: $\alpha_0 = \arcsin \frac{n_{\text{gaiss}}}{n_{\text{ūdens}}} = \arcsin \frac{1}{1,33} \approx 48,8^\circ$	1[÷]1,33[=][2nd][sin][=]  41. attēls Vai arī vienā darbībā, izmantojot iekavas: [2nd][sin][(1[÷]1,33)][=]

5. tabula. Kalkulatora izmantošana trigonometrisko funkciju aprēķināšanai

Skolēnam atliek uzrakstīt pamatojumu, ka stars lūzīs, jo situācijai atbilst reāls laušanas leņķis vai arī krišanas leņķis ir mazāks par pilnīgās iekšējās atstarošanās robežleņķi.

Darbības ar pakāpēm, izmantojot zinātnisko kalkulatoru

Vidusskolas fizikas uzdevumos lietojamo skaitļu diapazons ir milzīgs, piemēram, no elektrona miera masas ar kārtu 10^{-31} kg līdz Saules masai ar kārtu 10^{30} kg. Tāpēc fizikas kursā, risinot uzdevumus, pieņemts veikt darbības un pierakstīt rezultātu, izmantojot skaitļu pierakstu normālformā jeb izmantojot priedēkļus. Aplūkosim kā, izmantojot zinātnisko kalkulatoru, veikt darbības ar pakāpēm. Iespējams, informātikas stundās, darbojoties ar izklājlapu lietotni (piemēram, *Microsoft Excel*), esi pamanījis, ka lielo skaitļu pierakstam tiek automātiski piemērots zinātniskais formāts: skaitlis $6,4 \cdot 10^6$ jeb 6400000 tiek atspoguļots šūnā kā 6,4E+6, bet skaitlis $6,7 \cdot 10^{-11}$ kā 6,7E-11, kur simbols “E” nozīmē “desmit pakāpē”. Arī, piedaloties Fizikas valsts olimpiādes otrajā posmā, kas norisinās tiešsaistē, dalībniekiem piedāvāta instrukcija ļoti lielo vai ļoti mazo skaitļu ievadīšanā: “Ja ir jāievada ļoti lieli vai ļoti mazi skaitļi, izmanto skaitļu standartu pierakstu, atdalot mantisu no eksponentes ar „e” vai „E” (piemēram, $0,0000124 = 1,24 \times 10^{-5}$ pieraksta atbildē kā 1,24e-5).” Arī zinātniskajos kalkulatoros, veicot darbības ar skaitļiem normālformā, pieņemts pierakstīt skaitļus, izmantojot mantisu (skaitļa vērtība, neievērojot kārtu) un eksponenti (desmitnieka kāpinātājs) un atdalot tos ar “e”. Piemēram, lai ievadītu kalkulatorā Zemes masas vērtību SI vienībās $6 \cdot 10^{24}$, jānospiež secīgi: 6[EXP]24, rezultātā uz kalkulatora displejā parādīsies “6e24”. Lai ievadītu kalkulatorā skaitli ar negatīvo kāpinātāju, piemēram, elektrona lādiņa vērtību SI vienībās $1,6 \cdot 10^{-19}$, jānospiež secīgi 1,6[EXP][(-)]19, rezultātā uz kalkulatora displejā parādīsies “1.6e -19”. Pievērsiet uzmanību, ka negatīvajam kāpinātājam izmanto ne “parasto” mīnus zīmi [-] aritmētisko darbību taustiņu sadaļā, bet speciālo taustiņu [(-)].

Aplūkosim kalkulatora izmantošanu darbībām ar skaitļiem normālformā sākumā vienkāršākajā piemērā:

9. uzdevums (3 punkti)

Plānots, ka Latvijā 5G mobilais tīkls strādās, izmantojot 3,5 GHz un 26 GHz frekvences. Cik liels ir šo viļņu garums milimetros? Parādi aprēķinu gaitu!

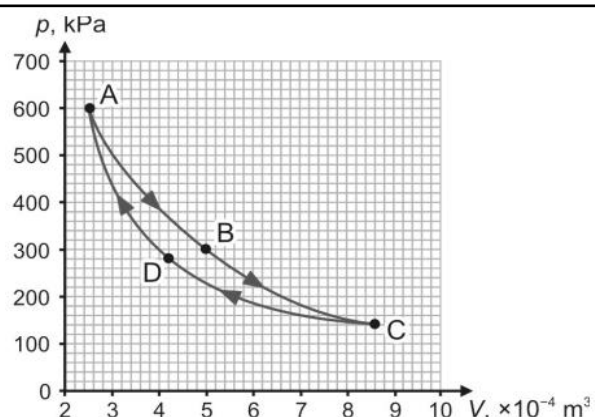
42. attēls. Ekrānšāviņš no 2020. gada CE 2. daļas

