



Fizika II

**Padziļinātā kursa programmas paraugs
vispārējai vidējai izglītībai**

© Valsts izglītības satura centrs | ESF projekts Nr. 8.3.1.1/16/I/002
Kompetenču pieeja mācību saturā

Fizika II

Padziļinātā kursa programmas paraugs vispārējai vidējai izglītībai

Padziļinātā kursa programmas paraugs ir izstrādāts Eiropas Sociālā fonda projektā "Kompetenču pieeja mācību saturā" (turpmāk – Projekts).

Mācību satura izstrādi pirmsskolas, pamatizglītības un vispārējās vidējās izglītības pakāpē Projektā vadīja **Dace Namsone** un **Zane Oliņa**.

Padziļinātā kursa programmas parauga izstrādi un sagatavošanu publicēšanai Projektā vadīja **Mihails Basmanovs** un **Pāvels Pestovs**.

Padziļinātā kursa programmas paraugu izstrādāja **Ludmila Belogradova, Jānis Bukins, Ata Krūmiņa, Ģirts Zāģeris, Valdis Zuters**.

Padziļinātā kursa programmas paraugu izvērtēja ārējie eksperti: mācību satura recenzents **Voldemārs Muižnieks** un zinātniskā recenzente **Lolita Jonāne**.

Projekts izsaka pateicību visām Latvijas izglītības iestādēm, kas piedalījās mācību satura aprobācijā.

ISBN 978-9934-24-004-1

Saturs

Ievads	4	Pielikumi	38
Mērķis un uzdevumi	5	1. Kursu programmu paraugos lietotie kodi	38
Mācību saturs	5	2. Fizika II padziļinātajā kursā plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti	39
Vērtēšanas saturs, mācību sasniegumu vērtēšanas formas un metodiskie paņēmieni	7	3. Plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti caurviju prasmēs, beidzot vispārējās vidējās izglītības pakāpi	46
Sasniedzamo rezultātu veidi, vērtēšanas formas un metodiskie paņēmieni	7	4. Vērtēšanas uzdevumu piemēri	48
Kursa vērtēšanas saturs	7	1. uzdevums. Pētnieciskais darbs par horizontālo sviedrienu	48
Kursa apguves prasības	9	2. uzdevums. Hipotēzes izteikšana par CO ₂ koncentrācijas ietekmi uz cilvēka veselību	56
Ieteikumi mācību darba organizācijai	10	3. uzdevums. Zinātniska argumentēšana par 5G tehnoloģijām	58
Mācību satura apguves norise	12	4. uzdevums. Skaidrošana par rotācijas dinamiku	62
Kursa satura pārskats	12	5. uzdevums. Modelēšana par gāzes izplatīšanos traukā	64
Temata ietvara struktūras paraugs	13	6. uzdevums. Salīdzināšana par interferences parādību	66
Izvērsti kursa saturs	14	7. uzdevums. Prognozēšana par objektu viļņa-dalīšanas duālismu	68
1. Mehānika	14	5. Mācību satura apguvei izmantojamie mācību līdzekļi un resursi	70
2. Siltumfizika	19		
3. Elektromagnētisms	25		
4. Viļņu optika	29		
5. Modernā fizika	33		
Metodiskais komentārs par uzdevumu piemēriem			
4. pielikumā	37		

levars

Kursa programmas struktūra

Fizika II padziļinātā kursa programmas (turpmāk – programma) paraugs ir veidots, lai palīdzētu skolotājiem īstenot Ministru kabineta 2019. gada 3. septembra noteikumus Nr. 416 “Noteikumi par valsts vispārējās vidējās izglītības standartu un vispārējās vidējās izglītības programmu paraugiem” (turpmāk – standarts) noteiktos plānotos skolēnam sasniedzamos rezultātus dabaszinātņu mācību jomā mācību satura apguves augstākajā līmenī.

Programmā iekļauti:

- kursa mērķis un uzdevumi;
- mācību saturs;
- vērtēšanas saturs, mācību sasniegumu vērtēšanas formas un metodiskie paņēmieni;
- ieteikumi mācību darba organizācijai;
- mācību satura apguves norise;
- vērtēšanas uzdevumu piemēri.

Mācību satura apguvei izmantojamo mācību līdzekļu un resursu apkopojošs uzskaitījums pievienots 5. pielikumā. Mācību saturs programmā ir veidots atbilstoši standartā noteiktajiem dabaszinātņu mācību jomas plānotajiem skolēnam sasniedzamajiem rezultātiem mācību satura apguves augstākajā līmenī.

Programma veidota, paredzot, ka kursa apguvei vidējās izglītības pakāpē tiks atvēlētas 210 mācību stundas. Taču skolai ir iespējams mainīt mācību stundu skaitu kursā, to nesamazinot vairāk par 15 %. Ieteikumus mācību darba organizācijai skatīt programmas sadaļā “Ieteikumi mācību darba organizācijai”. Programmas paraugam ir ieteikuma raksturs. Skolotāji var izmantot šo programmu vai arī izstrādāt savu programmu.

Mācību satura un pieejas akcenti

Vispārējās vidējās izglītības satura īstenošanas mērķis ir lietpratīgs skolēns, kurš apzinās savas personiskās spējas un intereses mērķtiecīgai personiskās un profesionālās nākotnes veidošanai, kurš ciena sevi un citus, padziļina zināšanas, izpratni, prasmes un turpina nostiprināt vērtības un tikumus atbilstoši saviem nākotnes mērķiem, atbildīgi, inovatīvi un produktīvi darbojas paša, ģimenes, labklājīgas un ilgtspējīgas Latvijas valsts un pasaules veidošanā.

Vidējās izglītības pakāpes loma ir dot iespēju jauniešiem mācīties iedziļinoties atbilstoši viņu interesēm un nākotnes mērķiem, padziļinot un vispārinot pamatzglītībā apgūto (10./11. klase), un mācoties dziļāk, šaurākā mācību jomu lokā (11./12. klase).

Mācību jomā plānotos rezultātus augstākajā mācību satura apguves līmenī skolēns apgūst padziļinātajā kursā. Tā mērķis ir sniegt zināšanas, izpratni un veidot prasmes, apziņāti, atbildīgi, radoši un patstāvīgi pārraugot savu izzināšanas darbību, risinot problēmas nepazīstamās, sarežģītās situācijās, veidojot dziļu konceptuālu izpratni mācību jomā, saskatot starpdisciplināras likumsakarības un mācoties patstāvīgi plānot, īstenot, uzraudzīt un izvērtēt produkta radīšanas procesu.

Apgūstot Fizika II kursa mācību saturu augstākajā mācību satura apguves līmenī, skolēns risina kompleksas starpdisciplināras problēmas, padziļinot izpratni par dabaszinātņu fundamentāliem procesiem, mērķtiecīgi izmanto daudzveidīgus matemātiskos modeļus fizikālo procesu analizē, kā arī lieto pētījumu datu ieguves un apstrādes metodes jaunās situācijās.

Kursa mērķis un uzdevumi

Fizika II kursa apguves mērķis un uzdevumi skolēnam ir

- 1) padziļināt un paplašināt teorētiskās zināšanas par fundamentāliem procesiem dabā un pētnieciskās prasmes fizikā, risinot kompleksas starpdisciplināras problēmas;
- 2) pilnveidot prasmi analizēt un strukturēt parādības un procesus dabā un tehnikā;
- 3) mērķtiecīgi izmantot daudzveidīgus matemātiskos modeļus fizikālo procesu analizē;
- 4) lietot pētījumu datu ieguves un apstrādes metodes jaunās situācijās;
- 5) rast iespēju pēc paša ierosmes atbildīgi rīkoties vides mērķtiecīgā apsaimniekošanā un saglabāšanā.

Mācību saturs

Vidējās izglītības pakāpē mācību saturs ir izstrādāts, fokusējoties uz skolēnam būtiskāko, lai veidotos lietpratība (kompetence) kā komplekss skolēna mācīšanās rezultāts ilgākā periodā. Mācību saturs ir organizēts saskaņā ar mācību satura būtiskākajiem pamatjēdzieniem jeb lielajām idejām, kas skolēnam jāapgūst, lai veidotos vienota izpratne par apkārtējo pasauli un sevi tajā. Lielās idejas veido obligātā mācību satura strukturālo ietvaru. Tām atbilstoši aprakstītas prasības mācību satura apguvei jeb plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti, pabeidzot noteiktu izglītības pakāpi.

Dabaszinātņu mācību jomas lielās idejas, par kurām skolēns veido izpratni arī Fizika II kursā, ir šādas.

- Visumā matērija sastāv no ļoti mazām daļiņām.
- Objekti var attālināti iedarboties cits uz citu.
- Objekta kustības maiņai ir nepieciešama kopējā spēka iedarbība.
- Enerģija Visumā nezūd un nerodas, enerģija var tikt uzkrāta dažādās formās; noteiktos procesos tā pāriet no vienas formas citā.
- Mūsu Saules sistēma ir ļoti maza daļa vienā no miljardiem galaktiku Visumā.
- Zinātnes uzdevums ir atrast dabā notiekošo parādību cēloņus.
- Skaidrojumi, teorijas un modeļi ir zinātniski, ja tie vislabāk atbilst konkrētajā laikā pieejamajiem novērojumiem un faktiem.
- Zinātnes lietojumam bieži vien ir ētisks, politisks, ekonomisks un sociāls konteksts.

Standartā plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti mācību jomā un no tiem atvasinātie sasniedzamie rezultāti padziļinātā kursa programmā ir kompleksi – galarezultāts veidojas darbībā, kura ietver gan mācību jomas zināšanas, izpratni un prasmes, gan vispārīgās jeb caurviju prasmes (turpmāk – caurviju prasmes), gan vērtībās balstītus ieradumus. Katra kursa skolotāja viens no uzdevumiem ir to visu attīstīt.

Caurviju prasmju apguve un izmantošana ikdienā ir nozīmīgs priekšnoteikums dziļākas izpratnes veidošanai kursā. Vingrinoties izmantot caurviju prasmes kursam specifiskos veidos un situācijās, skolēns vienlaikus iegūst vispārīgas prasmes, kuras varēs izmantot visu dzīvi. Standartā plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti caurviju prasmēs, beidzot vispārējās vidējās izglītības pakāpi, iekļauti programmas 3. pielikumā.

Fizika II kursā īpaši attīsta šādas caurviju prasmes.

- **Kritiskā domāšana un problēmrisināšana** – veicot pētījumus un risinot praktiskos uzdevumus kursa ietvaros, skolēns formulē jautājumus, lai kritiski analizētu kompleksus dabas procesus un abstraktas fizikālas idejas; analizējot pieejamos informācijas avotus, izzina kontekstu, to analizē, kritiski izvērtē, kā arī apvieno zināšanas, kas iegūtas, izmantojot dažādus informācijas avotus, lai sasniegtu konkrētu mērķi. Gūst vispusīgu, precīzu informāciju par kompleksi fizikāliem jautājumiem, izvērtē tās ticamību un derīgumu, kā arī analizē, kādēļ atsevišķās situācijās ticamu informāciju par dažāda mēroga objektiem dabā iegūt ir grūti.
- **Pašvadīta mācīšanās** – veicot pētījumus un risinot praktiskos uzdevumus kursa ietvaros, skolēns izvirza īstermiņa un ilgtermiņa mērķus, formulē kritērijus, pēc kuriem izvērtēt, vai mērķis ir sasniegts, plāno mērķa īstenošanas soļus, pārbauda plāna īstenošanu un nepieciešamības gadījumā plānu pielāgo, uzņemas atbildību par soļu īstenošanu un mērķu sasniegšanu, patstāvīgi izvēlas, pielāgo un lieto stratēģijas kompleksās situācijās.
- **Sadarbība** – veicot pētījumus un risinot praktiskos uzdevumus kursa ietvaros un darbojoties grupā, skolēns novērtē un ņem vērā grupas biedru emocijas, domas un kontekstu kopumā, atbalsta vai virza konstruktīvu grupas dalībnieku sadarbību.

- **Pilsoniskā līdzdalība** – informējot klases biedrus, citus skolēnus un sabiedrības locekļus par iegūtām zināšanām kursa apguves procesā un savu pētījumu rezultātiem, dažādām auditorijām skaidro savu skatījumu par kopsakarībām gan vietējā, gan globālā mērogā, savu skaidrojumu pamato ar dažādiem faktiem; izvērtē individu, sabiedrības un vides mijiedarbību.
- **Digitālā prasme** – veicot pētījumus un risinot praktiskos uzdevumus kursa ietvaros, skolēns izvēlas vai pielāgo un efektīvi izmanto digitālos rīkus konkrētiem īstermiņa un ilgtermiņa mērķiem iegūto eksperimentālo datu apstrādei, attēlošanai un analīzei, analizē digitālās komunikācijas ieguvumus un riskus, secinājumus izmanto atbilstīgi savu un sabiedrības kopējo mērķu labā, analizē un novērtē tehnoloģiju lomu dažādos kontekstos, izvērtē veselīgus tehnoloģiju lietošanas paradumus, tos pielāgo vajadzībām un ievēro.

Vērtēšanas saturs, mācību sasniegumu vērtēšanas formas un metodiskie paņēmieni

Sasniedzamo rezultātu veidi, vērtēšanas formas un metodiskie paņēmieni

Programmas ietvaros paredzēti četru veidu plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti: zināšanas un izpratne, prasmes, vērtībās balstīti ieradumi un zināšanu, izpratnes, prasmju un ieradumu kombinācijas. Katram sasniedzamo rezultātu veidam ir norādītas būtiskas sasniedzamo rezultātu grupas, kuras apkopo standartā noteikto mācību saturu.

Zināšanu un izpratnes apguve attiecas uz standartā plānotajiem skolēnam sasniedzamajiem rezultātiem, kuri parasti sākas ar darbības vārdiem “skaidro”, “pamato” u. c. Plānoto skolēnam sasniedzamo rezultātu apguvi skolēns parāda, piemēram, skaidrojot jēdzienus, algoritmus, piedaloties sarunās un diskusijās.

Prasmju grupas atspoguļo būtiskas priekšmeta specifiskās prasmes, domāšanas un caurviju prasmes. Prasmju apguvi skolēns demonstrē darbībā, piemēram, modelē, aprēķina, analītiski spriež, lieto priekšmeta specifisko valodu.

Ieradumus, kas balstīti vērtībās, skolēns demonstrē darbībā; tos vērtē, novērojot skolēna darbību ilgākā laikposmā, īpaši situācijās, kuras ietver izvēles iespējas.

Zināšanu, izpratnes, prasmju un ieradumu kombinācijas, kuras ir raksturīgas un būtiskas šī kursa mācību satura apgūvē, skolēns demonstrē darbībā, jaunajās, to skaitā reālajās, dzīves situācijās, risinot problēmas. Katra padziļinātā kursa ietvaros ir norādītas raksturīgas problēmas, piemēram, pētniecība, mākslinieciskā jaunrade, kurās skolēns definē problēmu vai iespēju, formulē un izvēlas risinājumu, plāno un rīkojas, pārbauda un izvērtē risinājumu.

Skolotājs atbilstoši sasniedzamajam rezultātam izvēlas uzdevumu un vērtēšanas formu (mutiski, rakstiski, praktiski vai kombinēti). Būtiska uzdevumu daļa ir vērtēšanas kritēriji, saskaņā ar kuriem iespējams izvērtēt snieguma kvalitāti. Ja skolēns var demonstrēt sniegumu dažādās kvalitātes gradācijās, tad ir svarīgi veidot snieguma aprakstu attiecībā pret būtiskiem kritērijiem. Kritēriju izstrādē un vērtēšanā var iesaistīt skolēnus, lai pilnveidotu viņu pašvadītas mācīšanās prasmes.

Kursa vērtēšanas saturs

Fizika II kursa detalizēts sasniedzamo rezultātu grupu uzskaitījums ir apkopots tabulā. Programmas ietvaros atbilstoši sasniedzamo rezultātu grupām ir izstrādāti uzdevumu piemēri ar vērtēšanas kritērijiem. Atsevišķi uzdevumi ietver vairākas sasniedzamo rezultātu grupas. Šo uzdevumu mērķis ir atspoguļot zināšanas un izpratni, prasmes, ieradumus un zināšanu, izpratnes, prasmju un ieradumu kombinācijas, kuras skolēns ir apguvis kursa ietvaros.

Sasniedzamo rezultātu veids	Sasniedzamo rezultātu grupa	Vērtēšanas uzdevuma piemērs*
Zināšanas un izpratne	Zina fizikālo jēdzienu, simbolu un mērvienību nozīmi.	1.–7. uzdevums
	Skaidro procesus dabā un tehnikā, balstoties uz zināšanām par fizikālajiem likumiem, modeļiem un/vai uz pieejamiem zinātniskajiem datiem.	1., 4., 7. uzdevums
Prasmju grupa	Formulē fizikālo procesu matemātiskos modeļus un izmanto matemātikas zināšanas un prasmes atbilstošo problēmu risināšanā. Problēmu risināšanā lieto fizikālo lielumu apzīmējumus un mērvienības, kā arī likumsakarību matemātisko pierakstu.	4., 5. uzdevums
	Veido, izmanto un izvērtē zinātniskus argumentus, balstoties uz fizikas likumiem, ticamiem pierādījumiem, novērojumiem, modeļiem, teorijām.	3. uzdevums
	Lieto zinātnisko terminoloģiju un fizikas formulas.	1.–7. uzdevums
	Spriež – izmantojot zināšanas un dažādus fizikālos modeļus, no dotiem datiem vai konkrētas situācijas vispārina īpašības un pazīmes, kas ir spēkā vispārīgās situācijās. Spēj vispārīgas sakarības izmantot konkrētās situācijās. Saskata līdzīgo un atšķirīgo starp dažādām fizikas likumsakarībām, parādībām, tematiem, situācijām.	1., 4., 6., 7. uzdevums
	Pašvadītā mācīšanās – plāno, uzrauga, izvērtē savu mācīšanos. Veic nepieciešamās izmaiņas atbilstoši situācijai, patstāvīgi izvēlas, pielāgo un rada savas domāšanas stratēģijas kompleksās situācijās.	–
	Izvirza pētnieciskā ceļā pārbaudāmu hipotēzi, kura skaidro sakarību – arī funkcionālu – starp neatkarīgo un atkarīgo mainīgo.	2., 3. uzdevums
	Izvēlas un lieto mērāmajam lielumam atbilstošas mērierīces (t. sk. sensorus), nosakot ierīces mērapjomu, iedaļas vērtību, mērvienību, precizitāti.	1. uzdevums
Ieradumi	Problēmas risina ar zinātniskai metodei raksturīgu domāšanu.	1., 2., 3. uzdevums
	Novērtē dažādās parādībās iesaistīto fizikālo lielumu skaitlisko vērtību kārtu, lai saprastu, vai tās ir nozīmīgas noteiktas situācijas kontekstā. Izvērtē fizikāla lieluma ietekmi noteiktā situācijā, balstoties uz doto informāciju.	7. uzdevums

Zināšanu, izpratnes, prasmju un ieradumu kombinācijas	Veido zināšanu pārnese vai saista izpratni par satura elementiem jaunā situācijā un atrisina kompleksu problēmu.	5. uzdevums
	Pilsoniskā atbildība – izprot fizikas nozīmi dažādu socioekonomisku problēmu kontekstā un veido vai izvērtē potenciālos problēmu risinājumus pēc šī aspekta.	3. uzdevums
	Veic kompleksu starpdisciplināru pētījumu par procesiem dabā, to mijiedarbību un ietekmi uz vides izmaiņām, formulējot pētījuma jautājumu/hipotēzi, plānojot pētījumu, tostarp izvēloties atbilstošas metodes, instrumentus un rīkus, izstrādājot darba gaitu, reģistrējot datus par pētījuma objektu, kā arī izvērtējot darba gaitu un mērījumu precizitāti.	–

* Vērtēšanas uzdevumu piemērus skatīt 4. pielikumā.

Kursa apguves prasības

Programmā piedāvāts Fizika II kursa beigšanas prasību piemērs, kurā ir norādīti uzdevumi ar attiecīgo īpatsvaru kursa vērtējumā. Norādītais īpatsvars ir saistīts ar sasniedzamo rezultātu nozīmīgumu un mācību laiku, kas ir paredzēts to apguvei.

Prasības skolēnam kursa apguvei	Īpatsvars kursa vērtējumā (%)
Pētnieciskais darbs katra temata ietvaros, lai demonstrētu pētniecības prasmes apgūtā temata kontekstā.	40 %
Katra temata beigās nobeiguma vērtēšanas darbs, lai demonstrētu izpratni par attiecīgā temata konceptiem.	60 %

Ieteikumi mācību darba organizācijai

Satura starpdisciplinārītāte

Plānojot kursa satura apguvi, jāņem vērā, ka starp kursiem pastāv vairāki starpdisciplinārītātes līmeņi, kas izpaužas gan kursu tematos, gan apgūstamajās prasmēs, kuru starpdisciplinārītātes pakāpe mainās no formāla apvienojuma (var mācīt kopā vai atsevišķi) līdz pat pilnīgai integrācijai.

Starpdisciplinārītāti starp dažādiem kursiem var īstenot, veidojot integrētus tematus, piemēram, ķīmijas tematu “Vielu iekšējā enerģija un enerģijas plūsma ķīmiskajos procesos” var apgūt integrēti ar fizikas atbilstošo tematu. No fizikas kursa šajā tematā vēlama apskatīt spektrālo parādību likumsakarības.

Temati var būt arī citi, un veiksmīga integrētu tematu iekļaušana programmā ir atkarīga no konkrētas skolas skolotāju iespējām.

Kursa apguves laikā skolēniem ir nepieciešamas noteiktas datorikas prasmes – datu apstrāde, teksta apstrāde, grafiku zīmēšana. Šīs prasmes ieteicams atbilstošā brīdī (piemēram, pirms pētniecības darbu veikšanas) aktualizēt, lai to iepriekšējais apguves līmenis netraucētu pilnvērtīgi sasniegt mācību procesā izvirzītos mērķus. Tāpat mācību procesā ieteicams izmantot dažādus tiešsaistes rīkus vai programmas datu apstrādei, vizualizācijai (piemēram, *MS Excel*, *desmos.com*), lai varētu vairāk laika un uzmanības pievērst iegūto datu analīzei, interpretācijai un secinājumu iegūšanai.

Fizika II kursa apgūvē ir nepieciešams labā līmenī attīstītas matemātikas prasmes – sākumu pārveidojumi, funkciju analīzes pamati, vienādojumi, ģeometrijas un trigonometrijas pamati, ko var apgūt, veiksmīgi apgūstot Matemātika I kursu. Šīs prasmes ir kā pamatrīku komplekts, ko nepieciešams izmantot situāciju analīzē, datu apstrādē. Noteiktās situācijās ir iespējams izmantot arī Matemātika II kursa laikā apgūtās atvasināšanas un integrēšanas prasmes, taču tās nav obligātas veiksmīga Fizika II kursa apguvei. Skolotājs pēc ieskatiem un situācijas var pielāgot mācību procesu atbilstoši skolēnu matemātikas prasmēm.

Stundu sadalījums/grafiks

Fizika II kursa apjoms ir 210 mācību stundas, taču tālāk programmā tematiem tīšuprāt atvēlētas tikai 202 stundas, rēķinoties, ka mācību gada laikā stundas var dažādu iemeslu dēļ izkrist un ka nepieciešama rezerve. Kursa sasniedzamie rezultāti ir sadalīti pa atsevišķiem tematiem, kuru apguves secību pēc nepieciešamības var mainīt. Skola var paredzēt dažādu laika plānojumu, taču apjomīgus darbus ieteicams veikt dubultstundās, īpaši tas attiecas uz pētnieciskajiem laboratorijas darbiem. Veicot projekta darbus, ieteicams paredzēt un plānot laiku visa projekta veikšanai kopumā. Kursa sasniedzamo rezultātu apguvei skolotājam svarīgi izmantot daudzveidīgas mācību organizācijas formas, tostarp nozīmīgu daļu laika mācību procesā atvēlot mērķtiecīgi atbalstītam skolēna patstāvīgajam – pētnieciskajam, jaunrades vai sabiedriskajam – darbam. Tādēļ skolotājam sabalansēti jāplāno mācību darbs stundā, atvēlot atbilstošu laiku mērķtiecīgi virzītam un atbalstītam skolēnu patstāvīgajam darbam klasē, tostarp izmantojot skolā vai kopienā pieejamos informatīvos resursus (komunikatīvās platformas, infogrammas u. c.). Tikpat svarīgi skolotājiem izvērti plānot un savstarpēji koordinēt skolēnu patstāvīgā darba apjomu un saturu ārpus mācību stundām, paredzot, ka tam skolēni nedēļā papildus veltīs aptuveni trešdaļu no kursa mācību stundu skaita.

Dažādas mācību darba organizācijas formas

Fizika II kursa programmā skolēnam izpratnes padziļināšanai par ražošanas procesiem un procesiem ar vielām dzīvajā un nedzīvajā dabā un to mijiedarbību, kā arī problēmrisināšanas un komunikācijas prasmju nostiprināšanai ieteicams izmantot dažādas mācību darba organizācijas formas: diskusijas, gadījuma izpēti, pētniecības projekti, praktiskie darbi u. c. Visas ieteiktās mācību darba organizācijas formas atbilst skolēna vecumposmam un iepriekš apgūtajam fizikas zināšanām un prasmēm. Tikpat svarīgi skolotājiem izvērti plānot un savstarpēji koordinēt skolēnu patstāvīgā darba apjomu un saturu ārpus mācību stundām (piemēram, mājās veikti eksperimenti).

Mācību procesa laikā skolēns turpina apgūt gan vispārīgās stratēģijas (piemēram, kā veidot argumentus), gan specifiskās stratēģijas (piemēram, kā plānot un realizēt pētījumu). Vēlams turpināt Fizika I pamatkursā apgūto prasmju izmantošanu jaunos kontekstos. Fizika II kursam raksturīgo jauno prasmju apguve notiek pēc līdzīgas pieejas kā Fizika I

pamatkursā – vispirms veido izpratni par apgūstamo prasmi, pēc tam apgūst paņēmieni, kā prasmi realizēt, un tad – lietot prasmi zināmos un jaunajos kontekstos, reflektējot par izmantoto paņēmieni (kā es to daru?).

Tiek turpināts jau 2006. gadā aizsāktais virziens mācību satura un pieejas pilnveidē dabaszinātņu mācību jomā, uzsverot padziļinātas izpratnes veidošanu, rosinot domāt, attīstot pētnieciskās prasmes, praktiski darbojoties, eksperimentējot, modelējot, secinot. Tiek akcentēta kompleksu, autentisku dabaszinātnisku un tehnoloģisku problēmu risināšanas pieredzes ieguve, nodrošinot komplekso uzdevumu iekļaušanu mācību saturā un veidojot starpdisciplinārus projektus. Būtiski, lai iegūtās prasmes tiktu izmantotas visos dabaszinātņu mācību priekšmetos, matemātikā un tehnoloģijās, kā arī pārnestas uz reālām situācijām jebkurā cilvēku darbības jomā.

Plānojot un organizējot mācību procesu, ir ieteicams izmantot arī dažādas pieejas mācību satura apguvei. Pamata pieeja – skolēns ir kā pētnieks, kas atklāj dažādas dabaszinātņu sakarības, balstoties uz iegūtajiem vai dotajiem datiem. Vienlaikus saturs un plānojums atklauj iekļaut arī situācijas, kurās skolēni izmanto jau zināmas un dotas zināšanas/sakarības dažādu inženiertehnisku problēmu risināšanā, tādējādi nodrošinot to, ka vairāk skolēnu apgūst zināšanu izmantošanu dažādās situācijās. Tāpat arī ieteicams iekļaut zinātnes vēsturisko perspektīvu, lai skolēni varētu apzināties un uztvert, kā fizikas atklājumi ir ļāvuši veidoties un attīstīties pasaulei. Vēsturisko perspektīvu ir iespējams iekļaut, piemēram, siltumfizikas un viļņu optikas tematos, kur noteikti sasniegumi ir ļāvuši būtiski attīstīties sabiedrībai un konkrētu valstu ekonomikām.

Lai gūtu priekšstatu par iespējamajiem skolēnu maldīgajiem priekšstatiem, vēlams iepazīties ar šai tēmai veltītajiem metodiskajiem materiāliem (piemēram, *Randall D. Knight – Five Easy Lessons: Strategies for Successful Physics Teaching*). Mācību kursa laikā atbilstošajās situācijās ieteicams aktualizēt maldīgos priekšstatus (piemēram, par centrālās spēku) un mērķtiecīgi virzīt skolēnu izpratni, izmantojot fizikāli pareizus jēdzienus. Pēc tam ieteicams iegūtās zināšanas pārbaudīt tā, lai skolēnam būtu iespēja apzināti demonstrēt atšķirību starp maldīgo priekšstatu un patieso situāciju.

