



Fizika I

**Pamatkursa programmas paraugs
vispārējai vidējai izglītībai**

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

Fizika I

Pamatkursa programmas paraugs vispārējai vidējai izglītībai

Pamatkursa 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 vadija **Dace Namsone** un **Zane Oliņa**.

Pamatkursa programmas parauga izstrādi un sagatavošanu publicēšanai Projektā
vadija **Mihails Basmanovs**.

Pamatkursa programmas paraugu izstrādāja **Larisa Koroševska, Anda Priedīte,**
Anita Vēciņa un **Valdis Zuters**.

Pamatkursa programmas parauga izstrādē piedalījās **Sanita Balanda, Ilze France,**
Kārlis Greitāns, Gunta Lāce un **Jānis Vilciņš**.

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

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

ISBN **978-9934-540-90-5**

Saturs

Ievads	4	Pielikumi	96
Kursa mērķis un uzdevumi	7	1. pielikums. Mācību priekšmetu kursu programmu paraugos lietotie kodi	96
Mācību saturs	8	2. pielikums. Fizika I pamatkursā plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti	97
Mācību sasniegumu vērtēšanas formas un metodiskie paņēmieni	10	3. pielikums. Plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti caurviju prasmēs, beidzot vispārējās vidējās izglītības pakāpi	104
Vērtēšanas saturs, kritēriji, formas un metodiskie paņēmieni	12	4. pielikums. Skolēnam attīstāmie ieradumi fizikā vispārējās vidējās izglītības pakāpē optimālajā apguves līmenī	106
Ieteikumi mācību darba organizācijai	13	5. pielikums. Fizika I pamatkursa tematu pārskats	107
Mācību satura apguves norise	16	6. pielikums. Dabaszinātņu mācību jomas pamatkursu tematu pārskats	108
FIZIKA I. Pamatkursa programma	18	7. pielikums. Mācību satura apguvei izmantojamie mācību līdzekļi un resursi	109

Ievads

Kursa programmas struktūra

Fizika I pamatkursa programmas (turpmāk – programma) paraugs ir veidots, lai palīdzētu skolotājiem īstenot Ministru kabineta 2019. gada 3. septembra noteikumos 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.

Programmā iekļauti:

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

Katram programmas tematam piedāvāti gan plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti, gan to apguvei aptuveni paredzētais laiks, izmantojamās mācību metodes un nepieciešamie mācību līdzekļi. Mācību satura apguvei izmantojamo mācību līdzekļu apkopojošs uzskaitījums pievienots 7. pielikumā.

Programmā mācību saturs ir veidots atbilstoši standartā noteiktajiem Dabaszinātņu mācību jomas plānotajiem skolēnam sasniedzamajiem rezultātiem, no tiem atvasinot Fizika I kursā apgūstamos plānotos skolēnam sasniedzamos rezultātus optimālajā mācību satura apguves līmenī.

Mācību satura apguves norisē parādīts, kā pakāpeniski tiek sasniegtas standarta prasības zināšanu apguvē, izpratnes veidošanā, kā arī prasmju un vērtībās balstītu ieradumu attīstīšanā. Ieteicamā mācību satura apguves norise veidota ar detalizētiem tematiem. Katrā tematā ir norādīti plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti, to skaitā – **ziņas** (apraksta nozīmīgākās temata apguves rezultātā iegūtās zināšanas un izpratni par mācību jomas lielajām idejām), **prasmes**, **vērtībās balstīti ieradumi** un **kompleksi sasniedzamie rezultāti** (raksturo skolēna spēju koordinēti lietot zināšanas, prasmes un ieradumus jaunās, neierastās situācijās). Katra temata ietvarā iekļautas arī nozīmīgākās skolēna darbības,

kādas nepieciešamas šo rezultātu sasniegšanai. Fizika I kursa programmas tematu pārskats pievienots 5. pielikumā. Dabaszinātņu mācību jomas tematu pārskats pievienots 6. pielikumā.

Programma veidota, paredzot, ka kursa apguvei vidējās izglītības pakāpē tiks atvēlētas 245 mācību stundas. Skolai ir iespējams mainīt (palielināt vai samazināt) mācību stundu skaitu kursā, taču samazinot to ne vairāk kā 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 pēc šī parauga izstrādāt savu programmu.

Izmantojot šo programmu, ir jāņem vērā, ka pirmajos trijos gados, uzsākot pilnveidotā mācību satura un pieejas īstenošanu, Fizika I kursu sāks mācīties skolēni, kuri vēl nebūs apguvuši fiziku saskaņā ar jaunajā pamatskolas standartā iekļautajiem sasniedzamajiem rezultātiem dabaszinātņu mācību jomā, beidzot 9. klasi. Šajā laikā papildu uzmanība jāpievērš skolēnu vispārīgajām jeb caurviju prasmēm (turpmāk – caurviju prasmes).

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 pamatizglītībā apgūto (10./11. klase), un mācoties dziļāk, šaurākā mācību jomu lokā (11./12. klase).

Lietpratība jeb kompetence ir indivīda spēja kompleksi lietot zināšanas, prasmes un paust attieksmes, risinot problēmas reālās dzīves mainīgās situācijās. Tā ir spēja adekvāti lietot mācīšanās rezultātu noteiktā kontekstā (izglītības, darba, personiskajā vai sabiedriskajā politikā). Lietpratība jeb kompetence ir kompleksa – tā ietver zināšanas, izpratni, prasmes un ieradumus, kas balstīti vērtībās.

Lai katrā mācību priekšmetā un kursā ikvienam skolēnam nodrošinātu mūsdienīgas lietpratības izglītību, būtiski ikvienam skolotājam neatkarīgi no mācību priekšmeta plānot un vadīt skolēna mācīšanos, izvirzot skaidrus sasniedzamos rezultātus, izvēloties atbilstošus un daudzveidīgus uzdevumus, sniedzot atbalstošu un attīstošu atgriezenisko saiti un iespēju mācīties iedziļinoties – skaidrot darbību gaitu, domāt par mācīšanos un sasniegto rezultātu; veidot fiziski un emocionāli drošu mācību vidi; regulāri sadarboties ar kolēģiem, kopīgi plānojot mācību satura īstenošanu un sekojot katra skolēna attīstības dinamikai, kā arī veikt nepieciešamos uzlabojumus mācību procesā, ņemot vērā katra skolēna individuālās mācīšanās un attīstības vajadzības.

Mācīšanās mērķu sasniegšanai skolotāji izmanto daudzveidīgas mācību organizācijas formas atbilstoši skolēna mācīšanās vajadzībām, optimālā un augstākā mācību satura apguves līmeņa rezultātu sasniegšanai nozīmīgu daļu laika mācību procesā atvēlot mērķtiecīgi atbalstītam skolēna patstāvīgam – pētnieciskajam, sabiedriskajam vai jaunrades – darbam. Šajā izglītības pakāpē skolotājiem svarīgi rosināt skolēnus laikus un mērķtiecīgi apziņot savas intereses, turpmāko studiju un profesionālās darbības virzienus un iespējas, mācību procesā piedāvājot daudzveidīgas darbības un karjeras izglītības pieredzi.

Dabaszinātņu mācību jomas apgūvē svarīgi ņemt vērā šādus mācību satura un pieejas akcentus.

- Dabaszinātņu apguve vidusskolā ir sistēmiska un pēctecīga. Mācību saturs skolēnam veidots pēctecīgi un saskaņoti no pirmskolas līdz vidusskolai, atbilstoši konkrētajam izglītības posmiem izvirzītajiem mērķiem un vienotām Lielajām idejām. Mācību saturs vidusskolas posmā balstās saturā iepriekšējos izglītības posmos, piedāvājot skolēniem to apgūt padziļināti pamatkursos: Dabaszinības vispārīgajā apguves līmenī vai Bioloģija I, Ģeogrāfija I, Ķīmija I un Fizika I optimālajā apguves līmenī.
- 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, palielinot komplekso uzdevumu īpatsvaru mācību saturā, iekļaujot jēgpilnus kompleksus uzdevumus, veidojot ilgtermiņa starpdisciplinārus projektus. Būtiski, lai iegūtās prasmes tiktu darbinātas visos dabaszinātņu mācību priekšmetos, matemātikā un tehnoloģijās, kā arī pārnestas uz reālām situācijām jebkurā cilvēku darbības jomā.

Fizika I pamatkursa programma veidota, īpaši ņemot vērā šādus mācību satura un pieejas akcentus.

- Fizikas mācību saturs veidots, lai skolēnam sniegtu iespēju padziļināt, paplašināt un lietot jaunā kontekstā pamatskolā apgūtās zināšanas par fizikālajiem procesiem, lai turpinātu pamatskolā aizsākto racionālā pasaules uzskata veidošanu, ievirzi mūsdienu tehnoloģiju izpratnē, dabas un cilvēkvides mijiedarbības saskatīšanu. Ja pamatskolas fizikas kurss galvenokārt fokusējas uz fizikas procesu un parādību atpazīšanu un ir sakārtots pa parādību lokiem, tad vidusskolas fizikas kurss ir viens posms visā plašajā dabaszinātņu hierarhijā, un tā struktūra, terminoloģija, lielumu apzīmējumi, jēdzienu skaidrojumi un apguves metodika ir savstarpēji saskaņota un vispārpieņemta visās dabaszinātņu jomās.
- Fizikas mācību satura izvēle balstās pieņēmumā, ka šo kursu apgūst skolēni, kuri vēlas savu izglītību turpināt ar tehnoloģijām saistītās sabiedriskās dzīves, ražošanas, biznesa, pārvaldības, zinātnes un inovāciju jomās. Mācību saturs un skolēnu darbība plānota tā, lai skolēni būtu sagatavoti izglītības turpināšanai dažādās studiju programmās, kā arī iegūtās zināšanas un prasmes būtu noderīgas jebkuras jomas pārstāvim.
- Atsevišķu tradicionāli fizikas vidusskolas satura tematos aplūkoto jautājumu loks ir apziņoti samazināts, atvēlot lielāku laiku svarīgāko dabaszinātnisko ideju dziļākas izpratnes veidošanai, veidojot skolēnu aktivitātes tā, lai skolēni paši konstruētu zināšanas, t. i., veicot eksperimentu vai novērojumu sērijas, iegūtu likumsakarības formulējumu, atvēlot laiku refleksijai par zinātniskās izziņas ceļu, veidojot savas individuālās mācīšanās stratēģijas, nostiprinot iegūtās ziņas, ar tām iepazīstinot citus. Šāda pieeja ļauj skolēniem iegūt to izziņas darbības prasmju kopumu, kas nepieciešams, lai pašvadītas mācīšanās ceļā apgūtu arī tos skolas fizikas kursā neapgūtos fizikas jautājumus, kuri būs nepieciešami nākotnē. Mācīšanās aktivitātes izvēlētas tādas, lai skolēni spētu visu dzīvi sekot līdzi atklājumiem dabaszinātnēs, kā arī, sastopoties ar jaunu problēmu, mēģētu uzdot savu izziņu virzošus jautājumus.
- Salīdzinājumā ar pamatskolu vidusskolā fizikas satura apgūvē matemātikas lietojumam ir daudz lielāka loma. Kursā paredzēta gan matemātikas stundās apgūto prasmju lietošana, gan arī atsevišķu matemātisku prasmju apgūšana, izmantojot fizikā iegūtos datus. Visas fizikas kursā apgūtās likumsakarības skolēni formulē matemātisko izteiksmju un vienādojumu valodā. Matemātiskās prasmes skolēni lieto, veicot fizikālo procesu aprēķinus un izmantojot analītiskas un grafiskas metodes fizikālo procesu analīzē un skaidrošanā.

- Mācību saturā īpaša vieta ir ierādīta drošības jautājumiem – no drošības, kas jāievēro, veicot klasē fizikas eksperimentus, līdz pat globāliem drošības jautājumiem, kuri saistīti ar enerģijas ražošanu, jonizējošā starojuma izmantošanu tehnoloģijās u. c. Skolēnu aktivitātēs pieeja ir nevis biedējoša vai aizliedzoša, bet gan racionāli izvērtējoša un balstīta argumentos, saprotot, ka drošības riski fizikas apgūvē ir neizbēgami un ka svarīgi ir ievērot drošības noteikumus, spēt izvērtēt situācijas un operatīvi tajās rīkoties.
- Mācību saturā īpaši akcentēta pētniecisko un eksperimentālo prasmju apguve, lielu vērību pievēršot mērinstrumentu drošai lietošanai, izpratnes veidošanai par mērījumu precizitāti, racionālai darba piederumu un citu resursu izvēlei, sadarbības prasmju veidošanai, pētījumus veicot pāros vai grupās, pētījumu rezultātu prezentēšanai un fizikāla satura diskusiju kultūras veidošanai.
- Tāpat kā jebkurā mācību priekšmetā, arī fizikā pieaug to mācību aktivitāšu loma, kuras saistītas ar informācijas meklēšanu, apstrādi un prezentēšanu, izmantojot interneta resursus. Tāpēc daudzu tematu apgūvē vairāk tiek piedāvātas aktivitātes, kas saistītas ar informācijas meklēšanu dažādos informācijas avotos, īpaši fizikas tematos, saistītos ar modernās fizikas jautājumiem, kuros nav iespējams atkārtot vēsturisko izziņas ceļu. Šajās aktivitātēs akcentēta arī avota ticamības izvērtēšana un skolēnu darbība vērsta gan uz jaunu ziņu apgūšanu, gan uz datu pratības iemaņu veidošanu.

Mācību saturs saskaņots ar citu mācību priekšmetu (bioloģija, ģeogrāfija, ķīmija, vēsture, datorika, sociālās zinības, ekonomika) pamatkursu mācību saturu un to apguves secību.

Kursa mērķis un uzdevumi

Kursā skolēni apgūst Dabaszinātņu mācību jomā ietvertos sasniedzamos rezultātus.

Mācību jomas apguves mērķi skolēnam ir šādi.

Dabaszinātņu mācību joma – skolēns atpazīst noteiktas dabas parādības un procesus, kā arī dabaszinātniskus jēdzienus, piedāvā un izvērtē to skaidrojumus, izmanto pētnieciskās prasmes dabaszinātnisku un starpdisciplināru problēmu risināšanai, izvērtē riska faktorus savai un citu veselībai un drošībai, rīkojas atbildīgi, izvēlas videi draudzīgu rīcību, saprātīgi lieto dabas resursus, sekmējot sabiedrības ilgtspējīgu attīstību.

Fizika I kursa apguves mērķis un uzdevumi ir dot iespēju skolēnam

- padziļināt izpratni par fizikālo procesu daudzveidību, dabas vienotību un likumsakarībām tajā;
- pilnveidot pētnieciskās prasmes dabaszinātnisku un starpdisciplināru problēmu risināšanā;
- mērķtiecīgi izmantot daudzveidīgus modeļus fizikālo procesu skaidrošanā un analizē;
- rīkoties atbildīgi vides apsaimniekošanā, saglabāšanā un sabiedrības ilgtspējīgā attīstībā, apzinoties fizikas nozīmi globālā un reģionālā mērogā.

Kursa apguves priekšnosacījumi: sasniegti normatīvajos aktos par valsts pamatizglītības standartu un pamatizglītības programmu paraugiem noteiktie pamatizglītībā plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti dabaszinātņu mācību jomā.

Mācību saturs

Tāpat kā pamatzglītībā, arī vidējās izglītības pakāpē mācību saturs ir veidots, fokusējoties uz skolēnam būtiskāko, lai veidotos lietpratība (kompetence) kā komplekss skolēna mācīšanās rezultāts ilgākā laika periodā. Mācību saturs ir organizēts saskaņā ar mācību satura būtiskākajiem pamatjēdzieniem jeb lielajām idejām (Li), 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 saturs ir strukturēts 13 lielajās idejās, kuras tiek kopīgi attīstītas visos Dabaszinātņu mācību jomasursos. Katra lielā ideja ir sadalīta apakšnodalēs un satur kompleksus sasniedzamos rezultātus. Sasniedzamie rezultāti formulēti no skolēna pozīcijām, akcentējot likumsakarības un skolēnam nozīmīgus mērķus.

Lielās idejas palīdz skolēnam uztvert apkārtējo pasauli un kopsakarības, ļauj fokusēties uz būtiskāko un, jau no pirmsskolas pēctecīgi attīstot izpratni, skaidri saprast, ko viņš mācās un kur viņam šīs zināšanas un prasmes noderēs. Lielās idejas ir ietvars, kas ļauj gan skolēnam, gan skolotājam pievērst uzmanību galvenajam. Tās aptver skolēnam sasniedzamos rezultātus izpratnes veidošanai par parādībām un procesiem dabā, ko apraksta, izmantojot jēdzienus: viela, lauks, kustība un spēki, enerģija, Zeme, Saules sistēma, dzīvie organismi, ekosistēma un mijiedarbība, ģenētika, evolūcija (1.–10. lielā ideja) u. c. Vienlaikus skolēni attīsta pētnieciskās prasmes, modelē, argumentē, apgūst, kā notiek izziņas process zinātnē un tehnoloģiju attīstība, kādi ir zinātnes ētiskie, sociālie, ekonomiskie un politiskie konteksti (11.–13. lielā ideja).

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

- Visumā matērija sastāv no ļoti mazām daļiņām (VSK.D.Li.1.) – skolēns veido priekšstatu par vielu veidojošajām daļiņām, to mijiedarbību un ietekmi uz mehāniskajiem, termodinamiskajiem, elektrodinamiskajiem procesiem, par lauku kā vidi, kurā notiek fizikālie procesi ar elementārdaļiņu starpniecību.
- Objekti var attālināti iedarboties cits uz citu (VSK.D.Li.2.) – skolēni gūst priekšstatu par mehānisko un elektromagnētisko viļņu izcelsmi, īpašībām, izmantošanas iespējām un riskiem, kā arī veido priekšstatu par gravitācijas, elektrostatisko un magnētisko lauku kā attiecīgās fizikālās mijiedarbības nesēju.

- Objekta kustības maiņai ir nepieciešama kopējā spēka iedarbība (VSK.D.Li.3.) – skolēni iepazīstas ar dažāda veida kustības likumsakarībām un to analīzes paņēmieniem, kā arī gūst priekšstatu par spēku daudzveidību dabā, likumsakarībām, izmantošanu tehnikā un sadzīvē, īpašu uzmanību pievēršot drošības riskiem.
- Enerģija Visumā nezūd un nerodas, enerģija var tikt uzkrāta dažādās formās, noteiktos procesos tā pāriet no vienas formas citā (VSK.D.Li.4.) – skolēni veido priekšstatu par enerģijas veidu maiņu mehāniskos, termodinamiskos un elektrodinamiskos procesos gan fizikālās, gan ķīmiskās, bioloģiskās un ģeogrāfiskās sistēmās, par enerģijas saistību ar pastrādāto darbu, kā arī iepazīstas ar siltumenerģijas un elektroenerģijas iegūšanas un izmantošanas iespējām.
- Mūsu Saules sistēma ir ļoti maza daļa vienā no miljardiem galaktiku Visumā (VSK.D.Li.6.) – skolēni veido priekšstatu par likumsakarībām, kuras saista Saules sistēmas objektu dažādus fizikālos raksturlielumus, par Visuma objektu daudzveidību, kā arī fizikālajiem procesiem dažādu veidu zvaigznēs.
- Zinātnes uzdevums ir atrast dabā novērojamo parādību cēloņus (VSK.D.Li.11.) – skolēns saskata cēloņsakarības un procesus dabā un secina; plāno pētniecisko darbību cēloņsakarību atklāšanai, izvirzot pieņēmumu; lietojot ierīces un paņēmienus, iegūst, apstrādā un analizē datus, izvērtē savu darbību un komunicē par to.
- Skaidrojumi, teorijas un modeļi ir zinātniski, ja tie vislabāk atbilst konkrētajā laikā pieejamiem novērojumiem un faktiem (VSK.D.Li.12.) – skolēns zinātniski pamatoti skaidro un argumentē, izmantojot faktus, modeļus un lietojot nepieciešamo simbolu valodu.
- Zinātnes lietojumam bieži vien ir ētisks, politisks, ekonomisks un sociāls konteksts (VSK.D.Li.13.) – skolēns izvērtē dabaszinātņu sasniegumu nozīmi, spriež par resursu pieejamību, izmantošanu un taupīšanu, apzinās sociāli atbildīgu lēmumu pieņemšanas nozīmi.

Standartā plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti mācību jomā un no tiem atvasinātie sasniedzamie rezultāti programmā ir kompleksi – galarezultāts veidojas darbībā, kura ietver gan vienas vai vairāku mācību jomu zināšanas, izpratni un prasmes, gan caurviju prasmes, gan vērtībās balstītus ieradumus. Katra mācību priekšmeta skolotāja viens no uzdevumiem ir visu to attīstīt.

Fizika I pamatkursā plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti saskaņā ar vispārējās vidējās izglītības standartu (skatīt 9. pielikumu Ministru kabineta 2019. gada 3. septembra noteikumiem Nr. 416.) iekļauti programmas 2. pielikumā.

Standartā plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti caurviju prasmēs, beidzot vispārējās vidējās izglītības pakāpi, iekļauti programmas 3. pielikumā.

Skolēnam attīstāmie ieradumi fizikā vispārējās vidējās izglītības pakāpē optimālajā apguves līmenī iekļauti programmas 4. pielikumā.

Mācību sasniegumu vērtēšanas formas un metodiskie paņēmieni

Vērtēšanas pieeja un pamatprincipi

Viens no svarīgākajiem priekšnoteikumiem, īstenojot mūsdienīgu izglītību, kuras rezultāts ir patiesa izpratne, spēja izmantot skolā apgūto neierastās situācijās un lietpratība, ir esošās vērtēšanas prakses pārvērtēšana, atbilstoši saskaņojot vērtēšanas mērķi, formu un saturu.

Vērtēšanas uzsvars mainās no skolēna mācību sasniegumu novērtēšanas uz vērtēšanu, lai uzlabotu mācīšanos. Vērtēšana, lai uzlabotu mācīšanos, ir efektīvas atgriezeniskās saites sniegšana skolēnam, dodot viņam iespēju un laiku uzlabot savu sniegumu atbilstoši plānotajiem skolēnam sasniedzamajiem rezultātiem un vērtēšanas kritērijiem.

Vērtēšana primāri ir neatņemama mācīšanās sastāvdaļa, kas gan skolotājam, gan skolēnam ļauj plānot uzlabojumus mācību procesā. Vērtēšana nav tikai vērtējuma izlikšana, piemēram, atzīmes veidā.

Vērtēšanas uzsvaru maiņa ir svarīga arī skolas līmenī. Kļūst nozīmīgi veidot sistēmas, kuras ļauj sekot līdzi katra skolēna izaugsmei un sniegt atbalstu tieši tajā laikā un vietā, kad un kur tas ir nepieciešams.

Vērtēšanai standartā ir noteikti šādi pamatprincipi.

1. Sistēmiskuma princips – mācību snieguma vērtēšanas pamatā ir sistēma, kuru raksturo regulāru un pamatotu, noteiktā secībā veidotu darbību kopums.
2. Atklātības un skaidrības princips – pirms mācību snieguma demonstrēšanas skolēnam ir zināmi un saprotami plānotie sasniedzamie rezultāti un viņa mācību snieguma vērtēšanas kritēriji.
3. Metodiskās daudzveidības princips – mācību snieguma vērtēšanai izmanto dažādus vērtēšanas metodiskos paņēmienus.
4. Iekļaujošais princips – mācību snieguma vērtēšana tiek pielāgota ikviena skolēna dažādajām mācīšanās vajadzībām, piemēram, laika dalījums un ilgums, vide, skolēna snieguma demonstrēšanas veids, piekļuve vērtēšanas darbam.
5. Izaugsmes princips – mācību snieguma vērtēšanā, īpaši mācīšanās posma noslēgumā, tiek ņemta vērā skolēna individuālā mācību snieguma attīstības dinamika.

Vērtēšanas norises laiku mācību procesā un biežumu, saturu, uzdevuma veidu, vērtēšanas formu un metodiskos paņēmienus, vērtēšanas kritērijus, vērtējuma izteikšanas veidu un dokumentēšanu izvēlas atbilstoši vienam no trim vērtēšanas mērķiem – diagnosticējošā, formatīvā vai summātīvā vērtēšana. Informācija par tiem ir apkopota tabulā.

Vērtēšanas veidi Vērtēšanas aspekti	Diagnosticējošā vērtēšana	Formatīvā vērtēšana	Summatīvā vērtēšana
Vērtēšanas mērķi	Noteikt skolēna apgūtās zināšanas, izpratni, prasmes, vērtībās balstītus ieradumus un kompleksus sasniedzamos rezultātus (turpmāk – plānotos skolēnam sasniedzamos rezultātus) mācību procesa plānošanai un pilnveidei, piemēram, turpmāko plānoto skolēnam sasniedzamo rezultātu precizēšanai, mācību uzdevumu izvēlei.	Noteikt skolēna apgūtos sasniedzamos rezultātus atgriezeniskās saites sniegšanai skolēnam un skolotājam, lai uzlabotu skolēna sniegumu un plānotu turpmāko mācību procesu. Veicināt skolēna mācību motivāciju attīstīt pašvadītas mācīšanās prasmes, iesaistot viņu vērtēšanas procesā.	Noteikt skolēna apgūtos sasniedzamos rezultātus mācību rezultāta novērtēšanai un dokumentēšanai. Summatīvās vērtēšanas rezultātus var izmantot arī, piemēram, lai uzlabotu skolēna sniegumu, izvērtētu mācību procesā izmantotās metodes, pieņemtu lēmumus par turpmāko darbu.
Norises laiks mācību procesā un biežums	Ieteicams veikt temata, mācību kursa vai mācību gada sākumā.	Veic mācību procesa laikā. Skolotājs to organizē pēc nepieciešamības.	Veic mācīšanās posma (piemēram, temata, vairāku tematu vai temata loģiskās daļas, mācību gada, izglītības posma vai pakāpes) noslēgumā.
Vērtēšanas saturs	Saturu veido iepriekšējā mācīšanās posmā plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti, kuri nepieciešami turpmākā mācību satura apguvē.	Saturu veido plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti mācīšanās posma laikā.	Saturu veido plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti mācīšanās posma noslēgumā.
Vērtēšanas uzdevumu veidi	Uzdevuma veidu skolotājs izvēlas atbilstoši plānotajam skolēnam sasniedzamajam rezultātam. Tas var būt, piemēram, atbilžu izvēles uzdevums, īso atbilžu uzdevums, strukturēts uzdevums, esejas tipa uzdevums, uzdevums, kurā skolēns var demonstrēt savu sniegumu darbībā vai izstrādājot produktu.		
Vērtēšanas formas un metodiskie paņēmieni	Mutiski, rakstiski, praktiski vai kombinēti. Novērošana, saruna, aptauja, uzdevumu risināšana, darbs ar tekstu, laboratorijas darbs, demonstrējums, vizualizēšana, esēja, projekts, diskusija u. tml.		
Vērtēšanas kritēriji, to izveide	Kritēriji nepieciešami vērtēšanas objektivitātes nodrošināšanai. Kritērijus izstrādā skolotājs atbilstoši plānotajam skolēnam sasniedzamajam rezultātam, vērtēšanas formai un metodiskajam paņēmienam. Kritēriju izstrādē un vērtēšanā var iesaistīt skolēnus, lai pilnveidotu skolēna pašvadītas mācīšanās prasmes.		
Vērtējuma izteikšanas veids un dokumentēšana	Vērtējumu izsaka, dokumentē un komunicē atbilstoši mērķauditorijai (piemēram, skolēns, kolēģis, atbalsta personāls, skolas vadība, vecāks), lai mērķtiecīgi atbalstītu skolēna mācīšanos un sekotu līdzi skolēna sniegumam ilgtermiņā. Vērtējumu var izteikt apguves līmeņos, procentos, punktos, ieskaitīts/neieskaitīts u. tml.	Vērtējumu vidējās izglītības pakāpē izsaka 10 ballu skalā katrā mācību priekšmeta kursā atbilstoši plānotajiem skolēnam sasniedzamajiem rezultātiem.	

Vērtēšanas saturs, kritēriji, formas un metodiskie paņēmieni

Pamatkursa programmā tematu ietvaros paredzēti četru veidu plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti: ziņas, prasmes, vērtībās balstīti ieradumi, komplekss sasniedzamais rezultāts. Plānojot vērtēšanu, skolotājam svarīgi izvēlēties plānotajam skolēnam sasniedzamajam rezultātam atbilstošus kritērijus, metodiskos paņēmienus un uzdevumu vērtēšanas veidu.

Ziņu apguve parāda skolēna izpratni. Tā attiecas uz standartā plānotajiem skolēnam sasniedzamajiem rezultātiem, kuri parasti sākas ar darbības vārdiem “apraksta”, “skaidro”, “pamato” u. c. Piemēram: “Pamato maiņstrāvas izmantošanu elektroenerģijas pārvadē” vai “Apraksta rentgenstarojuma izmantošanas iespējas medicīnā un tehnikā”; plānoto skolēnam sasniedzamo rezultātu apguvi skolēns parāda, veicot uzdevumus, risinot problēmas, piedaloties sarunās vai diskusijās u. tml.

Prasmju apguvi skolēns demonstrē darbībā (piemēram, modelē, attēlo, aprēķina); to vērtē, izmantojot snieguma līmeņa aprakstu. Piemēram: “Modelē matēriju dažādos stāvokļos” vai “Attēlo ķermeņa kustību uz koordinātu ass”.

Ieradumus, kas balstīti vērtībās, skolēns demonstrē darbībā; tos vērtē, novērojot skolēna darbību ilgākā laika posmā, īpaši situācijās, kuras ietver izvēles iespējas. Piemēram: “Attīstot ieradumu darboties ilgtspējīgi un apkārtējai videi draudzīgi, aprēķina mehāniskās enerģijas zudumus dažādos procesos. (Tikums – atbildība, vērtība – daba)”.

Kompleksu sasniedzamo rezultātu apguvi skolēns demonstrē darbībā. Piemēram: “Skaidro ikdienā un tehnikā lietojamu ierīču darbības principu, izmantojot spēkus (smaguma, berzes, elastības, Arhimēda, balsta reakcijas, Kulona, Ampēra, Lorenca) un fizikālus lielumus, kuri tos ietekmē”. Kompleksa sasniedzamā rezultāta vērtēšanai izmanto dažādas formas – rakstveida, mutvārdu vai kombinēts pārbaudes darbs, individuāls vai grupas projekts u. c.

Ieteikumi mācību darba organizācijai

Satura starpdisciplināritāte

Plānojot kursa apguvi, ir jāņem vērā, ka starp mācību priekšmetiem pastāv vairāki starpdisciplināritātes līmeņi – mācību priekšmetu programmās ir iekļauta tradicionālā starppriekšmetu saikne kā norādes par citos mācību priekšmetos apgūto, ir izveidoti kopīgi temati divos vai vairākos mācību priekšmetos, kuru starpdisciplināritātes pakāpe mainās no formāla apvienojuma (var mācīt kopā vai atsevišķi) līdz pat pilnīgai integrācijai.

Svarīgi nostiprināt skolotāju sadarbību – lai skolēnam veidotos vienota izpratne par dabu, sabiedrību, pētnieciskās u. c. prasmes tiktu apgūtas pēctecīgi un sistēmiski, kā arī pārnestas no viena mācību priekšmeta uz citu, izšķiroša loma ir konstruktīvai skolotāju sadarbībai. Skolotāju sadarbība nepieciešama gan mācību satura plānošanai, gan tā īstenošanai. Sadarbība starp vecāko un jaunāko klašu skolotājiem nepieciešama, lai skolēna eksperimentālās un pētnieciskās prasmes tiktu attīstītas pakāpeniski un pēctecīgi visos izglītības posmos.

Fizikas kursa apgūvē nozīmīga loma ir matemātikas un fizikas starpdisciplināritātes nodrošināšanai. Skolēnu spēja matemātikā apgūtās prasmes lietot dažādos kontekstos (veidot pārnesumu) paaugstināsies, ja fizikā skolēniem būs iespēja

- saistīt un raksturot fizikā un matemātikā lietoto simbolisko valodu/zīmju sistēmu, apzināti pāriet no vienas zīmju sistēmas uz citu;
- atpazīt atsevišķus un vispārīgus apgalvojumus, pamatot apgalvojumu patiesumu, lietojot deduktīvu spriešanu vai izmantojot pretpiemēru;
- izmantot problēmrisināšanas stratēģijas, piemēram, “spriežu no beigām”, “sadalu problēmu daļās”, “pāreju uz līdzīgu, vienkāršāku problēmu”;
- izmantot matemātikā apgūtās stratēģijas skaitlisko aprēķinu veikšanā (ietverot attiecības, daļas, procentus), darbībām ar dažādu veidu izteiksmēm, t. sk. proporcijām, kā arī sakarību vai funkciju lietošanā, t. sk. grafiku zīmēšanā un lasīšanā;
- plānot datu attēlošanu, lietot apgūtos datu attēlošanas veidus, formulēt secinājumus, prognozes par kādu sakarību starp lielumiem vai faktoru ietekmi uz pētāmo lielumu, izmantot statistiskos rādītājus (datu vidējos un izkliedes mērus, korelācijas koeficientu u. c.).

Lai skolēniem būtu iespēja apgūt fizikas saturu un nepieciešamās matemātiskās prasmes vienlaikus, programmā piedāvāts viens starpdisciplinārs temats “Vektori un kustība” un divi temati ar iespējām realizēt matemātikas un fizikas starpdisciplināritāti – “Vienmērīga kustība” un “Vienmērīgi paātrināta kustība”.

- Temata “Vektori un kustība” satura izklāsta secība plānota tā, lai ievērotu satura saistību un pēctecību un lai fizikā netiktu dublēta matemātisko prasmju apguve, savukārt matemātikā prasmes tiek apgūtas, izmantojot konkrētas fizikālas situācijas, kuras parāda konkrēto matemātikas prasmju apguves nepieciešamību. Programmā piedāvāts viens no iespējamajiem šī temata starpdisciplināritātes realizēšanas variantiem un secīgi norādītas aktivitātes, kuras skolēni veic katra priekšmeta stundās. Temata apguve tiek organizēta divos virzienos – skolēni apgūst matemātiskās prasmes, kuras nepieciešamas fizikā, vai arī fizikā aktualizē problēmsituācijas, kuras risina matemātikas stundās. Piemēram, vektorus skolēni vispirms izmanto fizikas stundās, bet pēc tam vektorus definē un par vektoriem vispārīgās zināšanas apgūst matemātikas stundās. Šī starpdisciplinārā temata mērķis ir ne tikai saskaņota satura apguves secība, bet arī vienošanās par jēdzienu, apzīmējumu lietojumu, kā arī izpratnes veidošana par to, ka matemātikā lietotajiem simboliem un jēdzieniem atbilst fizikas simboli un jēdzieni.
- Temata “Vienmērīga kustība” satura izklāsta secība paredz apgūt lineāras funkcijas lietojumu matemātiskās prasmes fizikas kontekstā, temata noslēgumā skolēni veic pētījumu, kurā izmanto visas iegūtās prasmes, sasniedzot kompleksu rezultātu – skolēni veic vienmērīgas kustības pētījumu. Tematā iekļautās aktivitātes paredz fizikas stundās veikt pētījumu un iegūt datus, savukārt matemātikas stundās – šos datus apstrādāt. Arī šī temata realizācijā nav būtiski, kurā mācību stundā skolēni apgūst katru tematā iekļauto prasmī, temata saturs ļauj šo tematu pilnībā realizēt tikai matemātikas skolotājam, svarīgākais ir sasniegt komplekso rezultātu.
- Tematā “Vienmērīgi paātrināta kustība” nav iekļautas secīgas kopīgas aktivitātes fizikas un matemātikas stundās, tomēr temats sasaucas ar matemātikas lielo ideju “Sakarības starp lielumiem apraksta algebriskie modeļi un funkcijas; izmantojot šos modeļus problēmu risināšanai, tos pārveido, nodrošinot ekvivalenci”. Skolēni matemātikas stundās jau ir apguvuši prasmī darboties ar nelineārām funkcijām un šīs prasmes izmanto fizikas stundās nevienmērīgas kustības grafiku analizē. Tomēr pastāv iespēja skolotājiem vienoties par šo aktivitāšu realizēšanu matemātikas stundās.

Kursa programmā ir iekļauts temats “Atoma un vielas uzbūve”, ko kopīgi realizē fizikas un ķīmijas stundās. Šī temata mērķis ir padziļināt skolēnu izpratni par lielo ideju “Visumā matērija sastāv no ļoti mazām daļiņām”, kas Vispārējās vidējās izglītības standartā noteikta kā dabaszinātņu mācību jomas kopīgais sasniedzamais rezultāts. Tradicionāli šajā tematā iekļautos jautājumus māca un dažkārt dublē gan fizikas, gan ķīmijas stundās, un pieredze rāda, ka skolēnu izpratne par šiem jautājumiem mēdz būt sadrumstalota un fragmentāra. No fizikas mācību priekšmeta skatpunkta jāuzsver divi šādi starpdisciplināri aspekti.

- Temata “Atoma un vielas uzbūve” ietvaros paredzēta ķīmijas un fizikas skolotāju sadarbība izpratnes par matērijas uzbūvi veidošanā un modelēšanas prasmes attīstīšanā. Temata norises plānā skolēna aktivitātes ķīmijas un fizikas mācību stundās paredzētas tādā secībā, lai vielas uzbūves izziņāšanu sāktu no vielas sīkākās daļiņas – atoma, turpinājumā apskatot vielas molekulu uzbūvi un veidošanās principus, temata noslēgumā pārejot uz vielu veidojošo daļiņu savstarpējo iedarbību makroobjektos. Temata gaitā skolēns veido kopēju pārskatu par fizikā un ķīmijā apskatītajiem modeļiem, novērtējot katra apskatītā modeļa priekšrocības un trūkumus, mērķi un iespējas to mainīt. Temata apguves laikā ķīmijas un fizikas skolotājiem svarīgi sadarboties, lai kopīgi veidotu izpratni par modelēšanas procesa būtību un modeļu dabu, to ilustrējot ar ķīmijai un fizikai raksturīgiem modeļiem.
- Veidojot kopīgus tematus, pastāv izaicinājums sabalansēt starpdisciplināritāti un atsevišķa mācību priekšmeta satura loģisku pēctecību. Šajā fizikas programmā priekšplānā izvirzīts mērķis pēc iespējas padziļināt skolēnu izpratni par fizikālajiem procesu cēloņiem, tāpēc tādi tradicionāli dinamiskas jautājumi kā elastības spēks, Arhimēda spēks un spiediens ir iekļauti tematā “Atoma un vielas uzbūve”. Tas paver skolēniem iespēju uzreiz pēc mikropasaules uzbūves apguves veidot zināšanu pārnesei uz makropasauli, kā arī veidot priekšstatu par tām makropasaules fizikālajām parādībām, kuru cēlonis ir vielas uzbūve un daļiņu kustība. Lai šī temata aktivitātes varētu plānot kopīgi ar ķīmijas skolotāju, fizikas kinemātikas tematu secībā ir pārrāvums – starp vienmērīgas un nevienmērīgas kustības tematiem ir iekļauts kopīgais fizikas un ķīmijas temats par vielu uzbūvi.

Pamatkursa programmā katra konkrētā temata aprakstā ir īsi raksturota starppriekšmetu saikne ar citos mācību priekšmetos apgūto vai tajos aktuālo. Plānojot pamatkursa satura apguvi, jāņem vērā, ka starp kursiem pastāv vairāki starpdisciplināritātes līmeņi, kuri izpaužas gan kursu tematos, gan apgūstamajās prasmēs. Svarīgākie aspekti ir šādi.

- Zinātniskā valodas stila un zinātniskā teksta izstrādes jautājumi ir aktuāli visu kursu saturā vidējās izglītības pakāpē; latviešu valodas kursā optimālajā mācību satura

apguves līmenī tiek attīstīta un pilnveidota izpratne par zinātniskā stila īpatnībām un tā izmantojumu tekstu veidošanā (zinātniska teksta uzbūve, argumentācija, teksta noformēšanas prasības, atsauču veidošana, zinātniskā stila izteiksmes līdzekļi un gramatiskās īpatnības, iesaiste diskusijā), taču citu mācību jomuursos tiek attīstītas un pilnveidotas skolēna prasmes lasīt un veidot savas nozares zinātniskos tekstus, pievēršot uzmanību zinātniskā teksta struktūras, metožu izvēles un noformēšanas, kā arī terminoloģijas lietojuma īpatnībām, tādēļ svarīgi plānot šo prasmju nostiprināšanu saziņā ar latviešu valodas skolotāju.

- Lai skolēns sasniegtu B2 valodas lietošanas līmeni (spēja lietot svešvalodu mācību un profesionālajām vajadzībām) vismaz vienā svešvalodā vidējās izglītības pakāpē, ne tikai svešvalodu, bet arī visu citu mācību priekšmetu skolotāju uzdevums ir dot iespēju skolēniem uzlabot savas svešvalodu zināšanas ar mācību saturu saistītā kontekstā, piemēram, izmantojot daudzveidīgus mācību resursus svešvalodās, vadot stundas pilnībā vai daļēji svešvalodās, sadarbojoties ar svešvalodu skolotāju.
- Vidējās izglītības pakāpē skolēnam jāspēj izmantot savas pamatzinātniskās iegūtās digitālās iemaņas un zināšanas tādā mērā, lai varētu tās brīvi lietot arī citosursos; vidējās izglītības pakāpē tehnoloģiju mācību jomas – datorikas, programmēšanas un dizaina un tehnoloģiju – pamatkursos skolēni turpinās attīstīt prasmes tiešsaistes komunikācijas rīku izmantošanā, liela apjoma tekstu strukturēšanā, liela apjoma datu apstrādei un vizualizācijai, informācijas dizaina risinājumu izstrādē; ieteicams visu kursu skolotājiem plānot mērķtiecīgu digitālo prasmju izmantošanu sadarbībā ar tehnoloģiju mācību jomas skolotājiem.
- Vidusskolā skolēns gūst kompleksas problēmrisināšanas pieredzi, veicot starpdisciplinārus pētnieciskos projekta darbus, kuru izpildīšanai nepieciešams patstāvīgi lietot vairākos priekšmetos iegūtās zināšanas, prasmes un caurviju prasmes autentiskos kontekstos. Optimālajā līmenī skolēns attīsta prasmes patstāvīgi plānot pētījuma gaitu, izvēlēties un lietot atbilstošas pētījuma metodes, iegūt datus un izvērtēt to ticamību, apstrādāt un analizēt datus, izmantojot piemērotas statistiskās analīzes metodes, izvērtēt iegūtos rezultātus un piedāvāt uzlabojumus, komunicēt par pētījuma rezultātiem, izvēlēties dažādām auditorijām un mērķiem atbilstošu komunikācijas formu. Kompleksas problēmrisināšanas pieredzes gūšanas iespējas skolēniem var integrēt gan kā pēctecīgas aktivitātes dažādos pamatkursos piedāvāto tematu apguves laikā, gan kā atsevišķus tematus.

Stundu sadalījums

Fizika I pamatkursa apjoms ir 245 mācību stundas. Kursa sasniedzamie rezultāti ir sadalīti pa atsevišķiem tematiem, kuru apguves secību pēc nepieciešamības var mainīt atbilstoši iespējām. Kursa sasniedzamo rezultātu apguvi ieteicams plānot divos gados, vienu gadu paredzot vismaz trīs mācību stundas nedēļā paralēli ar kursiem Ķīmija I, Ģeogrāfija I, Bioloģija I, Datorika I, kuru sasniedzamie rezultāti dod iespēju skolēniem veidot vienotu izpratni par likumsakarībām dabā un sabiedrībā, starpdisciplināri veikt projekta darbus, kā arī realizēt starpdisciplināro tematu apguvi. 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.