Aprēķinu piemērs	Atbilstošās darbības ar kalkulatoru
$f_1 = 3,5 \text{ GHz} = 3,5 \cdot 10^9 \text{ Hz}$ $f_2 = 26 \text{ GHz} = 26 \cdot 10^9 \text{ Hz}$ $\lambda_1, \lambda_2 - ?$ $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \lambda = cT = \frac{c}{f}$ $\lambda_1 = \frac{c}{f_1} = \frac{3 \cdot 10^8}{3,5 \cdot 10^9} \approx 0,0857 \text{ m}$ $\quad \quad \quad = 85,7 \text{ mm}$ $\lambda_2 = \frac{c}{f_2} = \frac{3 \cdot 10^8}{26 \cdot 10^9} \approx 0,0115 \text{ m}$ $\quad \quad \quad = 11,5 \text{ mm}$	λ_1 aprēķināšana (izteiksmes beigās reizināšana ar 1000 jeb 10^3 veikta, lai iegūto rezultātu no metriem pārveidotu milimetros): 3[EXP]8[÷]3,5[EXP]9[*]1 [EXP]3[=]  43. attēls λ_2 aprēķināšana: 3[EXP]8[÷]26[EXP]9[*]1 [EXP]3[=]  44. attēls

6. tabula. Kalkulatora izmantošana darbībām ar pakāpēm

Aplūkosim kalkulatora izmantošanu darbībām ar skaitļiem normālformā, izmantojot vienu no Fizika II eksāmena parauga uzdevumiem.

2.6. Parādi ar aprēķiniem, ka izotermiskā procesā posmā AB gāzes veiktais darbs ir aptuveni 110 J! (3 punkti)



45. attēls. Ekrānšāviņš no Fizika II eksāmena parauga 2. uzdevuma

Rēķinot veikto darbu kā laukumu trapecei	
Aprēķinu piemērs	Atbilstošās darbības ar kalkulatoru
$p_A = 600 \text{ kPa} = 6 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ $p_B = 300 \text{ kPa} = 3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ $V_A = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$ $V_B = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$ $A = p_{\text{vid}} \Delta V$ $A = \frac{6 \cdot 10^5 + 3 \cdot 10^5}{2} \cdot (5,0 \cdot 10^{-4} - 2,5 \cdot 10^{-4})$ $A \approx 113 \text{ J}$	$6[\text{EXP}]5[+]3[\text{EXP}]5[=][\div]2[=][*][(5[\text{EXP}](-))]4[[-]2,5[\text{EXP}](-)]4[)][=]$ Ja komandas ir ievadītas korekti, uz kalkulatora displeja tiks izvadīta skaitliskā atbilde 112,5. Piezīme: iegūtais rezultāts ir posmā AB veiktā darba novērtējums “no augšas”, pamatojot, skolēnam jāparāda izpratne, ka reāli veiktais darbs ir mazliet mazāks par iegūto vērtību.
Rēķinot veikto darbu, izmantojot darba aprēķināšanas formulu izotermiskajā procesā	
Aprēķinu piemērs	Atbilstošās darbības ar kalkulatoru
$p_A = 600 \text{ kPa} = 6 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ $p_B = 300 \text{ kPa} = 3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ $V_A = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$ $V_B = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$ Darbs izotermiskajā procesā: $A = \frac{m}{M} RT \ln \frac{V_B}{V_A}$ Ievērojot, ka $pV = \frac{m}{M} RT = \text{const}$, iegūst $A = p_A V_A \ln \frac{V_B}{V_A}$ $A = 6 \cdot 10^5 \cdot 2,5 \cdot 10^{-4} \ln \frac{5 \cdot 10^{-4}}{2,5 \cdot 10^{-4}} \approx$ $\approx 104 \text{ J}$	Ievērojot, ka pakāpes zem naturālā logaritma saīsinās: $6[\text{EXP}]5[*]2,5[\text{EXP}]([(-))]4[*][\ln]([5[\div]2,5][)])[=]$  46. attēls Ievērojot, ka izteiksme zem naturālā logaritma vienāda ar 0,5, var saīsināt ievadi: $6[\text{EXP}]5[*]2,5[\text{EXP}]([(-))]4[*][\ln]0,5[=]$

7. tabula. Kalkulatora izmantošana darbībām ar pakāpēm

Nobeigumā rekomendējam, gatavojoties eksāmenam, ievērot psihologu ieteikumus: atgādināt sev, ka lielu daļu materiāla tu zini ļoti labi, atkārtot mācību vielu kopā ar citiem klasesbiedriem un noteikti labi izgulēties pirms eksāmena. Veiksmi!