Mācību satura apguves norise

Kursa satura pārskats

Fizika II kurss veidots no pieciem lieliem tematiem – to apraksts izklāstīts turpmāk. Tematu secība atbilst vispārpieņemtajai fizikas nozarē – tādā secībā veidots arī Fizika I pamatkurss. Katrā tematā vispirms aktualizē apgūto Fizika I kursa ietvaros, pēc tam temata jautājumus apgūst padziļināti gan saturiski, gan prasmi līmenī.

Atsevišķās vietās Fizika II kursā ir iespējams izmantot Matemātika II kursā apgūstamos jautājumus – atvasināšanu un integrēšanu –, tomēr kursu var sekmīgi apgūt arī bez šīm zināšanām. Ja šos kursus konkrētā realizācijā piedāvā paralēli, tad ir labas iespējas starpdisciplinārai sadarbībai – fizikā izmantot matemātisko aparātu, bet matemātiku apgūt, aplūkojot piemērus no fizikas.

Šī kursa saturs ir strukturēts šādos tematos.

1. Mehānika	2. Siltumfizika	3. Elektromagnētisms	4. Viļņu optika	5. Modernā fizika
-------------	-----------------	----------------------	-----------------	-------------------

Nākamajā sadaļā izklāstīts izvērsts kursa saturs, katru tematu aprakstot pēc turpmāk norādītā temata ietvara struktūras parauga.

Kursa programmā lietoto kodu skaidrojums pievienots 1. pielikumā.

Temata ietvara struktūras paraugs

1. Temata numurs un nosaukums	2. Temata numurs un nosaukums	3. Temata numurs un nosaukums	4. Temata numurs un nosaukums	5. Temata numurs un nosaukums
-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

Temata apguvei ieteicamais laiks

Temata apguves mērķis: tematā plānoto skolēnam sasniedzamo rezultātu kopums un apguves pamatojums.

Temata izpētes jautājumi – dažādu veidu jautājumu piemēri, kas atspoguļo mācību satura dziļumu un plašumu. Šī sadaļa ietver jautājumu piemērus, kas

- aktualizē nepieciešamās zināšanas un veido dziļāku konceptuālu izpratni par temata saturu/jēdzieniem;
- rosina diskusiju par tematu, ir apskatāmi no vairākiem aspektiem un nav viennozīmīgi atbildami.

Sasniedzamie rezultāti

Skolēna spēja koordinēti lietot zināšanas, prasmes un ieradumus jaunās, neierastās situācijās. Iekavās norādīts kods no standarta attiecīgās mācību jomas plānoto skolēnam sasniedzamo rezultātu tabulas.

Jēdzieni – nozīmīgākie jēdzieni, par kuriem skolēns gūs izpratni tieši šajā tematā.

Temata apguves norise

Temata vienuma nosaukums	Tematā plānoto skolēnam sasniedzamo rezultātu apguvei nepieciešamās skolēna darbības.
--------------------------	---

Izvērsts kursa saturs

1. Mehānika	2. Siltumfizika	3. Elektromagnētisms	4. Viļņu optika	5. Modernā fizika
-------------	-----------------	----------------------	-----------------	-------------------

1. Mehānika

Temata apguvei ieteicamais laiks: 46 mācību stundas.

Temata apguves mērķis: attīstīt prasmes lietot un pilnveidot zināšanas par ķermeņu kustību likumsakarībām, ķermeņu mijiedarbību un enerģijas pārvērtībām, risinot kompleksas problēmas, veicot zinātniski pamatotus pētījumus, spriežot par dabā notiekošo parādību cēloņiem un analizējot mehānikas likumu izmantošanas iespējas dzīves kvalitātes uzlabošanai.

Temata izpētes jautājumi

- Kā zinātnieki veic pētījumus un noskaidro dabā notiekošo parādību cēloņus?
- Kā plāno, realizē, izvērtē un prezentē zinātniski pamatotu pētījumu?
- Kā apraksta vienmērīgu un vienmērīgi paātrinātu kustību pa riņķa līniju?
- Kā mehānikas likumi palīdz izprast debess ķermeņu kustību un veicina kosmosa izpēti?
- Kā apraksta ķermeņa kustību vairāku spēku iedarbībā?
- Kāpēc Zeme griežas ar nemainīgu leņķisko ātrumu ap noteiktu rotācijas asi?
- Kā zināšanas par svārstību un viļņu īpašībām var izmantot sadzīvē un tehnikā?

Sasniedzamie rezultāti

- Plāno, realizē un izvērtē kompleksu pētījumu: izvēlas un pamato nepieciešamo datu iegūšanas metodes, izmantojamās ierīces, piederumus un vielas, klasificē lielumus, plāno un realizē eksperimenta darba gaitu, apzinoties un ievērojot drošības noteikumus, veic datu reģistrāciju, apstrādi un grafisko attēlošanu, lietojot atbilstošus digitālos rīkus, novērtē iegūto datu precizitāti, konstruējot tuvinājuma līkni un veicot kļūdu analīzi, iepazīstina citus ar pētījuma rezultātiem. (D.A.11.2.1., D.A.11.3.1., D.A.11.3.2., D.A.11.4.1., D.A.11.5.1., D.A.11.5.2., D.A.11.6.1., D.A.11.7.2.1., D.A.11.8.1., D.A.11.9.1., D.A.12.3.1.)
- Raksturo vienmērīgu un vienmērīgi paātrinātu kustību pa riņķa līniju, spriež par lineāro un leņķisko ātrumu saistību, skaidro dažādu objektu kustību dabā un tehnikā, izmantojot sakarības, kā arī novērtē kustības izmaiņai nepieciešamo iedarbību. (D.A.3.1.1.)
- Modelē ķermeņu kustību vairāku (arī slīpi vērstu) spēku darbības gadījumā, nosaka rezultējošo spēku un tā izraisīto paātrinājumu, lai prognozētu ķermeņa stāvokļa maiņu, kā arī skaidrotu svara maiņu ķermeņa kustībā pa liektu virsmu un prognozētu pārslodzi paātrinātās kustības laikā. (D.A.3.2.1.)
- Raksturo Zemes rotāciju ap savu asi, dienas un nakts maiņu un zvaigžņu diennakts kustību, apraksta planētu, dabisko pavadoņu, mākslīgo pavadoņu (satelītu) kustību, nosakot orbītas rādiusu, kustības ātrumu un aprīņojuma periodu, lietojot IT, simulācijas, vērojot demonstrējumus un modelējot. (D.A.3.1.3., D.A.12.2.2.)
- Raksturo ķermeņa inerces īpašības rotācijas kustībā, lietojot inerces momenta jēdzienu, skaidro leņķisko paātrinājumu kā spēka momenta darbības rezultātu (nemainīga spēka momenta gadījumā), skaidro ar piemēriem spēka momenta atkarību no spēka pleca un tā virziena, modelējot spēka momenta izmantošanas gadījumus sadzīvē un tehnikā. (D.A.3.2.2., D.A.12.1.1.)
- Skaidro impulsa momenta būtību un impulsa momenta nezūdamības likumu, lai prognozētu ķermeņu kustību un mijiedarbību dabā un tehnikā. (D.A.3.2.3.)
- Salīdzina viena procesa, parādības vai sistēmas vairākus modeļus, izvērtējot to priekšrocības un nepilnības. (D.A.12.2.1.)
- Pamato harmonisko svārstību modeļa izvēli dažādu mehānisko svārstību procesiem, spriež par svārstu modeļu izmantošanas iespējām dažādu reālu svārstību procesu aprakstīšanai, skaidro un skaitliski raksturo enerģijas transformācijas harmonisko svārstību procesos (grafiski un algebriski), aprēķina svārstību raksturlielumus, kā arī skaidro svārstību rimšanu berzes spēku dēļ, lai prognozētu dažādu objektu periodiskās kustības norisi atkarībā no kustības parametriem un apkārtējās vides iedarbības. (D.A.3.1.2., D.A.12.1.1.)
- Skaidro novērojamos efektus divu vai vairāku viļņu pārklāšanās rezultātā, stāvviļņu būtību un to rašanās nosacījumus, ilustrējot atšķirību starp skrejviļņiem un stāvviļņiem, kā arī nosaka to raksturojošos lielumus, lai skaidrotu stāvviļņu rašanās un izplatīšanās procesus dažādās vidēs un objektos. (D.A.2.1.1., D.A.12.1.1.)

Jēdzieni: absolūtā kļūda (tiešajos un netiešajos mērījumos), relatīvā kļūda (tiešajos un netiešajos mērījumos), standartnovirze, vidējā kvadrātiskā novirze, vienmērīga kustība pa riņķa līniju, nevienmērīga kustība pa riņķa līniju, lineārais ātrums, leņķiskais ātrums, leņķiskais paātrinājums, tangenciālais (lineārais) paātrinājums, svars, 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, harmoniskas svārstības, cikliskā frekvence, svārstību rimšana, skrejviļņi, stāvviļņi, viļņu superpozīcijas princips, skaņas spiediens, skaņas intensitāte.

Temata apguves norise

Eksperimentālais un pētnieciskais darbs fizikā (6 mācību stundas)	Plāno pētījumu, ievērojot pētnieciskās darbības posmus un lietojot atbilstošus pamatjēdzienus. Definē pētāmo problēmu, izvirza un pamato zinātniski argumentētu hipotēzi, izvēlas un klasificē pētījumā izmantojamus datus (kvalitatīvi, kvantitatīvi) un lielumus (fiksētie, atkarīgie, neatkarīgie). Pamato pētījumam atbilstošu ierīču, mērinstrumentu, darba vielu un piederumu izvēli. Nosaka pētījumam atbilstošās mērierīces tehniskās specifikācijas datus (mērapjoms, iedaļas vērtība, mērvienības). Plāno un realizē darba gaitu, izvēloties cilvēkiem un videi nekaitīgas metodes, apzinoties un ievērojot darba drošības noteikumus. Izvēlas pētījumam atbilstošu un pārskatāmu datu reģistrēšanas veidu. Lieto digitālos rīkus novērojumu un mērījumu datu iegūšanai un reģistrēšanai. Izvērtē kļūdu cēloņus (sistemātiskās, gadījuma kļūdas). Grafiski attēlo iegūtos datus, izmantojot digitālos rīkus, konstruē datiem atbilstošu tuvinājuma funkcijas līkni. Veic pētījuma laikā iegūto datu apstrādi, izmantojot fizikālo lielumu apzīmējumus un atbilstošās mērvienības, aprēķina absolūtās (vislielākā novirze no vidējās vērtības vai mērinstrumenta kļūda) un relatīvās kļūdas tiešajos un netiešajos mērījumos. Izmanto kļūdu aprēķinus iegūto datu precizitātes un ticamības novērtēšanai. Attēlo kļūdu nogriežņus. Formulē secinājumus un ar pētījuma rezultātiem pamatotus vispārīnājumus, saskaņā ar darba uzdevumu, pētāmo problēmu, pētījuma jautājumu, pieņēmumu un/vai hipotēzi. Prezēntē pētījuma rezultātus, izvēloties dažādām auditorijām un mērķiem atbilstošu komunikācijas veidu (mutiskā, grafiskā, rakstiskā, matemātiskā) un struktūru, izmantojot digitālos rīkus un fizikā pieņemto terminoloģiju, visos darbību posmos izvēloties darboties individuāli vai sadarboties grupā, sadalot pienākumus saskaņā ar pieņemto pētījuma plānu un iekšējās kārtības noteikumiem. Iepriekšminēto zināšanu un prasmju aktualizāciju, apguvi un pilnveidošanu ieteicams organizēt, veicot un analizējot pētnieciskos darbus skolēniem no Fizika I pamatkursa zināmos tematos (sk. 4. pielikuma 1. uzdevumu "Pētnieciskais darbs par horizontālo sviedrienu", 2. uzdevumu "Hipotēzes izteikšana par CO₂ koncentrācijas ietekmi uz cilvēka veselību", 4. uzdevumu "Skaidrošana par rotācijas dinamiku").
Kustība pa riņķa līniju (4 mācību stundas)	Zināšanu aktualizācija: kustības raksturlielumi, vienmērīgi paātrinātas taisnlīnijas kustības vienādojumi, vienmērīga kustība pa riņķa līniju, centrīces paātrinājums. Vērojot demonstrējumu, secina par rotējošā diska centram tuvāko un tālāko punktu kustību, izmantojot jēdzienus "leņķiskais ātrums" un "lineārais ātrums". Iegūst sakarību starp leņķisko un lineāro ātrumu. Pēc analogijas ar vienmērīgi paātrinātas taisnlīnijas kustības vienādojumiem definē leņķisko paātrinājumu un iegūst leņķiskā ātruma un pagrieziena leņķa vienādojumus vienmērīgi paātrinātai kustībai pa riņķa līniju. Raksturo rotācijas lineārā ātruma izmaiņas straujumu ar tangenciālo (lineāro) paātrinājumu, iegūst un izmanto sakarību starp tangenciālo (lineāro) un leņķisko paātrinājumu. Temata izklāsta gaitā ieteicams vērst uzmanību uz vienoto vienādojumu struktūru vienmērīgi paātrinātai taisnlīnijas kustībai un vienmērīgi paātrinātai kustībai pa riņķa līniju. Spriež par spēku kā centrīces paātrinājuma cēloni (piemēram, lai novērtētu kustības izmaiņai nepieciešamo iedarbību, var veikt nelielu praktisko aktivitāti: aprēķināt spēku, kas nepieciešams vieglas, izturīgā diegā iesietas lodītes noturēšanai, tai griežoties horizontālā plaknē). Lietojot jēdzienu "centrīces spēks", jāvērs skolēnu uzmanību uz to, ka tas nav jauns spēka veids, bet spēka darbības rezultāts, kas izpaužas lineārā ātruma virziena izmaiņā. Dažādās situācijās spēks, kas nodrošina lineārā ātruma virziena izmaiņu, var būt, piemēram, gravitācijas spēks, diega sastiepuma spēks, berzes spēks (nelietot jēdzienu "centrbēdzes spēks", jo šo fiktīvo inerces spēku ievieš, tikai analizējot kustību neinerģiālajās atskaites sistēmās, kuras vidusskolas fizikas kursā netiek aplūkotas).

Ķermeņu kustība vairāku spēku darbības gadījumā (5 mācību stundas)	Analizē spēkus, kas darbojas uz ķermeni slīpajā plaknē (ieteicams aplūkot situāciju ne tikai analītiski, bet arī praktiski, pētot, piemēram, nosacījumus, pie kuriem ķermenis uz slīpās plaknes sāk slidēt lejup, vai nosacījumus ķermeņa vienmērīgai pacelšanai gar slīpo plakni dažādos plaknes slīpuma leņķos). Izmanto Ņūtona likumus un kustības pa riņķa līniju likumsakarības, analizējot kustību pagriezienos (slidotāja kustība pagriezienā, vilciena kustība pagriezienā, automobiļa kustība horizontāla ceļa pagriezienā) un svara maiņu transportlīdzekļu kustībā pa tiltiem.
Ķermeņu līdzsvars un rotācija (8 mācību stundas)	Zināšanu aktualizācija: līdzsvara nosacījums ķermenim no spēku aspekta; spēka moments; ķermeņa līdzsvara nosacījums ķermenim no spēka momenta aspekta. Formulē līdzsvara nosacījumu ķermenim, kas neatrodas rotācijas kustībā ($\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_N = 0$), un izmanto to statikas problēmsituācijās, t. sk. elastības spēka noteikšanai stieņos un auklas sastiepuma spēku aprēķināšanai. Darbojoties praktiski, nosaka smaguma centru dažādu formu plakanajām figūrām. Spriež par līdzsvara veidiem, skaidro saistību starp smaguma centru un līdzsvaru. Skaidro leņķisko paātrinājumu kā spēka momenta darbības rezultātu (nemainīga spēka momenta gadījums), skaidro ar piemēriem spēka momenta atkarību no spēka pleca un tā virziena, modelējot spēka momenta izmantošanas gadījumus sadzīvē un tehnikā. Izmantojot otro Ņūtona likumu vienmērīgi paātrinātai kustībai pa riņķa līniju, kā arī sakarību starp leņķisko un tangenciālo (lineāro) paātrinājumu un spēka momenta jēdzienu, iegūst izteiksmi rotācijas dinamikas pamatlikumam. Spriež par inerces momentu kā raksturojošo lielumu ķermeņa inercei rotācijas kustībā. Darbojoties praktiski, nosaka dažādu regulāras formas ķermeņu (lode, sfēriskā čaula, cilindrs, gredzens) inerces momentu un tā proporcionalitātes koeficientu, salīdzina iegūtos datus ar uzzīņas literatūrā atrodamajiem. Vērojot demonstrējumus vai veicot eksperimentus (piemēram, ar riteni vai Žukovska soliņu), saskata impulsa momenta nezūdamības likuma izpausmes dažādās situācijās sadzīvē un tehnikā. Skaidro impulsa momenta būtību, formulē impulsa momenta nezūdamības likumu un izmanto atbilstošas funkcionālas sakarības, fizikālo lielumu apzīmējumus un mērvienības. Saskata impulsa momenta nezūdamības likumu vilciņu un žiroskopu darbībā. Skaidro žiroskopu izmantošanas iespējas. Saskata impulsa momenta nezūdamības likuma izpausmes Zemes rotācijas ass novietojumā, kā arī Saules sistēmas planētu un to pavadoņu kustībā (skaidro Saules sistēmas planētu orbītu plakņu nemainīgo savstarpējo orientāciju ar impulsa momenta nezūdamības likumu).
Zemes rotācija, planētu un mākslīgo pavadoņu kustība (7 mācību stundas)	Eratostena eksperiments Zemes apkārtmēra noteikšanai (eksperimenta veikšanai var izmantot interneta resursus konkrētas skolas ģeogrāfisko koordinātu noteikšanai, pusdienlaika iestāšanās brīža noteikšanai konkrētā datumā, kā arī Saules staru simulāciju virtuālās skolas atrašanās vietas un attāluma noteikšanai). Pamato, kā eksperimentā ar Fuko svārstu izpaužas Zemes rotācija ap savu asi. Nosaka Zemes rotācijas periodu pēc zvaigznēm, spriež par zvaigžņu diennakts atšķirību no Saules diennakts. Lieto gravitācijas likumu, otro Ņūtona likumu un vienmērīgas kustības pa riņķa līniju sakarības Saules sistēmas planētu un Zemes mākslīgo pavadoņu kustības parametru aprēķināšanai un analīzei, nosakot orbītas rādiusu, kustības ātrumu un apriņķojuma periodu (t. sk. ģeostacionārajām orbītām). Analizē brīvās krišanas paātrinājuma atkarību no augstuma. Kvalitatīvi spriež par pārslodzi raķetes palaišanas un nolaišanās laikā, par bezsvara stāvokli, raķetei atrodoties orbītā vai brīvajā krišanā.

Mehāniskās svārstības un viļņi (10 mācību stundas)	Zināšanu aktualizācija: svārstību pastāvēšanas nosacījumi, svārstību raksturlielumi, harmoniskās svārstības, atsperes svārstu un matemātiskā svārstu periods un frekvence, viļņi kā svārstības, kas izplatās telpā, viļņu īpašības (atstarošanās, laušana, interference un difrakcija). Darbojas praktiski – nosaka brīvās krišanas paātrinājumu savā skolā, izmantojot matemātisko svārstu, izvērtē iegūto rezultātu. Darbojas praktiski – nosaka atsperes stinguma koeficientu, izmantojot atsperes svārstu, pēta, kā mainās stinguma koeficients, savienojot atsperes virknē un paralēli. Analizējot sakarības matemātiskā svārstu un atsperes svārstu perioda noteikšanai, secina, ka sistēmas pašsvārstību frekvenci nosaka tikai svārstu parametri, bet nenosaka svārstību amplitūda. Analizē atgriežespēka virziena un lieluma izmaiņu matemātiskā un diega svārstu svārstību ciklā, secina par atgriežespēka ietekmi uz ķermeņa paātrinājumu un ātrumu. Skaidro un skaitliski raksturo enerģijas transformācijas harmonisko svārstību procesos (grafiski un algebriski). Sasaista harmonisko svārstību vienādojumu ar svārstību grafikiem, nolasa svārstību parametrus no grafika, un otrādi – konstruē grafiku pēc dotā vienādojuma. Izmantojot datorsimulācijas, secina par dažādu parametru (amplitūda, leņķiskais ātrums) ietekmi uz svārstību grafika transformācijām. Iegūst no zināmām perioda izteiksmēm brīvu svārstību cikliskās frekvences izteiksmes diega matemātiskajam svārstam un atsperes svārstam ($\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{L}}$ un $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$). Klasificē svārstības (rimstošas, nerimstošas, brīvas, uzspiestas), skaidro svārstību rimšanu berzes spēku dēļ. Skaidro skrejviļņu un stāvviļņu būtību un to rašanās nosacījumus, ilustrējot atšķirību starp skrejviļņiem un stāvviļņiem, skaidrojumā parādot izpratni par viļņu superpozīcijas principu. Darbojoties praktiski (piemēram, ar frekvenču ģeneratora mobilo aplikāciju un skaņas sensoru), pēta stāvviļņu rašanos caurulē. Spriež par skaņas viļņiem kā mehānisko garenviļņu veidu. Saista skaņas viļņu subjektīvus raksturlielumus (augstums, skaļums, tembrs) ar viļņu frekvenci un amplitūdu. Skaidro skaņas skaļuma mērvienības (dB) būtību kā skaņas spiediena un intensitātes līmeni.
Ieskats mehānisku procesu modelēšanā (6 mācību stundas)	Lieto mehānikas tematā gan Fizika I, gan Fizika II kursa ietvaros iegūtās zināšanas un prasmes situācijai piemērota modeļa izvēlei un izvērtēšanai. Piemēram, izvērtējot iespējas risināt uzdevumus par ķermeņu kustību gravitācijas laukā (vertikāls sviediens, horizontāls sviediens, slīps sviediens), izmantojot kinemātikas likumus vai aplūkojot procesu no enerģijas saglabāšanās aspekta. Uzdevumu par slīpo sviedieni var piedāvāt skolēniem kā kompleksu problēmsituāciju ar pētniecības elementiem (piemēram, izpētīt dažādu parametru ietekmi uz lidojuma laiku, maksimālo pacelšanās augstumu un lidojuma tālumu). Aplūko ķermeņu sistēmas kopējā impulsa nezūdamības likumu kā iespēju noskaidrot divu ķermeņu sadursmes rezultātu – pēc sadursmes turpina kustību kopā (absolūti neelastīga sadursme) vai kustas pretējos virzienos (absolūti neelastīga sadursme). Iegūtās analītiskās prasmes izmanto, lai skaidrotu ugunošanas lādiņa sasprāgšanu divās daļās, divu transportlīdzekļu sadursmi, biljarda bumbu sadursmi. Aplūko absolūti elastīgas un absolūti neelastīgas sadursmes, izmantojot ķermeņu sistēmas kopējā impulsa nezūdamības likumu, pilnās mehāniskās enerģijas saglabāšanās likumu (absolūti neelastīgajās sadursmēs) un kinētiskās enerģijas saglabāšanās likumu (absolūti elastīgajās sadursmēs). Iegūtās analītiskās darbības prasmes izmanto ideālas gāzes modeļa skaidrošanā, kurā pieņem, ka vielas daļiņas ir masas punkti, starp kuriem nav mijiedarbības un kuru sadursmes ir absolūti elastīgas.

1. Mehānika	2. Siltumfizika	3. Elektromagnētisms	4. Viļņu optika	5. Modernā fizika
-------------	-----------------	----------------------	-----------------	-------------------

2. Siltumfizika

Temata apguvei ieteicamais laiks: 38 mācību stundas.

Temata apguves mērķis: veidot padziļinātu izpratni par vielas īpašību saistību ar tās uzbūvi, kā arī par siltuma procesiem un to neatgriezeniskumu; procesiem, kurus modelē un analizē siltumfizikā, ir būtiska nozīme dabā un, līdz ar to – cilvēka ikdienā, tehnoloģiju attīstībā un izmantošanā; spēt analizēt un prognozēt dažādus siltuma procesus un to rezultātu, izmantojot gāzu un termodinamikas likumus un savu izpratni par siltuma pārnesei un fāžu pārejām; veidot dziļāku izpratni par enerģijas efektīvas izmantošanas iespējām, siltuma mašīnu darbību un to nozīmi.

Temata izpētes jautājumi

- Kā kvalitatīvi un kvantitatīvi aprakstīt gāzi un ar to notiekošos procesus, lietojot ideālas gāzes modeli?
- Kā siltumenerģiju pārvērst mehāniskā darbā? Kāpēc nav iespējams uzbūvēt dzinēju ar 100 % lietderības koeficientu?
- Vai ir iespējams pārnest siltumenerģiju no aukstāka ķermeņa uz siltāku?
- Kā dabā izpaužas termodinamikas likumi?
- Kā notiek siltuma pārnese? Kas ietekmē katru no tās veidiem? Kā palielināt siltumprocesu efektivitāti?
- Kā šķidrumu un cietu vielu uzbūve ietekmē to īpašības? Kā šīs īpašības ietekmē ārējie apstākļi?
- Kā notiek fāžu pārejas un agregātstāvokļu maiņa?

Sasniedzamie rezultāti

- Modelē un apraksta vielas uzbūvi un īpašības, balstoties uz molekulāri kinētiskās teorijas pamatpieņēmumiem un molekulu raksturlielumiem – ideālas gāzes modelis, molekulāri kinētiskās teorijas (MKT) pamatvienādojums, temperatūra kā stāvokļa parametrs, ideālas gāzes stāvokļa vienādojums, Daltona likums. Skaidro ideālas gāzes modeļa lietojamības robežas. Attēlo un analizē izoparametriskus procesus. (D.A.1.2.1., D.A.1.2.2., D.A.11.2.1., D.A.11.2.2., D.A.11.3.1., D.A.11.3.2., D.A.11.4.1., D.A.12.1.1., D.A.12.1.2., D.A.12.1.3., D.A.12.1.4., D.A.12.2.1., D.A.12.2.3., D.A.12.3.1.)
- Skaidro un pamato daudzatomu molekulu gāzu iekšējo enerģiju un tās maiņu dažādos procesos, saistot iekšējo enerģiju ar gāzes absolūto temperatūru vai gāzes spiedienu un tilpumu. Aprēķina un nosaka grafiski ideālas gāzes izplešanās darbu dažādos izoparametriskos procesos un adiabatiskā procesā. Analizē, grafiski attēlo un skaitliski apraksta procesus gāzēs, balstoties uz pirmo termodinamikas likumu. (D.A.1.2.1., D.A.4.2.1., D.A.4.3.2., D.A.12.1.1., D.A.12.1.3., D.A.12.2.1., D.A.12.2.2., D.A.12.2.3., D.A.12.3.1.)
- Skaidro iespējas iekšējo enerģiju pārvērst mehāniskajā darbā, analizē siltuma mašīnu un siltumsūkņu darbības fizikālos pamatus un to izmantošanas iespējas. Analizē un skaitliski apraksta ideālas siltuma mašīnas darbību un nosaka tās lietderības koeficientu. Skaidro entropijas būtību kā stāvokļa funkciju un kā sistēmas sakārtotības mēru. Spriež par siltuma procesu neatgriezeniskumu, analizē otro termodinamikas likumu saistībā ar siltuma mašīnas lietderības koeficienta palielināšanas ierobežojumiem. Spriež par enerģētiskajiem resursiem Latvijā un pasaulē saistībā ar efektīvu siltuma mašīnu izmantošanu. (D.A.4.2.1., D.A.4.3.2., D.A.4.4.1., D.A.12.1.1., D.A.12.1.2., D.A.12.1.4., D.A.12.2.2., D.A.12.3.1., D.A.13.1.1., D.A.13.1.2.)
- Skaidro siltumvadīšanu un konvekciju, izmantojot vielas uzbūves modeli. Skaitliski apraksta siltuma pānesi siltumvadīšanā. Izvērtē enerģijas resursu efektīvas izmantošanas iespējas, lietojot zināšanas par siltumvadīšanu, konvekciju un siltumstarojumu. (D.A.1.4.1., D.A.12.1.1., D.A.12.1.2., D.A.12.1.3., D.A.12.1.4., D.A.12.1.2., D.A.12.1.3., D.A.12.1.4., D.A.12.2.1, D.A.12.3.1.)
- Modelē un apraksta šķidrumu uzbūvi, molekulu mijiedarbību un kustību šķidrums. Skaidro un skaitliski apraksta šķidruma virsmas slāņa īpašības un ar to saistītās parādības. Izmantojot vielas modeļus, apraksta cietu vielu iedalījumu pēc to struktūras un analizē struktūras saistību ar vielas īpašībām. Skaitliski raksturo šķidrumu un cietu vielu termisko izplešanos. Salīdzina fāžu pārejas, skaidro atšķirību starp 1. un 2. veida fāžu pārejām. Analizē atšķirību starp iztvaikošanu un vārīšanos, kā arī šķidruma vārīšanās nosacījumus. Skaitliski raksturo gaisa mitrumu un prognozē ar to saistītās parādības. Prognozē vielas īpašības un notiekošos procesus, izmantojot stāvokļa diagrammu. (D.A.1.2.2., D.A.1.4.1., D.A.11.2.1., D.A.11.2.2., D.A.11.3.1., D.A.11.3.2., D.A.11.4.1., D.A.12.1.3., D.A.12.2.1, D.A.12.2.3., D.A.12.3.1.)