Kursā sasniedzamo rezultātu apguvei skolotājam svarīgi izmantot daudzveidīgas mācību organizācijas formas, tostarp nozīmīgu daļu laika mācību procesā atvēlot mērķtiecīgi atbalstīt skolēna patstāvīgajam – pētnieciskajam, jaunrades vai sabiedriskajam – darbam. Tādēļ skolotājam sabalansēti jāplāno mācību darbs stundā, atvēlot atbilstošu laiku skolotāja mērķtiecīgi virzītam un atbalstītam skolēnu patstāvīgajam darbam klasē, tostarp izmantojot skolā vai kopienā izmantojamās informatīvās resursus. Tikpat svarīgi skolotājiem izsvērti plānot un savstarpēji koordinēt skolēnu patstāvīgā darba apjomu un saturu ārpus mācību klases.

Dažādas mācību darba organizācijas formas

Fizika I pamatkursa programmā skolēnam izpratnes padziļināšanai par fizikālajām parādībām un likumsakarībām, kā arī, lai nostiprinātu problēmrisināšanas un komunikācijas prasmes, piedāvātas dažādas mācību darba organizācijas formas: diskusijas, problēmsituāciju risināšana, pētniecības projekti, praktiskie darbi u. c. Nozīmīga loma fizikas apguvē ir fizikas laboratorijas darbiem un eksperimentiem, tāpēc lielākā daļa stundu jāveda speciāli aprīkotā fizikas kabinetā vai laboratorijā, izmantojot nepieciešamās laboratorijas darbu un eksperimentu iekārtas. Visas piedāvātās mācību darba organizācijas formas atbilst skolēna vecumposmam un iepriekš apgūtajām fizikas zināšanām un prasmēm. Lai apgūtu kursa programmas sasniedzamos rezultātus, kuri ietver prasmes darboties ar digitāliem rīkiem (eksperimentā iegūtos datus attēlot, izmantojot izklājlapu programmatūru), ieteicams daļu no kursa apguvei paredzētajām stundām vadīt datorklasē.

Mācību satura apguves norise

Mācību satura apguves norise ietver

- 1) katrā mācību gadā apgūstamos tematus;
- 2) tajos plānotos skolēnam sasniedzamos rezultātus;
- 3) apguvei paredzēto laiku;
- 4) nepieciešamās skolēna darbības sasniedzamo rezultātu apguvei;
- 5) tematu apguvei izmantojamās mācību līdzekļus un metodiskos paņēmienus.

Šajā sadaļā ar detalizētu tematu ietvaru palīdzību parādīts, kā pakāpeniski tiek sasniegtas standarta prasības zināšanu apgūvē, izpratnes veidošanā, prasmju un vērtībās balstītu ieradumu attīstīšanā.

Katra temata ietvaru parāda temata ietvara struktūras paraugs. Programmā lietoto kodu skaidrojums pievienots 1. pielikumā.

Temata ietvara struktūras paraugs

Temata numurs un nosaukums	Temata numurs un nosaukums	Temata numurs un nosaukums	Temata numurs un nosaukums	Temata numurs un nosaukums
----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

Temata apguvei ieteicamais laiks

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

Sasniedzamie rezultāti

Ziņas	Prasmes
Apraksta nozīmīgākās temata apguves rezultātā iegūtās zināšanas un izpratni par mācību jomas lielajām idejām. Iekavās norādīts kods standarta attiecīgās mācību jomas plānoto skolēnam sasniedzamo rezultātu tabulā, uz kuru lielo ideju attiecas konkrētā ziņa.	Mācību priekšmetam specifiskās un vispārīgās jeb caurviju prasmes, ko skolēns apgūs attiecīgajā tematā.
Komplekss sasniedzamais rezultāts	Ieradumi
Skolēna spēja koordinēti lietot zināšanas, prasmes un ieradumus jaunās, neierastās situācijās. Iekavās norādīts kods no standarta attiecīgās mācību jomas plānoto skolēnam sasniedzamo rezultātu tabulas. Ja tematā tiek sasniegts tabulā minētais plānotais skolēnam sasniedzamais rezultāts pilnībā, pirms koda iekļauta vienādības zīme.	Vērtībās balstīti ieradumi, kuru attīstīšanai plānots pievērst pastiprinātu uzmanību attiecīgajā tematā.
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. Tabula veidota, grupējot apgūstamos sasniedzamos rezultātus un katrai sasniedzamo rezultātu grupai jeb temata vienumam piedāvājot nepieciešamās skolēna darbības. Tabulā nav uzskaitītas visas iespējamās skolēna darbības, norādīts uzdevumu skaits, vingrināšanās ilgums vai intensitāte. Galvenā uzmanība pievērsta skolēna darbību veidiem un būtībai.
Temata vienuma nosaukums	
Temata vienuma nosaukums	

Mācību līdzekļi – tieši šī temata apguvei nepieciešamo mācību līdzekļu uzskaitījums.

Starppriekšmetu saikne – norāda, kā skolēns apgūs ar attiecīgo tematu saistītus sasniedzamos rezultātus kontekstā ar citiem mācību priekšmetiem.

Metodiskais komentārs – attiecīgā mācību priekšmeta nozīmīgu saturisku vai metodisku jautājumu skaidrojums, kas aktuāls tieši šī temata apgūvē.

Papildiespējas – papildu idejas un ieteikumi, kā vēl paplašināt un padziļināt skolēna mācīšanās pieredzi attiecīgajā tematā, piemēram, ieteikumi mācību ekskursijām, pētniecības projektiem.

FIZIKA I.
Pamatkursa programma

1. Vektori un kustība	2. Vienmērīga kustība	3. Atoma un vielas uzbūve	4. Vienmērīgi paātrināta kustība	5. Mijiedarbība un spēks	6. Gravitācijas lauks un kustība	7. Enerģija un darbs	8. Mehāniskās svārstības un viļņi
9. Siltums un siltuma procesi	10. Elektriskais lauks	11. Līdzstrāva	12. Elektro-magnētisms	13. Elektro-magnētiskie viļņi	14. Apgaismojums un attēli	15. Atoms un Visums	

1. Vektori un kustība

Fizikas un matemātikas integrētais temats

Ieteicamais laiks temata apguvei: 10 mācību stundas (fizikā).

Temata apguves mērķis: veidot izpratni par atšķirību starp skalāriem un vektoriāliem lielumiem. Lietot vektorus ģeometriskā un koordinātu formā, lai analizētu un matemātiski raksturotu fizikālus procesus, noteiktu un pamatotu plaknes figūru un telpisku ķermeņu īpašības.

Sasniedzamie rezultāti

Ziņas	Prasmes
- Vektors ir vērsts nogrieznis; to izmanto, lai matemātiski raksturotu lielumus, kuriem ir gan skaitliskā vērtība, gan virziens (piemēram, pārvietojums, momentālais ātrums, spēks). (VSK.M.Li.6., VSK.D.Li.3.) - Ja vektoriāli lielumi (spēks, pārvietojums, momentālais ātrums u. tml.) darbojas vienā vai pretējos virzienos, tos raksturo kolineāri vektori – tie atrodas uz vienas taisnes vai uz paralēlām taisnēm; kolineāri vektori ietver arī vienādus vektorus un pretējus vektorus. (VSK.M.Li.6., VSK.D.Li.3.) - Dažkārt izpratne par fizikālo lielumu (piemēram, pārvietojumu) palīdz saprast darbības ar vektoriem (vektora reizinājums ar skaitli, vektoru summa). (VSK.M.Li.2., VSK.M.Li.6., VSK.D.Li.3.) - Divu vai vairāku vektoru summa ir vektors; vektora reizinājums ar skaitli ir vektors; no vektora $\vec{a}$ atņemot vektoru $\vec{b}$ nozīmē vektoram $\vec{a}$ pieskaitīt vektoru $-\vec{b}$. Vektoru $\vec{a}$ un $-\vec{a}$ summa ir $\vec{0}$ (nullvektors); nullvektoram nav virziena, tā garums ir 0. (VSK.M.Li.6.) - Pārvietojot vektoru ar paralēlu pārnesei, iegūst ar šo vektoru vienādu vektoru (saka arī – iegūst to pašu vektoru); šo īpašību izmanto, lai saskaitītu un atņemtu vektorus, modelētu situācijas un formulētu spriedumus. (VSK.M.Li.2., VSK.M.Li.6.) - Vektoru $\vec{AB}$ koordinātu formā viennozīmīgi raksturo tā koordinātas $\vec{AB} (x_2 - x_1; y_2 - y_1)$, kur $A (x_1; y_1)$ ir sākumpunkts, $B (x_2; y_2)$ – galapunkts; vektora koordinātas sauc arī par vektora projekcijām attiecīgi uz abscisu un ordinātu ass. (VSK.M.Li.2., VSK.M.Li.6., VSK.D.Li.3.) - Vektora novietojums koordinātu plaknē vai pieraksts koordinātu formā ļauj ērti noteikt vektora garumu jeb moduli, izmantojot Pitagora teorēmu. (VSK.M.Li.6.) - Lai iegūtu vektora $\vec{a} + \vec{b}$ ($\vec{a} - \vec{b}$) koordinātas/projekcijas, saskaita (atņem) vektoru $\vec{a}$ un $\vec{b}$ atbilstošās koordinātas/projekcijas; lai iegūtu vektora $k \cdot \vec{a}$ koordinātas/projekcijas, ar skaitli k sareizina vektora $\vec{a}$ koordinātas/projekcijas. (VSK.M.Li.6., VSK.D.Li.3.) - Vektorus gan ģeometriskā, gan koordinātu formā var izmantot figūru īpašību noteikšanā un pamatošanā. (VSK.M.Li.2., VSK.M.Li.6.) - Punkta stāvokli telpā var noteikt, izmantojot dažādas koordinātu sistēmas. Dekarta taisnleņķa koordinātu sistēmā katru telpas punktu viennozīmīgi raksturo 3 koordinātas – abscisa (x), ordināta (y) un aplikāta (z). Punktu var izmantot ķermeņa kustības aprakstā, ja ķermeņa izmērus var neievērot. Šādu ķermeņa modeli sauc par masas punktu. (VSK.M.Li.1., VSK.M.Li.6., VSK.D.Li.3., VSK.D.Li.12.)	<i>Fizika</i> - Izvērtē masas punkta modeļa lietošanu dažādu situāciju aprakstam. (D.O.3.1.1., D.O.12.2.1.) - Aprēķina ātrumu un pārvietojumu (skalāri un vektoriāli). (D.O.3.1.1.) - Analizē situācijas, izmantojot trajektorijas, ceļa un pārvietojuma jēdzienus. (D.O.3.1.1.) - Salīdzina vidējo ātrumu un momentāno ātrumu. (D.O.3.1.1.) <i>Matemātika</i> - Nosaka vienādi vai pretēji vērstus vektorus, vienādus vektorus, pretējus vektorus un kolineārus vektorus, ja tie doti ģeometriskā formā. - Reizina vektoru ar skaitli ģeometriskā formā. - Saskaita divus un vairāk vektorus ģeometriskā formā, izvēloties piemērotāko paņēmieni; skaidro vektoru atņemšanas saistību ar vektoru saskaitīšanu un nosaka divu vektoru starpības vektoru. - Lieto darbības ar vektoriem ģeometriskā formā un darbību ar vektoriem īpašības, lai vienu vektoru izteiktu ar citiem vektoriem. - Attēlo zīmējumā un nosaka punkta koordinātas Dekarta taisnleņķa koordinātu sistēmā telpā, ievērojot dotos nosacījumus. - Skaidro un nosaka vektora koordinātas plaknē, atliek vektorus koordinātu plaknē, ievērojot dotos nosacījumus. - Aprēķina vektora garumu (moduli), saskaita, atņem, reizina ar skaitli vektorus koordinātu formā. - Lieto ar vektoriem saistītos jēdzienus un simbolus informācijas un rezultātu nolasišanai, pierakstīšanai un komentēšanai.

Komplekss sasniedzamais rezultāts	Ieradumi
• Spriežot induktīvi, formulē darbību izpildi ar vektoriem ģeometriskā un koordinātu formā, vektora moduļa aprēķināšanu, darbību ar vektoriem īpašības. (M.O.2.1.2., M.O.6.2.1., M.O.6.2.2.) • Analizē kustību, izmantojot skalārus (ceļš, vidējais ātrums) un vektoriālus (pārvietojums, momentānais ātrums) lielumus un veicot ar tiem darbības dažādās formās, tostarp arī ar digitāliem rīkiem. (D.O.3.1.1., M.O.6.2.1.) • Skaidro konkrētos piemēros, kā pāriet no viena vektoru attēlošanas veida uz otru, izvērtē un pamato attēlojumu atbilstību. (M.O.1.2.3., M.O.2.3.1.) • Nosaka figūru veidu, nezināmos lielumus un pamato figūru īpašības, lietojot vektorus ģeometriskā vai koordinātu formā, izvēloties situācijai atbilstošu attēlošanas veidu. (M.O.6.2.1., M.O.6.2.2., M.O.1.2.3.)	Attīsta ieradumu risināt kompleksas problēmas, veidojot izpratni par starppriekšmetu saikni kustības aprakstam. (Tikums – gudrība, vērtība – darba tikums)
Jēdzieni: skalārs lielums, vektoriāls lielums, vektors, vektora modulis, vektora koordinātas, vienādi vērsti un pretēji vērsti vektori, vienādi un pretēji vektori, kolineāri vektori, trajektorija, ceļš, pārvietojums, momentānais ātrums, masas punkts, atskaites sistēma.	

Temata apguves norise (integrētais temats, skolēnu darbs fizikas un matemātikas stundās)

Vektori ģeometriskā formā

Fizika

Raksturo fizikālus lielumus (masa, temperatūra, trajektorija, pārvietojums, ceļš, ātrums, svars, spēks utt.), grupē tos pēc dažādām pazīmēm, t. sk. darbības virziena. Skaidro, kāpēc dotais vektoriālais lielums ir vektoriāls vai skalārs lielums, ilustrē ar piemēriem.

Analizē dažādas situācijas, nosaka, ar kādiem fizikāliem lielumiem var aprakstīt doto situāciju un vai masas punkta modeļa lietošana būtiski ietekmē situācijas aprakstu.

Izmantojot konkrētus piemērus, raksturo kustību, lietojot momentānā ātruma jēdzienu un nosakot tā virzienu dažādos trajektorijas punktos; momentānā ātruma attēlošanai izmanto vektorus. Atrod kopīgo un atšķirīgo momentānajam un vidējam ātrumam.

Sadarbojoties pāri, analizē un skaidro kustību piemērus, izmantojot momentānā ātruma jēdzienu; veido situācijai atbilstošus shematiskus zīmējumus, kuros attēlo vektorus vai situācijas skaidrojumā izmanto šādus jēdzienus: vienādi vērsti un pretēji vērsti vektori, vienādi un pretēji vektori, kolineāri vektori (vēl nav precīzi definēti).

Matemātika

Definē vektoru, vienādus vektorus, pretējus vektorus, vienādi vērstus un pretēji vērstus vektorus, kolineārus vektorus; ilustrē definīcijas ar zīmējumiem.

Vingrinās saskatīt vienādus vektorus, pretējus vektorus, vienādi vērstus un pretēji vērstus vektorus, kolineārus vektorus plaknes figūrās, piemēram, regulārā sešstūrī, kā arī telpiskās figūrās vai ķermeņos, piemēram, prizmā, kuras pamats ir trapece. Pamato vektoru veidu, izmantojot definīcijas, formulētos apgalvojumus pieraksta, lietojot pieņemtos apzīmējumus.

Veido zīmējumu atbilstoši dotajiem nosacījumiem par vektoriem un to veidu, piemēram, atlikt plaknē 4 punktus – A , B , C un D – tā, lai gan vektori $\vec{AB}$ un $\vec{CD}$ būtu kolineāri, gan vektori $\vec{AC}$ un $\vec{DB}$ būtu kolineāri, raksturot četrstūri $ABCD$.

Veido loģiski saistītu tekstu, lai vienkāršās situācijās noteiktu un/vai pamatotu patiesumu apgalvojumam par vektoriem, t. sk., izmantojot plaknes figūru un telpisko ķermeņu īpašības, piemēram, pamato, ka jebkuri divi vektori, kas atrodas uz prizmas sānu šķautnēm, ir kolineāri.

Fizika

Aplūko konkrētus piemērus, sadarbojas pāri un formulē idejas, kā izmantot vektorus divu (vai vairāk) pārvietojumu saskaitīšanai; skaidro, ko izsaka saskaitīšanas rezultātā iegūtais vektors. Analizē situācijas, kurās pārvietojumu veic uz vienas taisnes vienā vai pretējos virzienos. Formulē idejas un skaidro, ko nozīmē saskaitīt divus ātrumus, kā noteikt virzienu saskaitīšanas rezultātā iegūtajam ātrumam. Izmanto vektorus ātrumu saskaitīšanai, lietojot arī digitālos rīkus. Skaidro un pieraksta darbību secību.

Matemātika

Aplūko konkrētus piemērus, zīmē un spriež, kā definēt divu vektoru saskaitīšanu jeb kas ir summas vektors, ja vektori atrodas uz vienas taisnes, ja tie ir kolineāri; apspriež iegūtos rezultātus un formulē pieņēmumu – pirmā vektora sākumpunkts jāsavieno ar otrā vektora galapunktu. Pārbauda iegūto rezultātu, ja vektori, kurus saskaita, nav kolineāri un pirmā vektora galapunkts sakrīt ar otra vektora sākumpunktu; tad aplūko gadījumu, ja divi vektori brīvi novietoti plaknē; formulē un salīdzina idejas; spriež un pamato, ka vektoru summa nemainās, ja saskaitāmos maina vietām; secina, ka iespējamās divas pieejas (trijstūra, paralelograma likumi); sadarbojas pāri un pamato, ka abi paņēmieni dod vienu un to pašu rezultātu; formulē algoritmus divu vektoru saskaitīšanai ģeometriskā formā, ja nepieciešams, izmanto animāciju, piemēram, [2].

Vingrinās saskaitīt divus vektorus ģeometriskā formā, izmantojot digitālus rīkus, piemēram, [1].

Skaidro vektora reizināšanu ar skaitli, izmantojot zināšanas par vektoru saskaitīšanu, piemēram, $2\vec{a} = \vec{a} + \vec{a}$. Aplūko vairākus piemērus, formulē vispārinājumu/algoritmu vektora reizināšanai ar skaitli. Vingrinās lietot kolineāru vektoru īpašību, izmantojot zināšanas par plaknes figūru īpašībām (trijstūra viduslīnijas īpašība, trapeces viduslīnijas īpašība u. tml.); nosaka vektoram pretējo vektoru.

Sadarbojas pāri un pēta, kā saskaitīt 3 un vairāk vektorus plaknē, formulē algoritmu un salīdzina to ar citu izveidotajiem. Pēta, secina, ka rezultāts nemainās, mainot saskaitāmo (3 vai 4) secību. Vingrinās noteikt vairāku vektoru summu ģeometriskā formā, t. sk., izmantojot plaknes figūru īpašības.

Fizika

Lieto vektoru saskaitīšanu un reizināšanu ar skaitli, konkrētos piemēros skaidrojot kustību, saskaitot pārvietojumus un ātrumus.

Aprēķina un salīdzina ķermeņa veikto ceļu un pārvietojumu kustībai ar dažādām trajektorijām.

Matemātika

Sadarbojas pāri, spriež un izsaka idejas, ko nozīmē no viena vektora atņemt citu vektoru; pastāsta citiem un uzklauza citu formulētās idejas; ar skolotāja atbalstu izvērtē formulētās idejas; skaidro vektora atņemšanu kā pretējā vektora pieskaitīšanu, atrod uzziņu literatūrā citus algoritmus, vingrinās noteikt vektoru $\vec{a} - \vec{b}$, izvēloties sev piemērotāko paņēmieni, skaidrojot savu darbību. Definē nulles vektoru.

Fizika

Analizē situāciju un izmanto zināšanas par darbībām ar vektoriem, t. sk. vektoru atņemšanu, lai noteiktu nezināmo lielumu (pārvietojums, ātrums).

Matemātika

Spriež, izsaka vektoru ar dotajiem vektoriem, lietojot darbības ar vektoriem un darbību īpašības; skaidro risinājumu, lietojot matemātikas valodu, veido pierakstu, lietojot pieņemtos apzīmējumus.

Sadarbojas grupā, lai pierādītu plaknes figūras īpašības, izmantojot zināšanas par vektoriem, piemēram, sadarbojoties pāri pierāda trijstūra viduslīnijas vai trapeces viduslīnijas īpašību; izmantojot dotu pierādījuma plānu, veido saistītu tekstu un pierāda, ka trijstūra mediānas krustojoties dalās attiecībā 2 : 1.

Vektori koordinātu formā

Matemātika

Pēta 3 vai 4 vienādu vektoru novietojumu (galapunktu koordinātas ir veseli skaitļi) koordinātu plaknē ar mērķi saskatīt un formulēt sakarību, kas saista vienādu vektoru galapunktu koordinātas; formulē secinājumu un to izmanto, lai definētu vektora koordinātas. Vingrinās no koordinātu sākumpunkta vai kāda cita punkta atlikt vektoru, ja dotas tā koordinātas.

Sadarbojas un spriež, kā koordinātu plaknē dotu vektoru izteikt ar vienības vektoriem, aplūko vairākus piemērus, mēģina formulēt vispārinājumu. Vingrinās noteikt vektora koordinātas, ja tas izteikts ar vienības vektoriem – un otrādi. Veic pašpārbaudi, izmantojot digitālus rīkus, piemēram, [3].

Spriež, pēta, kā aprēķināt vektora garumu, ja dotas vektora koordinātas; uzklaua citu idejas, skaidro Pitagora teorēmas izmantošanu; vingrinās lietot vektora garuma aprēķināšanas formulas, t. sk. nosakot attālumu starp diviem punktiem koordinātu plaknē. Izmanto formulu attālumam starp diviem punktiem, lai pamatotu plaknes figūru īpašības koordinātu plaknē, piemēram, pamatotu trijstūra veidu, ja dotas tā virsotnes koordinātas.

Fizika

Konkrētos piemēros analizē un skaidro lielumus, kas raksturo kustību, izmantojot zināšanas par vektora koordinātām jeb vektora projekcijām, vektora moduli.

Matemātika

Sadarbojas, pēta saistību starp divu vektoru koordinātām un to summas vektora koordinātām, patstāvīgi ģenerējot piemērus, izvērtējot to piemērotību izpētei; formulē pieņēmumu un cenšas to pierakstīt, lietojot simbolisko pierakstu; salīdzina savas un citu grupu iegūtos rezultātus, precizē vai papildina.

Izsaka idejas turpmākai izpētei – noskaidrot, kā koordinātu formā noteikt koordinātas divu vektoru starpībai un vektora reizinājumam ar skaitli. Sadarbojas pārī, aplūko vairākus piemērus un formulē secinājumus par to, kā noteikt koordinātas starpības vektoram un vektora reizinājumam ar skaitli.

Vingrinās izpildīt darbības ar vektoriem koordinātu formā.

Lieto darbības ar vektoriem, lai veidotu plaknes figūras atbilstoši nosacījumiem, pamatotu to īpašības, piemēram, nosaka punkta D iespējamās koordinātas, ja punktu A , B un C koordinātas dotas un $ABCD$ ir paralelograms.

Fizika

Analizē ķermeņa kustības attēlojumu kartē, nosakot ķermeņa trajektoriju, ceļu un pārvietojumu, analīzei izmantojot arī animācijas, piemēram, [4]. Ievieš kartē Dekarta taisnleņķa koordinātu sistēmu, kas saskaņota ar kartes mērogu, un aprēķina pārvietojuma vektoru un projekcijas. Pārbauda, ka dažādi ieviestas koordinātu sistēmas (atšķirīgi sākumpunkti un asu vērsums) neietekmē vektora projekciju lielumu, pārbaudei izmantojot arī animācijas, piemēram, [5; 6].

Matemātika

Lasa, skaidro un izvērtē dotus atrisinājumus, kuros lietoti vektori plakņu figūru īpašību noteikšanai vai pamatošanai. Izmanto iegūto pieredzi, lai līdzīgās situācijās noteiktu un pierādītu plaknes figūru īpašības, izvēloties atbilstošāko vektoru attēlošanas veidu (ģeometriskā vai koordinātu formā), piemēram, lai pamatotu koordinātu plaknē dota četrstūra veidu.

Vektori telpā. Telpas koordinātas

Matemātika

Sadarbojas grupā un spriež, kā telpā vienkāršā situācijā izteikt vektoru ar dotajiem vektoriem, piemēram, izteikt vektoru $\vec{BD}_1$, ja kubā $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ doti vektori $\vec{b} = \vec{BB_1}$, $\vec{a} = \vec{BA}$, $\vec{c} = \vec{BC}$; salīdzina iegūtos rezultātus, raksturo kopīgo un atšķirīgo, izsakot vektoru plaknē un telpā.

Izmanto uzzīņu literatūru, lai iegūtu informāciju par Dekarta taisnleņķa koordinātu sistēmu telpā, iepazīst jaunu jēdzienu – aplikāta. Vingrinās atlikt punktu ar dotām koordinātām, parādot palīglīnijas (attēlo raksturīgo taisnstūra paralēlskaldni). Skaidro formulu attālumam starp diviem punktiem telpā, izmantojot sakarības taisnleņķa trijstūri; vingrinās to lietot, piemēram, nosakot attālumu starp divām taisnstūra paralēlskaldņa virsotnēm.

Veic izpēti, izvēloties veidu – skicēt uz papīra, izmantot taisnstūra paralēlskaldņa modeli un/vai izmantot animāciju, piemēram, [7], lai skaidrotu vektora koordinātas telpā un vektora izteikšanu ar vienības vektoriem.

Lieto sakarību starp galapunktu koordinātām un vektora koordinātām. Pamato taišņu AB un CD paralelītāti telpā, ja zināmas punktu A , B , C un D koordinātas. Izmanto darbības ar vektoriem, kolineārus vektorus un formulu attāluma aprēķināšanai starp diviem punktiem telpā, lai noteiktu daudzskaldņa veidu un īpašības, piemēram, vai daudzskaldnis $ABCA_1 B_1 C_1$ ir trijstūra prizma (regulāra trijstūra prizma), ja dotas daudzskaldņa virsotņu koordinātas.

Mācību līdzekļi

Mācību materiāli

Skola2030 mācību līdzeklis.

Darba piederumi

Dators, ekrāns, projektor, interneta pieslēgums.

Citi ieteicamie resursi

- [1] Brzezinski, T. *Quiz: Adding Vectors Geometrically* (Vektoru summa ģeometriskā formā) [tiešsaiste]. International GeoGebra Institute [skatīts 2020. gada 6. aprīlī]. Pieejams: <https://www.geogebra.org/m/ee5nfsq6>
- [2] Brzezinski, T. *Vector Addition* (Vektoru saskaitīšana ar trijstūra un paralelograma likumu) [tiešsaiste]. International GeoGebra Institute [skatīts 2020. gada 6. aprīlī]. Pieejams: <https://www.geogebra.org/m/Cy8bxaKS>
- [3] Nayak, P. *Introduction to vectors* (Vektora izteikšana ar vienības vektoriem) [tiešsaiste]. International GeoGebra Institute [skatīts 2020. gada 6. aprīlī]. Pieejams: <https://www.geogebra.org/m/buutBX72>

- [4] Campuzano, J.C.P. *Crossing right* (Ātrumu saskaitīšana (laivas ātrums un straumes ātrums)) [tiešsaiste]. International GeoGebra Institute. [skatīts 2020. gada 6. aprīlī]. Pieejams: <https://www.geogebra.org/m/jsafgdfu>
- [5] Walsh, T., Markus Hohenwarter, M. *Position, Velocity, and Acceleration vs. Time Graphs* (Saišķība starp kustīgā punkta koordinātu, ātrumu un paātrinājumu) [tiešsaiste]. International GeoGebra Institute [skatīts 2020. gada 6. aprīlī]. Pieejams: <https://www.geogebra.org/m/pdNj3DgD>
- [6] Perkins, K., Wieman, C. *The Moving Man* (Cilvēka taisnlinijas kustība) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 15. aprīlī] Pieejams: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/moving-man>
- [7] Rladage_1. *3D Vector visualization* (Vektora koordinātas telpā) [tiešsaiste]. International GeoGebra Institute [skatīts 2020. gada 6. aprīlī]. Pieejams: <https://www.geogebra.org/m/NEjnDxt2>
- [8] *Matemātika. 10. klase. 1. Vektori* [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 6. aprīlī]. Pieejams: <https://www.siic.lu.lv/datadir/matematika/registretieskolotaji/171.pdf>

Starppriekšmetu saikne

Matemātika I. Integrētais temats fizikā un matemātikā.	Analītiskā ģeometrija I. Temats "Vektori un kustība".
---	---

Metodiskais komentārs

Ieteikums laika plānojumam	Sadaļai "Vektori ģeometriskā formā" plānotas 10 stundas, sadaļai "Vektori koordinātu formā" – 10 stundas, sadaļai "Vektori telpā. Telpas koordinātas" – 4 stundas. Skolotājs, ievērojot savu pieredzi vai skolēnu vajadzības, laika plānojumu temata ietvaros korigē pēc saviem ieskatiem.
Starpdisciplinārītāte	Satura izklāsta secība plānota, ievērojot satura saistību un pēctecību, lai fizikā netiktu dublēta matemātiskā aparāta apguve, un uz matemātikas stundu skolēni nāk ar skaidru mērķi apgūt zināšanas, kuras aktuālas fizikā. Iespējama arī pretējā situācija – skolēni vispirms apgūst noteiktas zināšanas un prasmes, kuras pēc kāda brīža būs nepieciešamas fizikā, piemēram, izpratne par jēdzienu "vektora projekcija", tā saistība ar matemātikā lietoto jēdzienu "vektora koordinātas". Būtiski, ka fizikas un matemātikas skolotāji saskaņo ne tikai satura secību, bet arī iespēju robežās vienojas par jēdzienu, apzīmējumu lietojumu.
Digitālo rīku lietojums	Šajā tēmā ir iespējams efektīvi izmantot digitālos rīkus – gan lietotni <i>Geogebra</i> , gan citus. Analizējot kustību konkrētos piemēros, pētot darbības ar vektoriem u. tml., digitālie rīki ļauj vairāk uzmanības veltīt spriešanai, palīdz ieraudzīt kopsakarības.
Jauno zināšanu konstruēšana	Izmantojot jau zināmo, skolēns pie vairākiem rezultātiem šī temata ietvaros var nonākt patstāvīgi, tas var arī notikt, sadarbojoties mazā grupā, piemēram, var izprast, ko nozīmē vektoru starpība un vektora reizinājums ar skaitli, izmantojot vektoru summu; kā veikt darbības ar vektoriem koordinātu formā, izmantojot jau zināmo par vektora koordinātām un darbībām ģeometriskā formā (sk. temata norisi).
Pieejamie materiāli	Ieteikums izmantot jau esošos un pieejamos mācību materiālus par vektoriem, piemēram, [8].
Skolēnu kļūdainie priekšstati par trajektoriju un pārvietojumu	Skolēni bieži jauc fizikas jēdzienus "ceļš", "trajektorija" un "pārvietojums". Analizējot piemērus, jāuzsver, ka trajektorijas garums jeb ceļš bieži ikdienas situācijās ir garāks nekā pārvietojums, jo visbiežāk kustības trajektorija ir liekta līnija, bet pārvietojums ir vektors, kas savieno trajektorijas sākumpunktu un beigu punktu. Jāpievērš skolēnu uzmanība arī situācijām, kad ceļš ir veikts, bet pārvietojums ir 0, jo ķermenis ir atgriezies sākumpunktā.
Masas punkta jēdziens	Jebkurā situācijā, kad ķermenis kustoties nesadalās sastāvdaļās vai nemaina savu struktūru, to var pieņemt par masas punktu un neņemt vērā tā izmērus. Masas punkta modeļa izmantošana nav saistīta ar to, cik liels ir ķermenis attiecībā pret tā trajektoriju.

1. Vektori un kustība	2. Vienmērīga kustība	3. Atoma un vielas uzbūve	4. Vienmērīgi paātrināta kustība	5. Mijiedarbība un spēks	6. Gravitācijas lauks un kustība	7. Enerģija un darbs	8. Mehāniskās svārstības un viļņi
9. Siltums un siltuma procesi	10. Elektriskais lauks	11. Līdzstrāva	12. Elektro-magnētisms	13. Elektro-magnētiskie viļņi	14. Apgaismojums un attēli	15. Atoms un Visums	

2. Vienmērīga kustība

Fizikas un matemātikas integrētais temats

Ieteicamais laiks temata apguvei: 12 mācību stundas (fizikā).

Temata apguves mērķis: analizēt vienmērīgu kustību, izmantojot dažādus kustības pieraksta un attēlojuma veidus, lai prognozētu ķermeņa kustību.

Sasniedzamie rezultāti

Ziņas	Prasmes
• Aprakstot vienmērīgas kustības koordinātas izmaiņu laikā, taisnes virziena koeficientam ir fizikāla jēga – ātrums. Aprakstot vienmērīgu kustību ar funkcijām, iespējams prognozēt objekta kustības raksturlielumu maiņu. (VSK.M.Li.4., VSK.D.Li.3.) • Pierakstot fizikālā lieluma vērtību, konsekventi jālieto fizikālo lielumu apzīmējumi un mērvienības, nepieciešamības gadījumā arī jāpaskaidro lietotie apzīmējumi. Ar funkciju iespējams aprakstīt sakarību starp dažādiem fizikālajiem lielumiem, dažādām mērvienībām, kā arī fizikāla lieluma maiņu atkarībā no cita lieluma. (VSK.M.Li.4., VSK.D.Li.11.) • Mērskaitļa precizitāti nosaka mērinstrumenta precizitāte un mērīšanas apstākļi. Konkrētā mērījumā iegūtā mērskaitļa precizitāti raksturo absolūtā kļūda, bet relatīvo kļūdu iegūst, absolūto kļūdu dalot ar mērskaitli. (VSK.D.Li.11.)	• Secina par taisnes vienādojuma koeficientu fizikālo jēgu kustības aprakstīšanā. (D.O.3.1.1.) • Prognozē kustības raksturlielumu maiņu, izmantojot vienmērīgas kustības vienādojumus. (D.O.3.1.1.) • Aprēķina fizikālā lieluma vērtību dažādās mērvienībās, arī izmantojot funkcijas. (D.O.12.3.1.) • Nosaka mērījuma kļūdu tiešajā un netiešajā mērīšanā. (D.O.11.4.1.)
Komplekss sasniedzamais rezultāts	Ieradumi
• Analizē vienmērīgu taisnlīnijas kustību, izmantojot kustības raksturlielumus (koordināta), grafikus un stroboskopiskos attēlus, kā arī veic aprēķinus precizitātes noteikšanai. (D.O.3.1.1., D.O.11.4.1.) • Veic pētījumu par vienmērīgu kustību, izvērtējot izvēlēto mērierīču un izvēlētais eksperimentālās metodes ierobežojumus un priekšrocības. (D.O.3.1.1., D.O.11.5.2., D.O.11.9.1.)	Attīsta ieradumu radīt un attīstīt jaunas zināšanas, lietojot matemātikā un fizikā apgūto par taisnes vienādojumiem vienmērīgas kustības aprakstīšanai. (Tikums – gudrība, vērtība – darba tikums)
Jēdzieni: ķermeņa koordināta, vienmērīga taisnlīnijas kustība, virziena koeficients, absolūtā kļūda, relatīvā kļūda, tiešā mērīšana, netiešā mērīšana, SI mērvienību sistēma.	

Temata apguves norise (integrētais temats, skolēnu darbs fizikas un matemātikas stundās)

Lineāras funkcijas lietojums fizikālu procesu aprakstīšanai

Matemātika

Analizē, nolasa informāciju no lineāras funkcijas grafika, kas apraksta sakarību starp mainīgiem lielumiem sadzīviskos vai citu jomu kontekstos, nosaka atkarīgo un neatkarīgo mainīgo, nemainīgos lielumus. Zīmē grafiku, ja dots sakarības vienādojums.

Fizika

Atkārto par *SI* sistēmas nepieciešamību fizikālu procesu aprakstā. Diskutē par to, kādēļ ikdienā lieto arī mērvienības, kuras nav *SI* sistēmā. Apskata dažādas lineāras sakarības starp mērvienībām, piemēram, Celsija un Fārenheita temperatūras skalām pārrēķina formulu, dažādas lineāras sakarības fizikālā lieluma izmaiņai atkarībā no cita fizikālā lieluma, piemēram, skaņas ātruma gaisā atkarība no temperatūras. Sakarības apraksta, izmantojot funkcijas vienādojumu vai attēlojot tās grafiski, veic sakarību starp mērvienībām vai fizikālajiem lielumiem pārveidošanu pretējā virzienā, nekā ir dots. Izmantojot simulāciju, piemēram, [1], iegūst datus, kā koordināta mainās laikā, ja ķermenis kustas ar diviem atšķirīgiem ātrumiem. Uz koordinātu ass attēlo ķermeņa novietojumu fiksētajos laika momentos, norādot ātruma vektoru katrā laika momentā. Aprēķina veikto ceļu atkarībā no kustības laika. Skaidro koordinātas nepieciešamību kustības aprakstā.

Matemātika

Zīmē koordinātas, ceļa un ātruma grafikus (dati iegūti fizikas stundā). Izvēlas atbilstošu vienības nogriezni, skaidro koordinātu plaknes kvadrantu izmantošanu. Uzraksta koordinātas, pārvietojuma un ātruma vienādojumus (taisnes), katrā no gadījumiem spriež par definīcijas kopu, tās saistību ar iegūtajiem datiem.

Raksturo vienmērīgas kustības koordinātas vienādojumā $x = x_0 + vt$ lietotos lielumus (neatkarīgais, atkarīgais, nemainīgais) un to fizikālo jēgu, raksturo saistību ar taisnes vienādojumu vispārīgā veidā $y = kx + b$ un tajā lietotajiem apzīmējumiem.

Lieto zināšanas par funkcijas īpašībām, lai raksturotu iegūtās sakarības; piemēram, koordinātas un ceļa izmaiņas raksturo augoša funkcija, bet ātruma izmaiņu – nemainīga funkcija. Saskata un matemātiski raksturo saistību starp iegūtajiem vienādojumiem un grafikiem, piemēram, kādi ģeometriskie pārveidojumi ļauj no viena grafika iegūt citu.

Fizika

Skaidro koordinātas vienādojuma fizikālo jēgu, prognozē ķermeņa kustību raksturojošo lielumu atkarībā no laika. Savas prognozes salīdzina ar simulācijas rezultātu ilgākam laika posmam. Analizē dažādus kustības piemērus.

Analizē situācijas, kuras raksturo divas kustības ar pretējiem ātruma virzieniem, secina par nepieciešamību aplūkot koordinātas maiņu pretēji koordinātu ass virzienam. Secina, ka ceļš nav atkarīgs no koordinātu ass izvēles. Izmantojot simulāciju, piemēram, [1], iegūst datus, kā koordināta mainās laikā, ja ķermenis kustas ar diviem atšķirīgiem ātrumiem un kustība notiek pretēji koordinātu ass virzienam.

Matemātika

Zīmē koordinātas, ceļa un ātruma grafikus (dati iegūti fizikas stundā), ja kustība notiek pretēji koordinātu ass virzienam. Izvēlas atbilstošu vienības nogriezni, skaidro koordinātu plaknes kvadrantu (I un IV) izmantošanu. Uzraksta koordinātas, pārvietojuma un ātruma vienādojumus (taisnes), katrā no gadījumiem spriež par definīcijas kopu, tās saistību ar iegūtajiem datiem.

Lieto zināšanas par funkcijas īpašībām, lai raksturotu iegūtās sakarības; piemēram, koordinātas izmaiņu raksturo dilstoša funkcija, bet ceļa izmaiņu raksturo augoša funkcija. Saskata un matemātiski raksturo saistību starp iegūtajiem vienādojumiem un grafikiem, piemēram, kādi ģeometriskie pārveidojumi ļauj no viena grafika iegūt citu. Sadarbojas, veido kopsavilkumu par kustības grafiku novietojumiem kustībām gan koordinātu ass virzienā, gan pretēji koordinātu ass virzienam.

Mērījuma kļūdas novērtēšana tiešajā un netiešajā mērīšanā	Apskatot piemērus par dažādu mērinstrumentu izmantošanu un dažādu fizikālo lielumu mērījumu rezultātiem tiešajā mērīšanā, skolēni apgūst absolūtās un relatīvās kļūdas jēdzienus, paralēli izmantojot atgādni par kļūdas novērtēšanu tiešajā mērīšanā, lai parādītu, ka mērījuma kļūdas ir atkarīgas gan no mērinstrumenta, gan mērīšanas apstākļiem. Turpinājumā, izmantojot atgādni par kļūdu novērtēšanu netiešajā mērīšanā un piemēru par vidējā ātruma kļūdas aprēķinu eksperimentā, skolēni apgūst kļūdu aprēķināšanas metodes netiešajā mērīšanā.
Pētījums par vienmērīgu kustību	Grupās veic pētījumu par vienmērīgu kustību, veicot mērījumus un attēlojot koordinātas, ceļa un ātruma izmaiņu laikā, izvēloties dažādus mērinstrumentus un metodes, piemēram, ierakstot un analizējot videomateriālu, izmantojot gaismas vārtus, laiku mērot ar hronometru. Pēc tam izvērtē izvēlēto mērierīču un izvēlētās eksperimentālās metodes ierobežojumus un priekšrocības, izmantojot atgādni par eksperimenta izvērtēšanu. Eksperimenta izvērtēšana sastāv no daudz soļiem, skolēni skolotāja vadībā izvēlas, kuriem soļiem konkrētajā pētījumā jāpievērš lielāka uzmanība, skolēni šajā pētījumā fokusējas uz tiem soļiem, kuri saistīti ar mērījumu kļūdām.

Mācību līdzekļi

Mācību materiāli

Skola2030 mācību līdzeklis.

Darba piederumi

Mērlentes, hronometri, kustības sensors, datu uzkrājēji, gaismas vārtu komplekts, Celsija un Fārenheita temperatūru skalas, sliede, ratiņi, gaismas vārtu stiprinājumi, eksperimentu komplekts dinamiskā.

Citi ieteicamie resursi

[1] Perkins, K., Wieman, C. *The Moving Man* (Cilvēka taisnlinijas kustība) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]
Pieejams: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/moving-man>

Starppriekšmetu saikne

Matemātika I. Integrētais temats fizikā un matemātikā.	Analītiskā ģeometrija I. Temats "Līnijas vienādojums" sadaļā "Lineāras funkcijas lietojums fizikālu procesu aprakstīšanai".
---	---

Metodiskais komentārs

Starpdisciplinārītāte	Sadaļas "Lineāras funkcijas lietojums fizikālu procesu aprakstīšanai" saturs ir starpdisciplinārs – matemātikas un fizikas skolotāji kopīgi plāno tās norisi, izmantojot un precizējot temata norises aprakstā piedāvāto plānojumu vai veidojot savu. Būtiski, ka sasniegts kompleksais rezultāts ar starpdisciplināru saturu (sk. tematā sasniedzamos rezultātus).
Pētnieciskā darbība	Veicot pētniecisko darbu par vienmērīgas kustības raksturlielumiem, skolēni fizikas stundā veic eksperimentus un iegūst mērījumus, kurus apstrādā matemātikas stundās. Šeit iespējama fizikas un matemātikas skolotāju sadarbība un vienošanās, jo šo aktivitāti pilnībā, ieskaitot datu apstrādi, var veikt arī fizikas stundās.
Jēdzienu "absolūtā kļūda" un "relatīvā kļūda" apguve	Šajā tematā liels uzsvars tiek likts uz mērījumu kļūdu jēdzienu apguvi – šos jēdzienus skolēni apgūst vispirms fizikas stundās un pēc tam lieto citās dabaszinātņu jomās. Programmā starp vienmērīgas kustības un paātrinātas kustības tematiem ir pārrāvums, kas paredzēts, lai skolēniem nebūtu pārāk masīva kinemātikas un kļūdu teorijas jēdzienu apguves slodze. Šis temats noslēdzas ar kļūdu aprēķināšanu pētījumā, skolēni izmanto <i>Skola2030</i> mācību līdzeklī publicētās atgādnēs par mērījumu kļūdu cēloņiem eksperimenta izvērtējumā, absolūtās un relatīvās kļūdas noteikšanu un aprēķināšanu tiešajā un netiešajā mērīšanā. Skolēni iemācās tās lietot vienkāršā situācijā – pētījumā par ķermeņu vienmērīgu kustību, kas jau apgūta pamatskolā un ir piemērota bāze jaunu, augstāka līmeņa jēdzienu apguvei. Skolēni šīs prasmes izmantos visā fizikas kursa apguves laikā, kā arī pēc neliela pārtraukuma turpinās apgūt kinemātiku, pētot paātrinātas kustības likumsakarības, un izmantos kļūdu noteikšanu kā jau apgūtu prasmi, kas nepārtraukti jānostiprina.