INFORMĀCIJAS AVOTI

1. Informatīvais ziņojums par darba tirgus vidējā un ilgtermiņa prognozēm. (2020)
Pieejams: <https://www.em.gov.lv/lv/darba-tirgus-zinojums>
2. European Commission. (2020) A Strategy for Smart, Sustainable and Inclusive Growth.
Pieejams: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010DC2020&from=en>
3. Valsts pārbaudes darbi 2022./2023. mācību gadā. Pieejams:
<https://www.visc.gov.lv/lv/media/19704/download?attachment>
4. Noteikumi par valsts pārbaudes darbu norises laiku 2022./2023. mācību gadā. Ministru kabineta 2022. gada 13. decembra noteikumi Nr. 778. Pieejams
<https://www.vestnesis.lv/op/2022/243.10>
5. Padziļinātais kurss Fizika II augstākajā mācību satura apguves līmenī. Valsts pārbaudes darba programma. Pieejams <https://mape.skola2030.lv/resources/13951>
6. Padziļinātais kurss Fizika II augstākajā mācību satura apguves līmenī. Valsts pārbaudes darba paraugs. Pieejams <https://mape.skola2030.lv/resources/14749>
7. Fizmix.lv portālā apkopoti eksāmenu uzdevumi, to atrisinājumi un vērtēšanas kritēriji.
Pieejams https://www.fizmix.lv/eksamenu_uzdevumi
8. Fizmix.lv portālā apkopoti eksāmenu 1. daļas uzdevumi, to atbildes un skaidrojumi.
Pieejams https://www.fizmix.lv/eksamenu_testi
9. 2016. gada fizikas piloteksāmena uzdevumi. Pieejams:
<https://www.visc.gov.lv/lv/media/12574/download?attachment>
10. 2017. gada fizikas piloteksāmena uzdevumi. Pieejams:
<https://www.visc.gov.lv/lv/media/12719/download?attachment>
11. 2018. gada fizikas centralizētā eksāmena uzdevumi. Pieejams:
<https://www.visc.gov.lv/lv/media/12908/download?attachment>
12. 2019. gada fizikas centralizētā eksāmena uzdevumi. Pieejams:
<https://www.visc.gov.lv/lv/media/13079/download?attachment>
13. 2020. gada fizikas centralizētā eksāmena uzdevumi. Pieejams:
<https://www.visc.gov.lv/lv/media/13247/download?attachment>
14. 2021. gada fizikas centralizētā eksāmena uzdevumi. Pieejams:
<https://www.visc.gov.lv/lv/media/14163/download?attachment>
15. 2022. gada fizikas centralizētā eksāmena uzdevumi. Pieejams:
<https://www.visc.gov.lv/lv/media/17141/download?attachment>
16. Engelhardt, P. V. (2009). An introduction to classical test theory as applied to conceptual multiple-choice tests. Getting started in PER, 2(1), 1-40.
17. Voronenko L., Špūle K. Valsts pārbaudes darbi 2022./2023. mācību gads. 2022. gada 5. oktobra prezentācija. Pieejams: <https://www.visc.gov.lv/lv/media/19262/download>
18. Arons, A. B., & Redish, E. F. (1997). Teaching introductory physics. New York: Wiley.
19. Knight, R. D. (2004). Five easy lessons: Strategies for successful physics teaching.
20. Cābelis A. red. (2012). Centralizētā eksāmena bioloģijā, fizikā un ķīmijā 4. daļas (pētnieciskā darbība, veicot eksperimentu) vērtēšana. Metodiskais materiāls. Pieejams:
https://registri.visc.gov.lv/vispizglitiba/eksameni/dokumenti/metmat/ce_biofizikim_pet_v_ert.pdf

Pielikums

PAMATJĒDZIENI, LIKUMI UN PROCESI FIZIKA I UN FIZIKA II KURSĀ

Mehānika

Fizika I: trajektorija, ceļš, pārvietojums, momentānais ātrums, vidējais ātrums, masas punkts, atskaites sistēma, ķermeņa koordināta, vienmērīga taisnlinijas kustība, paātrinājums, vienmērīgi paātrināta taisnlinijas kustība, brīvās krišanas paātrinājums, vienmērīga kustība pa riņķa līniju, centrīes paātrinājums, lineārais ātrums, rotācijas kustība, rotācijas periods, rotācijas frekvence, inerce, 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, ķermeņa svars, bezsvara stāvoklis, kosmiskais ātrums, mākslīgais pavadonis, darbs, enerģija, jauda, pilnā mehāniskā enerģija, potenciālā enerģija, kinētiskā enerģija, harmoniskas svārstības, periods, frekvence, amplitūda, atsperes svārstis, matemātiskais svārstis, rezonanse, interference, difrakcija, gareņviļņi, šķērsviļņi.