Jēdzieni: molekula, molekulas masa, molekulas enerģija, spiediens, temperatūra, gāzes iekšējā enerģija, ideāla gāze, reāla gāze, gāzes izplešanās darbs, termodinamikas likumi, siltuma mašīna, entropija, lietderības koeficients, siltumvadīšana, konvekcija, siltumstarojums, fāžu pārejas, siltumietilpība, īpatnējais sadegšanas siltums, īpatnējais iztvaikošanas siltums, īpatnējais kušanas siltums, termiskā izplešanās, virsmas spraigums, deformācija, piesātināts tvaiks, nepiesātināts tvaiks, gaisa mitrums.

Temata apguves norise

Molekulāri kinētiskās teorijas pamati. Ideāla gāze (7 mācību stundas)	Aktualizē jau zināmo par vielas uzbūves pamatiem mikropasaules un makropasaules kontekstā – trīs MKT postulāti, to eksperimentālais pamatojums, molekulu raksturlielumi, relatīvās atommasas un Avogadro skaitļa jēga ($m_0 = M/N_A$; $n = m/M = N/N_A$), ideālas gāzes modelis, termodinamiskas sistēmas stāvokļa parametri un to savstarpējās sakarības. Skaitliski nosaka molekulu masu, kinētisko enerģiju, impulsu, attālumus starp molekulām gāzē, gāzes blīvumu. Modelē gāzes spiedienu, novērtējot daļiņu raksturlielumus un impulsa izmaiņu absolūti elastīgā sadursmē ar trauka sienu ($p = \frac{1}{3} m_0 \frac{N}{V} v^2$). Spriež par molekulu ātrumu sadalījumu. Modelējot iegūto spiediena izteiksmi saista ar zināmām, eksperimentāli noteiktām sakarībām starp gāzes stāvokļa parametriem (ja iespējams, šīs sakarības izpētot datorsimulācijā). Spriež par molekulu haotiskās kustības vidējo kinētisko enerģiju saistībā ar molekulas brīvības pakāpju skaitu ($E = \frac{i}{2} kT$, kur $i \leq 6$), aplūkojot molekulu virzes kustību un rotāciju. Saista molekulu haotiskās kustības vidējo kinētisko enerģiju ar gāzes absolūto temperatūru. Spriež par temperatūras kā stāvokļa parametra statistisko raksturu. Secina par spiediena un temperatūras sakarībām ($p = \frac{N}{V} kT$; $pV = nRT$). Gāzu maisījuma gadījumā nosaka gāzes spiedienu kā parciālspiedienu summu (Daltona likums). Lieto iegūtās zināšanas piemēru kontekstā – izmanto iegūtās sakarības, lai skaitliski novērtētu gāzes raksturlielumus un parametrus. Analizē spiediena, tilpuma un temperatūras maiņu, ja gāzes masa ir nemainīga. Grafiski attēlo izoparametriskos procesus dažādās stāvokļa parametru koordinātu asīs, raksturo gāzes blīvuma maiņu šādos procesos. Veic laboratorijas darbu, lai izpētītu izotermisku procesu. Iegūtos datus attēlo grafiski un analizē iegūto zināšanu kontekstā. Izmanto grafika linearizāciju, lai secinātu par iegūtā rezultāta atbilstību teorijai, analizē iespējamās neatbilstības cēloņus. Pamato MKT pamatvienādojuma izmantošanas robežas, salīdzina ideālu gāzi ar reālu. Izvērtē gāzu izmantošanas iespējas sadzīvē un tehnikā.
--	--

Iekšējā enerģija un tās izmaiņa. Pirmais termodinamikas likums (6 mācību stundas)	Aktualizē jau zināmo par vielas iekšējo enerģiju dažādos agregātstāvokļos un tās maiņu dažādos procesos. Skaidro vienatoma un divatomu gāzes iekšējās enerģijas atšķirību. Izmantojot molekulu modeļus, spriež par to brīvības pakāpju skaitu un temperatūras ietekmi uz to. Aprēķina gāzu iekšējo enerģiju ($U = \frac{i}{2} nRT$, $i = 3$ – ideāla vienatoma gāze, $i = 5$ – divatomu gāze, $i = 6$ – daudzatomu gāze; $U = \frac{i}{2} pV$). Prognozē, kā gāzes iekšējo enerģiju ietekmētu molekulu mijiedarbība (reāla gāze). Analizē (arī daudzatomu) gāzu iekšējās enerģijas maiņu dažādos procesos, saistot to ar gāzes absolūto temperatūru vai spiedienu un tilpumu. Aktualizē jau zināmo par pirmo termodinamikas likumu ($Q = \Delta U + A$), gāzes darbu un tā ģeometrisku interpretāciju. Analizē izoparametriskos procesus un adiabatisko procesu, izmantojot pirmo termodinamikas likumu, veido par šiem procesiem kopsavilkumu. Aprēķina ideālas gāzes izplešanās darbu dažādiem procesiem – izobāriskam: $A_p = p\Delta V = nR\Delta T$, izohoriskam: $A_V = 0$, izotermiskam: $A_T = p_1 V_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$¹. Iespēju robežās analizē arī adiabatisku procesu ($A_Q = -\frac{i}{2} nR\Delta T$). Salīdzina ideālas gāzes siltumietilpību izohoriskā un izobāriskā procesā. Gāzes izplešanās darba skaitliskai noteikšanai izmanto grafisko metodi, attēlojot procesu p-V koordinātās². Salīdzina izoparametrisku un adiabatisku procesu, lai prognozētu reālu procesu gaitu.
--	--

¹ Ja skolēni apgūst Fizika II kursu paralēli Matemātika II kursam, tad šīs formulas iegūšanai var izmantot matemātiskās analīzes elementus. Ja skolēnu matemātikas zināšanas nav pietiekamas, formulu lieto gatavā veidā nākamajā tematā tikai, lai aprēķinātu Karno cikla lietderības koeficientu.

² Ja skolēni apgūst Fizika II kursu paralēli Matemātika II kursam, tad var apsvērt iespēju iegūt darba skaitlisko vērtību integrējot.

Siltuma mašīnas. Otrais termodinamikas likums (9 mācību stundas)	Diskutē par nosacījumiem, lai iekšējo enerģiju pārvērstu lietderīgā mehāniskajā darbā ilgstoši, secina, ka siltuma dzinējs būs pilnvērtīgs tad, ja process būs ciklisks, tātad daļa enerģijas jāizmanto, lai to atgrieztu sākuma stāvoklī, – lietderības koeficients principā ir mazāks nekā 100 %. Siltuma mašīnu principiālās shēmas izveide: ($Q_{\text{PIEVADĪTAIS no sildītāja}} = \text{lietderīgais darbs} + Q_{\text{AIZVADĪTAIS dzesētājam}}$), darba cikla attēlojums p-V koordinātās, siltuma dzinēja lietderības koeficients $\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$. Skaitliski novērtē lietderības koeficientu teorētiskiem cikliem, izmantojot pirmo termodinamikas likumu. Secina par maksimālo iespējamo lietderības koeficientu Karno ciklam $\eta_{\text{max}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$. Spriež par nosacījumiem un ierobežojumiem reālu dzinēju izveidei, analizē, kādēļ Karno ciklu neīsteno reālos dzinējos. Apkopo un prezentē informāciju par ideāliem un reāliem siltuma dzinējiem. Spriež par procesu virzienu un neatgriezeniskumu dabā, otro termodinamikas likumu. Diskutē par to, vai siltuma mašīnas shēmu var apgriezt otrādi – veicot darbu, “pumpēt” siltumu no aukstākas vietas uz siltāku. Analizē, kādos procesos viela uzņem vai atdod siltumu, no kādiem apstākļiem tas atkarīgs. Apkopo un prezentē informāciju par siltumsūkņiem un saldētavām, to veidiem, priekšrocībām, trūkumiem, ierobežojumiem to izmantošanai. Salīdzina siltuma dzinēja lietderības koeficientu ar siltumsūkņa lietderības (efektivitātes) koeficientu. Argumentē konkrētas siltuma mašīnas izvēli noteiktam mērķim. Apkopo informāciju un diskutē par ekoloģiskajām problēmām saistībā ar siltuma mašīnu izmantošanu. Spriež par enerģētiskajiem resursiem Latvijā un pasaulē saistībā ar efektīvu siltuma mašīnu izmantošanu. Spriež par otro termodinamikas likumu saistībā ar entropijas un tās izmaiņas jēdzieniem. Skaidro entropiju kā stāvokļa funkciju, novērtējot tās izmaiņu kādā procesā, kas notiek nemainīgā temperatūrā, piemēram, kušanā ($\Delta S = \frac{Q}{T}$). Spriež par otrā termodinamikas likuma statistisko raksturu un siltuma procesu virzienu saistībā ar sistēmas sakārtotību, pamato spriedumus, aprēķinot stāvokļu varbūtību sistēmās ar atšķirīgu daļiņu skaitu (sk. 4. pielikuma 5. uzdevumu). Diskutē par Visuma “siltuma nāvi” saistībā ar otro termodinamikas likumu. Argumentē, kādēļ nedarbosies konkrēti mūžīgā dzinēja modeļi.
Siltuma pārnese: siltumvadīšana, konvekcija, siltumstarojums (5 mācību stundas)	Aktualizē jau zināmo par siltuma pārnesei, ar vielas uzbūvi un molekulu kustību skaidrojot siltumvadīšanu un konvekciju. Spriež par siltuma pārnesei saistībā ar otro termodinamikas likumu. Apkopo informāciju un izvērtē, kādi faktori nosaka pārnesto siltuma daudzumu, lietojot siltuma plūsmas jēdzienu – siltumvadīšanā un siltumu izstarojot. Skaitliski novērtē siltuma zudumus konkrētā situācijā (sienas, logi) un siltumstarojuma ceļā saņemto vai zaudēto siltumu¹. Apkopo informāciju un diskutē par ēku energoefektivitātes palielināšanas iespējām. Lieto iegūtās zināšanas, lai prognozētu, kā konstrukciju un iekārtu energoefektivitāti ietekmē materiālu un tehnisko risinājumu izvēle (piemēram, piespiedu konvekcija, siltās grīdas, siltumsūkņu izmantošana).

¹ Tematā “Siltumfizika” siltumstarojumu aplūko tikai kvalitatīvi, detalizētāk to aplūkojot tematā “Modernā fizika”. Pēc skolotāja izvēles ar siltumstarojumu saistīto siltuma plūsmu var aplūkot arī šeit ($\frac{Q}{t} = e\sigma(T_1^4 - T_2^4)$).

Vielas uzbūve un īpašības dažādos agregātstāvokļos. Fāžu pārejas (11 mācību stundas)	Aktualizē jau zināmo par cietu vielu un šķidrumu uzbūvi. Modelē šķidruma virsmas slāni, prognozē šķidruma virsmas brīvās enerģijas un virsmas spraiguma spēka rašanos. Eksperimentā pēta stieples gredzena atrašanu no šķidruma virsmas un/vai pilināšanu no bīretes, nosaka virsmas spraiguma koeficientu ($\sigma = F/l$) un tā maiņu atkarībā no temperatūras un/vai virsmas aktīvo vielu klātbūtnes. Skaidro slapināšanu, kapilārās parādības. Ja iespējams, konkrētos piemēros raksturlielumus novērtē skaitliski. Apkopo informāciju un diskutē par šķidruma virsmas parādību izpausmēm dabā un tehnoloģijās. Apkopo un analizē informāciju par cietas vielas īpašībām un, izmantojot jau iegūtās zināšanas, pilnveido modeli – monokristāli, polikristāli, amorfas vielas, īpašību anizotropija, ideāli un reāli kristāli. Aktualizē jau zināmo un papildina zināšanas par cietu ķermeņu mehāniskajām īpašībām (plastiskums, trauslums, cietība), deformāciju un tās veidiem. Apraksta ķermeņa deformāciju, izmantojot mehāniskā sprieguma, elastības moduļa un stiepes diagrammas jēdzienus ($\sigma = \frac{F}{S}$; $k = \frac{ES}{L_0}$). Eksperimentā pēta dažādu materiālu elastības un/vai izturības robežas (gumijas lente, papīrs utt.)¹. Spriež par mehānisko spriegumu rašanos saistībā ar termisko izplešanos. Izvērtē termiskās izplešanās nozīmi dabā un tehnikā. Modelē šķidrumu un cietu vielu termisko izplešanos, lietojot zināšanas par daļiņu mijiedarbības atkarību no temperatūras. Apraksta termisko izplešanos, lietojot termiskās izplešanās koeficienta jēdzienu ($\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$; $\beta \approx 3\alpha$). Aktualizē jau zināmo un spriež par vielas agregātstāvokļu maiņu – amorfu un kristālisku vielu kušanas atšķirības, iztvaikošana un vārīšanās, īpatnējais sadegšanas siltums, īpatnējais iztvaikošanas siltums, īpatnējais kušanas siltums un to fizikālā jēga. Apkopo informāciju un spriež par pirmā un otrā veida fāžu pāreju atšķirību un siltuma uzņemšanu vai izdalīšanos šajos procesos. Eksperimentāli pēta vielas pāreju gāzveida stāvoklī, vēro šķidruma dzišanu iztvaikošanas procesā (subjektīvas sajūtas, divu termometru psihrometrs utt.), noskaidro iztvaikošanas ātrumu noteicošos faktorus (temperatūra, vējš, brīvās virsmas laukums, viela) un analizē situāciju no vielas uzbūves viedokļa. Modelē iztvaikošanas un vārīšanās procesus, analizē šķidruma vārīšanās nosacījumus un, vērojot demonstrējumu, pārbauda secinājumu par vārīšanās temperatūras atkarību no spiediena. Spriež par iztvaikošanas siltuma un virsmas spraiguma koeficienta atkarību no ārējiem apstākļiem. Analizē ar vielu notiekošos procesus, izmantojot stāvokļa diagrammas, spriež par vielu kritiskajā stāvoklī, pārdzesētu un pārkarsētu šķidrumu, trīskāršo punktu. Prognozē nepiesātināta tvaika spiediena maiņu, izotermiski to saspiežot, vai skaidro demonstrējumā novērojamo spiediena maiņu. Apraksta gaisa mitrumu, lietojot jēdzienus: gaisa absolūtais mitrums, gaisa relatīvais mitrums, ūdens tvaika parciālspiediens, rasas punkts. Nosaka gaisa relatīvo mitrumu ar psihrometru. Ja iespējams, aprēķina gaisa absolūto un relatīvo mitrumu, izmantojot datus par piesātināta tvaika parciālspiedienu un blīvumu. Apkopo informāciju un spriež par dažādu fāžu pārejas procesu un gaisa mitruma izpausmēm un nozīmi dabā, sadzīvē un tehnikā.
--	---

1 Pēc skolotāja izvēles cietu ķermeņu mehāniskās īpašības un deformāciju var aplūkot mehānikā.

1. Mehānika	2. Siltumfizika	3. Elektromagnētisms	4. Viļņu optika	5. Modernā fizika
-------------	-----------------	----------------------	-----------------	-------------------

3. Elektromagnētisms

Temata apguvei ieteicamais laiks: 49 mācību stundas.

Temata apguves mērķis: veidot padziļinātu izpratni par elektromagnētisma (EM) procesiem, temata apguves gaitā atsevišķas tēmas (piemēram, elektrostatika, līdzstrāvas ķēdes, EM indukcija, maiņstrāva) savstarpēji sasaistot vienā kopējā aprakstā; spēt analizēt līdzstrāvas un (galvenokārt) maiņstrāvas ķēdes, kas sastāv no rezistoriem, spolēm, kondensatoriem un diodēm, kā arī skaidrot šo ķēžu nozīmi tehnikā vai izmantošanu konkrētā kontekstā, vairojot izpratni par dažādu elektronisku ierīču darbību un nepieciešamību ikdienā, kā arī elektroenerģijas ražošanas procesu.

Temata izpētes jautājumi

- Kā aprakstīt lādiņa kustību ārējā elektriskajā laukā? Kā to ietekmē vide, kurā kustība notiek?
- Kā strāvas plūšanu ietekmē vide, kurā tā plūst?
- Vai kondensatoru var izmantot par strāvas avotu un kādi faktori to ietekmē?
- Kas ietekmē maiņsprieguma un maiņstrāvas vērtības elektriskajā ķēdē?
- Kā sadalās patērētā jauda maiņstrāvas ķēdē?
- Kā efektīvi veikt strāvas pārvadi?
- Kā no maiņstrāvas iegūt līdzstrāvu?

Sasniedzamie rezultāti

- Spriež par enerģijas izmaiņu, lādiņam kustoties ārējā elektriskajā laukā, izmantojot elektrisko potenciālo enerģiju un potenciāla lauku, kā arī saista potenciālu ar elektrisko spriegumu. (D.A.1.2.1., D.A.12.1.1., D.A.12.1.2., D.A.12.1.3., D.A.12.1.4., D.A.12.2.1., D.A.12.2.2., D.A.12.2.3., D.A.12.3.1.)
- Analizē elektriskā lauka ietekmi uz dielektriķiem un vadītājiem. Aprēķina vadītāja pretestību, zinot tā raksturlielumus. Skaidro strāvas blīvumu un analizē tā lomu dažādos praktiskos piemēros. (D.A.1.4.1., D.A.2.2.2., D.A.4.3.1., D.A.12.1.1., D.A.12.1.2., D.A.12.1.3., D.A.12.1.4., D.A.12.2.1., D.A.12.2.2., D.A.12.2.3., D.A.12.3.1.)
- Analizē laikā mainīgu strāvas izlādi – apraksta uzlādēta kondensatora izlādi caur rezistoru, secina par kondensatora izmantošanu kā strāvas avotu. Aprēķina kopējo kapacitāti kondensatoru virknes un paralēliem slēgumiem. (D.A.4.3.1., D.A.11.1.1., D.A.11.2.1., D.A.11.2.2., D.A.11.3.1., D.A.11.3.2., D.A.11.4.1., D.A.11.5.1., D.A.11.5.2., D.A.11.6.1., D.A.11.7.2.1., D.A.11.8.1., D.A.11.9.1., D.A.12.1.1., D.A.12.1.2., D.A.12.1.3., D.A.12.1.4., D.A.12.2.1., D.A.12.2.2., D.A.12.2.3., D.A.12.3.1.)
- Kvantitatīvi apraksta maiņstrāvas ģenerators raksturlielumu saistību ar radīto maiņstrāvu, skaidro maiņstrāvas pārvadi no ģenerators uz patērētāju. Skaidro kapacitatīvu un induktīvu elementu ietekmi maiņstrāvas ķēdēs, spēj aprakstīt procesus maiņstrāvas ķēdē, izmantojot reaktīvo pretestību kondensatoram un spolei, analizē maiņstrāvas frekvences ietekmi uz kopējo maiņstrāvas ķēdes pretestību. Aprēķina izdalīto jaudu maiņstrāvas ķēdē. (D.A.4.3.1., D.A.4.3.2., D.A.11.1.1., D.A.11.2.1., D.A.11.2.2., D.A.11.3.1., D.A.11.3.2., D.A.11.4.1., D.A.11.5.1., D.A.11.5.2., D.A.11.6.1., D.A.11.7.2.1., D.A.11.8.1., D.A.11.9.1., D.A.12.1.1., D.A.12.1.2., D.A.12.1.3., D.A.12.1.4., D.A.12.2.1., D.A.12.2.2., D.A.12.2.3., D.A.12.3.1.)
- Analizē dažādu praktisku elektronisku iekārtu darbību un to komponentu lomu. Skaidro diodes, tranzistora un maiņstrāvas taisngrieža darbības principu. Secina par ideāla un reāla LC kontūra darbību no apgūtā par maiņstrāvas komponentu pretestību. (D.A.4.3.1., D.A.4.3.2., D.A.12.1.1., D.A.12.1.2., D.A.12.1.3., D.A.12.1.4., D.A.12.2.1., D.A.12.2.2., D.A.12.2.3., D.A.12.3.1.)

Jēdzieni: 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.

Temata apguves norise

Elektriskais potenciāls (10 mācību stundas)	Atkārtoto elektrostatisks jautājumus – lādiņi, Kulona spēks, elektriskais lauks. Analizē lādiņa pārvietošanos elektriskajā laukā – ja vienu brīvu lādiņu aplūko otra lādiņa klātbūtnē, tad pirmais lādiņš pievelkas/atgrūžas un iegūst kinētisko enerģiju. Secina: šī enerģija no kaut kurienes jāiegūst – ievieš elektrisko potenciālo enerģiju lādiņam, iegūst¹ izteiksmi lādiņa potenciālās enerģijas aprēķināšanai cita lādiņa laukā. Salīdzinot elektriskā un gravitācijas lauka īpašības un raksturlielumus, spriež par elektriskā lauka potenciālu kā lauka enerģētisko raksturlielumu. No analogijas ar potenciālo enerģiju mehānikā secina, ka nozīmīga ir tikai elektriskās potenciālās enerģijas un potenciāla starpība. Lieto iegūtās zināšanas piemēru kontekstā – aplūko potenciālu starp divām bezgalīgi lielām, lādētām plāksnēm. Iegūst potenciālās enerģijas izteiksmi $W = qEd$ homogēnam elektriskajam laukam un analogiski salīdzina ar gravitācijas potenciālo enerģiju mehānikā $E_p = mgh$.
Elektriskais lauks dielektriķos un vadītājos. Strāvas blīvums (10 mācību stundas)	Izmantojot elektrostatisks atziņas, analizē, kā lādiņš dielektriķos pārdalās ārējā elektriskā lauka klātbūtnē, un secina par polarizācijas parādību. Iegūst, ka polarizācija vājina elektrisko lauku un ka to raksturo materiālam raksturīgā relatīvā caurlaidība ϵ. Atkārtoto par strāvu – balstoties uz iepriekšējām zināšanām, definē elektriskās strāvas jēdzienu, strāvas virzienu, skaidro, kā strāvas stiprums ir saistīts ar spriegumu un elektrisko pretestību). Saista potenciāla starpību ar spriegumu. Skaidro strāvas plūšanu gāzēs un šķidrums, izmantojot lādiņu pārnese mehānismus, kas raksturīgi katrai videi. Apraksta vadītāja pretestības atkarību no vadītāja raksturlielumiem (īpatnējās pretestības, garuma un šķēsgriezuma laukuma), kā arī vadītāja pretestības atkarību no temperatūras. Plāno un realizē pētījumu, kurā konstatē rezistora pretestības atkarību no temperatūras. Spriež par lādiņu sadalījumu vada šķēsgriezumā un sadalījuma ietekmi uz strāvu, ievieš strāvas blīvuma jēdzienu. Analizē un secina par lādiņu sadalījuma ietekmi dažādu piemēru kontekstā (piemēram, kvalitatīvi aplūkojot skinefektu).
Laikā mainīga strāva un spriegums. Kondensatori (6 mācību stundas)	Atkārtoto par elektrisko kapacitāti un lādiņu, ko kondensators var uzkrāt. Spriež par to, kas notiek noslēgtā ķēdē, kad tai pievieno uzlādētu kondensatoru, un kādi faktori ietekmē izlādes ātrumu. Secina, ka strāva un spriegums ķēdē ir laikā mainīgi. Secina, ka kondensatorā tiek glabāta noteikta enerģija. Veic laboratorijas darbu par kondensatora izlādi caur rezistoriem ar dažādām pretestībām. Iegūtos datus attēlo grafiski un analizē iegūto zināšanu kontekstā. Secina par sprieguma eksponenciālo dilšanu². Diskutē par kondensatora izmantošanu kā strāvas avotu. Spriež par to, kas notiek, ja vairākus kondensatorus saslēdz ķēdē (virknē, paralēli), un iegūst sakarības kopējai ķēdes kapacitātei.

¹ Ja skolēni apgūst Fizika II kursu paralēli Matemātika II kursam, tad var apsvērt iespēju izmantot matemātiskās analīzes elementus, lai iegūtu potenciālās enerģijas izteiksmi elektrostatiskā, integrējot Kulona spēka veikto darbu.

² Ja skolēni ir prasmīgi datu apstrādē, var aicināt skolēnus piemērlēt funkciju, kas labi apraksta datus, tādējādi iegūstot secinājumu par sprieguma eksponenciālo dilšanu.

Mainstrāva (16 mācību stundas)	Atkārto par magnētismu un elektromagnētisko indukciju, un maiņstrāvas iegūšanu ar ģeneratoru (rotējošs rāmītis ārējā magnētiskajā laukā). Atkārto par spolēm un to induktivitāti. Atkārto vai apgūst diskusijā par spolē uzkrāto magnētiskā lauka enerģiju, ja spolē plūst noteikta strāva. Zinot inducētā sprieguma saistību ar magnētiskās plūsmas izmaiņu un rāmīša rotācijas parametrus, saista maiņstrāvas lielumus ar ģeneratora rotācijas parametriem¹. Iegūst, ka spriegums maiņstrāvā ir laikā mainīgs pēc sinusa vai kosinusa likuma. Atkārto/apgūst, kas ir sprieguma un strāvas efektīvā vērtība. Atkārto par strāvas un sprieguma saistību dažādās līdzstrāvas ķēdēs (Oma likums noslēgtai ķēdei, Oma likums ķēdes posmam). Spriež par kondensatora un spoles ietekmi uz maiņstrāvas ķēdi, izmantojot datorsimulācijas. Novērojot strāvas un/vai sprieguma izmaiņas ķēdē, ja pieslēdz kondensatoru vai spoli, secina par reaktīvajām pretestībām – kapacitīvo un induktīvo. Aprēķina kapacitīvo un induktīvo pretestību virknes un paralēlā maiņstrāvas ķēdē (jauktu ķēdi neapskata). Diskutē par to, kā iegūt pilno maiņstrāvas ķēdes pretestību, izmantojot datorsimulācijas. Zīmē pretestības, sprieguma un strāvas vektordiagrammas. Analizē maiņstrāvas ķēdes kapacitīvās un induktīvās pretestības atkarību no maiņstrāvas frekvences. Skaidro spriegumu rezonanses parādību un diskutē par tās nozīmi maiņstrāvas praktiskos lietojumos. Veic pētniecisko darbu par maiņstrāvas ķēdes kopējo pretestību un/vai par spriegumu rezonansi. Diskutē par aktīvās un reaktīvās pretestības ietekmi uz enerģijas patēriņu. Aprēķina patērēto (reālo) jaudu, skaidro, kāpēc reaktīvā pretestība vidēji nepatērē enerģiju, secinot no kondensatora un spoles īpašībām. Analizē maiņstrāvas pārvadi un secina par to, kā maiņstrāvu pārvadīt ar pēc iespējas mazākiem zudumiem. Saista zināšanas par transformatoriem no Fizika I kursa ar iegūtajām zināšanām par maiņstrāvu. Veic aprēķinus, izmantojot transformatora lietderības koeficientu.
Līdzstrāvas un maiņstrāvas izmantošana tehnikā (7 mācību stundas)	Diskutē par maiņstrāvas un līdzstrāvas ģenerēšanas un pārvades priekšrocībām un problēmām. Salīdzina šīs elektrības formas un argumentē, kāpēc viena vai otra ir nepieciešama noteiktos kontekstos. Apgūst pusvadītāju materiālu klases īpašības un raksturojumu un skaidro diodes darbības principu (p-n pāreju). Konceptuāli skaidro tranzistora darbības principu (p-n-p vai n-p-n pāreja). Aplūko maiņstrāvas taisngriezi un skaidro atsevišķo komponentu (diožu tilts, kondensators) nozīmi šajā pielietojumā. Secina par līdzstrāvas iegūšanas veidiem. Atkārto par LC kontūru un analizē tā darbību no iepriekš apgūtā par aktīvo un reaktīvo pretestību. Secina par LC kontūra labumu $Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$.

¹ Ja skolēni apgūst Fizika II kursu paralēli Matemātika II kursam, tad var apsvērt iespēju izmantot matemātiskās analīzes elementus, lai no magnētiskās plūsmas svārstībām analītiski iegūtu inducēto spriegumu rāmītī.