1. Vektori un kustība	2. Vienmērīga kustība	3. Atoma un vielas uzbūve	4. Vienmērīgi paātrināta kustība	5. Mijiedarbība un spēks	6. Gravitācijas lauks un kustība	7. Enerģija un darbs	8. Mehāniskās svārstības un viļņi
9. Siltums un siltuma procesi	10. Elektriskais lauks	11. Līdzstrāva	12. Elektro-magnētisms	13. Elektro-magnētiskie viļņi	14. Apgaismojums un attēli	15. Atoms un Visums	

3. Atoma un vielas uzbūve

Fizikas un ķīmijas integrētais temats

Ieteicamais laiks temata apguvei: 18 mācību stundas (fizikā).

Temata apguves mērķis: pilnveidot modelēšanas prasmi, salīdzinot fizikā un ķīmijā izmantotos modeļus atoma un vielas uzbūves skaidrošanai, un veidot izpratni par to, ka modeļi ir vispārināti, uz pieejamajiem datiem balstīti parādību attēlojumi, kuri laika gaitā mainās; padziļināt izpratni par atoma uzbūvi un tās ietekmi gan uz vielas fizikālajām īpašībām, gan uz fizikālu spēku rašanās mehānismu, kā arī pilnveidot eksperimentālās prasmes darbā ar gāzveida vielām.

Sasniedzamie rezultāti

Ziņas	Prasmes
• Zinātnisku atklājumu rezultātā tiek iegūtas arvien jaunas zināšanas, tāpēc priekšstati par atoma uzbūvi mainās un pilnveidojas. (VSK.D.Li.12.) • Dabā sastopami dažādi ķīmisko elementu atomu izotopi. Katram atoma elektronam ir noteikts enerģijas krājums, kas nosaka elektrona stāvokli atoma elektronapvalkā. Ķīmisko elementu īpašības, pieaugot atoma kodola lādiņam, periodiski mainās. (VSK.D.Li.1.) • Lai attēlotu elektronu stāvokli atoma elektronapvalkā, izmanto simboliskus enerģētisko līmeņu, apakšlīmeņu, orbitāļu un elektronu apzīmējumus. (VSK.D.Li.1., VSK.D.Li.12.) • Ķīmiskās saites var veidoties, ja starp ķīmisko elementu atomiem notiek elektronu pāreja vai gadījumos, kad ķīmisko elementu atomi veido kopīgus elektronu pārus. Ķīmiskās saites starp atomiem molekulās attēlo ar molekulu elektronformulām vai struktūrformulām. Saites veidu var noteikt, salīdzinot saiti veidojošo atomu relatīvo elektronegativitāti (REN). (VSK.D.Li.1., VSK.D.Li.11.) • Cietas vielas veidojošās daļiņas telpā var būt izvietotas noteiktā secībā – kristālrežģī (kristāliskās vielās) vai haotiski (amorfās vielās). Vielu fizikālās īpašības ir atkarīgas no to kristālrežģa un ķīmisko saišu veida. Alotropija ir parādība, kad viens ķīmiskais elements veido vairākas vienkāršas vielas. Cietas vielas siltumvadīšanu un termisko izplešanos var modelēt, pieņemot, ka starp kristālrežģī veidošajiem atomiem vai molekulām atrodas elastīgi objekti, piemēram, atsperes. (VSK.D.Li.1., VSK.D.Li.12.) • Elastības spēks rodas tādēļ, ka starp cietu objektu veidošajiem atomiem, molekulām vai joniem pastāv mijiedarbība (ķīmiskās saites). Cietiem objektiem šo mijiedarbības lieluma izmaiņu deformācijā apraksta raksturlielums – elastības (stinguma) koeficients. Elastīgās deformācijās elastības spēks ir tieši atkarīgs no elastības koeficienta un absolūtā pagarinājuma. (VSK.D.Li.1., VSK.D.Li.3.) • Gāzes spiediens rodas gāzi veidojošo daļiņu triecienos pret trauka sienu. Spiediens ir atkarīgs no dažādiem gāzes daļiņu un gāzes raksturlielumiem – gāzes daļiņu skaits, masa un koncentrācija –, kā arī no gāzes tilpuma un temperatūras, savukārt hidrostatiskais spiediens rodas, šķidruma smaguma spēkam iedarbojoties uz virsmu, un tas ir atkarīgs no šķidruma blīvuma, brīvās krišanas paātrinājuma un šķidruma staba augstuma. (VSK.D.Li.1.) • Arhimēda spēks darbojas šķidrums un gāzēs un ir atkarīgs no šķidruma vai gāzes blīvuma, brīvās krišanas paātrinājuma un ķermeņa iegremdētās daļas tilpuma. Ķermenis grimst šķidrumā vai gāzē, ja tā blīvums ir lielāks nekā attiecīgajam šķidrumam vai gāzei, bet peld, ja ķermeņa blīvums ir mazāks nekā šķidrumam vai gāzei vai vienāds ar to, tādēļ, izvēloties paņēmieni gāzes uzkrāšanai, jāņem vērā gāzes relatīvais blīvums attiecībā pret gaisu, kā arī gāzes šķīdība, jāņem vērā arī difūzija, kas ir atšķirīgu vielu daļiņu savstarpējā sajaukšanās siltumkustības dēļ. Savā starpā sajaucas vielas, kuru molekulās ir līdzīgas polaritātes ķīmiskās saites. (VSK.D.Li.1., VSK.D.Li.3., VSK.D.Li.11.)	<i>Fizika</i> • Modelē vielu dažādos stāvokļos. (D.O.12.2.1.) • Veic analītiskus spriedumus, izmantojot sakarības, kuras apraksta ideālu gāzi. (D.O.1.4.1.) • Mēra elastības spēku. (D.O.12.2.2.) • Izvērtē, vai sadzīves priekšmetu deformāciju var aprakstīt ar Huka likumu. (D.O.3.2.1., D.O.12.2.2.) • Salīdzina un skaidro gāzes, šķidruma un cietas vielas radīto spiedienu. (D.O.1.4.1.) • Analizē situācijas, izmantojot Arhimēda spēka sakarību (D.O.3.2.1.). <i>Ķīmija</i> • Pamato zinātnes attīstības pēctecību un nepārtrauktību, lietojot faktus par atoma uzbūves atklāšanas vēsturi. (D.O.12.4.1.) • Salīdzina dažādu ķīmisko elementu atomu izotopu kodola sastāvu. (D.O.1.2.1.) • Attēlo ķīmiskā elementa atoma elektronapvalka uzbūvi 1.–3. perioda elementiem ar atomu elektronformulām, orbitāļu un elektronu simboliskajiem apzīmējumiem, izmantojot ķīmisko elementu periodisko tabulu (ĶEPT). (D.O.1.2.1., D.O.12.3.2.) • Nosaka un pamato ķīmiskās saites veidu vielā, izmantojot ķīmisko elementu REN. (D.O.1.2.2.) • Izmanto molekulu elektronformulas, struktūrformulas un modeļus vielas sastāva attēlošanai. (D.O.1.2.2., D.O.12.3.2.) • Nosaka kristālrežģa veidu vielā, izmantojot informāciju par vielas fizikālajām īpašībām, un prognozē vielas īpašības pēc kristālrežģa veida. (D.O.1.4.2.) • Izvēlas gāzes uzkrāšanas paņēmieni, novērtējot gāzes šķīdību ūdenī vai gāzes relatīvo blīvumu pret gaisu, un izmanto to gāzes uzkrāšanai. (D.O.11.2.3.)

Komplekss sasniedzamais rezultāts	Ieradumi
• Skaidro, kā rodas gāzes spiediens, analizējot tilpuma, temperatūras, daļiņu skaita un masas ietekmi uz tā lielumu, izmantojot ideālās gāzes modeli, un gāzes spiedienu salīdzinot ar šķidruma un cietas vielas radīto spiedienu. (D.O.1.4.1.) • Izvērtē cietu, šķidru un gāzveida vielu modeļu atbilstību vielu īpašībām un šo modeļu priekšrocības un trūkumus. Izmanto modeļus, lai prognozētu un noteiktu lielumu savstarpējo saistību. (D.O.1.3.1., D.O.12.2.1., D.O.12.2.2.) • Risina problēmsituācijas, izmantojot Arhimēda un elastības spēku. (D.O.3.2.1.)	Attīsta ieradumu izsvērti vērtēt zinātnes un tehnikas sasniegumus, spriežot par dabaszinātņu atklājumu pēctecību, attīstību un nepārtrauktību atoma uzbūves pētīšanā. (Tikums – gudrība, vērtība – darba tikums)
Jēdzieni: izotops, elektrona orbitāle, ķīmiskā elementa relatīvā elektronegativitāte, vērtības elektroni, jonu saite, kovalentā saite, metāliskā saite, kristālrežģis, alotropija, matērija, ideāla gāze, gāzes spiediens, šķidruma spiediens, Arhimēda spēks, elastības jeb stinguma koeficients, elastības robeža.	

Temata apguves norise (integrētais temats, skolēnu darbs fizikas un ķīmijas stundās)

Atoma uzbūve un ĶEPT	<i>Ķīmija</i> Lasa tekstu par atoma uzbūves atklāšanas vēsturi. Veido pārskata tabulu par elementārdaļiņām, kurā norādīti elementārdaļiņu apzīmējumi (piemēram, atklāšanas laiks, atklājējs, lādiņš, masa un novietojums atomā). Salīdzina vēsturiskos atomu uzbūves modeļu zīmējumus. Spriež par dabaszinātņu atklājumu pēctecību, attīstību un nepārtrauktību. Noskatās videomateriālu (piemēram, par Hadrona paātrinātāju), lai secinātu par dažādu jomu un valstu zinātnieku sadarbības nozīmi zinātnē. Aktualizē jēdzienus “ķīmiskais elements” un “atoma uzbūve”. Spriež, kas nosaka ķīmisko elementu secību ĶEPT. Veido atgādni par ķīmiskā elementa atoma uzbūves saistību ar ĶEPT, izmantojot doto ķīmiskā elementa atoma modeli (piemēram, Al) un informāciju par elementārdaļiņu raksturlielumiem, lai noteiktu kodola lādiņu, protonu, neitronu, elektronu, enerģijas līmeņu, elektronu skaitu ārējā enerģijas līmenī. Iegūst informāciju, ka I A grupas elementus sauc par sārmu metāliem, II A grupas elementus – par sārmzemju metāliem, VII A grupas nemetālus – par halogēniem, bet VIII A grupas nemetālus – par cēlgāzēm. Izmanto dažādus informācijas avotus (piemēram, ĶEPT, rokasgrāmatas, videomateriālus), lai apkopotu informāciju par I A, II A, VII A un VIII A grupas ķīmiskajiem elementiem (piemēram, elektronu skaitu ārējā līmenī, elementu veidoto vienkāršo vielu fizikālajām īpašībām, raksturīgajām ķīmiskajām reakcijām [1]). Spriež par ķīmisko elementu īpašību periodisku atkārtošanos, par vienas grupas elementu uzbūves un īpašību līdzību, pamato I A, VII A un VIII A elementu grupu triviālo nosaukumu atbilstību ķīmisko pārvērtību pazīmēm.
------------------------------------	---

Izotopi	<i>Ķīmija</i> Aplūkojot viena ķīmiskā elementa (piemēram, H, C) dažādu izotopu uzbūves modeļus, saskata uzbūves līdzību un atšķirību, spriež par doto atomu masām. Spriež, kas ir izotops, pieraksta modeļos redzamo izotopu apzīmējumus, norādot ķīmiskā elementa simbolu, atoma kodola lādiņu un masu. Iepazīstas ar informāciju par dabīgo izotopu sastopamību. Izsaka pieņēmumu par ĶEPT norādīto ķīmiskā elementa relatīvās atommasas skaitlisko vērtību. Veido stratēģiju elementa relatīvās atommasas kā izotopu maisījuma vidējās atommasas aprēķināšanai. Pēc dotajiem datiem aprēķina ķīmiskā elementa vidējo relatīvo atommasu.
Atoma elektronapvalks	<i>Ķīmija</i> Iegūst informāciju par elektrona atrašanos noteiktā enerģijas līmenī atkarībā no elektronam piemītošās enerģijas. Vērojot animāciju, piemēram, [2] vai attēlu, iegūst informāciju par elektrona kustību atomā. Izmantojot vizuālo materiālu, raksturo atoma elektronapvalka orbitāles (piemēram, to formu, telpiskās orientācijas atkarību no formas, shematiskus apzīmējumus, ar kādiem norāda sapārotu un nesapārotu elektronu atrašanos orbitālē, elektrona rotāciju). Pēc animācijas noskaidro, piemēram, [3], veido atgādni par atoma elektronapvalka uzbūves likumsakarībām (piemēram, kā noteikt enerģijas līmeņa apakšlīmeņu skaitu un veidu, kā tos simboliski pierakstīt, kādā secībā notiek orbitāļu aizpildīšanās ar elektroniem, sapārotu elektronu veidošanās). Iepazīstas ar dažādu atoma elektronapvalka modeļu salīdzinājumu un kritērijiem, pēc kuriem nosaka modeļa atbilstību pieejamajiem pierādījumiem, priekšrocības un trūkumus. Izmantojot izveidoto atgādni un ĶEPT, shematiski attēlo elektronu izvietojumu elektronapvalkā un raksta elektronu konfigurācijas formulas 1.–3. perioda elementu atomiem.
Ķīmiskā saite	<i>Ķīmija</i> Apskata atomu uzbūves modeļus un spriež, kuras atomu veidojošās daļiņas iesaistīties ķīmisko savienojumu veidošanā. Uzzina, kurus elektronus sauc par vērtības elektroniem. Saņem divu vienas grupas metālisko un divu vienas grupas nemetālisko ķīmisko elementu atomu uzbūves modeļus un informāciju par to, kurš no elementiem vieglāk pievieno vai atdod vērtības elektronus, lai saskatītu un skaidrotu to, kā atoma uzbūve saistīta ar tā spēju pievienot vai atdot vērtības elektronus. Uzzina, ka atomu spēju pievienot elektronus sauc par REN, un aplūko ĶEPT ar norādītām elementu REN vērtībām, lai salīdzinātu REN vērtības metāliem un nemetāliem, kā arī grupās un periodos. Analizē dotu informāciju par atomu savstarpējo saistību – ķīmisko saiti, lai salīdzinātu, kas notiek ar vērtības elektroniem, veidojoties katrai no ķīmiskajām saitēm (jonu, kovalentajai, metāliskajai). Izmanto saiti veidojošo elementu REN starpību, lai noteiktu ķīmiskās saites veidu. Ievēro, ka atomi tiecas sasniegt pilnībā aizpildītu ārējo enerģijas līmeni, gan pievienojot, gan atdodot elektronus, lai zīmētu molekulu elektronformulas un struktūrformulas, norādot ārējā enerģijas līmeņa elektronus un elektronu pārus.

Kristālrežģi. Vielas cietā agregātstāvokli

Ķīmija

Salīdzina daļiņu izvietojumu cietu kristālisku, cietu amorfu, šķidru un gāzveida vielu modeļos, lai spriestu, kurā no agregātstāvokļiem pastāv noteikta veida saistība starp vielu veidojošajām daļiņām.

Apskata dažādu vielu kristālrežģu modeļus, lai veidotu skaidrojumu jēdzieniem "kristālrežģis" un "kristālrežģa mezglu punkti" un salīdzinātu molekulu, jonu, metālu un atomu kristālrežģus.

Klasificē vielas (piemēram, KCl, Cl₂, CO₂, H₂O, Cu, O₂) pēc to kristālrežģu veidiem, pamato savu spriedumu ar ķīmiskās saites veidu.

Fizika

Veido cietu vielu kristālrežģu modeļus, ķīmiskās saites modelējot ar atsperēm vai gumijām, kā arī modelē siltumvadīšanu un termisko izplešanos – iesvārstot vienu kristālrežģa atomu vai molekulu, svārstības tiek izplatītas pa visu modeli (siltumvadīšana) un svārstību dēļ vairāk vai mazāk palielinās modeļa izmēri (termiskā izplešanās). Skolēni sāk aizpildīt kopsavilkumu par cietas, šķidras un gāzveida vielas modeļiem, aprakstot, kādi modeļa elementi tiek izmantoti, kā arī norādot modeļa priekšrocības un trūkumus.

Ķīmija

Salīdzina grafitā un dimanta kristālrežģu modeļus, lai saskatītu kopīgo un atšķirīgo tajos un veidotu skaidrojumu jēdzienam "alotropija".

Apkopo informāciju par grafitā, fullerēna un citu oglekļa alotropisko modifikāciju īpašībām un atklāšanas vēsturi, lai secinātu par moderno materiālu nozīmi. Izmanto aprakstus par fosfora, skābekļa alotropiskajiem veidiem, lai tos modelētu un prognozētu to fizikālās īpašības.

Apkopo vielu (piemēram, KCl, KI, Cl₂, NH₃, CO₂, Fe, H₂O, Cu, O₂) fizikālās īpašības, lai secinātu, kādas fizikālās īpašības raksturīgas katram vielu veidojošo daļiņu mijiedarbības veidam. Izmanto molekulu, atomu, jonu un metālu kristālrežģiem raksturīgās fizikālās īpašības, lai izvēlētos atbilstošu materiālu noteiktam mērķim.

Fizika

Veic pētījumu, kurā mēra pieliktā spēka lielumu un cietas vielas izmēru maiņu, deformējot gumiju, atsperi, un atrod sakarības, ar kurām var aprakstīt elastības likumus, secina par to, kā mainās atsperes, gumijas pagarinājums atkarībā no pieliktā spēka [5]. Deformē sadzīves priekšmetus (gumijas cimdu, zeķi, matu gumiju) un pārbauda, vai elastības likumi darbojas sadzīves situācijās. Risina uzdevumus, kuros aprēķina elastības spēku, absolūto pagarinājumu un elastības koeficientu.

Salīdzina ķīmijā un fizikā apskatīto cietas vielas modeļu priekšrocības un trūkumus. Turpina veidot kopsavilkumu par modeļu izmantošanu cietu, šķidru un gāzveida vielu aprakstīšanā.

Vielu šķidrā agregātstāvoklī

Ķīmija

Izvēlas atbilstošus laboratorijas traukus un piederumus, plāno darba gaitu un izveido datu reģistrācijas tabulu, lai pētītu vielas ar polāru un vielas nepolāru kovalento saiti savstarpējo šķīdību.

Salīdzina cietas vielas un šķidrums modeļus no daļiņu savstarpējās mijiedarbības viedokļa un to atbilstību vielu īpašībām. Izmanto modeļus, lai skaidrotu kušanas un viršanas procesus. Papildina kopsavilkumu par modeļu izmantošanu cietu, šķidru un gāzveida vielu aprakstīšanā.

Fizika

Atkārtotot to, kā aprēķina cieta ķermeņa radīto spiedienu uz virsmu, proti, $p = F/S$, pārveidojumu ceļā nonāk pie hidrostatiskā spiediena formulas $p = \rho gh$. Aprēķina hidrostatisko spiedienu dažādās situācijās, skaidrojot, piemēram, kāpēc ar roku darbināmo ūdens sūkni nevar ūdeni uzsūknēt augstāk par 10 m.

Vēro demonstrējumu ar dinamometru, kam piekārts ciets ķermenis, salīdzina, kā mainās dinamometra rādījums, ja piekārtu ķermeni daļēji vai pilnībā iegremdē ūdenī. Izmantojot hidrostatiskā spiediena formulu, parāda to, kā iegūst Arhimēda spēka aprēķina formulu, un, izmantojot šo formulu, pamato demonstrējumā iegūto rezultātu.

Strādā grupās un plāno eksperimenta gaitu – Arhimēda spēka atkarība no vides blīvuma, no iegremdētā ķermeņa tilpuma, formas, atrašanās vietas šķidrumā (dziļums) utt. –, veic šo eksperimentu atbilstoši savai izstrādātajai darba gaitai. Izvērtē iegūtos rezultātus (salīdzina ar aprēķiniem, kuri iegūti ar formulu).

Izmantojot Arhimēda spēku, analizē dažādas situācijas un veido fizikāli pamatotas atbildes uz jautājumiem, piemēram, “cik liela aisberga daļa atrodas virs ūdens?”, “cik ar hēliju pildītus balonus būtu droši uzdāvināt trīsgadīgam bērnam?” vai “kas ir kuģa ūdenslīnija?”.

Aprēķina pašizgatavotas “laiviņas” ūdenslīnijas atrašanās vietu. Izplāno eksperimenta darba gaitu, lai to pārbaudītu, un veic eksperimentu. Novērtē veikto aprēķinu precizitāti.

Ķīmija

Izmanto informāciju par dažādiem saišu veidiem dažādu šķīdinātāju molekulās un blīvumu vērtībām, lai prognozētu, kuri šķīdinātāji veidos viendabīgus maisījumus, kuri – neviendabīgus. Skaidro, kura no neviendabīgā maisījuma sastāvdaļām nostāsies virspusē (izmantojot Arhimēda spēka definīciju).

Vielu gāzveida stāvokli*Fizika*

Turpina aizpildīt kopsavilkumu par dažādu modeļu izmantošanu dabaszinātnēs, veidojot ierakstu par ideālas gāzes modeli, norāda, kādos gadījumos šo modeli var izmantot gāzes aprakstā. Kas modelī tiek un netiek ņemts vērā, kādas ir priekšrocības un trūkumi.

Diskusijā skaidro, kā un kādēļ gāzes daļiņu skaits, masa un koncentrācija, kā arī gāzes tilpums un temperatūra ietekmē gāzes spiedienu. Izmantojot datorsimulāciju, kurā var mainīt dažādus gāzes raksturlielumus un noteikt šo raksturlielumu ietekmi uz gāzes spiedienu, pārbauda, vai mērījumi sakrīt ar skaidrojuma rezultātu, piemēram, [6].

Noskaidro, ka gāzi ideāla gāzes modeļa ietvaros apraksta formulas $pV = \frac{m}{M} RT$ un $p = nkT$. Pārbauda, vai skaidrojums par gāzes spiedienu un ar datorsimulāciju iegūtais rezultāts sakrīt ar to, ko attēlo formulas. Analizē situācijas, izmantojot minētos vienādojumus.

Ķīmija

Meklē informāciju par dažādu cēlgāzu un gaisa blīvumu vērtībām, lai prognozētu (izmantojot Arhimēda spēku), ar kurām cēlgāzēm pildīti baloni pacelsies gaisā. Noskatās videomateriālu, piemēram, [4], par to, kā gaisā lido ar dažādām cēlgāzēm pildīti baloni, lai spriestu par prognozes pareizību. Salīdzina cēlgāzu molmasas, lai spriestu par gaisa molmasas aptuveno vērtību, un salīdzina to ar datiem uzziņu literatūrā.

Saņem uzdevumu – pēc apraksta iegūt gāzes (piemēram, ūdeņradi, ogļskābo gāzi). Pirms eksperimenta veikšanas nosaka, vai iegūstamo gāzu molekulās ir polāra saite, vai gāzu blīvums ir lielāks nekā gaisa blīvums, lai izvirzītu hipotēzi un skaidrotu, kurš no piedāvātajiem gāzu uzkrāšanas paņēmieniem piemērots katrai gāzei. Pēc apraksta iegūst un pierāda gāzes, lai novērtētu izvirzītās hipotēzes pareizību un uzkrāšanas paņēmiena piemērotību.

Fizika

Ar sensoru nosaka uzkrātās gāzes spiedienu, lai izmantotu gāzes stāvokļa vienādojumu iegūtās gāzes daudzuma aprēķināšanai.

Mācību līdzekļi**Mācību materiāli**

Skola2030 mācību līdzeklis.

Cietu kristālisku, cietu amorfu, šķidru un gāzveida vielu uzbūves modeļi, grafīta un dimanta uzbūves modeļi.

Vielas un materiāli

Šķidrums, kuru veidojošajās daļiņās ir polāra kovalentā saite (piemēram, ūdens, etilspirts), šķidrums, kuru veidojošajās daļiņās ir nepolāra kovalentā saite (piemēram, eļļa, toluols), izvēlētās gāzes iegūšanai atbilstoši reaģenti.

Darba piederumi

Vārglāze, mēģenes, karotīte, mēģene ar gāzu novadcauruli, laboratorijas statīvs, mērcilindrs, kristalizators, pipete, mēģeņu turētājs, mikroskopi, kristālisko vielu paraugi mikroskopam, dažādas atsperes, gumijas auklas ar dažādiem šķēsgriezumiem, siltumvadītspējas ierīce, ierīce termālās izplešanās demonstrējumiem, spēka sensori, dinamometri, atsvaru komplekti, hidrostatiskā spiediena ierīce, savienotie trauki, klucīši, dažādu materiālu cilindri, mērtrauki, areometri, plastilīns, Arhimēda spainis, spiediena mērīšanas ierīces (barometrs, šķidruma manometrs), spiediena sensors.

Citi ieteicamie resursi

Ķīmijas prasmju apguvei

- [1] *Reaction Zone* (Sārnu metāliem un halogēniem raksturīgās ķīmiskās reakcijas iespējams simulēt virtuālā ķīmijas laboratorijā) [tiešsaiste]. Syngenta, Zinc Media [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: <http://www.syngentaperiodictable.co.uk/reaction-zone.php> (Lai piekļūtu resursam, jāizmanto interneta pārlūks, kas atbalsta *Flash Player*.)
- [2] Hopkins, A. *Atom animated--nucleus & electron orbitals (electron cloud)* (Atoma elektronu mākonis) [tiešsaiste, skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: <https://www.youtube.com/watch?v=Rz1turGsGow>
- [3] *Atomic Electron Configurations* (Animācija par elektronapvalka uzbūves likumsakarībām) [tiešsaiste]. Pomona: Cal Poly Pomona, California State Polytechnic University, 2018 [skatīts 2020. gada 29. aprīlī] Pieejams: <https://elearningadacpp.edu/learning-objects/atomic-electron-configurations/> (Jāizvēlas *energy ladder*.)
- [4] Johnson, D. *Noble gases* (Cēlgāzes) [tiešsaiste]. Open2net, 2007 [skatīts 2020. gada 29. aprīlī] Pieejams: <https://www.youtube.com/watch?v=QLrofyj6a2s>

Fizikas prasmju apguvei

- [5] *Fizika. 10. klase. 3. temats. Mijiedarbība un spēks* [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/fiz/fiz_10/fiz_10_3.pdf
- [6] Loeblein, T. *Gas Properties* (Gāzes īpašības) [tiešsaiste]. PhetTM Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 29. aprīlī] Pieejams: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/gas-properties>
- [7] *Fizika. Atbalsta materiāli 10.–12.klasei* [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: <https://www.siic.lu.lv/skolam/materiali/atbalsta/10-12/fizika/>
- [8] *Ķīmija. Atbalsta materiāli 10.–12.klasei* [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: <https://www.siic.lu.lv/skolam/materiali/atbalsta/10-12/atbalsta-materiali-kimija/>

Starppriekšmetu saikne

Ķīmija I. Integrētais temats fizikā un ķīmijā.	Temats "Atoma un vielas uzbūve".
---	----------------------------------

Metodiskais komentārs

Kas jāņem vērā veidojot modeļus?	Mācot tematu, jāņem vērā: skolēni jau pamatskolā apguvuši to, ka modelis ir kāda objekta, procesa vai parādības vienkāršots analogs, kuram ir trūkumi. Temata noslēgumā skolēni jāvirza uz apzinātu modelēšanu: 1) jāsaprot, kas jāmodelē; 2) jāizvērtē adresāts, kāpēc modelis jāveido; 3) jāizvērtē pieejamie resursi un iespējas, kā modeli veidos; 4) izveidotais modelis jāsalīdzina ar oriģinālu, kādi ir modeļa ierobežojumi; 5) modelis jāapskata kā mainīga sistēma, kāda papildu informācija liktu mainīt modeli. To, cik dziļā ir skolēnu izpratne par modelēšanu, var novērtēt pēdējos divos modelēšanas procesa posmos – skolēni spēj novērtēt modeļa ierobežojumus un modeļus uztver kā mainīgas sistēmas.
Par starpdisciplinartāti	Satura izklāsta secība plānota, ievērojot satura saistību un pēctecību, lai fizikā un ķīmijā veidotos vienots skatījums par vielas uzbūvi un tās modeļiem. Būtiski, ka fizikas un ķīmijas skolotāji saskaņo ne tikai satura secību, bet arī iespēju robežās vienojas par jēdzienu, apzīmējumu lietojumu.
REN starpības ķīmiskās saites veida noteikšanai	Jāņem vērā, ka nepastāv stingri noteiktas REN starpības, kura raksturo jonu saiti. REN starpībai palielinoties virs 1,0, saite kļūst mazāk kovalenta, jonu saites raksturs palielinās.
Kādus materiālus izmantot temata apguvei?	Temata apguvē lietderīgi izmantot ESF projektā “Dabaszinātnes un matemātika” izveidotos atbalsta materiālus Latvijas Universitātes Starpnozaru izglītības inovāciju centra vietnē [7; 8].
Prasme rakstīt atoma elektronformulu	Tematā apgūtā prasme rakstīt atoma elektronformulu vēlāk tiks izmantota fizikas tematos par Visuma uzbūvi un spektrālnalīzes izmantošanu informācijas ieguvē.
Prasme noteikt ķīmiskās saites veidu	Prasme noteikt ķīmiskās saites veidu tiks izmantota ķīmijas tematos “Spirti un aldehīdi” un “Karbonskābes un to atvasinājumi”, lai prognozētu elektronu nobīdes hidroksilgrupās un karboksilgrupās, pamatotu ūdeņraža saišu rašanos un karboksilgrupas ūdeņraža jona disociāciju.
Termodinamika un gāzu molekulāri kinētiskā teorija	Līdz šim vidusskolas fizikas kursā ideālas gāzes modeli un gāzes stāvokļa vienādojumu mācīja vienoti kopā ar citiem termodinamikas jautājumiem kopējā blokā. Tā kā šie fizikas jautājumi cieši savijas ar ķīmijas kursā veidotajiem kvantitatīvajiem jēdzieniem, kuri saistīti ar atomārajiem priekšstatiem par vielu uzbūvi, tad, lai skolēniem veidotu vienotu skatījumu uz gāzu īpašībām, izveidots kopējs fizikas un ķīmijas temats, kura apguve balstās uz gāzu likumu un īpašību empīrisku pamatu apguvi un fenomenoloģisko pieeju.

1. Vektori un kustība	2. Vienmērīga kustība	3. Atoma un vielas uzbūve	4. Vienmērīgi paātrināta kustība	5. Mijiedarbība un spēks	6. Gravitācijas lauks un kustība	7. Enerģija un darbs	8. Mehāniskās svārstības un viļņi
9. Siltums un siltuma procesi	10. Elektriskais lauks	11. Līdzstrāva	12. Elektro-magnētisms	13. Elektro-magnētiskie viļņi	14. Apgaismojums un attēli	15. Atoms un Visums	

4. Vienmērīgi paātrināta kustība

Ieteicamais laiks temata apguvei: 14 mācību stundas.

Temata apguves mērķis: matemātiski modelēt un analizēt vienmērīgi paātrinātu kustību, prognozējot ķermeņu kustības raksturlielumus un analizējot riska faktorus ķermeņu kustībā.

Sasniedzamie rezultāti

Ziņas	Prasmes
• Aprakstot vienmērīgi paātrinātu kustību ar funkcijām, iespējams prognozēt objekta kustības raksturlielumu maiņu. (VSK.D.Li.3.) • Ja brīvi krītošu ķermeni var aizstāt ar masas punkta modeli, tad šī ķermeņa paātrinājums ir vienāds ar brīvās krišanas paātrinājumu. (VSK.D.Li.3., VSK.D.Li.12.) • Rotējoša ķermeņa kāda punkta lineārais ātrums ir atkarīgs no rotācijas frekvences un tā attāluma līdz rotācijas asi. Atraujoties no rotējoša objekta, ķermenis turpina kustību lineārā ātruma virzienā. (VSK.D.Li.3.) • Kustība pa riņķa līniju ar nemainīgu lineāro ātrumu ir paātrināta kustība, jo ātrums maina virzienu. (VSK.D.Li.3.) • Aprakstot vienmērīgi paātrinātas kustības koordinātas izmaiņu laikā, līknes vienādojuma koeficientiem ir fizikāla jēga – tiem atbilst sākuma koordināta, sākuma ātrums un paātrinājums. (VSK.M.Li.4., VSK.D.Li.3.) • Mērījuma absolūtās kļūdas lielums ir atkarīgs ne tikai no mērinstrumenta, bet dažkārt arī no metodes, kā šis mērinstruments tiek lietots. (VSK.D.Li.11.)	• Aprēķina kustības paātrinājumu, izmantojot dažādus informācijas avotus. (D.O.3.1.1.) • Analizējot ar datorsimulāciju iegūtos datus, secina par kustības veidu un raksturlielumu maiņu (D.O.3.1.1.) • Analizē vienmērīgi paātrinātas kustības raksturlielumu maiņu, izmantojot kustības vienādojumus un grafikus. (D.O.3.1.1.) • Attēlo vienmērīgi paātrinātas kustības raksturlielumu maiņu grafikus, datu apstrādē izmantojot digitālus rīkus. (D.O.3.1.1.) • Attēlo ķermeņa novietojuma maiņu laikā uz koordinātu ass, veidojot stroboskopisku attēlu. (D.O.3.1.1.) • Secina par dažādas masas un formas ķermeņu kustības raksturu gravitācijas laukā. (D.O.3.1.1., D.O.12.2.1.) • Eksperimentāli nosaka brīvās krišanas paātrinājumu. (D.O.3.1.1.) • Salīdzina horizontāli izsviesta ķermeņa kustību horizontālajā un vertikālajā virzienā. (D.O.3.1.1.) • Veic analītiskus spriedumus, prognozē ķermeņa krišanas laiku. (D.O.3.1.1.) • Salīdzina dažādu laika mērīšanas metožu precizitāti. (D.O.11.5.1.) • Pamato riska faktorus rotējošu ķermeņu tuvumā. (D.O.3.1.1., D.O.3.1.4.)
Komplekss sasniedzamais rezultāts	Ieradumi
• Analizē vienmērīgi paātrinātu kustību gravitācijas laukā, izmantojot kustības raksturlielumus (koordināta), grafikus un stroboskopiskos attēlus. (D.O.3.1.1., D.O.3.1.4.) • Veic pētījumu par vienmērīgi paātrinātu kustību, izvērtējot pētījuma darba gaitu un iespējamās kļūdu avotus, piedāvā uzlabojumus. (D.O.3.1.1., D.O.11.5.1.) • Izvērtē modeļa, arī matemātiska, priekšrocības un trūkumus, prognozējot objektu atrašanās vietu laikā. (D.O.3.1.1., D.O.12.2.1.)	Attīsta ieradumu rūpēties par savu veselību un drošību, izvērtējot riska faktorus rotējošu objektu tuvumā. (Tikums – atbildība, vērtība – dzīvība)
Jēdzieni: paātrinājums, vienmērīgi paātrināta taisnlīnijas kustība, brīvās krišanas paātrinājums, centrīes paātrinājums, lineārais ātrums, rotācijas kustība, rotācijas periods, rotācijas frekvence.	

Temata apguves norise

Vienmērīgi paātrināta kustība	Izmantojot dažādus informācijas avotus (piemēram, videomateriāls, kurā redzams automašīnas spidometrs, ātruma grafiks, sākuma un beigu ātrums un kustības laiks utt.), aprēķina kustības paātrinājumu. Izmantojot simulāciju, piemēram, [1], iegūst objekta koordinātas un ātruma izmaiņu laikā, ja vienmērīgi paātrinātai kustībai ir dažādi paātrinājumi. Izklājlapu programmā reģistrē iegūtos datus un uzzīmē koordinātas un ātruma grafikus. Aplūko gadījumu, kad kustības sākuma ātrums un paātrinājums ir vērsti koordinātu ass virzienā, salīdzina, kā mainās kustības grafiki, ja sākuma ātrums vai paātrinājums ir vērsti pretēji koordinātu ass virzienam. Katrai aplūkotajai kustībai aprēķina veikto ceļu dažādos laika momentos, zīmē atbilstošus ceļa grafikus. Analizē iegūtos grafikus. Uzdod koordinātas un ceļa grafika līkni, izmantojot vienādojumu $y = kx^2 + bx + c$, un ātruma grafika taisni, izmantojot vienādojumu $y = kx + c$, secina par koeficientu k, b un c fizikālo jēgu vienmērīgi paātrinātas kustības aprakstā. Iegūst vienmērīgi paātrinātas kustības koordinātas, ceļa un ātruma vienādojumus. Izmantojot kustības vienādojumus, nosaka ķermeņa koordinātas, ceļa un ātruma izmaiņu dažādos laika momentos un attēlo ķermeņa kustību uz koordinātu ass ik pēc noteikta laika momenta, norādot ātruma un paātrinājuma vērtības katrā pozīcijā. Iegūto rezultātu pārbauda, izmantojot simulāciju, piemēram, [1].
Ķermeņu krišana un sviešana	Vēro videomateriālu vai demonstrējumu ar vakuuma cauruli, kurā var redzēt divu atšķirīgas masas ķermeņu krišanu gravitācijas laukā divos gadījumos – apstākļos, kad gaisa pretestība būtiski ietekmē krišanu un kad – neietekmē. Secina par kustības raksturu abos gadījumos. Formulē atziņu, par to, kā dažādas masas un formas ķermeņi kustas gravitācijas laukā, ja ņem vērā gaisa pretestību un ja to vērā neņem. Vēro ūdens pilienu kustību no biretes, ja krītošos pilienus apgaismo ar stroboskopu (blakus novietojot lineālu). Aplūko stroboskopiskos attēlus, nosaka ķermeņa kustības paātrinājumu. Salīdzina vienmērīgi paātrinātas kustības horizontālā un vertikālajā virzienā. Iegūst vienādojumus ķermeņa kustības aprakstam, ja ķermenis brīvi krīt, attālumu aizstājot ar augstumu, paātrinājumu – ar brīvās krišanas paātrinājumu. Prognozē ķermeņu krišanas laiku, sviežot tos no dažāda augstuma. Eksperimentāli pārbauda prognozi. Izmēģina dažādas laika mērīšanas metodes, piemēram, ar hronometru, gaismas vārtiem vai veicot videoierakstu un vēlāk to analizējot. Novērtē katras metodes precizitāti. Aplūko stroboskopiskos attēlus, ja ķermenis ir izsviests horizontālā virzienā. Analizē kustību vertikālajā un horizontālajā virzienā. Iegūst sakarību lidojuma tāluma aprēķināšanai. Veic laboratorijas darbu “Horizontāli izsviesta ķermeņa kustības pētīšana” [2]. Rezultātus atspoguļo, izmantojot izklājlapu programmu.
Rotācijas kustība	Vērojot demonstrējumu, kurā uz ripas vai riteņa dažādos attālumos no centra ir novietotas punktveida atzīmes, izdara secinājumus par to, kā punkta kustības pa riņķa līniju periodu un momentāno (lineāro) ātrumu ietekmē attālums no centra un rotācijas frekvence. Veicot pārveidojumus, iegūst lineārā ātruma izteiksmi. Analizējot dažādas situācijas, izvērtē riska faktorus rotācijas kustībā, piemēram, dubļu trajektorijas uz automašīnas spārnēm, leņķa slīpmašīnas dzirksteļu trajektorijas. Aprēķina lineāro ātrumu, kāds piemīt ķermenim atrašanās brīdī no rotējoša objekta, norāda ātruma virzienu, tādā veidā attīstot ieradumu rūpēties par savu veselību un drošību. Ņemot vērā, ka ātrums ir vektoriāls lielums, skaidro, kādēļ kustība pa riņķa līniju ar nemainīgu lineāro ātrumu ir paātrināta kustība.

Mācību līdzekļi

Mācību materiāli

Skola2030 mācību līdzeklis.

Darba piederumi

Vakuuma caurule, vakuuma sūknis, stroboskops, birete, gaismas vārti, datu uzkrājējs, plast-masas/metāla/plastilīna lodītes, renīte, hronometri, rotējošs disks, lodes, dažādas masas un formas ķermeņi (papīra lapas, kartona lapas), stroboskopiskie attēli, mērlentes, eksperimentu komplekts dinamiskā.

Citi ieteicamie resursi

- [1] Perkins, K., Wieman, C. *The Moving Man* (Cilvēka taisnlinijas kustība) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 15. aprīlī] Pieejams: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/moving-man>
- [2] *Fizika. 10. klase. 4. temats. Gravitācija un kustība gravitācijas laukā* [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://www.siic.lv/fiz/fiz_10/fiz_10_4.pdf

Starppriekšmetu saikne

Matemātika	Matemātikā skolēni analizē iegūtos grafikus. Uzdod koordinātu un ceļa grafika līkni, izmantojot vienādojumu $y = kx^2 + bx + c$, un ātruma grafika taisni ar vienādojumu $y = kx + c$, secina par k , b un c fizikālo jēgu vienmērīgi paātrinātas kustības aprakstīšanā. Iegūst koordinātas, ceļa un ātruma vienādojumu vienmērīgi paātrinātai kustībai.
Datorika	Veic datu apstrādi un grafiku attēlošanu izklājlapu programmās.

Metodiskais komentārs

Pētnieciskā darbība	Šajā tematā akcentēta mērījuma kļūdas izpratnes nostiprināšana, skolēni turpina mācīties novērtēt absolūto kļūdu, izmantojot atgādnis, ar kurām iepazīs 2. temata "Vienmērīga kustība" laikā. Šajā tematā skolēni apgūst kļūdu novērtēšanu, ja kustības pētīšanā tiek izmantotas dažādas mērierīces, akcentējot, ka absolūto kļūdu nosaka ne tikai mērierīces iedaļas vērtība, bet arī veids, kā mērierīci lieto, piemēram, ja kustīga ķermeņa koordinātu nosaka vizuāli, tad jāņem vērā nolasīšanas kļūda, kas atkarīga no mērierīces lietotāja, nevis lineāla iedaļas vērtība.
Stroboskopiskie attēli	Horizontāli izsviesta ķermeņa kustība ir kompleksa, jo sastāv no divām neatkarīgām kustībām – kustība horizontālā virzienā ir vienmērīga, bet vertikālā ir vienmērīgi paātrināta. Lai skolēniem vieglāk būtu uztvert kustības parametru maiņu, ieteicams izmantot stroboskopiskos attēlus, kas parāda, kā mainās ķermeņa novietojums laikā, no kā var iegūt gan ķermeņa koordinātas, gan ceļa izmaiņu laikā.
Starppriekšmetu saikne ar matemātiku	Šajā tematā nav iekļautas secīgas kopīgas aktivitātes fizikas un matemātikas stundās, tomēr temats sasaucas ar matemātikas lielo ideju "Sakarības starp lielumiem apraksta algebriskie modeļi un funkcijas; izmantojot šos modeļus problēmu risināšanai, tos pārveido, nodrošinot ekvivalenci". Skolēni matemātikas stundās jau ir apguvuši prasmi darboties ar nelineārām funkcijām un šīs prasmes izmanto fizikas stundās nevienmērīgas kustības grafiku analizē. Tomēr pastāv iespēja skolotājiem vienoties par šo aktivitāšu realizēšanu matemātikas stundās.
Vienmērīgi paātrinātas kustības grafiki	Apgūstot vienmērīgi paātrinātu kustību, liela nozīme ir kustības ātruma, ceļa un koordinātas grafiku lasīšanai un konstruēšanai. Jāpaskaidro, kā aprēķināt veikto ceļu pēc ātruma grafika un ka pēc koordinātas grafika iespējams noteikt kustības ātrumu jebkurā kustības brīdī. Šajā nolūkā attiecīgajam laika momentam koordinātas grafikā novelk pieskari. Pieskares un laika ass veidotā leņķa tangenss ir vienāds ar ķermeņa ātrumu izvēlētajā laika brīdī. Darbojoties līdzīgi, no ātruma grafika var iegūt ķermeņa paātrinājumu.

1. Vektori un kustība	2. Vienmērīga kustība	3. Atoma un vielas uzbūve	4. Vienmērīgi paātrināta kustība	5. Mijiedarbība un spēks	6. Gravitācijas lauks un kustība	7. Enerģija un darbs	8. Mehāniskās svārstības un viļņi
9. Siltums un siltuma procesi	10. Elektriskais lauks	11. Līdzstrāva	12. Elektro-magnētisms	13. Elektro-magnētiskie viļņi	14. Apgaismojums un attēli	15. Atoms un Visums	

5. Mijiedarbība un spēks

Ieteicamais laiks temata apguvei: 24 mācību stundas.

Temata apguves mērķis: aprakstīt ķermeņu mijiedarbību, izmantojot spēku kā vektoriālu lielumu un nosakot tā ietekmi uz ķermeņu kustību, lai pamatotu dažādu sadzīvē lietotu mehānismu darbības principu.

Sasniedzamie rezultāti

Ziņas	Prasmes
• Ķermeņu īpašības izpaužas mijiedarbībā ar citiem ķermeņiem. Mijiedarbības rezultātā ķermenis maina kustības ātrumu vai deformējas. Spēks ir ķermeņu mijiedarbības mērs. (VSK.D.Li.3) • Divu ķermeņu mijiedarbībā uz ķermeņiem darbojas divi spēki, kas vienādi pēc lieluma, bet vērsti pretējos virzienos. Ja rezultējošais spēks, kas darbojas uz ķermeni, ir nulle, tad ķermenis atrodas miera stāvoklī vai vienmērīgā taisnvirziena kustībā, bet ja tas ir atšķirīgs no nulles, tad ķermenis kustas ar paātrinājumu rezultējošā spēka virzienā, iegūtā paātrinājuma skaitliskā vērtība ir atkarīga no rezultējošā lieluma un ķermeņa masas. (VSK.D.Li.3) • Ķermeņa rotācijas kustība ir atkarīga ne tikai no spēka vērtības un virziena, bet arī no spēka pielikšanas punkta. Lielumu, kas to nosaka, sauc par spēka momentu, un tas ir vienāds ar spēka un spēka pleca reizinājumu. Ķermenis atrodas līdzsvarā, ja spēka momentu summa attiecībā pret rotācijas asi ir vienāda ar nulli. Spēka momentu izmanto, aprakstot vienkāršo mehānismu darbību. (VSK.D.Li.3) • Ķermeņu mijiedarbība sadursmēs ir atkarīga no impulsa, kas ir masas un ātruma reizinājums, kā arī no spēka impulsa, kas vienāds ar spēka un tā darbības ilguma reizinājumu. Ķermeņu sadursmēs impulsa izmaiņa ir vienāda ar spēka impulsu. (VSK.D.Li.3)	• Aprēķina kopspēku, izmantojot skalāro un vektoriālo saskaitīšanas paņēmieni. (D.O.3.2.1.) • Secina par ķermeņa masas, pieliktā spēka un paātrinājuma funkcionālo sakarību (2. Ņūtona likums). (D.O.3.2.1., D.O.11.4.1.) • Veic analītiskus spriedumus par procesiem un parādībām, izmantojot spēkus un to sakarības (smaguma, berzes, elastības, Arhimēda, balsta reakcijas). (D.O.3.2.1.) • Eksperimentāli nosaka berzes koeficientu. (D.O.3.2.1., D.O.11.2.2., D.O.11.7.2.1.) • Eksperimentāli nosaka sviras līdzsvara nosacījumu. (D.O.3.2.3.) • Pamato vienkāršo mehānismu lietošanas priekšrocības. (D.O.3.2.3.) • Pamato riska faktorus liklīnijas kustībā, analizējot lineāro ātrumu un berzes spēku. (D.O.3.1.4.) • Veic analītiskus spriedumus, dažādās situācijās izmantojot sviras līdzsvara nosacījumu. (D.O.3.2.3.) • Secina par sadursmes spēka izmaiņu atkarībā no sadursmes ilguma. (D.O.3.2.2.) • Argumentē transportlīdzekļos lietoto aizsardzības līdzekļu nozīmi, pamatojoties uz sadursmju seku izvērtējumu (D.O.3.2.2.)
Komplekss sasniedzamais rezultāts	Ieradumi
• Risina problēmsituācijas, izmantojot spēkus (smaguma, berzes, elastības, Arhimēda, balsta reakcijas) un cieta ķermeņa līdzsvara nosacījumu. (D.O.3.2.1., D.O.3.2.3.) • Izvērtē riska faktorus liklīnijas kustībā un ķermeņu sadursmē, izmantojot lineārā ātruma, berzes spēka, impulsa un spēka impulsa jēdzienus. (D.O.3.1.4., D.O.3.2.2.) • Veic pētījumu neregulāri mainīga fizikālā lieluma gadījumā, apstrādājot un analizējot iegūtos datus, tostarp nosakot absolūto un relatīvo kļūdu, kā arī veicot eksperimenta izvērtēšanu. (D.O.11.2.2., D.O.11.3.2., D.O.11.4.1., D.O.11.5.2., D.O.11.7.2.1.)	Attīsta ieradumu rūpēties par savu veselību un drošību, izvērtējot riska faktorus liklīnijas kustībā un ķermeņu sadursmē. (Tikums – atbildība, vērtība – dzīvība)
Jēdzieni: inerce, reakcijas spēks, slīdes berzes koeficients, spēka moments, kustīgais trīsis, nekustīgais trīsis, svira, slīpa plakne, lietderības koeficients, līdzsvara nosacījumi, impulss, spēka impulss, spēka plecs, blīvums, berzes spēks, kopspēks.	

Temata apguves norise

Masa un inerce. Pirmais Ņūtona likums un otrais Ņūtona likums	Analītiski spriež par pirmo Ņūtona likumu un to izmantojot, skaidro dažādas sadzīves situācijas. Strādājot grupās un izmantojot eksperimenta aprakstu vai videomateriālu, sagatavo, demonstrē un skaidro eksperimentus, izmantojot pirmo Ņūtona likumu un jēdzienus: masa, inerce, trajektorija, spēks, rezultējošais spēks. Vēro demonstrējumu, lai formulētu otro Ņūtona likumu. Uz galda novieto klucīti (sākumā nofiksē to nekustīgi), kura masa m_1, tam piesien auklu, kuru pārliet pār trīsi. Auklas otrā galā piesien atsvaru. Klucīti palaiž vaļā, ar sensoriem fiksē laiku t, kurā klucītis veic attālumu s. Ņem citu klucīti, kura masa m_2, un atkārto mēģinājumu. Pēc formulas $a = 2s/t^2$ nosaka kustības paātrinājumu a_1 un a_2 katrā gadījumā un attiecību a_1/a_2. Aprēķina masas attiecību m_2/m_1. Secina, ka $a \sim 1/m$. Atkārto demonstrējumu, nemainot klucīša masu, bet mainot spēku, kas darbojas uz klucīti (viena atsvara vietā var piekārt divus, trīs utt.). Secina, ka $a \sim F$. Apvienojot abus secinājumus, iegūst, ka $a = F/m$. Analītiski spriež un skaidro situācijas, izmantojot pašu skolēnu formulēto otro Ņūtona likumu. Veic eksperimentu: nelielas masas ķermeni (piemēram plastmasas pudeles korķi vai mazu klucīti, kam sānos ieskrūvētas skrūves, kurām pielikt dinamometrus) piespiež ar pirkstu pie virsmas un velk ar dinamometriem perpendikulāros virzienos, nosaka abu spēku lielumu; tad ķermeni strauji palaiž vaļā un vēro, kādā virzienā tas aizlido; uzzīmē situācijas zīmējumu, ievērojot perpendikulāro spēku mērogu; aprēķina rezultējošo spēku un ķermeņa paātrinājumu; pēc tam var izmantot situācijas zīmējumu, lai pārbaudītu, vai, palaižot vaļā ķermeni, tas aizlidos kopspēka virzienā.
Darbība un pret darbība. Trešais Ņūtona likums. Reaktīvā kustība	Veic pa pāriem eksperimentu: viens skolēns tur rokās dinamometru, otrs skolēns piekabina pirmā skolēna dinamometram otru dinamometru un sāk vilkt savā virzienā, iepriekš prognozējot, kurš no dinamometriem uzrādīs lielāku spēku. Secina, ka šīs mijiedarbības rezultātā rodas divi vienādi, bet pretēji vērsti spēki. Noskaidro, ko apraksta trešais Ņūtona likums. Analizē un skaidro dažādas situācijas, izmantojot trešo Ņūtona likumu, piemēram, "vai Minhauzens varēja sevi, paceļot aiz matiem, izvilkt no purva?", "vai burātājam izdosies pārvietoties bezvējā, darbinot buru ar ventilatoru?" un analizējot dažādus videomateriālus, piemēram, [1]. Noskatās videomateriālu, kurā redzama reaktīvā kustība, piemēram, [2], un analizē tās saistību ar trešo Ņūtona likumu. Izmantojot informācijas avotus, piemēram, [3], nosauc reaktīvās kustības piemērus dabā un tehnikā. Iepazīstas ar Latvijas inženieru ieguldījumu raķešu būvē, piemēram, izmantojot videomateriālu [4] vai apmeklējot LU Fridriha Candra kosmosa izpētes muzeju.
Balsta reakcijas spēks. Berzes spēks	Izmantojot dažādus informācijas avotus, veido pārskatu par balsta reakcijas un berzes spēkiem, apskatot to izcelsmi, darbības virzienu, vērtību ietekmējošos raksturlielumus utt. Vēro skolotāja demonstrētos slīdes berzes spēka mērījumus ar sensoru, kad spēka vērtība nevienmērīgi mainās. Diskutē par to, kā šādā gadījumā nosaka mērījuma rezultātu un kā novērtē mērījuma absolūto kļūdu. Analizē dažādas situācijas ar nevienmērīgi mainīgiem fizikālajiem lielumiem, nosakot mērījuma rezultātu un novērtējot absolūto kļūdu. Veic pētījumu, lai noteiktu, kā slīdes berzes spēks ir atkarīgs no ķermeņa svara. Iegūtos rezultātus attēlo grafiski un aprēķina slīdes berzes koeficientu. Novērtē mērījumu absolūto kļūdu un veic relatīvās kļūdas aprēķinus. Maina virsmas veidu un atkārto eksperimentu. Analizē iegūtos rezultātus. Salīdzina slīdes berzes koeficientu vērtības. Diskutē, kā cilvēka zināšanas par slīdes berzes koeficientu tiek izmantotas sadzīvē. Diskusijas aktualizēšanai var izmantot videomateriālu, piemēram, [5]. Analītiski spriež un veic nepieciešamos aprēķinus par dažādām situācijām, izmantojot Ņūtona likumus, kinemātikas vienādojumus, berzes un balsta reakcijas spēka aprēķina izteiksmes, kā arī izmantojot citus fizikālus lielumus, piemēram, parametrus ķermeņa kustībai pa riņķa līniju.

Spēka moments. Vienkāršie mehānismi	Strādājot grupās, meklē informāciju un veido prezentāciju par vienu noteiktu vienkāršo mehānismu un tā izmantošanu. Prezentāciju laikā pārējās grupas veido kopsavilkums par vienkāršo mehānismu veidiem, darbības principiem un izmantošanas piemēriem. Veic eksperimentu ar sviru, uz kuru darbojas divi spēki. Veic mērījumus un secina par līdzsvara nosacījumu. Noskaidro, kas ir spēka moments un kā to var izmantot līdzsvara aprakstā. Analizē līdzsvarā esošo sviru, uz kuru darbojas vairāk nekā divi spēki. Veic nepieciešamos mērījumus un aprēķinus, izmantojot spēka momentus. Secina, kā izpildās līdzsvara nosacījums. Skaidro dažādu sviru, piemēram, knaibļu, atslēgas kāta un plakanknaibļu, darbību, izmantojot sviras līdzsvara nosacījumu. Vēro demonstrējumu, kurā tiek veikts darbs ar kustīgo un nekustīgo trīsi. Salīdzina abu veidu trīšus, skaidro to darbību, izmantojot sviras līdzsvara nosacījumu. Diskutē par trīša izmantošanas iespējām.
Impulss	Vēro demonstrējumu, kurā pie ratiņiem ir pievienots spēka sensors tā, lai, ratiņiem atduroties pret kādu objektu, sensors mērītu sadursmes spēku atkarībā no laika. Tad ratiņus palaiž pa slīpo plakni no viena un tā paša augstuma, mainot objektus, ar ko ratiņi saduras. Objektam jābūt vismaz diviem – ļoti cietam un ļoti mīkstum. Analizējot iegūtos rezultātus secina, ka sadursme ar cietu objektu ir īsāka, bet maksimālais sadursmes spēks ir lielāks, turpretī sadursme ar mīkstu objektu ir garāka, bet maksimālais sadursmes spēks ir mazāks. Ievieš jēdzienus ‘spēka impulss’ un ‘impulss’. Analizē dažādas situācijas, kurās atšķiras sadursmes ilgums, izvērtē transportlīdzekļos lietotos aizsardzības līdzekļus, atbildot uz jautājumiem “kādēļ automašīnā ir jāpiesprādzējas, sēžot gan priekšējā, gan aizmugurējā sēdekļi?”, “kādēļ automašīnā nedrīkst pārvadāt nenostiprinātu kravu?”.

Mācību līdzekļi

Mācību materiāli

Skola2030 mācību līdzeklis.

Darba piederumi

Papīra lapa, trauks, metāla lodītes ar dažādām masām, lineāls, maza izmēra vienādi klucīši, divas atšķirīgas masas dzelzs lodes, kas iekārtas vienādās auklās, magnēts, dēlītis, aukla, atsvari, gaismas vārti, gaisa balons, dinamometri, spēka mērīšanas sensors, ratiņi, divi demonstrācijas dinamometri, plastmasas korķītis vai viegls klucītis ar skrūvēm sānos, divas dažādas virsmas klucīša pārvietošanai vai klucītis ar dažādām virsmām, sviras, atsvaru komplekti, dažādi trīši, eksperimentu un demonstrējumi komplekti dinamikā ar eksperimentu aprakstiem.

Citi ieteicamie resursi

- [1] Movieclips. *Police Academy 4 (1987) – The .44 Magnum Scene (2/9)* (3. Ņūtona likuma piemērs) [tiešsaiste, skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: <https://youtu.be/ZrPvUd7E9HU?t=46>
- [2] konechnoya1. *Бешеный охотник (Šāvējgurķis)* [tiešsaiste, skatīts 2020. gada 20. aprīlī]. Pieejams: <https://www.youtube.com/watch?v=CRHzy6w3X8>
- [3] Просто Олеговна. *Примеры реактивного движения* (Reaktīvās kustības piemēri) [tiešsaiste, skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://www.youtube.com/watch?v=_2oRHbLS3mk
- [4] Latvijas Universitāte. *LU Fridriha Candra kosmosa izpētes muzejs* [tiešsaiste, skatīts 2020. gada 20. janvārī]. Pieejams: <https://www.youtube.com/watch?v=KScfU0zFM2Q>
- [5] *Kā bremzē riepas ar un bez radzēm* [tiešsaiste]. TVNET, 2017 [skatīts 2020. gada 20. janvārī]. Pieejams: <https://video.tvnet.lv/6288650/ka-bremze-riepas-ar-un-bez-radzem>

Starppriekšmetu saikne

Datorika	Iespējams veikt eksperimentos iegūto datu analīzi.
-----------------	--

Metodiskais komentārs

Kā klasificē spēkus?	Ķermeņu mijiedarbības mērs vienmēr ir kāds konkrēts spēks. Trešais Ņūtona likums apgalvo, ka spēku darbība vienmēr novērojama pa pāriem jeb darbība izsauc pret darbību. Ja ķermenis atrodas miera stāvoklī vai vienmērīgā taisnvirziena kustībā, abi spēki ir vienādi pēc lieluma, bet pretēji vērsti. Spēkus var klasificēt pēc to darbības rakstura aktīvos spēkos un reaktīvos spēkos. Aktīvie spēki ir smaguma spēks, vilcējspēks, cēlējspēks šķidrumos vai gāzēs, elastības spēks. Reaktīvie jeb līdzsvarojšie spēki ir ķermeņa svārs, balsta reakcijas spēks, pretestības spēks (berzes spēks), centrālās spēks (inerces spēks).
Pētnieciskā darbība	Fizikas skolas kursā nav daudz tādu fundamentālu likumu, kurus skolēni varētu iegūt paši, secinot par eksperimenta rezultātiem. Tāpēc ieteikums, plānojot laika sadalījumu dinamikas jautājumu apguvei, ir – atvēlēt pietiekami daudz laika eksperimentālajai darbībai, lai skolēni, veicot eksperimentu sēriju, paši nonāktu līdz otrā Ņūtona likuma formulēšanai.
Impulss un spēka impulss	Programmā impulsa jēdzienu ievieš kā otrā Ņūtona likuma oriģinālformu – spēks ir vienāds ar impulsa izmaiņas ātrumu, proti, $\vec{F} = \Delta\vec{p}/\Delta t$. Ķermeņa impulss reāli izpaužas sadursmēs, triecienos, jebkuros citos ātros procesos. Spēka $\vec{F}$ cēlonis ir impulsa izmaiņa $\Delta\vec{p}$ laikā Δt un sekas ir trieciens vai reaktīvā kustība. Programmā nav paredzēta impulsa nezūdamības likuma izmantošana absolūti elastīgu vai absolūti neelastīgu sadursmju aprēķinos. Pieredze rāda, ka šāda skaitļošana ir laikietilpīga un nesniedz dziļāku izpratni par impulsa dabu.
Otrā Ņūtona likuma interpretācija	Formāla likuma pārzināšana dažkārt rada nepareizus secinājumus. Skolēni dažkārt kļūdaini uzskata, ka izteiksme $\vec{F} = m\vec{a}$ norāda, ka spēku nosaka ķermeņa masa un paātrinājums. Patiesībā 2. Ņūtona likums norāda, ka spēka vektora iedarbībā noteiktas masas ķermenis kustas ar paātrinājumu. Tātad, spēks ir cēlonis, bet paātrinājums – spēka iedarbības sekas. Pie tam paātrinājums nemainās, ja arī spēks paliek nemainīgs. Pilnīgai otrā Ņūtona likuma izpratnei ar izteiksmi $\vec{F} = m\vec{a}$ nepietiek. Ko darīt tad, ja mazs spēks cenšas piešķirt paātrinājumu ļoti lielas masas ķermenim? Ir redzēts, kā cilvēks pūlas iestumt smagu automašīnu. Šeit ir jānorāda, ka ķermeņa impulsa izmaiņa ir vienāda ar spēka impulsu: $\vec{F}\Delta t = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$.
Ņūtona likumu kopsaistība	Noslēdzot Ņūtona likumu tēmas, skolēniem ir jāparedz visu triju likumu kopsaistība. Pirmais Ņūtona likums ir pilnīgi patstāvīgs likums, kurš norāda, ka ķermenis atrodas miera stāvoklī vai vienmērīgi kustas pa taisnlīnijas trajektoriju, kamēr vien tam pieliktie spēki esošo ķermeņa stāvokli neizmaina. Tātad ātruma izmaiņas cēlonis ir spēks, un otrais Ņūtona likums rāda, kā tieši ātrums izmainās. Pirmais Ņūtona likums un otrais Ņūtona likums attiecas tikai uz vienu ķermeni, savukārt trešajā Ņūtona likumā aplūkota divu ķermeņu iedarbība vienam uz otru.
Berzes spēks	Jāpievērš skolēnu uzmanība šādiem berzes spēka aspektiem: berzes koeficienta klātbūtne parādās tikai ķermeņa slīdēšanas vai ripošanas gadījumos; slīdes berzes spēks ir mazāks par maksimālo miera berzes spēku, bet dažkārt lielāks par rītes berzes spēku; berzes koeficientu nosaka tikai saskares virsmu īpašības, tas nav atkarīgs no ķermeņa masas.
Zinātniskā argumentācija	Zinātniska argumenta veidošanas pirmie soļi tiek apskatīti pamatskolas ķīmijas kursā, bet vidusskolā šī prasme ir jāturpina attīstīt, jo procesu un parādības skaidrošanas konstrukcijas pamatelementiem piemīt zinātniskā argumenta struktūra. Šajā tematā tiek aktualizēta zinātniskā argumentācija fizikas kontekstā.

1. Vektori un kustība	2. Vienmērīga kustība	3. Atoma un vielas uzbūve	4. Vienmērīgi paātrināta kustība	5. Mijiedarbība un spēks	6. Gravitācijas lauks un kustība	7. Enerģija un darbs	8. Mehāniskās svārstības un viļņi
9. Siltums un siltuma procesi	10. Elektriskais lauks	11. Līdzstrāva	12. Elektro-magnētisms	13. Elektro-magnētiskie viļņi	14. Apgaismojums un attēli	15. Atoms un Visums	

6. Gravitācijas lauks un kustība

Ieteicamais laiks temata apguvei: 14 mācību stundas.

Temata apguves mērķis: veidot izpratni par gravitācijas mijiedarbību un skaidrot ķermeņu kustību gravitācijas laukā uz Zemes un Saules sistēmā, izprotot gravitācijas nozīmi dabā, sadzīvē un tehnikā.

Sasniedzamie rezultāti

Ziņas	Prasmes
- Gravitācijas spēks darbojas starp visiem ķermeņiem, un tas ir tāldarbības spēks, kas darbojas no attāluma. Gravitācijas likums nosaka, ka divi ķermeņi savstarpēji pievelkas ar spēku, kas ir tieši proporcionāls abu ķermeņu masu reizinājumam un apgriezti proporcionāls ķermeņu savstarpējā attāluma kvadrātam. (VSK.D.Li.2.) - Smaguma spēka izcelsme ir gravitācijas mijiedarbība. Smaguma spēks ir vērsts Zemes centra virzienā un ir atkarīgs no ķermeņa masas un brīvās krišanas paātrinājuma. Uz citas planētas vai cita Visuma ķermeņa brīvās krišanas paātrinājums ir atkarīgs no šīs planētas vai ķermeņa masas un rādiusa. (VSK.D.Li.2.) - Lai pārvarētu planētas gravitāciju, ķermenim ir jāpiešķir noteikts ātrums. Lai kļūtu par Zemes mākslīgo pavadoni un riņķotu ap Zemi inerces dēļ, ķermenim jāpiešķir pirmais kosmiskais ātrums. Ātrumu, ar kuru var pārvarēt planētas gravitāciju un kļūt par Saules pavadoni, sauc par otro kosmisko ātrumu. (VSK.D.Li.2.) - Saules sistēmā planētu kustību apraksta Keplera likumi: planētu trajektorija kustībā ap Sauli ir elipse, kuras vienā fokusā ir Saule, bet nogrieznis, kas savieno Sauli un planētu, tai virzoties pa orbītu, vienādos laika intervālos apraksta vienādu laukumu; divu planētu apriņķošanas periodu kvadrāti attiecas tāpat kā planētu orbītu lielo pusasu kubi. (VSK.D.Li.2.) - Pārvietojoties gravitācijas laukā, mainās ķermeņa svars. Ja ķermenis brīvi krīt, tad tas atrodas bezsvara stāvoklī. (VSK.D.Li.3.)	- Veic analītiskus spriedumus par brīvās krišanas paātrinājumu uz dažādiem debess ķermeņiem. (D.O.2.2.1.) - Attēlo gravitācijas spēku un smaguma spēku dažādās situācijās. (D.O.3.2.1.) - Veic analītiskus spriedumus par gravitācijas spēka lielumu. (D.O.3.2.1.) - Veic analītiskus spriedumus par debess ķermeņu kustību, izmantojot Keplera likumus. (D.O.3.1.3.) - Apraksta satelītu izmantošanas priekšrocības un to daudzveidību. (D.O.3.1.3.) - Pamato drošības pasākumus un riska faktorus atrakciju parkos (nāves cilpas, brīvais kritiens u. c.). (D.O.3.2.1.) - Veic analītiskus spriedumus par pirmo un otro kosmisko ātrumu, lai skaidrotu mākslīgo pavadoņu izmantošanu tehnoloģijās. (D.O.3.1.3.)
Komplekss sasniedzamais rezultāts	Ieradumi
- Analizē likumsakarības starp Saules sistēmas objektu (planētu, mākslīgo pavadoņu) raksturlielumiem (masa, tilpums, diametrs, brīvās krišanas paātrinājums, kustības trajektorija, apriņķošanas periods, pirmais un otrais kosmiskais ātrums). (D.O.2.2.1., D.O.3.1.3., D.O.6.2.2.) - Analizē smaguma spēka un svara izmaiņas kustībā ar dažādiem paātrinājumiem un trajektorijām. (D.O.3.2.1.)	Attīsta ieradumu rūpēties par savu veselību un drošību, izvērtējot svara izmaiņas paātrinātā kustībā un drošības pasākumus un riska faktorus atrakciju parkos. (Tikums – atbildība, vērtība – daba)
Jēdzieni: gravitācijas lauks, gravitācijas spēks, smaguma spēks, ķermeņa svars, bezsvara stāvoklis, kosmiskais ātrums, mākslīgais pavadonis.	

Temata apguves norise

Gravitācijas likums	Aktualizē gravitācijas spēka jēdzienu, noskatoties videomateriālu, piemēram, [1; 2], par paisumiem un bēgumiem, atpazīst dabas parādību, analizē tās cēloni, atbildot uz jautājumiem “kas to izraisa?”, “zināms, ka Zeme ap savu asi veic vienu apriņķojumu 24 stundās, kāpēc paisumus un bēgumus mēs vērojam divas reizes diennaktī?”, “kāpēc paisuma un bēguma norises laiks katrā nākamajā dienā ir cits?”. Noskaidro, no kā ir atkarīgs gravitācijas spēks, izmantojot simulāciju, piemēram, [3] vai [4]. Skolēni atbild uz jautājumiem, kā mainās gravitācijas spēks, ja palielina viena vai otra ķermeņa masu? Kā mainās gravitācijas spēks, ja maina attālumu starp ķermeņiem? Nonāk līdz sakarībai, ka gravitācijas spēks ir tieši proporcionāls ķermeņu masām un apgriezti proporcionāls attāluma kvadrātam. Risina uzdevumus izmantojot gravitācijas likumu, piemēram, [5]. Salīdzina iegūtos rezultātus. Plāno, kā noteikt Zemes masu, izmantojot skolēniem pieejamās ierīces un gravitācijas likumu [6].
Smaguma spēks un svars	Skolēni meklē definīcijas un salīdzina jēdzienus “gravitācijas spēks”, “smaguma spēks”, “svars” un “masa”, veidojot jēdzienu karti. Izmantojot gravitācijas likumu, izsaka brīvās krišanas paātrinājumu. Apkopo informāciju par brīvās krišanas paātrinājuma vērtībām uz dažādiem Saules sistēmas ķermeņiem, kā arī brīvās krišanas paātrinājuma vērtību dažādās vietās uz Zemes, piemēram, izmantojot interaktīvo karti [7]. Izmantojot informācijas avotus, piemēram, [8], veido kopsavilkumu par ķermeņa svara izmaiņām dažādās situācijās (paātrināta vertikāla kustība, kustība uz liektas virsmas, atrašanās uz slīpas plaknes, atrašanās uz citiem Saules sistēmas ķermeņiem, Arhimēda spēka ietekme), skaidrojot, kāpēc mainās svars, kādas formulas apraksta svara izmaiņas, un minot piemērus, kur tas izpaužas. Analizē videomateriālus, piemēram, [9], kuros redzami brīvi krītoši ķermeņi, diskutē par bezsvara stāvokļa nosacījumiem. Strādājot grupās, “izgudro” ierīci bezsvara stāvokļa demonstrēšanai. Izvirza priekšlikumus, veido skices, prezentē paveikto. Analizē, piedāvā uzlabojumus (idejas varētu būt dažādas: krītošais dinamometrs ar atsvaru; krītošais cilindrs ar ūdeni, kas nedeformē mīksto gumijas dibenu; krītošie svāri ar atsvaru u. tml.)
Keplera likumi un kosmiskie ātrumi	Vēro simulāciju, kurā redzama planētu kustība pa orbītu, piemēram, [10] vai [11]. Sadarbojoties grupā, iepazīstas ar teksta materiālu par Keplera likumiem, piemēram, izmantojot materiālu [12], vai saskata un analizē likumsakarības starp Saules sistēmas objektu raksturlielumiem, izmantojot darba lapas [13]. Izmantojot simulāciju [14], izpēta, kā, zinot Keplera likumus, var izvēlēties labāko starta laiku ceļojumam uz Marsu. Strādājot ar Zemes mākslīgo pavadoņu (ZMP) datorsimulāciju, piemēram, [15] un [16], analizē pavadoņu kustības orbītas formu atkarībā no ZMP ātruma un orbītas rādiusa. Izmantojot gravitācijas likumu un otro Ņūtona likumu, izsaka pavadoņa ātrumu. Izmantojot kinētisko un potenciālo enerģiju, aprēķina otro kosmisko ātrumu. Izmantojot informācijas avotus par ZMP, piemēram, [17], analizē ZMP, piemēram, izmantojot [18]. Salīdzina planētu kustību ap Sauli un mākslīgo pavadoņu kustību ap Zemi.

Mācību līdzekļi

Mācību materiāli

Skola2030 mācību līdzeklis.

Darba piederumi

Saules sistēmas planētu, Saules un Mēness raksturlielumu tabula, dinamometrs, atsvars, cilindrs, trauks.

Citi ieteicamie resursi

- [1] Annette Lowe. *Two minute tide* (Paisums džērsijas salas piekrastē) [tiešsaiste, skatīts 2020. gada 6. maijā]. Pieejams: <https://www.youtube.com/watch?v=BAxrnTnKUiE>
- [2] Adrian Ward. *BB AND FLOW* (Paisums un bēgums) [tiešsaiste, skatīts 2020. gada 6. maijā]. Pieejams: <https://www.youtube.com/watch?v=6vSivWZUEvO>
- [3] *The Gravitational Fields Interactive* (Gravitācijas lauka simulācija) [tiešsaiste]. The Physics Classroom, 2020 [skatīts 2020. gada 6. maijā]. Pieejams: <https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Circular-and-Satellite-Motion/Gravitational-Fields/Gravitational-Fields-Interactive>
- [4] Rouinfar, A. *Gravity Force Lab: Basics* (Gravitācijas spēks) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 15. aprīlī] Pieejams: https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-force-lab-basics/latest/gravity-force-lab-basics_en.html
- [5] *Fizika. 10. klase. 4. temats. Gravitācija un kustība gravitācijas laukā* [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 5. maijā]. Pieejams: <https://www.siic.lu.lv/datadir/fizika/registretieskolotaji/108.pdf>
- [6] Puķītis, P., Cābelis, A. *Darba lapas fizikā 10. klasei* (4. laboratorijas darbs. Zemes masas noteikšana) [tiešsaiste]. Lielvārde: Lielvārds, 2007 [skatīts 2020. gada 6. maijā]. Pieejams: <https://app.soma.lv/book/pdf-reader/fizika-13a27193-9018-451d-a529-b29c7f5ad01b?w=zemes-masas-noteiksana>
- [7] *The Value of g* (Brīvās krišanas paātrinājuma vērtības) [tiešsaiste]. The Physics Classroom, 2020 [skatīts 2020. gada 6. maijā]. Pieejams: <https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Circular-and-Satellite-Motion/The-Value-of-g/The-Value-of-g-Interactive>
- [8] *Ķermeņu svārs. Fiztēmas. Spēki un mijiedarbība* [tiešsaiste]. Fizmix, AS Latvenergo [skatīts 2020. gada 6. maijā]. Pieejams: <https://www.fizmix.lv/fiztemas/speki-un-mijiedarbiba-6/fiztemas-kermenu-svars>
- [9] *Galileu afirmava* (Galileja eksperiments: ķermeņu brīvā krišana) [tiešsaiste]. Dr. Milton Moura – Ativismo quântico, BBC TWO, 2017 [skatīts 2020. gada 5. maijā]. Pieejams: <https://www.facebook.com/AtivismoQuantico/videos/1510654018949544/>
- [10] Lee, K. *Planetary Orbit Simulator* (Planētu orbītas) [tiešsaiste]. NAAP Astronomy Labs, The University of Nebraska-Lincoln [skatīts 2020. gada 5. maijā]. Pieejams: <https://astro.unl.edu/naap/pos/animations/kepler.html>
- [11] Dubson, M. *My Solar System* (Saules sistēma) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 5. maijā]. Pieejams: https://phet.colorado.edu/sims/my-solar-system/my-solar-system_en.html
- [12] Bruņeniece, A., Dudareva I. *Keplera likumi. Astronomijas jautājumi fizikas stundās* [tiešsaiste]. Lielvārde: Lielvārds, 2009 [skatīts 2020. gada 5. maijā]. Pieejams: <https://app.soma.lv/interaktive-materiali/interactive-material/fizika-7af7030c-03e4-40f9-9651-d878f36c4fe5> (Interaktīvie materiāli ir veidoti programmatūrā *Promethean ActivInspire*. Ja datorā nav šīs programmatūras, to var atrast support.prometheanworld.com.)
- [13] *Fizika. 10. klase. 4. temats. Gravitācija un kustība gravitācijas laukā* (Keplera likumi (Skolēna darba lapa F_10_DD_04_P02)) [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 5. maijā]. Pieejams: <https://www.siic.lu.lv/datadir/fizika/registretieskolotaji/108.pdf>
- [14] Philhour, B. *Journey to Mars* (Ceļojums uz Marsu) [tiešsaiste]. CK-12 Foundation, 2014 [skatīts 2020. gada 5. maijā]. Pieejams: <https://interactives.ck12.org/simulations/physics/journey-to-mars/app/index.html?screen=sandbox>
- [15] Philhour, B. *Space Station* (Nākotnes kosmisko staciju izveide) [tiešsaiste]. CK-12 Foundation, 2014 [skatīts 2020. gada 5. maijā]. Pieejams: <https://interactives.ck12.org/simulations/physics/journey-to-mars/app/index.html?screen=sandbox>
- [16] *Satellite Motion* (ZMP kustība) [tiešsaiste]. simbucket, 2014 [skatīts 2020. gada 5. maijā]. Pieejams: <https://interactives.ck12.org/simulations/physics/space-station/app/index.html?screen=sandbox&lang=en&referrer=ck12Launcher&backUrl=https://interactives.ck12.org/simulations/physics.html>
- [17] Broks, A. u. c. *ZEME UN DEBESIS. Elektroniskā grāmata* (1.2. Kosmiskie lidojumi. Mākslīgie pavadoņi) [tiešsaiste]. LU, FiziT009 [2020. gada 6. maijā]. Pieejams: <http://profizgl.lu.lv/mod/book/view.php?id=19055&chapterid=4084>
- [18] *Fizika. 10. klase. 4. temats. Gravitācija un kustība gravitācijas laukā* (Zemes mākslīgie pavadoņi (Kārtējās vērtēšanas darbs F_10_KD_04)) [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 5. maijā]. Pieejams: <https://www.siic.lu.lv/datadir/fizika/registretieskolotaji/108.pdf>

Metodiskais komentārs

Svara jēdziens	Apģūstot gravitācijas mijiedarbību, mācību procesā jāatgriežas pie svara jēdziena. Svars ir spēks, kas spiež uz atbalsta laukumu vai nostiepj piekari. Skolēniem bieži rodas neizpratne, kuru spēku lietot skaidrojumā vai zīmējumā, ja apskata ķermeni, kas atrodas uz Zemes, un, protams, uz šo ķermeni darbojas Zemes pievilkšanas spēks. Spēks kā ķermeņu mijiedarbības mērs vienmēr ir konkrēts. Trešais Ņūtona likums nosaka, ka spēku darbība vienmēr novērojama pa pāriem. Darbība izsauc pret darbību, kas vienmērīgas kustības un līdzsvara jeb miera gadījumā ir vienādas, bet pretēji vērstas. Līdzsvara gadījumā ķermeņiem uz horizontāla atbalsta gravitācijas laukā būtu jānorāda divi spēku pāri jeb četri spēki, kuru moduļi ir vienādi. Taču šajā situācijā aktīvais spēks ir tikai viens no tiem — ķermeņim pieliktais smaguma spēks. Tas izraisa reakcijas spēku, ko sauc par balsta reakcijas spēku. Spēku pāris, kas darbojas uz ķermeni, ir smaguma spēks un balsta reakcijas spēks, tos zīmējumā parasti attēlo, pieliktus ķermeņa masas centrā. Otrs spēku pāris ir saistīts ar atbalstu. Ķermenis spiež uz atbalstu, šo mijiedarbību sauc par svaru, kas ir reaktīvs spēks, tam pretī darbojas elastības spēks, kura cēlonis ir vielas daļiņveida uzbūve. Tātad otrs spēku pāris ir ķermeņa svars un elastības spēks. Šos spēkus attēlo, pieliktus virsmai, uz kuras atrodas ķermenis. Ja fizikālo situāciju analizē, lai noskaidrotu, kas notiks ar ķermeni, lieto ķermeņiem pielikto spēku pāri. Ja situāciju analizē no svara, bezsvara un atbalsta viedokļa, lieto atbalstam pielikto spēku pāri.
Keplera likumi	Lai runātu par Keplera likumiem, vispirms jāatkārto dabaszinību un ģeogrāfijas stundās apgūtie astronomijas jautājumi. Jāņem vērā, ka astronomijas elementu vidusskolas kursā ir tik, cik to ir fizikas programmā. Skolēniem svešs ir elipses jēdziens. Par tās uzbūvi (fokusiem, pusasīm un ekscentricitāti) jārunā atsevišķi. Keplera likumus ilustrē pārspīlēti saplacinātas elipses. Zemes orbītas ekscentricitāte $\epsilon = 0,0167$, un, uzzīmējot mērogā šādu elipsi, ar acīm to no riņķa līnijas atšķirt nevar.
Kosmiskie ātrumi	Ieteicams pirmā kosmiskā ātruma formulu izteikt no otrā Ņūtona likuma. Šis ir ļoti uzskatāms likuma izmantošanas piemērs. Tāpat ieteicams pārzināt norādīto sakarību starp pirmo un otro kosmisko ātrumu. Skolēni paši var pārbaudīt, vai šo sakarību var izmantot trešā kosmiskā ātruma noteikšanai. Runājot par kosmiskajiem lidojumiem, jāmin to tautsaimnieciskā, zinātniskā un militārā nozīme, kā arī to ietekme uz Visuma un dabas piesārņojumu.
Skolēnu frontālais darbs ar simulācijām	Skolēnu frontālu darbu ar fizikas simulācijām datorklasē var nodrošināt, izmantojot SIA "UNITREE" latviešu valodā adaptēto SIA "Fizikon" (2005) datorsimulāciju CD, kas paredzēta instalēšanai datoros.

1. Vektori un kustība	2. Vienmērīga kustība	3. Atoma un vielas uzbūve	4. Vienmērīgi paātrināta kustība	5. Mijiedarbība un spēks	6. Gravitācijas lauks un kustība	7. Enerģija un darbs	8. Mehāniskās svārstības un viļņi
9. Siltums un siltuma procesi	10. Elektriskais lauks	11. Līdzstrāva	12. Elektro-magnētisms	13. Elektro-magnētiskie viļņi	14. Apgaismojums un attēli	15. Atoms un Visums	

7. Enerģija un darbs

Ieteicamais laiks temata apguvei: 14 mācību stundas.

Temata apguves mērķis: noteikt jaudu un enerģijas zudumus, lai salīdzinātu reālu iekārtu lietderību un izprastu enerģijas nezūdamību dažādos procesos.

Sasniedzamie rezultāti

Ziņas	Prasmes
- Energija raksturo ķermeņa spēju veikt darbu. Veiktais darbs ir vienāds ar ķermeņa enerģijas izmaiņu. Ķermeņa pilnā mehāniskā enerģija noslēgtā sistēmā nemainās, notiek tikai kinētiskās un potenciālās enerģijas savstarpējās pārvērtības. (VSK.D.Li.4.) - Mehāniskais darbs ir vienāds ar spēka un pārvietojuma reizinājumu, ja spēks, kas ķermeni pārvieto, vērsts ķermeņa kustības virzienā. Ja spēks ar pārvietojumu veido leņķi, tad darba lielums ir atkarīgs no šī leņķa lieluma – jo lielāks leņķis, jo spēks dara mazāku darbu. Ja šis leņķis ir lielāks par 90°, tad spēks veic negatīvu darbu – tas nozīmē, ka spēks ķermeņa potenciālo vai kinētisko enerģiju samazina. Potenciālo enerģiju iespējams uzkrāt, gan ķermeni pārvietojot gravitācijas laukā, gan deformējot elastīgu ķermeni. (VSK.D.Li.4.) - Jauda raksturo darba veikšanas ātrumu. Jauda ir vienāda ar veikto darbu laika vienībā vai ar vilcējspēka un kustības ātruma reizinājumu, ja darbs tiek veikts, pārvietojot ķermeni. Ne visa jauda tiek izmantota lietderīgā darba veikšanai, tādēļ procesu raksturošanai izmanto lietderības koeficientu – mašīnas vai mehānisma lietderīgi izmantotā darba attiecību pret visu veikto darbu. (VSK.D.Li.4.)	- Veic analītiskus spriedumus par mehāniskiem procesiem, izmantojot raksturlielumus – “darbs”, “jauda”, “lietderības koeficients”. (D.O.4.4.1.) - Veic analītiskus spriedumus par pilnās mehāniskās enerģijas izmaiņu kustībā, tostarp par mehāniskās enerģijas zudumiem. (D.O.4.1.1.) - Secina par dažādu mehānismu jaudu atkarībā no mehānisma uzbūves un darbības apstākļiem. (D.O.4.4.1.)
Komplekss sasniedzamais rezultāts	Ieradumi
Risina mehānisku procesu problēmsituācijas, analizējot pilnās mehāniskās enerģijas izmaiņu un lietojot darba, jaudas un lietderības koeficienta jēdzienus. (D.O.4.1.1., D.O.4.4.1.)	Attīsta ieradumu darboties ilgtspējīgi un apkārtējai videi draudzīgi, aprēķina mehāniskās enerģijas zudumus dažādos procesos. (Tikums – atbildība, vērtība – daba)
Jēdzieni: darbs, enerģija, jauda, pilnā mehāniskā enerģija, potenciālā enerģija, kinētiskā enerģija, lietderības koeficients.	

Temata apguves norise

Mehāniskais darbs	Diskutē par jēdzienu “darbs” un “enerģija” lietošanu ikdienā un asociācijām, apkopo un analizē piemērus, pievēršot uzmanību jēdzienu sadzīviskajam un fizikālajam lietojumam. Atrod no minētajiem piemērus, kuros enerģija raksturo ķermeņa spēju veikt darbu un veiktais darbs ir vienāds ar enerģijas izmaiņu. Analizējot enerģijas un darba mērvienību $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m}$, secina, ka padarītais mehāniskais darbs ir vienāds ar spēka un veiktā ceļa vai pārvietojuma reizinājumu. Analizējot eksperimentu, kurā klucīti pārvieto pa galdu 1 m attālumā, pieliekot spēku dažādos leņķos, secina, ka veiktais darbs ir tikpat liels, bet spēks atšķiras, tādēļ, aprēķinot darbu, jāņem vērā arī leņķis starp pielikto spēku un pārvietojumu. Aprēķina spēka veikto darbu dažādās situācijās, attēlojot situāciju zīmējumā, nosakot spēka veidu, kas veic darbu.
Pilnā mehāniskā enerģija	Spriedumu ceļā, izmantojot to, ka veiktais mehāniskais darbs ir vienāds ar enerģijas izmaiņu un veiktais darbs ir atkarīgs no pieliktā spēka un pārvietojuma lieluma, iegūst potenciālās enerģijas formulu $E_p = mgh$, kur mg ir smaguma spēks. Analizējot dažādas situācijas, meklē atbildi uz jautājumu, kāds vēl spēks var nodrošināt potenciālās enerģijas uzkrāšanu. Secina, ka tas ir elastības spēks. Salīdzina gravitācijas un elastības potenciālās enerģijas formulas. Analizē situācijas, kurās mainās gan kinētiskā, gan gravitācijas un elastības potenciālā enerģija, piemēram, uz vertikāli novietotas atsperes tiek uzlikts objekts. Atsperi novelk uz leju un palaiž vaļā. Analizē sistēmas – atsperi un objekts – enerģiju izmaiņas, piemēram, izmantojot simulāciju [1]. Attīstot ieradumu darboties ilgtspējīgi un apkārtējai videi draudzīgi, veic mērījumus un aprēķinus, lai noteiktu objekta pilnās mehāniskās enerģijas izmaiņu un mehāniskās enerģijas zudumus dažādās situācijās, piemēram, klucīša slīdēšanai vai bumbiņas ripošanai pa slīpo plakni, vai dažādu objektu brīvajam kritienam no noteikta augstuma, plānojot to, kā tiks noteikts objekta kustības ātrums un augstums, kā arī nosakot mehāniskās enerģijas zudumu avotus – kādi spēki veic negatīvu darbu, lai šo enerģiju samazinātu. Skolotājs demonstrē divas darba veikšanas situācijas, katrā no gadījumiem mērot, cik liels spēks klucītim pielikts – klucītis tiek pacelts augstumā h un klucītis pa slīpo plakni tiek uzvilks augstumā h. Abos gadījumos aprēķina veikto darbu un secina: lai arī potenciālās enerģijas pieaugums abos gadījumos ir vienāds, veiktais darbs atšķiras, jo tikai daļa darba ir veikta lietderīgi. Izmantojot konkrētu skaitlisku piemēru, ievieš lietderības koeficientu.
Jauda	Salīdzinot dažādiem mērķiem domātu lieljaudas tehniku, piemēram, traktoru un automašīnu, secina, kādi fizikālie lielumi ietekmē jaudu (veiktais darbs, laiks, ātrums, spēks). Vairākas grupas klasē veic atšķirīgus pētījumus un prezentē rezultātus par kravas pacelšanas jaudu, izmantojot dažādas iekārtas, piemēram, kravas pacelšana, izmantojot dažādu smagumu atsvarus, vēja turbīnas ar atšķirīgu lāpstiņu skaitu, ūdens turbīnas.

Mācību līdzekļi

Mācību materiāli

Skola2030 mācību līdzeklis.

Darba piederumi

Klucītis, dinamometrs, dažādas atsperes, dažādas lodītes, dēlītis (renīte), atsvaru komplekti, nekustīgie trīši, auklas, vēja turbīnas ar dažādu lāpstiņu skaitu, Maksvela svārsti, mērlentes, slīpas plaknes, hronometri.

Citi ieteicamie resursi

[1] Loeblein, T. *Masses and Springs* (Atsperes svārsti) [tiešsaiste]. The Physics Classroom, 2020 [skatīts 2020. gada 6. maijā]. Pieejams: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/masses-and-springs>

Metodiskais komentārs

Kam un kāda potenciālā enerģija piemīt?	Atšķirībā no kinētiskās enerģijas par konkrētu potenciālo enerģiju var runāt tikai tad, ja zināms tikpat konkrēts spēks. Nepastāv vispārīga potenciālā enerģija, kurai varētu uzrakstīt vienu formulu. Potenciālo jeb stāvokļa enerģiju ķermenim iegūst tikai tad, ja tā stāvokli raksturo potenciāls un uz ķermeni darbojas potenciāls spēks. Potenciāla spēka pazīme ir tā, ka spēka darbs nav atkarīgs no trajektorijas veida, bet tikai no ceļa sākumpunkta un galapunkta. Mehānikā šādi potenciāli spēki ir divi – smaguma spēks $F = mg$ un elastības spēks $F = kx$. Atbilstoši virs zemes pacelta ķermeņa potenciālā enerģija ir $E_p = mgh$, un saspiestas atsperes potenciālā enerģija ir $E_p = kx^2/2$.
Vai spēks vienmēr veic mehānisku darbu?	Ir iespējamās situācijas, kurās spēks pielikts, bet ķermenis nekustas, līdz ar to spēks neveic darbu. Šo situāciju raksturo piemērs: cilvēks tur rokās smagu priekšmetu – enerģija tiek patērēta, spēks ir pielikts, bet pārvietojuma nav, tātad – darbs netiek veikts.
Kas ir noslēgta sistēma?	Pilnās mehāniskās enerģijas nezūdamības likums ir spēkā tikai noslēgtas sistēmas iekšienē. Jebkurai ķermeņu sistēmai var apvilkt robežu un pieņemt, ka apkārtējā vide uz šo sistēmu neiedarbojas. Noslēgtā sistēmā notiekošais rodas no ķermeņu mijiedarbības sistēmas iekšpusē.
Kas ir pozitīvs un kas – negatīvs darbs?	Formulējumu “pozitīvs darbs” vai “negatīvs darbs” ieteicams lietot tikai šī vārda matemātiskajā izpratnē. Darbs ir divu vektoru spēka un pārvietojuma skalārais reizinājums un patiešām var būt gan pozitīvs, gan negatīvs lielums. Ja spēka projekcija uz ķermeņa reālā pārvietojuma virzienu ir pozitīva, tad spēka darbs ir pozitīvs. Pretējā gadījumā spēka darbs ir negatīvs. Tā, piemēram, visi berzes vai pretestības spēku darbi ir negatīvi, jo šie spēki pēc definīcijas ir vērsti preti ķermeņa pārvietojuma virzienam.

1. Vektori un kustība	2. Vienmērīga kustība	3. Atoma un vielas uzbūve	4. Vienmērīgi paātrināta kustība	5. Mijiedarbība un spēks	6. Gravitācijas lauks un kustība	7. Enerģija un darbs	8. Mehāniskās svārstības un viļņi
9. Siltums un siltuma procesi	10. Elektriskais lauks	11. Līdzstrāva	12. Elektro-magnētisms	13. Elektro-magnētiskie viļņi	14. Apgaismojums un attēli	15. Atoms un Visums	

8. Mehāniskās svārstības un viļņi

Ieteicamais laiks temata apguvei: 12 mācību stundas.

Temata apguves mērķis: analītiski spriest par raksturlielumiem, kuri ietekmē svārstības un to izplatību viļņu veidā, lai skaidrotu to izmantošanu dabā un tehnikā.

Sasniedzamie rezultāti

Ziņas	Prasmes
• Harmoniskas jeb brīvas svārstības ir kustība, kuru izraisa vienīgi atgriežjspēks un kurā novirze no līdzsvara stāvokļa ir proporcionāla atgriežjspēkam. Atsperes svārsta harmonisko svārstību periods ir atkarīgs no atsperes stinguma koeficienta un atsvara masas, bet matemātiskā svārsta harmonisko svārstību periods ir atkarīgs no svārsta auklas garuma un brīvās krišanas paātrinājuma. (VSK.D.Li.3.) • Ārējā spēka uzturētas nerimstošas svārstības sauc par uzspiestām svārstībām. Svārstību rezonanse iestājas tad, kad periodiska uzspiedējspēka frekvence tuvojās vai sasniedz svārsta pašsvārstību frekvenci. (VSK.D.Li.3.) • Vilnis ir daudzu vides daļiņu vienlaicīgas un saskaņotas svārstības, kas izplatās vidē. Viļņa izplatīšanās ātrums vidē ir vienāds ar viļņa garuma un frekvences reizinājumu. Viļņu savstarpējo pārklāšanos sauc par viļņu interferenci, bet viļņu spēju apliekties ap šķēršļiem sauc par viļņu difrakciju. (VSK.D.Li.2.)	• Veic analītiskus spriedumus par dažādu raksturlielumu ietekmi uz matemātiskā svārsta un atsperes svārsta periodu un frekvenci. (D.O.3.1.2.) • Secina par svārstību amplitūdas atkarību no uzspiedējspēka frekvences. (D.O.3.1.2.) • Veic analītiskus spriedumus par viļņa ātruma, frekvences un viļņa garuma saistību. (D.O.2.1.2.) • Salīdzina viļņu īpašības: atstarošanas, laušanu, interferenci un difrakciju. (D.O.2.1.2.)
Komplekss sasniedzamais rezultāts	Ieradumi
• Skaidro ar piemēriem mehānisko viļņu īpašību (atstarošanās, laušana, interference, difrakcija) izmantošanu un ietekmi dabā un tehnikā, kvalitatīvi attēlojot viļņa izplatīšanos un aprakstot nosacījumus viļņu īpašību izpaušmei. (D.O.2.1.2.) • Risina problēmsituācijas, izmantojot mehāniskās svārstības un rezonansi. (D.O.3.1.2., D.O.3.2.1.)	Attīsta ieradumu rūpēties par savu veselību un drošību, izvērtējot rezonanses radītās negatīvās sekas. (Tikums – atbildība, vērtība – daba)
Jēdzieni: harmoniskas svārstības, periods, frekvence, amplitūda, atsperes svārsts, matemātiskais svārsts, rezonanse, interference, difrakcija, garenvilņi, šķērsvilņi.	

Temata apguves norise

Svārstības	Veido kopsavilkumu par svārstībām un viļņiem, norādot kopīgo un atšķirīgo. Izmantojot atsperes svārsta perioda aprēķina formulu, analizē dažādas situācijas, nosakot, kā un cik reižu mainās svārstību periods, ja maina dažādus atsperes svārsta raksturlielumus, vēro atbilstošus demonstrējumus. Strādājot grupās, pārbauda, vai eksperimenti apstiprina matemātiskā svārsta perioda formulu. Strādājot grupās, veic atšķirīgus uzdevumus: maina svārsta garumu, atsvara masu, novirzes leņķi un svārstību ilgumu. Kopīgi veic eksperimentu rezultātu analīzi un izvērtēšanu.
Rezonanse	Izmantojot datorsimulāciju, kurā iespējams mainīt atsperes svārsta uzspiedējspēka frekvenci, piemēram, [1], veic virtuālos eksperimentus, iegūst datus un izveido grafiku svārstību amplitūdas atkarībai no uzspiedējspēka frekvences. Secina par to, kas ir rezonanse un kad tā izpaužas. Skatās videomateriālus par ēku sabrukšanu zemestrīcēs un tehniskajiem risinājumiem ēku pasargāšanā, piemēram, [2], meklē atbildes uz jautājumiem – “kāpēc zemestrīcē var sabrukt zemākās, bet ne augstākās ēkas?”, “kādi ēkas parametri ietekmē šo ēku kustību zemestrīcē?”, “kā novērst ēku sabrukšanu zemestrīcēs?”. Analizē dažādas situācijas, nosakot, kāda ir rezonanses frekvence, kas izraisa uzspiedējspēku, kā iespējams panākt vai novērst rezonansi, vai šī ir vēlama vai nevēlama rezonanse.
Viļņi	Izmantojot garenviļņu un šķērsviļņu izplatšanās animācijas, piemēram, [3], skolēni salīdzina abu viļņu izplatšanos. Analītiski spriež un veic aprēķinus par dažādām situācijām, izmantojot sakarību starp viļņa ātrumu, frekvenci un viļņa garumu. Izmantojot dažāda veida informāciju, salīdzina viļņa īpašības – atstarošanas, laušanu, interferenci un difrakciju. Izmantojot Venna diagrammu, ilustrē katru atsevišķo īpašību, norādot piemērus un nosacījumus, lai šīs viļņu īpašības izpaustos.

Mācību līdzekļi

Mācību materiāli

Skola2030 mācību līdzeklis.

Darba piederumi

Divpusēja ierīce viļņu demonstrējumiem (garenviļņu un šķērsviļņu), atsperes ar dažādiem stinguma koeficientiem, atsvaru komplekti, lodītes ar atšķirīgu masu, auklas, statīvi, hronometri vai gaismas vārti, mērlentes, transportieri, lodītes ar vienādu masu, ierīce viļņu īpašības demonstrējumiem (viļņi ūdenī).

Citi ieteicamie resursi

- [1] Loeblein, T. *Resonance* (Rezonanse) [tiešsaiste]. PhetTM Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 29. aprīlī] Pieejams: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/resonance>
- [2] Vicki V. May. *Why do buildings fall in earthquakes?* (Kāpēc zemestrīcē sabrūk ēkas?) [tiešsaiste]. TED-Ed, 2015 [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://www.youtube.com/watch?v=H4VQul_SmCg
- [3] FuseSchool – Global Education. *Transverse & Longitudinal Waves* (Garenviļņi un šķērsviļņi) [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: <https://www.youtube.com/watch?v=0Anh9HthWgQ>

Metodiskais komentārs

Viļņu īpašību salīdzinājums	Ieteicams vienu mācību stundu veltīt viļņu īpašību – atstarošanās, laušanas, interferences un difrakcijas – padziļinātai izpētei. To var realizēt, zīmējot Venna diagrammu ar četriem apliem, kur katrs aplis apzīmē vienu īpašību. Šādā diagrammā samērā ātri var aizpildīt tos lauciņus, kuri atbilst atšķirīgajām īpašībām, vai arī tos, kuros apraksta kopīgo divām no šīm īpašībām, bet ir pamatīgi jānopūlas un par šīm īpašībām ir jābūt dziļai izpratnei, lai atrastu kopīgo katrām trim īpašībām.
Svārstību un viļņu grafiki	Skolēni bieži pieļauj kļūdas, nosakot raksturlielumus no svārstību vai viļņu grafikiem. Skolēnu uzmanība jāpievērš tam, ka, lai gan abi grafiki izskatās līdzīgi, jo ir sinusoīdas un uz vertikālās ass ir atlikta amplitūda, tomēr viļņu grafiks ir “skats telpā”, jo uz horizontālās ass ir atlikta koordināta un ir redzams katra viļņa punkta stāvoklis telpā vienā laika momentā, bet svārstību grafiks ir viena punkta novirzes no līdzsvara stāvokļa laikā, jo uz horizontālās ass ir atlikts laiks.
Viļņi kā svārstību avota enerģijas pārnēsēji	Fizikas kursā viļņus kā svārstības, kas izplatās noteiktā vidē, analizē aplūkojot konkrētus piemērus – viļņi auklā, viļņi elastīgā atsperē, viļņi uz ūdens virsmas. Skolēnu uzmanība jāpievērš tam, ka elastīgās vides noteiktam punktam piešķirtās svārstības tiek pārnestas uz vides blakuspunktiem, vides daļiņām nepārvietojoties kopā ar vilni. Daļiņas svārstās tikai ap savu līdzsvara stāvokli. Vilnis izplatoties noteiktā vidē, pārnēs svārstību avota enerģiju.

1. Vektori un kustība	2. Vienmērīga kustība	3. Atoma un vielas uzbūve	4. Vienmērīgi paātrināta kustība	5. Mijiedarbība un spēks	6. Gravitācijas lauks un kustība	7. Enerģija un darbs	8. Mehāniskās svārstības un viļņi
9. Siltums un siltuma procesi	10. Elektriskais lauks	11. Līdzstrāva	12. Elektro-magnētisms	13. Elektro-magnētiskie viļņi	14. Apgaismojums un attēli	15. Atoms un Visums	

9. Siltums un siltuma procesi

Ieteicamais laiks temata apguvei: 16 mācību stundas.

Temata apguves mērķis: skaidrot un analizēt siltumprocesus dabā un tehnikā no vielas uzbūves viedokļa un izmantojot siltuma bilances vienādojumu.

Sasniedzamie rezultāti

Ziņas	Prasmes
- Temperatūra ir molekulu vidējās kinētiskās enerģijas mērs, bet iekšējā enerģija ir vienāda ar molekulu vidējo kinētiskās un potenciālās enerģijas summu. Divatomu gāzes iekšējā enerģija ir lielāka nekā vienatomu gāzei, jo līdztekus trim brīvības pakāpēm, kuras ir vienatomu gāzes molekulām, divatomu gāzes molekulām rotācijas dēļ ir divas papildus brīvības pakāpes. (VSK.D.Li.4.) - Siltumenerģija, kas iegūstama no dažādiem kurināmajiem, atšķiras (raksturojošais lielums – īpatnējais sadegšanas siltums), jo atšķiras to vielas uzbūve. (VSK.D.Li.1., VSK.D.Li.4.) - Pirmais termodinamikas likums apraksta, ka noslēgtai sistēmai pievadītā siltumenerģija vai siltuma daudzums tiek tērēts šīs sistēmas iekšējās enerģijas izmaiņai un darba veikšanai. Kāda daļa enerģijas zūd, neatgriezeniski izkliedējoties vidē. Gāze var veikt darbu tikai tādā gadījumā, ja mainās tās tilpums. (VSK.D.Li.4.) - Ja ķermeņu temperatūras nav vienādas, tad starp ķermeņiem notiek siltumapmaiņa un viena ķermeņa atdotais siltuma daudzums ir vienāds ar otra ķermeņa saņemto siltuma daudzumu, un var uzrakstīt siltuma bilances vienādojumu $Q_{\text{atdotais}} = Q_{\text{saņemtais}}$ (VSK.D.Li.4.)	- Salīdzina gāzes iekšējo enerģiju ar gravitācijas laukā pacelta objekta potenciālo enerģiju, veicot analītiskus spriedumus. (D.O.4.2.1., D.O.4.3.3.) - Salīdzina no dažādiem avotiem iegūstamo siltuma daudzumu. (D.O.4.3.2.) - Veic analītiskus spriedumus par gāzes veikto darbu. (D.O.4.3.3.) - Veic analītiskus spriedumus, izmantojot pirmo termodinamikas likumu. (D.O.4.3.3.) - Veic analītiskus spriedumus par siltuma procesiem, sastādot un risinot siltuma bilances vienādojumus. (D.O.4.3.3.)
Komplekss sasniedzamais rezultāts	Ieradumi
- Skaidro atšķirības, kādas ir vienatomu un divatomu gāzes iekšējai enerģijai, un veic aprēķinus, lai salīdzinātu enerģiju mikropasaules un makropasaules objektiem. (D.O.4.2.1.) - Analizē fizikālus un siltuma procesus (degšana, sasilšana, atdzišana, kušana, sacietēšana, iztvaikošana, kondensēšanās), sastādot un risinot siltuma bilances vienādojumu un izmantojot pirmo termodinamikas likumu, kā arī aprakstot vielas daļiņu mijiedarbības un kustības rakstura maiņu, mainoties vielas agregātstāvoklim. (D.O.1.3.1., D.O.4.3.2., D.O.4.3.3.)	Attīsta ieradumu rūpēties par savu veselību un drošību, ievērojot drošības noteikumus eksperimentā ar ūdens sildīšanu. (Tikums – atbildība, vērtība – daba)
Jēdzieni: iekšējā enerģija, vienatomu un divatomu gāze, temperatūra, īpatnējais sadegšanas siltums, īpatnējā siltumietilpība, siltuma bilances vienādojums, gāzes molekulas brīvības pakāpes, īpatnējais kušanas siltums, siltuma daudzums.	

Temata apguves norise

Iekšējā enerģija	Izmantojot dažādus informācijas avotus, noskaidro, kāda saistība pastāv starp temperatūru un iekšējo enerģiju. Salīdzinot vienatomu un divatomu gāzes uzbūvi un molekulu brīvības pakāpes, skaidro atšķirības vienatomu un divatomu gāzes iekšējās enerģijas aprēķināšanā. Aprēķina, cik augstu varētu pacelt izvēlētu ķermeni, ja būtu iespēja izmantot visu klases gaisa iekšējo enerģiju. Diskutē par to, kas būtu jāņem vērā, ja vēlētos aprēķināt šķidrumu un cietu vielu iekšējo enerģiju. Noskaidro, kā atšķiras iekšējās enerģijas U un iekšējās enerģijas izmaiņas ΔU aprēķināšana.
Siltums	Noskaidro, ar ko atšķiras siltums no temperatūras un iekšējās enerģijas. Apkopo idejas par dažādiem veidiem, kā iegūt siltumu iekšējās enerģijas palielināšanai (piemēram, dedzinot kurināmo, berzējot). Izmantojot informāciju no fizikālo lielumu tabulām un uzrakstiem no iesaiņojuma, aprēķina, cik lielu siltuma daudzumu varēs iegūt no dažādiem avotiem, piemēram, no uzsildīta ķermeņa, to atdzesējot ($Q = c \cdot m \cdot \Delta t$), no noteiktas masas kurināmā, to sadedzinot ($Q = q \cdot m$), no akumulatora (izmantojot tā elektrisko ietilpību mAh vai Ah) un no ēdiena (uz iesaiņojuma rakstīts, cik enerģijas satur 100 g produkta).
Gāzes darbs	Izmantojot piemēru, kurā virzulis šļircē ar šķērsriezuma laukumu S nemainīgā spiedienā $p = F/S$ tiek pārvietots par attālumu s, no mehāniskā darba formulas $A = F \cdot s$ pārveidojumu ceļā iegūst formulu gāzes darba aprēķināšanai nemainīgā spiedienā $A = p \cdot \Delta V$. Noskaidro, ar ko atšķiras pozitīvs un negatīvs gāzes darbs un kā grafiski noteikt gāzes paveikto darbu, ja procesā spiediens mainās.
Pirmais termodinamikas likums	Noskaidro, ka iepriekš apskatītos lielumus ΔU, Q un A saista pirmais termodinamikas likums: $Q = \Delta U + A$. Analizē dažādas situācijas, izmantojot pirmo termodinamikas likumu, nosakot, kā mainās dažādi fizikālie lielumi, un attēlojot to izmaiņu grafiski. Apskata gadījumus ar piemēriem no sadzīves, kad kāds no procesu raksturojošajiem lielumiem ir vienāds ar nulli – iekšējās enerģijas izmaiņa, gāzes padarītais darbs vai pievadītais siltuma daudzums.
Agregātstāvokļa maiņa	Izmantojot siltuma procesa grafiku, kurā parādīta kādas vielas, piemēram, ūdens temperatūras maiņa atkarībā no pievadītā siltuma daudzuma, kurā viela pakāpeniski no cietā agregātstāvokļa (cietas vielas sildīšana) nonāk līdz gāzveida agregātstāvoklim (gāzveida vielas sildīšana), apkopo formulas, kuras nepieciešamas sildīšanas procesa aprakstam, un apraksta vielu veidojošo daļiņu uzvedību un savstarpējo mijiedarbību katrā no posmiem, sākot no tā, ka sildīšana pastiprina atomu svārstības cietā vielā un kušanas procesā tiek sarautas atomu saites, un beidzot ar to, ka, pievadot siltumu, palielinās gāzes daļiņu kustības ātrums, bet mijiedarbība starp gāzes molekulām ir niecīga. Izmantojot informāciju no fizikālo lielumu tabulām un siltuma procesa grafika, skaidro, kādēļ atšķiras kušanas un iztvaikošanas posmu garums un grafika slīpums posmos, kuros notiek agregātstāvokļa maiņa. Sastādot un risinot siltuma bilances vienādojumus, analizē dažādu vielu agregātstāvokļa, masas un temperatūras izmaiņas, iepriekš prognozējot rezultātu un tad salīdzinot ar iznākumu. Veic eksperimentu, izmantojot kādu kurināmo, piemēram, spirtu vai parafinu, lai uzsildītu ūdeni no istabas temperatūras līdz 60 °C, iepriekš prognozējot nepieciešamo kurināmā masu. Veic rezultātu analīzi un izvērtēšanu.

Mācību līdzekļi

Mācību materiāli

Skola2030 mācību līdzeklis.

Darba piederumi

Elektroniskie svāri, šķidrums vai ciets kurināmais, trauks ūdens/ledus sildīšanai, termometrs vai temperatūras sensors, trauks ar gaisu un gaisa balonu vai trauks ar ūdeni un korķi, iekšdedzes dzinēja modelis (vai kartupeļu lielgabals, vai zemas temperatūras Stirlinga motors).

Metodiskais komentārs

Temata saturs	Tematā īsā un koncentrētā veidā ir apkopotas termodinamikas un gāzu molekulāri kinētiskās teorijas svarīgākās atziņas, skolēniem apgūstot jēdzienus “temperatūra”, “siltums”, “darbs”, “gāzes molekulu spiediens” un “iekšējā enerģija”. Siltumprocesu apgūvē akcentēta siltumprocesu grafiku izmantošana un aprēķinu veikšana. Fizika I programmā nav iekļauti tādi līdz šim vidusskolas fizikas kursā aplūkoti jautājumi kā gāzu izoprocesi, siltuma dzinēji, gaisa mitrums. Līdz šim vidusskolas fizikas kursā ideālas gāzes modeli un gāzes stāvokļa vienādojumu mācīja vienoti kopā ar citiem termodinamikas jautājumiem kopējā blokā. Tā kā šie fizikas jautājumi cieši savijas ar ķīmijas kursā veidotajiem kvantitatīvajiem jēdzieniem, kuri saistīti ar atomārajiem priekšstatiem par vielu uzbūvi, tad tie pārvietoti uz 3. tematu “Atoma un vielas uzbūve”.
Temperatūras jēdziens	Temperatūra kā fizikāla lieluma definīcija termodinamikā nosaka, ka temperatūra ir vienīgais termodinamisku līdzsvaru noteicošais parametrs. Līdzsvara stāvokļa pazīme ir temperatūras nemainība jeb tad, kad temperatūra pārstāj mainīties, iestājas termodinamiskais līdzsvars.
Iekšējā enerģija un iekšējās enerģijas izmaiņa	Termodinamikā iekšējā enerģija U ir termodinamiskās sistēmas stāvokļa funkcija, kas katrā konkrētajā gadījumā atkarīga no sistēmu raksturojošiem parametriem, piemēram, no temperatūras. Tā ir kā rezervuārs U, kurā “līmeņa” izmaiņa ΔU (palielināšanās vai samazināšanās) izpaužas kā eksperimentāli konstatējams siltuma daudzums Q vai (un) sistēmai pielikto un pašas sistēmas izraisīto spēku veiktais darbs A.

1. Vektori un kustība	2. Vienmērīga kustība	3. Atoma un vielas uzbūve	4. Vienmērīgi paātrināta kustība	5. Mijiedarbība un spēks	6. Gravitācijas lauks un kustība	7. Enerģija un darbs	8. Mehāniskās svārstības un viļņi
9. Siltums un siltuma procesi	10. Elektriskais lauks	11. Līdzstrāva	12. Elektro-magnētisms	13. Elektro-magnētiskie viļņi	14. Apgaismojums un attēli	15. Atoms un Visums	

10. Elektriskais lauks

Ieteicamais laiks temata apguvei: 14 mācību stundas.

Temata apguves mērķis: aprakstot un skaidrojot elektriskā lauka izcelsmi, pilnveidot izpratni par dažādām elektrostatiskajām parādībām un drošību, ikdienā un tehnikā lietojamu ierīču darbības principu.

Sasniedzamie rezultāti

Ziņas	Prasmes
- Elektrisko parādību cēlonis ir atomu veidojošās daļiņas, kurām piemīt elektriskais lādiņš – protoni un elektroni. Protonu un elektronu elektriskais lādiņš ir vienāda lieluma, bet ar pretēju zīmi. Elektriskā lādiņa lielumu SI sistēmā mērā kulonos (C). Elektrona un protona lādiņš ir mazākais iespējamais lādiņš dabā brīvā veidā, un to sauc par elementārlādiņu. Noslēgtā sistēmā ķermeņu kopējā elektriskā lādiņa summa ir nemainīga. Saskaroties uzlādētiem elektriskajiem vadītājiem, lādiņu skaits izlīdzinās proporcionāli elektrisko vadītāju izmēriem. (VSK.D.Li.2., VSK.D.Li.3.) - Mijiedarbības spēks starp lādiņiem ir atkarīgs no katra atsevišķa lādiņa lieluma, attāluma starp lādiņiem un tās vides elektriskajām īpašībām, kurā atrodas lādiņi. To apraksta Kulona likums. (VSK.D.Li.3.) - Elektriskā lauka intensitāte raksturo elektrisko lauku, un tā ir vienāda ar elektrisko spēku, kas darbojas uz elektriskā laukā ievietotu pozitīvu, vienu vienību lielu punktveida elektrisko lādiņu. Elektriskā lauka intensitātes vektors ir vērsts pa intensitātes līnijas pieskari virzienā no pozitīvā lādiņa uz negatīvo. Vairāku elektriskā lauka avotu kopējā elektriskā lauka intensitāte ir atsevišķo lauka avotu elektrisko intensitāšu vektoru summa. (VSK.D.Li.2.) - Elektriskā vadītāja kapacitāte raksturo tā lādiņietilpību. Plakņu kondensatora kapacitāti ietekmē plātņu laukums, attālums starp plātnēm un materiāls, kas ievietots starp plātnēm. (VSK.D.Li.2.)	- Veic analītiskus spriedumus par elektrisko lādiņu pārdalīšanos starp dažādi uzlādētiem ķermeņiem. (D.O.3.2.1.) - Salīdzina gravitācijas likumu un Kulona likumu. (D.O.3.2.1.) - Veic analītiskus spriedumus, dažādās situācijās izmantojot Kulona likumu. (D.O.3.2.1.) - Salīdzina brīvās krišanas paātrinājuma un elektriskā lauka intensitātes definīcijas. (D.O.2.2.2.) - Secina par lielumiem, kuri ietekmē elektriskā lauka intensitāti ap punktveida lādiņu. (D.O.2.2.2.) - Salīdzina elektrisko lauku ap dažādiem elektriskā lauka avotiem. (D.O.2.2.2.) - Secina par lielumiem, kuri ietekmē plakņu kondensatora elektrisko kapacitāti. (D.O.2.2.2.) - Salīdzina plakņu kondensatora un galvaniskā elementa darbību. (D.O.2.2.2., D.O.3.2.1.)
Komplekss sasniedzamais rezultāts	Ieradumi
Skaidro ikdienā un tehnikā lietojamu ierīču darbības principu un elektrostātiskās parādības, izmantojot Kulona spēku un aprakstot elektriskā lauka intensitāti ap avotiem. (D.O.2.2.2., D.O.3.2.1.)	Attīsta ieradumu radīt jaunas un pilnveidot esošās zināšanas, secinot par elektriskā lauka intensitātes virzienu un lielumu ap punktveida lādiņiem. (Tikums – gudrība, vērtība – darba tikums)
Jēdzieni: elektrons, elektriskais lādiņš, protons, neitrons, elektrizācija, elektriskais lauks, elektriskā lauka intensitāte, kapacitāte, kondensators, galvaniskais elements.	

Temata apguves norise

Elektriskie lādiņi	Izmantojot informācijas avotus, skolēni apkopo informāciju par elektronu, protonu un neitronu: apzīmējumi, lādiņa zīme, lādiņa lielums, masa utt. Skolēni analizē lādiņu pārdalīšanos starp dažādiem uzlādētiem/neuzlādētiem objektiem, izmantojot zināšanas par lādiņiem un to mijiedarbību, kā arī to, kas ir brīvie lādiņnesēji ķermeņos. Skaidro dažādas elektrostātiskās parādības, piemēram, elektronisko grāmatu lasītāja (<i>Kindle</i>, <i>Pocketbook</i>, <i>InkBook</i>, <i>Denver</i> u. c.) darbības principu vai to, kāpēc krāsa uzklājas vienmērīgāk, ja metāla virsmu uzlādē ar pozitīvu lādiņu, bet krāsas daļiņas – ar negatīvu lādiņu. Izmantojot analogiju ar gravitācijas likumu, analizē kādi raksturlielumi ietekmē mijiedarbības spēka lielumu un virzienu starp lādiņiem. Meklē kopīgo un atšķirīgo gravitācijas likumā un Kulona likumā. Analizē dažādas situācijas, izmantojot Kulona likumu, lietojot datorsimulācijas, piemēram, [1].
Elektriskais lauks	Izmantojot analogiju ar brīvās krišanas paātrinājumu gravitācijas laukā, ievieš elektriskā lauka intensitātes jēdzienu – neatkarīgi no ķermeņa masas, kuru ievieto gravitācijas laukā, vienā un tajā pašā punktā brīvās krišanas paātrinājums visiem ķermeņiem būs vienāds; līdzīgi ir ar lādētu ķermeņu ievietošanu elektriskajā laukā – neatkarīgi no ķermeņa lādiņa lieluma, elektriskā lauka intensitāte, kas darbojas uz jebkuru lādiņu, ir viena un tā pati. Izmantojot datorsimulāciju, piemēram, [2], secina, kā punktveida elektriskā lādiņa lielums, zīme un attālums līdz tam ietekmē elektriskā lauka intensitātes virzienu un lielumu, tādējādi attīstot ieradumu radīt jaunas un pilnveidot esošās zināšanas. Apvienojot Kulona likumu un elektriskā lauka intensitātes definīciju, iegūst izteiksmi elektriskā lauka intensitātes aprēķināšanai ap punktveida lādiņu. Noskaidro, kā elektriskā lauka intensitātes līnijas ir saistītas ar elektriskā lauka intensitātes virzienu un lielumu. Analizē elektriskā lauka konfigurāciju ap diviem punktveida lādiņiem. Dažādos informācijas avotos atrod elektriskā lauka intensitātes līniju attēlojumu ap dažādām elektriski lādētām sistēmām (dažādi lādētiem punktveida lādiņiem, dažādi un vienādi lādētiem diviem punktveida lādiņiem, dažādi lādētām galīgām un bezgalīgām plāksnēm). Analizē Kulona spēka virziena un lieluma izmaiņas, ievietojot dažāda lieluma elektrisko lādiņu elektriskajā laukā, ko veido dažādas lādiņu sistēmas.
Kapacitāte un kondensatori	Noskaidro elektriskā kapacitātes jēdzienu, izmantojot analogiju ar to, cik cilvēku var sakāpt transportlīdzeklī, ilustrācijai izmantojot videomateriālu, piemēram, [3]. Salīdzina spēku, kāds nepieciešams, lai lādiņu pievienotu vienam elektriskajam vadītājam vai divu elektrisko vadītāju sistēmai, kas uzlādēti ar tikpat lielu elektrisko lādiņu. Skaidro, kādēļ plakņu kondensatoram, kas sastāv no divām pretēji lādētām plātnēm, ir lielāka lādiņietilpība nekā vienai plātnei. Izmantojot datorsimulāciju, piemēram, [4], secina, kā plakņu kondensatora kapacitāti ietekmē dažādi lielumi. Veido kopsavilkumu, lai salīdzinātu kondensatora un galvaniskā elementa darbību. Fizikas stundās aizpilda kopsavilkuma daļu par kondensatoru – darbības principu, fizikālos lielumus, kuri ietekmē uzkrātās enerģijas daudzumu, piemērus utt., bet ķīmijas stundās – daļu par galvanisko elementu.

Mācību līdzekļi

Mācību materiāli

Skola2030 mācību līdzeklis.

Darba piederumi

Elektrostātiskā mašīna, elektriskie pušķi, savienotājkvadi, gaisa kondensators ar papīra strēmelītēm, elektroskopi/elektrometri, metāla stieple ar rokturi, komplekti elektrostātikas demonstrējumiem ar eksperimentu aprakstiem.

Citi ieteicamie resursi

- [1] Olson, A. *Coulomb's Law* (Kulona likums) [tiešsaiste]. International GeoGebra Institute, 2020 [skatīts 2020. gada 20. janvārī]. Pieejams: <https://www.geogebra.org/m/UR4vbpzA>
- [2] Dubson, M. *Charges and Fields* (Lādiņi un lauki) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 20. janvārī]. Pieejams: https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_en.html
- [3] Piriczki, P. *How Many People Fit in Russian Sedan Car?* (Cik cilvēku var ietilpt automašīnā?) [tiešsaiste, skatīts 2020. gada 20. janvārī]. Pieejams: <https://www.youtube.com/watch?v=w52iddWTkhk>
- [4] Podolefsky, N. *Capacitor lab* (Kondensators) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 20. janvārī]. Pieejams: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/capacitor-lab>

Starppriekšmetu saikne

Ķīmija	Fizikas un ķīmijas stundās tiek kopīgi veidots kopsavilkums par kondensatora un galvaniskā elementa darbību.
---------------	--

Metodiskais komentārs

Jēdzieni "elektriskais lādiņš" un "lādiņnesējs"	Elektriskais lādiņš – tā ir daļiņas vai ķermeņa īpašība, par kuras pastāvēšanu liecina elektriskais pievilkšanās un atgrūšanās spēks jeb Kulona spēks. Sakot "elektriskais lādiņš", šo izteicienu identificē ar ķermeni vai daļiņu, kam šī īpašība piemīt, jeb lādiņnesēju – elektronu, protonu, vadītāju un tml.
Eksperimentālā darbība	Par ķermeņu elektrizāciju, lādētu ķermeņu mijiedarbību un elektriskā lādiņa nezūdamību ir iespējams veikt daudzus labi uzskatāmus eksperimentus, izmantojot, piemēram elektriskos pušķus, elektrostatisko mašīnu, elektroskopus. Elektrizācija berzes ceļā izdodas tikai tad, ja klasē ir zems gaisa mitrums; pieaugot gaisa mitrumam, eksperimenti ne vienmēr dod vēlamo rezultātu. Šādos gadījumos ieteicams demonstrēt mācību videomateriālus vai virtuālos demonstrējumus.
Analoģija starp gravitācijas lauku un elektrostatisko lauku	Kā paskaidrot, kas ir elektriskais lauks? Elektriskais lauks ir otrs fizikālais lauks, ar ko sastopas fizikas kursā. Taču ar gravitācijas lauku nekādas metodiskas problēmas nerodas, jo paši tajā dzīvojam un tā izpausmes ikdienā sajūtam. Turklāt to var izdarīt bez tādiem jebkura lauka skaidrojumiem neizbēgamiem jēdzieniem kā lauka intensitāte un lauka potenciāls. Elektromagnētismā šos jēdzienus vairs apiet nevar, elektriskais lauks nav tik uzskatāms un tā skaidrojums no klausītāja prasa augstāku abstrahēšanās spēju. Lai izveidotu elektriskā un jebkura cita fizikālā lauka "portretu", ir jānorāda tās pazīmes, kuras raksturīgas tikai un vienīgi šim laukam. Kuras tad ir tās pazīmes, kuras jānorāda elektriskā un magnētiskā lauka atpazīšanai? Elektrodinamikā ir divas šādas pazīmes: spēks un enerģija. Proti, abi lauki izraisa konkrētus spēkus, kuri darbojas uz lādiņnesējiem, un abi lauki akumulē enerģiju tajā telpā, ko tie ieņem. Elektriskā lauka spēks, saukts par Kulona spēku, darbojas uz jebkuru ķermeni vai daļiņu, kurai ir elektriskais lādiņš. Tīrā veidā šis spēks $\vec{F} = q\vec{E}$ izpaužas darbībā uz punktveida lādiņu q. Ja tāds spēks ir, tad ir arī elektriskais lauks. No šejienes arī definē vienīgo elektrisko lauku raksturojošo lielumu – elektriskā lauka intensitāti $\vec{E}$. Tātad gravitācijas lauku neatkarīgi no tajā ievietotā ķermeņa masas raksturo brīvās krišanas paātrinājums, bet elektrisko lauku neatkarīgi no tajā ievietotā elektriskā lādiņa lieluma raksturo elektriskā lauka intensitāte.

1. Vektori un kustība	2. Vienmērīga kustība	3. Atoma un vielas uzbūve	4. Vienmērīgi paātrināta kustība	5. Mijiedarbība un spēks	6. Gravitācijas lauks un kustība	7. Enerģija un darbs	8. Mehāniskās svārstības un viļņi
9. Siltums un siltuma procesi	10. Elektriskais lauks	11. Līdzstrāva	12. Elektro-magnētisms	13. Elektro-magnētiskie viļņi	14. Apgaismojums un attēli	15. Atoms un Visums	

11. Līdzstrāva

Ieteicamais laiks temata apguvei: 22 mācību stundas.

Temata apguves mērķis: analizējot dažādus strāvas avotu un patērētāju slēgumus un to izmantošanu, pilnveidot efektīvu un drošu elektroenerģijas lietošanas prasmi.

Sasniedzamie rezultāti

Ziņas	Prasmes
- Elektriskā strāva ir lādiņnesēju orientēta plūsma. Strāvas stiprums ir elektriskais lādiņš, kas vienā laika vienībā izplūst caur vadītāja šķēsgriezuma laukumu. Elektriskā strāva var plūst tikai tad, ja eksistē pietiekami daudz brīvo lādiņnesēju un vadītājā pastāv elektriskais lauks, kuru rada elektroenerģijas avots. Vadītājā plūst līdzstrāva, ja strāvas stiprums ir nemainīgs. (VSK.D.Li.4.) - Elektroenerģijas avota atbilstību izvēlētajam patērētājam nosaka tā elektrodzinējspēks un iekšējā pretestība. Elektrodzinējspēks ir vienāds ar to maksimāli sasniedzamo spriegumu, kuru iespējams iegūt no elektroenerģijas avota, lai darbinātu ārējā ķēdē ieslēgtus elektroenerģijas patērētājus. (VSK.D.Li.4.) - Līdzstrāvas ķēdes posmā strāvas stiprums ir proporcionāls spriegumam, šo sakarību sauc par Oma likumu līdzstrāvas ķēdes posmam. Strāvas stiprumu mēra ar ampērmetru, kuru ķēdē ieslēdz virknē ar vadītāju, spriegumu mēra ar voltmetru, kuru slēdz paralēli patērētājam. (VSK.D.Li.4.) - Jebkuru jauktu slēgumu var analizēt, sadalot to virknes un paralēlajos slēgumos un lietojot attiecīgo elektrisko slēgumu īpašības. (VSK.D.Li.4.) - Strāvas stiprums elektriskajā ķēdē ir atkarīgs no elektroenerģijas avota elektrodzinējspēka, ārējā ķēdē pieslēgto patērētāju kopējās pretestības un elektroenerģijas avota iekšējās pretestības. To nosaka Oma likums noslēgtai līdzstrāvas ķēdei. Ja palielina elektroenerģijas avotam pieslēgto patērētāju skaitu, spriegums elektroenerģijas avotā samazinās, jo tajā palielinās strāvas stiprums. Saslēdzot elektroenerģijas avotus virknē, summējas to elektrodzinējspēki un iekšējās pretestības, bet, saslēdzot tos paralēli, elektrodzinējspēks nemainās, bet samazinās iekšējā pretestība, tādā veidā nodrošinot lielāku maksimālo strāvas stiprumu ķēdē. (VSK.D.Li.4.) - Metāliem piemīt elektronu vadītspēja, strāvu metālos rada brīvo elektronu plūsma, metālu īpatnējā elektriskā pretestība ir atkarīga no temperatūras. Šķidrumi kļūst par elektrības vadītājiem, ja tajos ir brīvi lādiņnesēji – joni. Gāzes kļūst par elektrības vadītājiem, ja to neitrālās molekulas jonizatora ietekmē sadalās brīvajos lādiņnesējos – elektronos un pozitīvajos jonos. Gāzēs pastāv gan elektronu, gan jonu vadītspēja. Elektrisko strāvu vakuumā rada tajā emitēto brīvo lādiņnesēju plūsma. (VSK.D.Li.1.)	- Mēra strāvas stiprumu, spriegumu un pretestību. (D.O.4.3.1.) - Eksperimentāli nosaka patērētāja elektrisko jaudu. (D.O.4.3.1.) - Salīdzina patērētāja jaudu, izmantojot dažādus patērētājus un elektroenerģijas avotus. (D.O.4.3.1.) - Veic analītiskus spriedumus par darbu, jaudu un lietderības koeficientu mehāniskos, siltuma un elektriskos procesos. (D.O.4.4.1.) - Nosaka absolūto kļūdu neregulāri mainīga fizikālā lieluma gadījumā. (D.O.11.7.2.1.) - Veic analītiskus spriedumus par jauktajiem slēgumiem, izmantojot elektrisko slēgumu īpašības. (D.O.4.3.1.) - Nosaka mērījuma absolūto kļūdu, izmantojot mērinstrumenta specifikāciju. (D.O.11.7.2.2.) - Pamato mērinstrumentu un izvēlēto mērīšanas režīma izvēli. (D.O.11.7.2.1.; D.O.11.7.2.3.) - Izveido jauktu elektrisko slēgumu pēc dotas elektriskā slēguma shēmas. (D.O.12.3.1.) - Veic analītiskus spriedumus par elektrisko slēgumu, izmantojot Oma likumu noslēgtai līdzstrāvas ķēdei. (D.O.4.3.1.) - Secina par dažādu elektroenerģijas avotu slēgumu ietekmi uz kopējo elektrodzinējspēku un iekšējo pretestību. (D.O.4.3.1.) - Salīdzina elektrisko strāvu (lādiņnesēji, vadītspējas mehānisms, no kā atkarīga vadītspēja, lietojums) dažādās vidēs (metālos, šķidrumos, gāzēs, vakuumā). (D.O.1.5.2.)

Komplekss sasniedzamais rezultāts	Ierādumi
- Analizē noslēgtu līdzstrāvas elektrisko ķēdi ar dažādiem patērētāju un elektroenerģijas avotu slēgumiem, izvērtējot patērētāju atbilstību izvēlētajam enerģijas avotam un slēgumam. (D.O.4.3.1.) - Veic pētījumu par elektriskajiem, mehāniskajiem un siltuma procesiem, izvēloties atbilstošus mērinstrumentus un izvērtējot to ietekmi uz mērījumu precizitāti. (D.O.4.4.1., D.O.11.7.2.1., D.O.11.7.2.2., D.O.11.7.2.3., D.O.12.3.1.)	Attīsta ierādumu radīt un attīstīt jaunas zināšanas, secinot par EDS un iekšējās pretestības izmaiņām dažādos elektroenerģijas avotu slēgumos. (Tikums – gudrība, vērtība – darba tikums)
Jēdzieni: strāvas stiprums, spriegums, pretestība, elektriskā ķēde, virknes slēgums, paralēlslēgums, elektrodzinējspēks, iekšējā pretestība, rezistors, jauktais slēgums, galvaniskais elements.	

Temata apguves norise

Līdzstrāvas raksturlielumi. Elektriskās strāvas darbs, jauda un lietderības koeficients	Pārrunā un veido domu karti par to, kādi fizikāli lielumi raksturo līdzstrāvu un elektrisko ķēdi, ko skolēni atceras no pamatskolas kursa par šiem lielumiem un to savstarpējo saistību. Definē elektriskās strāvas jēdzienu. Veido elektriskos slēgumus, izmantojot dažādus elektroenerģijas avotus un dažādas spuldzes, mēra strāvas stiprumu un spriegumu ķēdē. Aprēķina spuldzes elektrisko jaudu un salīdzina to ar citu pieejamo elektroenerģijas avotu jaudu, kā arī ar norādīto jaudu uz spuldzes. Analizē eksperimentā iegūtos rezultātus. Veic kopīgu eksperimentu, kurā vismaz divos dažādos veidos (piemēram, uz plītiņas, ar spirāli, elektriskajā tējkannā) tiek sildīts vienāds ūdens daudzums, mērot elektrisko jaudu un ūdens temperatūras izmaiņu laikā. Aprēķina siltuma daudzumu, kāds bija nepieciešams ūdens uzsildīšanai, patērēto elektroenerģiju un sildīšanas lietderības koeficientu. Analizē dažādas situācijas, kurās ar elektrību tiek veikts mehāniskais darbs un sildīšana, aprēķina paveikto darbu, jaudu un lietderības koeficientu. Vēro demonstrējumu, kurā mēra strāvas stiprumu un spriegumu gadījumos, kad tie neregulāri mainās, piemēram, darbinot elektromotoru ar galvanisko elementu un spriegumu mērot ar sensoru. Diskutē par to, kā šādā gadījumā nosaka mērījuma rezultātu un kā novērtē mērījuma absolūto kļūdu. Analizē dažādas situācijas ar neregulāri mainīgiem fizikālajiem lielumiem, nosakot mērījuma rezultātu un novērtējot absolūto kļūdu.
Jauktie slēgumi	Apskata jaukto slēgumu piemērus un pārrunā, kā, izmantojot zināšanas par virknes un paralēlo slēgumu, iespējams noteikt strāvas stiprumu un spriegumu dažādos elektriskās ķēdes posmos. Izmantojot elektrisko ķēžu slēgšanas datorsimulāciju, piemēram, [1], pārbauda iegūtos rezultātus. Analizē dažādas situācijas, kurās jāizvēlas mērinstrumenti un mērīšanas režīms, novērtējot mērīšanas kļūdu, tostarp meklējot informāciju digitālā mērinstrumenta vai sensora specifikācijā. Izmantojot elektriskās shēmas, slēdz dažādus jauktus elektriskos slēgumus, mērot strāvas stiprumu un spriegumu dažādos ķēdes posmos, izvēloties mērinstrumentus no piedāvātajiem un pamatojot mērinstrumenta un mērīšanas režīma izvēli.

Oma likums noslēgtai līdzstrāvas ķēdei	Diskutē par to, kāds spriegums ir norādīts uz elektroenerģijas avota. Vēro demonstrējumu, kurā elektroenerģijas avotam pakāpeniski pievieno patērētājus, novērojot sprieguma samazinājumu starp elektroenerģijas avota spailēm. Secina, ka uz elektroenerģijas avota norādītā sprieguma vērtība ir aptuveni vienāda ar spriegumu starp spailēm, kad nav pieslēgts neviens patērētājs. Ievieš elektrodzinējspēka (EDS) jēdzienu. Iepriekš minētajam demonstrējumam pievieno arī ampērmēru un atkārtoti demonstrējumu, vērojot, kā, pakāpeniski pievienojot patērētājus, kopējais strāvas stiprums ķēdē palielinās. Pārrunā, līdz kādai vērtībai strāvas stiprums varētu palielināties, kā iegūt pēc iespējas lielāku strāvas stiprumu, kas notiek ar strāvas avotu tad, kad ķēdē plūst maksimāli stipra strāva. Izmantojot galvaniskā elementa darbības attēlojumu, piemēram, [2], un faktu, ka galvaniskais elements darbības laikā uzsilst – it sevišķi tad, kad ķēdē plūst stipra strāva –, secina, ka arī pašā galvaniskajā elementā plūst strāva un tam piemīt pretestība, ko nosauc par iekšējo pretestību. Noskaidro Oma likuma noslēgtai līdzstrāvas ķēdei sakarību. Izmantojot elektrisko ķēžu slēgšanas datorsimulāciju, piemēram, [1], saslēdz elektrisko ķēdi ar zināmas iekšējās pretestības galvanisko elementu, iegūst sprieguma un strāvas stipruma vērtības, mainot ārējās ķēdes elektrisko pretestību. Attēlo grafiski sprieguma atkarību no strāvas stipruma un, analizējot grafiku, nosaka EDS un iekšējās pretestības vērtības. Salīdzina iegūtos rezultātus ar vērtībām, kas iestatītas datorsimulācijā. Analizē dažādas reālas situācijas, izmantojot Oma likumu noslēgtai līdzstrāvas ķēdei. Salīdzina dažādu strāvas avotu iekšējās pretestības.
Strāvas avotu slēgumi	Izmantojot divus AA tipa galvaniskos elementus, divus rezistorus ar lielu elektriskās pretestības atšķirību, ampērmēru un voltmetru, veic mērījumus un analizē, izmantojot Oma likumu noslēgtai līdzstrāvas ķēdei, EDS un iekšējo pretestību vienai AA tipa galvaniskajam elementam un divu galvanisko elementu slēgumam (virknes un paralēlajam), tādējādi attīstot ieradumu radīt jaunas un pilnveidot esošās zināšanas. Analizē dažādas situācijas ar atšķirīgiem elektroenerģijas avotu un patērētāju slēgumiem, skaidrojot patērētājam izvēlēto elektroenerģijas avotu vai to slēgumu.
Strāva dažādās vidēs	Izmantojot sagatavotu informatīvo materiālu un strādājot grupās (piemēram, izmantojot “staciju” metodi), veido kopsavilkumu par elektrisko strāvu dažādās vidēs, ietverot šādus parametrus: lādiņnesēji, vadītspējas mehānisms, no kā atkarīga vadītspēja, lietojums.

Mācību līdzekļi

Mācību materiāli

Skola2030 mācību līdzeklis.

Darba piederumi

Dažādas spuldzes ar norādītu spriegumu un jaudu, AA tipa un citi galvaniskie elementi, dažādi galvaniskie elementi (akumulatori) ar turētājiem, savienotājsvadi, slēdži, ampērmēri,

voltmetri, multimetri, jaudas mērītājs, plītiņa ar spirāli, elektriskā tējkanna, trauks ūdens sildīšanai, termometri vai temperatūras sensori, elektromotors ar galvanisko elementu, sensori strāvas stipruma un sprieguma mērīšanai, dažādas pretestības rezistori, trauks ar ūdeni, vārāmais sāls, pusvadītāju termistors, fotorezistors, komplekti elektrisko ķēžu demonstrējumiem ar eksperimentu aprakstiem, komplekti elektrodinamikas eksperimentiem uz kontaktplates ar eksperimentu aprakstiem.

Citi ieteicamie resursi

- [1] Rouinfar, A. et al. *Circuit Construction Kit: DC* (Līdzstrāvas ķēdes) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 8. maijā]. Pieejams: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/circuit-construction-kit-dc>
- [2] Reid, S. et al. *Battery-Resistor Circuit* (Baterijas un rezistora slēgums) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 8. maijā]. Pieejams: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/battery-resistor-circuit>

Metodiskais komentārs

Elektrotehnikas pamatvienādojumi	Elektrotehnikas pamats ir Kirhofa likumi, kurus fizikas kursā neaplūko. Pirmais Kirhofa likums būtībā ir elektriskā lādiņa nezūdamības likuma pieraksts strāvas sazarojumam. Tā kā strāvas kontūra sazarojuma punktus elektriskais lādiņš uzkrāties nevar, tad mezglā ieplūstošo strāvu summai jābūt vienāda ar izplūstošo strāvu summu. Tāpēc šo likumu dēvē arī par Kirhofa strāvu likumu. Otrais Kirhofa likums attiecas uz sazarotām ķēdēm un būtībā ir Oma likuma noslēgtai līdzstrāvas elektriskai ķēdei vispārinājums: sazarotas ķēdes katrā noslēgtajā kontūrā visu elektrodzinējspēku summa ir vienāda ar visu sprieguma kritumu summu. Tādējādi iegūst vairāku vienādojumu sistēmu, no kuras var izrisināt ķēdes zaros plūstošās nezināmās strāvas vai nezināmos spriegumus. Abi Kirhofa likumi ir sazarotu elektrisko ķēžu aprēķinu matemātiskais pamats. Ar šiem likumiem lietderīgi iepazīstināt tos skolēnus, kuri plāno studēt elektrotehniku vai enerģētiku.
Eksperimentālā darbība	Ja skolas laboratorijā nav pieejami norādītie mērinstrumenti, tad skolēnu aktivitātēs var izmantot mērinstrumentu attēlus un specifikāciju (tehniskās pasēs).
Oma likums noslēgtai līdzstrāvas ķēdei	Analizējot strāvas stipruma un sprieguma maiņu Oma likuma noslēgtai līdzstrāvas ķēdei gadījumā, jāakcentē, ka šis ir labs piemērs tam, kā ekstrapolējot var iegūt informāciju par gadījumiem, kurus praktiski nevar realizēt, piemēram, tad, ja ārējā pretestība ir nulle vai bezgalīgi liela.

1. Vektori un kustība	2. Vienmērīga kustība	3. Atoma un vielas uzbūve	4. Vienmērīgi paātrināta kustība	5. Mijiedarbība un spēks	6. Gravitācijas lauks un kustība	7. Enerģija un darbs	8. Mehāniskās svārstības un viļņi
9. Siltums un siltuma procesi	10. Elektriskais lauks	11. Līdzstrāva	12. Elektro-magnētisms	13. Elektro-magnētiskie viļņi	14. Apgaismojums un attēli	15. Atoms un Visums	

12. Elektromagnētisms

Ieteicamais laiks temata apguvei: 14 mācību stundas.

Temata apguves mērķis: aprakstot magnētisko lauku un tā mijiedarbību ar ķermeņiem, pilnveidot izpratni par dažādām elektromagnētiskajām parādībām un drošību, ikdienā un tehnikā lietojamu ierīču darbības principu.

Sasniedzamie rezultāti

Ziņas	Prasmes
• Ap magnētu un strāvas vadu pastāv magnētiskais lauks, ko attēlo ar magnētiskā lauka indukcijas līnijām. Magnētiskā lauka indukcijas vektors ir vērsts pa indukcijas līniju pieskari. (VSK.D.Li.2.) • Strāvu magnētiskās mijiedarbības spēku sauc par Ampēra spēku. Uz lādētu daļiņu magnētiskajā laukā darbojas Lorenca spēks, kura lielums ir proporcionāls lādiņa lielumam, magnētiskā lauka indukcijai un lādiņa kustības ātrumam. (VSK.D.Li.3.) • Elektromagnētiskā indukcija ir parādība, kad noslēgtā vadītāja kontūrā, ko caurtver laikā mainīga magnētiskā plūsma, rodas elektrodzinējspēks. Elektromagnētiskās indukcijas likums nosaka, ka indukcijas elektrodzinējspēks ir vienliels ar strāvas kontūru caurtverošās magnētiskās plūsmas izmaiņas ātrumu. (VSK.D.Li.4.) • Vietas klātbūtnē izmaina ārējā magnētiskā lauka indukciju. To, cik lielā mērā tas notiek, raksturo vielas relatīvā magnētiskā caurlaidība μ. Feromagnētiķi ir vielas, kurām relatīvā magnētiskā caurlaidība $\mu \gg 1$, un tās ārējo magnētisko lauku daudzkārt pastiprina. (VSK.D.Li.3.) • Maiņstrāvas virziens un lielums periodiski mainās. Maiņstrāvas galvenie raksturlielumi ir elektrodzinējspēks, strāvas stipruma un sprieguma momentānās vērtības. Lai raksturotu maiņstrāvas enerģētisko darbību, izmanto efektīvās vērtības. (VSK.D.Li.4.) • Transformators pārveido maiņspriegumu, nemainot maiņstrāvas frekvenci. Transformatora darbības pamatā ir elektromagnētiskās indukcijas parādība. Plūstot strāvai primārajā tinumā, sekundārajā tinumā inducējas maiņspriegums, kura lielums ir atkarīgs no primārā tinuma un sekundārā tinuma vijumu skaitu attiecības. (VSK.D.Li.4.)	• Attēlo magnētisko lauku dažādās situācijās, izmantojot magnētiskā lauka līnijas un indukcijas vektorus. (D.O.3.2.1.) • Veic analītiskus spriedumus par lādētas daļiņas kustības raksturlielumiem magnētiskajā laukā. (D.O.3.1.1., D.O.6.3.1.) • Veic analītiskus spriedumus par elektromagnētiskās indukcijas parādību. (D.O.4.3.4.) • Salīdzina dažādu materiālu ietekmi uz magnētisko lauku un to izmantošanu. (D.O.3.2.1.) • Veic analītiskus spriedumus par maiņstrāvas raksturlielumiem. (D.O.4.3.4.) • Apraksta elektroenerģijas pārvades posmus. (D.O.4.3.4.) • Pamato maiņstrāvas izmantošanu elektroenerģijas pārvadē. (D.O.4.3.4.) • Salīdzina maiņstrāvas un līdzstrāvas izmantošanu sadzīvē un tehnikā. (D.O.4.3.4.) • Izvērtē riskus darbā ar elektroierīcēm. (D.O.4.3.4.)
Komplekss sasniedzamais rezultāts	Ieradumi
• Salīdzina un analizē lādētu daļiņu kustību gravitācijas, elektriskajā un magnētiskajā laukā, tostarp Zemes magnētiskajā laukā. (D.O.3.1.1., D.O.6.3.1.) • Skaidro ikdienā un tehnikā lietojamu ierīču darbības principu, izmantojot spēkus (smaguma, berzes, elastības, Arhimēda, balsta reakcijas, Kulona, Ampēra, Lorenca) un fizikālus lielumus, kuri šos spēkus ietekmē. (D.O.3.2.1.) • Skaidro elektroenerģijas (maiņstrāvas) iegūšanas procesu un analizē tās izmantošanu elektronikā un enerģijas pārvadē. (D.O.4.3.4.)	Attīsta ieradumu darboties ilgtspējīgi un apkārtējai videi draudzīgi, pamatojot maiņstrāvas izmantošanu elektroenerģijas pārvadē. (Tikums – atbildība, vērtība – daba)
Jēdzieni: magnētiskā plūsma, kontūrs, magnētiskā lauka indukcija, transformators, sprieguma momentānā vērtība, efektīvais spriegums, aktīvā pretestība, Ampēra spēks, Lorenca spēks, feromagnētiķi, relatīvā dielektriskā caurlaidība, primārais tinums, sekundārais tinums.	

Temata apguves norise

Ampēra un Lorenca spēks	Aktualizē esošo pieredzi par magnētiem, to mijiedarbību un mijiedarbības attēlošanu ar magnētiskā lauka līnijām. Noskaidro, ka magnētisko lauku raksturo magnētiskā lauka indukcijas vektors un kā tas ir saistīts ar magnētiskā lauka līnijām. Raksturo magnētisko lauku ap dažādiem patstāvīgajiem magnētiem un elektromagnētiem, kā arī ap vadu, pa kuru plūst strāva, izmantojot magnētiskā lauka līnijas un indukcijas vektorus. Noskaidro, kas ir Apmēra spēks. Vēro demonstrējumu, kurā redzams, ka Ampēra spēks ir atkarīgs no strāvas stipruma vadā, magnētiskā lauka indukcijas un vada garuma. Analizē, kā Ampēra spēks darbojas uz taisnstūrveida strāvas rāmīti, kas griežas magnētiskajā laukā, lai skaidrotu elektromotoru darbību un to, kādēļ elektromotoros ir daudz tinumu. Skaidro reālus piemērus, kuros darbojas Ampēra spēks, piemēram, skaļruņu un elektrisko mērierīču darbības principu. Noskaidro, ka magnētiskais lauks strāvas vadā darbojas uz katru lādiņu, kas šajā vadā kustas, ar spēku, ko sauc par Lorenca spēku, bet Ampēra spēks ir šo spēku summa. Izmantojot Ampēra spēka aprēķināšanas izteiksmi, strāvas stipruma definīciju un vidējā ātruma formulu, iegūst Lorenca spēka aprēķināšanas izteiksmi. Apgūst kādu no metodēm Lorenca spēka virziena noteikšanai. Analizē lādētās daļiņas kustību magnētiskajā laukā, nosakot, no kādiem lielumiem ir atkarīgs daļiņas trajektorijas rādiuss. Skaidro lādētu daļiņu kustību Zemes magnētiskajā laukā un polārblāzmu veidošanos. Skaidro dažādus piemērus, kur tehnoloģijās izmanto Lorenca spēku, piemēram, Holla sensora un masspektrometra darbību, lādētu daļiņu vadīšanu daļiņu paātrinātājos.
Elektromagnētiskā indukcija	Noskaidro, ka magnētiskā plūsma ir atkarīga no magnētiskā lauka indukcijas, kontūra ietvertā laukuma un leņķa starp magnētiskā lauka indukciju un kontūra normāli. Apskata dažādus praktiskus veidus, kā var mainīt magnētisko plūsmu. Noskaidro, ka, mainoties magnētiskajai plūsmai, spolē inducējas elektrodzinējspēks, kura lielums ir atkarīgs no spoles vijumu skaita un magnētiskās plūsmas izmaiņas ātruma. Izmantojot spoles ar dažādu vijumu skaitu, neodīma magnētus un multimetru, pārbauda elektromagnētiskās indukcijas likumu. Apskata dažādus piemērus elektromagnētiskās indukcijas parādības izmantošanai tehnoloģijās. Salīdzina dažādu materiālu ietekmi uz magnētisko lauku un skaidro šo materiālu izmantošanu ikdienā un tehnikā.
Mainstrāva	Vēro demonstrējumu, kurā, harmoniski mainot magnētisko plūsmu, tiek iegūta maiņstrāva un parādīta dažādu fizikālo lielumu ietekme uz iegūtās maiņstrāvas maksimālo spriegumu un frekvenci. Apraksta iegūto maiņstrāvu, izmantojot svārstību raksturlielumus. Izmantojot demonstrējumu, piemēram, [1], parāda nepieciešamību ieviest sprieguma efektīvās vērtības jēdzienu. Apskata transformatoru, skaidrojot tā darbības principus un katras sastāvdaļas funkciju. Analizē sprieguma izmaiņu transformatorā. Apskata elektroenerģijas pārvadīšanas shematisku attēlojumu no ražotāja līdz patērētājam, salīdzinot sprieguma vērtības dažādos posmos. Pamato maiņstrāvas izmantošanu elektroenerģijas pārvadīšanā, salīdzinot enerģijas zudumus līdzstrāvas un maiņstrāvas gadījumos. Analizē maiņstrāvas un līdzstrāvas izmantošanu sadzīvē un tehnikā, aprēķinot strāvas stiprumu, spriegumu, jaudu patērēto elektroenerģiju un apskatot veidus, kā iespējams no maiņstrāvas iegūt līdzstrāvu. Pamato drošības noteikumu ievērošanas nepieciešamību un izvērtē riskus darbā ar elektroierīcēm.

Mācību līdzekļi

Mācību materiāli

Skola2030 mācību līdzeklis.

Darba piederumi

Sprieguma sensors, dažādas formas magnēti, dzelzs skaidiņas, magnētadatas, strāvas avots, indikators – skrūvgriezis instalācijas vadu meklēšanai (vai plazmas bumba – lampa un luminiscences spuldze), ierīce Ampēra spēka demonstrēšanai, strāvas avots, reostats, elektromotors, spoles ar dažādu vijumu skaitu, multimetrs vai galvanometrs, transformators, 2 demonstrācijas voltmetri un ampēmetri, osciloskops, atsperes ar dažādu stinguma koeficientu, savienotājkvadi, komplekti elektrodinamikas un magnētisma demonstrējumiem ar eksperimentu aprakstiem, komplekti elektrodinamikas eksperimentiem uz kontaktplates ar eksperimentu aprakstiem.

Citi ieteicamie resursi

[1] Valdis Zuters. *Mainstrāvas efektīvās sprieguma vērtības noteikšanas praktisks demonstrējums* [tiešsaiste, skatīts 2020. gada 20. janvārī]. Pieejams: <https://www.youtube.com/watch?v=SS8ai77rBr4&t=149s>

Starppriekšmetu saikne

Ķīmija	Fizikas stundā skaidro lādēto daļiņu kustību magnētiskajā laukā un polārblāzmu cēloni, bet ķīmijas stundās skaidro polārblāzmu krāsas.
Matemātika	Apraksta maiņstrāvu, izmantojot trigonometriskās funkcijas.

Metodiskais komentārs

Kāpēc Ampēra spēka un Lorenca spēka skaidrošanā izmanto labās vītnes skrūves likumu un kreisās rokas likumu?	Skolēniem neskaidrības var rasties izpratnē par spēka darbības virzienu. Mācoties par elektrisko lauku, skolēni ir iepazinušies ar Kulona spēku, kas ir centrāls spēks, kas darbojas pa divus lādiņus savienojāso taisni. Ampēra spēks un Lorenca spēks nav centrāli spēki, lai noskaidrotu spēka darbības virzienu vai indukcijas vektora $\vec{B}$ virzienu, jāizmanto specifiski algoritmi, kas aizvieto korektu magnētiskā lauka likumsakarību matemātisko aprakstu. Magnētiskā lauka indukcijas līniju virzienu atkarībā no strāvas virziena nosaka svārpsta (labās vītnes skrūves) likums. Protī, ja strāvas vada svārpsta virzes kustība sakrīt ar strāvas plūšanas virzienu, tad svārpsta rokturis griežas magnētisko indukcijas līniju noslēgšanās virzienā. Šis likums ir "apgriežams" tādā nozīmē, ka, zinot magnētiskā lauka indukcijas līniju virzienu, var noteikt strāvas virzienu. Cilindriskas spoles gadījumā rokturis griežas pa spoli plūstošās strāvas plūšanas virzienā, bet svārpsts virzās caur spoli ejošo magnētiskās indukcijas līniju noslēgšanās virzienā. Skolēniem jāredz arī principiālā Ampēra un Lorenca spēku līdzība. Nosakot abu spēku virzienu pēc kreisās rokas likuma, jāievēro, ka Ampēra likumā pieņemtais strāvas virziens, kas sakrīt ar pozitīvi lādētas daļiņas kustības virzienu, ir pretējs negatīvi lādēto elektronu kustības virzienam.
Magnētiskā lauka un elektrostatiskā lauka salīdzinājums	Būtiskākā atšķirība starp strāvas radīto magnētisko lauku un lādiņu radīto elektrostatisko lauku ir tā, ka elektrostatiskā lauka elektriskās intensitātes līnijas noslēdzas lauka avotos – lādiņos, bet strāvas magnētiskajam laukam šādu magnētisko lādiņu nav. Tāpēc strāvas magnētiskā lauka indukcijas līnijas vienmēr aptver strāvas kontūrus un ir noslēgtas. Šī iemesla dēļ strāvas magnētiskos laukus sauc par solenoidāliem laukiem. Varētu domāt, ka lādiņu elektrostatiskajam laukam līdzīgs ir pastāvīgo magnētu magnētiskais lauks, kuram it kā ir pozitīvajiem un negatīvajiem lādiņiem līdzvērtīgs magnēta ziemeļpols (N) un dienvidpols (S). Taču līdzība ir tikai virspusēja. Magnēta poli nav atdalāmi viens no otra. Tādējādi var uzskatīt, ka no magnēta ziemeļpola izejošās indukcijas līnijas caur dienvidpolu noslēdzas magnēta iekšienē un arī pastāvīgo magnētu lauks ir solenoidāls.
Elektroģenerators	Skolēnu tipiskā kļūda ir uzskats, ka elektrostacijās esošo ģeneratoru rotorī griežas ar 50 Hz frekvenci. Taču, ievērojot šo ģeneratoru lielos izmērus un rotora griešanās lielo ātrumu, ģenerators tiktu sarauts gabalos. Tāpēc elektrostaciju ģeneratoriem izveido vairākus elektromagnētu pārus, kas ļauj rotoram griezties lēnāk. Jāakcentē, ka elektriskais ģenerators un elektromotors būtībā ir līdzīgas ierīces, atšķiras tikai to funkcijas. Elektroģenerators mehānisko enerģiju pārvērš elektriskajā enerģijā, bet elektromotors – elektrisko enerģiju pārvērš mehāniskajā.

1. Vektori un kustība	2. Vienmērīga kustība	3. Atoma un vielas uzbūve	4. Vienmērīgi paātrināta kustība	5. Mijiedarbība un spēks	6. Gravitācijas lauks un kustība	7. Enerģija un darbs	8. Mehāniskās svārstības un viļņi
9. Siltums un siltuma procesi	10. Elektriskais lauks	11. Līdzstrāva	12. Elektro-magnētisms	13. Elektro-magnētiskie viļņi	14. Apgaismojums un attēli	15. Atoms un Visums	

13. Elektromagnētiskie viļņi

Ieteicamais laiks temata apguvei: 16 mācību stundas.

Temata apguves mērķis: salīdzināt dažāda veida elektromagnētiskos viļņus, to ietekmi uz cilvēku, atšķirīgās viļņu īpašību izpausmes un to lietojumu tehnoloģijās.

Sasniedzamie rezultāti

Ziņas	Prasmes
- Ideālu svārstību kontūru veido virknē savienoti kondensators un spole. Uzlādējot kondensatoru, kontūrā sākas elektriskās svārstības. Kondensatora elektriskā lauka enerģija periodiski pārvēršas spoles magnētiskā lauka enerģijā – un pretēji. Kontūra svārstību frekvence ir atkarīga no kontūru veidojošā kondensatora kapacitātes un spoles induktivitātes. (VSK.D.Li.2.) - Elektromagnētiskie viļņi (EMV) ir šķērsviļņi. Elektromagnētiskajā viļnī perpendikulāri EMV izplatīšanās virzienam svārstās elektriskā lauka intensitāte un magnētiskā lauka indukcija. Elektriskā lauka un magnētiskā lauka vektori ir savstarpēji perpendikulāri. (VSK.D.Li.2.) - Visi EMV vakuumā izplatās ar noteiktu ātrumu – gaismas ātrumu, kas ir fizikāla konstante c. Tas ir vislielākais iespējamais ātrums dabā. EMV ātrums, viļņa garums un frekvence ir savstarpēji saistīti lielumi. (VSK.D.Li.2.) - EMV piemīt dažādas īpašības. Uz robežvirsmas starp divām vidēm EMV lūst un/vai atstarojas. EMV pārkļāšanās rezultātā viļņu svārstības var pastiprināties vai pavājināties un iespējama interferences ainas veidošanās. EMV, savā ceļā sastopot šķērslī, var ap to apliekties, to sauc par difrakciju. EMV ir polarizēts, ja tā elektriskā lauka intensitātes vektors nemaina virzienu. EMV īpašības ir atkarīgas no tā frekvences. (VSK.D.Li.2.)	- Vispārina nosacījumus viļņu īpašību izpaušmei. (D.O.2.1.2.) - Plāno pētījumu par mikroviļņu ekranēšanu. (D.O.2.1.2., D.O.11.2.1.) - Modelē radioaparāta darbību, izmantojot “dzīvu” modeli. (D.O.2.1.3., D.O.12.2.2.) - Izvērtē riska faktorus (uz vidi, cilvēka veselību, tehnoloģijām) radioviļņu un mikroviļņu lietošanā. (D.O.2.1.3) - Eksperimentāli nosaka gaismas viļņa garumu, izmantojot difrakcijas režģi. (D.O.2.1.2)
Komplekss sasniedzamais rezultāts	Ieradumi
- Skaidro ar piemēriem elektromagnētisko viļņu īpašību (atstarošanās, laušana, interference, difrakcija, polarizācija) izmantošanu un ietekmi dabā un tehnikā, kvalitatīvi attēlojot viļņa izplatīšanos un aprakstot nosacījumus viļņu īpašību izpaušmei. (D.O.2.1.2.) - Skaidro radioviļņu un mikroviļņu izcelsmi, izmantojot dažādus modeļus, izvērtējot procesam nepieciešamos apstākļus un riska faktorus. (D.O.2.1.3., D.O.12.2.2.) - Plāno pētījumu, izvēloties metodi precīzu un ticamu datu iegūšanai, nepieciešamo datu apjomu pieņēmuma pamatošanai un paredzot nepieciešamos rīkus, t. sk. lietotnes datu iegūšanai, reģistrēšanai un apstrādei. (D.O.11.2.1.)	- Attīsta ieradumu sadarboties, izmantojot kooperatīvās mācīšanās metodes, apgūst EMV īpašības. (Tikums – gudrība, vērtība – darba tikums) - Attīsta ieradumu radīt jaunas zināšanas, veicot pētījumu par mikroviļņu ekranēšanu un pētot dažādu materiālu ietekmi uz bezvadu interneta maršrutētāja signālu. (Tikums – gudrība, vērtība – darba tikums)
Jēdzieni: elektromagnētiskās svārstības, svārstību kontūrs, elektromagnētiskie viļņi, periods, frekvence, viļņa garums, radioviļņi, mikroviļņi, infrasarkanais starojums, redzamā gaisma, ultravioletais starojums, rentgenstarojums, gamma starojums, atstarošanās, laušana, interference, difrakcija, polarizācija, polarizators, difrakcijas režģis.	

Temata apguves norise

EMV raksturlielumi un īpašības	Aktualizē iepriekš apgūtās zināšanas par to, ka svārstības izplatās viļņu veidā. Raksturo EMV un to izplatīšanos. Aktualizē zināšanas par EMV skalu un informāciju, ko no tās var iegūt. Analizējot EMV grafisko attēlojumu [1; 2], nosaka viļņa raksturlielumus – periodu, frekvenci, amplitūdu, raksta viļņa vienādojumu, aprēķina viļņa garumu. Aktualizējot pamatskolā apgūto par EMV veidiem, skolēni strādā grupās un apgūst EMV īpašības (atstarošanās, laušana, interference, difrakcija, polarizācija). Skolotājs izskaidro, ka šī mācību uzdevuma mērķis ir iepazīties un gūt vispārīgu priekšstatu par dažādām EMV īpašībām, bet katrā no šīm īpašībām skolēni iedziļināsies, mācoties par gaismu. Katra grupa strādā ar savu EMV īpašību, veido plakātu, atbildot uz jautājumiem, kas ir šī īpašība, kā, pie kādiem nosacījumiem un kāpēc tā izpaužas, kā tā izpaužas dažādu veidu EMV, kur to var novērot un izmantot. Izmantojot galerijas metodi, skolēni iepazīstas ar citu grupu izstrādātajiem plakātiem, veido kopsavilkumu par EMV īpašībām un to izpausmēm.
Svārstību kontūrs	Analizē svārstību kontūra uzbūvi, svārstību rašanos un norisi tajā, izmantojot datorsimulāciju [3], videomateriālus un/vai shematiskus attēlus. Skaidrojot svārstību norisi, lieto enerģijas nezūdamības likumu. Secina par parametriem (kondensatora kapacitāte, spoles induktivitāte), kuri ietekmē elektromagnētisko svārstību periodu un frekvenci. Kopīgi pārrunā, kā panākt svārstību izplatīšanos apkārtējā vidē ("dabūt ārā no svārstību kontūra").
Mikroviļņi. Radioviļņi	Iepazīstas ar ierīcēm, kas izmanto mikroviļņus vai radioviļņus. Skolēni pāros izvēlas vienu ierīci pēc savas izvēles, kas darbojas, izmantojot radioviļņus vai mikroviļņus (piemēram, GPS, virszemes TV, mobilais telefons, rācija). Meklē informāciju par ierīces funkcijām, darbības principu, ārējiem faktoriem, kuri ietekmē ierīces darbību, u. c. Atrasto informāciju visi pāri apkopo kopējā tiešsaistes dokumentā. Izmantojot apkopojumu, skolēni izvērtē radioviļņu un mikroviļņu lietojumu tehnoloģijās, to priekšrocības un trūkumus, to ietekmi uz sabiedrības attīstību. Mācību stundā plāno un ārpus stundām patstāvīgi izstrādā un noformē pētījumu par mikroviļņu ekranēšanu, pētot dažādu materiālu ietekmi uz bezvadu interneta maršrutētāja signālu. Skaidro iegūtos rezultātus, izmantojot EMV īpašības. Analizē radioraidītāja un radiouztvērēja uzbūvi un darbības principu, izmantojot uzbūves un darbības principa shēmas. Lai nostiprinātu izpratni par radiouztvērēja uzbūvi, izveido "dzīvu" radioaparāda modeli – katrs skolēns izlozē radioaparāta sastāvdaļu, kuru attēlos. Skolēni sastājas atbilstoši shēmai. Viens skolēns ir signāls, kas virzās cauri ķēdei. Pa ceļam katrs skolēns stāsta, kas viņš ir un ko dara. Piemēram, "es esmu mikrofons, es pārveidoju skaņu elektriskajās svārstībās".

Gaismas viļņi

Aktualizē zināšanas par gaismas viļņu atrašanās vietu EMV skalā un gaismas krāsas saistību ar frekvenci. Izmantojot demonstrējumu un/vai datorsimulāciju [4], pēta dažādu krāsu gaismu sajaukšanos un skaidro iegūto rezultātu, izmantojot acs šūnu atšķirīgo jutību uz atšķirīgas frekvences gaismu. Vēro datorsimulāciju [5] un skaidro gaismas absorbciju dažādas krāsas gaismas filtros. Praktiskā darbā pēta krāsas pigmentu sajaukšanos, skaidro redzamo rezultātu ar gaismas atstarošanas un absorbciju.

Aktualizē zināšanas par EMV polarizāciju, izmantojot paša veidoto kopsavilkumu par EMV īpašībām. Papildus uzzīnu literatūrā meklē atbildes uz jautājumiem – “kas ir polarizācija?”, “kas ir polarizators?”, “kur izmanto gaismas polarizāciju?”, “kāpēc izmanto polarizāciju?”, papildina savu kopsavilkumu.

Novēro gaismas polarizāciju, veicot eksperimentālu uzdevumu ar dabīgās gaismas avotu un diviem polarizācijas filtriem, kā arī ar mobilā telefona ekrānu un polarizācijas filtru. Izskaidro novērojumus, salīdzina ar datorsimulāciju [6].

Aktualizē zināšanas par EMV interferenci un difrakciju. Izmantojot datorsimulāciju [2] vai gaismas viļņu grafikus, pēta interferences ainu, mainot interferējošo viļņu fāžu nobīdi vai amplitūdu. Izmantojot savu kopsavilkuma tabulu un papildu literatūru, skaidro gaismas interferences un difrakcijas saistību. Pāros vai grupās izvēlas vienu gaismas interferences izpausmi (piemēram, briļļu lēcas dzidrinājums, ziepju burbuļa krāsa, krāsu atspulgs uz kompaktdiska), demonstrē klasesbiedriem un izskaidro, kā interference izpaužas konkrētajā situācijā.

Iepazīstas ar informāciju par difrakcijas režģi, kopīgi pārrunā tā darbību. Skolotājs demonstrē interferences ainu, ko iegūst ar difrakcijas režģi. Skolēni novēro, kā mainās difrakcijas aina, izvēloties difrakcijas režģi ar dažādiem režģa periodiem. Izmantojot difrakcijas režģi, skolēni laboratorijas darbā nosaka gaismas viļņu garumu.

Mācību līdzekļi

Mācību materiāli

Skola2030 mācību līdzeklis.

Darba piederumi

Elektromagnētisko viļņu skala, bezvadu interneta maršrutētājs, dažādu materiālu kārbas un trauki, krāsu staru kombinēšanas ierīce (dažādu krāsu filtri un lukturīši), krāsu salikuma komplekts ar gaismas avotu, krāsas pigmenti, polarizācijas filtri, gaismas avots, dažādi difrakcijas režģi, kvēlspuldze, difrakcijas spektroskops, dažādu krāsu lāzeri, kompaktdisks, infrasarkanā staru fotokamera, demonstrējumu komplekti ģeometriskajā optikā un viļņu optikā ar eksperimentu aprakstiem.

Citi ieteicamie resursi

- [1] Walsh, T. *Electromagnetic Waves* (Elektromagnētiskā viļņa izskats) [tiešsaiste]. oPhysics: Interactive Physics Simulations [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: <https://ophysics.com/em3.html>

- [2] Kirby, M. *The Wave Addition Interactive* (Elektromagnētisko viļņu pārklāšanās) [tiešsaiste]. The Physics Classroom [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: <https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Waves-and-Sound/Wave-Addition/Wave-Addition-Interactive>
- [3] Falstad, P. *Circuits* (EMV svārstību kontūrs) [tiešsaiste]. falstad.com [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: <http://www.falstad.com/circuit/>
- [4] Gruneich, B. et al. *Color Vision* (Krāsu redze) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_en.html
- [5] Kirby, M. *The Colored Filters Interactive* (Gaismas absorbcija dažādas krāsas filtros) [tiešsaiste]. The Physics Classroom [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: <https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Light-and-Color/Color-Filters/Color-Filters-Interactive>
- [6] Walsh, T. *Polarization of Light* (Gaismas polarizācija) [tiešsaiste]. oPhysics: Interactive Physics Simulations [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: <https://ophysics.com/l3.html>

Metodiskais komentārs

Ieteikumi laika plānošanai	Šī temata apgūvē dominē kooperatīvās mācīšanās metodes, kas ir ļoti laiktīlīgā. Skolotājam jāizvērtē, vai visas programmā minētās aktivitātes ir iespējams realizēt dotajā mācību stundu laikā, un, iespējams, no kādām aktivitātēm ir jāatsakās vai tās jāorganizē kā ārpusstundu patstāvīgais darbs.
Interferences, difrakcijas un polarizācijas jēdzienu apguve	Šo jēdzienu apguve parasti skolēniem sagādā grūtības, skolēni šos jēdzienus jauc, neatpazīst un nesaprot, jo jēdzieni ir sarežģīti un parādības – neuzskatāmas, kā arī tos aprakstošais matemātiskais modelis ir komplicēts. Tāpēc vizualizācijai un uzdevumu ilustrēšanai noteicoši ir skaidri un labas kvalitātes attēli. Programmā šo jēdzienu apgūvē paredzētas pārsvarā kooperatīvās mācīšanās metodes, bet ja visus grupu darbus nav iespējams realizēt laika trūkuma dēļ, tad tās var aizvietot ar kopīgas pārskata tabulas veidošanu, kurā skolotājs un skolēni kopīgi atbild uz jautājumiem – “kā var raksturot šo parādību?”, “kā var nodemonstrēt šo parādību?”, “kad un kur šī parādība ir novērojama dabā?”, “kādi ir parādības rašanās nosacījumi?”, “kur šo parādību izmanto tehnoloģijās?”. Šāda tabula palīdzēs skolēniem radīt priekšstatu par viļņu parādībām.
Pētnieciskā darbība	Temata apgūvē plānots laboratorijas darbs par gaismas viļņa garuma noteikšanu, izmantojot difrakcijas režģi, šo darbu skolēni veic pēc skolotāja dota darba apraksta. Savukārt pētniecisko darbu par elektromagnētisko viļņu ekranēšanu ieteicams skolēniem veikt pilnībā patstāvīgi, gan formulējot doto problēmu, gan izstrādājot pētījuma plānu.

1. Vektori un kustība	2. Vienmērīga kustība	3. Atoma un vielas uzbūve	4. Vienmērīgi paātrināta kustība	5. Mijiedarbība un spēks	6. Gravitācijas lauks un kustība	7. Enerģija un darbs	8. Mehāniskās svārstības un viļņi
9. Siltums un siltuma procesi	10. Elektriskais lauks	11. Līdzstrāva	12. Elektro-magnētisms	13. Elektro-magnētiskie viļņi	14. Apgaismojums un attēli	15. Atoms un Visums	

14. Apgaismojums un attēli

Ieteicamais laiks temata apguvei: 20 mācību stundas.

Temata apguves mērķis: veicot eksperimentus, attīstīt prasmi formulēt gaismas parādību likumsakarības. Konstruējot attēlus spoguļos un lēcās, pilnveidot izpratni par optisko ierīču izmantošanas iespējām un darbības principiem.