Fizika II: lineārais ātrums, leņķiskais ātrums, leņķiskais paātrinājums, tangenciālais (lineārais) paātrinājums, svara maiņa, pārslodze, smaguma centrs, punkta un ķermeņa inerces moments, impulsa moments, impulsa momenta nezūdamības likums, slīps sviediens, absolūti elastīga sadursme, absolūti neelastīga sadursme, ķermeņu sistēmas impulsa nezūdamības likums, harmonisku svārstību vienādojums, cikliskā frekvence, svārstību rīšana, krejviļņi, stāvviļņi, viļņu superpozīcijas princips, skaņas spiediens, skaņas intensitāte.

Siltumfizika

Fizika I: atoms un molekula, vielas masa, blīvums, tilpums, ideāla gāze, gāzes spiediens, šķidruma spiediens, Arhimēda spēks, elastības jeb stinguma koeficients, elastības robeža, vienatomu un divatomu gāze, absolūtā temperatūra, īpatnējais sadegšanas siltums, īpatnējā siltumietilpība, siltuma bilances vienādojums, gāzes molekulas brīvības pakāpes, īpatnējais kušanas siltums, siltuma daudzums, kalorija.

Fizika II: molekulas masa, molmasa, absolūtā temperatūra, gāzes iekšējā enerģija, reāla gāze, izoprocesi gāzēs, gāzes izplešanās darbs, termodinamikas likumi, adiabatiskais process, siltuma mašīnas un to lietderības koeficients, gāzes molārā siltumietilpība izoparametriskajos procesos, entropija, siltumvadīšana, konvekcija, siltumstarojums, fāžu pārejas, siltumietilpība, īpatnējais iztvaikošanas siltums, īpatnējais kušanas siltums, termiskā izplešanās, virsmas spraigums, deformācija, piesātināts tvaiks, nepiesātināts tvaiks, gaisa absolūtais un relatīvais mitrums.

Elektromagnētisms

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

Fizika II: elektriskā lauka potenciālā enerģija, potenciāls, dielektriķis, īpatnējā pretestība, strāvas blīvums, maiņstrāva, reaktīvā pretestība, aktīvā pretestība, sprieguma vektordiagramma, strāvas

vektordiagramma, pretestības vektordiagramma, transformatora lietderības koeficients, pusvadītājs, diode, tranzistors, maiņstrāvas taisngriezis, LC kontūrs.

Optika

Fizika I: apgaismojums, gaismas plūsma, optiskais blīvums, gaismas atstarošanās, gaismas pilnīgā iekšējā atstarošanās, gaismas laušana, krišanas leņķis, atstarošanas leņķis, laušanas leņķis, spogulis, prizma, lēca, fokusa attālums, optiskais stiprums, redzes optiskie defekti, optiskās ierīces (instrumenti), gaismas ātrums, gaismas laušanas koeficients, infrasarkanais starojums, redzamā gaisma, ultravioletais starojums, atstarošanās, laušana, interference, difrakcija, polarizācija, polarizators, difrakcijas režģis.

Fizika II: šķērsvilnis, difrakcija, polarizācija, interference, plānās kārtiņas, difrakcijas režģis, gājuma difference, monohromatiska gaisma, fāžu nobīde, interference maksimums, interference minimums, dubultsprauga, hologrāfija, Doplera efekts.

Modernā fizika

Fizika I: elektrona enerģijas līmeņi, kvanti, kodolspēks, līniskais spektrs, nepārtrauktais spektrs, emisijas spektrs, absorbcijas spektrs, spektrālanalīze, 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.

Fizika II: fotoefekts, kvants, izejas darbs, sarkanā robeža, korpuskula, de Brojī vilnis, enerģijas līmeņi, lāzers, emisija, absorbcija, spektrs, Bora atoma modelis, siltumstarojums, Stefana–Bolcmaņa likums, emisijas koeficients, absorbcijas koeficients, reliktstarojums, masas–enerģijas ekvivalence, nuklonu saites enerģija, radioaktivitāte, kodolreakcijas, elementārdaļiņu standartmodelis, fermioni, bozoni, daļiņas–antidaļiņas pāris, anihilācija, Lielais Sprādziens.

Eksperimentālā un pētnieciskā darbība

Fizika I: 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.

Fizika II: absolūtā un relatīvā kļūdas tiešajos un netiešajos mērījumos.

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, linearizē u.c.), lineāra funkcija, tiešā proporcionalitāte, trigonometriskās funkcijas, apgrieztā proporcionalitāte, n -tās pakāpes sakne, polinoms, radiāns, eksponentfunkcija.