1. Mehānika	2. Siltumfizika	3. Elektromagnētisms	4. Viļņu optika	5. Modernā fizika
-------------	-----------------	----------------------	-----------------	-------------------

4. Viļņu optika

Temata apguvei ieteicamais laiks: 27 mācību stundas.

Temata apguves mērķis: iegūt padziļinātu izpratni par gaismu un tās īpašībām, apskatot to kā elektromagnētisku viļni; gūt prasmes skaidrot un analizēt dažādas situācijas, izmantojot gaismas viļņu īpašības, piemēram, interferenci, difrakciju un polarizāciju; attīstīt pētniecības prasmes, veicot vairākus pētniecības darbus par gaismas viļņu īpašībām un to izmantošanu; attīstīt skaidrošanas prasmes, skaidrojot gan viļņu īpašības, gan arī izmantojot iegūtās zināšanas dažādu dabas un tehnoloģisko situāciju analīzē; aplūkot dažādas mūsdienu zinātnes tehnoloģijas, kurās izmanto gaismas viļņu īpašības, piemēram, interferometrs un tā izmantošana viļņa garuma noteikšanai vai gaismas ātruma noteikšanai; skaidrot dabas parādības un norises; labāk izprast mūsdienu tehnoloģiju (piemēram, šķidro kristālu ekrānu) darbības principus.

Temata izpētes jautājumi

- Kā pierādīt, ka gaisma ir šķērsviļnis?
- Kā mainās uztvertā viļņa frekvence atkarībā no viļņu avota ātruma?
- Kā gaismas viļņu pārklāšanos var izmatot dažādās situācijās, kurās ir nepieciešams pastiprināt vai samazināt gaismas intensitāti?
- Kā gaismas viļņu īpašības izmanto pētniecībā – spektroskopijā, optiskajos instrumentos un gravitācijas viļņu noteikšanā?
- Kā gaismas polarizācijas īpašību izmanto šķidro kristālu displejos un citur?
- Cik liels ir gaismas izplatīšanās ātrums, un kāda tam ir nozīme mūsdienu fizikas izpratnē?

Sasniedzamie rezultāti

- Salīdzina un saskata kopīgo mehānisko un gaismas viļņu īpašībās, nosacījumos un izpausmēs (D.A.2.1.1., D.A.2.1.2., D.A.12.2.1., D.A.12.2.2., D.A.12.2.3., D.A.12.4.1., D.A.13.3.3.)
- Apraksta interferences parādību kvantitatīvi, ilustrē tās izpausmi dabā un tehnikā, kā arī spēj izskaidrot dažādu faktoru ietekmi uz minētajiem piemēriem. (D.A.2.1.3., D.A.12.1.1., D.A.12.1.2., D.A.12.2.1., D.A.12.3.1., D.A.12.4.1., D.A.13.3.2.)
- Apraksta difrakcijas parādību kvantitatīvi, izmantojot difrakcijas režģi. Raksturo, kā difrakcijas īpašība ietekmē mehānisko un gaismas viļņu izplatīšanos dabā. Apraksta objekta un viļņa garuma saistību difrakcijas novērošanā, ilustrējot to ar optisko mērinstrumentu izšķirtspēju. (D.A.2.1.4., D.A.11.1.1., D.A.11.2.1., D.A.11.2.2., D.A.11.3.1., D.A.11.3.2., D.A.11.4.1., D.A.11.5.1., D.A.11.5.2., D.A.11.6.1., D.A.11.7.2.1., D.A.11.8.1., D.A.11.9.1., D.A.12.1.1., D.A.12.1.2., D.A.12.1.3., D.A.12.1.4., D.A.12.2.1., D.A.12.2.2., D.A.12.2.3., D.A.12.3.1.)
- Izskaidro viļņu polarizāciju, tās būtību un veidošanos gaismas viļņos, kā arī ilustrē polarizācijas izpaušanos dabā un izmantošanu tehnoloģijās. (D.A.2.1.5., D.A.11.1.1., D.A.11.2.1., D.A.11.2.2., D.A.11.3.1., D.A.11.3.2., D.A.11.4.1., D.A.11.5.1., D.A.11.5.2., D.A.11.6.1., D.A.11.7.2.1., D.A.11.8.1., D.A.11.9.1., D.A.12.1.1., D.A.12.1.2., D.A.12.1.3., D.A.12.1.4., D.A.12.2.1., D.A.12.2.2., D.A.12.2.3., D.A.12.3.1.)

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

Temata apguves norise

Gaismas un mehāniskie viļņi (6 mācību stundas)	Atkārto par gaismas un mehāniskajiem viļņiem no Fizika I kursa – viļņu pamatideja (svārstību izplatīšanās telpā) un galvenie raksturlielumi (ātrums, frekvence, periods, amplitūda). Atkārto par galvenajām viļņu īpašībām no Fizika I kursa (interference, difrakcija, polarizācija) un novēro tās mehānisko viļņu demonstrējumus. Atkārto par EM viļņu skalām, tās uzbūvi un dažādiem EM viļņu veidiem, īpaši akcentējot redzamās gaismas diapazonu un tā raksturvērtības (frekvences un viļņa garumus). Argumentē, kā Janga dubultspraugas eksperimentā ir novērojamas viļņu īpašības un kā šis eksperiments pierāda gaismas viļņu dabu. Sasaista eksperimenta rezultātus ar mehānisko viļņu īpašībām. Izvērtē eksperimenta vēsturisko nozīmi. Izvirza nosacījumus, kuriem nepieciešams izpildīties, lai varētu novērot mehānisko un gaismas viļņu īpašības – koherentu viļņu avotu īpašības. Izmanto Heigensa principu viļņu īpašību skaidrošanai. Skaidro vispārējā Doplera efekta būtību par viļņu avota un uztvērēja savstarpējās kustības ietekmi uz uztvertā viļņa frekvenci. Analizē Doplera efektu skaņas viļņiem, novērojot piemēru, un, balstoties uz uzdevuma nosacījumiem, iegūst matemātisko sakarību $f = \left(\frac{v \pm v_{\text{uztv.}}}{v \mp v_{\text{avots}}} \right) f_0$. Salīdzina Doplera efektu skaņas un gaismas viļņiem. Izprot Doplera efekta izpausmes gaismas viļņiem dabā (piemēram, kā vienu no sarkanās nobīdes ietekmējošiem faktoriem).
Interference (5 mācību stundas)	Analizē nosacījumus, pie kuriem veidojas interferences maksimumi un minimumi, saista tos ar optiskā gājuma diferenci un viļņa garumu. Skaidro konstruktīvās un destruktīvās interferences jēdzienus. Iegūst gājuma diferences matemātisko saistību ar viļņu garumu: $\Delta x = k\lambda$ un $\Delta x = (k + 0,5)\lambda$. Apzinās un izprot, ka gājuma diferenci ietekmē ne tikai veikta ceļa atšķirības, bet arī atšķirīgie vides optiskie blīvumi. Izmatojot datorsimulāciju, novēro, kā dažādi faktori (krītošās gaismas viļņa garums, kārtiņas biezums un laušanas koeficients) rada interferences ainu plānā kārtiņā. Novēro atstarotās un caurizgājušās gaismas intensitātes savstarpējo saistību. Sasaista plānās kārtiņas nosacījumus ar gājuma diferenci un iegūst matemātisko sakarību plānās kārtiņas aprēķiniem dažādām situācijām. Skaidro un matemātiski apraksta dažādas situācijas, kur izpaužas interference plānās kārtiņās – dzidrinātā optika, ziepju plēves kārtiņas krāsa, eļļas kārtiņas krāsa uz ūdens virsmas. Analizē Janga dubultspraugas eksperimentā iegūto ainu caur interferences īpašību – skaidro, kā viļņu gājuma difference ietekmē iegūto ainu, kur un kāpēc ir interferences minimumi un maksimumi (sk. 4. pielikuma 6. uzdevumu).

Difrakcija (6 mācību stundas)	Skaidro, kas ir difrakcija, un salīdzina, kā tā izpaužas mehānisko un gaismas viļņu gadījumā. Nosaka apstākļus, kādos var novērot difrakciju – viļņu garuma un šķēršļa izmēru samērojamība, asas šķēršļa malas gaismas difrakcijas gadījumā. Papildina Janga dubultspraugas ainas skaidrojumu ar difrakcijas īpašību. Attīsta Janga dubultspraugas ideju līdz difrakcijas režģim (vairākas spraugas) un skaidro iegūto difrakcijas ainu, izmantojot Heigensa principu. Iegūst difrakcijas režģa sakarību $k\lambda = d\sin\alpha$. Analizē un skaidro dažādu faktoru (viļņa garums, difrakcijas režģa konstante, attālums starp režģa spraugām, ekrāna attālums, viļņu avota attālums) ietekmi uz difrakcijas ainu. Skaidro difrakcijas ainu caur vienu spraugu un salīdzina to ar ainu, kas iegūta ar difrakcijas režģi. Veic pētījumu par maza objekta izmēru noteikšanu ar difrakcijas metodi. Tā var būt mata izmēra noteikšana, izmantojot difrakcijas metodi, un rezultāta pārbaude. Var noteikt kompaktdiska celiņa platumu ar difrakcijas metodi. Iepazīstas ar interferences un difrakcijas izmantošanu tehnikā, piemēram, spektroskopijā, optisko instrumentu izšķirtspējas uzlabošanā, holografijā.
Polarizācija (4 mācību stundas)	Skaidro viļņu polarizāciju mehānikas kontekstā, sasaista to ar gaismas polarizāciju un polarizāciju kā pierādījumu, ka gaisma ir šķērsviļnis. Atšķir nepolarizētu no polarizētas gaismas. Apskata dažādus veidus, kā var iegūt polarizētu gaismu dabā un tehnikā, – gaismas atstarošanās no virsmas, polarizācijas filtri. Lai skaidrotu gaismas intensitātes izmaiņas, tai ejot cauri polarizatoriem, veic pētījumu par caurizgājušās gaismas intensitātes atkarību no divu polarizācijas filtru savstarpējā pagriešanas leņķa. No iegūtajiem datiem atklāj Malī likumu $I = I_0 \cos^2\alpha$. Izmantojot iegūtās zināšanas, analizē dažas situācijas, piemēram, gaisma caur trim polarizācijas filtriem. Skaidro dažādas situācijas dabā un tehnikā, izmantojot polarizācijas īpašību, – gaismas atstarošanās no ūdens virsmas, šķidro kristālu displejs, polarizētas saulesbrilles, mehānisko spriegumu vizualizācija.
Gaismas īpašību izmantošana pētniecībā (6 mācību stundas)	Apskata interferometra darbības principus, to saista ar gaismas interferenci. Salīdzina Maikelsona interferometru ar LIGO interferometru gravitācijas viļņu noteikšanai. Analizē teleskopu un mikroskopu izšķirtspēju saistību ar difrakciju. Apskata Maikelsona–Morleja eksperimentu, kura mērķis bija noteikt hipotētiskā ētera ātrumu. No eksperimenta rezultātiem secina par gaismas ātruma nemainīgumu. Iepazīstas ar gaismas ātruma kā fizikā nozīmīgas konstantes izmantošanu relativitātes teorijas izstrādāšanā.

1. Mehānika	2. Siltumfizika	3. Elektromagnētisms	4. Viļņu optika	5. Modernā fizika
-------------	-----------------	----------------------	-----------------	-------------------

5. Modernā fizika

Temata apguvei ieteicamais laiks: 42 stundas.

Temata apguves mērķis: veidot priekšstatu par 20. un 21. gadsimta zinātnes atklājumiem par atomu uzbūvi un attīstīt prasmi skaidrot dažādas parādības, izmantojot atomu modeļus; no iepriekšējām klasiskās fizikas zināšanām secināt, ka gaismā un citas daļiņas demonstrē viļņa–daļiņas dualitāti, skaidrot šo fenomenu un noteiktās situācijās prognozēt, kura – viļņu vai korpuskulārā – daba izpaudīsies; iepazīstoties ar Einšteina ideju par masas–enerģijas ekvivalenci, attīstīt dziļāku izpratni par kodolreakcijās iegūstamo enerģiju un spriest par kodolenerģijas bīstamību radioaktivitātes kontekstā, analizēt enerģētikas jautājumus, t. sk. pilsoniski nozīmīgos, kuri ir saistīti ar kodolenerģijas bīstamību; iepazīties ar fundamentālās fizikas mūsdienu izaicinājumiem, lai izprastu fizikas lomu mūsdienu fundamentālās zinātnes attīstībā.

Temata izpētes jautājumi

- Kāda ir mūsdienu izpratne par atoma uzbūvi?
- Kā atomu kvantu īpašības ļauj izprast pie vielu makroskopiskām īpašībām un parādībām?
- Kādas ir kodolenerģijas izmantošanas priekšrocības un draudi?
- Kādi ir mūsdienu fizikas izaicinājumi?

Sasniedzamie rezultāti

- Skaidro fotoefekta parādību, izmantojot atziņas par gaismu kā par vilni un par gaismu kā par kvantu – fotonu. Prognozē materiāla sarkano robežu un saista to ar materiāla īpašībām. Secina par mērogiem, kuros izpaužas daļiņu korpuskulārā daba un par mērogiem, kuros izpaužas daļiņu viļņa daba, izmantojot de Brojī viļņa garumu. (D.A.1.2.1., D.A.1.2.2.)
- Analizē dažādu elementu un vielu enerģijas līmeņu shēmas un skaidro absorbcijas un emisijas spektrus, balstoties uz Bora atoma modeli. (D.A.4.3.3., D.A.11.1.1., D.A.11.2.1., D.A.11.2.2., D.A.11.3.1., D.A.11.3.2., D.A.11.4.1., D.A.11.5.1., D.A.11.5.2., D.A.11.6.1., D.A.11.7.2.1.)
- Analizē radioaktīvās sabrukšanas norisi, klasificē sabrukšanu pēc tipa, nosaka ķīmiskās vielas pārvērtības sabrukšanas gaitā. Saista radioaktivitāti un radioaktīvo starojumu ar kodolreakcijām. (D.A.1.5.1., D.A.2.1.6.)
- Analizē kodolreakciju norisi, izmantojot masas defekta jēdzienu. Prognozē makroskopisku enerģijas iznākumu kodolreakcijās. (D.A.6.1.1., D.A.13.2.4., D.A.13.3.2., D.A.13.3.3.)
- Spriež par fundamentālās fizikas lomu modernajā zinātnē. Gūst ieskatu elementārdaļiņu standartmodelī un kosmoloģijā, diskutē par elementārdaļiņu un kosmosa izpēti un par dabaszinātnisko teoriju attīstību. (D.A.2.1.2., D.A.2.2.1., D.A.4.3.2., D.A.6.2.1., D.A.12.4.1.)

Jēdzieni: 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.

Temata apguves norise

Fotoefekts un viļņa–daļiņas duālisms (10 mācību stundas)	Aplūko fotoefekta eksperimenta datorsimulāciju un analizē strāvas stipruma atkarību no krītošā starojuma parametriem (materiāls, uz kuru krīt gaisma, gaismas viļņa garums, gaismas intensitāte). Salīdzina eksperimenta rezultātus ar atziņām par gaismas kā EM viļņa dabu. Secina, ka gaismai piemīt arī korpuskulāra daba un ka tā kvantējas fotonos ar enerģiju $E = h\nu$. No enerģijas saglabāšanās likuma iegūst fotoefekta formulu $h\nu = A_{iz} + \frac{m_e v^2}{2}$. Aprēķina minimālo nepieciešamo fotona enerģiju, lai no noteikta materiāla izsistu elektronu, un atrod materiāla sarkano robežu. Saista materiāla izejas darbu ar tā atomārajām īpašībām. Iepazīstot dažādus eksperimentus par viļņa–daļiņas duālismu (piemēram, elektronu interferenci, Komptona efektu), secina, ka arī citām daļiņām, ne tikai fotoniem, piemīt viļņa–daļiņas duālisms. Iepazīstas ar de Brojī viļņa garumu un pēc tā prognozē daļiņas uzvedību dažādos apstākļos (t. i., vai tai var izpausties viļņa daba, sk. 4. pielikuma 7. uzdevumu).
Vielu spektri (12 mācību stundas)	Atkārtο par vielu enerģijas līmeņu shēmām un raksturīgā spektra veidošanos, gaismas emisiju un absorbciju. Analizējot atomu modeļu attīstības vēsturi un katra modeļa trūkumus, secina, ka Rezerforda (planetārais) atoma modelis nav pietiekams, lai aprakstītu atomu uzbūvi. Izmantojot Bora atoma modeli, skaidro, kā tas novērš Rezerforda atoma modeļa nepilnības. Saista elektronu norises Bora atoma modelī ar pārejām enerģijas līmeņu shēmā. Skaidro dažādo vielu emisijas spektrus, kuri veidojas pēc dažādiem ierosmes veidiem (t. i., ar atšķirīgu ierosinošo enerģiju). Spriež par absorbcijas un emisijas sakarībām, izmantojot Bora atoma modeli. Iepazīstas ar spontānā un inducētā starojuma rašanās nosacījumiem, izmantojot starojuma kvanta un enerģijas līmeņu jēdzienus. Skaidro lāzera starojuma īpašības un tā plašo lietojumu tehnikā un medicīnā. Izmantojot atziņas par lādētu daļiņu paātrinātu kustību un starojuma rašanos, skaidro vielu siltumstarojumu. Skaidro karstu objektu krāsas, izmantojot siltumstarojumu. Analizē starotāja īpašību (piemēram, laukuma, temperatūras, atstarošanas/izstarošanas koeficienta) saistību ar izstaroto jaudu pēc Stefana–Bolcmaņa likuma. Skaidro siltumstarojuma mērījumu izmantošanu kosmiskiem pētījumiem, saista to ar reliktstarojumu. Sadarbojoties ar klasesbiedriem, plāno pētījumu, lai, izmantojot spektrometru, identificētu dažādu paša izvēlētu gaismas avotu spektrus, kā arī tos skaidrotu un saistītu ar konkrēto gaismas avotu darbības principiem.

Radioaktīvā sabrukšana un kodolreakcijas (10 mācību stundas)	Atkārtot par radioaktivitāti un kodolreakcijām. Izmantojot masas–enerģijas ekvivalenci $E = mc^2$, aprēķina masas defektu un nuklonu saites enerģiju un prognozē atbrīvotās enerģijas daudzumu radioaktīvās sabrukšanas un kodolreakciju ceļā. Zinot vielas pussabrukšanas periodu un aprēķinot atbrīvoto enerģiju viena atoma sabrukšanas gadījumā, atrod noteikta vielas daudzuma radīto radioaktīvā starojuma jaudu. Secina par dažādu vielu bīstamību cilvēkam, apkopo dažādus veidus, kā mērīt radioaktīvu materiālu ietekmi uz cilvēku (mērīšana zīvertos, grejos, bekerelos) un kā aizsargāties no starojuma. Diskutē par kodolenerģētiku no sociāli pilsoniskā skatpunkta, salīdzinot atomenerģiju ar citiem enerģijas iegūšanas veidiem. Salīdzina kodolu dalīšanās un kodolsintēzes reakcijas, skaidro to atšķirības un tehniskās realizācijas ierobežojumus atomreaktoros uz Zemes. Saista kodolsintēzes reakcijas ar norisēm zvaigznēs, izmantojot Hercšprunga–Rasela diagrammu.
Mūsdienu fizika (10 mācību stundas)	Iepazīstas ar elementārdaļiņu standartmodeli un pasaules uzbūvi no tā perspektīvas. Klasificē elementārdaļiņas kā fermionus (daļiņas, kas veido matēriju) un bozonus (daļiņas, kas pārnēs fundamentālās mijiedarbības). Aprēķina daļiņu/antidaļiņu sadursmē radušos enerģiju un daļiņu pāra radīšanai nepieciešamo enerģiju, izmantojot standartmodeļa tabulu. Spriež par Doplera efekta izmantošanu kosmosa izpētē un secina par Visuma paātrinātu izplešanos, izmantojot vēsturiskus datus, kā arī saista secinājumu ar Lielā Sprādziena ideju. Apkopo informāciju par elementārdaļiņu standartmodeļa izprašanas nozīmi Lielā Sprādziena teorijā un elementārdaļiņu lomu dažādos Visuma pirmssākuma posmos. Iepazīstas ar Habla parametra nozīmi. Spriež par Visuma nākotni (“siltuma nāve”, <i>Big Rip</i>, <i>Big Crunch</i> u. tml.). Diskutē par mūsdienu kosmosa izpēti un iespējām ceļot kosmosā, izmantojot apgūto, lai formulētu ierobežojumus un novērtētu cilvēku iespējas veikt ceļojumus Visumā. Diskutē par fizikas vēsturisko attīstību. Spriež par mūsdienu fundamentālās fizikas izaicinājumiem (piemēram, standartmodeļa papildināšana, tumšās matērijas un tumšās enerģijas skaidrošana utt.) un to nozīmi kopējā dabaszinātņu kontekstā.

Metodiskais komentārs par uzdevumu piemēriem 4. pielikumā

Uzdevuma numurs, nosaukums	Sasniedzamais rezultāts	Temats	Metodiskais komentārs
1. uzdevums. Pētnieciskais darbs par horizontālo sviedienu	Plāno, realizē un apraksta eksperimentu dotai pētāmajai problēmai par objektu horizontālā sviedienā.	Mehānika	Skatīt 52. lpp.
2. uzdevums. Hipotēzes izteikšana par CO ₂ koncentrācijas ietekmi uz cilvēku	Izsaka hipotēzi, balstoties uz pieejamo zinātnisko informāciju.	Termodinamika	Skatīt 57. lpp.
3. uzdevums. Zinātniskā argumentēšana par 5G tehnoloģijām	Patstāvīgi veido un izvērtē argumentus par elektromagnētiskā starojuma ietekmi uz veselību, balstoties uz dotu diskusiju.	Elektromagnētisms/ viļņu optika	Skatīt 60. lpp.
4. uzdevums. Skaidrošana par rotācijas dinamiku	Skaidro dabā novērojamu procesu – boulinga bumbas slīdēšanu un ripošanu – izmantojot zināšanas par rotācijas mehāniku.	Mehānika	Skatīt 63. lpp.
5. uzdevums. Modelēšana par gāzes izplatīšanos traukā	Modelē gāzu izplatību traukā ar varbūtisku matemātisko aprakstu, skaidro gāzu izplatību ar šo modeli.	Termodinamika	Skatīt 65. lpp.
6. uzdevums. Salīdzināšana par interferences parādību	Salīdzina vairākus viļņu interferences parādības atainojumus, izmantojot zināšanas par viļņu optiku.	Viļņu optika	Skatīt 67. lpp.
7. uzdevums. Prognozēšana par objektu viļņa-daļiņas duālismu	Prognozē, vai objekts izpaužīs savas viļņa vai daļiņas īpašības noteiktā situācijā, izmantojot de Brojī viļņa garumu.	Modernā fizika	Skatīt 69. lpp.

Pielikumi

1. pielikums

Kursu programmu paraugos lietotie kodi

Atsaucei uz standartu* mācību priekšmetu programmās izmantoti šādi plānoto skolēnam sasniedzamo rezultātu (SR) un lielo ideju (Li) kodi. (Standarta pielikumi, kuros lietoti šie kodi, atrodami *Skola2030* tīmekļa vietnē.)

SR kodi

Piemērs:

VLM.3.2.1.9.			
VLM.	3.	2.1.9.	
Mācību joma (visu mācību jomu apzīmējumus sk. tabulā)	Izglītības posma pēdējās klases numurs	Mācību jomas SR kārtas numurs standartā	
		2.1.9. Saprāt, ka tekstveide ir process, kura laikā tekstu vairākkārt var uzlabot. Pēc parauga un pedagoga ieteikumiem labo un pilnveido tekstu	2.1.9. Labo un pilnveido savu tekstu, sniedz un iegūst atgriezenisko saiti par teksta saturu un noformējumu. Prot strādāt individuāli un sadarboties teksta pilnveides laikā
			2.1.9. Redīgē savu tekstu. Sniedz un saņem konstruktīvu atgriezenisko saiti. Izmanto dažādus paņēmienus teksta uzlabošanai, piemēram, jautājumu formulēšanu, diskusijas, nepieciešamo avotu un resursu izmantošanu, laika plānojumu

Li kodi

Piemērs:

S.Li.8.		
S.	Li.	8.
Mācību joma	Lielā ideja	Mācību jomas Li kārtas numurs standartā
		8. Informācijas avoti, kas atspoguļo norises sabiedrībā pagātnē un mūsdienās, ir izvērtējami kritiski
		8.1. Raksturo dažādu plašsaziņas līdzekļu sniegtās informācijas izmantošanas iespējas, atrod un atlasa faktus
		8.1. Kritiski izvērtē un izmanto dažādu plašsaziņas līdzekļu un vēstures avotu sniegto informāciju. Salīdzina dažādos informācijas avotos atrodamos faktus, meklē līdzības un atšķirības
		8.1. Analizē un skaidro plašsaziņas līdzekļu iespējas atspoguļot un ietekmēt cilvēku politiskos, sabiedriskos, estētiskos priekšstatus un uzskatus, manipulēt ar personisko un kultūras identitātes izpratni, priekšstatiem par kultūras mantojumu un vērtībām

Mācību jomu apzīmējumi

V	Valodu mācību joma	
	VL	Latviešu valoda
	VLM	Latviešu valoda un literatūra izglītības iestādēs, kas īsteno mazākumtautību izglītības programmas
	VS	Svešvaloda
	VM	Mazākumtautības valoda
K	Kultūras izpratnes un pašizpaušmes mākslā mācību joma	
S	Sociālā un pilsoniskā mācību joma	
D	Dabaszinātņu mācību joma	
M	Matemātikas mācību joma	
T	Tehnoloģiju mācību joma	
F	Veselības un fiziskās aktivitātes mācību joma	

* Ministru kabineta 2018. gada 27. novembra noteikumi Nr. 747 "Noteikumi par valsts pamatzglītības standartu un pamatzglītības programmu paraugiem".

2. pielikums

Fizika II kursā plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti

Dabaszinātņu mācību jomas plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti augstākajā mācību satura apguves līmenī

VSK.D.Li.1. Visumā matērija sastāv no ļoti mazām daļiņām
VSK.D.Li.1.1. Matērija un tās stāvokļi
D.A.1.1.1. Raksturo matērijas stāvokļus, skaidrojot to galvenās īpašības, analizējot atšķirības starp vielu un lauku, kā arī to savstarpējo pāreju no viena otrā, lai prognozētu procesus mikropasaulē un makropasaulē.
VSK.D.Li.1.2. Vielas uzbūve, daudzveidība
D.A.1.2.1. Skaidro vielas uzbūvi un to veidojošo daļiņu savstarpējo mijiedarbību (fundamentālas mijiedarbības atomos, molekulās, kristāliskās un amorfās vielās), izmantojot mūsdienīgas teorijas.
D.A.1.2.2. Attēlo atoma uzbūvi (atoma kodols: protoni, neitroni, tos saturošie kodolspēki; elektronapvalka uzbūve), skaidro izotopu uzbūves atšķirības ķīmisko elementu periodiskās tabulas 1.–5. perioda elementiem, kā arī raksturo vielas īpašības dažādos apstākļos Visumā, lai modelētu parādības mikropasaulē, ņemot vērā to viļņu dabu, un prognozētu makroobjektu īpašības.
VSK.D.Li.1.4. Vielas īpašības
D.A.1.4.1. Prognozē dažādu vielu īpašību izmaiņas, mainoties ārējiem apstākļiem un vides iedarbībai, veidojot sakarības starp vielu fizikālo īpašību (kušanas temperatūra, viršanas temperatūra, šķīdība polāros un nepolāros šķīdinātājos, elektrovadītspēja, virsmas spraigums, elastīgas un neelastīgas deformācijas) un procesu (fāžu pāreja, elektrizācija, šķīdība) atkarību no vielas uzbūves (kristālrežģa veida, ķīmiskās saites un starpmolekulārās mijiedarbības veida), eksperimentējot, vērojot demonstrējumus un modelējot.
VSK.D.Li.1.5. Procesi ar vielām
D.A.1.5.1. Analizē radioaktīvās sabrukšanas reakciju norisi atkarībā no sabrukšanas veida (alfa, bēta, gamma sabrukšana), raksturojot tās ar radioaktīvo izotopu aktivitātes un pussabrukšanas perioda jēdzieniem, lai spriestu par vielu ķīmiskā sastāva izmaiņām šo reakciju rezultātā.