Sasniedzamie rezultāti

Ziņas	Prasmes
- Virsmas apgaismojums raksturo gaismas plūsmu, kas krīt uz virsmas laukuma vienību. Apgaismojums ir apgriezti proporcionāls gaismas avota atrašanās attāluma kvadrātam līdz apgaismojuma virsmai. Jo lielāks ir gaismas krišanas leņķis, jo vājāks ir apgaismojums. (VSK.D.Li.4.) - Apgaismojumu mēra luksos. Pastāv normas, kāds apgaismojums cilvēkam ir nepieciešams, lai veiktu dažādas darbības, piemēram, lai lasītu. Tās jāņem vērā, plānojot mākslīgo apgaismojumu gan iekšējās, gan ārējās. (VSK.D.Li.4.) - Uz robežvirsmas starp divām vidēm ar atšķirīgu gaismas laušanas koeficientu gaismas stars atstarojas un lūst. Gaismas laušanas leņķis var būt gan lielāks, gan mazāks nekā gaismas krišanas leņķis – tas ir atkarīgs no gaismas laušanas koeficienta atšķirībām starp vidēm. Iespējams gadījums, kad pie noteikta staru krišanas leņķa gaismas stars nešķērso robežvirsmu, bet paliek sākotnējā vidē, šo parādību sauc par gaismas pilno iekšējo atstarošanu, to izmanto informācijas pārraidei gaismas vadās. (VSK.D.Li.2.) - Plakanā spoguļī veidojas vienliels, šķietams attēls. Izmantojot ieliektus un izliektus spoguļus, var iegūt arī palielinātu un samazinātu attēlu. (VSK.D.Li.2.) - Optiskās lēcas iedala savācējlēcās un izkliedētājlēcās. Lēcu optisko stiprumu nosaka lēcas forma un materiāls. Optiskais stiprums ir apgriezti proporcionāls lēcas fokusa attālumam. Lai konstruētu attēlu lēcās, var izmantot trīs paredzamu staru gaitu. Iegūtā attēla raksturlielumi ir atkarīgi no lēcas veida un objekta novietojuma attiecībā pret lēcas fokusa attālumam. (VSK.D.Li.2.) - Optiskajos instrumentos izmanto spoguļu un lēcu sistēmas, lai iegūtu nepieciešamo attēlu. (VSK.D.Li.2.)	- Secina par apgaismojuma, gaismas plūsmas un attāluma līdz gaismas avotam funkcionālo sakarību. (D.O.4.3.5.) - Izvērtē un rada risinājumu apgaismojuma apstākļu atbilstībai ergonomikas prasībām. (D.O.4.3.5.) - Eksperimentāli nosaka neregulāri mainīgu fizikālu lielumu (apgaisojumu), novērtējot absolūto kļūdu. (D.O.4.3.5., D.O.11.7.2.1.) - Prognozē staru gaitu plakanparalēlā plāksnītē un prizmā. (D.O.2.1.1.) - Modelē gaismas atstarošanu un laušanu, konstruējot staru gaitu un veidotos attēlus plakanā un sfēriskā spoguļī, savācējlēcā un izkliedētājlēcā. (D.O.2.1.1.) - Prognozē staru gaitu pilnīgās iekšējās atstarošanās gadījumā un modelē gaismas vadu darbību (D.O.2.1.1., D.O.2.1.2.) - Modelē optiskā instrumenta (piemēram, acs, brilles, lupa, teleskops, mikroskops) darbību (veido fizisku modeli). (D.O.2.1.1.)
Komplekss sasniedzamais rezultāts	Ieradumi
- Analizē gaismas atstarošanu un laušanu, konstruējot staru gaitu optiskajos elementos (lēca, spoguļis, prizma) ar dažādām virsmām (ieliekta, izliekta, plakana) un to veidotos priekšmeta attēlus, lai izveidotu un pamatotu noteiktam mērķim paredzētu optiskā instrumenta fizisku modeli. (D.O.2.1.1.) - Nosaka apgaismojuma, gaismas plūsmas un attāluma līdz gaismas avotam funkcionālo sakarību un veic mērījumus, lai izvēlētos mērķim atbilstošus apgaismojuma apstākļus un raksturotu Saules starojuma atšķirības uz Zemes. (D.O.4.3.5., D.O.5.3.2., D.O.11.7.2.1.)	- Attīsta ieradumu rūpēties par savu veselību, izvērtējot apgaismojuma nozīmi ergonomiskas darba vietas iekārtošanā. (Tikums – atbildība, vērtība – dzīvība) - Attīsta ieradumu reflektēt par sasniegto rezultātu, izvērtējot savu personīgo, grupas un citu grupu sniegumu optiskā instrumenta modeļa izstrādē. (Tikums – gudrība, vērtība – darba tikums)
Jēdzieni: apgaismojums, gaismas plūsma, optiskais blīvums, gaismas atstarošanās, gaismas pilnīgā iekšējā atstarošanās, gaismas laušana, krišanas leņķis, atstarošanas leņķis, laušanas leņķis, spoguļis, prizma, lēca, fokusa attālums, optiskais stiprums, redzes optiskie defekti, optiskās ierīces (instrumenti), gaismas ātrums, gaismas laušanas koeficients.	

Temata apguves norise

Apgaismojums	Skolotājs aktualizē un pārrunā ar skolēniem, kādi gaismas fizikālie parametri ietekmē cilvēku. Secina, ka viens no nozīmīgākajiem ir apgaismojums. Strādājot grupās, nosaka apgaismojuma atbilstību MK noteikumiem dažādās skolas telpās. Salīdzina datus, kas iegūti ar laboratorijas aprīkojuma apgaismojuma sensoru un ar mobilā telefona sensoru. Izvērtē mērījumu precizitāti, ņemot vērā mērījumu izkliedi. Izvirza hipotēzi un veic praktiskus mērījumus, lai izpētītu, kā virsmas apgaismojumu ietekmē attālums līdz gaismas avotam. Pārrunā iegūtos rezultātus un patstāvīgi vai ar skolotāja palīdzību nonāk līdz sakarībai, ka apgaismojums ir apgriezti proporcionāls gaismas avota attāluma kvadrātam. Izvirza hipotēzi un pēta, kā apgaismojumu ietekmē gaismas krišanas leņķis (izmanto pētnieciskā laboratorijas darba aprakstu "Apgaismojuma izpēte" [1]). Secina par Saules starojuma atšķirībām uz Zemes. Apkopo eksperimentāli iegūtos datus un teorētisko informāciju par to, kādi fizikālie lielumi ietekmē apgaismojumu (gaismas plūsma, attālums no gaismas avota līdz virsmai, gaismas krišanas leņķis). Izstrādā priekšlikumus ergonomiskas darba vietas iekārtošanai vai apgaismojuma projektu parkam –ar fizikas likumsakarībām pamato gaismas avotu izvēli un novietojumu.
Gaismas atstarošanās. Spoguļi	Aktualizē gaismas atstarošanās un laušanas likumu, izmantojot demonstrējumu vai datorsimulāciju [2]. Skolēni, izmantojot datorsimulāciju, nosaka gaismas krišanas un atstarošanas leņķi, maina vides, kur atrodas gaismas stars pirms un pēc lūšanas, nosaka laušanas leņķi un gaismas ātrumu katrā vidē. Secina, ka gaismas krišanas leņķis ir vienāds ar gaismas atstarošanas leņķi. Secina, ka gaismas laušanas leņķis ir atkarīgs no vides gaismas laušanas koeficienta vai no gaismas izplatīšanās ātruma atšķirībām vidēs. Veido atgādnēs, kā konstruēt attēlu plakanā spoguļī, ieliektā un izliektā spoguļī, kā raksturot iegūto attēlu.
Gaismas laušana. Optiskās lēcas	Izmantojot gaismas laušanas likumu, konstruē gaismas staru gaitu plakanparalēlā plāksnītē, prizmā, aplūko arī pilnīgās iekšējās atstarošanās gadījumu. Praktiskā uzdevumā nosaka dažādu lēcu fokusa attālumus un aprēķina optisko stiprumu. Izmantojot datorsimulāciju [3] vai kooperatīvās mācīšanās metodes (piemēram, izmantojot metodi "mājas grupas/ekspertu grupas"), apgūst gaismas staru gaitu izkliedētājlēcā un savācējlēcā. Salīdzina ar staru gaitu ieliektā un izliektā spoguļī. Pēta, kā mainās lineārais palielinājums atkarībā no priekšmeta attāluma līdz savācējlēcai, izstrādājot pētniecisko laboratorijas darbu "Savācējlēcas lineārā palielinājuma atkarība no priekšmeta attāluma līdz lēcai" [4]. Lai pārbaudītu mērījumu precizitāti, izmanto lēcas formulu. Strādā grupās, sadala darba pienākumus, un konstruē attēlus savācējlēcā un izkliedētājlēcā, analizējot dažādus gadījumus (objekta attālums $> 2F$, objekta attālums $= 2F$, $2F > d > F$, objekta attālums $< F$). Raksturo iegūtos attēlus. Salīdzina ar laboratorijas darbā iegūtajiem secinājumiem. Izstrādā laboratorijas darbu, nosakot lēcu sistēmas fokusa attālumu [5].
Optiskie instrumenti	Analizē informāciju par acs uzbūvi un redzes optiskajiem defektiem, to novēršanas iespējām, izmantojot brilles vai kontaktlēcas. Strādājot grupās, analizē kāda optiskā instrumenta uzbūvi, darbības principu, izmantošanu, priekšrocības un trūkumus. Izgatavo un pamato ar aprēķiniem optiskā instrumenta modeli, demonstrē tā darbību. Izvērtē savu personīgo, savas grupas un citu grupu sniegumu.

Mācību līdzekļi

Mācību materiāli

Skola2030 mācību līdzeklis.

Darba piederumi

Gaismas sensori, datu uzkrājēji, gaismas avoti (spuldzītes), transportieri, plakans, ieliekts un izliekts spogulis, plakanparalēla stikla plāksnīte, prizma, dažāda optiskā stipruma savācēj-lēcas un izkliedētājlēcas, demonstrējumu komplekti ģeometriskajā optikā ar eksperimentu aprakstiem.

Citi ieteicamie resursi

- [1] Cābelis, A. *Centralizētā eksāmena bioloģijā, fizikā un ķīmijā 4. daļas vērtēšana. Metodiskais materiāls* (Laboratorijas darba apraksts "Apgaismojuma izpēte", 72. lpp.) [tiešsaiste]. Rīga: Valsts izglītības satura centrs, 2012 [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: https://visc.gov.lv/vispizglitiba/eksameni/dokumenti/metmat/ce_biofizkim_pet_vert.pdf
- [2] Rouinfar, A., *Bending Light* (Gaismas laušana) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/bending-light>
- [3] Kirby, M. *Lenses and Mirrors* (Attēla veidošanās lēcās un spoguļos (ar staru gaitu)) [tiešsaiste]. The Physics Classroom [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: <https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Reflection-and-Mirrors/Optics-Bench/Optics-Bench-Interactive>
- [4] Cābelis, A. *Centralizētā eksāmena bioloģijā, fizikā un ķīmijā 4. daļas vērtēšana. Metodiskais materiāls* (Laboratorijas darba apraksts "Savācēj-lēcas lineārā palielinājuma atkarība no priekšmeta attāluma līdz lēcai", 73. lpp.) [tiešsaiste]. Rīga: Valsts izglītības satura centrs, 2012 [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: https://visc.gov.lv/vispizglitiba/eksameni/dokumenti/metmat/ce_biofizkim_pet_vert.pdf
- [5] *Fizika. 12. klase. 2. Apgaismojums un attēli* (Lēcas fokusa attālums un optiskais stiprums. Laboratorijas darbs, 31.–34. lpp.) [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: <https://www.siiic.lv/datadir/fizika/registretieskolotaji/123.pdf>

Metodiskais komentārs

Kooperatīvās mācīšanās metožu izmantošana	Skolēniem, apgūstot gaismas staru gaitu savācējlēcā un izkliedētājlēcā, var izmantot kooperatīvās mācīšanās metodes, piemēram, “mājas grupas/ekspertu grupas”, kad skolēni vispirms “ekspertu grupā” apgūst gaismas staru gaitu un attēlu konstruēšanu viena veida lēcās, bet pēc tam “mājas grupā” savstarpēji iemācās staru gaitu un attēla konstruēšanas principus otra veida lēcās.
Gaismas izplatīšanās ātrums un gaismas laušanas koeficients	Lai gan tematā “Apgaismojums un attēli” aplūkotās parādības ir uzskatāmas un saprotamas, skolēniem grūtības sagādā gaismas laušanas koeficienta būtības izprašana. Zināms, ka gaismas ātrumu caurspīdīgā vielā nosaka vielas relatīvā dielektriskā caurlaidība ϵ un gaismas ātrums vielā $v = c/\sqrt{\epsilon}$. Parasti formulu pieraksta formā $v = c/n$, kur $n = \sqrt{\epsilon}$ sauc par gaismas laušanas koeficientu. Ieteicams, skolēniem skaidrojot jautājumus, kuri saistīti ar gaismas izplatīšanos dažādās vidēs, lietot tikai gaismas laušanas koeficienta jēdzienu, to definējot kā skaitli, kas nosaka, cik reižu caurspīdīgā vidē gaisma izplatīsies lēnāk nekā vakuumā. Nav ieteicams ieviest citus diskutablus jēdzienus, piemēram, jēdzienu “vielas optiskais blīvums”, lai skolēnos neradītu apjukumu. Vēl jāņem vērā, ka vielas dielektriskā caurlaidība, palielinoties elektromagnētiskā viļņa frekvencei, kļūst daudz mazāka – tas saistīts ar ārējā elektromagnētiskā lauka radīto lādiņu nobīdi, kas rada mikrodipolus un līdz ar to – arī ārējam laukam pretēji vērstu iekšējo polarizācijas lauku, kurš arī rada gaismas dispersiju. Šie jautājumi ir ārpus optimālā līmeņa skolas programmas un nav plānots tajos iedziļināties.
Ieteikumi laika plānošanai	Staru gaitas lēcās un spoguļos konstruēšanas prasmju apguve ir laikietilpīga, īpaši daudz laika aizņem staru gaitas konstruēšana ieliekto un izliekto spoguļos. Grūtības skolēniem sagādā gadījumi, kad priekšmets ir novietots spogulim vai lēcai tuvāk par fokusa attālumu un jāzīmē iedomātie gaismas staru turpinājumi. Ieteikums laiku plānot tā, lai katram skolēnam ir iespēja pašrocīgi konstruēt staru gaitu vismaz vienā gadījumā, nekonzentrējoties uz konstruēšanas prasmēm, bet, izmantojot simulācijas un vizualizācijas, saprast, kā veidojas attēls un kā mainās staru gaita, ja priekšmetu pārvieto dažādos attālumos no lēcas vai spoguļa.
Pētnieciskā darbība	Šī temata apgūvē liela nozīme ir eksperimentālajai un pētnieciskajai darbībai, visi šie darbi ir uzskatāmi un skolēniem viegli saprotami, jo gaismas parādības ir tieši uztveramas. Ieteicams pētniecisko darbību kombinēt ar kooperatīvās mācīšanās metodēm.

1. Vektori un kustība	2. Vienmērīga kustība	3. Atoma un vielas uzbūve	4. Vienmērīgi paātrināta kustība	5. Mijiedarbība un spēks	6. Gravitācijas lauks un kustība	7. Enerģija un darbs	8. Mehāniskās svārstības un viļņi
9. Siltums un siltuma procesi	10. Elektriskais lauks	11. Līdzstrāva	12. Elektro-magnētisms	13. Elektro-magnētiskie viļņi	14. Apgaismojums un attēli	15. Atoms un Visums	

15. Atoms un Visums

Ieteicamais laiks temata apguvei: 20 mācību stundas.

Temata apguves mērķis: aprakstot un skaidrojot atoma uzbūvi, kā arī atoma un atoma kodola izstaroto starojumu un īpašības, veidot izpratni par Pasaules uzbūvi, kā arī par starojuma izmantošanu Visuma izpētē.

Sasniedzamie rezultāti

Ziņas	Prasmes
- Atrodies atomā, elektronam pastāv diskrēti enerģijas līmeņi. Lai pārietu no viena enerģijas līmeņa uz citu, elektrons absorbē vai izstaro enerģiju kvantu veidā. Kvanta enerģija ir proporcionāla starojuma frekvencei. (VSK.D.Li.1., VSK.D.Li.2.) - Spektrus iedala gan emisijas un absorbcijas, gan līnijaspektros un nepārtrauktajos spektros. Līnijaspektros parasti izstaro sakarsētas retinātas gāzes, bet ķermeņa siltumstarojums veido nepārtrauktu spektru, kura intensitātes maksimums atkarīgs no ķermeņa temperatūras. Katrai vielai piemīt unikāls spektrs, kas mainās saskaņā ar zināmiem likumiem atkarībā no vielas temperatūras un kustības (Doplera efekts), tāpēc spektru var izmantot, lai noteiktu, piemēram, zvaigžņu (arī to atmosfēras) sastāvu, temperatūru un kustības ātrumu (piemēram, zvaigžņu rotācijas ātrumu). (VSK.D.Li.1., VSK.D.Li.2., VSK.D.Li.6.) - Rentgenstarojums, alfa (α), bēta (β) un gamma (γ) starojums ir jonizējošais starojums, jo tam ir pietiekoši augsta enerģija, lai jonizētu vielu, tādēļ tas ir kaitīgs dzīvajiem organismiem. Attālums, ko jonizējošais starojums veic vidē, raksturo tā caurspiešanās spēju. α starojumam ir vislielākā jonizācijas spēja, bet γ starojumam – vislielākā caurspiešanās spēja. Rentgenstarojums rodas, ātrām lādētām daļiņām strauji bremzējoties vielā, bet kodolu radioaktīvajā sabrukšanā rodas γ starojums. (VSK.D.Li.1., VSK.D.Li.2.) - Nestabili atomu kodoli sabrūk, izstarojot jonizējošo (radioaktīvo) starojumu. Sabrukšanas laiks ir atkarīgs no pussabrukšanas perioda, bet rezultāts – no jonizējošā starojuma sastāva, ņemot vērā to, ka α daļiņas ir He kodoli, β daļiņas ir elektronu vai pozitronu plūsma, bet γ starojums ir enerģijas kvantu plūsma. Kodolu sabrukšanu iespējams vadīt, lai iegūtu enerģiju; to realizē kodolreaktoros. (VSK.D.Li.1., VSK.D.Li.2.) - Zvaigznēs enerģija atbrīvojas kodolsintēzes reakcijās, kad no vieglajiem kodoliem rodas smagāki kodoli. Zvaigznē norisošo kodolreakciju veids ir atkarīgs no temperatūras zvaigznes centrā, kuru ietekmē zvaigznes masa. (VSK.D.Li.1., VSK.D.Li.6.) - Hercšprunga–Rasela diagramma saista zvaigznes temperatūru ar tās izstaroto enerģijas daudzumu; diagrammā izšķir pārmilzu zvaigznes, milzu zvaigznes, galvenās secības zvaigznes un pundurzvaigznes. Zvaigznes atrašanās vieta diagrammā mainās zvaigznes evolūcijas procesā. (VSK.D.Li.6.) - Lielais Sprādziens ir zinātniski pamatots Visuma rašanās modelis, Lielā Sprādziena rezultātā izveidojās telpa, laiks, pirmās elementārdaļiņas un 4 fundamentālās mijiedarbības – gravitācijas, stiprā, vājā un elektromagnētiskā. (VSK.D.Li.1., VSK.D.Li.6.)	- Nosaka vielu pēc tās līnijaspektra. (D.O.1.2.1.) - Salīdzina atoma modeļus. (D.O.1.2.1., D.O.12.4.1.) - Salīdzina kodolreakcijās radušos starojumu. (D.O.1.5.1.) - Prognozē radioaktīvo izotopu sabrukšanas rezultātu, izmantojot pussabrukšanas perioda jēdzienu. (D.O.1.5.1.) - Apraksta radioaktīvo izotopu izmantošanas iespējas. (D.O.1.5.1., D.O.2.1.3.) - Apraksta radioaktīvā starojuma tūlītējo un vēlīno iedarbību uz dzīvjiem organismiem. (D.O.2.1.3.) - Sastāda kodolreakciju vienādojumus pēc to vārdiska apraksta, izmantojot ĶEPT. (D.O.1.5.1.) - Modelē atomenerģijas ieguves ciklu, kodoldalīšanās ķēdes reakciju. (D.O.1.5.1.) - Prognozē zvaigznes evolūciju, izmantojot Hercšprunga–Rasela diagrammu. (D.O.6.1.1.) - Modelē enerģijas pārneši zvaigznēs. (D.O.6.2.1.) - Pamato Lielā Sprādziena teoriju. (D.O.12.2.1.) - Klasificē Visuma objektus. (D.O.6.1.2.) - Modelē procesus zvaigznēs, izmantojot virtuālos modeļus (D.O.6.2.1.)

Komplekss sasniedzamais rezultāts	Ieradumi
- Nosaka ķermeņa sastāvu, kustības ātrumu un temperatūru, analizējot tā spektru. (D.O.1.1.1., D.O.1.2.1., D.O.2.1.3., D.O.4.3.5., D.O.12.2.1., D.O.12.4.1.) - Izvērtē ar kodolenerģijas izmantošanu saistītās priekšrocības un riskus apkārtējai videi un cilvēka veselībai, argumentēti diskutējot par kodolenerģijas izmantošanu energoapgādē. (D.O.1.5.1., D.O.2.1.3., D.O.13.2.1., D.O.13.2.2.) - Raksturo Visumu un tā objektus (zvaigznes, planētas, pavadoņus, eksoplanētas, miglājus un galaktikas), lai prognozētu to attīstību nākotnē. (D.O.6.1.1., D.O.6.1.2., D.O.6.1.3., D.O.6.2.1.)	- Attīsta ieradumu rūpēties par savu veselību un drošību, meklējot informāciju un argumentēti diskutējot par radioaktīvā starojuma ietekmi uz cilvēku. (Tikums – atbildība, vērtība – dzīvība) - Attīsta ieradumu risināt kompleksas problēmas, argumentēti diskutējot par AES priekšrocībām un riskiem. (Tikums – gudrība, vērtība – darba tikums)
Jēdzieni: elektrona enerģijas līmeņi, kvanti, kodolspēks, līniskais spektrs, nepārtrauktais spektrs, emisijas spektrs, absorbcijas spektrs, spektrālanalīze, radioaktīvais starojums, α starojums, β starojums, γ starojums, dabiskais radioaktīvais fons, pussabrukšanas periods, kodolu dalīšanās reakcijas, kodolsintēzes reakcijas, kodolreaktors, zvaigžņu redzamais spožums, zvaigžņu absolūtais spožums, Hercšprunga–Rasela diagramma, fundamentālās mijiedarbības.	

Temata apguves norise

Visuma un atoma uzbūve	Atkārtot pamatskolas kursā apgūto par Visuma mērogu un tā struktūru hierarhiju, veidojot shematisku attēlojumu, piemēram, klasificējot un sakārtojot Visuma struktūras pēc to attēliem, aktualizē to, ka viena no mazākajām struktūrām ir atoms. Skolotājs izskaidro, ka šī temata mērķis ir saprast, kā, pētot atomu, var uzzināt arī par Visuma lielajām struktūrām. Aktualizē ķīmijas stundās apgūtās zināšanas par atomu (kodols, elektronapvalks, izotopi, kādu informāciju par atomu var iegūt no ĶEPT u. tml.). Analizē informāciju par to, kā laika gaitā ir attīstījušies priekšstatī par atoma uzbūvi. Izmantojot datorsimulāciju [1 un/vai 2], salīdzina dažādu atomu modeļu īpašības un to, kā eksperimentāli tika pierādīta vai apgāzta modeļa atbilstība teorijai.
Atomu un vielas spektri	Ar attēlu sēriju ilustrē elektrona pārejas starp enerģijas līmeņiem, lai parādītu, ka enerģija tiek izstarota un absorbēta kvantu veidā. Attēliem pievieno skaidrojumu. Aprēķina gaismas kvanta enerģiju, ja zināma tā frekvence. Pēta un salīdzina dažādu vielu līniskos spektrus, veicot praktisko darbu vai izmantojot datorsimulāciju [3] vai attēlus. Nosaka atoma veidu pēc dotajiem līniskajiem spektriem. Vēro demonstrējumu un secina, kā mainās izstarotās gaismas krāsa, pieaugot ķermeņa temperatūrai. Papildina savus secinājumus, izmantojot datorsimulāciju par melna ķermeņa starojumu [4]. Salīdzina vielas absorbcijas un emisijas spektrus, secina, ka viela absorbē tāda paša viļņa garuma viļņus, kādu izstaro. Strādājot grupās, apkopo informāciju par to, kā astronomijā izmanto gaismas spektrus, lai pētītu Visumu (zvaigžņu spektra klases, zvaigžņu atmosfēras sastāvs, Doplera efekta izmantošana galaktiku attālināšanās ātruma noteikšanā u. c.).

Kodolreakcijas un jonizējošais starojums	Izmantojot informācijas avotus, skaidro rentgenstarojuma rašanos un salīdzina ar to, kā iegūst starojumu, kas analizēts ar iepriekš apskatītajiem spektriem. Apraksta rentgenstarojuma izmantošanas iespējas medicīnā un tehnikā. Apkopo informāciju par radioaktivitātes atklāšanas vēsturi, piemēram, iepazīstoties ar Marijas Kirī biogrāfiju, formulē viedokli par riskiem, kuriem zinātnieki sevi pakļāva, pētot iepriekš nezināmas parādības, izvērtē, vai mūsdienās tas arī ir aktuāli. Izmantojot informāciju, veido Venna diagrammu, lai salīdzinātu α, β un γ starojumu. Meklē un izvērtē informāciju par radioaktīvā starojuma tūlītējo un vēlīno iedarbību uz cilvēka organismu. Izpēta ^{238}U sabrukšanas rindu (mācību grāmatā vai skolotāja dotu attēlu), pēc līdzīga principa izveido ^{232}Th sabrukšanas rindu (α, β, β, α, α, α, β, β, α). Mēra radioaktīvo fonu klasē un ārpus tās, salīdzina iegūtos datus ar informācijas avotos dotajiem. Izmantojot datorsimulāciju [5], secina, ka vienam atomam nav iespējams paredzēt sabrukšanas laiku, iepazīstas ar informāciju par pussabrukšanas periodu. Izmantojot izklājlapu programmu, zīmē radioaktīvās sabrukšanas grafiku un analizē, kā sabrukšanas vienādojumu (izmantojot <i>Display equation on chart</i>) un grafiku ietekmē sākotnējais kodolu skaits un pussabrukšanas periods. Uzraksta vienādojumu vispārīgā veidā. Veido apkopojumu un izvērtē radioaktīvo izotopu izmantošanas iespējas.
Mākslīgās kodolreakcijas	Izmantojot vārdisku informāciju, sastāda kodolreakciju vienādojumus, lietojot ŅEPT. Izmantojot informācijas avotus, analizē vienādojuma $E = mc^2$ nozīmi kodolreakcijās. Izmantojot datorsimulāciju [6], secina: lai notiktu ķēdes reakcija, ir nepieciešams noteikts atoma kodolu skaits (kritiskā masa). Patstāvīgi izveido shēmas, kurās attēlo atomenerģijas ieguves ciklu, kodolu dalīšanās ķēdes reakciju. Strādājot grupās, izmanto literatūru un interneta resursus, lai sagatavotu prezentāciju par kodolenerģētiku un tās problēmām (iespējamās tēmas: kodolenerģētikas vēsture, katastrofas kodolenerģētikā, kodolmateriāla ieguve un izmantošana, kodolreaktoru izmantošanas iespējas, AES uzbūve, kodolieroču draudi u. c.). Klausoties citu grupu prezentācijas, skolēni atzīmē faktus un informāciju, lai pamatotu viedokli par AES celtniecību Baltijas valstīs atbilstoši izlozētai lomai (piemēram, valsts amatpersona, zinātnieks, vietējais iedzīvotājs, vides aizsardzības biedrības pārstāvis). Grupās sagatavo runu saskaņā ar piešķirto lomu. Debatēs aizstāv savas lomas viedokli.
Kodolsintēze un zvaigžņu evolūcija	Veido domu karti par zvaigžņu fizikālajiem raksturlielumiem, skaidro tos (piemēram, zvaigznes redzamais un absolūtais spožums, zvaigznes rādiuss, masa, virsas temperatūra, temperatūra zvaigznes centrā). Izpēta Hercšprunga–Rasela diagrammu, formulē, kādus fizikālos raksturlielumus tā saista, kā tajā iedala zvaigznes. Meklē informāciju par zvaigžņu tipiem un zvaigžņu evolūciju, apraksta un salīdzina kodolreakcijas, kuras notiek dažādu tipu zvaigznēs, secina, no kā ir atkarīgs notiekošo kodolreakciju veids.
No Lielā Sprādziena līdz mūsdienām	Izmantojot Lielā Sprādziena modeļa shematisku attēlojumu, vārdiski apraksta Visuma izcelšanos un attīstību. Analizē informāciju par pierādījumiem, kuri apstiprina Lielā Sprādziena teoriju (piemēram, reliktstarojums, galaktiku attālināšanās). Fizikas I kursa noslēgumā veido kopsavilkumu par fundamentālajām daļiņām un fundamentālajām mijiedarbībām.

Mācību līdzekļi

Mācību materiāli

Skola2030 mācību līdzeklis.

Darba piederumi

Strāvas avots, kvēlspuldze, reostats, savienotājsvadi, spektroskops, spektrāllampu strāvas avots ar spektrāllampām, digitālais infrasarkanais/ultravioletais spektrometrs, radiācijas mērītājs, ŅEPT, Hercšprunga–Rasela diagramma.

Citi ieteicamie resursi

- [1] Hanson, A. *Rutherford Scattering* (Rezerforda eksperimenti) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: https://phet.colorado.edu/sims/html/rutherford-scattering/latest/rutherford-scattering_en.html
- [2] Perkins, K., Wieman, C. *Models of the Hydrogen Atom* (Ūdeņraža atoma uzbūves modeļi) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/hydrogen-atom>
- [3] Perkins, K. *Neon Lights & Other Discharge Lamps* (Gaismas spektri gāzizlādes lampām) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/discharge-lamps>
- [4] Perkins, K., Wieman, C. *Blackbody Spectrum* (Absolūti melna ķermeņa starojums) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/blackbody-spectrum>
- [5] Perkins, K., Wieman, C. *Alpha Decay* (Alfa sabrukšana, pussabrukšanas periods) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/alpha-decay>
- [6] Perkins, K., Wieman, C. *Nuclear Fission* (Kodolu dalīšanās, ķēdes reakcija) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/nuclear-fission>

Starppriekšmetu saikne

Ķīmija	Tematā izmanto ķīmijas stundās apgūtās zināšanas par atomu uzbūvi un izotopiem. Lai sastādītu kodolreakciju vienādojumus pēc to vārdiska apraksta, izmanto ķīmijas stundās apgūtās prasmes lietot ĶEPT. Mācoties par Visuma uzbūvi un spektrālnalīzi, izmanto ķīmijas stundās apgūto prasmi rakstīt atoma elektronformulu.
---------------	--

Metodiskais komentārs

Kodolsintēze un zvaigžņu evolūcija	Šie jautājumi temata apgūvē ir salikti kopā, jo zvaigžņu evolūcija ir saistīta ar zvaigznēs notiekošajiem kodolsintēzes procesiem. Šeit būtu vēlams veidot sasaisti ar nosacījumiem, kuriem jāizpildās, lai sāktos kodolsintēzes reakcijas. Piemēram, zvaigznei veidojoties, kodolsintēzes reakcijas sāk notikt tad, kad zvaigznes temperatūra ir sasniegusi 10 milj. K. Notiekot kodolreakcijām, zvaigznē pakāpeniski tiek "tērēts" ūdeņradis; kad tas ir gandrīz iztērēts, zvaigznē sākas pārmaiņas.
Ieteikumi laika plānošanai	Temats ir ļoti plašs un skolēniem šī temata jautājumi liekas saistoši, tāpēc, ja vien ir iespēja, šī temata apguvei vajadzētu plānot 30 stundas. Plašas iespējas ir papildināt stundu aktivitātes ar medicīnas fizikas jautājumiem. Ja nav iespējas plānot pietiekami daudz stundu, tad var izlaist radioaktivitātes atklāšanas vēsturiskos jautājumus, tomēr, ņemot vērā, ka fizikas vēsturē tiek pieminētas tikai nedaudzas sievietes zinātnieces, tad Marijas Kīri biogrāfija var būt kā iedvesmas avots meitenēm dzīvi saistīt ar zinātni.
Jonizējošā starojuma, radioaktīvā starojuma, jonizācijas jēdzienu apguve	Skolēniem grūtības sagādā orientēšanās daudzajos ar vielu radioaktivitāti saistītajos jēdzienos. Vajadzētu uzsvērt, ka radioaktīvais starojums nav tas pats, kas jonizējošais starojums. Jonizējošais starojums ir, piemēram, rentgenstarojums. To var pārtraukt, izslēdzot rentgenstaru lampu, un apkārtējā vidē rentgenstarojums vairs neizplatās. Radioaktīvo starojumu rada radioaktīvas vielas, un tās nevar "izslēgt". Abi šie starojumi ir jonizējoši – ejot cauri vielai, tie atstāj paliekošas izmaiņas. Īpaši smagus bojājumus jonizējošais starojums rada dzīvos organismos – tas izmaina dzīvās šūnas pamatsastāvdaļas un izjauc hromosomas. Par to detalizētāk māca bioloģijas stundās.

Pielikumi

1. pielikums

Mācību priekšmetu kursu programmu paraugos lietotie kodi

Atsaucei uz standartu¹ mācību priekšmetu kursu programmu paraugos 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:

VL.O.2.1.		
VL.	O.	2.1.
Mācību joma (visu mācību jomu apzīmējumus sk. tabulā)	Kursa apguves līmenis (visu kursu apguves līmeņu apzīmējumus sk. tabulā)	Mācību jomas SR kārtas numurs standartā
		2.1. Izvēlas, atlasa un izmanto informāciju no dažādiem avotiem sava teksta izveidei saskaņā ar konkrētajām vajadzībām un mācību mērķiem. 2.1. Lai daudzpusīgi izziņātu noteiktu problēmu, jautājumu vai tematu un veidotu savu tekstu, mērķtiecīgi izvēlas, kārto, analizē un vērtē informāciju, salīdzinot dažādos avotos publicēto tekstu saturu un tajos izmantotos valodas līdzekļus. 2.1. Pēta valodas un literatūras jautājumu atspoguļojumu plašsaziņas līdzekļos, lai pēc noteiktiem kritērijiem izvērtētu informāciju un veidotu spriedumus par šo ziņu kvalitāti, aktualitāti un izmantojamību savu tekstu izveidei.

Li kodi

Piemērs:

VSK.S.Li.6.		
VSK.	S.	Li.6.
Vispārējās vidējās izglītības pakāpe	Mācību joma	Mācību jomas SR kārtas numurs standartā
		6. Jebkurš informācijas avots, kas ataino norises sabiedrībā pagātnē un mūsdienās, ir vērtējams kritiski.

Kursu apguves līmeņu apzīmējumi

V	Vispārīgais līmenis
O	Optimālais līmenis
A	Augstākais līmenis

Mācību jomu apzīmējumi

V	Valodu mācību joma	
	VL	Latviešu valoda
	VS	Svešvaloda
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, drošības un fiziskās aktivitātes mācību joma	

¹ Ministru kabineta 2019. gada 3. septembra noteikumi Nr. 416 "Noteikumi par valsts vispārējās vidējās izglītības standartu un vispārējās vidējās izglītības programmu paraugiem".

2. pielikums

Fizika I pamatkursā plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti

VSK.D.Li.1. Visumā matērija sastāv no ļoti mazām daļiņām
VSK.D.Li.1.1. Matērija un tās stāvokļi
D.O.1.1.1. Skaidro, ka matēriju veido viela un lauks, raksturojot procesus mikropasaulē un makropasaulē.
VSK.D.Li.1.2. Vietas uzbūve, daudzveidība
D.O.1.2.1. Skaidro atoma (atoma kodols: protoni, neitroni; elektronapvalks, izotopi) un vielas (molekulas: polāras, napolāras; kristāliskas un amorfas vielas) uzbūvi, modelējot, lietojot simboliskus apzīmējumus; skaidro elektromagnētiskā lauka veidošanos ar elementārdaļiņu kustību.
VSK.D.Li.1.3. Vietu stāvokļi
D.O.1.3.1. Skaidro parādības un procesus dabā un tehnikā, aprakstot vielas daļiņu mijiedarbības un kustības rakstura maiņu, mainoties agregātstāvoklim
VSK.D.Li.1.4. Vietas īpašības
D.O.1.4.1. Skaidro, kā rodas gāzes spiediens, analizējot tilpuma, temperatūras, daļiņu skaita un masas ietekmi uz to, izmantojot ideālās gāzes modeli un salīdzinot gāzes spiedienu ar šķidrums un cietu ķermeņu radīto spiedienu.
D.O.1.4.2. Skaidro vielu uzbūves (ķīmiskās saites veids, kristālrežģa veids) ietekmi uz fizikālo īpašību atšķirību (siltumvadītspēja, elektrovadītspēja, kušanas, viršanas temperatūra) un procesu norisi (agregātstāvokļa maiņa, elektrizācija, šķīšana).
VSK.D.Li.1.5. Procesi ar vielām
D.O.1.5.1. Secina par noteiktu elementārdaļiņu un izotopu klātbūtni dabiskā un mākslīgā jonizējošā starojuma gadījumā pēc kodolreakciju vārdiska apraksta vai vienādojumu shēmām, izmantojot lādiņu un masas nezūdamību, lietojot ķīmisko elementu periodisko tabulu, lai pamatotu radioaktivitātes izmantošanu.
D.O.1.5.2. Salīdzina elektrisko strāvu (lādiņnesēji, vadītspējas mehānisms, no kā atkarīga vadītspēja, lietojums) dažādās vidēs (metālos, šķidrums, gāzēs, vakuumā).

VSK.D.Li.2. Objekti var attālināti iedarboties cits uz citu
VSK.D.Li.2.1. Starojums – skaņas viļņi un elektromagnētiskie viļņi
D.O.2.1.1. Analizē gaismas atstarošanas un laušanu, konstruējot staru gaitu optiskajos elementos (lēca, spogulis, prizma) ar dažādām virsmām (ieliekta, izliekta, plakana) un to veidotos priekšmeta attēlus, lai izveidotu noteiktam mērķim paredzētu optisko instrumentu vai tā fizisku modeli, pamatojot uzbūvi.
D.O.2.1.2. Skaidro ar piemēriem mehānisko un elektromagnētisko viļņu īpašību (atstarošanās, laušana, interference, difrakcija, polarizācija) izmantošanu un ietekmi dabā un tehnikā, kvalitatīvi attēlojot viļņa izplatīšanos un aprakstot nosacījumus viļņu īpašību izpaušmei.
D.O.2.1.3. Skaidro elektromagnētiskā starojuma izcelsmi saistībā ar fizikāliem procesiem, izvērtējot procesam nepieciešamos apstākļus un saistot riska faktorus ar fizikāliem, ķīmiskiem un bioloģiskiem procesiem.
VSK.D.Li.2.2. Fizikālie lauki – magnētiskais lauks, gravitācijas lauks un elektriskais lauks
D.O.2.2.1. Analizē ķermeņa raksturojošo lielumu (masa, tilpums, diametrs) ietekmi uz tā gravitācijas lauka stiprumu, lai skaidrotu brīvās krišanas paātrinājuma atšķirības uz dažādiem debess ķermeņiem.
D.O.2.2.2. Kvalitatīvi (galīga un bezgalīga plāksne) un kvantitatīvi (punktveida lādiņi) apraksta elektriskā lauka intensitāti ap avotiem, lai skaidrotu elektrostātiskās parādības un kondensatora darbību, salīdzinot to ar galvanisko elementu vai bateriju (darbības princips un fizikālie lielumi, kas ietekmē uzkrātās enerģijas daudzumu).
VSK.D.Li.3. Objekta kustības maiņai ir nepieciešama kopējā spēka iedarbība
VSK.D.Li.3.1. Kustība
D.O.3.1.1. Analizējot vienmērīgu un vienmērīgi paātrinātu taisnlīnijas un līklīnijas (horizontāls sviediens) kustību gravitācijas laukā un vienmērīgu kustību pa riņķa līniju gravitācijas un magnētiskajā laukā, izmantojot kustības raksturlielumus (koordināta), grafikus un stroboskopiskos attēlus, nosaka un prognozē objektu atrašanās vietu laikā, novērtējot prognozes precizitāti.
D.O.3.1.2. Analizē, kā mehānisko svārstu raksturlielumi ietekmē svārstību raksturlielumus (periods, frekvence), lai skaidrotu ar piemēriem uzspiestas svārstības, rezonansi dabā un tehnikā, izvērtējot rezonanses radītās priekšrocības un negatīvās sekas.
D.O.3.1.3. Salīdzina planētu kustību ap Sauli un mākslīgo pavadoņu kustību ap Zemi, aprakstot objekta kustības ātruma izmaiņu pa riņķveida un eliptiskām orbītām, novērtējot apriņķošanas periodu, pirmo un otro kosmisko ātrumu, lai skaidrotu mākslīgo pavadoņu izmantošanu tehnoloģijās.
D.O.3.1.4. Izvērtē riska faktorus līklīnijas kustībā, analizējot lineāro ātrumu, centrālās spēku un berzes spēku.

VSK.D.Li.3.2. Spēku darbība
D.O.3.2.1. Skaidro ikdienā un tehnikā lietojamu ierīču darbības principu, izmantojot spēkus (smaguma, berzes, elastības, Arhimēda, balsta reakcijas, Kulona, Ampēra, Lorenca) un fizikālus lielumus, kas tos ietekmē.
D.O.3.2.2. Analizē sadzīves situācijas, izmantojot impulsu un spēka impulsu, lai pamatotu sadursmes sekas un izvērtētu transportlīdzekļos izmantoto aizsardzības līdzekļu nozīmi.
D.O.3.2.3. Skaidro cietu ķermeņu rotācijas un līdzsvara nosacījumus, lietojot spēka momenta jēdzienu, lai izvērtētu vienkāršo mehānismu (svira, trīsis, slīpā plakne) lietošanas priekšrocības sadzīvē, dabā un tehnikā, veicot mērījumus un salīdzinot ar aprēķiniem.
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.4.1. Mehāniskā enerģija
D.O.4.1.1. Analizē pilnās mehāniskās enerģijas izmaiņu kustībā, nosakot mehāniskās enerģijas zudumus
VSK.D.Li.4.2. Iekšējā enerģija
D.O.4.2.1. Skaidro atšķirības vienatomu un divatomu gāzes iekšējai enerģijai un veic aprēķinus, lai salīdzinātu enerģiju mikropasaules un makropasaules objektiem.
VSK.D.Li.4.3. Enerģijas plūsma (enerģijas nezūdamības likums)
D.O.4.3.1. Analizē noslēgtu līdzstrāvas elektrisko ķēdi ar dažādiem patērētāju un elektroenerģijas avotu slēgumiem, izvērtējot patērētāju atbilstību izvēlētajam enerģijas avotam un slēgumam.
D.O.4.3.2. Analizē siltuma procesus (degšana, sasilšana, atdzišana, kušana, sacietēšana, iztvaikošana, kondensēšanās), sastādot un risinot siltuma bilances vienādojumus, prognozējot un pārbaudot vielas agregātstāvokļa, masas un temperatūras izmaiņas, izmantojot informāciju no fizikālo lielumu tabulām un siltuma procesu grafikiem.
D.O.4.3.3. Analizē fizikālus, ķīmiskus un bioloģiskus procesus, ņemot vērā, ka pievadītā enerģija aiziet iekšējās enerģijas izmaiņā un darba veikšanā un ķīmisko reakciju siltumefekts ir atkarīgs no izejvielu un produktu iekšējo enerģiju starpības, izmantojot informāciju no fizikālo lielumu tabulām un siltuma procesu grafikiem.
D.O.4.3.4. Skaidro elektroenerģijas (maiņstrāvas) iegūšanas procesu, nosakot fizikālos lielumus, kas ietekmē maiņstrāvas maksimālo spriegumu un frekvenci, un salīdzinot maiņstrāvas un līdzstrāvas jaudu un izmantošanu elektronikā un enerģijas pārvadē, novērtējot priekšrocības, trūkumus un riskus.
D.O.4.3.5. Nosaka apgaismojuma, gaismas plūsmas un attāluma līdz gaismas avotam funkcionālo sakarību un gaismas avota spektra ietekmi uz apgaismojuma krāsu, lai izvēlētos mērķim atbilstošus apgaismojuma apstākļus.

VSK.D.Li.4.4. Darbs
D.O.4.4.1. Analizē mehāniskos, siltuma un elektriskos procesus, izmantojot raksturlielumus (darbs, jauda, lietderības koeficients), prognozējot procesam nepieciešamo laiku un izmaksas un izdarot secinājumus par prognozes precizitāti.
VSK.D.Li.6. Mūsu Saules sistēma ir ļoti maza daļa vienā no miljardiem galaktiku Visumā
VSK.D.Li.6.1. Visuma elementi
D.O.6.1.1. Raksturo dažādu zvaigžņu tipu (punduri, galvenās secības zvaigznes, milži un pārmilži) fizikālos raksturlielumus (temperatūra, starjaua), lietojot Hercšprunga–Rasela diagrammu.
D.O.6.1.2. Klasificē Visuma objektus (zvaigznes, planētas, pavadoņi, eksoplanētas, zvaigžņu kopas, miglāji, galaktikas) pēc to būtiskākajām pazīmēm, izmantojot dažādus informācijas avotus.
D.O.6.1.3. Skaidro atšķirību starp zvaigžņu redzamo un absolūto spožumu.
VSK.D.Li.6.2. Saules sistēma
D.O.6.2.1. Skaidro procesus (kodolreakcijas un enerģijas pārnese) zvaigznēs, izmantojot virtuālos modeļus un dažādus informācijas avotus.
D.O.6.2.2. Saskata un analizē likumsakarības starp Saules sistēmas objektu raksturlielumiem (vidējais attālums no Saules, apriņķošanas periods, rotācijas periods, virsmas temperatūra), izmantojot Saules sistēmas objektu raksturlielumu datu tabulas.
VSK.D.Li.6.3. Planēta Zeme
D.O.6.3.1. Spriež, formulējot argumentētu viedokli par Zemes magnētiskā lauka nozīmi.
VSK.D.Li.11. Zinātnes uzdevums ir atrast dabā notiekošo parādību cēloņus
VSK.D.Li.11.1. Kompleksu problēmu risināšana
D.O.11.1.1. Risina kompleksas dabaszinātniskas problēmas pētnieciskā ceļā individuāli vai sadarbojoties, patstāvīgi organizējot pētniecisko procesu, veidojot kritērijus risinājumu izvērtēšanai.

VSK.D.Li.11.2. Plānošana. Pētījuma jautājums, hipotēze un prognozēšana, eksperimenta plānošana
D.O.11.2.1. Plāno pētījumu, lai iegūtu datus dažādu dabaszinātnisku jautājumu izpētei, izvēloties metodi precīzu un ticamu datu iegūšanai, nepieciešamo datu apjomu pieņēmuma pamatošanai un paredzot vajadzīgos rīkus un mobilās lietotnes programmatūras datu iegūšanai, reģistrēšanai un apstrādei; plāno eksperimenta darba gaitu, saskata atšķirības starp kvalitatīviem un kvantitatīviem datiem.
D.O.11.2.2. Pētot dažādus informācijas avotus un dabaszinātnisku jautājumu skaidrojumus, formulē pētījuma jautājumus un/vai hipotēzes par kvalitatīvām un kvantitatīvām sakarībām starp atkarīgo, neatkarīgo un fiksētajiem lielumiem; lieto atbilstošus lielumu apzīmējumus un mērvienības.
D.O.11.2.3. Plāno, izvēlas un lieto pētījumam atbilstošas pētnieciskās metodes individuāli vai sadarbojoties, lai iegūtu ticamus kvalitatīvus un/vai kvantitatīvus datus.
VSK.D.Li.11.3. Novērošana, datu ieguve un reģistrēšana
D.O.11.3.1. Ievēro darba gaitu, lai iegūtu kvalitatīvus un/vai kvantitatīvus datus, un izvēlas pētījumam atbilstošu un pārskatāmu datu reģistrēšanas un organizēšanas veidu, kuru būtu ērti izmantot, turpmāk apstrādājot un analizējot datus.
D.O.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.O.11.4.1. Analizē un apstrādā pētījuma laikā iegūtos datus, lai pārveidotu skaitliskos datus vizuālos attēlojumos un otrādi, veiktu aprēķinus (absolūtā kļūda, relatīvā kļūda) precizitātes un ticamības novērtēšanai, skaidrotu likumsakarības un procesus un izvirzītu pamatotus un ticamus zinātniskus pieņēmumus, izmantojot digitālos rīkus.
VSK.D.Li.11.5. Datu un/vai eksperimentu rezultātu analīze un izvērtēšana
D.O.11.5.1. Izvērtē pētījuma darba gaitu un iespējamās kļūdu avotus, piedāvā uzlabojumus vai citus risinājuma veidus.
D.O.11.5.2. Izvērtē izvēlēto mērierīču un izvēlētās eksperimentālās metodes ierobežojumus un priekšrocības.
VSK.D.Li.11.6. Secināšana. Cēloņsakarību saskatīšana
D.O.11.6.1. Formulē secinājumus par saskatītajām likumsakarībām, pamatojoties uz darba uzdevumu, pētāmo problēmu un izmantojot pētījuma laikā iegūtos rezultātus.
VSK.D.Li.11.7. Eksperimentālās metodes

VSK.D.Li.11.7.2. Mērīšana
D.O.11.7.2.1. Iegūst mērījumu ar analogo/digitālo mērinstrumentu vai sensoru neregulāri mainīga fizikālā lieluma gadījumā, novērtējot absolūto kļūdu, ar praktiskiem piemēriem skaidro sensoru priekšrocības un trūkumus. Pamato atbilstošā mērīšanas režīma izvēli.
D.O.11.7.2.2. Atrod informācijas avotos digitāla mērinstrumenta vai sensora specifikāciju, lai izvērtētu mērinstrumenta ietekmi uz mērījuma precizitāti.
D.O.11.7.2.3. Izvēlas un lieto mērāmajam lielumam atbilstošas mērierīces (t. sk. sensorus), ievērojot drošības nosacījumus.
VSK.D.Li.11.8. Sadarbība un komunikācija pētniecībā
D.O.11.8.1. Komunicē par pētījuma rezultātiem, kompleksu problēmu risinājumiem, zinātniskiem argumentiem, skaidrojumiem un idejām (parādības, procesa un/vai sistēmas darbība, cilvēka-vides mijiedarbība), izvēloties dažādām auditorijām un mērķiem atbilstošu komunikācijas veidu (mutiska, grafiska, rakstiska, matemātiska), izmantojot dabaszinātnēs pieņemtu terminoloģiju un informācijas tehnoloģijas.
VSK.D.Li.11.9. Drošība
D.O.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.O.12.1.1. Skaidro procesus un parādības, izmantojot pamatotus un ticamus pierādījumus, iegūtus no dažādiem avotiem, atbilstošu terminoloģiju un simbolu valodu.
D.O.12.1.2. Izvērtē skaidrojuma zinātniskumu, izmantojot dažādus kritērijus (datu reģistrācija, apjoms un avoti, pētījuma atkārtojamība)
D.O.12.1.3. Pierāda vai noraida savu vai citu izvirzītu ideju, veidojot zinātniskus argumentus un pretargumentus. Izvērtē argumentu pamatotību, izmantojot zinātniska argumenta kritērijus
VSK.D.Li.12.2. Modelēšana
D.O.12.2.1. Izvērtē modeļa zinātniskumu, atbilstību pieejamajiem pierādījumiem, priekšrocības un trūkumus, attēlojot un/vai skaidrojot procesa, parādības, sistēmas darbību.
D.O.12.2.2. Prognozē un nosaka lielumu savstarpējo saistību, veidojot un izmantojot daudzveidīgus modeļus un simulācijas.

VSK.D.Li.12.3. Simbolu valoda dabaszinātnēs
D.O.12.3.1. Pieraksta fizikālos lielumus un mērvienības; veido elektrisko slēgumu shēmas, izmantojot atbilstošus simbolus un apzīmējumus.
D.O.12.3.2. Attēlo atomu un vielu uzbūvi, izmantojot elektronu konfigurācijas formulas, vielu molekulformulas, struktūrformulas un elektronformulas. Pieraksta vielu ķīmiskās pārvērtības, izmantojot molekulāros, jonu, elektronu bilances vienādojumus. Nosauc vielas, izmantojot IUPAC nomenklatūru.
D.O.12.3.5. Skaidro ar piemēriem simbolu valodas sniegtās iespējas mainīgo lielumu un to savstarpējo sakarību aprakstīšanā; izmanto simbolu valodu tekstveidei.
VSK.D.Li.12.4. Zinātniskās metodes nozīme paradigmu maiņā zinātnē
D.O.12.4.1. Skaidro zinātniskās domas attīstību laikā, saistot to ar cilvēces uzkrāto zināšanu apjomu, tehnoloģisko progresu un pārējiem to ietekmējošiem faktoriem ("mūžīgais dzinējs", gaismas "divējādā daba", atoma uzbūves teorijas, mikroskopa izgudrošana, šūnu atklāšana, fotosintēzes atklāšana, ģenētikas likumu atklāšana, DNS atklāšana, Zemes kartogrāfiskās reprezentācijas)
VSK.D.Li.13. Zinātnes lietojumam bieži vien ir ētisks, politisks, ekonomisks un sociāls konteksts
VSK.D.Li.13.1. Dabaszinātņu sasniegumu attīstība
D.O.13.1.1. Ilustrē ar piemēriem vēsturiski nozīmīgas tehnoloģijas un zinātniskos atklājumus (tranzistors, lāzers), kuri tiek lietoti mūsdienu tehnoloģijās, diskutē/argumentē par esošo vai nākamo pētījumu un tehnoloģiju nepieciešamību ilgtspējīgai attīstībai, izvērtējot to novitāti, ekonomisko un sociālo ietekmi, zinātniskās ētikas principu ievērošanu (nanomateriāli, modernie materiāli, medikamenti, kosmosa izpēte) cilvēku dzīves kvalitātes uzlabošanai un ilgtspējīgai sabiedrības attīstībai, un saista to ar savu pieredzi un dzīvi.
VSK.D.Li.13.2. Resursu izmantošana, ietekme uz vidi
D.O.13.2.1. Salīdzina un diskutē par dažādu tehnoloģiju izmantošanu (apgaismošanas tehnoloģijas, automašīnu dzinēji, spēkstacijas), ņemot vērā resursu patēriņu, ražošanas un lietošanas ietekmi uz vidi un ekonomiku.
VSK.D.Li.13.3. Sociāli atbildīgu lēmumu pieņemšana
D.O.13.3.2. Novērtē un pamato dabaszinātņu perspektīvas Latvijā un pasaulē, dabaszinātņu zināšanu un prasmju nozīmi profesionālajā darbībā.

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 nenoiektības 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

Skolēnam attīstāmie ieradumi fizikā vispārējās vidējās izglītības pakāpē optimālajā apguves limenī

- Attīsta ieradumu radīt jaunas un pilnveidot esošās zināšanas.
(Tikums – gudrība, vērtība – darba tikums)
- Attīsta ieradumu risināt kompleksas problēmas.
(Tikums – gudrība, vērtība – darba tikums)
- Attīsta ieradumu sadarboties.
(Tikums – gudrība, vērtība – darba tikums)
- Attīsta ieradumu reflektēt par sasniegto rezultātu.
(Tikums – gudrība, vērtība – darba tikums)
- Attīsta ieradumu rūpēties par savu veselību un drošību.
(Tikums – atbildība, vērtība – dzīvība)
- Attīsta ieradumu darboties ilgtspējīgi un apkārtējai videi draudzīgi.
(Tikums – atbildība, vērtība – daba)
- Attīsta ieradumu izsvērti vērtēt zinātnes un tehnikas sasniegumus.
(Tikums – gudrība, vērtība – darba tikums)

5. pielikums

Fizika I pamatkursa tematu pārskats

1. Vektori un kustība	2. Vienmērīga kustība	3. Atoma un vielas uzbūve	4. Vienmērīgi paātrināta kustība	5. Mijiedarbība un spēks	6. Gravitācijas lauks un kustība	7. Energija un darbs	8. Mehāniskās svārstības un viļņi
9. Siltums un siltuma procesi	10. Elektriskais lauks	11. Līdzstrāva	12. Elektro-magnētisms	13. Elektro-magnētiskie viļņi	14. Apgaismojums un attēli	15. Atoms un Visums	

6. pielikums

Dabaszinātņu mācību jomas pamatkursu tematu pārskats

Dabaszinības	Bioloģija I	Fizika I	Ģeogrāfija I	Ķīmija I
1. Pasaule ap mums un tās pētīšana 2. Neredzamā dzīvā pasaule 3. Atoma uzbūve, vielas uzbūve, vielas stāvokļi 4. Organiskās vielas, to īpašības 5. Materiālu veidi un īpašības 6. Ķīmisko procesu norise 7. Cietu ķermeņu kustība un mijiedarbība 8. Šķidrumi dabā un tehnikā – maisījumi 9. Vides faktoru ietekme uz cilvēka organismu 10. Organismi un vide 11. Visuma uzbūve un pētniecība 12. Iedzimtība un ģenētika 13. Viļņi dabā un tehnikā 14. Vides tehnoloģijas un sabiedrības ilgtspējīga attīstība 15. Enerģija dabā un tehnikā 16. Pasaules attīstības likumsakarības	1. Vide un organismu evolucionārās pārmaiņas 2. Šūnu vairošanās 3. DNS noslēpumi 4. Pazīmju iedzimšana 5. Organisma imunitāte 6. Šūnas un organisma darbība	1. Vektori un kustība 2. Vienmērīga kustība 3. Atoma un vielas uzbūve 4. Vienmērīgi paātrināta kustība 5. Mijiedarbība un spēks 6. Gravitācijas lauks un kustība 7. Enerģija un darbs 8. Mehāniskās svārstības un viļņi 9. Siltums un siltuma procesi 10. Elektriskais lauks 11. Līdzstrāva 12. Elektromagnētisms 13. Elektromagnētiskie viļņi 14. Apgaismojums un attēli 15. Atoms un Visums	1. Globālie demogrāfiskie un migrācijas procesi 2. Pilsētu apdzīvojamums un urbanizācija 3. Zemes sistēmu un cilvēka mijiedarbība 4. Kultūrainavas pasaulē un Latvijā 5. Dabas resursi un to ilgtspējīga izmantošana 6. Pasaules saimniecības organizēšanas principi mūsdienās	1. Dispersās sistēmas 2. Atoma un vielas uzbūve 3. Elektrolītiskā disociācija 4. Oksidēšanās–reducēšanās procesi 5. Ķīmisko procesu norise 6. Ogļūdeņraži 7. Spirti un aldehīdi 8. Karbonskābes un to atvasinājumi 9. Dabaszinības 10. Ķīmijas un vides tehnoloģijas sabiedrības ilgtspējīgā attīstībā

7. pielikums

Mācību satura apguvei izmantojamie mācību līdzekļi un resursi

Izmantošanas nolūks	Mācību līdzekļu veids	Mācību līdzekļu nosaukums
Mācību stundu sagatavošanai un demonstrējumiem	Metodiskie materiāli	- Cābelis. A. <i>Centralizētā eksāmena bioloģijā, fizikā un ķīmijā 4. daļas vērtēšana. Metodiskais materiāls</i> (Laboratorijas darba apraksts "Apgaismojuma izpēte", 72. lpp.) [tiešsaiste]. Rīga: Valsts izglītības satura centrs, 2012 [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: https://visc.gov.lv/vispizglitiba/eksameni/dokumenti/metmat/ce_biofizikim_pet_vert.pdf - Cābelis. A. <i>Centralizētā eksāmena bioloģijā, fizikā un ķīmijā 4. daļas vērtēšana. Metodiskais materiāls</i> (Laboratorijas darba apraksts "Savācējlēcas lineārā palielinājuma atkarība no priekšmeta attāluma līdz lēcai", 73. lpp.) [tiešsaiste]. Rīga: Valsts izglītības satura centrs, 2012 [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: https://visc.gov.lv/vispizglitiba/eksameni/dokumenti/metmat/ce_biofizikim_pet_vert.pdf
	Darba piederumi fizikas eksperimentu demonstrēšanai	Eksperimentu un demonstrējumu komplekti mehānikā ar eksperimentu aprakstiem, komplekti elektrostatikas demonstrējumiem ar eksperimentu aprakstiem, komplekti elektrisko ķēžu demonstrējumiem ar eksperimentu aprakstiem, komplekti elektrodinamikas un magnētisma demonstrējumiem ar eksperimentu aprakstiem, demonstrējumu komplekti ģeometriskajā optikā un viļņu optikā ar eksperimentu aprakstiem, demonstrējumu komplekti ģeometriskajā optikā ar eksperimentu aprakstiem, ampēometri (demonstrācijas) – 2 gab., Arhimēda spainis, atsperes ar dažādiem stinguma koeficientiem, atsvaru komplekts, auklas, dažādu resnumu un garumu, biretes, dažādu izmēru klucīši, dažādu materiālu lodītes ar atšķirīgām masām, dēļīši, dažādu izmēru, difrakcijas režģi (ar dažādām režģa konstantēm), difrakcijas spektroskops, digitālais infrasarkanais/ultravioletais spektrometrs, dinamometri (demonstrācijas) – 2 gab., dinamometru demonstrācijas komplekti, divpusēja ierīce viļņu demonstrējumiem (garenviļņu un šķērsviļņu), dzelzs skaidiņas,

Izmantošanas nolūks	Mācību līdzekļu veids	Mācību līdzekļu nosaukums
		elektriskā plītiņa ar spirāli, elektriskie pušķi, elektromotors ar galvanisko elementu, elektroniskie svari, elektroskopī/elektrometri – 2 gab., elektrostatiskā mašīna, fotorezistors (pusvadītāju), gaisa kondensators, gaismas avoti (dažādas jaudas kvēlspuldzes), galvaniskais elements ar turētāju, galvanisko elementu baterija, galvanometrs, hidrostatiskā spiediena ierīce, ieliekti un izliekti spoguļi, ierīce Ampēra spēka demonstrēšanai, ierīce termālās izplešanās demonstrējumiem, ierīce viļņu īpašību demonstrējumiem (viļņi ūdenī), indikators – skrūvgriezis, infrasarkanā staru fotokamera, jaudas mērītājs, krāsas pigmenti, kKrāsu salikuma komplekts ar gaismas avotu, krāsu staru kombinēšanas ierīce (dažādu krāsu filtri un lukturiši), kurināmais (šķidrums vai ciets), kustības sensors, kvēlspuldze, laboratorijas trauki, lāzeri (dažādu krāsu), lineāli un mērlentes, magnētadatas, magnēti (dažādu formu), Maksvela svārsti, metāla stieple ar rokturi, multimetrs, osciloskops, plakanparalēla stikla plāksnīte,

Izmantošanas nolūks	Mācību līdzekļu veids	Mācību līdzekļu nosaukums
		plakans spogulis, polarizācijas filtri, radiācijas mērītājs, ratīņi, reostati, rezistori, rotējošs disks, savienotājvadi, savienotie trauki, siltumvadītspējas ierīce, spektrāllampu strāvas avots ar spektrāllampām, spektroskops, spiediena mērīšanas ierīces (barometrs, šķidrums manometrs), spoles ar dažādu vijumu skaitu, stikla prizma, strāvas avoti, stroboskops, termistors (pusvadītāju), termometri, trīši (dažādi), vakuuma caurule, vakuuma sūkns, voltmetri (demonstrācijas) – 2 gab.
	Uzskates materiāli	• <i>Galileu afirmava</i> (Galileja eksperiments: ķermeņu brīvā krišana) [tiešsaiste]. Dr. Milton Moura – Ativismo quântico, BBC TWO, 2017 [skatīts 2020. gada 5. maijā]. Pieejams: https://www.facebook.com/AtivismoQuantico/videos/1510654018949544/ • Hopkins, A. <i>Atom animated--nucleus & electron orbitals (electron cloud)</i> (Atoma elektronu mākonis) [tiešsaiste, skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://www.youtube.com/watch?v=Rz1turGsGow • Johnson, D. <i>Noble gases</i> (Cēlgāzes) [tiešsaiste]. Open2net, 2007 [skatīts 2020. gada 29. aprīlī] Pieejams: https://www.youtube.com/watch?v=QLrofyj6a2s • <i>Kā bremzē riepas ar un bez radzēm</i> [tiešsaiste]. TVNET, 2017 [skatīts 2020. gada 20. janvārī]. Pieejams: https://video.tvnet.lv/6288650/ka-bremze-riepas-ar-un-bez-radzem • Latvijas Universitāte. <i>LU Fridriha Candra kosmosa izpētes muzejs</i> [tiešsaiste, skatīts 2020. gada 20. janvārī]. Pieejams: https://www.youtube.com/watch?v=KScfU0zFM2Q

Izmantošanas nolūks	Mācību līdzekļu veids	Mācību līdzekļu nosaukums
		• Piriczki, P. <i>How Many People Fit in Russian Sedan Car?</i> (Cik cilvēku var ietilpt automašīnā?) [tiešsaiste, skatīts 2020. gada 20. janvārī]. Pieejams: https://www.youtube.com/watch?v=w52iddWtkhk • Movieclips. <i>Police Academy 4 (1987) – The .44 Magnum Scene (2/9)</i> (Trešā Ņūtona likuma piemērs) [tiešsaiste, skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://youtu.be/ZrPvUd7E9HU?t=46 • FuseSchool – Global Education. <i>Transverse & Longitudinal Waves</i> (Garenviļņi un šķērsviļņi) [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://www.youtube.com/watch?v=0Anh9HthWgQ • Vicki V. May. <i>Why do buildings fall in earthquakes?</i> (Kāpēc zemestrīcē sabrūk ēkas?) [tiešsaiste]. TED-Ed, 2015 [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://www.youtube.com/watch?v=H4VQul_SmCg • Adrian Ward. <i>BB AND FLOW</i> (Paisums un bēgums) [tiešsaiste, skatīts 2020. gada 6. maijā]. Pieejams: https://www.youtube.com/watch?v=6vSivWZUEv0 • Valdis Zuters. <i>Maiņstrāvas efektīvās sprieguma vērtības noteikšanas praktisks demonstrējums</i> [tiešsaiste, skatīts 2020. gada 20. janvārī]. Pieejams: https://www.youtube.com/watch?v=SS8ai77rBr4&t=149s • konechnoya1. <i>Бешеный озурец (Šāvējgurķis)</i> [tiešsaiste, skatīts 2020. gada 20. aprīlī]. Pieejams: https://www.youtube.com/watch?v=CRHzhy6w3X8 • Просто Олеговна. <i>Примеры реактивного движения</i> (Reaktīvās kustības piemēri) [tiešsaiste, skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://www.youtube.com/watch?v=_2oRHbIS3mk
	Modeļi	lekšdedzes dzinēja modelis, transformatora modelis.
	Digitālie rīki un ierīces, kuras ir savietojamas ar digitālajiem rīkiem	Dators, multimediju projektors, digitālais fotoaparāts, interaktīvā tāfele, printeris, mobilais tālrunis, bezvadu interneta maršrutētājs, datu reģistrēšanas ierīces (t. sk. ar <i>Bluetooth</i> funkcionalitāti), sensori strāvas stipruma un sprieguma mērīšanai, elektriskā lādiņa sensors, magnētiskā lauka sensors, rotācijas kustības sensors, spēka mērīšanas sensors, temperatūras sensors, spiediena sensors, skaņas sensors, Geigera–Millera skaitītāja sensors, laika mērīšanas sliede, gaismas vārtu sensori, robotikas komplekts <i>LEGO Mindstorms Education EV3 Core Set</i> , robotikas un prototipēšanas komplekts <i>SumoBoy 2.0</i> .
Skolēniem darbam (individuālajam/ pāru/grupu darbam, piemēram, laboratorijas darbi)	Mācību materiāli	• <i>Skola2030</i> mācību līdzeklis. • <i>Fizika. 10. klase. 3. temats. Mijiedarbība un spēks</i> [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/fiz/fiz_10/fiz_10_3.pdf • <i>Fizika. 10. klase. 4. temats. Gravitācija un kustība gravitācijas laukā</i> [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/fiz/fiz_10/fiz_10_4.pdf • <i>Fizika. 10. klase. 4. temats. Gravitācija un kustība gravitācijas laukā</i> [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 5. maijā]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/datadir/fizika/registretieskolotaji/108.pdf

Izmantošanas nolūks	Mācību līdzekļu veids	Mācību līdzekļu nosaukums
		• <i>Fizika. 10. klase. 4. temats. Gravitācija un kustība gravitācijas laukā</i> (Keplera likumi (Skolēna darba lapa F_10_DD_04_P02)) [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 5. maijā]. Pieejams: https://www.siic.lv/datadir/fizika/registretieskolotaji/108.pdf • <i>Fizika. 12. klase. 2. Apgaismojums un attēli</i> (Lēcas fokusa attālums un optiskais stiprums. Laboratorijas darbs, 31.–34. lpp.) [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: https://www.siic.lv/datadir/fizika/registretieskolotaji/123.pdf • <i>Matemātika. 10. klase. 1. Vektori</i> [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 6. aprīlī]. Pieejams: https://www.siic.lv/datadir/matematika/registretieskolotaji/171.pdf • Puķītis, P., Cābelis, A. <i>Darba lapas fizikā 10. klasei</i> (4. laboratorijas darbs. Zemes masas noteikšana) [tiešsaiste]. Lielvārde: Lielvārds, 2007 [skatīts 2020. gada 6. maijā]. Pieejams: https://app.soma.lv/book/pdf-reader/fizika-13a27193-9018-451d-a529-b29c7f5ad01b?w=zemes-masas-noteiksana. • Brzezinski, T. <i>Quiz: Adding Vectors Geometrically</i> (Vektoru summa ģeometriskā formā) [tiešsaiste]. International GeoGebra Institute [skatīts 2020. gada 6. aprīlī]. Pieejams: https://www.geogebra.org/m/ee5nfsq6 • Brzezinski, T. <i>Vector Addition</i> (Vektoru saskaitīšana ar trijstūra un paralelograma likumu) [tiešsaiste]. International GeoGebra Institute [skatīts 2020. gada 6. aprīlī]. Pieejams: https://www.geogebra.org/m/Cy8bxaKS • Campuzano, J.C.P. <i>Crossing right</i> (Ātrumu saskaitīšana (laivas ātrums un straumes ātrums)) [tiešsaiste]. International GeoGebra Institute. [skatīts 2020. gada 6. aprīlī]. Pieejams: https://www.geogebra.org/m/jsafgdfu • Nayak, P. <i>Introduction to vectors</i> (Vektora izteikšana ar vienības vektoriem) [tiešsaiste]. International GeoGebra Institute [skatīts 2020. gada 6. aprīlī]. Pieejams: https://www.geogebra.org/m/buutBX72 • Olson, A. <i>Coulomb's Law</i> (Kulona likums) [tiešsaiste]. International GeoGebra Institute, 2020 [skatīts 2020. gada 20. janvārī]. Pieejams: https://www.geogebra.org/m/UR4vbpzA • Rladage_1. <i>3D Vector visualization</i> (Vektora koordinātas telpā) [tiešsaiste]. International GeoGebra Institute [skatīts 2020. gada 6. aprīlī]. Pieejams: https://www.geogebra.org/m/NEjnDxt2 • Walsh, T., Markus Hohenwarter, M. <i>Position, Velocity, and Acceleration vs. Time Graphs</i> (Saistība starp kustīgā punkta koordinātu, ātrumu un paātrinājumu) [tiešsaiste]. International GeoGebra Institute [skatīts 2020. gada 6. aprīlī]. Pieejams: https://www.geogebra.org/m/pdNj3DgD • Dubson, M. <i>Charges and Fields</i> (Lādiņi un lauki) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 20. janvārī]. Pieejams: https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_en.html • Dubson, M. <i>My Solar System</i> (Saules sistēma) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 5. maijā]. Pieejams: https://phet.colorado.edu/sims/my-solar-system/my-solar-system_en.html • Gruneich, B. et al. <i>Color Vision</i> (Krāsu redze) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_en.html

Izmantošanas nolūks	Mācību līdzekļu veids	Mācību līdzekļu nosaukums
		• Hanson, A. <i>Rutherford Scattering</i> (Rezerforda eksperiments) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: https://phet.colorado.edu/sims/html/rutherford-scattering/latest/rutherford-scattering_en.html • Loeblein, T. <i>Gas Properties</i> (Gāzes īpašības) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://phet.colorado.edu/en/simulation/gas-properties • Loeblein, T. <i>Masses and Springs</i> (Atsperes svārsts) [tiešsaiste]. The Physics Classroom, 2020 [skatīts 2020. gada 6. maijā]. Pieejams: https://phet.colorado.edu/en/simulation/masses-and-springs • Loeblein, T. <i>Resonance</i> (Rezonanse) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://phet.colorado.edu/en/simulation/resonance • Perkins, K. <i>Neon Lights & Other Discharge Lamps</i> (Gaismas spektri gāzizlādes lampām) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: https://phet.colorado.edu/en/simulation/discharge-lamps • Perkins, K., Wieman, C. <i>Alpha Decay</i> (Alfa sabrukšana, pussabrukšanas periods) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/alpha-decay • Perkins, K., Wieman, C. <i>Blackbody Spectrum</i> (Absolūti melna ķermeņa starojums) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: https://phet.colorado.edu/en/simulation/blackbody-spectrum • Perkins, K., Wieman, C. <i>Models of the Hydrogen Atom</i> (Ūdeņraža atoma uzbūves modeļi) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: https://phet.colorado.edu/en/simulation/hydrogen-atom • Perkins, K., Wieman, C. <i>Nuclear Fission</i> (Kodolu dalīšanās, ķēdes reakcija) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: https://phet.colorado.edu/en/simulation/nuclear-fission • Perkins, K., Wieman, C. <i>The Moving Man</i> (Cilvēka taisnlinijas kustība) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: https://phet.colorado.edu/en/simulation/moving-man • Podolefsky, N. <i>Capacitor lab</i> (Kondensators) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 20. janvārī]. Pieejams: https://phet.colorado.edu/en/simulation/capacitor-lab • Reid, S. et al. <i>Battery-Resistor Circuit</i> (Baterijas un rezistora slēgums) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 8. maijā]. Pieejams: https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/battery-resistor-circuit • Rouinfar, A. et al. <i>Circuit Construction Kit: DC</i> (Līdzstrāvas ķēdes) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 8. maijā]. Pieejams: https://phet.colorado.edu/en/simulation/circuit-construction-kit-dc

Izmantošanas nolūks	Mācību līdzekļu veids	Mācību līdzekļu nosaukums
		• Rouinfar, A. <i>Gravity Force Lab: Basics</i> (Gravitācijas spēks) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-force-lab-basics/latest/gravity-force-lab-basics_en.html • Rouinfar, A., <i>Bending Light</i> (Gaismas laušana) [tiešsaiste]. Phet™ Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 2020 [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: https://phet.colorado.edu/en/simulation/bending-light • <i>The Moving Man</i> (Saistība starp kustīgā punkta koordinātu, ātrumu un paātrinājumu) [tiešsaiste]. The Regents of the University of Colorado. [skatīts 2020. gada 6. aprīlī]. Pieejams: https://phet.colorado.edu/en/simulation/moving-man • <i>Atomic Electron Configurations</i> (Animācija par elektronapvalka uzbūves likumsakarībām) [tiešsaiste]. Pomona: Cal Poly Pomona, California State Polytechnic University, 2018 [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://elearningadacpp.edu/learning-objects/atomic-electron-configurations/ (Jāizvēlas <i>energy ladder</i>.) • Falstad, P. <i>Circuits</i> (EMV svārstību kontūrs) [tiešsaiste]. falstad.com [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: http://www.falstad.com/circuit/ • Kirby, M. <i>Lenses and Mirrors</i> (Attēla veidošanās lēcās un spoguļos (ar staru gaitu)) [tiešsaiste]. The Physics Classroom [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Reflection-and-Mirrors/Optics-Bench/Optics-Bench-Interactive • Kirby, M. <i>The Colored Filters Interactive</i> (Gaismas absorbcija dažādas krāsas filtros) [tiešsaiste]. The Physics Classroom [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Light-and-Color/Color-Filters/Color-Filters-Interactive • Kirby, M. <i>The Wave Addition Interactive</i> (Elektromagnētisko viļņu pārklāšanās) [tiešsaiste]. The Physics Classroom [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Waves-and-Sound/Wave-Addition/Wave-Addition-Interactive • Lee, K. <i>Planetary Orbit Simulator</i> (Planētu orbītas) [tiešsaiste]. NAAP Astronomy Labs, The University of Nebraska-Lincoln [skatīts 2020. gada 5. maijā]. Pieejams: https://astro.unl.edu/naap/pos/animations/kepler.html • Philhour, B. <i>Journey to Mars</i> (Ceļojums uz Marsu) [tiešsaiste]. CK-12 Foundation, 2014 [skatīts 2020. gada 5. maijā]. Pieejams: https://interactives.ck12.org/simulations/physics/journey-to-mars/app/index.html?screen=sandbox • Philhour, B. <i>Space Station</i> (Nākotnes kosmisko staciju izveide) [tiešsaiste]. CK-12 Foundation, 2014 [skatīts 2020. gada 5. maijā]. Pieejams: https://interactives.ck12.org/simulations/physics/journey-to-mars/app/index.html?screen=sandbox • <i>Reaction Zone</i> (Sārnu metāliem un halogēniem raksturīgās ķīmiskās reakcijas iespējams simulēt virtuālā ķīmijas laboratorijā) [tiešsaiste]. Syngenta, Zinc Media [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: http://www.syngentaperiodictable.co.uk/reaction-zone.php (Lai piekļūtu resursam, jāizmanto interneta pārlūks, kas atbalsta <i>Flash Player</i>.) • <i>Satellite Motion</i> (ZMP kustība) [tiešsaiste]. simbucket, 2014 [skatīts 2020. gada 5. maijā]. Pieejams: https://interactives.ck12.org/simulations/physics/space-station/app/index.html?screen=sandbox&lang=en&referrer=ck12Launcher&backUrl=https://interactives.ck12.org/simulations/physics.html

Izmantošanas nolūks	Mācību līdzekļu veids	Mācību līdzekļu nosaukums
		• <i>The Gravitational Fields Interactive</i> (Gravitācijas lauka simulācija) [tiešsaiste]. The Physics Classroom, 2020 [skatīts 2020. gada 6. maijā]. Pieejams: https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Circular-and-Satellite-Motion/Gravitational-Fields/Gravitational-Fields-Interactive • <i>The Value of g</i> (Brīvās krišanas paātrinājuma vērtības) [tiešsaiste]. The Physics Classroom, 2020 [skatīts 2020. gada 6. maijā]. Pieejams: https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Circular-and-Satellite-Motion/The-Value-of-g/The-Value-of-g-Interactive • Walsh, T. <i>Electromagnetic Waves</i> (Elektromagnētiskā viļņa izskats) [tiešsaiste]. oPhysics: Interactive Physics Simulations [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: https://ophysics.com/em3.html • Walsh, T. <i>Polarization of Light</i> (Gaismas polarizācija) [tiešsaiste]. oPhysics: Interactive Physics Simulations [skatīts 2020. gada 15. aprīlī]. Pieejams: https://ophysics.com/l3.html • <i>Fizika. 10. klase. 4. temats. Gravitācija un kustība gravitācijas laukā</i> (Zemes mākslīgie pavadoņi (Kārtējās vērtēšanas darbs F_10_KD_04)) [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 5. maijā]. Pieejams: https://www.siiic.lv/datadir/fizika/registretieskolotaji/108.pdf
	Darba piederumi laboratorijas darbiem un eksperimentiem (nepieciešami katram skolēnam vai skolēnu pārim)	Eksperimentu komplekts dinamikā ar eksperimentu aprakstiem, komplekti elektrodinamikas eksperimentiem uz kontaktplates ar eksperimentu aprakstiem, komplekti ģeometriskajā optikā un viļņu optikā ar eksperimentu aprakstiem, ampēmetri, areometri, atsperes (ar dažādiem stinguma koeficientiem), atsvaru komplekti, aukla, datu uzkrājēji, dažādas pretestības rezistori, dažādas spuldzes (ar norādītu spriegumu un jaudu/strāvas stiprumu), dažādi difrakcijas režģi, dažādi galvaniskie elementi (akumulatori) ar turētājiem, dažādu materiālu cilindri, dažādu tilpumu un materiālu kārbas un trauki, slīdes vai slīpas plaknes, dinamometri, gaismas avoti (spuldzītes), gaismas sensori, gaismas vārtu komplekts, gumijas auklas ar dažādiem šķērsgrīzumiem,

Izmantošanas nolūks	Mācību līdzekļu veids	Mācību līdzekļu nosaukums
		hronometri, izkļiedētājlēcas, klucīši, klucītis ar dažādām virsmām (divas dažādas virsmas klucīša pārvietošanai), laboratorijas trauki, t. sk. ūdens sildīšanai, lodītes ar dažādām masām, lodītes ar vienādu tilpumu, mērlentes, mērtrauki, multimetri, nekustīgie trīši, plastilīns, polarizācijas filtri, renītes, savācējlēcas (dažādu optisko stiprumu), savienotājvadi, slēdži, statīvi, sviras, šķidrums vai ciets kurināmais, Celsija un Fārenheita temperatūru skalas, transportieri, vēja turbīnas ar dažādu lāpstiņu skaitu, voltmetri.
	Ierīces	Dators, mobilais tālrunis, datu reģistrēšanas ierīces (t. sk. ar <i>Bluetooth</i> funkcionalitāti), sensori strāvas stipruma un sprieguma mērīšanai, elektriskā lādiņa sensors, magnētiskā lauka sensors, rotācijas kustības sensors, spēka mērīšanas sensors, temperatūras sensors, spiediena sensors, skaņas sensors, laika mērīšanas sliede, gaismas vārtu sensori.
	Modeļi	Robotikas komplekts <i>LEGO Mindstorms Education EV3 Core Set</i> , robotikas un prototipēšanas komplekts <i>SumoBoy 2.0</i> , cietu kristālisku, cietu amorfu, šķidru un gāzveida vielu uzbūves modeļi, grafitā un dimanta uzbūves modeļi.

Izmantošanas nolūks	Mācību līdzekļu veids	Mācību līdzekļu nosaukums
Skolēniem informācijas ieguvei	Drukātā izziņas literatūra	“Ilustrētā zinātne”, “GEO” u. c. populārzinātniski žurnāli, tabulu un formulu krājumi fizikā.
	Elektroniskie izziņas avoti	- Izglītības portāls fizmix.lv - YouTube^{lv} kanāls “Jauno Fiziku Skola” - Broks, A. u. c. ZEME UN DEBESIS. <i>Elektroniskā grāmata</i> (1.2. Kosmiskie lidojumi. Mākslīgie pavadoņi) [tiešsaiste]. LU, FiziT009 [2020. gada 6. maijā]. Pieejams: http://profizgl.lu.lv/mod/book/view.php?id=19055&chapterid=4084 - Bruņeniece, A., Dudareva I. <i>Keplera likumi. Astronomijas jautājumi fizikas stundās</i> [tiešsaiste]. Lielvārde: Lielvārds, 2009 [skatīts 2020. gada 5. maijā]. Pieejams: https://app.soma.lv/interaktive-materiali/interactive-material/fizika-7af7030c-03e4-40f9-9651-d878f36c4fe5 (Interaktīvie materiāli ir veidoti programmatūrā <i>Promethean ActivInspire</i>. Ja datorā nav šīs programmatūras, to var atrast support.prometheanworld.com.) - Annette Lowe. <i>Two minute tide</i> (Paisums džersijas salas piekrastē) [tiešsaiste, skatīts 2020. gada 6. maijā]. Pieejams: https://www.youtube.com/watch?v=BAxrnTnKUiE - Ķermeņu svārs. <i>Fiztēmas. Spēki un mijiedarbība</i> [tiešsaiste]. Fizmix, AS Latvenergo [skatīts 2020. gada 6. maijā]. Pieejams: https://www.fizmix.lv/fiztemas/speki-un-mijiedarbiba-6/fiztemas-kermenu-svars
	Uzskates materiāli	Fizikas formulu lapa, ĶEPT, Herčsprunga-Rasela diagramma.
Piederumi, iekārtas, ierīces mācību vides nodrošināšanai		Dators un projektoris, interneta pieslēgums, datu kamera, videokamera, printeris, kopētājs, interaktīvā tāfele, grupu darbam piemērotas mēbeles, ar elektrības pieslēgumu aprīkotas darbavietas laboratorijas darbu veikšanai, skapji un vitrīnas fizikas laboratorijas darbu piederumu un uzzīņu literatūras uzglabāšanai.
LU Starpnozaru izglītības inovāciju centra publicēto projekta “Dabaszinātnes un matemātika” materiālu izmantošana programmas realizācijā		3. Atoma un vielas uzbūve <i>Fizika. Atbalsta materiāli 10.–12.klasei</i> [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/skolam/materiali/atbalsta/10-12/fizika/ <i>Ķīmija. Atbalsta materiāli 10.–12.klasei</i> [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/skolam/materiali/atbalsta/10-12/atbalsta-materiali-kimija/ 4. Vienmērīgi paātrināta kustība <i>Fizika. 10. klase. 2. temats. Ķermeņu kustība</i> [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/fiz/fiz_10/fiz_10_2.pdf 5. Mijiedarbība un spēks <i>Fizika. 10. klase. 5. temats. Enerģija un impulss</i> [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/fiz/fiz_10/fiz_10_5.pdf

Izmantošanas nolūks	Mācību līdzekļu veids	Mācību līdzekļu nosaukums
		8. Mehāniskās svārstības un viļņi Fizika. 10. klase. 6. temats. Mehāniskās svārstības un viļņi [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/fiz/fiz_10/fiz_10_6.pdf 9. Siltums un siltuma procesi Fizika. 11. klase. 3. temats. Vielu fizikālās īpašības [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/fiz/fiz_11/fiz_11_3.pdf 10. Elektriskais lauks Fizika. 11. klase. 4. temats. Elektriskie lādiņi un elektriskais lauks [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs. [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/fiz/fiz_11/fiz_11_4.pdf 11. Līdzstrāva Fizika. 11. klase. 5. temats. Elektriskie lādiņi un magnētiskais lauks [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/fiz/fiz_11/fiz_11_5.pdf 12. Elektromagnētisms Fizika. 11. klase. 6. temats. Elektromagnētisms [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/fiz/fiz_11/fiz_11_6.pdf 13. Elektromagnētiskie viļņi Fizika. 12. klase. 1. temats. Elektromagnētiskās svārstības un viļņi [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/fiz/fiz_12/fiz_12_1.pdf 14. Apgaismojums un attēli Fizika. 12. klase. 2. temats. Apgaismojums un attēli [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs. [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/fiz/fiz_12/fiz_12_2.pdf 15. Atoms un Visums Fizika. 12. klase. 4. temats. Atoms un atoma kodols [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/fiz/fiz_12/fiz_12_4.pdf Fizika. 12. klase. 6. temats. Pasaules uzbūve [tiešsaiste]. LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs [skatīts 2020. gada 29. aprīlī]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/fiz/fiz_12/fiz_12_6.pdf

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