VSK.D.Li.2. Objekti var attālināti iedarboties cits uz citu
VSK.D.Li.2.1. Starojums – skaņas viļņi un elektromagnētiskie viļņi
D.A.2.1.1. Skaidro novērojamos efektus divu vai vairāku viļņu pārklāšanās rezultātā, stāvviļņu būtību un to rašanās nosacījumus, ilustrējot atšķirību starp skrejviļņiem un stāvviļņiem, kā arī nosaka tos raksturojošos lielumus, lai skaidrotu stāvviļņu rašanās un izplatīšanās procesus dažādās vidēs un objektos.
D.A.2.1.2. Skaidro Doplera efekta būtību skaņas un gaismas viļņiem, tā praktisko nozīmi kustībā esošu objektu novērojumos.
D.A.2.1.3. Skaidro interferences parādību (plāno kārtiņu un dubultspraugas gadījumā), apraksta gaismas intensitātes pastiprināšanos un pavājināšanos, ņemot vērā fāzes maiņu uz robežvirsmas un laušanas koeficienta ietekmi, modelē interferences ainas izmaiņas, mainoties krītošās gaismas īpašībām un spektrālajam sastāvam, ar piemēriem ilustrē gaismas interferences parādību dabā un tās izmantošanas piemērus tehnikā.
D.A.2.1.4. Skaidro difrakcijas parādību, spriež par difrakcijas ietekmi uz mehānisko un elektromagnētisko viļņu izplatīšanos, analizē difrakcijas ietekmi uz optisko mērinstrumentu spēju izšķirt tuvi stāvošus objektus (monohromatiskās gaismas gadījums), lai prognozētu izmaiņas redzamās gaismas izplatīšanā.
D.A.2.1.5. Apraksta viļņu polarizācijas parādību, izmantojot svārstību plaknes, lineāri, daļēji polarizēta un nepolarizēta viļņa jēdzienus, veic viļņu intensitātes aprēķinus, apraksta polarizācijas metodes, lai skaidrotu polarizācijas izpausmes dabā un tehnikā.
D.A.2.1.6. Skaidro elektromagnētiskā starojuma (gamma starojums, rentgenstarojums, UV gaisma, redzamā gaisma, IR starojums, mikroviļņi, radioviļņi) ietekmi uz vielām un dzīvajiem organismiem, lietojot ekspozīcijas jaudas un absorbētās dozas jēdzienus; piedāvā risinājumu dažādu starojumu veidu izmantošanā un aizsardzībā pret starojuma iedarbību, modelējot un izmantojot dažādus informācijas avotus.
VSK.D.Li.2.2. Fizikālie lauki – magnētiskais lauks, gravitācijas lauks un elektriskais lauks
D.A.2.2.1. Skaidro fundamentālās mijiedarbības, izmantojot mijiedarbības nesējkvanta jēdzienu, attēlo grafiski katra fizikālā lauka intensitātes un ekvipotenciālās līnijas un izmanto superpozīcijas principu.
D.A.2.2.2. Skaidro elektriskās strāvas blīvuma jēdzienu, aprēķina to strāvai vadītājos, nosaka kopējo elektrodzinējspēku virknes un paralēlam avotu slēgumam, kā arī noslēgtā ķēdē radīto strāvu, izdalītā siltuma daudzumu un jaudu, lai prognozētu sadzīvē un tehnoloģiskajos procesos izmantojamo aparātu un mehānismu darbību.

VSK.D.Li.3. Objekta kustības maiņai ir nepieciešama kopējā spēka iedarbība
VSK.D.Li.3.1. Kustība
D.A.3.1.1. Skaidro vienmērīgas kustības pa riņķa līniju pazīmes dažādiem objektiem, raksturo vienmērīgi paātrinātu kustību pa riņķa līniju, spriež par lineāro un leņķisko ātrumu sakaru, skaidro Zemes rotācijas ietekmi uz atmosfēras masu kustību, izmanto sakarības starp leņķiskajiem un lineārajiem raksturlielumiem, lai raksturotu dažādu objektu kustību dabā un tehnikā, kā arī novērtē kustības izmaiņai nepieciešamo iedarbību.
D.A.3.1.2. Pamato harmonisko svārstību modeļa izvēli dažādu mehānisko svārstību procesiem, spriež par svārstu modeļu izmantošanas iespējām dažādu reālu svārstību procesu aprakstīšanai, skaidro un skaitliski raksturo enerģijas transformācijas harmonisko svārstību procesos (grafiski un algebriski), aprēķina svārstības raksturlielumus, kā arī skaidro svārstību rimšanu berzes spēku dēļ, lai prognozētu dažādu objektu periodiskās kustības norisi atkarībā no kustības parametriem un apkārtējās vides iedarbības.
D.A.3.1.3. Raksturo Zemes rotāciju ap savu asi, dienas un nakts maiņu un zvaigžņu diennakts kustību, apraksta planētu, dabisko pavadoņu, mākslīgo pavadoņu (satelītu) kustību, nosakot orbītas rādiusu, kustības ātrumu un apriņķojuma periodu.
VSK.D.Li.3.2. Spēku darbība
D.A.3.2.1. Modelē ķermeņu kustību vairāku (arī slīpi vērstu) spēku darbības gadījumā, nosaka rezultējošu spēku un tā piešķirto paātrinājumu, lai prognozētu ķermeņa stāvokļa maiņu, kā arī skaidrotu svara maiņu ķermeņa kustībā pa liektu virsmu un prognozētu pārslodzi paātrinātās kustības laikā.
D.A.3.2.2. Raksturo ķermeņa inerces īpašības rotācijas kustībā, lietojot inerces momenta jēdzienu, skaidro leņķisko paātrinājumu kā spēka momenta darbības rezultātu (nemainīgā spēka momenta gadījumā), skaidro ar piemēriem spēka momenta atkarību no spēka pleca un tā virziena, modelējot spēka momenta izmantošanas gadījumus sadzīvē un tehnikā.
D.A.3.2.3. Skaidro impulsa momenta būtību un impulsa momenta nezūdamības likumu, lai prognozētu ķermeņu kustību un mijiedarbību dabā un tehnikā.
VSK.D.Li.4. Enerģija Visumā nezūd un nerodas, enerģija var tikt uzkrāta dažādās formās, noteiktos procesos tā pāriet no vienas formas citā
VSK.D.Li.4.2. Iekšējā enerģija
D.A.4.2.1. Skaidro un pamato daudzatomu molekulu gāzu iekšējās enerģijas maiņu dažādos procesos, saistot to ar gāzes absolūto temperatūru vai spiedienu un tilpumu; aprēķina un nosaka grafiski ideālas gāzes izplešanās darbu dažādiem izoprocesiem, lai prognozētu dažāda veida siltuma dzinēju izmantošanas iespējas.
VSK.D.Li.4.3. Enerģijas plūsma (enerģijas nezūdamības likums)
D.A.4.3.1. Apraksta elektrisko strāvu dažādās vidēs (cietvielās, šķidrumos, gāzēs, vakuumā), analizē strāvas un sprieguma sakarības dažādu elementu (kondensatoru, rezistoru, indukcijas spoļu) virknes un paralēlā slēgumā, lai prognozētu strāvas plūšanas procesus dažādās ierīcēs, skaidro maiņstrāvas būtību, tās taisngriešanas procesu un tās nepieciešamību dažādu sadzīvē un ražošanā izmantojamo iekārtu darbināšanai.

D.A.4.3.2. Analizē un skaitliski apraksta enerģijas transformāciju citos veidos kompleksos procesos, kas iekļauj sevī mehānisko, iekšējo, svārstību, atomu un kodolu enerģiju, t. sk. enerģijas pārvērtības elementārdaļiņu anihilācijas un rašanās procesos, kā arī izmanto enerģijas un impulsa nezūdamības likumus dažādu procesu skaidrošanai dabā un tehnikā.

D.A.4.3.3. Skaidro siltumstarojuma rašanās mehānismu, salīdzina absolūti melna ķermeņa starojumu ar citiem starojuma veidiem, raksturo to ar atstarošanas un izstarošanas koeficientiem, lai prognozētu izstarotā siltuma daudzumu dažādos apstākļos.

VSK.D.Li.4.4. Darbs

D.A.4.4.1. Skaidro iekšējās enerģijas pārvēršanu mehāniskajā darbā, analizē siltuma mašīnu un siltumsūkņu darbības fizikālos pamatus un to izmantošanas iespējas dažādu tehnisku uzdevumu izpildei, apraksta Karno ciklu un nosaka tā lietderības koeficientu, skaidro entropijas būtību kā neatkarīgu stāvokļa funkciju, tās izmaiņu un sakarību ar siltuma procesu atgriezeniskumu, lai analizētu siltuma mašīnas lietderības koeficienta palielināšanas ierobežojošos faktorus.

VSK.D.Li.6. Mūsu Saules sistēma ir ļoti maza daļa vienā no miljardiem galaktiku Visumā

VSK.D.Li.6.1. Visuma elementi

D.A.6.1.1. Saista Hercšprunga–Rasela diagrammas apgabalus ar zināmajiem zvaigžņu tipiem un zvaigžņu evolūcijas posmiem, skaidro Visuma evolūciju, galaktiku sarkano nobīdi un relikstarojuma eksistenci atbilstoši Lielā Sprādziena teorijai, izmanto Visuma izplešanās teoriju un Habla likumu, lai paskaidrotu Visuma uzbūvi, kā arī noteiktu Visuma vecumu un attālumus līdz galaktikām.

VSK.D.Li.6.2. Saules sistēma

D.A.6.2.1. Analizē fundamentālo mijiedarbību nozīmi Saules sistēmas objektu kustībā un pastāvēšanā, skaidro un salīdzina planētu un zvaigžņu pētīšanas metodes, kā arī prognozē starplanētu un starpzvaigžņu ceļojumus, to iespējamību un ierobežojumus.

VSK.D.Li.11. Zinātnes uzdevums ir atrast dabā notiekošo parādību cēloņus

VSK.D.Li.11.1. Kompleksu problēmu risināšana

D.A.11.1.1. Risina kompleksas dabaszinātniskas problēmas pētnieciskā ceļā individuāli vai sadarbojoties, patstāvīgi izvēloties problēmu, organizējot pētniecisko procesu, veidojot kritērijus risinājumu izvērtēšanai.

VSK.D.Li.11.2. Plānošana. Pētījuma jautājums, hipotēze un prognozēšana, eksperimenta plānošana

D.A.11.2.1. Plāno kompleksu pētījumu, lai iegūtu kvalitatīvus un kvantitatīvus datus pierādījumu veidošanai, dažādu modeļu (konceptuālu, matemātisku, fizisku, empīrisku) un zinātnisko skaidrojumu izvērtēšanai, izvēloties un pamatojot nepieciešamo datu iegūšanas metodi (datu precizitāte un ticamība, mērinstrumentu atbilstība, mērījumu skaits), plāno eksperimenta darba gaitu, ar piemēriem skaidro atšķirības starp kvalitatīviem un kvantitatīviem datiem, atkarīgajiem, neatkarīgajiem un fiksētajiem lielumiem.

D.A.11.2.2. Pētot dažādus modeļus (konceptuālus, matemātiskus, fiziskus, empīriskus) un zinātniskus skaidrojumus, formulē pētāmo problēmu, pieņemumu, pētījuma jautājumu un/ vai hipotēzi, aprakstot atkarīgā mainīgā izmaiņas, mainot neatkarīgo mainīgo, lieto atbilstošus lielumu apzīmējumus un mērvienības.
VSK.D.Li.11.3. Novērošana, datu ieguve un reģistrēšana
D.A.11.3.1. Ievēro darba gaitu, lai iegūtu kvalitatīvos un/vai kvantitatīvos datus, nosaka atkarīgos, neatkarīgos un fiksētos lielumus un izvēlas pētījumam atbilstošu un pārskatāmu datu reģistrēšanas un organizēšanas veidu, kuru būtu ērti izmantot, turpmāk apstrādājot un analizējot datus.
D.A.11.3.2. Lieto informācijas tehnoloģijas, lai iegūtu un reģistrētu novērojumu un mērījumu datus, nosakot mērierīces un iekārtas kļūdu.
VSK.D.Li.11.4. Datu apstrāde
D.A.11.4.1. Analizē un apstrādā pētījuma laikā iegūtos datus, izmantojot fizikālo lielumu apzīmējumus un atbilstošas mērvienības, veic absolūtās kļūdas (vislielākā gadījuma novirze no vidējās vērtības vai mērinstrumenta kļūda) un relatīvās kļūdas aprēķinus tiešajā un netiešajā mērīšanā, izmanto aprēķinus precizitātes un ticamības novērtēšanai, attēlo kļūdu nogriežņus, izmantojot IT, salīdzinot ar informācijas avotiem un/vai teorētiskām vērtībām (lielumiem), lai iegūtu funkcionālo sakarību starp dažādiem lielumiem un prognozētu šo sakarību atbilstību novērojumiem.
VSK.D.Li.11.5. Datu un/vai eksperimentu rezultātu analīze un izvērtēšana
D.A.11.5.1. Izvērtē pētījuma darba gaitu, mērījumu un novērojumu ticamību, iespējamās kļūdu avotus (sistemātiskas kļūdas, cilvēka radītas kļūdas) un nosaka datu analīzes ierobežojumus (mērījuma kļūda, paraugu izlases veidošanas neprecizitātes), piedāvā uzlabojumus vai citus risinājuma veidus.
D.A.11.5.2. Izvērtē izvēlēto mērierīču un izvēlētās eksperimentālās metodes ierobežojumus un priekšrocības, lai prognozētu iegūto rezultātu precizitāti un atbilstību eksperimenta mērķim.
VSK.D.Li.11.6. Secināšana. Cēloņsakarību saskatīšana
D.A.11.6.1. Formulē secinājumus un ar pētījuma rezultātiem pamatotus vispārinājumus, pamatojoties uz darba uzdevumu, pētāmo problēmu, pētījuma jautājumu, pieņemumu un/vai hipotēzi.
VSK.D.Li.11.7. Eksperimentālās metodes
VSK.D.Li.11.7.2. Mērīšana
D.A.11.7.2.1. Izvēlas un lieto mērāmajam lielumam atbilstošas mērierīces (t. sk. sensorus), nosakot ierīces mērāpjomu, iedaļas vērtību, mērvienību, precizitāti un ievērojot darba drošības nosacījumus un eksperimenta noteikumus.

VSK.D.Li.11.8. Sadarbība un komunikācija pētniecībā
D.A.11.8.1. Komunicē par pētījuma rezultātiem, kompleksu problēmu risinājumiem, zinātniskajiem argumentiem, skaidrojumiem un idejām (parādības, procesa un/vai sistēmas darbība, cilvēka–vides mijiedarbība), izvēloties dažādām auditorijām un mērķiem atbilstošu komunikācijas formu (mutiska, grafiska, rakstiska, matemātiska), komunikācijas kanālus (tiešā komunikācija, prese, internets, televīzija) un struktūru, izmantojot dabaszinātnēs pieņemtu terminoloģiju un IT, visos darbību posmos izvēlas darboties individuāli vai sadarboties grupā, sadalot pienākumus saskaņā ar pieņemto pētījuma plānu un iekšējās kārtības noteikumiem.
VSK.D.Li.11.9. Drošība
D.A.11.9.1. Rīkojas atbildīgi pret savu un citu drošību, ievērojot laboratorijas iekšējās kārtības noteikumus, bīstamības simbolus uz iepakojuma un iekārtām, rakstiskas un mutiskas drošības instrukcijas eksperimentu un lauka darba laikā, izmantojot vielas, traukus, iekārtas, ierīces, piederumus tiem paredzētajiem nolūkiem.
VSK.D.Li.12. Skaidrojumi, teorijas un modeļi ir zinātniski, ja tie vislabāk atbilst konkrētajā laikā pieejamajiem novērojumiem un faktiem
VSK.D.Li.12.1. Zinātniskais skaidrojums un argumentēšana
D.A.12.1.1. Skaidro procesus un parādības, analizējot citu veidotos skaidrojumus, izmantojot pamatotus un ticamus pierādījumus, kas iegūti no dažādiem avotiem, kā arī paša veidotos modeļus (t. sk. digitālos), atbilstošu terminoloģiju un matemātisko aprakstu.
D.A.12.1.2. Spriež par skaidrojuma pamatotību un ticamību, lietojot zinātniskās spriešanas paņēmienus (induktīvais un deduktīvais), teorijas, modeļus, lai izvērtētu pieejamos datus, pieņēmumus un to pierādījumus.
D.A.12.1.3. Saskata un interpretē sakarības sava pētījuma rezultātos, izmantojot paša veiktos novērojumus un citus ticamus avotus (modeļi, t. sk. matemātiskie, teorijas, zinātniskā literatūra) un izvērtējot iespējamās atšķirības, to cēloņus; saskata un piedāvā turpmāko pētījumu virzienus.
D.A.12.1.4. Pamato zinātnisko argumentu nozīmi dabaszinātnisko teoriju skaidrošanā un zinātniskās diskusijas veidošanā.
VSK.D.Li.12.2. Modelēšana
D.A.12.2.1. Salīdzina viena procesa, parādības vai sistēmas vairākus modeļus, izvērtējot to priekšrocības un nepilnības, lai noteiktu atbilstību pieejamajiem zinātniskajiem pierādījumiem un piemērotību skaidrojuma un zinātniskā argumenta veidošanai.
D.A.12.2.2. Veido un pārskata kompleksus modeļus (t. sk. matemātiskus) un simulācijas, lai prognozētu procesu un parādību darbību, to radītās sekas, sistēmas izmaiņas, pamatotu savus skaidrojumus un analizētu saistību starp dažādām sistēmām vai sistēmas komponentiem.
D.A.12.2.3. Pamato izmantotā modeļa izvēli, balstoties uz iegūtajiem rezultātiem un sakarībām, izvērtē tā atbilstību aprakstāmajai situācijai (procesam).

VSK.D.Li.12.3. Simbolu valoda dabaszinātnēs
D.A.12.3.1. Apraksta plānotos un/vai paveiktos darbus un iegūtos rezultātus, izmantojot nozarē pieņemto terminoloģiju un simbolus, atpazīst un skaidro informācijas avotos attēlotos apzīmējumus un simbolus, izmanto mērinstrumentus un ierīces atbilstoši to simboliskajiem apzīmējumiem.
VSK.D.Li.12.4. Zinātniskās metodes nozīme paradigmu maiņā zinātnē
D.A.12.4.1. Skaidro iemeslus nepārtrauktai dabaszinātnisko teoriju attīstībai un zinātnisko paradigmu maiņai (heliocentriskā modeļa atzīšana, dabiskās izlases teorija, slimību ierosinātāju teorija, kvantu mehānika, relativitātes teorija).
VSK.D.Li.13. Zinātnes lietojumam bieži vien ir ētisks, politisks, ekonomisks un sociāls konteksts
VSK.D.Li.13.1. Dabaszinātņu sasniegumu attīstība
D.A.13.1.1. Pamato dažādu dabaszinātņu teoriju un pseidozinātņu atšķirības, izmantojot dažādus informācijas avotus, lai novērtētu to atbilstību realitātei, un ar piemēriem argumentē zinātnes atziņas.
D.A.13.1.2. Analizē sakarības starp veiktajiem fundamentālajiem pētījumiem, to rezultātā veidotajiem inženiertehniskajiem risinājumiem, rūpniecības attīstību un procesiem, kas norisinās sabiedrībā, prognozējot dažādu risinājumu un produktu, arī negatīvu blakusefektu ietekmi uz nākotnes sabiedrību un saistot tos ar savu personisko pieredzi.
VSK.D.Li.13.2. Resursu izmantošana, ietekme uz vidi
D.A.13.2.4. Spriež par iespējām veidot un izmantot atjaunojamās enerģijas avotus, to ietekmi uz apkārtējo vidi un sabiedrību.
VSK.D.Li.13.3. Sociāli atbildīgu lēmumu pieņemšana
D.A.13.3.1. Argumentē bioētikas principu un utilitārās ētikas principu ievērošanu pētniecībā, pamatojoties uz dzīvnieku tiesībām un cilvēktiesībām, izmantojot dažādus informācijas avotus, izvērtējot to ticamību atbilstoši vēsturiskajiem laika periodiem
D.A.13.3.2. Analizējot tehnoloģisko attīstību, skaidro tās ietekmi uz apkārtējo vidi un prognozē tās rezultātu iespējamo ietekmi uz sabiedrības attīstību, cilvēku un ekoloģisko labklājību.
D.A.13.3.3. Izvērtē cilvēces attieksmes un vērtību maiņu pret dažādām dabaszinātņu pētījumu teorijām un objektiem, analizējot informāciju no dažādiem informācijas avotiem, ieņem aktīvu pozīciju, kura pamatota paša vērtībās.

3. pielikums

Plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti caurviju prasmēs, beidzot vispārējās vidējās izglītības pakāpi

1. Kritiskā domāšana un problēmrisināšana

- 1.1. Mērķtiecīgi formulē precīzus jautājumus, lai kritiski analizētu kompleksas situācijas un abstraktas idejas. Izzina kontekstu, to analizē, kritiski izvērtē, kā arī sintezē un interpretē informāciju, lai sasniegtu konkrētu mērķi. Gūst vispusīgu, precīzu informāciju par kompleksiem jautājumiem, izvērtē tās ticamību un analizē, kādēļ atsevišķās situācijās iegūt ticamu informāciju ir grūti.
- 1.2. Kompleksās situācijās spriež no konkrētā uz vispārīgo un no vispārīgā uz konkrēto. Pamana loģiskās argumentācijas kļūdas savos un citu izteikumos, novērš tās. Argumentē, pierādot izteiktā apgalvojuma ticamību un veidojot pamatotus secinājumus.
- 1.3. Nosaka aktuālas vajadzības, precīzi formulē kompleksu problēmu un pamato nepieciešamību to risināt, izvirza mērķi, piedāvā vairākus risinājumus, izvērtē tos attiecībā pret mērķi, izvēlas īstenot labāko.
- 1.4. Kompleksās, neskaidrās situācijās patstāvīgi izstrādā problēmas risinājuma plānu un īsteno to, izvēloties, lietojot un pielāgojot piemērotas problēmrisināšanas stratēģijas, elastīgi reaģē uz neparedzētām pārmaiņām, izvērtē paveikto un gūtos secinājumus izmanto arī citā kontekstā.

2. Jaunrade un uzņēmējspēja

- 2.1. Interesējas par atklājumiem un inovācijām, proaktīvi meklē jaunas iespējas, kā efektīvi uzlabot savu un citu dzīves kvalitāti, rosina uzlabot esošo situāciju, pieņem nepieredzētus, kompleksus izaicinājumus, saglabā emocionālu līdzsvaru un atvērtību nenoteiktības apstākļos.
- 2.2. Raugoties uz situāciju no dažādiem skatpunktiem, pamana jaunas iespējas, mērķtiecīgi un elastīgi izmanto vai attīsta pats savas ideju radīšanas stratēģijas, lai nonāktu pie jauniem un noderīgiem risinājumiem, efektīvi organizē resursus (cilvēku, zināšanu, kapitāla, infrastruktūras), lai īstenotu savu ieceru, patstāvīgi meklē, izvērtē un atbildīgi izmanto citu idejas, kā arī piedāvā savas, lai iedvesmotu citus.
- 2.3. Gan patstāvīgi, gan grupā attīsta ideju ilgtspējīgā piedāvājumā, kļūdas un grūtības izmanto kā iespēju izaugsmei.

3. Pašvadīta mācīšanās

- 3.1. Regulāri un atbilstoši savām vajadzībām izvirza īstermiņa un ilgtermiņa mērķus, formulē kritērijus, pēc kuriem izvērtēt, vai mērķis ir sasniegts, plāno mērķa īstenošanas soļus, uzņemas atbildību par savu lomu soļu īstenošanā un mērķu sasniegšanā.
- 3.2. Patstāvīgi un regulāri analizē un reflektē par savas darbības saistību ar emocijām, personiskajām īpašībām un uzvedību, rod veidus, kā attīstīt spējas pārvaldīt savu domāšanu, emocijas un uzvedību.
- 3.3. Patstāvīgi izvēlas, pielāgo un rada savas domāšanas stratēģijas kompleksās situācijās.
- 3.4. Pieņemot atbildīgus lēmumus, vada emocijas sociāli pieņemamā veidā un orientējas uz iespējām, ieguvumiem un pozitīviem risinājumiem.
- 3.5. Patstāvīgi izmanto kritērijus, kas palīdz īstenot darba uzraudzīšanu un pilnveidošanu, izvērtē, apkopo un turpmākā darba procesā mērķtiecīgi izmanto gūto pieredzi.

4. Sadarbība

- 4.1. Plāno un īsteno personisko un grupas mērķu sasniegšanai nozīmīgu, cieņpilnu verbālu, neverbālu un digitālu komunikāciju.
- 4.2. Piedalās gan viendabīgas, gan neviendabīgas grupas darba procesā, pieņem viedokļu atšķirības, dalībnieku dažādo pieredzi un spējas, prognozē, novērš un risina domstarpības un konfliktus, tostarp digitālā vidē.
- 4.3. Mācību procesā un sabiedriskajā dzīvē apzināti orientējas uz kopīgo labumu un grupai nozīmīgu mērķu sasniegšanu, spēj pārstāvēt savas un respektēt citu intereses, ja grupas un paša vajadzības atšķiras.

5. Pilsoniskā līdzdalība

- 5.1. Skaidro un pamato savu skatījumu par kopsakarībām gan vietējā, gan globālā mērogā, izvērtē individu, sabiedrības un vides mijiedarbību.
- 5.2. Balstoties savās vērtībās un cienot citu vērtības, izsvērti izvēlas pasākumus un ikdienas situācijas, kurās iesaistīties un iesaistīt citus, cieņpilni pamatojot savu nostāju, prot atteikties, ja pasākums neatbilst vērtībām, un spēj nepakļauties grupas spiedienam, paliekot saistīts ar tiem, kuriem nepiekrīt.
- 5.3. Skaidro savas rīcības sekas un uzņemas par tām atbildību ikdienas situācijās, lokālos un globālos procesos.
- 5.4. Patstāvīgi un kopā ar citiem gūst pieredzi, iesaistoties risinājumu meklēšanā un īstenošanā, kas palīdz uzlabot dzīves kvalitāti.

6. Digitālā pratība

- 6.1. Lai īstenotu daudzveidīgas ieceres, mērķtiecīgi izvēlas vai pielāgo un efektīvi izmanto atbilstošas digitālās tehnoloģijas.
- 6.2. Analizē digitālās komunikācijas ieguvumus un riskus, atbildīgi uzvedas un komunicē digitālajā vidē atbilstoši savām un citu interesēm.
- 6.3. Kritiski analizē mediju radīto realitāti un informācijas ticamību, uzņemas atbildību rīkoties, lai novērstu nekvalitatīva mediju satura radīto ietekmi, un, radot savu mediju saturu, ievēro privātuma, ētiskos un tiesiskos nosacījumus.
- 6.4. Analizē un novērtē tehnoloģiju lomu dažādos kontekstos, izvērtē veselīgus un drošus tehnoloģiju lietošanas paradumus, ievēro un pielāgo tos savām vajadzībām, reflektē par savu digitālo identitāti un tās atbilstību savām un sabiedrības interesēm.

4. pielikums

Vērtēšanas uzdevumu piemēri

1. uzdevums

Pētnieciskais darbs par horizontālo sviedienu

Sasniedzamais rezultāts: plāno, realizē un apraksta eksperimentu dotai pētāmajai problēmai par objektu horizontālā sviedienā.

Uzdevums

Izveido eksperimentālu pētījumu!

Pētāmā problēma. Kā horizontālā sviedienā nolidotais attālums ir atkarīgs no izsviešanas augstuma?

Piederumi:

- bumbiņa;
- dēlis;
- metrmērs;
- iekārta bumbiņas palaišanai horizontālā sviedienā (atspere);
- krīts;
- statīvs.

Snieguma līmeņu apraksts. Pētnieciskā darbība

Kritērijs \ Līmenis	Sācis apgūt	Turpina apgūt	Apguvis	Apguvis padziļināti
Hipotēzes formulēšana	Izsaka prognozi saistībā ar pētāmo jautājumu, kas ir balstīta uz novērojumu vai iepriekšējo pieredzi.	Formulē precīzu un pārbaudāmu hipotēzi par pētāmo jautājumu, kvalitatīvi aprakstot mainīgo un fiksēto lielumu savstarpējo saistību. Hipotēze ir balstīta uz novērojumu, likumu vai modeli.	Formulē precīzu un pārbaudāmu hipotēzi par pētāmo jautājumu, kvantitatīvi aprakstot mainīgo un fiksēto lielumu savstarpējo saistību. Hipotēze ir balstīta uz novērojumu, pētījumu, likumu, modeli un/vai teoriju.	Formulē precīzu un pārbaudāmu hipotēzi par pētāmo jautājumu, kvantitatīvi aprakstot un skaidrojot mainīgo un fiksēto lielumu savstarpējo saistību. Hipotēze ir balstīta uz novērojumu, pētījumu, likumu, modeli un/vai teoriju.
Darba gaitas plānošana	Plāno vienkārša pētījuma atkārtojamu darba gaitu, aprakstot to pa soļiem, plānā iekļaujot informāciju par izvēlētajiem traukiem un ierīcēm no piedāvātā saraksta, ievērojot darba drošības noteikumus. Aprakstīts, kā tiks mērīts atkarīgais lielums/novērota pazīme.	Plāno pētījuma darba gaitu pa soļiem, ievērojot darba drošības noteikumus, plānā iekļaujot informāciju par izvēlētajiem traukiem un ierīcēm. Aprakstīts, kā tiks mērīts atkarīgais lielums, kā tiks mainīts neatkarīgais lielums un kā tiks nodrošināti nemainīgie lielumi.	Plāno pētījuma darba gaitu pa soļiem, ievērojot darba drošības noteikumus, plānā iekļaujot informāciju par izvēlētajiem traukiem un ierīcēm, metodes aprakstu un nepieciešamo mērījumu/paraugu skaitu, lai iegūtu drošus un ticamus datus.	Plāno pētījuma darba gaitu pa soļiem, ievērojot darba drošības noteikumus, plānā iekļaujot informāciju par izvēlētajiem traukiem un ierīcēm, metodes aprakstu un nepieciešamo mērījumu/paraugu skaitu, lai iegūtu drošus un ticamus datus. Saskata alternatīvas pētījuma metodes, pamato savu izvēlēto pētījuma metodi.

Kritērijs \ Līmenis	Sācis apgūt	Turpina apgūt	Apguvis	Apguvis padziļināti
Datu registrācija un apstrāde	Reģistrē iegūtos datus, izvēloties piemērotāko datu reģistrēšanas veidu. Ar iegūtajiem datiem veic vienkāršus aprēķinus. Attēlo iegūtos datus zīmējumā, diagrammā vai grafikā.	Reģistrē pētījumā iegūtos datus tabulā, reģistrēšanai izmantojot arī IT rīkus. Attēlo pētījumā iegūtos datus zīmējumā, diagrammā vai grafikā, attēlošanai izmantojot arī IT rīkus. Ar iegūtajiem datiem veic aprēķinus.	Reģistrē iegūtos kvalitatīvos vai kvantitatīvos datus datu reģistrēšanas tabulā, izmantojot IT rīkus. Attēlo kompleksā pētījumā iegūtos datus diagrammā vai grafikā, norādot kļūdu nogriežņus, izmantojot IT rīkus. Ar iegūtajiem datiem veic aprēķinus un datu statistisko apstrādi (absolūtās kļūdas un relatīvās kļūdas aprēķinus tiešajā un netiešajā mērīšanā).	Reģistrē iegūtos kvalitatīvos vai kvantitatīvos datus datu reģistrēšanas tabulā, izmantojot IT rīkus. Attēlo kompleksā pētījumā iegūtos datus diagrammā vai grafikā, norādot kļūdu nogriežņus, izmantojot IT rīkus. Ar iegūtajiem datiem veic kompleksus aprēķinus un padziļinātu datu statistisko apstrādi (absolūtās kļūdas un relatīvās kļūdas aprēķinus tiešajā un netiešajā mērīšanā), lai izceltu datu atbilstību turpmākiem secinājumiem.
Datu analīze un interpretācija	Analizē iegūtos datus pēc dotā parauga, aprakstot pētījuma rezultātus ar skaitliskiem datiem vai atbildot uz skolotāja jautājumiem.	Analizē pētījumā iegūtos datus, aprakstot likumsakarības un salīdzinot iegūtos rezultātus ar literatūrā atrodamajiem vai teorijas datiem.	Analizē pētījumā iegūtos datus, skaidrojot atklātas likumsakarības, izmantojot dabaszinātnisku terminoloģiju, fizikālo lielumu apzīmējumus un atbilstošas mērvienības un salīdzinot iegūtos rezultātus ar literatūrā atrodamajiem datiem.	Analizē pētījumā iegūtos datus, identificējot kļūdainus datus, skaidrojot atklātas likumsakarības, izmantojot dabaszinātnisku terminoloģiju, fizikālo lielumu apzīmējumus un atbilstošas mērvienības un salīdzinot iegūtos rezultātus ar literatūrā atrodamajiem datiem.

Kritērijs \ Līmenis	Sācis apgūt	Turpina apgūt	Apguvis	Apguvis padziļināti
Pētījuma izvērtēšana un uzlabojumi	Izvērtē pētījuma darba gaitu pēc skolotāja dotiem kritērijiem un piedāvā pētījuma uzlabojumus.	Izvērtē pētījuma darba gaitu, iegūto datu ticamību, iespējamās kļūdu avotus un piedāvā pētījuma uzlabojumus.	Izvērtē pētījuma darba gaitu (izvēlēto mērierīču un izvēlēto eksperimentālās metodes ierobežojumus), datu ticamību, iespējamās kļūdu avotus (sistemātiskas kļūdas, cilvēka radītas kļūdas) un piedāvā pētījuma uzlabojumus.	Izvērtē pētījuma darba gaitu, mērījumu un novērojumu ticamību, iespējamās kļūdu avotus (sistemātiskas kļūdas, cilvēka radītas kļūdas) un nosaka datu analīzes ierobežojumus (mērījuma kļūda, paraugu izlases veidošanas neprecizitātes), piedāvā uzlabojumus vai citus risinājuma veidus.
Secinājumi un argumentācija	Formulē secinājumus atbilstoši pētāmajam jautājumam vai hipotēzei par pētījumā saskatītajām likumsakarībām, izmantojot pētījumā iegūtos datus.	Formulē secinājumus atbilstoši pētāmajam jautājumam vai hipotēzei par pētījumā saskatītajām likumsakarībām, veidojot pierādījumos balstītus zinātniskus argumentus.	Formulē secinājumus atbilstoši pētāmajam jautājumam vai hipotēzei un/vai vispārinājumus pētījumā, veidojot pierādījumos balstītus zinātniskus argumentus.	Formulē secinājumus atbilstoši pētāmajam jautājumam vai hipotēzei un/vai vispārinājumus pētījumā, veidojot pierādījumos balstītus zinātniskus argumentus. Apraksta secinājumu ierobežojumus, atsaucoties uz pierādījumu trūkumu.

Metodiskais komentārs (1. uzdevums. Pētnieciskais darbs par horizontālo sviedienu)

Augstākajā līmenī pētnieciskajiem darbiem būtu jābūt ar pēc iespējas mazāku šablonu daudzumu (gatavas tabulas u. tml.), ideālā gadījumā skolēniem ir tikai pētāmā problēma un darba instrumenti, bet pārējo skolēni izdomā patstāvīgi. Taču katrs skolotājs var pielāgot uzdevumu un izveidot nepieciešamo atbalsta struktūru saviem skolēniem pēc to spējām. Piezīme: uzdevumā uzskaitīti piederumi un nav norādīta to precizitāte, jo tā ir daļa no uzdevuma formulējuma, nevis risinājuma.

Sagaidāms, ka turpmāk piedāvāto risinājumu izdomāt un noformēt mācēs skolēns pats. Laboratorijas darbu protokolu noformēšanu un datu apstrādi ir ieteicams veikt digitāli.

Ar slīprakstu turpmāk tekstā tiek komentētas lietas, kas augstākajā līmenī ir atšķirīgas no optimālā līmeņa. Citas optimālajā līmenī apgūtās lietas pēc noklusējuma darbojas arī šeit.

Turpinājumā ir piedāvāts aizpildīta darba protokola piemērs kopā ar metodiskiem komentāriem.

Horizontāls sviediens

Teorētiskais pamatojums

Horizontāli izsviestu ķermeni no augstuma h apraksta kinemātikas kustības vienādojumi:

$$y = h - \frac{gt^2}{2};$$

$$x = v_0 t.$$

Objekta nokrišanai atbilst $y = 0$:

$$y = h - \frac{gt^2}{2} = 0 \rightarrow t_b = \sqrt{\frac{2h}{g}},$$

kur t_b ir laika brīdis, kad objekts nokrīt.

Ievietojot koordinātas x vienādojumā nokrišanas laiku, var atrast, kādu attālumu (L) objekts veiks pie noteikta palaišanas augstuma:

$$L = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}.$$

Hipotēze: bumbiņas nolidotais attālums L horizontālā sviedienā ir proporcionāls izsviešanas augstuma kvadrātsaknei $\sqrt{h}$.

Piezīme.

Hipotēze zinātnē nav patvaļīgi izteikts apgalvojums, kas var vai nevar izpildīties. Pētniecībā hipotēzi izsaka tikai pēc tam, kad par pētāmo problēmu ir izpētīta literatūra vai apskatīta teorija. Tā ir kā labākais minējums par to, kā vajadzētu būt, ņemot vērā pieejamo informāciju. Labai hipotēzei arīdzan jābūt viennozīmīgi pārbaudāmai (vai noraidāmai). Augstākajā līmenī hipotēze uzreiz tiek pamatota ar skaidrojumu, kāpēc tā tiek izteikta (sk. snieguma līmeņa aprakstu).

Šī iemesla dēļ šajā piemērā teorētiskais pamatojums ir ielikts pirms hipotēzes (kā skaidrojums, kāpēc tāda hipotēze izteikta).

Hipotēzē jābūt minētiem arī pētāmajiem lielumiem un pārbaudāmai to saistībai, kā arī hipotēze nedrīkst būt pārāk vispārīga.

Darba gaita

1. Statīvā iestiprina ierīci bumbiņas palaišanai horizontālā sviedienā. Pretī šai ierīcei noliek dēli tā, lai dēļa mala būtu tieši zem ierīces vietas, no kuras tiks atlaista bumbiņa.
2. Izvēlas augstumu h , no kura tiks horizontāli izsviesta bumbiņa. Atvirza atsperi par noteiktu attālumu un palaiž bumbiņu lidot. Darbā atspere vienmēr jāatvirza vienādi, lai nemainītos palaišanas sākuma ātrums v_0 .
3. Ar krītu uz dēļa atzīmē, kur nokrita bumbiņa, fiksējot nolidoto attālumu L .
4. Pie viena un tā paša augstuma fiksē trīs mēģinājumu rezultātus, kurus reģistrē tabulā.
5. Atkārto 2.–4. soli pie citas augstuma h vērtības. Eksperimentu veic pie piecām augstuma h vērtībām.
6. Iegūtos datus apstrādā un apkopo.

Datu apstrāde un aprēķinu piemēri

Nr. p. k.	$h, \text{ m}$	$L, \text{ m}$	$L_{\text{vid}}, \text{ m}$	$\sigma_L, \text{ m}$	$\Delta L, \text{ m}$	$r, \%$
1	0,100 $\pm$ 0,005	0,42 $\pm$ $\pm$ 0,01	0,42	0,007	0,030	7,2
		0,41				
		0,43				
2	0,200	0,56	0,58	0,014	0,061	10,5
		0,58				
		0,60				
3	0,300	0,70	0,69	0,015	0,063	9,2
		0,71				
		0,67				
4	0,400	0,79	0,77	0,012	0,053	6,8
		0,76				
		0,76				
5	0,500	0,83	0,84	0,007	0,030	3,6
		0,84				
		0,85				

$$L = \frac{L_1 + L_2 + L_3}{3} = \frac{0,42 + 0,41 + 0,43}{3} = 0,42 \text{ m}$$

$$\sigma_L = \sqrt{\frac{(L_1 - L_{\text{vid}})^2 + (L_2 - L_{\text{vid}})^2 + (L_3 - L_{\text{vid}})^2}{3 \cdot 2}} = 0,007 \text{ m}$$

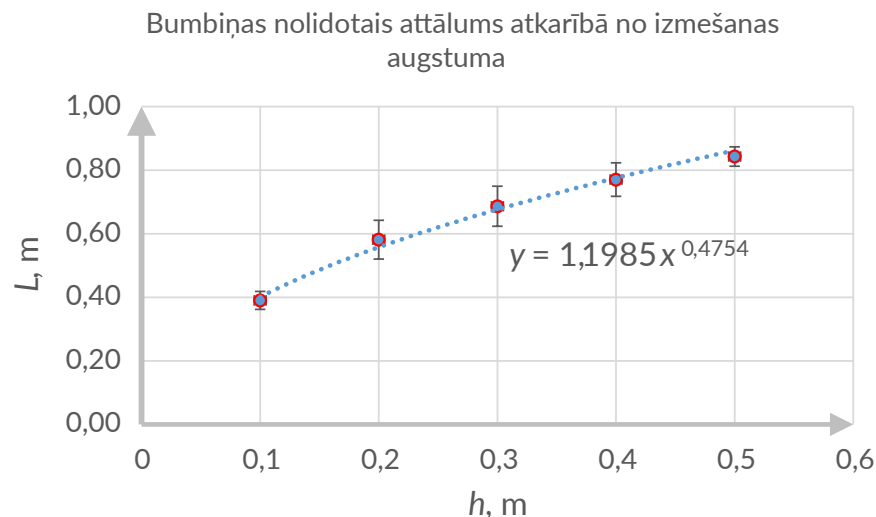
$$\Delta L = \sigma_L \cdot t_{0,95,3} = 0,007 \cdot 4,3 = 0,030 \text{ m}$$

$$r = \frac{\Delta L}{L_{\text{vid}}} \cdot 100 \% = 7,2 \%$$

Jāvērš uzmanību uz tabulā norādītajām mērījumu kļūdām – tām nav obligāti jābūt vienādām ar mērinstrumenta kļūdu! Eksperimentā, kur bumbiņas nokrišanas vietu grūti precīzi fiksēt, precizitāti var novērtēt kā $\pm 1 \text{ cm}$ pat tad, ja mērlentes precizitāte ir 1 mm . Līdzīgi darīts, norādot mešanas augstumu (jo attālumu līdz bumbiņas centram grūti noteikt un nevar garantēt mērlentes pielikšanu perpendikulāri virsmai).

Šeit kļūdu aprēķina katrai mērījumu sērijai (pie katra augstuma), nosakot statistisko datu standartnovirzi un izmantojot Stjudenta koeficientu t . Jāuzrāda aprēķinu piemēri, lai būtu skaidrs, kā rēķina katru iepriekš nepaskaidroto lielumu. Taču aprēķinus var (un būtu ļoti vēlams!) veikt datorā, piemēram, izklājlapu lietotnē Excel. Piemēram, datu kopai, kas iezīmēta, kļūdu var aprēķināt ar dažām Excel komandām (ar STDEV aprēķina standartnovirzi, ar TINV iespējams atrast Stjudenta koeficientu, nemeklējot to tabulās).

Datu grafiskais attēlojums



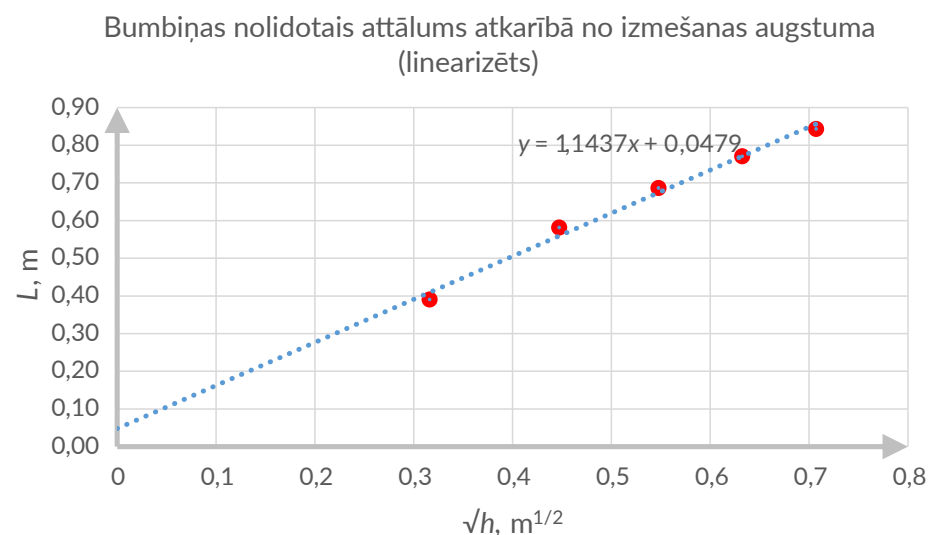
Attēlojot datus grafiski, redzams, ka nolidotais attālums L pieaug līdz ar bumbiņas izmešanas augstumu h . Lai pārbaudītu hipotēzi, nepieciešams novilkt tuvinājuma līkni. **Tā kā tiek sagaidīts, ka nolidotais attālums ir proporcionāls kvadrātsaknei no augstuma**, tad tiek izvēlēta tuvinājuma līkne Power ($y = Ax^b$, kur brīvie parametri ir A un b). Lai hipotēze apstiprinātos, parametram b būtu jābūt tuvu vērtībai $1/2$. Kā redzams attēlā, šiem datiem atbilst tuvinājuma līkne ar vienādojumu $L = 1,1985h^{0,4754}$. Kāpinātājs nav tieši vienāds ar $0,5$, jo datiem ir noteikta kļūda, kas izraisa nobīdes no ideālā rezultāta (modeļa ietvaros).

Vērts piebilst, ka visi datiem atbilstošie punkti kļūdu nogriežņu ietvaros sakrīt ar tuvinājuma līkni.

Tieši datu apstrādes kvalitātē atšķiras augstākā līmeņa sniegums no optimālā līmeņa. Augstākajā līmenī tiek sagaidīts, ka skolēns prot aprēķināt mērījumu kļūdu ar statistiskām metodēm, pareizi to atzīmēt grafikā ar kļūdu nogriežņiem, pareizi uzzīmēt pašu grafiku un novilkt pareizi izvēlētu tuvinājuma līkni. Tipiska skolēnu pieļauta kļūda – cauri šiem datu punktiem novilkt taisni, nevis kvadrātsaknes funkcijas līkni. Tekstā ar trekninājumu izcelts skolēna atbildē sagaidāmais pamatojums par to, kāpēc izvēlēta konkrēta tuvinājuma līkne. Skolēniem būtu jāatpazīst, ka taisni cauri šiem datu punktiem nevar vilkt (pat, ja tā labi apraksta datu punktus), jo tad pie

$h = 0$ iegūtā taisne dos nenulles L vērtību, kas nav iespējams. Šāda veida analīze ir augstākā līmeņa pazīme.

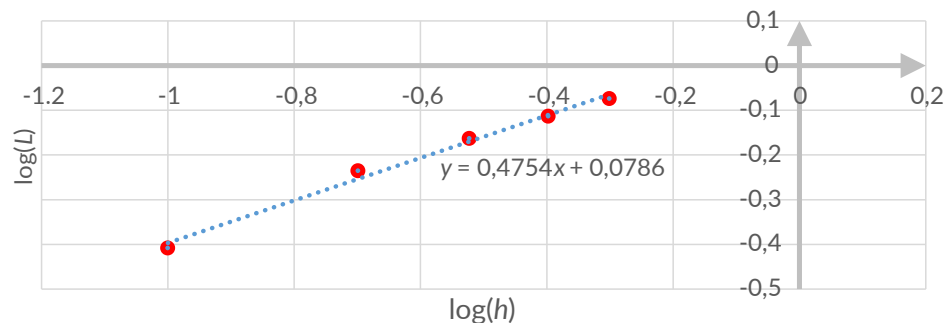
Vērtīgi atzīmēt, ka datu punktu atbilstību teorētiskām sakarībām var pārbaudīt dažādi. Turpinājumā ir daži piemēri, kā vēl var uzrādīt, ka nolidotais attālums ir proporcionāls kvadrātsaknei no izsviešanas augstuma (NB: metodes nav paredzēts obligāti apgūt augstākā līmeņa standartā, bet var noderēt skolotājam un skolēnam).



Var zīmēt linearizēto grafiku $L = f(\sqrt{h})$. Tad nepieciešama papildu aile tabulā (aprēķinātās $\sqrt{h}$ vērtības). Linearizētajā grafikā var redzēt, ka datu punkti labi izkārtojas ap tuvinājuma līkni – taisni, kas liecina, ka pastāv proporcionalitāte $L \sim \sqrt{h}$, turklāt piedzītā taisne gandrīz šķērso nullpunktu (kam šajā gadījumā tā būtu arī jābūt). Kļūdu nogriežņi šeit nav atzīmēti, jo kļūdas izplatīšanās (t. i., kā kļūda mainās, ja lielums, kuram kļūda ir zināma, tiek izmantots turpmākos aprēķinos) noteikšana ir pārāk augsts statistiskās apstrādes līmenis vidusskolas programmai.

Otrs variants, kā parādīt, ka $L \sim \sqrt{h}$, ir zīmēt L un h sakarību logaritmiskās asīs (kas būtu sagaidāms tikai no tiem skolēniem, kuri apgūst Matemātiku II kursu).

Bumbiņas nolidotais attālums atkarībā no izmešanas augstuma
($\log(L)$ - $\log(h)$ asīs)



Logaritmiskajās asīs visas pakāpju funkcijas (formā $y = Ax^b$) kļūst par taisnēm ar virziena koeficientu, kas vienāds ar parametru b . Šeit redzams, ka iegūtais virziena koeficients 0,4754 sakrīt ar to, ko iegūst, ja datiem pirmajā grafikā piedzen pakāpes funkcijas tuvinājuma līkni. Šāda datu analīze sagaidāma no spējīgākajiem skolēniem.

Gan linearizētajā grafikā, gan logaritmiskajā grafikā, gan arī pirmajā grafikā, kur piedzīta tendences līkne, var interpretēt visus parametrus. Piemēram, piedzītajai līknei ar vienādojumu $L = 1,1985h^{0,4574}$ koeficients 1,1985 atbilst reizinātājiem $v_0\sqrt{\frac{2}{g}}$, kas atrodas priekšā $\sqrt{h}$ reizinātājam. Teorētiski no šī koeficienta var iegūt sākuma ātrumu, ar kuru bumbiņa tikusi palaista. Arī šāda analīze liecina par izcilu sniegumu augstākajā līmenī.

Secinājumi un darba analīze

Izvirzītā hipotēze pētījuma ietvaros apstiprinājusies – iegūtie dati parāda, ka horizontālā sviedienā bumbiņas nolidotais attālums L ir tieši proporcionāls sviešanas augstuma kvadrātsaknei $\sqrt{h}$. To apliecina datu grafiskais attēlojums un tiem piedzīta tuvinājuma līkne, kas parāda, ka kāpinātājs, kas saista L un h lielumus, ir 0,48. Hipotēze pieprasa, lai kāpinātājs būtu 0,50, taču eksperimenta neprecizitāšu dēļ pilnīga sakritība nav panākta.

Eksperimentā iegūto rezultātu kļūdas veido vairāki faktori. Pirmkārt, ir grūti ar skatienu fiksēt, precīzi kurā vietā nokrīt bumbiņa pēc tam, kad tā palaista. **Lai ar šo cīnītos, tika veikti vairāki mērījumi pie viena un tā paša augstuma, taču būtu vēlams veikt vēl vairākus mērījumus** – tādējādi būtu iespējams samazināt relatīvo kļūdu katrai mērījumu sērijai, kas pašlaik ir 4–11 % robežās. Otrkārt, nevar garantēt, ka katru reizi atspere tika atvilkta vienlīdz tālu, kas arī ir iemesls palielināt mēģinājumu skaitu pie katra izvēlēta augstuma. Treškārt, lielākai drošībai par piedzīto tuvinājuma līkni noderētu papildu punkti grafikā, tas nozīmē – izpētīt vēl vairākus citus augstumus.

Aplūkojot grafiku, var secināt, ka no iegūtajiem datiem ir grūti vizuāli pateikt, kādai tuvinājuma līknei dati labāk atbilst – taisnei vai kvadrātsaknes funkcijas grafikam. Tas liecina, ka nepieciešams aplūkot plašāku bumbiņas izsviešanas augstumu diapazonu – sevišķi pie mazākiem augstumiem. Tā būtu iespējams labāk novērtēt (iedomāti) ievāktu datu punktu sakritību ar kvadrātsaknes funkcijas līkni. Taču lineāra sakarība šai līknei atbilst nevar, jo taisne, kas novilkta cauri šiem datu punktiem, nulles punktā būtu aptuveni pie vērtības $L = 0,25$ m, kas nav iespējams.

Var piebilst, ka apskatītajā teorijā, uz kuras balstīta izteiktā hipotēze, nav ņemta vērā gaisa pretestība, kas realitātē ietekmē bumbiņas kustību. Taču tā kā kritiena laiks ir mazs un datu punkti kopumā labi aprakstāmi apskatītās teorijas ietvaros, var secināt, ka gaisa pretestības ietekme uz rezultātiem ir bijusi neliela. Tā varētu radīt izteiktāku ietekmi pie lielākiem augstumiem, kad kritiens ir ilgāks, un tai vajadzētu parādīties dotos kā sistemātiskai novirzei no tuvinājuma līknes – kvadrātsaknes funkcijas grafika, sākot no noteikta augstuma.

Lielākoties secinājumu un darba analīzes sadaļa paliek saturiski tāda pati kā optimālajā līmenī, vienīgi sagaidāms, ka skolēni zina vairāk teorētisku konceptu un tāpēc spēj labāk tos izmantot salīdzinājumam. Kļūdu analīzes posmā augstākajā līmenī skolēniem būtu jāspēj laikus paredzēt potenciālos kļūdu avotus un tos novērst (kā arī par to ierakstīt darba protokolā) – šie spriedumi piemērā izcelti ar treknrakstu.

Augstākajā līmenī skolēnam būtu jāspēj arī jēgpilni analizēt kļūdu avotus – ne tikai tos uzskaitīt, bet pamatot, kāpēc tie būtu vai nebūtu ņemami vērā. Tas vienlīdz labi izdarāms gan ar loģiskiem spriedumiem, gan skaitliskiem argumentiem. Viens šāds analīzes piemērs atzīmēts ar pasvītrotu tekstu. Pilnīgi pieņemams, ka ne visiem kļūdu avotiem ir ietekumi, kā tos novērst, ja kļūda no noteikta avota novērtēta kā maza (ar atbilstošu spriedumu, kas to pamato).

2. uzdevums

Hipotēzes izteikšana par CO₂ koncentrācijas ietekmi uz cilvēka veselību

Sasniedzamais rezultāts: izsaka hipotēzi, balstoties uz pieejamo zinātnisko informāciju.

Uzdevums

Formulē zinātniskā informācijā pamatotu hipotēzi!

- 1) Uzraksti hipotēzi par pētāmo jautājumu "Kā vēdināšanas paradumi skolas telpās ietekmē skolēnu sniegumu mācībās?"!
- 2) Hipotēzi balsti šajā informācijā!

"Industrializācijas rezultātā ir krasi palielinājies oglekļa dioksīda jeb CO₂ līmenis atmosfērā. CO₂ ir viena no gāzēm, kas piedalās fotosintēzes procesā augos, kā arī ir viena no globālās sasilšanas veicinātājām. CO₂ koncentrācija atmosfērā neapšaubāmi ietekmē vidi mums apkārt un planētas vispārējo stāvokli. Pat ja gaisā 500 ppm (*parts per million* jeb daļiņas no miljona) šķiet liels skaitlis, tas ir mazs salīdzinājumā ar CO₂ koncentrāciju gaisā, ko elpojam iekštelpās. Istabā ar trim vai vairāk cilvēkiem bez atbilstošas gaisa ventilācijas šis skaitlis dažās minūtēs var trīskāršoties. Saskaņā ar Hārvarda universitātes veiktā pētījuma rezultātiem ilgstoša atrašanās šādā vidē var radīt būtisku kaitējumu kā fiziskajai, tā psihiskajai veselībai.

Nedēļas garumā seši Hārvarda universitātes pētnieki veica pētījumu ar 22 brīvprātīgajiem – pārbaudīja viņu prasmes deviņās dažādās aktivitātēs. Šie cilvēki iekštelpās tika pakļauti dažādām CO₂ koncentrācijām ieelpotajā gaisā, lai varētu novērtēt viņu kognitīvās spējas. Pētījumā izmantoja biznesa simulācijas rīku, kas būtībā ir datorizēts tests, ar kuru pārbauda darbinieku efektivitāti. Pētījumā iegūtie rezultāti liecina, ka mūsu kognitīvās spējas samazinās par 15 %, tiklīdz CO₂ līmenis iekštelpās sasniedz 945 ppm līmeni.

Kad CO₂ līmenis sasniedz 1400 ppm, tad vidējais kognitīvo spēju rādītājs samazinās uz pusi.

Sevišķi bīstama situācija ir skolās, kur bērni nereti pakļauti paaugstinātam CO₂ līmenim ilgstoši – šādi apstākļi var radīt nopietnas problēmas jauniešu spējai koncentrēties un apgūt zināšanas. Cilvēks izelpo oglekļa gāzi CO₂. Neskaitāmi pētījumi pierāda, ka lielos daudzumos šī gāze kaitē cilvēka veselībai. Tā vājina imunitāti, traucē koncentrēties, rada miegainību, samazina spēju uztvert mācību vielu, pazemina produktivitāti, rada galvassāpes un skābekļa badu, veicina acu asarošanu un kritiskā situācijā var izraisīt pat samaņas zudumu. Telpās, kurās notiek darbs vai mācības, pieļaujamais oglekļa gāzes koncentrācija ir līdz 700 ppm. Klasē stundu laikā šī koncentrācija var sasniegt pat 3000 ppm. Rezultātā pasliktinās ne tikai skolēnu mācību rezultāti, bet arī vispārējais veselības stāvoklis."

(Teksts ar redakcionāliem labojumiem, avots: http://www.lddk.lv/wp-content/uploads/2020/09/2019_co2-un-produktivitates-mazinasanas-skolas-un-darba-vietas-2019.pdf)

Snieguma līmeņa apraksts. Hipotēzes formulēšana pētnieciskajā darbībā

Kritērijs \ Līmenis	Sācis apgūt	Turpina apgūt	Apguvis	Apguvis padziļināti
Hipotēzes formulēšana	Izsaka prognozi saistībā ar pētāmo jautājumu, kas ir balstīta uz novērojumu vai iepriekšējo pieredzi.	Formulē precīzu un pārbaudāmu hipotēzi par pētāmo jautājumu, kvalitatīvi aprakstot mainīgo un fiksēto lielumu savstarpējo saistību. Hipotēze ir balstīta uz novērojumu, likumu vai modeli.	Formulē precīzu un pārbaudāmu hipotēzi par pētāmo jautājumu, kvantitatīvi aprakstot mainīgo un fiksēto lielumu savstarpējo saistību. Hipotēze ir balstīta uz novērojumu, pētījumu, likumu, modeli un/vai teoriju.	Formulē precīzu un pārbaudāmu hipotēzi par pētāmo jautājumu, kvantitatīvi aprakstot un skaidrojot mainīgo un fiksēto lielumu savstarpējo saistību. Hipotēze ir balstīta uz novērojumu, pētījumu, likumu, modeli un/vai teoriju.

Metodiskais komentārs (2. uzdevums. Hipotēzes izteikšana par CO₂ koncentrācijas ietekmi uz cilvēku)**Iespējamā atbilde**

Hipotēze: tās skolēnu grupas, kuras pārbaudes darbus veic vēdinātās telpās (CO₂ koncentrācija < 900 ppm), iegūs augstākus rezultātus nekā grupas, kas darbus veic nevēdinātās telpās.

Balstoties uz pieejamo pētījumu, mazāk vēdinātās telpās būs lielāka CO₂ koncentrācija, un tāpēc skolēnu mācību rezultāti kritīsies, ja telpas būs sliktāk vēdinātās.

Kā ieraudzīt labu atbildi?

Labi izteiktas hipotēzes pazīmes ir šādas:

- 1) hipotēzē figurē gan neatkarīgais, gan atkarīgais mainīgais (šeit – CO₂ koncentrācija un rezultāti pārbaudes darbos);
- 2) hipotēze ir pārbaudāma eksperimentāli (tāpēc atbildē ir precizēts, ka vērtēti tiks tieši pārbaudes darbu rezultāti);
- 3) hipotēze izsaka paredzējumu (šeit – lielāka vēdināšana dos labāku rezultātu);
- 4) hipotēze ir izteikta precīzā valodā (šeit – precizēts, ko nozīmē vēdinātas/nevēdinātas telpas);
- 5) hipotēze atbild uz pētāmo jautājumu.

Visām šīm pazīmēm jābūt, lai hipotēze būtu uzskatāma par labi formulētu. Vidēji labas hipotēzes piemērs ir šāds: skolēni, kuri mācās nevēdinātās telpās, iegūs sliktākus rezultātus nekā skolēni, kuri mācās vēdinātās telpās.

Šī hipotēze satur pētāmos mainīgos un izsaka paredzējumu, kā arī atbild uz pētāmo jautājumu. Tomēr tā nav izteikta precīzi (ko nozīmē “vēdināta telpa?”), un ir neskaidrs tās pārbaudījums eksperimentāli.

3. uzdevums

Zinātniska argumentēšana par 5G tehnoloģijām

Sasniedzamais rezultāts: patstāvīgi veido un izvērtē argumentus par elektromagnētiskā starojuma ietekmi uz veselību, balstoties uz dotu diskusiju.

Uzdevums

Izlasi doto informāciju (fragments no diskusijas) un formulē argumentus par EM starojuma ietekmi uz veselību, atbildot uz šādiem jautājumiem!

1. Kam piekrīti vairāk – Jānim vai Pēterim? Argumentē savu nostāju!
2. Jaunās paaudzes sakaru tīkliem nepieciešams izvietot antenas ik pa dažiem simtiem metru. Kura jaunieša pozīcijai atbilst šis fakts?
3. Jānis izteica apgalvojumu: “Es uzskatu, ka jāuzticas zinātniskajam konsensam – kamēr šie atsevišķie pētījumi nav atkārtoti citās laboratorijās un guvuši ievēribu plašākā zinātnieku lokā, tikmēr nav pareizi tos ņemt vērā.” Formulē argumentu, kas pierāda šo apgalvojumu!

Diskusijas fragments

Divi jaunieši – Jānis un Pēteris – diskutē par komunikāciju tehnoloģijās izmantoto elektromagnētisko viļņu kaitīgumu.

Jānis (J): “Pašlaik nav iemesla uzskatīt, ka elektromagnētiskie viļņi, kurus lieto telekomunikācijā, ir bīstami veselībai.”

Pēteris (P): “Jāni, ir vairāki zinātniskie raksti, kuros kaitīga iedarbība ir konstatēta vietās, kurās starojuma blīvums ir pat zemāks nekā starptautiski atļautais!” Pēteris nosūta Jānim trīs zinātniskos rakstus.

J: “Hmm, tev taisnība. Taču esmu šo jautājumu pētījis pats, un tādu rakstu, kuri norāda, ka ietekmes nav vai arī tā ir par mazu, lai kaitētu veselībai, ir daudz vairāk. Galu galā – starojuma blīvuma vadlīnijas izstrādātas, tieši vadoties no pētījumiem.”

P: “Varbūt tev taisnība, taču nav pareizi turpināt būvēt jaunus torņus, ja ir tādi zinātniski rezultāti, kas norāda uz potenciālu bīstamību. Labāk ir nogaidīt un veikt papildu pētījumus.”

J: “Es uzskatu, ka jāuzticas zinātniskajam konsensam – kamēr šie atsevišķie pētījumi nav atkārtoti citās laboratorijās un guvuši ievēribu plašākā zinātnieku lokā, tikmēr nav pareizi tos ņemt vērā. Racionāli ir rīkoties saskaņā ar pārliecinoši pierādīto.”

P: “Kopumā tādā apgalvojumam es piekrītu, taču cilvēku veselības pasargāšanas kontekstā es palieku pie sava: nepieciešami droši pierādījumi par EM viļņu nekaitīgumu. Nedrīkst riskēt ar cilvēku veselību. Pieaugot elektroierīču izmantošanai ikdienā, mums apkārt arvien pieaug starojuma blīvums, jo arvien vairāk iekārtu izmanto tīklu. Brīdī, kad ikvienam būs autonomā automašīna, tad katra automašīna nepārtraukti pārraidīs viļņus – vide visapkārt būs pilna ar elektromagnētiskajiem viļņiem! Un ja nu tomēr pastāv kāda bīstamība, tad tā pa īstam izpaudīsies tikai tad, kad jau būs par vēlu.”

J: “Jāņem vērā, ka zinātne principā nevar izslēgt potenciāli kaitīgu ietekmi. Tā var izslēgt simt iespējamās kaitniecības ceļus, bet vienmēr būs simtu pirmais, kas nebūs aplūkots. Turklāt tehnoloģijas attīstās. Starojuma blīvums patiesībā bija augstāks divtūkstošo gadu sākumā, kad telefonu antenu tehnoloģijas nebija tik attīstītas un bija nepieciešams stiprāks signāls no torņiem, lai telefons vispār varētu saņemt un pārraidīt datus. Tehnoloģiskā progresa dēļ tagad starojuma blīvums ir zemāks nekā kādreiz, neraugoties uz arvien pieaugošo ierīču skaitu, kas šo starojumu izmanto.”

Snieguma līmeņu apraksts. Zinātniskā argumentēšana

Līmenis Kritērijs	Sācis apgūt	Turpina apgūt	Apguvis	Apguvis padziļināti
Argumenta konstrukcija	Izsaka problēmjautājumam atbilstošu apgalvojumu vai dotā argumenta piemērā nosaka apgalvojumu un piedāvā atbilstošus pierādījumus.	Konstruē argumentu, reaģējot uz citas personas apgalvojumu, bet tas ir vienpusējs – apgalvojumam ir tikai pamatojums vai tikai pierādījums; pierādījumi nav saistīti ar doto apgalvojumu.	Konstruē pilnu argumentu (apgalvojums, pamatojums, pierādījums), reaģējot uz citas personas apgalvojumu, un izveido pretargumentu.	Konstruē pilnu argumentu, reaģējot uz citas personas apgalvojumu, izveido pretargumentu un vispārinājumu.
Argumenta kritika	Identificē apgalvojumu un pamatojumu.	Aprakstoši salīdzina divus konkurējošus argumentus.	Salīdzina un izvērtē divus konkurējošus argumentus. Kritizē cita argumentu, skaidro, kāpēc cita apgalvojums ir kļūdainis. Norāda kļūdas un to iemeslus.	Izvērtē analizē, salīdzina un izvērtē divus konkurējošus argumentus. Kritizē cita argumentu, vispārina un argumentē otra argumenta trūkumus.
Datu un dabaszinātnisko teoriju izmantošana argumentā	Izvērtē, vai argumentā lietotie pierādījumi ir iegūti vai izmantoti korekti.	Izvērtē, vai argumentā lietotie pierādījumi ir iegūti vai izmantoti korekti. Izmanto pietiekamu pierādījumu daudzumu. Izmantotie pierādījumi ir aktuāli, atbilstoši.	Veido apgalvojumus, kuri atbilst pašlaik izmantotajām teorijām un modeļiem. Izmanto vismaz divu veidu pierādījumus (datus, modeļus, teorijas, novērojumus). Apraksta argumentā izmantoto datu ierobežojumus.	Veido apgalvojumus, kuri atbilst pašlaik izmantotajām teorijām un modeļiem. Izmanto vairāk nekā divu veidu pierādījumus (datus, modeļus, teorijas, novērojumus). Apraksta argumentā izmantoto datu ierobežojumus un pamato, kādi dati vai pierādījumi argumentā būtu nepieciešami, lai uzlabotu argumentu.
Argumenta zinātniskums	Apgalvojums tematiski atbilst uzdotajam jautājumam. Atšķir faktu no viedokļa.	Izsaka apgalvojumu, izvēlas tam atbilstošus pierādījumus, pamato apgalvojuma saistību ar pierādījumiem.	Veido pretargumentu, izvairoties no loģikas kļūdām skaidrojumos un/vai norādot uz tām pretargumentā.	Veido pretargumentu, izvairoties no loģikas kļūdām skaidrojumos un/vai norādot uz tām pretargumentā. Pretargumentā sintezē dažādu jomu teorijas un/vai konceptus.
Argumentā izmantotā terminoloģija un pieraksts	Zinātniskos jēdzienus un terminus lieto neprecīzi vai kļūdaini.	Lieto mācību jomai raksturīgos zinātniskos jēdzienus un terminus, bet atsevišķos gadījumos tie lietoti kļūdaini.	Lieto mācību jomai raksturīgos zinātniskos jēdzienus un terminus, to lietojumā nav kļūdu.	

Metodiskais komentārs (3. uzdevums. Zinātniska argumentēšana par 5G tehnoloģijām)

Iespējamās atbildes

1. Es vairāk piekritu Jāņa pozīcijai, jo es arī uzskatu, ka nepieciešams vadīties pēc zinātniskā konsensa, nevis pēc atsevišķu pētnieku iegūtiem rezultātiem. Zinātniskā metode paredz to, ka pētījumiem jābūt kolēģu pārskatītiem un atkārtojamiem, un pētījuma publicēšana vēl negarantē to atkārtojamību. Kamēr plašākā zinātniskajā kopienā nav pārliecības par kādu negatīvu efektu, ko izraisa EM viļņi, nav iemesla ignorēt līdzšinējos pētījumus, kas apgalvo, ka esam drošībā.
2. Šis fakts atbilst Jāņa pozīcijai, jo biežāka antenu izvietošana nodrošina to, ka iespējams pārraidīt vājāku signālu no katras antenas, tāpēc ka vairs nav jāuztraucas par signāla pavājināšanos attāluma dēļ no antenas. Antenu skaitam pieaugot, EM viļņu blīvums drīzāk samazinātos.
3. Ja kāda zinātnieku grupa nāktu klajā ar pētījumu, ka C vitamīns noteiktos apstākļos ir bīstams cilvēka veselībai, nebūtu racionāli pārtraukt C vitamīna tirdzniecību aptiekās, pirms šis pētījums tiek pārliecinoši atkārtots citās laboratorijās. Viens skandalozs pētījums nedrīkst atsvērt daudzus iepriekš veiktus pētījumus. Tāda rīcība tikai motivētu zinātniekus nākt klajā ar skaļiem, skandaloziem pētījumiem, kas nav kārtīgi izstrādāti.

Kā ieraudzīt labu atbildi?

1. Kam piekriti vairāk – Jānim vai Pēterim? Argumentē savu nostāju!

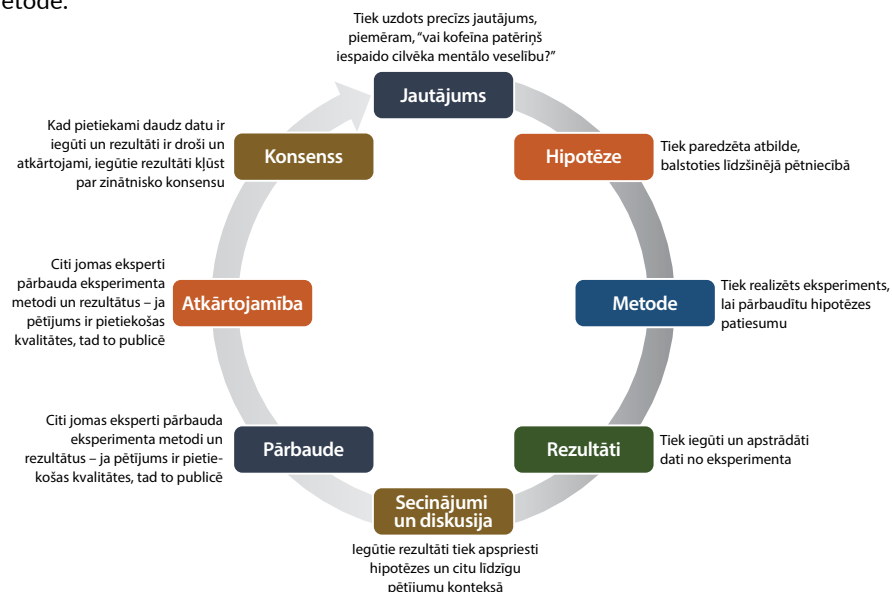
Laba prasme argumentēt nozīmē spēju salīdzināt divus pretējus argumentus un izveidot trešo (vispārināto), kas pastiprina vienu no pretējiem argumentiem (sk. snieguma līmeņa apraksta fragmentu par argumenta konstrukciju).

Piedāvātā atbilde ir šāda.

"Es vairāk piekritu Jāņa pozīcijai, jo es arī uzskatu, ka nepieciešams vadīties pēc zinātniskā konsensa, nevis pēc atsevišķu pētnieku iegūtajiem rezultātiem. Zinātniskā metode paredz to, ka pētījumiem jābūt kolēģu pārskatītiem un atkārtojamiem, un pētījuma publicēšana vēl negarantē to atkārtojamību. Kamēr plašākā zinātniskajā kopienā nav pārliecības par kādu negatīvu efektu, ko izraisa EM viļņi, nav iemesla ignorēt līdzšinējos pētījumus, kas apgalvo, ka esam drošībā."

Pirmais teikums ir apgalvojums – tiek pastiprināts Jāņa arguments. Tad seko pastiprinājums vēl vienam Jāņa argumentam (teksts treknrakstā), bet pēc tam – norāde uz trūkumu Pētera argumentā (teksts ar pasvītrojumu). Šie pastiprinājumi un trūkumi var būt dažādi, un skolotāja kompetencē ir novērtēt pašu argumentu atbilstību realitātei. Taču

šajos uzdevumos ļoti būtiski pievērst uzmanību argumenta konstrukcijai. Punkti par atbildi dodami arī tad, ja arguments pēc būtības nav pareizs, bet ir pareizi konstruēts (t. i., ir bijis mēģinājums no diviem argumentiem izsvērt labāko, to pastiprināt, apgāzt otru utt.). Vienlaikus uzdevums pārbauda arī to, vai skolēni labi saprot, kā darbojas zinātniskā metode.



(Avots: <https://medium.com/open-science-network/decentralized-research-422e26416f66>)

Zinātniskajā metodē pētniecība nebeidzas ar secinājumu iegūšanu pētījumā, bet gan tad, kad pētījuma rezultāti kļūst par zinātnisko konsensu. Ja skolēns neuzrāda, ka ir izpratis pētījuma atkārtojamības un citu zinātnieku pārbaudes nozīmību, tad atbilde ir vērtējama zemāk. Tikai tad, ja skolēna argumentā var nolasīt, ka viņš saprot zinātniskās metodes būtību, var piešķirt maksimālo punktu skaitu (ja arguments ir labs gan pēc struktūras, gan pēc būtības). Tas gan nenozīmē, ka skolēns nevarētu argumentēt arī par labu Pētera pozīcijai.

2. Jaunās paaudzes sakaru tīkliem nepieciešams izvietot antenas ik pa dažiem simtiem metru. Kura jaunieša pozīcijai atbilst šis fakts?

Šeit jāpievērš uzmanība divām lietām – vai skolēns pareizi atbalsta Jāņa/Pētera argumentu un vai skolēns izsaka pareizu apgalvojumu.

Šis fakts atbilst Jāņa pozīcijai, jo biežāka antenu izvietošana nodrošina to, ka iespējams pārraidīt vajāku signālu no katras antenas, tāpēc ka vairs nav jāuztraucas par signāla pavājināšanos attāluma dēļ no antenas. Antenu skaitam pieaugot, EM viļņu blīvums drīzāk samazinātos.

Skolēna atbildē jābūt divām sadaļām – sava apgalvojuma pamatojumam (teksts treknrakstā) un piebildei par to, kāpēc skaidrojums izraisa tieši Jāņa/Pētera pozīcijas pastiprināšanu (teksts ar pasvītrojumu). Šajā konkrētajā gadījumā ļoti noderīgi ir skolēniem darīt zināmu arī to, ka populārais arguments par telekomunikāciju antenu izvietošanas biežumu kā problēmu ir nepareizs pēc būtības, jo vairāk antenu uzstādīšana nozīmē iespēju pārraidīt no katras antenas vajākus EM viļņus, neuztraucoties par viļņu dilšanu.

3. Jānis izteica apgalvojumu: “Es uzskatu, ka jāuzticas zinātniskajam konsensam – kamēr šie atsevišķie pētījumi nav atkārtoti citās laboratorijās un guvuši ievēribu plašākā zinātnieku lokā, tikmēr nav pareizi tos ņemt vērā.” Izdomā argumentu, kas pierāda šo apgalvojumu!

Ideālā atbildē tiek piedāvāta situācija, kur darbojas abu pušu izteiktie argumenti, bet kurā skaidri redzams vienas vai otras puses pārsvars.

Ja kāda zinātnieku grupa nāktu klajā ar pētījumu, ka C vitamīns noteiktos apstākļos ir bīstams cilvēka veselībai, nebūtu racionāli pārtraukt C vitamīna tirdzniecību aptiekās, pirms šis pētījums tiek pārliedzots atkārtots citās laboratorijās. Viens skandalozs pētījums nedrīkst atsvērt daudzus iepriekš veiktus pētījumus. Tāda rīcība tikai motivētu zinātniekus nākt klajā ar skaļiem, skandaloziem pētījumiem, kas nav kārtīgi izstrādāti.

Vispirms tiek konstruēts vispārinājums (teksts treknrakstā), uz kura bāzes tiek pastiprināts nepieciešamais arguments (teksts ar pasvītrojumu).

Uzdevuma atbilde var būt arī arguments bez vispārinājuma. Piemēram, atsevišķi tikai šādi apgalvojumi.

Viens skandalozs pētījums nedrīkst atsvērt daudzus iepriekš veiktus pētījumus. Tāda rīcība tikai motivētu zinātniekus nākt klajā ar skaļiem, skandaloziem pētījumiem, kas nav kārtīgi izstrādāti.

Šādi formulēta atbilde arī ir arguments, kas pierāda apgalvojumu, bet vērtējama kā zemāks argumentēšanas prasmju līmenis nekā pilnīgā atbilde ar vispārinājumu. Laba argumenta pazīme: tas spēj izturēt (korektu) vispārinājumu.

4. uzdevums

Skaidrošana par rotācijas dinamiku

Sasniedzamais rezultāts: skaidro dabā novērojamu procesu – boulinga bumbas slīdēšanu un ripošanu –, izmantojot zināšanas un izpratni par rotācijas mehāniku.

Uzdevums

Ja boulinga bumbu ar pietiekamu ātrumu ieslidina pa boulinga celiņu, tā no sākuma slīd, bet vienā brīdī sāk rīpot bez slīdēšanas. Izskaidro parādību, izmantojot zināšanas un izpratni par rotācijas mehāniku!

Snieguma līmeņu apraksts. Zinātniskā skaidrošana

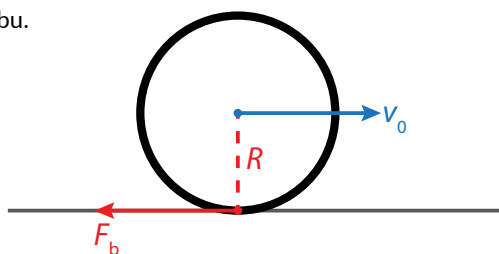
Līmenis Kritērijs	Sācis apgūt	Turpina apgūt	Apguvis	Apguvis padziļināti
Apgalvojums	Apgalvojums ietver aprakstu, tostarp atbildi uz pētījuma jautājumu, kurā konstatēti viens vai vairāki fakti par procesa, notikuma, parādību norisi, izmaiņām u. c.	Apgalvojums apraksta cēloņsakarības, t. sk. atbilstošu, bet neskaidru atbildi uz pētījuma jautājumu, parādot kvantitatīvas vai kvalitatīvas sakarības starp atsevišķu faktoru ietekmi uz procesu, notikumu, parādību (starp atkarīgo un neatkarīgo mainīgo).	Apgalvojums apraksta cēloņsakarības, t. sk. precīzu un skaidru atbildi uz pētījuma jautājumu, parādot kvantitatīvu vai kvalitatīvu sakarību starp atsevišķu faktoru ietekmi uz procesu, notikumu, parādību (starp atkarīgo un neatkarīgo mainīgo) un ietverot zinātnes nozarei atbilstošus jēdzienus un stilu.	Apgalvojums apraksta cēloņsakarības, t. sk. precīzu un skaidru atbildi uz pētījuma jautājumu, parādot kvantitatīvu vai kvalitatīvu sakarību starp vairāku faktoru vienlaicīgu ietekmi uz procesu (šeit – rotācijas un translācijas kustības mijiedarbība), notikumu, parādību (starp atkarīgo un neatkarīgo mainīgo) un ietverot zinātnes nozarei atbilstošus jēdzienus un stilu.
Pamatojums	Skaidrojums ietver neskaidru spriedumu, kurš demonstrē, kā vai kāpēc dažādi pierādījumi pamato izvirzīto apgalvojumu.	Skaidrojums ietver loģisku spriedumu, kurš demonstrē, kā un kāpēc pierādījumi pamato izvirzīto apgalvojumu, izmantojot nozares idejas.	Skaidrojums ietver loģisku spriedumu, kurš demonstrē kā un kāpēc pierādījumi pamato izvirzīto apgalvojumu, izmantojot nozares idejas, matemātisko instrumentāriju, teorijas, modeļus u. c. (šajā gadījumā – precīzs matemātisks izvedums).	

Zināšanas un izpratne	Skaidrojumā izmantota translācijas kustības dinamika un rotācijas kustības kinemātika, taču netiek izmantotas idejas par rotācijas kustības dinamiku.	Skaidrojumā izmantotas idejas par rotācijas un translācijas kustības dinamiku, bet abas parādības nav korekti sasaistītas.	Skaidrojumā izmantotas idejas par rotācijas un translācijas kustības dinamiku, kuras ir savstarpēji korekti sasaistītas.	
-----------------------	---	--	--	--

Metodiskais komentārs

Iespējamā atbilde

Aplūko boulinga bumbu.



Bumba sākotnēji slīd, jo tās lineārais ātrums ir lielāks nekā tam būtu jābūt, lai bumba varētu rīpot. Berzes spēka dēļ bumba gan iegriežas, gan samazina lineāro ātrumu, un vienubrīd šie ātrumi ir tādi, lai bumba varētu uzsākt ripošanas kustību bez slīdēšanas.

Lai boulinga bumba rīpotu bez slīdēšanas, jāizpildās sakarībai $v = \omega R$, kur v – boulinga bumbas ātrums, ω – bumbas leņķiskais ātrums, bet R – bumbas rādiuss. Kamēr boulinga bumba slīd, uz bumbu darbojas slīdes berzes spēks F_b .

Sākotnēji bumba nerotē. Taču uz bumbu pret tās centru darbojas spēka moments $M = F_b R$, kas bumbu pamazām iegriež (saskaņā ar otro Ņūtona likumu rotācijas kustībai. Savukārt berzes spēks iedarbojas uz boulinga bumbas translācijas kustību, samazinot bumbas ātrumu ar paātrinājumu $a = -\frac{F_b}{m}$ (saskaņā ar otro Ņūtona likumu). Šādi bumbai kustoties – palielinoties leņķiskajam ātrumam ω un samazinoties lineārajam ātrumam v –, pienāks brīdis, kad izpildīsies ripošanas nosacījums $v = \omega R$. Tad bumbas kustība no slīdēšanas pāries uz ripošanu.

Kā ieraudzīt labu atbildi?

Dabaszinātniskas parādības skaidrojuma struktūra ir apgalvojuma izteikšana (atbildes teksts ar pasvītrojumu) un pierādījumu sniegšana, lai apgalvojumu pamatotu (atbildes teksts treknrakstā).

Augstākajā līmenī skaidrošanas prasme atsedz

- **zināšanas** (standarta prasības, kas atbilst augstākajam līmenim);
- **spēju** aprakstīto parādību pareizi **modelēt** (piemēram, pārvērst atbilstošā matemātiskajā aprakstā);
 - kā apakšpunktu var minēt pareizu tuvinājumu piemērošanu (sevišķi fizikā);
- **spēju uzmodelēto sistēmu attīstīt**, lai iegūtu skaidrojumu (piemēram, atbilstoši izmantot matemātiskos instrumentus).

Šajā piemērā

- **zināšanas** ir par cietu ķermeņu rotāciju (jāzina otrais Ņūtona likums rotācijas kustībai, inerces momenta jēdziens un ripošanas bez slīdēšanas nosacījums $v = \omega R$);
- **spēja modelēt** nozīmē spēju parādību reducēt līdz uzdevumam par spēkiem un momentiem, kuri darbojas uz bumbu (kā zīmējumā);
 - papildus jāsaprot, ka boulinga bumbu var uzskatīt par lodi, kaut arī dabā tā nav perfekta lode;
- **spēja attīstīt modeli** ir matemātiskie pamatojumi, kuri izriet no fizikas likumiem – pierādījums, ka leņķiskais ātrums pieaug, bet lineārais ātrums samazinās.

Augstākajā līmenī sagaidāms, ka skolēns spēj ne tikai izskaidrot parādību uzreiz no iepriekš apgūta koncepta, bet arī spēj pats salikt kopā vairākus atsevišķus konceptus (šeit – rotācijas un translācijas kustība), lai izskaidrotu kompleksu parādību.

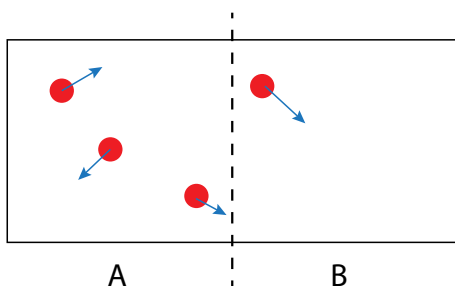
5. uzdevums

Modelēšana par gāzes izplatīšanos traukā

Sasniedzamais rezultāts: modelē gāzu izplatību traukā ar varbūtisku matemātisko aprakstu, skaidro gāzu izplatību ar šo modeli.

Uzdevums

Dota kaste, kurā atrodas daļiņas, kas haotiski kustas.



Kaste iedomāti sadalīta uz pusēm divās daļās A un B (starp daļām A un B nav fiziskas barjeras). Katrā kastes pusē jebkura daļiņa var atrasties ar līdzvērtīgu varbūtību. Kastes stāvoklis tiek apskatīts patvaļīgā laikā.

Aprēķini varbūtību tam, ka visas daļiņas ir kastes daļā A (P_A), un varbūtību tam, ka abās kastes daļās ir vienāds daļiņu skaits ($P_A = B$), ja daļiņu skaits ir

- a) 2;
- b) 4;
- c) 8;
- d) N (padziļinātas grūtības)!

Interpretē iegūto rezultātu fizikāli gāzu izplatīšanās kontekstā!

Piezīme. Ja ir N daļiņas, kuras var atrasties divos stāvokļos, tad visu iespējamo stāvokļu skaits ir 2^N .

Snieguma līmeņa apraksts. Modeļa izmantošana skaidrošanai

Kritērijs \ Līmenis	Sācis apgūt	Turpina apgūt	Apguvis	Apguvis padziļināti
Modeļa izmantošana skaidrošanai	Parādība tiek skaidrota, taču skaidrojums netiek saistīts ar izveidoto modeli.	Parādība tiek skaidrota, izmantojot modeli konkrētā gadījumā.	Parādība tiek skaidrota, izmantojot modeli un salīdzinot vairākus atsevišķus gadījumus.	Parādība tiek skaidrota, veidojot savu modeli, salīdzinot vairākus gadījumus un vispārinot skaidrojumu.

Pareizās atbildes

- a) $P_A = \frac{1}{4}, P_{A=B} = \frac{1}{2}$
- b) $P_A = \frac{1}{16}, P_{A=B} = \frac{6}{16}$
- c) $P_A = \frac{1}{256}, P_{A=B} = \frac{70}{256}$
- d) $P_A = \frac{1}{2^N}, P_{A=B} = \frac{C(N/2, N)}{2^N}$

Metodiskais komentārs (5. uzdevums. Modelēšana par gāzes izplatīšanos traukā)

Var ievērot, ka, daļiņu skaitam pieaugot, varbūtība tās atrast vienā kastes pusē strauji samazinās. Savukārt attiecība $\frac{P_{A=B}}{P_A}$ strauji pieaug līdz ar daļiņu skaita palielināšanos. Tas nozīmē, ka pie lielāka daļiņu skaita ir arvien lielāka iespēja ieraudzīt daļiņas vienādā daudzumā abās kastēs pusēs salīdzinājumā ar situāciju, kur tās visas ir vienā kastes pusē. Šis ir iemesls, kāpēc gāzes piepilda visu tām pieejamo telpu, jo ļoti daudzām haotiskām daļiņām tas ir statistiski visvarbūtīgākais stāvoklis – un tas ir daudz, daudz varbūtīgāks par gadījumu, kur visas gāzes daļiņas, piemēram, atrodas vienā telpas stūrī.

Kā ieraudzīt labu atbildi?

Šis uzdevums ne tikai pārbauda skolēna spēju noteikt varbūtību darbību (tehniskā) ziņā, bet izaicina skolēnu arī pašam iegūt svarīgu secinājumu par to, ka daļiņām ir vienlīdz liela varbūtība atrasties labajā un kreisajā kastes pusē. Uzdevums prasa spēt varbūtības saskatīt reālās dzīves situācijās, kas ir augstākajam līmenim raksturīga iezīme.

Ja šī prasme skolēnam ir, tad būtu jāiegūst skaitliski pareizas varbūtību vērtības. Otrā uzdevuma daļa ir par to, vai skolēns ir spējīgs interpretēt iegūtās varbūtības un vai skolēns saskata kopējo tendenci, daļiņu skaitam pieaugot. Šī spēja izskaidrot, ko dažādu modeļu rezultāti reprezentē realitātē, ir svarīga daļa no augstākā līmeņa prasmēm. Šajā gadījumā tas nozīmē secināt: pie lielāka daļiņu skaita arvien pieaug varbūtība daļiņām būt visā trauka tilpumā (t. i., abās trauka pusēs vienādā skaitā) salīdzinājumā ar varbūtību visām daļiņām būt vienā pusē. Būtiski ir sasaistīt gāzu makroskopiskās īpašības (gāzes aizpilda visu pieejamo telpu) ar statistisko varbūtību, kas attiecas uz daļiņām, kas šo gāzi veido.

Uzdevumu vislabāk var izmantot kā mācību procesa sastāvdaļu, skaidrojot, kā gāzes mikrouzbūve izraisa gāzes uzvedību makroskopiskā līmenī. Tāpat var aplūkot arī citas varbūtības (n daļiņas vienā pusē, m daļiņas otrā pusē), bet tas ir sarežģītāks uzdevums (taču vēl plašāk atsedz faktu, ka daudzkārt lielāka varbūtība ir daļiņām būt izkaisītām pa visu trauku, nevis tā vienā pusē).

Sevišķi spējīgiem (matemātikā) skolēniem var piedāvāt atrisināt uzdevumu N daļiņu gadījumā un uzzīmēt grafiski, kā pieaug varbūtība visām daļiņām būt izkaisītām pa visu trauku salīdzinājumā ar varbūtību tām atrasties vienā trauka pusē atkarībā no N .

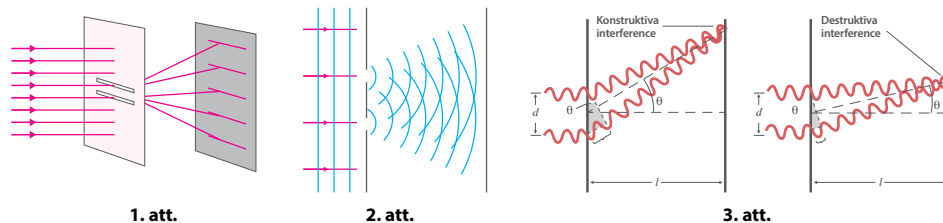
6. uzdevums

Salīdzināšana par interferences parādību

Sasniedzamais rezultāts: salīdzina vairākus viļņu interferences parādības atainojumus, izmantojot zināšanas un izpratni par viļņu optiku.

Uzdevums

Zemāk doti trīs dažādi Janga dubultspraugas eksperimenta attēlojumi. Salīdzini tos, nosakot katra attēlojuma priekšrocības eksperimenta skaidrošanā!



Snieguma līmeņa apraksts (6. uzdevums. Salīdzināšana par interferences parādību)

Kritērijs \ Līmenis	Sācis apgūt	Turpina apgūt	Apguvis	Apguvis padziļināti
Salīdzina	Dotās īpašībās, pazīmēs vai raksturlielumos saskata kopīgo un atšķirīgo.	Novērtē būtiskākās īpašības, pazīmes vai raksturlielumus, saskata kopīgo un atšķirīgo.	Novērtē būtiskākās īpašības, pazīmes vai raksturlielumus, saskata kopīgo un atšķirīgo. Pamato, kāpēc šīs īpašības/raksturlielumi/pazīmes ir būtiskas.	Novērtē būtiskākās īpašības, pazīmes vai raksturlielumus, saskata kopīgo un atšķirīgo. Pamato, kāpēc šīs īpašības/raksturlielumi/pazīmes ir būtiskas. Organizē (prezentē) informāciju veidā, kas izceļ kopīgā un atšķirīgā būtību.

Kritērijs \ Līmenis	Sācis apgūt	Turpina apgūt	Apguvis	Apguvis padziļināti
Zināšanas un izpratne	Salīdzinājumā min tikai interferences kvalitatīvu skaidrojumu.	Salīdzinājumā min interferences kvalitatīvo un kvantitatīvo skaidrojumu, bet pilnvērtīgi nesaista to ar salīdzināmajiem attēliem.	Salīdzinājumā min interferences kvalitatīvo un kvantitatīvo skaidrojumu, korekti izceļ katra skaidrojuma elementa saistību ar salīdzināmajiem attēliem.	Salīdzinājumā min interferences kvalitatīvo un kvantitatīvo skaidrojumu, korekti izceļ katra skaidrojuma elementa saistību ar salīdzināmajiem attēliem. Ilustrē salīdzinājumā gan attālumu starp interferences maksimumiem, gan viļņu pārklāšanos, gan gājumu diferenci, gan ienākošo viļņu paralelītāti.

Metodiskais komentārs (6. uzdevums. Salīdzināšana par interferences parādību)

Iespējamā atbilde

Katrs attēls uzsver atšķirīgus Janga dubultspraugas eksperimenta aspektus.

Pirmajā attēlā parādīts, kā telpiski aiz spraugām izvietojas interferences maksimumi, taču attēls nepalīdz izprast, kā šie maksimumi veidojas un kāpēc tie rodas tieši tajās vietās.

Otrajā attēlā uzskatāmi demonstrēts Heigensa princips par sekundāriem viļņu avotiem. Labi var redzēt, ka paralēlu staru kūlis aiz spraugām maina savu uzvedību un ka divi jauni viļņi var savā starpā interferēt. Tomēr attēls nepalīdz saprast, kurās vietās uz ekrāna būs interferences maksimumi un minimumi.

Trešajā attēlā vislabāk attēlots pats interferences process – tiek uzrādīts, ka gaiša svītra ir vietā, kur divi viļņi konstruktīvi interferē, bet tumša svītra ir tur, kur viļņi interferē destruktīvi, un šis process labi attēlots vizuāli. Taču nav paskaidrojuma, kāpēc ienākošie viļņi pie spraugām noliecas, un netiek parādīts arī tas, ka veidojas vairāki interferences maksimumi/minimumi.

Šo trīs attēlu apvienojums būtu ideāls Janga dubultspraugas eksperimenta skaidrošanai. Pašlaik katrā attēlā ir kāds aspekts, kas attēlots labi, bet citi – nē.

Kā ieraudzīt labu atbildi?

Mērot skolēna prasmi salīdzināt, augstākajā līmenī būtu jā sagaida no skolēna patstāvīgu spēju identificēt būtiskākās īpašības, pēc kurām veikt salīdzināšanu un kopīgā/atšķirīgā atrašanos. Tāpat skolēnam jāspēj ne tikai izteikt salīdzinājumu, bet arī to pamatot.

Vienlaikus ar prasmi salīdzināt šajā uzdevumā faktiski tiek mērīta arī skolēna izpratne par augstākā līmeņa satura tematu "Viļņu interference". Tas ir, lai spētu sekmīgi izvērtēt, pēc kādām īpašībām attēlus salīdzināt, skolēnam ir labi jāizprot interferences parādība. Augstākajā līmenī arī būtu sagaidāms, ka skolēns var sintezēt abas prasmes – gan izpratni par parādību, gan spēju uz šīs izpratnes pamata kaut ko salīdzināt. Tāda veida uzdevumus var izmantot skolā kā mācību procesa daļu – gan lai mācītu skolēnus strukturēti veikt salīdzināšanu, gan lai panāktu dziļāku izpratni par apskatāmo tematu.

7. uzdevums

Prognozēšana par objektu viļņa–daļiņas duālismu

Sasniedzamais rezultāts: prognozē, vai objekts izpaudīs savas viļņa vai daļiņas īpašības noteiktā situācijā, izmantojot de Brojī viļņa garumu.

Uzdevums

Izmantojot izpratni par de Brojī viļņa būtību, pamato, kāpēc ikdienā makroskopiski objekti neizpauž savu viļņu dabu! Prognozē, vai, piemēram, braucoša automašīna kā vienots objekts varētu demonstrēt savu viļņu dabu!

Snieguma līmeņa apraksts (7. uzdevums. Prognozēšana par objektu viļņa–daļiņas duālismu)

Kritērijs \ Līmenis	Sācis apgūt	Turpina apgūt	Apguvis	Apguvis padziļināti
Pamato	Skaidrojums ietver neskaidru spriedumu, kurš demonstrē, kā vai kāpēc daži no pierādījumiem pamato izvirzīto apgalvojumu.	Skaidrojums ietver loģisku spriedumu, kurš demonstrē, kā un kāpēc pierādījumi pamato izvirzīto apgalvojumu, izmantojot nozares idejas.	Skaidrojums ietver loģisku spriedumu, kurš demonstrē, kā un kāpēc pierādījumi pamato izvirzīto apgalvojumu, izmantojot nozares idejas, matemātisko instrumentāriju, teorijas, modeļus u. c.	Skaidrojums ietver loģisku spriedumu, kurš demonstrē, kā un kāpēc pierādījumi pamato izvirzīto apgalvojumu, izmantojot nozares idejas, matemātisko instrumentāriju, teorijas, modeļus, kā arī veicot konkrētu pamatojošu aprēķinu (šajā gadījumā – aplēšot de Brojī viļņa garumu automašīnai un salīdzinot to ar automašīnas tipiskiem izmēriem).
Prognozē	Izmanto modeli vai teoriju, lai izveidotu vispārīgu prognozi.	Izmanto modeli vai teoriju, lai izveidotu kvantitatīvu vai kvalitatīvu prognozi.	Izmanto konkrētu modeli vai teoriju, lai izveidotu kvantitatīvu vai kvalitatīvu prognozi, kuru pamato, lietojot modeli vai teoriju.	

Kritērijs \ Līmenis	Sācis apgūt	Turpina apgūt	Apguvis	Apguvis padziļināti
Zināšanas un izpratne	Skaidrojumā ietver kvalitatīvus spriedumus, kas balstīti vienkāršos modeļos vai līdzšinējā pieredzē (piemēram – daļiņas izpauž savas īpašības mikropasaulē, bet automašīna ir daudz lielāks – makroskopisks – objekts, tāpēc tā neizpauž viļņa īpašības).	Aplēs de Brojī viļņa garumu automašīnai un izmanto to skaidrojumā, bet neizprot to kā mērogu, kurā izpaužas objekta viļņa daba.	Aplēs de Brojī viļņa garumu automašīnai un izprot tā interpretāciju kā mērogam, kurā automašīna varētu izpauž viļņa dabu. Salīdzina iegūto viļņa garumu ar automašīnas izmēriem un secina, ka viļņa izpaušmes automašīnai nav iespējamas.	Aplēs de Brojī viļņa garumu automašīnai un izprot tā interpretāciju kā mērogam, kurā automašīna varētu izpauž viļņa dabu. Salīdzina iegūto viļņa garumu ar automašīnas izmēriem un secina, ka viļņa izpaušmes automašīnai nav iespējamas. Papildus aplūko robežgadījumus, kad automašīnas ātrums tiecas uz nulli, un skaidro, kāpēc arī tad automašīna makropasaulē neizpauž viļņa īpašības.

Metodiskais komentārs (7. uzdevums. Prognozēšana par objektu viļņa–daļiņas duālismu)

Iespējamā atbilde

Tipiski makroskopiski objekti ir ar masu diapazonā no 10^{-3} – 10^3 kg, savukārt tipisks kustības ātrums ikdienišķiem makroskopiskiem objektiem ir diapazonā 10^{-3} – 10^2 m/s. Šāds vērtību diapazons nosaka, ka iespējamie de Brojī viļņa garumi ir ar fizikālā lieluma skaitliskās vērtības kārtu aptuveni no 10^{-40} līdz 10^{-29} m. Visos gadījumos šis de Brojī viļņa garums ir daudzārt mazāks par pašu makroskopisko objektu izmēriem (un ne tikai – arī atomu izmēri ir mazāki nekā de Brojī viļņa garums tāpēc makroskopiski izmēri neizpauž viļņu īpašības).

Var aplūkot tipisku automašīnu – pieņem, ka tās masa ir 1 t un braukšanas ātrums ir 20 m/s. Tādai automašīnai de Brojī viļņa garums sanāk $3,3 \cdot 10^{-38}$ m. Uzmeklējot atomam raksturīgos izmērus, var konstatēt, ka atoma diametrs ir aptuveni 10^{-10} m. Tas nozīmē, ka automašīna ne makropasaulē, ne mikropasaulē nevarētu demonstrēt savas viļņu īpašības.

Kā ieraudzīt labu atbildi?

Šajā uzdevumā tišuprāt formulējumā nav iekļauti precīzi makroskopisku lielumu izmēri un ātrumi. Fizikā viena no raksturīgajām prasmēm ir spēja aptuveni novērtēt fizikālā lieluma skaitliskās vērtības kārtu parametriem, kuri nav precīzi zināmi. Šeit skolēniem jādomā par makropasaules objektu raksturīgajiem ātrumiem un masām, jo tie nepieciešami de Brojī viļņa aprēķināšanai ($\lambda = h/mv$).

Pēc tam, kad skolēni ir novērtējuši aptuvenās de Brojī viļņa garuma vērtības makropasaules objektiem, būtu jāveic salīdzinājums ar kāda cita izmēra objektu, lai saprastu

aprēķinātā lieluma samērus ar citiem dabas objektiem. Par labāk izpildītu uzdevumu ir uzskatāms tāds, kur de Brojī viļņa garums tiek salīdzināts ar, piemēram, atoma kodola izmēriem vai atoma rādiusu, nevis vienkārši aprēķināts un pateikts, ka tas ir ļoti mazs.

Šajā kompleksajā uzdevumā skolēns demonstrē virkni prasmju – izpratni, spriešanu (salīdzinot lielumus), spēju novērtēt fizikālā lieluma skaitliskās vērtības kārtu (kas ir fizikai raksturīga prasme) un prognozēt (izsakot paredzējumu, balstoties uz argumentiem). Skolotājs atkarībā no konteksta var likt akcentu uz jebkuru no prasmēm. Par pēdējo prasmi (paredzējuma izteikšanu) īpaši vērts uzsvērt, ka modernajā fizikā bieži ir ļoti sarežģīti paredzējumus pārbaudīt eksperimentāli (kā tas ir arī šajā uzdevumā), kā rezultātā var secināt par to, kāpēc mūsdienu fundamentālajā fizikā nepieciešams būvēt arvien jaunas un komplicētas iekārtas, lai pētāmos efektus detektētu.

Var gadīties, ka vērtīgi skolēni konstatēs, ka ir viens veids, kā automašīnas un citi makropasaules objekti var iegūt lielus, ar saviem izmēriem samērojamus de Brojī viļņa garumus – tas notiek tad, ja objekta ātrums ir ļoti mazs (tuvu nullei). Ja skolēni šo ievēro, tad var ar skolēniem diskutēt par to, ka nenulles absolūtajā temperatūrā nekas nekad nav pilnīgi stacionārs un vai šo siltumkustības efektu iespējams novērtēt un noteikt maksimālo de Brojī viļņa garumu, kāds var tipiski piemist makropasaules objektiem (var izdarīt novērtējumu, ja aprēķina “raksturīgo automašīnas ātrumu”, pielīdzinot tās kinētisko enerģiju siltumenerģijai dotajā temperatūrā).

5. pielikums

Mācību satura apguvei izmantojamie mācību līdzekļi un resursi

Tabulā uzskaitītajiem mācību līdzekļiem ir rekomendācijas raksturs. Skolotājs pēc saviem ieskatiem var izmantot arī citas ierīces un iekārtas programmas mācību satura apguvei.

Izmantošanas nolūks	Mācību līdzekļu veids	Mācību līdzekļi
Mācību stundu sagatavošanai un demonstrējumiem	Metodiskie materiāli	• Enciklopēdijas, mācību grāmatas, uzdevumu krājumi, rokasgrāmatas. • Valsts izglītības satura centra (VISC) apstiprinātā mācību literatūra (saraksts ir publicēts bibliotēku informācijas sistēmā "ALEPH 500" – https://kopkatalogs.lv/F/?&func=find-b-0&local_base=isc01) un citi mācību līdzekļi, kuri atbilst plānoto skolēnam sasniedzamo rezultātu īstenošanai. • https://pages.uoregon.edu/sokoloff/HomeAdaptedILDs.html – ASV fiziķa Davida Sokolofa (<i>David Sokoloff</i>) veidotas darba lapas ar jautājumiem skolēniem, ar saitēm uz Phet animācijām un videomateriāliem, lai skolēns var attālināti apgūt atbilstošo tematu. • https://www.physport.org/ – <i>PhysPort: Supporting physics teaching with research based resources</i> – rakstu apkopojumi, ekspertu padomi, konceptu testi, mācību materiāli par fizikas mācīšanu un mācīšanai. • <i>Skola2030</i> materiāli.
	Darba piederumi	Sviras svāri, soliņš, slota ar garu kātu, velosipēda ritenis, vilciņi, žiroskopi, kamertonā, birete ar krānu, aizkorķējama kolba, vakuumsūknis, caurspīdīgs biezas plastmasas cilindrs ar blīvu virzuli, pirometrs, magnētiskā lauka sensors, spoles elektromagnētiskās indukcijas un elektromagnētiskā lauka demonstrēšanai, demonstrācijas galvanometrs.
	Iekārtas	Stroboskops, Žukovska soliņš, higrometrs (psihrometrs), aparāts lineāras ķermeņu izplešanās demonstrācijai, strūklene, elektriskās plītiņas, tējkannas, bimetāla slēdži, fēns, iekārta mehānisko viļņu īpašību demonstrēšanai (piemēram, skaļruņi un ūdens vanna), elektrostātiskā mašīna, elektroskopi, infrasarkanā staru fotokamera, iekārta Lenca likuma demonstrēšanai, osciloskops, krāsu disks uz paliktņa, digitālais spektroskops, gāzizlādes lampas.
	Modeļi	Telūrijs, lodīšu komplekts uz pamatnes (Ņūtona svārstis), viļņu mašīna, siltuma dzinēju modeļi, mehāniskais Brauna kustības modelis, vielas uzbūves modeļi, atoma modelis, attēli, procesu animācijas un datorsimulācijas.
	Izejmateriāli	Bimetāla plāksnītes, krūzītes, kas maina krāsu, mainoties temperatūrai, dažādi materiāli ar atšķirīgām siltumvadītspējas īpašībām, dzelzs skaidiņas.
	IT un ierīces, kuras ir savietojamas ar IT	Dators, multimediju projektors, digitālais fotoaparāts, interaktīvā tāfele, drukas iekārta, planšetdators, mobilais tālrunis, spēka, temperatūras, spiediena sensori, datu reģistratori.

Izmantošanas nolūks	Mācību līdzekļu veids	Mācību līdzekļi
Skolēniem darbam (individuālajam/ pāru/grupu darbam, piemēram, laboratorijas darbiem)	Mācību materiāli	Skola2030 mācību materiāli, fizikālo konstanšu tabulas, mācību grāmatas, uzdevumu krājumi, enciklopēdijas.
	Darba piederumi un iekārtas	Atsvāri, mērcilindri, mērlentes, bīdmēri, slīdes un dēļi (t. sk. ar dažādām berzes virsmām), dinamometri (mehāniskie un/ vai spēka sensori), dažādu materiālu un izmēru lodītes, klucīši, cilindri, gredzeni, dažādu metālu plāksnītes, dažāda stinguma atsperes, svārstu lodītes, diegi, trīši un bloki, dažādu materiālu un diametru elastīgas caurulītes, šļirces, plastmasas vannīņas, pārplūdes trauki, kalorimetri, kalorimetriskie ķermeņi, spirta lampiņas, vārglāzes, pincetes, dažādu metālu dažādu diametru stieples (ar izolāciju/bez izolācijas), kapilārās caurulītes, Petri traučiņi, termometri (t. sk. termopāri), dažāda veida kancelejas preces (šķēres, lineāli u. tml.), areometri, elektriskās plītiņas, elektroniskie svāri, statīvi ar piederumiem, baterijas, bateriju turētāji, spuldzītes, spuldzīšu turētāji, savienotājsvadi, slēdži, reostati, rezistori, diodes, LED spuldzes, dzelzs skaidiņas, zemsprieguma barošanas bloki, digitālie multimetri, montāžas plates, dažādu veidu magnēti, kompasi, kondensatori, spoles, transformatori, difrakcijas režģi ar dažādām režģa konstantēm, lāzeri ar zināmu viļņa garumu, ekrāni, kompaktdiski, polarizatori, optikas komplekts eksperimentu demonstrēšanai, t. sk. interferometra izveidošanai, digitālais spektrometrs, dažādu gāzu gāzizlādes lampas.
	Modeļi	Zvaigžņu kartes, ģenerators un elektromotoru modeļi, siltuma mašīnu modeļi.
	Izejmateriāli	Plastilīns, dažāda veida kancelejas preces (līmītes, līme un tml.), soda, etiķis, cukurs, sāls, ēteris, etilspirts, eļļa, pārtikas krāsviela, virsmaktīvās vielas (mazgāšanas līdzekļi), kristālisks jods, priekšmeti un šķidrumi ar atšķirīgām īpašībām (slāpināšana, elastība–plastiskums, trauslums, cietība).

Izmantošanas nolūks	Mācību līdzekļu veids	Mācību līdzekļi
Skolēniem informācijas ieguvei	Drukātā izziņas literatūra	Skola2030 mācību materiāli, fizikālo konstanšu tabulas, mācību grāmatas, uzdevumu krājumi, enciklopēdijas.
	Elektroniskie izziņas avoti	• https://www.desmos.com/ – lietotne grafiku konstruēšanai. • http://www.thephysicsaviary.com/Physics/Programs/ – plašs klāsts ar fizikas simulācijām, spēlēm, rīkiem laboratorijas darbu veikšanai. • https://soma.lv/ – izdevniecības Lielvārds digitālie mācību materiāli. • https://maconis.zvaigzne.lv/ – izdevniecības Zvaigzne ABC digitālie mācību materiāli. • http://animatedengines.com/ – dažādu iekārtu un mehānismu darbības datoranimācijas. • http://www.dimplex.de/en/downloads/animations.html – dažādu iekārtu un mehānismu darbības datoranimācijas. • https://phet.colorado.edu/ – dažādu procesu un parādību interaktīvas simulācijas. • https://www.compadre.org/Physlets/index.cfm – Physlet Physics tiešsaistes datorsimulācijas. • https://ophysics.com/ – interaktīvas datorsimulācijas fizikā.
	Uzskates materiāli	EM viļņu skala, dažādi plakāti, vizuālie materiāli.
Drošības aprīkojums	(Darba) piederumi	Cimdi (gan auduma, gan gumijas), aizsargbrilles, siltumizolējošie paliktniņi, mēģeņu turētāji, tīģelknaibles.
	Iekārtas	Ugunsdzēsamais aparāts, dūmu detektori.
Piederumi, iekārtas, ierīces mācību vides nodrošināšanai		• MK noteikumiem Nr. 610 atbilstošas telpas. • Fizikas mācību kabinetā praktisko darbu veikšanai ieteicams nodrošināt darba vietas ar stabilām virsmām, regulējamo apgaismojumu un pieeju drošiem sprieguma avotiem ar iespēju skolotājam vai laborantam regulēt elektrības padevi. • Kabinetā/laboratorijā jābūt pieejamai vismaz vienai izlietnei. • Ieteicams nodrošināt iespējas pārvietot krēslus/darba galdus darba organizēšanai individuāli/pāros/grupās. • Jānodrošina demonstrējumu darba galds ar iespēju pieslēgt vairākas elektroiekārtas. • Ieteicams nodrošināt žalūzijas vai aptumšošanas aizkarus. • Ir ieteicams programmas pilnvērtīgai realizēšanai organizēt mācību procesam nepieciešamo iekārtu, darba piederumu un vielu drošu un sistematizētu uzglabāšanu šīm mērķim atbilstošā telpā, kā arī pieejamo resursu uzturēšanai, atjaunināšanai, sagatavošanai darbam (t. sk. demonstrējumiem) nodrošināt laborantu.

DOMĀT. DARĪT. ZINĀT.

Valsts izglītības satura centra īstenotā projekta "Kompetenču pieeja mācību saturā" mērķis ir izstrādāt, aprobēt un pēctecīgi ieviest Latvijā tādu vispārējās izglītības saturu un pieeju mācīšanai, lai skolēni gūtu dzīvei 21. gadsimtā nepieciešamās zināšanas, prasmes un attieksmes.

Projekts Nr. 8.3.1.1/16/I/002 Kompetenču pieeja mācību saturā



NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA
Eiropas Sociālais
fonds

I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē