

# Fizika II

**Metodiskie ieteikumi mācību priekšmeta  
padziļinātā kursa īstenošanai**

# Fizika II.

## Metodiskie ieteikumi mācību priekšmeta padziļinātā kursa īstenošanai

Metodiskais līdzeklis ir izstrādāts Eiropas Sociālā fonda projektā "Kompetenču pieeja mācību saturā" (turpmāk – Projekts).

Metodisko līdzekli izstrādāja **Mārīte Lisova**.

Metodiskā līdzekļa izstrādē piedalījās **Mihails Basmanovs**.

Redaktors: **Linda Vēvere, Agnese Vasermane**.

Recenzents **Voldemārs Muižnieks**.

Projekts pateicas visām izglītības iestādēm un skolotājiem, kuri Projekta ietvaros nodrošināja metodiskā līdzekļa aprobāciju un dalījās ar saviem mācību piemēriem.

ISBN **978-9934-24-122-2**

# Saturs

Priekšvārds	<b>4</b>
1. Fizika II: būtiskākais par saturu, pieeju un atbalstu	<b>4</b>
1.1. Padziļinātā kursa mērķis un atšķirība no pamatkursa	<b>4</b>
1.2. Standarts un padziļinātā kursa programmas paraugs	<b>7</b>
1.3. Valsts pārbaudes darbs	<b>8</b>
1.4. Pieejamais atbalsts	<b>10</b>
2. Kā plānot mācību procesu?	<b>11</b>
2.1. Plānošana kursa līmenī	<b>12</b>
2.2. Plānošana temata līmenī	<b>13</b>
Tematiskā plāna piemērs (detalizēta versija) tematam "Siltumfizika"	<b>15</b>
2.3. Plānošana nodarbības līmenī	<b>24</b>
3. Kā summatīvi vērtēt skolēnu sniegumu?	<b>29</b>
3.1. Summatīvā vērtēšana kursā	<b>29</b>
3.2. Nobeiguma pārbaudes darbi	<b>30</b>
Nobeiguma pārbaudes darba piemērs tematā "Mehānika"	<b>32</b>
Nobeiguma pārbaudes darba piemērs tematā "Siltumfizika"	<b>49</b>

## Priekšvārds (ievads)

Vidējās izglītības pakāpes noslēdzošais un saturiski komplicētākais posms ir padziļinātais kurss, jo tajā skolēns veido dziļu konceptuālo izpratni par kursa ietvaros aktualizētajām likumsakarībām, tā saturs ir padziļināts un paplašināts. Lai pēc iespējas efektīvāk sasniegtu mācību mērķus, skolotājam nepieciešams laiks un prasmes detalizēti plānot mācību procesu un vērtēšanu. Tādēļ metodiskais līdzeklis veidots, lai sniegtu praktisku atbalstu, piedāvājot skolotājam konkrētus piemērus, modelējot mācību procesa plānošanu un vērtēšanu.

Materiāls paredzēts gan skolotājiem, gan mācību jomu koordinatoriem, gan izglītības iestāžu metodiķiem pilnveidotā mācību satura un pieejas īstenošanai saskaņā ar 2019. gada 3. septembrī pieņemto valsts vispārējās vidējās izglītības standartu.

Materiālu veido trīs sadaļas:

1. Nodaļā "Fizika II: būtiskākais par saturu, pieeju un atbalstu" ir skaidrots padziļinātā kursa mērķis, atšķirība no optimālā līmeņa kursa, apkopotī nozīmīgākie resursi kursa plānošanai un īstenošanai.
2. Nodaļā "Kā plānot mācību procesu?" skaidroti plānošanas principi dažādiem līmeņiem – kursam, tematam, stundai, piedāvāts temata plānojuma piemērs, modelēta atpakaļvērsts plānošanas pieeja padziļinātā kursa īstenošanai.
3. Nodaļā "Kā vērtēt skolēna sniegumu?" skaidrota vērtēšanas pieeja, piedāvāts kursa summatīvās vērtēšanas plāna piemērs, modelēta skolēnu snieguma vērtēšana.

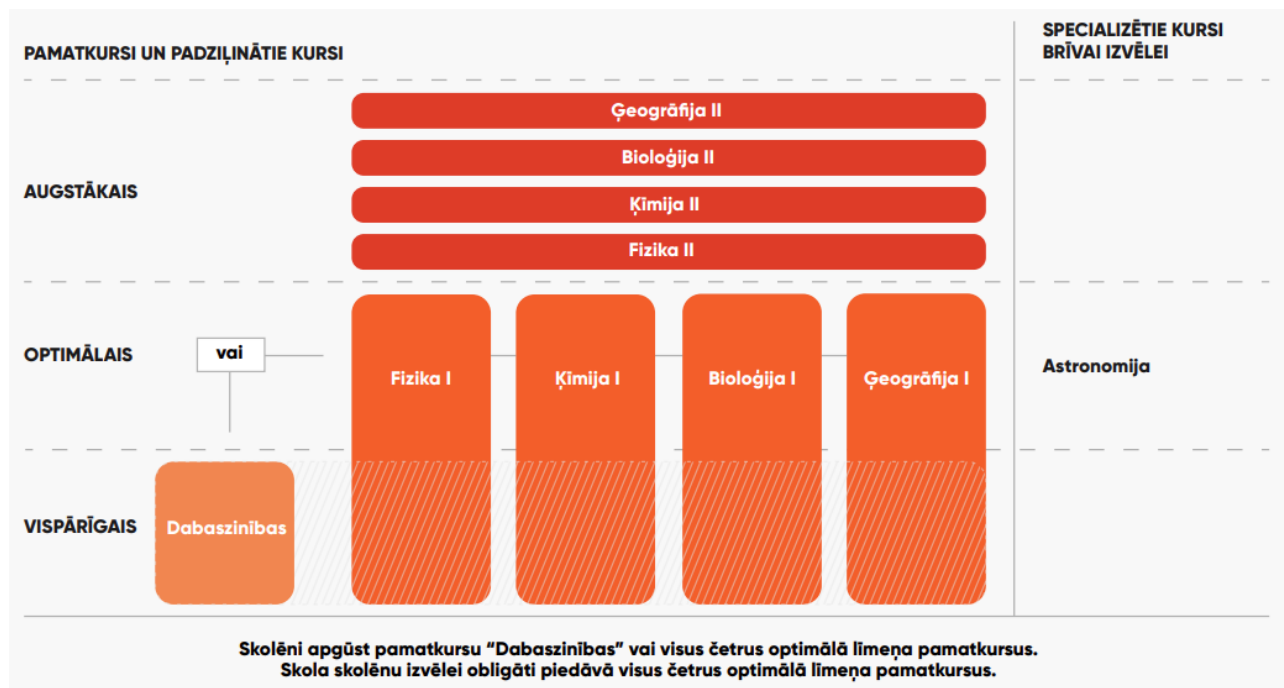
## 1. Fizika II: būtiskākais par saturu, pieeju un atbalstu

### 1.1. Padziļinātā kursa mērķis un atšķirība no pamatkursa

Vispārējās vidējās izglītības standarts ar samazinātu mācību priekšmetu skaitu piedāvā iespēju jauniešiem veltīt vairāk laiku, mācoties to, kas viņu interesē un ar ko viņš vēlas saistīt savu nākotni.

Padziļinātais kurss Fizika II dod iespēju skolēniem jau vidusskolas posmā apgūt nepieciešamās zināšanas un prasmes dabaszinātņu mācību jomā, lai risinātu kompleksas starpdisciplināras problēmas, padziļinot izpratni par dabaszinātņu fundamentāliem procesiem, apgūt prasmes mērķtiecīgi izmantot daudzveidīgus matemātiskos modeļus fizikālu procesu analīzē, kā arī lietot pētījumu datu ieguves un apstrādes metodes jaunās situācijās un veiksmīgi turpināt studijas augstskolā vai uzsākt profesionālo darbību.

Kursu Fizika II skolēns var izvēlēties, ja viņš pirms tam apguvis pamatkursu Fizika I un ir apguvis vai turpina apgūt pamatkursus Bioloģija I, Ķīmija I, Ģeogrāfija I. Padziļinātajā kursā tiek turpināts un paplašināts pamatkursā apgūtais mācību saturs. Skolēns apgūst kompleksākus sasniedzamos rezultātus, pavada daudz laika, darbojoties praktiski, risinot kompleksas, autentiskas problēmas, tajā skaitā mācās ārpus skolas, izstrādā pētnieciskos darbus. Atbilstoši satura apjomam padziļināto kursu skolēns mācās 210 stundas, pamatkursu – 245 mācību stundas. Papildus tam skolām ir iespēja konkrētās mācību jomas ietvaros piedāvāt skolēnam specializēto kursu Astronomija.



1. attēls

Katram padziļinātajam kursam ir definēti apguves mērķi un uzdevumi skolēnam atbilstoši 2019. gada 3. septembra ministru kabineta (MK) noteikumiem Nr. 416. Kursam Fizika II tie ir:

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

Pieeja, ka viena izglītības posma ietvaros mācību saturs ir strukturēts pēc apguves līmeņiem un skolēns atbilstoši savai izvēlei apgūst to līmeni, kuru ir izvēlējis, Latvijā iepriekš nav realizēta. Tādēļ skolotājam, pirmo reizi plānojot mācību procesu, noderīgi ieraudzīt, nošķirt un pielāgot procesu un uzdevumus atbilstoši tam līmenim, kuru skolēns konkrētajā brīdī apgūst.

Fizika II kurss sastāv no pieciem lieliem tematiem – mehānika, siltumfizika, elektromagnētisms, viļņu optika un modernā fizika. Tematu secība atbilst vispārpieņemtajai praksei fizikas nozarē – šādā secībā veidots arī pamatkurss Fizika I. Katrā tematā vispirms aktualizē Fizika I kursa ietvaros apgūto, pēc tam temata jautājumus apgūst padziļināti gan saturiski, gan prasmju līmenī.

Nākamajā tabulā piedāvājam kopsavilkumu par abu apguves līmeņu atšķirībām, detalizēti šo nošķirumu skolotājs var uzzināt, lasot vidusskolas posma standartu jomā.

## Optimālā un augstākā apguves līmeņa nozīmīgākās saturs atšķirības

Līmenis/ saturs	Optimālais līmenis Fizika I	Augstākais līmenis Fizika II
<b>Zināšanas, izpratne</b>	Zina un lieto fizikai raksturīgus faktus, jēdzienus, terminus, sakarības, kā arī skaidro procesus dabā un tehnikā, pamatojoties uz fizikas likumu zināšanām.	Zina un lieto fizikai raksturīgus faktus, jēdzienus, terminus, sakarības, kā arī skaidro un pamato procesu norisi dabā un tehnikā, pamatojoties uz zināšanām par fizikas likumiem, modeļiem un/vai pieejamiem zinātniskiem datiem.
<b>Prasmes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lieto zinātnisko terminoloģiju un fizikas formulas;</li> <li>• veic aprēķinus;</li> <li>• reprezentē informāciju – lieto fizikas valodu (vispārpieņemtos terminus un apzīmējumus formulās), vizuālo informāciju (attēlus, shēmas, zīmējumus) dabaszinātnisko procesu skaidrošanai, kā arī veic grafiku analīzi vai datu pārveidošanu uz grafisko formu vai no tās;</li> <li>• informācijpratība – atlasa informāciju, iegūst datus, analizē, interpretē un izvērtē doto vārdisko un vizuālo informāciju, t. sk. dotus eksperimentālos datus;</li> <li>• pētnieciskā un eksperimentālā darbība – izvēlas un lieto mērāmajam lielumam atbilstošas mērierīces (t. sk. sensorus), nosakot ierīces mērapjomu, iedaļas vērtību, mērvienību precizitāti,</li> <li>• caurviju prasmes (īpaši, kritiskā domāšana, sadarbība, digitālā pratība).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Argumentē – veido un izvērtē zinātniskus argumentus un pretargumentus, izmantojot pierādījumus;</li> <li>• modelē – apraksta dabas un tehnoloģiskos procesus, veidojot vai lietojot matemātiskus (grafiki, formulas), vizuālus (shēmas, attēli) un/vai digitālus (simulācijas) modeļus;</li> <li>• analītiski spriež – izmantojot zināšanas un dažādus fizikālos modeļus, no dotajiem datiem vai konkrētas situācijas atlasa īpašības un pazīmes, kas ir spēkā vispārīgās situācijās, spēj vispārīgas sakarības izmantot konkrētās situācijās atbilstošu problēmu risināšanā;</li> <li>• formulē fizikālo procesu matemātiskos modeļus un izmanto matemātikas zināšanas un prasmes atbilstošu problēmu risināšanā, spēj vispārīgas sakarības izmantot konkrētās situācijās, saskata līdzīgo un atšķirīgo starp dažādām fizikas likumsakarībām, parādībām, tematiem, situācijām;</li> <li>• izvirza pētnieciskā ceļā pārbaudāmu hipotēzi, kura skaidro sakarību – arī funkcionālu – starp neatkarīgu un atkarīgu mainīgo;</li> <li>• īpaši attīsta caurviju prasmes: <ul style="list-style-type: none"> <li>– kritisko domāšanu un problēmrisināšanu,</li> <li>– gūst vispusīgu, precīzu informāciju par kompleksiem fizikāliem jautājumiem, izvērtē tās ticamību un derīgumu,</li> <li>– pašvadītu mācīšanos;</li> </ul> </li> <li>• plāno, uzrauga, izvērtē savu mācīšanos, veic nepieciešamās izmaiņas atbilstoši situācijai, patstāvīgi izvēlas, pielāgo un rada savas domāšanas stratēģijas kompleksās situācijās, <ul style="list-style-type: none"> <li>– sadarbība – skolēns novērtē un ņem vērā grupas biedru emocijas, domas un kontekstu kopumā, atbalsta vai virza konstruktīvu grupas dalībnieku sadarbību,</li> <li>– pilsoniskā līdzdalība – skaidro savu skatījumu par kopsakarībām gan vietējā, gan globālā mērogā, savu skaidrojumu pamato ar dažādiem faktiem; izvērtē individu, sabiedrības un vides mijiedarbību,</li> <li>– digitālā pratība – veicot pētījumus un risinot praktiskus uzdevumus kursa ietvaros, skolēns izvēlas vai pielāgo un efektīvi izmanto digitālos rīkus konkrētiem īstermiņa un ilgtermiņa mērķiem iegūto eksperimentālo datu apstrādei, attēlošanai un analīzei, analizē digitālās komunikācijas ieguvumus un riskus.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Ieradumi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rada jaunas un pilnveido esošās zināšanas;</li> <li>• sadarbojas, izmantojot kooperatīvās mācīšanās metodes;</li> <li>• darbojas ilgtspējīgi un apkārtējai videi draudzīgi;</li> <li>• rūpējas par savu veselību un drošību.</li> </ul>	Skaidro tehnoloģiju (arī atjaunojamo enerģijas avotu) attīstības ietekmi uz apkārtējo vidi un prognozē tās rezultātu iespējamo ietekmi uz sabiedrības attīstību, cilvēku un ekoloģisko labklājību.

## 1.2. Standarts un padziļinātā kursa programmas paraugs

### Standarts

Nozīmīgākais dokuments, kurš izglītības iestādei un skolotājam obligāti jāņem vērā un ir juridiski saistošs, plānojot un īstenojot mācības, saturiski ir standarts (skat. MK noteikumus Nr. 416). Izglītības standartā ir definētas prasības mācību saturs apguvei – izmērāms mācību procesa rezultāts, kas pilnveidotajos standartos formulēts katrā mācību jomā kā skolēnam sasniedzamie rezultāti. Tie ietver zināšanas un pamatprasmes mācību jomās, caurviju prasmes un vērtībās balstītus tikumus un ir apgūstami mācību priekšmetos, starpdisciplināri, kā arī iesaistoties plašākās skolas dzīves norisēs. Sasniedzamie rezultāti skolēnam augstākajā apguves līmenī Fizika II kursā ir precizēti MK noteikumu Nr. 416 “Noteikumi par valsts vispārējās vidējās izglītības standartu un vispārējās vidējās izglītības programmu paraugiem” 9. pielikumā “Kursu apraksti”.

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

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

Skolotājam ieteicams izlasīt standarta sasniedzamos rezultātus detalizēti, lai veidotu pilnīgāku izpratni par mācību procesa akcentiem un mērķiem, kā arī situācijās, kad nepieciešams mācību programmu pielāgot/mainīt, skolotājs zinātu, kuri ir būtiski standarta elementi, kurus īstenošanās procesā nevajadzētu izlaist. Par standarta sasniedzamo rezultātu izmantojumu plānošanā skat. 2. nodaļā “Kā plānot mācību procesu?”

### MĀCĪBU SATURA PLĀNOŠANAS LĪMEŅI



### Mācību programmas paraugs

Programmas paraugā skolotājam dots piemērs, kādā veidā īstenot skolēnam sasniedzamos rezultātus augstākajā satura apguves līmenī. Programmas paraugā mācību saturs ir grupēts tematos, ietverot temata izpētes jautājumus un temata apguves norisi. Noderīgs plānošanas materiāls ir programmas parauga 4. pielikums, kurā skolotājam piedāvāti vērtēšanas uzdevumu piemēri.

Programmas paraugs skatāms šeit: [mape.gov.lv](http://mape.gov.lv).

Programmas paraugam ir ieteikuma raksturs. Skolotāji var izmantot doto programmu vai arī atbilstoši standartā sasniedzamajiem rezultātiem izstrādāt paši savu programmu.

### 1.3. Valsts pārbaudes darbs

Valsts pārbaudes darba mērķis ir:

- novērtēt skolēnu sniegumu padziļinātājā kursā Fizika II atbilstoši MK noteikumiem Nr. 416 "Noteikumi par valsts vispārējās vidējās izglītības standartu un vispārējās vidējās izglītības programmu paraugiem" (turpmāk – standarts) "Plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti Dabaszinātņu mācību jomā" optimālajā un augstākajā mācību satura apguves līmenī;
- iegūt datus skolēnu snieguma un mācību satura izvērtēšanai, metodisko ieteikumu izstrādei un profesionālās pilnveides plānošanai izglītības iestādes, dibinātāja un valsts līmenī, lai identificētu un izvērtētu, cik lielā mērā plānotie sasniedzamie rezultāti ir apgūti;
- iegūt datus, lai sertificētu apgūto vai atlasītu skolēnus pēc vienotiem kritērijiem turpmākās izglītības iespējām, kā arī pārvaldītu iegūtos datus izvērtēšanai un lēmuma pieņemšanai par atbalstu vai mācību satura īstenošanas atbildību.

Plānotā centralizētā eksāmena saturs, uzbūve, piekļuves nosacījumi, nepieciešamie resursi un vērtēšanas principi tiek aprakstīti **Valsts pārbaudes darba programmā** (2022./2023. gada programmas pieejamas Valsts izglītības satura centra mājaslapā [visc.gov.lv](http://visc.gov.lv)). Katru mācību gadu šī programma tiek precizēta atbilstoši plānotā centralizētā eksāmena saturam.

Eksāmena uzdevumu piemēri ir pieejami **Valsts pārbaudes darba paraugā** (skat. [mape.gov.lv](http://mape.gov.lv)). Skolotājs mācību procesa laikā var piedāvāt skolēniem izpildīt šos uzdevumus, izvērtēt aprobācijas procesā piedāvātās skolēnu atbildes un izstrādāt līdzīgus uzdevumus.

#### Rīcības vārdi

Ikdienas mācību procesā skolotājam ir aktuāli izmantot eksāmena programmā publicētos rīcības vārdus un to skaidrojumu. Rīcības vārdi ir darbības vārdi, kuri norāda uz konkrētu sniegumu, kas no skolēna tiek sagaidīts uzdevumā, tie ļauj konsekventi izmantot vērtēšanas kritērijus gan eksāmenā, gan ikdienas mācību procesā. Skolotājam šie vārdi palīdz, veidojot uzdevumus stundu darbam un pārbaudes darbos, jo tie norāda uz izziņas darbības līmeni, kas skolēnam uzdevuma izpildē būs jāizmanto. Piemēram, skolēns zina – ja uzdevuma nosacījumos tiek izmantots vārds "analizē", tad tas nozīmē, ka viņam jāveic vairākas secīgas darbības – veselais jāsadala daļās, jānosaka tā iekšējās atšķirības vai citas pazīmes, jāraksturo, kādas tās ir, un jāvērtē atbilstoši uzdevuma kontekstam. Vērtētājs attiecīgi konkrēti zina, kas ir sagaidāmais skolēna sniegums, un tas ļauj izstrādāt vērtēšanas kritērijus.

#### 1. tabula. Biežāk lietotie rīcības vārdi fizikas uzdevumos un to skaidrojums

Darbības vārds	Skaidrojums
<b>Analizēt</b>	Detalizēti apskatīt, raksturot veselumu (objektu, jēdzienu, faktu, procesu, pazīmi, problēmu, risinājumu u. tml.) un tā daļas pēc noteiktiem kritērijiem, lai noskaidrotu būtiskās īpatnības (pazīmes, īpašības, sakarības, struktūru u. tml.).
<b>Aprakstīt</b>	Sistēmiski, noteiktā un loģiskā secībā izklāstīt, uzrakstīt atbilstoši noteiktiem kritērijiem, neiekļaujot pamatošanu, izskaidrošanu.
<b>Aprēķināt</b>	Rēķinot iegūt skaitlisku rezultātu, parādot nozīmīgus risinājuma soļus vai aprēķina gaitu.
<b>Argumentēt</b>	Izveidot skaidrojumu ar argumentiem, ievērojot noteiktu argumentācijas struktūru (apgalvojums – pierādījums – loģisks spriedums).
<b>Attēlot</b>	Uzskatāmi parādīt būtiskās pazīmes; atveidot, izmantojot zināšanas.
<b>Definēt</b>	Formulēt veseluma (objekta, jēdziena, fakta, procesa, pazīmes, problēmas, risinājuma u. tml.) definīciju – būtisko pazīmju īsu, precīzu formulējumu, raksturojumu.
<b>Formulēt</b>	Skat. <i>izteikt</i> , 2.
<b>Grupēt</b>	Veidot (apvienot vai sadalīt) grupas, objektu kopas pēc noteiktas pazīmes vai vairākām nošķiramām pazīmēm.



Darbības vārds	Skaidrojums
<b>Interpretēt</b>	Radoši izskaidrot, atklāt, pārveidot un pārrādīt darba, objekta, parādības u. tml. jēgu, saturu, ideju vai avotos esošo informāciju, izmantojot dažādus pierādījumus.
<b>Izteikt</b>	1. Raksturot, parasti skaitliski, izmantojot noteiktas mērvienības. 2. Runājot vai rakstveidā izpaust (kādu domu, faktu u. tml.).
<b>Izvēlēties</b>	Izraudzīties no kāda daudzuma, kopuma (piemērotāko, atbilstošāko).
<b>Izvērtēt</b>	Sk. <i>novērtēt</i> .
<b>Klasificēt</b>	Veidot grupu hierarhisku struktūru pēc noteiktiem kritērijiem.
<b>Konstruēt</b>	1. Veidot kāda veseluma (priekšmeta, mehānisma, objekta u. tml.) konstrukciju, uzbūvi. 2. Veidot, zīmēt (ģeometrisku figūru), izmantojot dotos elementus un noteiktus konstruēšanas soļus.
<b>Modelēt</b>	1. Konstruēt, veidot modeli, būvējot vai zīmējot paraugu, skici u. tml., lai parādītu, kā atšķirīgā mērogā izskatās reālās pasaules veseluma (objekta u. tml.) vienkāršota versija. 2. Uz līdzības pamata, balstoties uz faktiem, paraugiem u. tml., radīt shematizētu, vienkāršotu (kā) atveidu.
<b>Nosaukt</b>	Piešķirt, dot vārdu, nosaukumu.
<b>Noteikt</b>	Noskaidrot, pazīt, konstatēt atšķirīgās pazīmes (īpatnības, faktus, viedokļus, problēmas, argumentus u. tml.).
<b>Novērtēt</b>	Vērtējot, izspriežot noteikt, izsecināt kvalitāti, atbilstību noteiktām prasībām.
<b>Pamatot</b>	Izveidot skaidrojumu, izmantojot atsauci uz konkrētu informāciju (faktiem, datiem, cēloņiem, novērojumiem, iemesliem, spriedumiem u. tml.).
<b>Paskaidrot</b>	Sk. <i>skaidrot</i> .
<b>Piedāvāt</b>	Veidot iespējamu, vēlamu, derīgu, piemērotu risinājumu, atlasot, izmantojot informāciju un pamanot iespējas.
<b>Pierādīt</b>	Izveidot skaidrojumu – spriedumu virkni, pierādot vai noliedzot apgalvojumu.
<b>Plānot</b>	1. Veidot (kāda objekta) plānu, projektu. 2. Veidot plānu (kā) attīstībai, norisei, darbībai; domās apsvērt (ko), lai (to) īstenotu.
<b>Prognozēt</b>	Pamatojoties uz konkrētiem faktiem, paredzēt (kā) turpmāko norisi, rezultātu, demonstrējot izpratni par norisi, rezultātu.
<b>Raksturot</b>	Noteikt, aprakstīt, vērtēt būtiskās, raksturīgās īpašības, pazīmes.
<b>Salīdzināt</b>	Noteikt kopīgās un/vai atšķirīgās īpašības, pazīmes pēc būtības salīdzināmiem veselumiem (objektiem, jēdzieniem, faktiem, procesiem, pazīmēm, problēmām, risinājumiem u. tml.), atsaucoties uz abiem (vai visiem).
<b>Secināt</b>	Veidot atzinumu, spriedumu, pamatojoties uz iegūtajiem faktiem, iepriekš veiktu analīzi, vērojumiem, cēloņsakarībām u. tml.
<b>Skaidrot</b>	Detalizēti, saprotami, sistēmiski sniegt pārskatu (izklāstu, faktu kopumu, atzinumu u. tml.), formulēt galveno ideju (notikumus, procesus, parādības, iemeslus u. tml.), padarot to saprotamu.
<b>Spriest</b>	Veidot spriedumu.
<b>Uzlabot</b>	Panākt, ka kļūst kvalitatīvāks, piemērotāks noteiktām lietošanas, izmantošanas prasībām.
<b>Uzklicēt</b>	Izveidot attēlu bez sīkas detalizācijas (skici), uzsverot svarīgākās attēlotā modeļa īpašības un sniedzot vispārīgu priekšstatu par to.
<b>Uzzīmēt</b>	Attēlot (ko) ar grafiskiem izteiksmes līdzekļiem.
<b>Veidot</b>	Ar mērķtiecīgu darbību panākt, ka kaut kas rodas, gūst vēlamo veidu, formu, atbilst noteiktām prasībām.
<b>Vērtēt</b>	Veidot noteiktu spriedumu, atzinumu, secinājumu par atbilstību vai neatbilstību noteiktiem kritērijiem, pamatojoties uz zināšanām, pieredzi, pierādījumiem.
<b>Vienkāršot</b>	Veicot ekvivalentus pārveidojumus, izteikt doto pēc iespējas īsākā veidā.

## 1.4. Pieejamais atbalsts

Lai atbalstītu skolotāju padziļinātā kursa Fizika II mācīšanās, papildus šim metodiskajam materiālam pieejami arī:

- **Digitālie mācību līdzekļi.** Tematu ietvaros piedāvātie materiāli atbalsta skolēnu sasniegt kompleksākos, specifiskākos, izaicinošākos standartā formulētos sasniedzamos rezultātus. Digitālie mācību līdzekļi piedāvā **fizikas piemērus un uzdevumus** to analīzei, ekspertu lekcijas, sistemātisku metodiku dažādu dabaszinātņu mācību jomā nepieciešamu prasmju mācīšanai, kā arī vizuālizācijas un **atgātnes**. Materiāli pieejami bezmaksas vietnē [skolo.lv](http://skolo.lv).

- **Metodiskais līdzeklis skolotājiem “Kā attīstīt caurviju prasmes?”** Materiāls veidots kā praktisks rīks, lai skolotājs varētu mācīt caurviju prasmes atbilstoši skolēnu vecumam, attiecīgi ietverot četrus plānošanas soļus:

1. Izpēte, ko mani skolēni jau var paveikt.
2. Izvērtēšana, ko es jau daru, lai attīstītu skolēnu prasmes.
3. Konkrētu darbību plānošana, pamatojoties uz secinājumiem.
4. Detalizēta mācību aktivitāšu plānošana.

Padziļinātajā kursā Fizika II īpaši vēlama pievērsta uzmanība kritiskās domāšanas un problēmrisināšanas, pašvadītas mācīšanas, sadarbības, pilsoniskās līdzdalības un digitālās pratības prasmēm, šīs caurviju prasmes iestrādātas arī standarta sasniedzamajos rezultātos augstākajā apguves līmenī. Materiāls pieejams šeit: [mape.gov.lv](http://mape.gov.lv).

- Pašmācības e-kurss (e-kurss būs pieejams 2023. gada rudenī) padziļinātā kursa skolotājam Platformā [skolo.lv](http://skolo.lv) katrā padziļinātajā kursā pieejams pašmācības e-kurss skolotājam, kurā apkopoti teorētiskie materiāli (prezentācijas, videolekcijas u. c.) no īstenotās pedagogu profesionālās pilnveides programmas, kā arī izstrādāti uzdevumi, kas ļauj skolotājam veidot izpratni par kursa saturu vai konkrētu saturu, kas jāapgūst arī skolēnam.

- Atbalsts novadā un skolā:

- **Mācību jomas koordinators un mācību jomas kolēģi**

Neskaidrību gadījumā un situācijās, kad nepieciešama konsultācija, skolotājs var lūgt atbalstu mācību jomas koordinātoram, piemēram, lūgt, lai tiek organizēta tikšanās ar citiem skolotājiem, kuri šo kursu māca, lai būtu iespēja dalīties pieredzē, ar materiāliem, iespējams arī kopīgi plānot nodarbības, uzdevumus vai vērtēšanas rīkus. Mācību jomas koordinators sniedz metodisko atbalstu tieši mācību jomas saturiskajos jautājumos.

- **Sadarbība skolas ietvaros: ar pamatskolas un optimālā līmeņa skolotājiem**

Skolotājs, kurš māca padziļināto kursu Fizika II, visbiežāk ir vienīgais padziļinātā kursa skolotājs konkrētajā skolā, līdz ar to vēlama/ieteicama sadarbīties ar kolēģiem, kuri mācījuši skolēnam optimālā līmeņa kursu – noskaidrot, kāds ir bijis mācību process, kāda ir kopējā skolēna pieredze, kurām no prasmēm vai satura jautājumiem tikusi pievērsta lielākā uzmanība. Tādējādi skolotājs var atsaukties, veidot saiknes starp jau apgūto un to, kas skolēnam jāapgūst padziļinātajā kursā. Tāpat ir vērtīgi sadarbīties arī ar citiem dabaszinātņu jomas skolotājiem, lai veidotu vienotu izpratni par lielajām idejām.

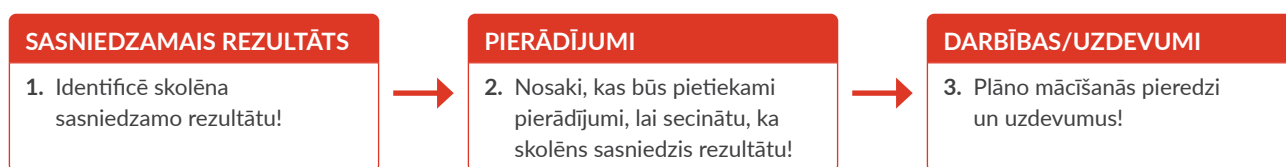
## 2. Kā plānot mācību procesu?

Pedagoga profesijas, iespējams, nozīmīgākais elements un prasme ir plānošana – kā izplānot mācību procesu, izmantojot efektīvus metodiskos paņēmienus, lai ikviens skolēns sasniegtu mācīšanās mērķus? Plaši izmantota, zinātniski pierādīta un praktiski nodrošina pieeja ir atpakaļvērsta plānošana (citviet saukta arī par “uz mērķi vērsto plānošanu”), kuru radījis skolotājs un izglītības pētnieks Grants Viginss (*Grant Wiggins*), aprakstot to vairākās grāmatās, pirmais viņa darbs “Understanding by Design” izdots 1998. gadā.

Atpakaļvērsta plānošanas pieejas pamatā ir ideja, ka, lai mācīšanās būtu efektīva, vispirms skaidri jādefinē skolēna mācīšanās rezultāts. Tieši tas noteiks gan vērtēšanu, gan to, kādi uzdevumi, aktivitātes skolēnam tādēļ jāveic. Turklāt atpakaļvērsta plānošanas soli nemainās – tie ir tie paši, plānojot dažādos līmeņos un mācīšanās kontekstos (temats, noslēguma darbs, stunda/-s, atsevišķi uzdevumi).

Pētnieki Grants Viginss un Džejs Maktejs (*Jay McTighe*) norāda, ka tradicionālajai mācīšanās plānošanai ir raksturīgi divu veidu nevēlami paradumi – plānot mācību stundas, fokusējoties uz aktivitātēm, kā skolēni tiks nodarbināti (ko interesantu skolēni darīs?), vai arī kā primāro mācību mērķi izvīzot iespēju skolēniem uzzināt pēc iespējas vairāk informācijas par konkrēto tēmu. Aktivitātes kā mērķis ir raksturīgas vairāk sākumskolas un pamatskolas jaunāko klašu posmam, savukārt koncentrēšanās uz intensīvu, pēc iespējas plašāku zināšanu apguvi – pamatskolas vecākajam posmam, vidusskolai.

Augstākā līmeņa kursā skolēnam paredzēts gan apjomīgs mācību saturs, kurā jāveido uz zināšanām balstīta izpratne, gan jāapgūst prasmes, kas paredz praktisku darbošanos un vingrināšanos, tādēļ mērķtiecīgai plānošanai ir izšķiroša nozīme.



2. attēls. Atpakaļvērsta plānošanas soli

### 1. solis. Identificē sasniedzamos rezultātus.

Kas skolēniem būtu jāzina, jāsaprot un jāprot darīt? Kāds saturs šajā tematā ir visbūtiskākais? Šajā solī skolotājs veic konkrētā mācību priekšmeta standarta sasniedzamo rezultātu izpēti, šķelšanu, iespējams, arī apzina mācību priekšmetu parauga saturisko grupējumu un akcentus. Skolotājs identificē, kas ir konkrētā mācību satura prioritātes.

### 2. solis. Nosaka, kas būtu pietiekami pierādījumi.

Kā es zināšu, ka skolēns ir sasniegjis rezultātu? Kas būtu pietiekami pierādījumi skolēna zināšanām, izpratnei un prasmēm? Šī sadaļa skolotāju rosina domāt kā vērtētājam, ļoti konkrēti paraudzīties uz pierādījumiem, kas liecinās par skolēna sniegumu un mācīšanās procesa efektivitāti.

### 3. solis. Plāno mācīšanās pieredzi un uzdevumus.

Pēc tam, kad ir skaidri definēts skolēnam sasniedzamais rezultāts un pierādījumi, skolotājs var pievērsties mācību procesa plānošanai. Kādas zināšanas (fakti, jēdzieni, principi) un prasmes (procesu, procedūras, stratēģijas) skolēniem būs nepieciešamas, lai apgūtu mācību saturu un sasniegtu izvīzīto rezultātu? Kādas aktivitātes nodrošinās skolēnus ar nepieciešamajām zināšanām un prasmēm? Domā par mācību mērķi – ko nepieciešams mācīt un vingrināt un kā to vislabāk darīt, kādā secībā? Kādi materiāli un resursi būs vispiemērotākie, lai šo mērķi sasniegtu? Kā mācīšanos saplānot tā, lai skolēna spējas augtu darbībā un izmantojot atgriezenisko saiti?

Viena iespēja, kā skolotājam saņemt atgriezenisko saiti par mācību mērķtiecīgumu, ir stundas laikā bez apdomas izvēlētam skolēnam pavaicāt:

- Ko tu dari?
- Kāpēc tev to tika lūgts darīt?
- Ko tas tev palīdzēs izdarīt?
- Kā tas saistās ar to, ko esi mācījies, darījis iepriekš?
- Kā tu parādīsi, ka esi apguvis šo...?

## 2.1. Plānošana kursa līmenī

Padziļinātā kursa plānošanā jāņem vērā dažādi aspekti; svarīgākie no tiem – apgūstamais saturs (standarta sasniedzamie rezultāti), laiks un skolēnu sagatavotība. Taču kursa kopējo plānu var ietekmēt arī skolas stundu saraksta plānojums, noteiktais laiks eksāmenu piekļuves nosacījumu iesniegšanai, laikapstākļi, ja nepieciešams, ka noteikta satura apguve notiek ārpus skolas, kultūras norises, kas var palīdzēt vai traucēt īstenot noteikta satura apguvi, kā arī kursa Projektu darba apguves norise. Lai kādi būtu ārējie apstākļi, kas korigē kursa plānojumu, skolotājam ir būtiski koncentrēties un atgriezties pie standarta sasniedzamajiem rezultātiem – kas tieši skolēniem konkrētā laikā ir jāapgūst, kāda pieredze jāgūst. Posmā, kurā plānojam kursu kopumā, skolotājam vissvarīgāk ir gūt izpratni par standarta sasniedzamajiem rezultātiem, lai, plānojot temata apguvi jau detalizēti un atlasot mācību materiālus, skolotājs varētu prioritizēt apgūstamo saturu.

Šeit piedāvāti iespējamie soļi, sākot padziļinātā kursa Fizika II plānošanu:

### 1. Standarta sasniedzamo rezultātu izpēte.

Kas ir jāiemāca? Kāda pieredze skolēnam jāgūst?

Kādas zināšanas, izpratne skolēnam jāiegūst? Kādas vispārīgās prasmes skolēnam jāapgūst? Kādas priekšmetam specifiskās (tikai konkrētajai jomai, mācību priekšmetam raksturīgas) prasmes skolēnam ir jāapgūst?

Zināšanas, izpratne	Prasmes, prasmju grupas	Zināšanu un prasmju kombinācijas/ kompleksie sasniedzamie rezultāti	Komentāri

### 2. Skolēnu sagatavotība un skolotāja iepriekšējā pieredze.

Kuras standarta sasniedzamo rezultātu zināšanas un prasmes maniem skolēniem ir pilnīgi jaunas vai maz vingrinātas optimālā līmeņa kursa laikā? Kuras zināšanas un prasmes maniem skolēniem varētu būt pietiekošā līmenī? Kāds diagnosticējošais darbs būtu jāizveido, lai es precīzāk zinātu, kāda ir skolēnu sagatavotība? Kas šādā darbā būtu jāiekļauj? Kurš mācību saturs man ir zināms un ir pieredze tā mācīšanā, bet kur būtu nepieciešams konsultēties ar kolēģiem vai meklēt papildu informāciju?

### 3. Valsts pārbaudes darba programmas un parauga izpēte.

Kādas zināšanas, izpratne un prasmes tiek ierasti mērītas eksāmenā? Kas tajā kopīgs un kas atšķirīgs ar standarta sasniedzamo rezultātu prasībām? Kādi ir eksāmena piekļuves nosacījumi skolēnam?

### 4. Mācību priekšmeta programmas parauga izpēte.

Kā tiek grupēti standarta sasniedzamie rezultāti, kādos tematos? Cik ilgs laiks katram tematam atvēlēts un kādas ir piedāvātās kursa apguves prasības? Kurā tematā skolēniem būtu atbilstoši izstrādāt darbu, kas nepieciešams eksāmena piekļuves nosacījumu izpildei? Vai šāda tematu secība ir efektīvākā manu skolēnu vajadzībām un mācību vides specifikai?

### 5. Kurša "lielās bildes" plānošana – secība, laiks, temata noslēguma vērtēšanas darbu plānošana.

Kāda būs tematu secība un tematam atvēlētais mācību laiks? Vai palikšu pie piedāvātā plānojuma mācību programmas paraugā vai veikšu izmaiņas un precizēšu savu programmu? Kāda būs summatīvā vērtēšana kursa ietvaros? Cik un kādi varētu būt temata vai temata daļu noslēguma pārbaudes darbi? (Skat. 3.1. nodaļu par summatīvo vērtēšanu kursā.)

Kursa plānošanā skolotājs var izmantot doto programmas paraugu vai arī atbilstoši standarta sasniedzamajiem rezultātiem izstrādāt savu programmu.

Kursa Fizika II programmas paraugā piedāvāts saturu apgūt sekojošā secībā un laikā:

Temats	1. Mehānika	2. Siltumfizika	3. Elektro- magnētisms	4. Viļņu optika	5. Modernā fizika
Stundu skaits, laika periods	46 stundas septembris oktobris	38 stundas novembris decembris	49 stundas janvāris februāris	27 stundas marts aprīlis	42 stundas aprīlis maijs

## 2.2. Plānošana temata mērogā

Skolotāja dārgākais resurss ir laiks. Plānojot nākamās dienas, nedēļas mācību stundas, skolotājam nav laika domāt par kursa, temata apguvi kopsakarībās – kas ir temata lielās idejas, par ko skolēnam jāgūst izpratne? Kas tieši skolēnam temata beigās ir jāzina un jāprot? Kādi varētu būt tipiskākie maldīgie priekšstati, pārpratumi par temata saturu? Kādas ir temata saturs prioritātes un kāda ir manu skolēnu sagatavotība šo saturu apgūt?

Detalizēta tematiskā plānošana pirms mācību uzsākšanas vai skolēnu brīvlaikā palīdz skolotājam iegūt laiku, lai konkrētāk plānotu stundas realizāciju, atlasītu vai veidotu konkrētus stundās izmantojamus materiālus, padomātu par visu skolēnu iesaisti, metožu izvēli u. c.

Tematiskās plānošanas atbalsta instruments ir tematiskais plāns, veidne, kas palīdz strukturēt plānošanas procesu. Tematiskais plāns parāda, kā skolēni sasniegs plānotos rezultātus, ņemot vērā konkrēto skolēnu iepriekšējās zināšanas, prasmes un mācīšanās vajadzības. Nav iespējams viens “pareizais” tematiskais plāns, kas derēs visos gadījumos – plāns vienmēr būs atkarīgs no tā, kādi ir skolēni, kurus mācīsim.

Būtiski ir tematisko plānu veidot kā temata apguves gaitā lietojamu instrumentu, kuru var papildināt un pielāgot skolēnu vajadzībām, kas noskaidrojas temata apguves laikā. Lai veidotu elastīgu un reālajai situācijai atbilstošu tematisko plānu, to var izstrādāt pa daļām – katru atsevišķo tematu plānot pa vienam (vai blokiem) vēl pirms temata apguves uzsākšanas.

### KĀDA IR TAVA PIEREDZE AR TEMATISKĀ PLĀNA VEIDOŠANU?

Izvēlies apgalvojumu, kas visprecīzāk raksturo tavu līdzšinējo pieredzi, veidojot tematiskos plānus!

- Tematiskais plāns ir dokuments, kas man ļoti noderējis gan gada plānošanā, gan ikdienas stundu plānošanā un īstenošanā.
- Tematiskais plāns ir bijis noderīgs, lai iegūtu pārskatu par mācību gadu, bet to maz izmantoju, īstenojot konkrētus tematus, stundas.
- Tematiskais plāns bija formalitāte, no kuras manā ikdienas darbā bija maz praktisku ieguvumu.
- Man ar tematiskajiem plāniem ir dažāda pieredze. Mainoties prasībām, vadībai, skolai, esmu veidojis gan man noderīgus, gan maz noderīgus tematiskos plānus.

Apdomā, kā tu vari padarīt tematisko plānu jēgpilnu, izmantojamu, lai tas palīdzētu ikdienas darbā! Kas šādā plānā vēl būtu jāiekļauj? Kādai jābūt šī plāna izstrādei?

### Tematiskā plāna veidne un piemērs

Šeit redzams tematiskā plāna veidnes struktūras piemērs, kurš īsteno atpakaļvērstās plānošanas pieeju.

#### TEMATISKAIS PLĀNS

**Kurss:**

**Temats:**

**Stundu skaits:**

**Temata mērķis:**

1. Temata vietums (apakštemats), stundu skaits	2. Sasniedzamais rezultāts	3. Pierādījumi, kas liecinās, ka rezultāts sasniegts. (Pierādījumu) kritēriji	4. Darbības, kas skolēnam jāveic, lai virzītos uz sasniedzamo rezultātu	5. Resursi, komentāri

Skaidrojums un jautājumi, kas jāņem vērā, izmantojot doto tematiskā plāna struktūru:

**1. Temata vienums (apakštemats), stundu skaits:**

Kādi būs galvenie šī temata apakštemati/sasniedzamo rezultātu bloki? Vai izmantošu mācību priekšmeta programmas paraugā piedāvāto temata apguves norisi vai veidošu to pats? Kādā secībā tos kārtosu? Cik stundas paredzēšu katram blokam?

**2. Stundā, stundu blokā sasniedzamais rezultāts:**

Izmantojam mācību priekšmeta programmas paraugā piedāvātos sasniedzamos rezultātus, temata izpētes jautājumus, temata apguves norisi, lai formulētu sasniedzamo rezultātu katrai stundai šī temata ietvaros. Sasniedzamajam rezultātam nav jābūt piesaistītam 40 minūšu posmam. Šī dokumenta ietvaros izmantojot jēdzienu "stunda" vienmēr domājam plašāk – stunda, blokstunda, nodarbība u. c. laika vienība, kurā skolotājs plāno sasniedzamo rezultātu apguvi.

**3. Pierādījumi, skolēna darbības, kas liecinās, ka rezultāts sasniegts:**

Sašķeljam stundā sasniedzamo rezultātu līdz tik konkrētām darbībām, kuras varam stundā novērtēt, t. i., konkrētīzējam, kādas skolēnu zināšanas, prasmes, darbības pierādīs, ka viņi ir sasnieguši izvirzīto sasniedzamo rezultātu. Sagaidāmo skolēnu darbību precizēšanas process palīdz skolotājam vēlreiz pārliecināties, vai ielānotais sasniedzamais rezultāts konkrētajā laika posmā ir sasniedzams un izmērāms.

**4. Mācību darbības, kas skolēnam jāveic, lai viņš virzītos uz stundā sasniedzamajiem rezultātiem:**

Rakstām, kādas galvenās mācību darbības skolēnam jāpiedzīvo, lai izveidotu izpratni vai apgūtu prasmi, kas minēta sasniedzamajā rezultātā.

**KĀDS IR SKOLĒNA CEĻŠ UZ DAŽĀDIEM SR?**

SR veids	Ko dara skolēns, lai apgūtu SR?	Kā parāda apgūto?
<b>A. Zina ... ko?</b> (nosaukumus, simbolus, faktus...)	atceras + apgūst stratēģiju, kā atceras	Nosauc, definē ...
<b>B. Ir izpratne ... par ko?</b> (jēdzienu – uzbūvi, procesu, nozīmi..., lai...)	novēro vai/un jautā (... , ...) + spriež (... , ...) + skaidro (... , ...) + t. i., mācās domāt + paust savu domu skaļi	Veido pamatojumu
<b>C. Veic praktisku procedūru</b> (strādā ar ierīci – mērinstrumentu, ...)	dara, izpildot noteiktus soļus secībā	Izpilda procedūru
<b>D. Piemīt prasme ...</b> (atrast atslēgas vārdus, klasificēt vielas...)	dara, izpildot secīgus soļus + apgūst stratēģiju, kā dara + stratēģiju, kā atpazīt nākamreiz + izpratne par ... procedūru prasmei + t. i., mācās domāt + vadīt savu mācīšanos	Demonstrē prasmi, atpazīstot un lietojot stratēģiju
<b>E. Risina problēmu</b>	plāno un rīkojas jaunā situācijā + spriež kompleksi + izvēloties un lietojot vajadzīgās stratēģijas	Atrīsina problēmu

Piedāvājam tematiskā plāna piemēru kursā Fizika II, uzsverot, ka programmas paraugā katrā tematā norādītie sasniedzamie rezultāti, īpaši temata apguves norise, ļauj skolotājam ērti saplānot stundas. Tematiskā plāna piemēru apzināti esam veidojuši ļoti detalizētu, ar atsaucēm uz digitāliem mācību līdzekļiem, taču skolotājs, veidojot savu tematisko plānu, katram tematam var aprakstīt to vispārīgāk, koncentrējoties uz atpakaļvērstās plānošanas trim būtiskākajām sadaļām.

## TEMATISKĀ PLĀNA PIEMĒRS (detalizēta versija)

**Temats:** Siltumfizika

**Stundu skaits:** 38

Stundu skaits	Sasniedzamais rezultāts	Pierādījumi, kas liecinās, ka rezultāts sasniegts	Darbības, kas jāveic, lai skolēns virzītos uz sniedzamajiem rezultātiem	Komentāri
Molekulāri kinētiskās teorijas pamati, ideāla gāze (7 mācību stundas)				
1.	Nosaka un apraksta vielas uzbūvi un īpašības, balstoties uz molekulāri kinētiskās teorijas (MKT) pamatpieņēmumiem.	Lieto MKT postulātus, skaidrojot to būtību, ikdienas situāciju analizē.  Virtuālās simulācijās noskaidro būtisko par vielu atomu/molekulu savstarpējās mijiedarbības spēku intensitāti, siltumkustības raksturu, par Brauna daļiņas kustības likumsakarībām.	Aktualizē jau zināmo par vielas uzbūves pamatiem mikropasaules un makropasaules kontekstā.  Definē trīs MKT postulātus.  MKT postulātu eksperimentālajam pamatojumam nosauc difūziju vai Brauna kustību.  Simulāciju modeļu darbībā apraksta novēroto par molekulu/Brauna daļiņas haotiskās kustības likumsakarībām, mijiedarbības spēku lielumiem atkarībā no sastāva, gravitācijas, sildītāja darbības.  Nosaka cēloņsakarības novērotajam ikdienas situācijās (difūzijas process/Brauna kustība/cietu ķermeņu deformācija).	<b>Simulācijas:</b> <a href="https://phet.colorado.edu/sims/html/diffusion/latest/diffusion_lv.html">https://phet.colorado.edu/sims/html/diffusion/latest/diffusion_lv.html</a> <a href="https://www.falstad.com/gas/">https://www.falstad.com/gas/</a> <a href="https://phet.colorado.edu/sims/html/atomic-interactions/latest/atomic-interactions_fi.html">https://phet.colorado.edu/sims/html/atomic-interactions/latest/atomic-interactions_fi.html</a>
2.	Nosaka molekulu raksturlielumus un izvēlas tiem iespējamo aprēķinu formulu.	Lieto molekulu raksturlielumu noteikšanas likumsakarības, zina relatīvās atommasas un Avogadro skaitļa jēgu ( $m_0 = \frac{M}{N_A}$ ; $n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$ ).	Nosaka un/vai aprēķina vielas atomu/molekulu raksturlielumus ( $m_0, M_r, M, V_0$ ), dotā vielas parauga $m, V, \rho$ vai $n$ , kā arī starpatomu/starpmolekulu telpas tilpumu.	
3.	Ievieš ideālas gāzes modeli, iegūst MKT pamatvienādojumu, formulē no tā izrietošos secinājumus.	Apraksta ideālas gāzes modeli, novērtē tā lietojamības robežas.  Iegūst gāzes spiediena izteiksmi, novērtējot daļiņu raksturlielumus un impulsa izmaiņu absolūti elastīgā sadursmē ar trauka sienu ( $p = \frac{1}{3} m_0 \frac{N}{V} \overline{v^2}$ ), kā arī secina par jaunām izteiksmes formām.	Nosauc apstākļus, kuros gāzi var uzskatīt par ideālu.  Analītiski iegūst MKT pamatvienādojumu, lietojot mehānikas kursā apgūtās likumsakarības.  Spriež par molekulu ātrumu sadalījumu.  Saskata MKT pamatvienādojumā spiediena atkarību no gāzes blīvuma vai molekulu vidējās kinētiskās enerģijas.	<b>Šterna eksperimenta modelis:</b> <a href="https://www.uzdevumi.lv/p/fizika-skola2030/fizika-ii/mehanika-88018/kustiba-pa-rinka-liniju-88024/re-7bc3cd97-bc4c-4bec-bc8a-b0cad1c88695">https://www.uzdevumi.lv/p/fizika-skola2030/fizika-ii/mehanika-88018/kustiba-pa-rinka-liniju-88024/re-7bc3cd97-bc4c-4bec-bc8a-b0cad1c88695</a>

Stundu skaits	Sasniedzamais rezultāts	Pierādījumi, kas liecinās, ka rezultāts sasniegts	Darbības, kas jāveic, lai skolēns virzītos uz sniedzamajiem rezultātiem	Komentāri
4.	legūst ideālas gāzes stāvokļa vienādojumu. Nosaka gāzu maisījuma spiedienu, izmantojot Daltona likumu.	Spriež par molekulu haotiskās kustības vidējo kinētisko enerģiju saistībā ar molekulas brīvības pakāpju skaitu un gāzes absolūto temperatūru ( $\bar{E} = \frac{i}{2} kT$ , kur $i \leq 6$ ). Secina par spiediena un temperatūras sakarībām ( $p = \frac{N}{V} kT$ ; $pV = nRT$ ). Lieto Daltona likumu gāzu maisījuma spiediena noteikšanai.	Veido skaidrojumu par vienatoma un divatoma gāzes molekulu brīvības pakāpēm, aplūkojot molekulu virzes kustību un rotāciju. Datorsimulācijā modelējot, iegūto spiediena izteiksmi saista ar zināmām, eksperimentāli noteiktām sakarībām starp gāzes stāvokļa parametriem. Gāzu maisījuma gadījumā nosaka gāzes spiedienu kā parciālspiedienu summu (Daltona likums).	<b>Simulācija:</b> <a href="https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_en.html">https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_en.html</a>
5.	Kvalitatīvi vai kvantitatīvi novērtē gāzes raksturlielumu un parametru maiņu. Lieto gāzes izoparametrisko procesu grafisko informāciju.	Analizē spiediena, tilpuma un temperatūras maiņu, izmantojot Klapeirona vienādojumu (ja gāzes masa ir nemainīga) vai gāzes stāvokļa pamatvienādojumu, vai procesu grafikus.	Analizē un/vai attēlo grafiski izoparametriskos procesus. Veic gāzes procesu grafiskā attēlojuma pārveidošanu $p$ - $V$ , $p$ - $T$ vai $V$ - $T$ asīs.	
6.	Veic laboratorijas darbu par izotermisko (un izohorisko) procesu.	Izpēta izotermisku (un izohorisku) procesu praktiskā eksperimentā. ( <a href="https://mape.skola2030.lv/resources/5436">https://mape.skola2030.lv/resources/5436</a> - SLA. Pētnieciskā darbība, 4. pielikums, 49.-51. lpp.)	Lieto uzdevumam nepieciešamās ierīces. Iegūtos datus attēlo grafiski un analizē iegūto zināšanu kontekstā. Izmanto grafika linearizāciju, lai secinātu par iegūtā rezultāta atbilstību teorijai, analizē iespējamās neatbilstības cēloņus.	<b>Laboratorijas darbs (LD):</b> "Zemūdens sports un gāzu likumi": <a href="https://www.siic.lu.lv/datadir/fizika/registretieskolotaji/118.pdf">https://www.siic.lu.lv/datadir/fizika/registretieskolotaji/118.pdf</a> vai 2019. gada diagnosticējošais LD: <a href="https://www.visc.gov.lv/lv/media/13043/download?attachment">https://www.visc.gov.lv/lv/media/13043/download?attachment</a> Formatīvā vērtēšana (FV)
7.	Apkopojot zināšanas, raksturo MKT pamatvienādojuma izmantošanas robežas. IZvērtē gāzu izmantošanas iespējas sadzīvē un tehnikā.	Nosaka ideālas gāzes modeļa un MKT pamatvienādojuma lietojamības robežas. Spriež par gāzu izmantošanas iespējām sadzīvē un tehnikā.	Salīdzina ideālu gāzi ar reālu. Uzsver atšķirīgās iezīmes, kas atšķir ideālu gāzi no reālas. Vērtē gāzu izmantošanas iespējas sadzīvē un tehnikā, kā arī drošības noteikumus to lietošanā.	DZM projekta mācību filma "Gāzu daudzveidība" DVD diskā DZM projekta materiālu mapē (Mācību filmas. Dabaszinātnes un matemātika. Fizika. 10.-12. klase [digitālie videodiski]. Rīga: ISEC, 2007, pieejams: <a href="https://www.siic.lu.lv/skolam/materiali/atbalsta/10-12/fizika/macibu-filmas/">https://www.siic.lu.lv/skolam/materiali/atbalsta/10-12/fizika/macibu-filmas/</a> )



Stundu skaits	Sasniedzamais rezultāts	Pierādījumi, kas liecinās, ka rezultāts sasniegts	Darbības, kas jāveic, lai skolēns virzītos uz sniedzamajiem rezultātiem	Komentāri
Iekšējā enerģija un tās izmaiņa. Pirmais termodinamikas likums (6 mācību stundas)				
1.	Aktualizē zināšanas (no Fizikas I) par vielas iekšējo enerģiju atšķirīgos agregātstāvokļos un tās maiņu dažādos procesos. Izprot ideālas gāzes iekšējās enerģijas aprēķināšanas formulu atšķirības.	Salīdzina iekšējās enerģijas maiņu vielas kušanas vai iztvaikošanas laikā. Vērtē vienatoma un divatomu gāzes iekšējās enerģijas atšķirību.	Izmantojot molekulu modeļus, skaidro vielas iekšējās enerģijas pieaugumu virzienā: cietašķidrāgāzveida viela. Izmantojot molekulu modeļus, spriež par to brīvības pakāpju skaitu un temperatūras ietekmi uz šo skaitu. Izsaka un/vai aprēķina gāzu iekšējo enerģiju ( $U = \frac{i}{2} nRT$ , kur $i = 3$ - ideāla vienatoma gāze, $i = 5$ - divatomu gāze, $i = 6$ - daudzatomu gāze, vai $U = \frac{i}{2} pV$ ).	<b>Simulācija:</b> <a href="https://www.compadre.org/Physlets/thermodynamics/prob20_4.cfm">https://www.compadre.org/Physlets/thermodynamics/prob20_4.cfm</a>
2.	Analizē gāzu (arī daudzatomu) iekšējās enerģijas maiņu dažādos procesos, saistot to ar gāzes absolūto temperatūru vai spiedienu un tilpumu.	Kvalitatīvi un kvantitatīvi nosaka iekšējās enerģijas maiņu dažādos izoparametriskajos procesos.	Izvēlas racionālāko veidu $U$ maiņas novērtēšanai, saistot to ar gāzes absolūto temperatūru vai spiedienu un tilpumu, gan vārdiskas, gan grafiskas informācijas gadījumā.	
3.	Aktualizē jau zināmo (no kursa Fizika I) par gāzes darbu un tā ģeometrisku interpretāciju izoparametriskajos procesos.	Aprēķina un nosaka grafiski ideālas gāzes izplešanās darbu dažādos izoparametriskos procesos.	Aprēķina ideālas gāzes izplešanās darbu dažādiem procesiem - izobāriskam: $p\Delta V = nR\Delta T$ , izohoriskam: $A_V = 0$ , izotermiskam: $A_T = p_1 V_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$ . Gāzes izplešanās darba skaitliskai noteikšanai izmanto grafisko metodi, t. i., attēlo procesu $p$ - $V$ koordinātās un aprēķina figūras laukumu, ko grafika līnija veido ar tilpuma asi, lielumus izsakot SI vienībās.	
4., 5.	Analizē, grafiski attēlo un skaitliski apraksta procesus gāzēs, balstoties uz pirmo termodinamikas likumu.	Analizē izoparametriskos procesus un adiabatisko procesu, izmantojot pirmo termodinamikas likumu. Veido par šiem procesiem kopsavilkumu pēc šādiem kritērijiem: 1) nosaka konkrētā procesā gāzes termodinamisko parametru maiņu; 2) ja nav dots, tad procesus attēlo $p$ - $V$ asīs; 3) aprēķina/novērtē $\Delta U$ , $A$ ; 4) sastāda pirmo termodinamikas likumu minētajiem procesiem, lai noteiktu $Q$ .	Detalizēti apskata izoparametriskos procesus un adiabatisku procesu, lai prognozētu reālu procesu gaitu, izmantojot pirmo termodinamikas likumu: $Q = A + \Delta U$ . Iespēju robežās analizē arī adiabatisku procesu: $A_Q = -\frac{i}{2} nR\Delta T$ .	<a href="https://physlets.org/pp/thermo/kinetic/default.html">https://physlets.org/pp/thermo/kinetic/default.html</a>  Formatīvajai vērtēšanai noder <b>darba lapa</b> "Pirmais termodinamikas likums": <a href="https://www.siic.lu.lv/datadir/fizika/registretieskolotaji/117.pdf">https://www.siic.lu.lv/datadir/fizika/registretieskolotaji/117.pdf</a> .

Stundu skaits	Sasniedzamais rezultāts	Pierādījumi, kas liecinās, ka rezultāts sasniegts	Darbības, kas jāveic, lai skolēns virzītos uz sniedzamajiem rezultātiem	Komentāri
6.	Salīdzina ideālas gāzes siltumietilpību izohoriskā un izobāriskā procesā.	Nosaka atšķirību starp ideālas gāzes siltumietilpību izohoriskā un izobāriskā procesā.	No pirmā termodinamikas likuma iegūst atšķirību ideālas gāzes siltumietilpībai izohoriskā un izobāriskā procesā. Pārbaudei izmanto Maijera vienādojumu $C_p - C_V = R$ .	
<b>Siltuma mašīnas. Otrais termodinamikas likums (9 mācību stundas)</b>				
1., 2.	Skaidro iespējas iekšējo enerģiju pārvērst mehāniskajā darbā ilgstoši. Analizē un skaitliski apraksta ideālas siltuma mašīnas darbību un nosaka tās lietderības koeficientu.	Sniedz siltuma mašīnu principiālo shēmu ( $Q_{\text{PIEVADĪTAIS no sildītāja}} =$ = lietderīgais darbs + $Q_{\text{AIZVADĪTAIS dzesētājam}}$ ). Skaitliski novērtē lietderības koeficientu teorētiskiem cikliem, izmantojot pirmo termodinamikas likumu. Apraksta Karno ciklu un nosaka tā lietderības koeficientu.	Formulē, ka siltuma dzinējs ir pilnvērtīgs tad, ja process ir ciklisks, tātad daļa enerģijas jāizmanto, lai to atgrieztu sākuma stāvoklī, – tādēļ lietderības koeficients ir mazāks nekā 100 %. Attēlo darba ciklu $p$ - $V$ koordinātās, aprēķiniem lieto sakarības – 1) siltuma dzinēja lietderības koeficients: $\eta = \frac{A_1}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1};$ 2) maksimāli iespējamais lietderības koeficients Karno ciklam: $\eta_{\text{max}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$ . Veido spriedumus par nosacījumiem un ierobežojumiem reālu dzinēju izveidei, analizē, kādēļ Karno ciklu neīsteno reālos dzinējos (izotermisks process – lēns).	<a href="https://www.falstad.com/engine/">https://www.falstad.com/engine/</a> Formatīvajai vērtēšanai noder <b>darba lapa</b> "Cikliski procesi ideālajā gāzē": <a href="https://www.siic.lu.lv/datadir/fizika/registerieskolotaji/117.pdf">https://www.siic.lu.lv/datadir/fizika/registerieskolotaji/117.pdf</a>
3., 4., 5.	Analizē siltuma mašīnu fizikālos pamatus un to izmantošanas iespējas.	Izvēlas vienu no variantiem: 1) apkopo un prezentē informāciju par ideāliem un reāliem siltuma dzinējiem; 2) izveido un prezentē darbībā siltuma dzinēja modeli.	Analizē, kādos procesos viela uzņem vai atdod siltumu, no kādiem apstākļiem tas atkarīgs. Ir izpratne par gāzes strauju izplešanos vai saspiešanu. Prezentē konkrētas siltuma mašīnas izvēli noteiktam mērķim. Rāda darbībā pašrocīgi izveidoto siltuma dzinēja modeli. Diskutē par to, vai siltuma mašīnas shēmu var apgriezt otrādi – veicot darbu, "pumpēt" siltumu no aukstākas vietas uz siltāku.	

Stundu skaits	Sasniedzamais rezultāts	Pierādījumi, kas liecinās, ka rezultāts sasniegts	Darbības, kas jāveic, lai skolēns virzītos uz sniedzamajiem rezultātiem	Komentāri
6., 7.	Analizē siltumsūkņu darbības fizikālos pamatus un to izmantošanas iespējas.	Apkopo un prezentē informāciju par siltumsūkņiem un saldētavām, to veidiem, priekšrocībām, trūkumiem, ierobežojumiem to izmantošanai.	Atlasa informāciju, kas atbilst pētāmajai tēmai, novērtē datu ticamību un pietiekamību. Salīdzina siltuma dzinēja lietderības koeficientu ar siltumsūkņa lietderības (efektivitātes) koeficientu.	<b>Attīstāmā prasme:</b> informācijpratība. <b>Kritēriji:</b> <a href="https://mape.skola2030.lv/resources/13951">https://mape.skola2030.lv/resources/13951</a> , 28. lpp.
8.	Spriež par enerģētiskajiem resursiem Latvijā un pasaulē saistībā ar efektīvu siltuma mašīnu izmantošanu.	Veido spriedumus par siltuma mašīnu <ul style="list-style-type: none"> <li>• pietiekamu/nepietiekamu izplatību Latvijā un pasaulē;</li> <li>• efektīvu/neefektīvu izmantošanu;</li> <li>• apdraudējumu/neapdraudējumu videi u. tml.</li> </ul>	Formulē apgalvojumus par siltuma mašīnu izplatību, to izmantošanu un apdraudējumu videi, sasaista tos ar pamatojumiem, izvirza secinājumus. Apkopo informāciju un diskutē par ekoloģiskajām problēmām saistībā ar siltuma mašīnu izmantošanu.	<b>Attīstāmā prasme:</b> argumentēšana. <b>Kritēriji:</b> <a href="https://mape.skola2030.lv/resources/13951">https://mape.skola2030.lv/resources/13951</a> , 26. lpp.
9.	Spriež par procesu virzienu un neatgriezeniskumu dabā. Analizē otrā termodinamikas likuma būtību.	Spriež par otro termodinamikas likumu saistībā ar entropijas un tās izmaiņas jēdzieniem. Noskaidro, kādēļ nedarbosies konkrēti mūžīgā dzinēja modeļi.	Skaidro entropiju kā stāvokļa funkciju, novērtējot tās izmaiņu kādā procesā, kas notiek nemainīgā temperatūrā, piemēram, kušanā ( $\Delta S = \frac{Q}{T}$ ). Spriež par otrā termodinamikas likuma statistisko raksturu un siltuma procesu virzienu saistībā ar sistēmas sakārtotību, pamato spriedumus, aprēķinot stāvokļu varbūtību sistēmās ar atšķirīgu daļiņu skaitu (skat. Programmas parauga 4. pielikuma 5. uzdevumu). Diskutē par Visuma "siltuma nāvi" saistībā ar otro termodinamikas likumu, par 1. un 2. veida mūžīgo dzinēju neiespējamību.	<b>Simulācijas:</b> <a href="https://physlets.org/pp/thermo/engine/default.html">https://physlets.org/pp/thermo/engine/default.html</a> <a href="https://javalab.org/en/where-did-the-water-drops-energy-go-the-second-law-of-thermodynamics-and-irreversible-phenomena/">https://javalab.org/en/where-did-the-water-drops-energy-go-the-second-law-of-thermodynamics-and-irreversible-phenomena/</a>

Stundu skaits	Sasniedzamais rezultāts	Pierādījumi, kas liecinās, ka rezultāts sasniegts	Darbības, kas jāveic, lai skolēns virzītos uz sniedzamajiem rezultātiem	Komentāri
<b>Siltuma pārnese: siltumvadīšana, konvekcija, siltumstarojums (5 mācību stundas)</b>				
1., 2.	Spriež par siltuma pārnese veidiem un mehānismu.	Veido spriedumus par siltumvadīšanu un konvekciju, izmantojot vielas uzbūves modeli. Vēro vai veic dažādus nelielus eksperimentus par siltumvadīšanu un konvekciju, meklē cēloņsakarības novērotā pamatošanai.	Aktualizē jau zināmo par siltuma pārnese, ar vielas uzbūvi un molekulu kustību skaidrojot siltumvadīšanu un konvekciju, kontekstā ar otro termodinamikas likumu. Apkopo informāciju un izvērtē, kādi faktori nosaka pārnesto siltuma daudzumu, lietojot siltuma plūsmas jēdzienu – siltumvadīšanā un siltumstarošanā. Lieto skaidrošanai pieejamās tabulas un formulas. Skaidro demonstrējumos novēroto.	<b>Attīstāmā prasme:</b> modelēšana. <b>Atgādne:</b> Modeļu analīze <a href="http://mape.gov.lv">mape.gov.lv</a> <b>Kritēriji:</b> <a href="#">Valsts pārbaudes darba programmā</a> , 27. lpp. <b>Attīstāmā prasme:</b> informācijpratība. <b>Darba lapa</b> "Apģērbs kā siltuma izolācija": <a href="https://www.siic.lu.lv/datadir/fizika/registretieskolotaji/117.pdf">https://www.siic.lu.lv/datadir/fizika/registretieskolotaji/117.pdf</a>
3.	Skaitliski novērtē siltuma zudumus konkrētā situācijā (sienas, logi) un siltumstarojuma ceļā saņemto vai zaudēto siltumu.	Pēc parauga kvantitatīvi novērtē siltuma zudumus, pievērš uzmanību rezultātu ticamībai.	Saskata un piedāvā iespēju, izmantojot paraugus/iepriekš iegūtās zināšanas, skaitliski novērtēt siltuma zudumus konkrētās situācijās. Pēc skolotāja izvēles ar siltumstarojumu saistīto siltuma plūsmu atrod pēc sakarības $\frac{Q}{T} = e\sigma(T_1^4 - T_2^4)$ vai arī aplūko to tematā "Modernā fizika".	8.5.–8.7. uzdevums, Beizīters, L. <i>Molekulār fizikas uzdevumi. Analīze un atrisinājumi</i> . Rīga: Zvaigzne ABC, 1999.
4., 5.	Skaidro enerģijas resursu efektīvas izmantošanas iespējas, lietojot zināšanas par siltumvadīšanu, konvekciju un siltumstarojumu.	Lieto iegūtās zināšanas, lai detalizēti sniegtu atzinumu par izvēlēto konstrukciju un iekārtu energoefektivitāti.	Demonstrē ēkas, konstrukcijas vai iekārtas modeli, skaidrojot, kā palielināt tās energoefektivitāti. Plānojums: 1) raksturo ēku, konstrukciju vai iekārtu pēc uzbūves un izmantotajiem materiāliem; 2) raksturo ēkas, konstrukcijas vai iekārtas šī brīža energoefektivitāti, pamatojot to ar faktiem (materiālu un tehnisko risinājumu izvēle); 3) piedāvā dažus risinājumus (piemēram, piespiedu konvekcija, siltās grīdas, siltumsūkņu izmantošana) ēkas, konstrukcijas vai iekārtas energoefektivitātes palielināšanai.	Viens no <b>resursiem</b> : <a href="https://www.elektrum.lv/lv/majai/energoefektivitate/energoefektivs-majoklis/">https://www.elektrum.lv/lv/majai/energoefektivitate/energoefektivs-majoklis/</a> , kurā var aplūkot šādas konkrētas sadaļas: – <u>Apsildāmās grīdas</u> – <u>Konvekcijas tipa sildītājs</u> – <u>Elļas radiators</u> – <u>Infrasarkano staru sildītājs</u> – <u>Inerces sildītājs</u> – <u>Siltumsūkņi</u>

Stundu skaits	Sasniedzamais rezultāts	Pierādījumi, kas liecinās, ka rezultāts sasniegts	Darbības, kas jāveic, lai skolēns virzītos uz sniedzamajiem rezultātiem	Komentāri
Vielas uzbūve un īpašības dažādos agregātstāvokļos. Fāžu pārejas (11 mācību stundas)				
1.	Skaidro un skaitliski apraksta šķidrums virsmas slāņa īpašības, brīvās enerģijas un virsmas spraiguma spēka rašanos.	Modelē šķidrums virsmas slāni. Formulē šķidrums virsmas brīvās enerģijas $U_S = \sigma S$ un virsmas spraiguma spēka $F = \sigma l$ īpašības.	Eksperimentā pēta ziepjūdens plēvītes uzvedību stieples un diega kontūrā, gredzena atrašanos no šķidrums virsmas un/vai pilināšanu no bīretes. Vēro un spriež par vairāku šķidrums pilienu saplūšanu kopā, otiņas saru salīšanu, mitrām smiltīm.	
2.	Nosaka virsmas spraiguma koeficientu ( $\sigma = F/l$ ) un tā maiņu atkarībā no temperatūras un/vai virsmaktīvo vielu klātbūtnes.	No eksperimenta secina, kāda sakarība pastāv starp virsmas spraiguma koeficientu un temperatūru (vai piejaukumiem).	Plāno eksperimentu un to veic. Lieto uzdevumam nepieciešamās ierīces. Iegūtos datus attēlo grafiski un analizē iegūto zināšanu kontekstā.	Kompleksa pētījuma ideja – laboratorijas darbs “Kāpēc ūdenī grimst ūdensmērītājs?": <a href="https://www.siic.lu.lv/datadir/fizika/registretieskolotaji/116.pdf">https://www.siic.lu.lv/datadir/fizika/registretieskolotaji/116.pdf</a> Piedāvāts kā temata nobeiguma summatīvās vērtēšanas (SV) darba atsevišķa sastāvdaļa (40 %).
3.	Skaidro slapināšanu, kapilārās parādības.	Slapināšanas parādības raksturošanai izmanto malas leņķa jēdzienu. Ja iespējams, konkrētos piemēros raksturlielumus novērtē skaitliski. Nosauc slapināšanas un kapilāro parādību piemērus dabā un tehnikā.	Salīdzina malas leņķi $\theta$ (to veido šķidrums virsmas vilktā pieskāre ar cietā ķermeņa virsmu, ietverot sevī šķidrums tilpumu) slapinošam un neslapinošam šķidrums. Iegūst sakarību slapinoša šķidrums pacelšanās augstumam kapilāra caurulītē. Apkopo informāciju un diskutē par šķidrums virsmas parādību izpaušmēm dabā un tehnikā.	
4.	Apkopo un analizē informāciju par cietas vielas īpašībām.	Izmantojot jau iegūtās zināšanas, pilnveido modeli – monokristāli, polikristāli, amorfas vielas, īpašību anizotropija, ideāli un reāli kristāli. Apraksta ķermeņa deformāciju, izmantojot mehāniskā sprieguma, elastības moduļa un stiepes diagrammas jēdzienus ( $\sigma = E\varepsilon$ ; $k = \frac{ES}{L_0}$ ).	Raksturo kristālus un amorfas vielas, atzīmējot tām raksturīgās īpašības. Aktualizē jau zināmo un papildina zināšanas par cietu ķermeņu mehāniskajām īpašībām (plastiskums, trauslums, cietība), deformāciju un tās veidiem.	

Stundu skaits	Sasniedzamais rezultāts	Pierādījumi, kas liecinās, ka rezultāts sasniegts	Darbības, kas jāveic, lai skolēns virzītos uz sniedzamajiem rezultātiem	Komentāri
5.	Eksperimentā pēta dažādu materiālu elastības un/vai izturības robežas (gumija, izolācijas lente, papīrs utt.).	Salīdzina dažādus materiālu izturības parametrus. No eksperimenta izvērtē materiālu īpašības konkrētam uzdevumam.	Veic eksperimentālās darbības soļus. Lieto uzdevumam nepieciešamās ierīces. Iegūtos datus attēlo grafiski un analizē iegūto zināšanu kontekstā.	<b>Laboratorijas darbs</b> "Materiālu izturības noteikšana": <a href="https://www.siic.lu.lv/datadir/dabaszinibas/registretieskolotaji/187.pdf">https://www.siic.lu.lv/datadir/dabaszinibas/registretieskolotaji/187.pdf</a>
6.	Izvērtē termiskās izplešanās nozīmi dabā un tehnikā.	Saskata mehāniskā sprieguma rašanos dažādās situācijās saistībā ar termisko izplešanos.	Modelē šķidrums un cietu vielu termisko izplešanos, lietojot zināšanas par daļiņu mijiedarbības atkarību no temperatūras. Apraksta termisko izplešanos, lietojot termiskās izplešanās koeficienta jēdzienu ( $\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$ ; $\Delta V = V_0 \beta \Delta T$ , kur $\beta \approx 3\alpha$ ).	
7.	Apkopo informāciju un spriež par pirmā un otrā veida fāžu pāreju atšķirību un siltuma uzņemšanu vai izdalīšanos šajos procesos.	Aktualizē jau zināmo un spriež par vielas agregātstāvokļu maiņu – amorfu un kristālisku vielu kušanas atšķirības, iztvaikošana un vārīšanās, īpatnējais sadegšanas siltums, īpatnējais iztvaikošanas siltums, īpatnējais kušanas siltums un to fizikālā jēga.	Atrod un izmanto spriedumiem būtisko informāciju vielas siltumprocesu grafiskajā attēlojumā.	
8., 9.	Eksperimentos vēro un analizē vielas iztvaikošanas un vārīšanās procesus.	Modelē iztvaikošanas un vārīšanās procesus. Analizē ar vielu notiekošos procesus, izmantojot stāvokļa diagrammas, spriež par vielu kritiskajā stāvoklī, pārdzesētu un pārkarsētu šķidrums, trīskāršo punktu.	Vēro šķidrums dzišanu iztvaikošanas procesā (subjektīvas sajūtas, divu termometru psihrometrs utt.), noskaidro iztvaikošanas ātrumu noteicošos faktorus (temperatūra, vējš, brīvās virsmas laukums, viela). Vērojot demonstrējumu, pārbauda secinājumu par vārīšanās temperatūras atkarību no spiediena. Spriež par iztvaikošanas siltuma un virsmas spraiguma koeficienta atkarību no ārējiem apstākļiem. Pēc apraksta nosaka iespējamo vielas agregātstāvokli, izmantojot fāžu stāvokļa diagrammu.	

Stundu skaits	Sasniedzamais rezultāts	Pierādījumi, kas liecinās, ka rezultāts sasniegts	Darbības, kas jāveic, lai skolēns virzītos uz sniedzamajiem rezultātiem	Komentāri
10.	Raksturo nepiesātināta tvaika un piesātināta tvaika īpašības. Apraksta un nosaka gaisa mitrumu.	Skaidrojot dabas parādības, lieto jēdzienus: piesātināts un nepiesātināts tvaiks, gaisa absolūtais mitrums, gaisa relatīvais mitrums, ūdens tvaika parciālspiediens, rasas punkts. Lieto ierīces un aprēķiniem nepieciešamās tabulas, lai noteiktu gaisa absolūto un relatīvo mitrumu.	Nosaka gaisa relatīvo mitrumu ar psihrometru, mata higrometru vai rasas punkta higrometru. Aprēķina gaisa absolūto un relatīvo mitrumu, izmantojot datus par piesātināta tvaika parciālspiedienu un blīvumu klasē un citur skolā (ēdamzālē, sporta zālē, ģērbtuvē).	<b>Simulācijas:</b> <a href="https://javalab.org/en/psychrometer_en/">https://javalab.org/en/psychrometer_en/</a> <a href="https://javalab.org/en/graph_of_saturated_vapor_en/">https://javalab.org/en/graph_of_saturated_vapor_en/</a> <a href="https://javalab.org/en/graph_of_saturated_vapor_2_en/">https://javalab.org/en/graph_of_saturated_vapor_2_en/</a>
11.	Apkopo informāciju un spriež par dažādu fāžu pārejas procesu un gaisa mitruma izpausmēm un nozīmi dabā, sadzīvē un tehnikā.	Diskutē par dažādu fāžu pārejas procesu un gaisa mitruma izpausmēm un nozīmi dabā, sadzīvē un tehnikā.	Diskutē grupās un veido infogrammu par dažādu fāžu pārejas procesu un gaisa mitruma izpausmēm un nozīmi dabā, sadzīvē un tehnikā.	<b>Attīstāmā prasme:</b> informācijpratība. <b>Kritēriji:</b> <u>Valsts pārbaudes darba programmā</u> , 28. lpp.
12.	Temata nobeiguma pārbaudes darbs.			Piedāvāts kā temata nobeiguma SV darba atsevišķa sastāvdaļa (60 %). Šādā gadījumā gala vērtējums kopā ar pētniecības daļu veido 100 %.

## 2.3. Plānošana nodarbības mērogā

Plānošanai nodarbības mērogā skolotājam noderēs Roberta Gaņjē (*Robert Mills Gagné*) izstrādātais mācību plānošanas modelis, kuram par pamatu ņemts kognitīvajā psiholoģijā plaši pazīstamais kognitīvās informācijas apstrādes modelis, kas palīdz izskaidrot skolotāja rīcības iespējamo ietekmi uz skolēnu mācīšanos. Lai noteiktu būtiskākos mācību "notikumus", modeļa izveides pirmsākumos autors vērojis daudzu labu skolotāju stundas, tātad tas izveidots saskaņā ar daudzu skolotāju izmantotu praksi.

Gaņjē modelis izstrādāts, domājot par to, kādi procesi mācoties notiek skolēna galvā un kā skolotājs var tos veicināt un izmantot, lai ikviens skolēns sasniegtu plānoto stundas rezultātu. Tam, kā skolotājs māca, ir cieši saikne ar to, kā skolēns mācās. Tāpēc stundas plānojumā skolotājam jāņem vērā ne tikai tas, ko viņš grib iemācīt, bet arī tas, kā organizēt mācības tā, lai veicinātu un atbalstītu skolēnu mācīšanos. Pretējā gadījumā skolotājs var piedzīvot situācijas, ka "it kā esam šo mācījušies", bet vēlāk izrādās, ka zināšanas nav nonākušas skolēnu ilgtermiņa atmiņā.

Informācija, kuru skolēns mācoties saņem, uzzina vai atklāj, "ceļo" cauri dažādiem atmiņas veidiem – no sensorā reģistra, kurā ienākošo informāciju pirmo reizi uztveram, uz īstermiņa un tad uz ilgtermiņa atmiņu. Lai informācija tik tiešām nonāktu un nosēstos skolēna ilgtermiņa atmiņā, mācīšanās procesā ir jānotur uzmanība, jāsaista jaunā informācija ar jau iepriekš zināto, jāatpazīst sakarības, jāatkārto tā un jāspēj atrast šai informācijai vietu tajā sistēmā, kas jau ir skolēna atmiņā.<sup>1</sup> Mācīšanās notiek tikai tad, ja visi šie procesi ir aktīvi, tāpēc saskaņā ar Roberta Gaņjē mācīšanas teoriju un viņa izveidoto deviņu mācību notikumu modeli galvenais mācīšanas uzdevums ir aktivizēt informācijas apstrādes procesus skolēna smadzenēs.

Roberts Gaņjē piedāvā deviņus mācību notikumus, kuri ir nepieciešami, apgūstot katru sasniedzamo rezultātu – gan tad, ja runa ir par vienu atsevišķu sasniedzamo rezultātu vienas stundas ietvarā, gan kompleksu sasniedzamo rezultātu, kura apguvei nepieciešams ilgāks laiks un vairāku stundu kopums. Lai varētu saprast, kāda ir katra mācību notikuma loma un pamatojums, skaidrojam, kā tie ir saistīti ar skolēna mācīšanās procesu. Sekojošajā tabulā sniegta strukturēta informācija par to, kādas var būt skolotāja darbības un paņēmieni, lai īstenotu katru mācību notikumu.

TRĪS STUNDAS DAĻAS	GAŅJĒ DEVIŅI MĀCĪBU NOTIKUMI
AKTUALIZĀCIJA	Pievērst skolēna uzmanību
	Komunicēt sasniedzamos rezultātus
	Aktivizēt iepriekšējās zināšanas
APJĒGŠANA	Piedāvāt jaunu saturu
	Virzīt mācīšanos un atbalstīt
	Dot iespēju lietot jauno saturu
	Sniegt atgriezenisko saiti
REFLEKSIJA/NOSTIPRINĀŠANA	Novērtēt sniegumu
	Sekmēt pārnesi/vispārināšanu

Svarīgi uzsvērt, ka šis modelis ir veidots skolotāja mērķtiecīgi plānotām mācību situācijām, kurās ir skaidrs sasniedzamais rezultāts. Gan bērni, gan pieaugušie, protams, daudz iemācās arī neformālās mācīšanās situācijās.

<sup>1</sup> Driscoll M. P. (2000) *Psychology of Learning for Instruction*, 2<sup>nd</sup> Edition. P. 363–370



### 1. Pievērst uzmanību.

Mācīšanās var sākties tikai tad, ja skolēns ir pievērsis uzmanību tam, kas tajā brīdī stundā/nodarbībā notiek. Ja skolēns tam nav pievērsis uzmanību, tad viņš tālākajos mācību notikumos neiesaistīsies. Daļa skolēnu prot sevi motivēt un koncentrēt uzmanību paši, bet daļai skolotāja organizēta uzmanības pievēršana var būtiski palīdzēt mācīties, raisīt interesi, dot motivāciju. Uzmanības pievēršanas procesā ir svarīgi radīt skolēnos zinātkāri. Dažkārt pietiek ar kādu jautājumu, kas liek skolēnam aizdomāties par kādu ar stundas tematu saistītu jautājumu vai problēmu un prognozēt vai minēt iespējamus risinājumus.

### 2. Komunicēt sasniedzamos rezultātus.

Skaidri zināt stundas sasniedzamo rezultātu, pirmkārt, ir vērtīgi pašam skolotājam. Tas ir pirmais solis, lai skolotājs vispār varētu sākt plānot stundas gaitu. Cits jautājums, vai un kāpēc skolēniem stundā sasniedzamais rezultāts būtu jāzina. R. Ganjē pamatojumā priekšstats par to, kas tieši stundā ir jāapgūst, palīdz skolēnam iedarbināt viņa iekšējos kognitīvās kontroles mehānismus. Tie skolēnam palīdz saprast, kas stundā ir galvenais, kam jāpievērš īpaša uzmanība, kas noteikti jāizprot vai ko jāspēj stundas gaitā izdarīt. Ja skolēns stundā sasniedzamo rezultātu nezina, tad viņš darbojas pēc saviem ieskatiem un minējumiem par to, kas mācībās ir galvenais un kas jāapgūst, un tas var nesakrist ar skolotāja paredzētajiem sasniedzamajiem rezultātiem. Skolotājs var sasniedzamo rezultātu skolēniem izstāstīt, palūgt kādam to nolasīt vai arī organizētā procesā dot iespēju skolotāja plānoto stundas rezultātu skolēniem atklāt pašiem, šādi ļaujot viņiem gūt dziļāku izpratni par to, kas tieši no viņiem tiek sagaidīts un kāpēc to ir svarīgi apgūt.

### 3. Aktivizēt iepriekšējās zināšanas.

Par katru jautājumu, ko skolā mācāties, skolēniem jau ir zināms priekšstats. Tas var būt pareizs, nepilnīgs vai maldīgs. Ir svarīgi, lai skolēni šīs iepriekšējās zināšanas atsauktu atmiņā un jaunās zināšanas un prasmes savietotu ar iepriekšējām, papildinot nepilnīgās un mainot maldīgās vietas. Esošo zināšanu izmantošana jaunā kontekstā vai jaunu problēmu risināšanā nav viegls uzdevums nevienā vecumā. Lai sagatavotu skolēnus jaunu zināšanu iekļaušanai viņu priekšstatos vai šos priekšstatus mainītu, skolotājam ir jāpalīdz skolēniem atsaukt atmiņā tās zināšanas vai prasmes, kas viņiem šajā stundā var būt noderīgas, bet jo īpaši tās, kas dos nepieciešamo pamatu jaunu zināšanu un prasmju apguvei.

### 4. Piedāvāt jaunu informāciju.

Šis mācību notikums ir tas, ko parasti saprotam ar mācīšanos, – skolotājs piedāvā skolēniem jaunu informāciju vai arī dod iespēju viņiem šo jauno informāciju, kas nepieciešama tālākas izpratnes veidošanai vai prasmju apguvei, atrast un izzināt pašiem. Šī mācību notikuma īstenošanā ir svarīgi nodrošināt, lai šī informācija tiktu piedāvāta skolēnam saprotamā veidā, t. i., sasaistīta ar iepriekš apgūto, tādējādi dodot iespēju skolēnam saprast, kas šajā informācijā ir galvenais, piedāvājot informāciju pietiekami mazā, skolēna uztverei atbilstošā apjomā. Šis mācību procesā ir brīdis, kad skolēniem ir svarīgi dot iespēju arī pašiem atklāt likumsakarības, izmantojot kā pamatu rūpīgi izvēlētu piemēru bāzi, nonākt pie pašu vārdiem formulētām definīcijām, novērojot, salīdzinot un grupējot kopīgās un atšķirīgās pazīmes, saprast, kā rīkoties, sekojot jaunajiem noteikumiem vai ievērojot kādas procedūras, paturot prātā, ka skolēnu galvenais uzdevums šajā posmā ir iepazīties ar jaunā mācību satura būtību.

### 5. Virzīt un atbalstīt mācīšanos.

Šī mācību notikuma galvenais uzdevums ir palīdzēt skolēnam sagatavoties saglabāt informāciju ilgtermiņa atmiņā. Lai tas būtu iespējams, skolēnam ir jāatrod šai informācijai vieta savā "informācijas glabāšanas sistēmā". Daļa skolēnu to var izdarīt paši, ja viņiem piemīt augsti attīstītas pašvadītas mācīšanās prasmes, bet lielai daļai palīdzēs skolotāja vadīts process – mācīšanos virzošas metodes, ko skolotājs izmantos, lai iesaistītu un atbalstītu katru skolēnu.

Šī mācību notikuma kontekstā skolotājs lemj, vai dos iespēju skolēniem pašiem atklāt un konstruēt jaunās zināšanas, vai nodos šīs zināšanas skolēniem jau gatavā veidā. Pirmajā gadījumā skolēni gūs dziļāku izpratni un noglabās zināšanas ilgtermiņa atmiņā. Savukārt otrā veida priekšrocība ir krietni mazāks laika patēriņš informācijas nodošanai, kas gan negarantē to, ka skolēni informāciju uztvers un izprātīs. Izvēloties nodot informāciju skolēniem tiešā veidā, skolotājam jāparedz jautājumi vai uzdevumi, par kuriem skolēns domās, šo informāciju klausoties, un kas palīdzēs no tās izcelt svarīgāko, to strukturēt un citādi veicināt dziļāku izpratni par dzirdēto. Šis ir arī brīdis, kad ar skolēniem runāt par stratēģijām, ko izmantojam konkrētu mērķu sasniegšanai, – vai tās būtu vispārīgas lasīšanas, atcerēšanās, kritiskās domāšanas, mācīšanās stratēģijas vai kādas priekšmetam specifiskas stratēģijas, kuras skolēnam varētu noderēt izvērto rezultātu sasniegšanai.

## 6. Dot iespēju lietot jauno informāciju.

Šajā mācību notikumā skolēniem tiek dota iespēja pārliecināties par to, vai viņi mācās – virzās uz sasniedzamo rezultātu. Šī mācību notikuma kontekstā svarīgākais jautājums ir – kāds uzdevums skolēnam ir jāveic, lai noskaidrotu, kādā mērā viņš ir pārvirzījies uz sasniedzamo rezultātu. Uzdevumam vai uzdevumiem ir jādod iespēja pārliecināties, vai un kādā mērā skolēns ir sapratis, vai spēj demonstrēt visas sasniedzamajā rezultātā izvirzītās zināšanas un prasmes. Būtiski paturēt prātā, ka šis joprojām ir mācīšanās posms, tāpēc tiek pārbaudīta skolēna virzība uz sasniedzamo rezultātu. Šajā posmā joprojām tiek pieļauts, ka skolēns kaut ko neizprot vai kļūdās, un viņam tiek piedāvāts veids, kā nepilnīgās zināšanas vai prasmes pilnveidot. Šis mācību notikums iet roku rokā ar nākamo, kurā skolēns uzzina, kā uzlabot sniegumu.

## 7. Sniegt atgriezenisko saiti.

Informācija par to, kā skolēnam stundas gaitā sokas ar virzību uz mērķi, ir ļoti svarīga, lai skolēni konstatētu nepilnīgas vai kļūdainas zināšanas vai prasmes, kā arī apstiprinātu pareizās, lai varētu turpināt tās lietot. Būtiski – lai pilnveidotos, skolēniem atgriezeniskā saite ir nepieciešama arī mācīšanās procesā, nevis tikai gala rezultātā. Turklāt atgriezeniskā saite nozīmē ne tikai informāciju par to, vai uzdevums izpildīts pareizi vai nepareizi, bet arī par to, ko darīt, lai virzītos tālāk. Tas, ka skolēns zina, ka kaut ko nav izdarījis pareizi, vēl automātiski nenozīmē, ka skolēns zina, ko darīt, lai to mainītu.

Lielā klasē skolotājs pats ne vienmēr varēs nodrošināt atgriezenisko saiti katram skolēnam. Lai to risinātu, skolotājs var organizēt procesus, kuros skolēni saņem atgriezenisko saiti, izmantojot tehnoloģijas, citus skolēnus vai paši sevi. Lai atgriezeniskā saite būtu kvalitatīva un patiešām virzītu skolēnus uz labāku rezultātu, skolēniem pašiem savi un citu darbi ir jāizvērtē, ņemot vērā ļoti konkrētas norādes un kritērijus, kas tieši vērsti uz sasniedzamo rezultātu.

## 8. Novērtēt sniegumu.

Šī mācību notikuma mērķis ir konstatēt, kādā mērā katrs skolēns ir sasniedzis stundas rezultātus. Šī soļa īstenošanai nepietiek ar to, ka mēs skolēniem pajautājam viņu viedokli par to, vai viņi ir sasnieguši rezultātu. Skolotājam jādod iespēja skolēniem objektīvi konstatēt, vai viņi rezultātu ir sasnieguši. To var darīt, piemēram, ar uzdevumu, kura izpilde parādīs, ka skolēns prot izdarīt tieši to, kas minēts stundas sasniedzamajā rezultātā. Tikai pēc tam, kad skolēni uzdevumu izpildījuši un noskaidrojuši, vai tas izdarīts pareizi, skolotājs var jautāt skolēniem, vai viņi sasnieguši stundas rezultātu, lūdzot savu atbildi pamatot ar tikko pildītā uzdevuma rezultātiem. Šajā posmā notiek arī domāšana par mācīšanos. To var veicināt, skolēniem jautājot, ko un kā viņi stundā darīja un kā to varētu nākamreiz labāk izdarīt. Ar šiem jautājumiem varam aktualizēt produktīvākās uzvedības un sadarbības formas, situācijai piemērotākās mācīšanās stratēģijas u. c.

## 9. Sekmēt pārnesi, vispārināšanu.

Šajā brīdī jaunās zināšanas vai prasmes ir apgūtas. Aktualizējas jautājums, kā novērst aizmīšanu un stiprināt skolēna spēju piekļūt apgūtajām zināšanām vajadzīgā mirklī, kad būs nepieciešams tās izmantot reālās, praktiskās situācijās. Lai zināšanas nostiprinātos un tās lietotu praktiski, jāizpildās vairākiem nosacījumiem, turklāt tas var notikt ne tikai stundas beigās, bet vairāku iepriekš aplūkoto mācību notikumu ietvarā. Apgūta atkārtošana stundas laikā un nākamajās stundās var būt noderīga prakse, un tā parādīsies kā daļa no "Dot iespēju lietot jaunās zināšanas" un "Sniegt atgriezenisko saiti" mācību notikumiem. Zināšanu pārnese uz citiem kontekstiem, sasaistot apgūto ar citiem mācību priekšmetiem vai dzīves situācijām, var palīdzēt skolēniem saprast, kuros brīžos savos atmiņas apcirkņos nule gūtās zināšanas vai prasmes meklēt. Tas var parādīties jau aktualizācijas daļā, kad pievēršam skolēna uzmanību un sasaistām šodien veicamo ar iepriekšējām zināšanām, kā arī dažādos piemēros un kontekstos, ko dodam piektajā mācību notikumā "Virzīt un atbalstīt mācīšanos". Skolēniem var palīdzēt arī iespēja lietot jauniegūtās zināšanas un prasmes jaunos kontekstos un situācijās. Šo procesu var veicināt, dodot skolēniem uzdevumus, kuros zināšanas jālieto radošākās vai dzīvei vairāk pietuvinātās situācijās.

Izglītības pētnieki norāda, ka visiem mācību notikumiem nav obligāti jāriņķojas vienā secībā, tāpat arī skolotājam tie visi nav obligāti jāīsteno vienā stundā. Iespējams, atsevišķus notikumus skolēni ir piedzīvojuši jau iepriekšējā stundā un nākamajā pietiek tikai ar īsu atsauci uz iepriekš darīto. Iespējams, ka dažus no mācību notikumiem skolēni var īstenot paši. Tas, cik daudz laika katram notikumam jāvelta, ir cieši saistīts ar to, cik daudz skolotāja atbalsta skolēnam vajadzīgs, lai aprakstītie kognitīvie procesi norisinātos. Ir skolēni un ir situācijas, kad visi tiek galā paši, bet ir tādas, kad skolotāja atbalsts domāšanas procesu veicināšanā ir absolūti nepieciešams, lai skolēni sasniegtu stundas rezultātu un varētu apgūto izmantot turpmāk. Mācību notikumu galvenais mērķis ir stimulēt iekšējos informācijas apstrādes procesus skolotāja vai skolēnu pašu īstenotā mācīšanās procesā.

# DEVIŅI MĀCĪBU NOTIKUMI STUNDĀ

(pēc R. Ganjē "Principles of Instructional Design", 2005)

Mācību notikums	Mērķis skolēnam	Tādēļ es – skolotājs	Pārliecinies!	Iespējamie metodiskie paņēmieni
<b>Pievērst uzmanību</b>	<i>Sagatavoties uztvert jauno informāciju, koncentrējot uz to uzmanību.</i>	<i>Mērķtiecīgi piesaistu skolēnu interesi, lai skolēni ir gatavi un motivēti mācīties. ("Izmetu āķi").</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vai "āķis" pievērs uzmanību tieši stundas tematam, stundas sasniedzamajam rezultātam?</li> <li>Vai "āķa" ilgums ir līdzsvarā ar pārējiem stundas notikumiem? (Vai tas nav pārlietu garš, īss?)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>interesants fakts,</li> <li>pārsteigums,</li> <li>dilemma,</li> <li>problēma, ko risināt,</li> <li>jautājumi, kas rosina domāt par stundas tematu vai sasniedzamo rezultātu</li> <li>u. c.</li> </ul>
<b>Komunicēt sasniegtos rezultātus (SR)</b>	<i>Aktivizēt kognitīvās kontroles procesu, rosināt motivāciju mācīties, gūt iespēju pārraudzīt savu mācīšanos.</i>	<i>Komunicēju skolēniem stundas/ stundu cikla sasniegtos rezultātus, ko skolēni darīs, lai tos sasniegtu, un kā viņu sniegumu vērtēs! Pārliecinos, vai un kā skolēni to ir sapratuši.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kā es skolēniem komunicēju sasniedzamo rezultātu?</li> <li>Kā es pārliecināšos, ka viņi to ir uztvēruši, sapratuši un "pieņēmuši par saviem"?</li> <li>Vai un kā šos SR skolēni saistīs ar tematu kopumā?</li> <li>Vai skolēni iesaistās SR izvirzīšanā?</li> <li>Kā skaidrošu SR nozīmi – vērtību – saistībā ar mācību jomu un dzīvi kopumā?</li> <li>Vai skolēniem ir skaidrs, kā šie SR tiks sasniegti?</li> <li>Vai skolēniem ir skaidrs, kādēļ šos SR ir būtiski sasniegt?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>skolotājs pastāsta, ko stundā darīs, skolēni klausās un secina, kādi tādēļ varētu būt stundā sasniedzamie rezultāti,</li> <li>skolēniem jautā, kur SR noderētu ārpus skolas,</li> <li>SR ar izlaistiem vārdiem – skolēni min, kam vajadzētu būt tukšajās vietās, pamato savu izvēli,</li> <li>kā varam zināt, ka kāds šo SR zina/prot labi?</li> <li>SR vērtēšanas kritēriju izpēte,</li> <li>skolēni paši izvirza un formulē SR</li> <li>u. c.</li> </ul>
<b>Aktivizēt iepriekšējās zināšanas</b>	<i>Pārnest ar jauno informāciju saistītās priekšzināšanas no ilgtermiņa uz īslaicīgo atmiņu, lai veidotu sasaisti, saskatītu kopsakarības, pilnveidotu vai pārveidotu esošos priekšstatus.</i>	<i>Gatavojoties jaunās informācijas uztverei, rosinu un palidzu skolēniem atsaukt atmiņā, ko viņi jau zina un prot saistībā ar jauno mācību saturu. (Jo nekad nav tā, ka tu nezini pilnīgi neko.)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kā pārliecināšos par to, ko skolēni jau zina un prot?</li> <li>Kā atsaukšu atmiņā iepriekšējās zināšanas?</li> <li>Kā noteikšu, vai un kādi pa-reizi vai aplami priekšstati par stundas tematu skolēniem jau ir?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>domu karte ("zirneklis") ar jau zināmo, kas vēlāk tiek papildināts,</li> <li>teksts/video/audio + zinu, jautājums, gribu uzzināt,</li> <li>Venna diagramma,</li> <li>zināšanu diagnostika,</li> <li>jautājumi par jauno tematu,</li> <li>aplamo priekšstatu "atmaskošana"</li> <li>u. c.</li> </ul>
<b>Piedāvāt jauno informāciju</b>	<i>Uztvert jauno saturu.</i>	<i>Organizēju procesu, kurā skolēni iepazīstas ar jauno informāciju.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kas man īsti jāiemāca? (Fakti? Jēdzieni? Noteikumi? Procedūras? Stratēģijas?)</li> <li>Kā organizēju mācīšanos tā, ka skolēni ar modeļu un piemēru palīdzību līdz izpratnei par jēdzieniem, noteikumiem, procedūrām nonāk paši?</li> <li>Kā nodrošināšu jaunā satura apguvi tā, lai skolēni to var aptvert – mazos kumosos, soli pa soli?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>patstāvīgs darbs ar tekstu, audio, video, attēliem,</li> <li>gadījuma analīze,</li> <li>sakarību meklēšana starp dažādiem piemēriem,</li> <li>simulācija,</li> <li>kādas konkrētas problēmas risināšana,</li> <li>patstāvīgi darbojoties un pašiem atklājot likumsakarības</li> <li>u. c.</li> </ul>
<b>Virzīt un atbalstīt mācīšanos</b>	<i>Sagatavot informāciju saglabāšanai ilgtermiņa atmiņā.</i>	<i>Sniedzu skolēniem atbalstu, kas dod iespēju apgūt jauno informāciju, un vajadzīgos resursus.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kā es skolēniem palīdzēju atpazīt pazīmes, saskatīt sakarības, atšķirt būtiskāko?</li> <li>Kādas stratēģijas viņam nepieciešamas, lai tiktu galā ar uzdevumiem?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>daudzveidīgi uzdevumi un iespēja skolēniem izvēlēties, kā mācīties (domu kartes, lomu spēles, vizualizācijas u. c.),</li> <li>stratēģiju atgādņu izmantošana,</li> <li>piemēru un pretpiemēru šķirošana/radīšana,</li> </ul>

Mācību notikums	Mērķis skolēnam	Tādēļ es – skolotājs	Pārliecinies!	Iespējamie metodiskie paņēmieni
<b>Virzīt un atbalstīt mācīšanos</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Kā šīs stratēģijas iemācīšu vai stiprināšu?</li> <li>Kādu atbalstu skolēniem sniegšu, lai viņi šī satura apguvē un lietošanā kļūtu arvien patstāvīgāki? (Paraugus, modeļus, piemērus, procesa aprakstus, snieguma līmeņu aprakstus.)</li> <li>Kādu citādu/papildu atbalstu vajadzēs skolēniem ar dažādām mācīšanās vajadzībām?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>informācijas apkopošana un novērtēšana,</li> <li>uzdevumu radīšana klasesbiedriem,</li> <li>arī mācīšanās procesā sniegtas atgriezeniskās saites izmantošana</li> <li>u. c.</li> </ul>
<b>Dot iespēju lietot jauno informāciju</b>	<b>Sniegt organizētu atbildi</b>	<i>Piedāvāju jautājumus, uzdevumus, kas rosina skolēnus lietot jauno informāciju un tādējādi veidot dziļu izpratni/attīstīt prasmes.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vai skolēnam nepieciešams jauno informāciju saistīt ar jau iepriekš zināmo?</li> <li>Vai piedāvāju skolēnam jauno informāciju lietot jaunā situācijā?</li> <li>Vai uzdevums ir skolēnam aktuāls un reālajai pasaulei pietuvināts?</li> <li>Vai skolēniem jāizmanto augstāko domāšanas līmeņu prasmes?</li> <li>Vai skolēnam tiek dota iespēja apgūto lietot patstāvīgi?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sakarību meklēšana starp jauno informāciju un jau iepriekš zināmo,</li> <li>jaunās informācijas pārvēršana atšķirīgos formātos dažādiem mērķiem,</li> <li>jaunās informācijas izmantošana reālās problēmsituācijās</li> <li>u. c.</li> </ul>
<b>Sniegt atgriezenisko saiti (AS)</b>	<b>Pārliecināties par snieguma kvalitāti un to uzlabot. (Nostiprināt saikni starp problēmu un atbilstošu risinājumu/situāciju un adekvātu reakciju/jautājumu un atbildi.)</b>	<i>Nodrošinu mācību procesā (ne tikai temata beigās) uz izaugsmi vērstu atgriezenisko saiti un iespēju skolēnam to izmantot, lai uzlabotu savu darbu.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kad skolēnam visvairāk ir nepieciešams saņemt AS?</li> <li>Par kuru SR daļu AS būs?</li> <li>Kurš un kad to sniegs?</li> <li>Kad un kā skolēns AS izmantos?</li> <li>Kā es zināšu, ka AS skolēniem bijusi efektīva?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>skolotājs sniedz atgriezenisko saiti skolēnam vai skolēns skolēnam, piemēram, paslavē-pajautā-piedāvā formātā,</li> <li>atbildot uz jautājumiem: 1) kas bija mērķis? 2) kāds šobrīd ir mans sniegums attiecībā pret mērķi? 3) kas man vēl būtu jādara, lai savu sniegumu uzlabotu?</li> <li>skolēnu pašvērtējums vai savstarpējais vērtējums, izmantojot snieguma līmeņu aprakstu;</li> <li>izmantojot <i>Socratic, Padlet</i>, balsošanas pultis u. c. digitālus rīkus</li> <li>u. c.</li> </ul>
<b>Novērtēt sniegumu</b>	<b>Gūt informāciju par snieguma kvalitāti.</b>	<i>Nodrošinu skolēnu snieguma izvērtēšanu attiecībā pret izvirzītajiem sasniežamajiem rezultātiem un refleksiju par savu mācīšanos.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kādā veidā un formā novērtēšu, vai skolēns sasniedzis sasniedzamos rezultātus?</li> <li>Kā skolēns uzzinās, ko novērtējums nozīmē?</li> <li>Kā skolēns reflektēs par savu sniegumu un mācīšanās procesu?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>“izejas biļete” ar kompleksu uzdevumu, kas pārbauda visu SR,</li> <li>īsa raksts,</li> <li>atbilde uz jautājumu,</li> <li>skolēns pats izvēlas, kā demonstrēt SR, un pierāda to, izmantojot snieguma līmeņu aprakstu,</li> <li>jautājumi, kas skolēnu rosina reflektēt par savu sniegumu un mācīšanās procesu (ko sasniedza, ko ne, kāpēc, ko un kā citreiz darītu, kas pašam bija nozīmīgākais šajā stundā, ko jaunu uzzināja par sevi u. c. atkarībā no stundas SR)</li> <li>u. c.</li> </ul>
<b>Sekmēt pārnesi, vispārināšanu</b>	<b>Nostiprināt apgūto satura atcerēšanās iespēju nākotnē.</b>	<i>Aicinu apgūto saistīt ar reālo dzīvi, citiem mācību priekšmetiem.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kā rosināsi domāt par to, kur vēl tikko apgūtais noder?</li> <li>Kā mudināsi skolēnus tikko apgūto lietot citās situācijās?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>klases diskusija,</li> <li>sadarbībā ar citu mācību priekšmetu skolotājiem jaunās informācijas izmantošana citā stundā,</li> <li>prāta vētra,</li> <li>pētījums,</li> <li>intervija</li> <li>u. c.</li> </ul>

### 3. Kā summātīvi vērtēt skolēnu sniegumu?

Padziļinātajā kursā ir nozīmīgi plānot vērtēšanu, domājot par diviem vērtēšanas veidiem – formatīvo un summātīvo vērtēšanu. Šajā nodaļā vairāk pievērsīsim uzmanību summātīvās vērtēšanas plānošanai.

#### 3.1. Summatīvā vērtēšana kursā

Vērtēšanā – tāpat kā mācīšanās – plānošana jāsāk ar sasniedzamo rezultātu identificēšanu un atlasī. Šajā gadījumā tas nozīmē sākt ar redzējumu par kursa summātīvo (noslēguma vērtēšanas darbu) vērtēšanas plānu – cik daudzi un kāda veida pārbaudes darbi skolēnam būs jāveic, lai iegūtu apliecinājumu par to, kādā mērā skolēns apguvis nozīmīgākos sasniedzamos rezultātus katrā tematā un kursā kopumā.

#### Kursa summātīvās vērtēšanas plāns

Neatkarīgi no tā, vai skolotājs, mācot padziļināto kursu, īsteno piedāvāto kursa programmas paraugu vai veido pats savu, svarīgi ir vērtēšanas plānošanu sākt ar detalizētu standarta sasniedzamo rezultātu izpēti. Skolotājam jāatlasa nozīmīgākie standarta sasniedzamie rezultāti katrā tematā, kursā kopumā un jāstrukturizē summātīvā vērtēšana visam kursam. Kursa summātīvās vērtēšanas plāns paredz skolotājam plānot un savstarpēji saskaņot četras dimensijas – kursa saturu (standarta sasniedzamos rezultātus), atbilstošu pārbaudes darba veidu, konkrētā satura apguvei paredzēto laiku un attiecīgi katra noslēguma darba svaru kursa vērtējumā.

Jautājumi kursa summātīvās vērtēšanas plānošanai:

- 1. Saturs.** Kuri ir būtiskākie sasniedzamie rezultāti katrā tematā – kuri sasniedzamie rezultāti ir saturiski ļoti nozīmīgi kursa apguvei, t. sk. nav apgūti optimālajā kursā? Kuri sasniedzamie rezultāti vairs netiek apgūti citos tematos? Kuru sasniedzamo rezultātu apguve nodrošina veiksmīgu nākamo tematu apguvi? Vai ir kādi sasniedzamie rezultāti, kuri ir tik nozīmīgi, ka tos vajadzētu vingrināt un pārbaudīt dažādos tematos atkārtoti (īpaši domājot par konkrētu prasmju apguvi)?
- 2. Vērtēšanas paņēmieni.** Kādi būtu piemērotākie pārbaudes darba veidi katra temata būtiskākajiem sasniedzamajiem rezultātiem? Vai ir kādas kompleksas prasmes, apjomīgi darbi, kas būtu jāvērtē atsevišķi? Vai un kādi ir programmas paraugā piedāvātie vērtēšanas darbu piemēri vai kursa apguves prasības?
- 3. Laiks.** Kāds ir katra temata piedāvātais apguves laiks (stundās)? Vai temats ir saturiski apjomīgs un to nepieciešams dalīt un vērtēt pa daļām? Kādi ir piekļuves nosacījumi valsts pārbaudes darbam? Kuru tematu apguves laikā skolēns šos uzdevumus paveiks? *\*Ierasti informācija pedagogam par skolēna piekļuves nosacījumu izpildi Valsts izglītības satura centram ir jāsniedz līdz martam.*
- 4. Vērtējuma svars.** Atbilstoši sasniedzamo rezultātu nozīmībai un laikam, kas tiks pavadīts, mācoties konkrēto saturu – kāds ir proporcionāli katra pārbaudes darba svars kopējā kursa vērtējumā?

#### Kursa vērtēšanas plāna pieeja kursam Fizika II:

Summatīvā vērtēšana paredzēta katra temata noslēgumā. Tā var būt kā viensums vai arī dalītā variantā, ietverot tikai daļu apakštematu. Tematos Mehānika, Siltumfizika, Elektromagnētisms un Modernā fizika, kam paredzētas 40 un vairāk stundu, skolotājs var veidot vienu 40 minūšu nobeiguma pārbaudes darbu temata vidusdaļā vai pētniecisku laboratorijas darbu, tam atvēlot noteiktu procentuālu svaru no summātīvā vērtējuma visā tematā, attiecīgi atlikušais procentuālais vērtējums par apakštematu saturu būs temata noslēgumā. Tādā veidā var aptvert lielāku daļu apgūtā satura sasniedzamo rezultātu un objektīvāk novērtēt skolēnu zināšanas un prasmes.

### 3.2. Temata noslēguma vērtēšanas darbi

Noslēguma pārbaudes darba izstrāde ir komplicēts process, kurā skolotājam ir gan jāpārzina valsts un skolas summatīvās vērtēšanas prasības, gan jāprot izstrādāt uzdevumus un vērtēšanas kritērijus, lai iegūtu pēc iespējas precīzākus datus par skolēna mācīšanās rezultātu noteiktā posmā. Šajā nodaļā piedāvājam atgādnis nobeiguma darba izstrādei un piemērus, kāds varētu būt temata vai tā daļas noslēguma darbs, vērtēšanas kritēriji un skolēnu atbilžu paraugi pēc aprobācijas. Savukārt noslēguma darba izstrādes teorētiskās nostādes detalizēti skaidrotas metodiskajos ieteikumos “Skolēnu mācību sasniegumu summatīvā vērtēšana”, šī materiāla izpēte var palīdzēt skolotājam stiprināt izpratni un pārliecību par korektu vērtēšanas darbu izstrādi.

Noslēguma darba izstrādes nozīmīgākie un juridiski saistošie principi ir definēti MK noteikumu Nr. 416 4. nodaļā un MK noteikumu grozījumos Nr. 549, vienlaikus jāņem vērā, ka katra izglītības iestāde šos noteikumus pielāgo, precīzē savā vērtēšanas kārtībā.

#### Noslēguma pārbaudes darba izstrādes pamatprincipi

Pasaulē vērtēšanas praksē tiek atzīti un skolotājiem līdz šim ir zināmi trīs pamatprincipi, kas būtu jāņem vērā, izstrādājot jebkuru summatīvu pārbaudes darbu:

- ticamība (ang. *validity*),
- drošums (ang. *reliability*),
- taisnīgums (ang. *fairness*).

Ticamība rāda, cik lielā mērā, iegūstot pierādījumus, vērtēšanas darbs ļauj secināt par tematā (kursā) apgūto. Nobeiguma darba mērķis ir novērtēt un dokumentēt skolēna sniegumu attiecībā pret mācību priekšmeta standartu.

Drošums raksturo pārbaudes darba stabilitāti. Pārbaudes darbs ar augstu drošuma pakāpi dod rezultātus, kas būtiski nemainās, ja šo pašu darbu veic atkārtoti, ja to veic citos apstākļos vai ja to vērtē cits vērtētājs.

Savukārt taisnīgums vērtēšanas procesā nodrošina visiem skolēniem vienādas iespējas parādīt savu labāko sniegumu, un skolēniem tika nodrošināta iespēja apgūt plānotos sasniedzamos rezultātus mācību laikā.

Summatīvās vērtēšanas principi ir savstarpēji saistīti, proti, lai pārbaudes darbs būtu ticams, tam jābūt arī drošam. Taču drošums nav atkarīgs no ticamības – pārbaudes darbs var būt drošs arī tad, ja tas nav ticams, jeb iegūtajiem rezultātiem var būt augsta stabilitāte, bet tajā pašā laikā tas var neatbilst pārbaudes darba mērķiem.<sup>2</sup> Tāpat arī taisnīgums nav īstenojams, ja netiek ievēroti drošuma principi.

Ja skolotājs vēlas padziļinātāk izprast šos vērtēšanas principus, noderēs jau iepriekš minētais metodiskais materiāls “Skolēnu mācību sasniegumu summatīvā vērtēšana” vai Džordža Betela grāmata “Rokasgrāmata pārbaudes darbu veidotājiem”.

Šajā materiālā piedāvājam atgādni par vērtēšanas principiem, kuru skolotājs var izmantot pašpārbaudei, izstrādājot pārbaudes darbus.

Noslēguma pārbaudes darba izstrāde. Jautājumi skolotājam pašpārbaudei:

#### TICAMĪBA

- Vai darbs pārbauda to, kas ir mācību priekšmeta standartā un mācību programmā?
- Vai darbs atbilst tam, kādas ir paredzētās satura (zināšanas, prasmes) proporcijas standartā un mācību procesa laikā?
- Vai pārbaudes darbs ietverti dažādu izziņas darbības līmeņa uzdevumi noteiktās proporcijās?
- Vai uzdevumi ir izglītības standartam, posmam atbilstošas grūtības pakāpes?
- Cik lielā mērā izvēlētais vērtēšanas paņēmieni ļauj iegūt pierādījumus par skolēnam plānotajiem sasniedzamajiem rezultātiem?

#### DROŠUMS

- Vai pārbaudes darbā uzdevumi tiek piedāvāti pietiekamā skaitā un apjomā, lai iegūtu drošus rezultātus?/ Vai skolēnam ir dota pietiekoša, atkārtota iespēja demonstrēt apgūto?
- Vai testelementi (uzdevumi) atbilst skolēnu spēju līmenim? (Vai uzdevumi nav par vieglu vai par grūtu?)

<sup>2</sup> Betels, Dž. *Rokasgrāmata pārbaudes darbu veidotājiem*. Rīga, 2003.

- Vai tiek vērtēts apgūtais konkrētā mācību priekšmeta saturs? (Piemēram, vai nevērtēju valodu, gramatiku, lai gan pārbaudes darbs ir par vēstures saturu.)
- Vai ir izmantoti dažādu testelementu veidi (uzdevumi) atbilstoši sasniedzamajiem rezultātiem? (Piemēram, zināšanas, izpratni drošāk mērit, izmantojot atbilžu izvēles uzdevumus.)
- Vai vērtēšanas kritēriji ir pietiekami skaidri un konkrēti un, tos izmantojot, darbu varētu vērtēt arī kāds cits priekšmeta skolotājs?

#### TAISNĪGUMS

- Vai visiem skolēniem būs/ir vienādas iespējas parādīt savu labāko sniegumu?
- Vai pārbaudes darba izpildei ir atvēlēts pietiekami ilgs laiks?
- Vai pārbaudes darbu uzdevumu instrukcijas ir skaidras, nepārprotamas, skolēnam saprotamas? T. sk., vai valoda nav nevajadzīgi sarežģīta?
- Vai uzdevumos nav ietverts diskriminējošs konteksts, lieka informācija vai termini, kurus skolēni mācību procesā nav apguvuši?
- Vai es pārbaudes darbā mēru/pārbaudu to, ko patiešām esmu mācījis (t. sk., vai skolēnam ir bijusi iespēja vingrināties prasmēs, kuras pārbaudu)?

### Noslēguma pārbaudes darba veidošana un piemērs

Pārbaudes darbu plānošana var notikt dažādās detalizācijas pakāpēs – atkarībā no pieejamā laika, situācijas un skolotāja mērķiem. Ierasti, izstrādājot pārbaudes darbu, tiek aprakstīti un ņemti vērā vismaz četri elementi: sasniedzamais rezultāts (vai vērtēšanas indikators), izziņas darbības līmenis (pēc SOLO taksonomijas), uzdevumi (testelementi) un vērtēšanas kritēriji. Šos pārbaudes darbu raksturojošos elementus skolotājs apraksta pārbaudes darba specifikācijā, citkārt sauktā arī par pārbaudes darba matricu. Skolotājam pārbaudes darba specifikācija, matrica palīdz pašam pārraudzīt kvalitāti, plānošanā fiksēt atbilstību vērtēšanas principiem un MK noteikumiem. Tāpat, izmantojot šo pārbaudes darba specifikāciju, skolēna sniegumu var vērtēt arī cits mācību priekšmeta skolotājs.

Sasniedzamais rezultāts vai indikators	Uzdevums (testelements)	Vērtēšanas kritēriji un punkti	SOLO (izziņas darbības līmenis)
Ko tieši es vēlos pārbaudīt, mērit?	Kas būs vislabākais veids, lai iegūtu korektus datus par skolēnu sniegumu? Kādi uzdevumi man tāpēc jāpiedāvā?	Kā varēšu novērtēt, vai un kādā kvalitātē skolēns apguvis saturu?	Kā nodrošināšu, lai skolēniem uzdevumi būtu dažādos izziņas darbības līmeņos, atbilstu vēlamajām proporcijām?

Nobeiguma pārbaudes darbs "Mehānika" domāts temata noslēgumā. Tam piedāvāti divi varianti, kuros uzdevumiem tomēr ir atšķirīgi sasniedzamie rezultāti un indikatori. Īpaši spējīgiem skolēniem var kombinēt uzdevumus no abiem variantiem. Savukārt temata noslēgumā nobeiguma pārbaudes darbam "Siltumfizika" abi piedāvātie varianti ietver uzdevumus ar vienādiem sasniedzamajiem rezultātiem un indikatoriem.

Jānorāda arī tas, ka piedāvātajos pārbaudes darbu paraugos nav testa daļas, kā tas bija ierasts agrāk. Tā kā testu klāsts dažādos skolotājam pieejamos materiālos ir gana liels, tad viņam ir brīva izvēle pievienot tos pārbaudes darbā vai izmantot temata kopsavilkumam pirms pārbaudes darba.

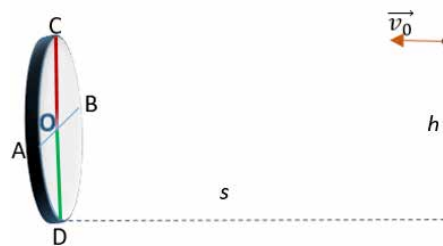
Nobeiguma pārbaudes darbus paredzēts veikt 40 minūtes ilgi (aprobējot novērotais laiks ir 60 minūtes, tāpēc to labāk organizēt pāra stundu laikā). Protams, darba laikā atļauts lietot datu bukletu un kalkulatoru.

## Nobeiguma pārbaudes darbs

### Mehānika. I variants

#### 1. uzdevums (13 punkti)

Šautriņu mērķa – apļveida ripas – diametrs ir 40 cm (skat. 1. att.). AB un CD ir ripas divi diametri: AB orientēts horizontāli, bet CD – vertikāli. Punkts O ir ripas centrs. Uz mērķi no attāluma  $s = 2$  m un augstuma  $h = CD$  horizontāli tiek izmesta šautriņa tā, ka tās trajektorija veidojas ripas diametra CD plaknē, kas perpendikulāra ripas diametram AB. Gaisa pretestību neievēro.



1. att.

1.1. (5 punkti) Spriežot analītiski, izveido izteiksmi, kura apraksta šautriņas izmešanas ātruma atkarību no lidojuma augstuma, lai šautriņa trāpītu mērķi! Nosaki, kādam jābūt šautriņas izmešanas ātruma iespējamo vērtību intervālam, lai šautriņa trāpītu

- uz sarkanā nogriežņa starp punktiem O un C;
- uz zaļā nogriežņa starp punktiem O un D!

1.2. (8 punkti) Apļveida ripa ar nemainīgu leņķisko paātrinājumu  $4 \text{ rad/s}^2$  sāk griezties ap savu asi, kas perpendikulāra mērķa plaknei un iet caur punktu O. Nosaki:

- ripas leņķisko ātrumu un veikto apgriezīenu skaitu pēc 5 sekundēm;
- cik liels bremsējošs spēks jāpieliek ripas ārmai, lai pēc iepriekš minētajām 5 sekundēm to apstādinātu 2 sekunžu laikā!

Ripas masa ir 650 g, to var uzskatīt par homogēnu disku, kam inerces momenta proporcionalitātes koeficients ir  $\frac{1}{2}$ .





**3. uzdevums (6 punkti)**

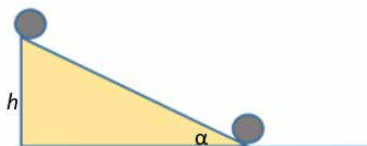
Prognozē, kā mainītos Zemes mākslīgā pavadoņa (ZMP) apriņķošanas ātrums salīdzinājumā ar pirmo kosmisko ātrumu, ja pavadoņa orbītas augstumu izvēlētos  $2R_Z$ , kur  $R_Z$  ir Zemes rādiuss! Aprēķinos izmanto gravitācijas likumu, otro Ņūtona likumu un vienmērīgas kustības pa riņķa līniju sakarības!

## Nobeiguma pārbaudes darbs

### Mehānika. II variants

#### 1. uzdevums (13 punkti)

- 1.1. (7 punkti) Lodīte, kuras diametrs ir 2 cm, bez slīdēšanas sāk ripot pa slīpu virsmu, kam  $h = 30$  cm un slīpuma leņķis  $\alpha = 25^\circ$  (skat. 1. att.).



1. att.

- Izmantojot enerģijas nezūdamības likumu, aprēķini gan lodītes virzes kustības ātrumu, gan leņķisko ātrumu slīpās plaknes apakšā! Lodīte ir homogēna un tās inerces momenta proporcionalitātes koeficients ir  $\frac{2}{5}$ !
- Nosaki, cik pilnu apriņķojumu lodīte noripojot būs veikusi!

- 1.2. (6 punkti) Virtuālajā simulācijā skolēnam bija iespēja modelēt divu ratiņu dažādu veidu sadursmes (skat. 2. att.). Zilo ratiņu masa ir 700 g, bet sarkano – 1 kg. Berzi eksperimentā neievēro.

- Ratiņi pārvietojas viens otram pretī ar ātrumu 1,5 m/s. Aprēķini ratiņu sistēmas kopējo impulsu pirms sadursmes!
- Pēc **absolūti elastīgas** sadursmes zilie ratiņi iegūst ātrumu 1 m/s, pretēju iepriekšējam kustības virzienam. Aprēķini sarkano ratiņu iegūto ātrumu šajā sadursmē!



2. att.

- Nosaki abu ratiņu kustības virzienu un ātrumu pēc **absolūti neelastīgas** sadursmes!
- Modelē simulācijas apstākļus, kādi būtu nepieciešami, lai pēc **absolūti neelastīgas** sadursmes ratiņi apstātos!

**2. uzdevums (16 punkti)**

- 2.1. (5 punkti)** Pamato, kāpēc, izbraucot ceļa līkumus, autotransporta vadītājam būtu vēlams samazināt braukšanas ātrumu! Aplūko gadījumus ar dažādiem ceļa liekuma rādiusiem tā līkumos, kā arī saķeres ar ceļa segumu iespējamo maiņu!

- 2.2. (11 punkti)** Autovadītāja priekšā ir visai paugurains ceļa posms.

- a.** Iezīmē attēlos visus spēkus, ievērojot spēku samēru, kuri darbojas uz braucošu automašīnu paugura virsotnē (3. att.) un ieplakā (4. att.)! Uzraksti šo spēku nosaukumus!



3. att.



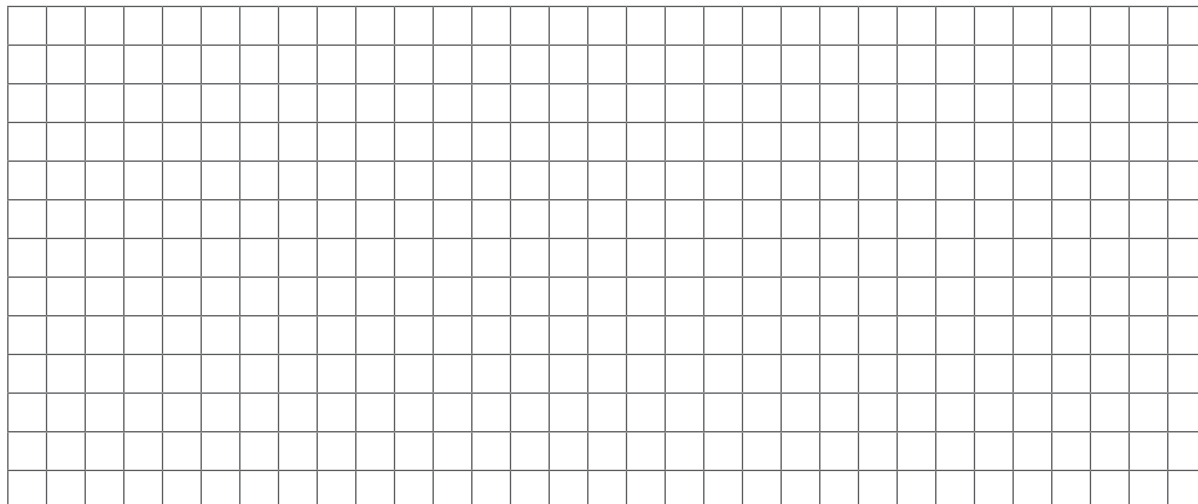
4. att.

- b.** Izmantojot Ņūtona likumus un vienmērīgas kustības pa riņķa līniju sakarības, secīgi parādi, kā noteikt automašīnas svaru, izbraucot gan paugura virsotni, gan ieplaku! Aprēķini braucošās automašīnas svara minimālo un maksimālo vērtību, kā arī salīdzini šīs vērtības ar automašīnas normālo svaru, ja automašīnas masa ir 1600 kg, tās braukšanas ātrums ir 72 km/h un tas paliek nemainīgs brauciena laikā, kā arī pakalnu un ieplaku liekuma rādiuss ir 30 m!

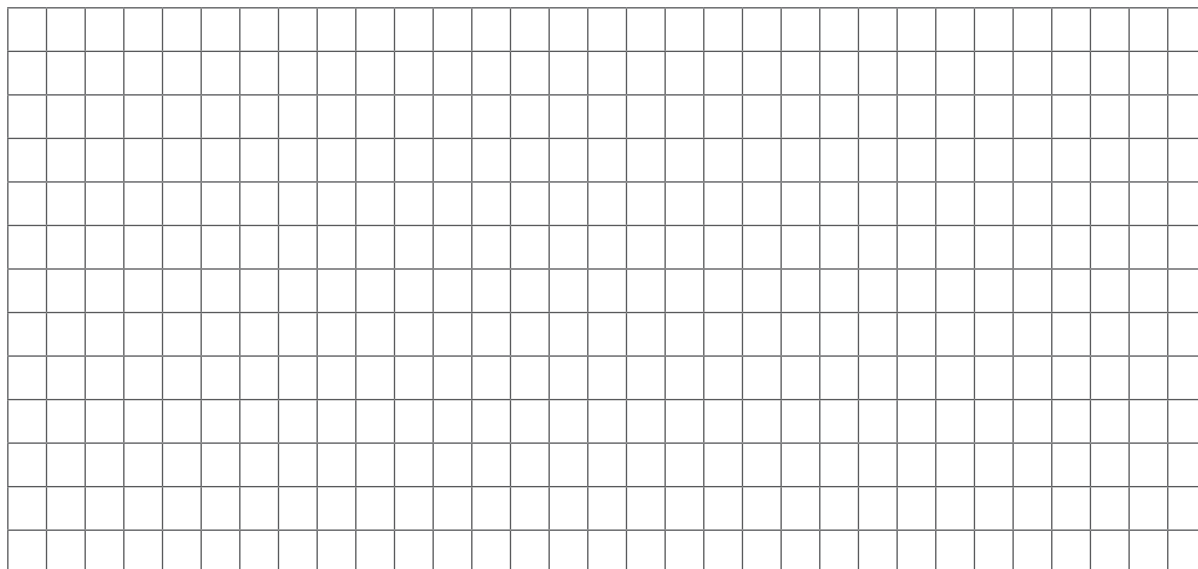
**3. uzdevums (6 punkti)**

Atsperei piekārtā atsvara koordinātas maiņu atkarībā no laika apraksta vienādojums  $x = 0,20 \sin \frac{\pi}{4} t$ . Atsperes stinguma (elastības) koeficients ir 25 N/m.

a. Attēlo grafiski atsvara koordinātas maiņu atkarībā no laika 12 sekundēs!



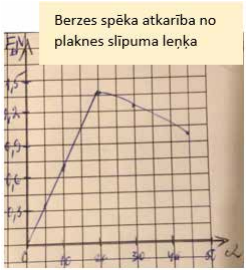
b. Attēlo grafiski atsperes potenciālās enerģijas maiņu atkarībā no laika 12 sekundēs!



## Noslēguma pārbaudes darba analīze

## Temats "Mehānika", 1. variants

Uzd.	Sasniedzamais rezultāts	Indikators	Kritēriji	Atbilde	Izziņas darbības līmenis (SOLO)	Standarta SR kods
1.	<p>1.1. Apraksta un analizē horizontāli sviesta ķermeņa kustību dabā un tehnikā, izmantojot raksturīgās sakarības, kā arī novērtē kustības izmaiņai nepieciešamo iedarbību.</p> <p>1.2. Raksturo ķermeņa inerces īpašības rotācijas kustībā, lietojot inerces momenta jēdzienu, lieto leņķisko paātrinājumu kā spēka momenta darbības rezultātu.</p>	<p>1.1. Apraksta un analizē horizontāli izsviesta ķermeņa kustību, izmantojot koordinātas, ātruma projekcijas un paātrinājuma projekcijas vienādojumus.</p> <p>1.2. a. Apraksta un analizē vienmērīgi paātrinātu kustību pa riņķa līniju, izmantojot jēdzienus – pagrieziena leņķis, leņķiskais ātrums, leņķiskais paātrinājums. b. Lieto spēka momenta jēdzienu, lai aprakstītu rotācijas kustību. Raksturo ķermeņa inerces īpašības rotācijas kustībā, lietojot inerces momenta jēdzienu, skaidro leņķisko paātrinājumu kā spēka momenta darbības rezultātu (nemainīga spēka momenta gadījumā).</p>	<p>1.1. Lieto izteiksmes šautriņas lidojuma tūlumam atkarībā no laika un lidojuma augstumam atkarībā no laika (1 punkts); analītiski iegūst šautriņas izmešanas ātruma atkarību no lidojuma augstuma, lai trāpītu mērķī (1 punkts); a) un b) piemērā skaitliski nosaka izmešanas ātruma iespējamo vērtību intervālu, lai trāpītu starp minētajiem punktiem abos gadījumos, un sniedz paskaidrojumu (3 punkti).</p> <p>1.2. Sasaista raksturīgās likumsakarības un aprēķina rotācijas kustības kinemātiskos un dinamiskos lielumus – a) piemērā 4 punkti, b) piemērā 4 punkti.</p>	<p>1.1. <math>s = v_0 \cdot t</math>; <math>h = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{g}{2h}} \cdot s</math> a) <math>v_0 &gt; 10 \text{ m/s}</math>; b) <math>7,07 \text{ m/s} &lt; v_0 &lt; 10 \text{ m/s}</math>.</p> <p>1.2. a) <math>\omega = \omega_0 + \epsilon t</math>; <math>\omega = 20 \text{ rad/s}</math> <math>\varphi = 2\pi N</math>; <math>\varphi = \frac{\epsilon t^2}{2}</math>; <math>\varphi = 50 \text{ rad}</math> <math>N = \frac{\varphi}{2\pi}</math>; <math>N = 7,96</math> (apgriezieni)</p> <p>b) <math>M = I\epsilon</math>; <math>M = F_b R</math>; <math>I = \frac{1}{2} mR^2</math> <math>F_b = 0,65 \text{ N}</math></p>	I  II III  II  III	D.O.3.1.1., D.A.3.1.1.      D.A.3.2.2.

Uzd.	Sasniedzamais rezultāts	Indikators	Kritēriji	Atbilde	Izziņas darbības līmenis (SOLO)	Standarta SR kods														
2.	Analizē spēkus, kas darbojas uz ķermeni, kas atrodas uz slīpas plaknes. Kustības raksturošanai izmanto Ņūtona likumus.	<p>2.1. Rada shematizētu atveidu ķermeņa kustībai pa slīpo plakni vairāku spēku, kas pielikti masas centrā, darbības gadījumā.</p> <p>2.2.-2.3. Lieto pirmo Ņūtona likumu un ģeometriskās likumsakarības berzes spēka raksturošanai.</p> <p>2.4. Analītiski spriež par procesiem ķermenim uz slīpās plaknes, izmantojot spēkus un to sakarības.</p> <p>2.5. Attēlo datus grafikā, izvēloties atbilstošos lielumus uz asīm un mērogu.</p>	<p>2.1. Uzzīmē un nosauc spēkus, kas pielikti ķermenim uz slīpās plaknes, ievēro to samērus (6 punkti).</p> <p>2.2. Sastāda izteiksmi miera berzes spēka noteikšanai (2 punkti).</p> <p>2.3. Sastāda izteiksmi slīdes berzes spēka noteikšanai (2 punkti).</p> <p>2.4. Izvērtē un aprēķina leņķi, pie kura ķermenis sāks slīdēt (2 punkti).</p> <p>2.5. Sastāda vērtību tabulu un attēlo grafiski <math>F_b = f(\alpha)</math>, ja <math>\alpha \in [0; 45]^\circ</math> (4 punkti).</p>	<p>2.1. Smaguma spēks, virsmas reakcijas spēks, berzes spēks;  <math>F_r = mg_y</math>,  <math>mg_x = F_b</math> (1. att.) vai  <math>mg_x &gt; F_b</math> (2. att.)</p> <p>2.2. <math>F_{m.b.} = mg_x</math>; <math>F_{m.b.} = mgsin\alpha</math></p> <p>2.3. <math>F_b = F_r</math>; <math>F_b = \mu mg \cos\alpha</math></p> <p>2.4. Apvienojot 2.2. un 2.3., iegūst, ka <math>\mu = tg\alpha \Rightarrow \alpha = 20^\circ</math>.</p> <p>2.5.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><math>\alpha^\circ</math></th> <th><math>F_b, N</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>0,69</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>1,37</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>1,26</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>1,12</td> </tr> <tr> <td>45</td> <td>1,03</td> </tr> </tbody> </table> 	$\alpha^\circ$	$F_b, N$	5	0,35	10	0,69	20	1,37	30	1,26	40	1,12	45	1,03	I II II II IV	D.A.3.2.1.
$\alpha^\circ$	$F_b, N$																			
5	0,35																			
10	0,69																			
20	1,37																			
30	1,26																			
40	1,12																			
45	1,03																			
3.	Lieto gravitācijas likumu, otro Ņūtona likumu un vienmērīgas kustības pa riņķa līniju sakarības ZMP kustības parametru aprēķināšanai un analīzei.	<p>Zina un lieto gravitācijas likumu ķermeņu mijiedarbības aprakstīšanai un kvantitatīvai aprēķināšanai.</p> <p>Apraksta Zemes mākslīgo pavadoņu kustību kā vienmērīgu kustību pa riņķa līniju, izmantojot raksturlielumus – orbītas rādiuss, kustības ātrums.</p>	<p>Uzraksta gravitācijas likumu, otro Ņūtona likumu un centrīces paātrinājuma formulu (3 punkti).</p> <p>Apvienojot iepriekš uzrakstītās sakarības, iegūst vispārīgu izteiksmi ZMP aprīņošanas ātruma noteikšanai, lieto to, kad <math>h = 0</math> un kad <math>h = 2R_Z</math>, lai noteiktu ātruma izmaiņu (3 punkti).</p>	$F_g = G \frac{m_p M_Z}{(R_Z + h)^2}$ , $F = m_p a_c$ ; $a_c = \frac{v^2}{R_Z + h}$ ; $v = \sqrt{G \frac{M_Z}{R_Z + h}}$ ; $v_1 = \sqrt{G \frac{M_Z}{R_Z}}$ ; $v = \sqrt{G \frac{M_Z}{3R_Z}}$ ; $v = \frac{v_1}{\sqrt{3}} = 0,577v_1$	II III	D.A.3.1.3.														

**Temata noslēguma pārbaudes darbā pārbaudāmie standarta sasniedzamie rezultāti**

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.A.3.1.1. Skaidro vienmērīgas kustības pa riņķa līniju pazīmes dažādiem objektiem, **raksturo vienmērīgi paātrinātu kustību pa riņķa līniju, spriež par lineāro un leņķisko ātrumu sakaru, skaidro Zemes rotācijas ietekmi uz atmosfēras masu kustību, izmanto sakarības starp leņķiskajiem un lineārajiem raksturlielumiem, lai raksturotu dažādu objektu kustību dabā un tehnikā, kā arī novērtē kustības izmaiņai nepieciešamo iedarbību.**

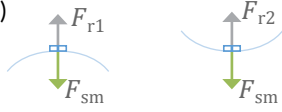
D.A.3.1.3. Raksturo Zemes rotāciju ap savu asi, dienas un nakts maiņu un zvaigžņu diennakts kustību, **apraksta planētu, pavadoņu, satelītu kustību, nosakot orbītas rādiusu, kustības ātrumu un apriņķojuma periodu.**

D.A.3.2.1. **Modelē ķermeņu kustību vairāku (arī slīpi vērstu) spēku darbības gadījumā, nosaka rezultējošo spēku un tā piešķirto paātrinājumu, lai prognozētu ķermeņa stāvokļa maiņu, kā arī skaidrotu svāri maiņu ķermeņa kustībā pa liektu virsmu un prognozētu pārslodzi paātrinātās kustības laikā.**

D.A.3.2.2. **Raksturo ķermeņa inerces īpašības rotācijas kustībā, lietojot inerces momenta jēdzienu, skaidro leņķisko paātrinājumu kā spēka momenta darbības rezultātu (nemainīgā spēka momenta gadījumā), skaidro ar piemēriem spēka momenta atkarību no spēka pleca un tā virziena, modelējot spēka momenta izmantošanas gadījumus sadzīvē un tehnikā.**





Uzd.	Sasniedzamais rezultāts	Indikators	Kritēriji	Atbilde	Izziņas darbības līmenis (SOLO)	Standarta SR kods
2.	Spriež par rezultējošo spēku un tā izraisīto paātrinājumu, lai prognozētu ķermeņa stāvokļa maiņu, kā arī skaidrotu svara maiņu ķermeņa kustībā pa liektu virsmu un prognozētu pārslodzi paātrinātās kustības laikā.	Analītiski spriež par procesiem un parādībām, izmantojot spēkus un to sakarības. 2.1. Pamato drošības pasākumus un riska faktoros autotransporta kustībā, izpildot pagriezienus. 2.2. Skaidro svara maiņu kustībā uz liektas virsmas.	2.1. Uzraksta šķērsslīdes berzes spēka izteiksmi divējādi: kā slīdes berzes spēku un izmantojot otro Ņūtona likumu, kā arī norādot centrīces paātrinājuma formulu (2 punkti); izsaka maksimālo braukšanas ātrumu, lai mašīna nesāktu slīdēt prom no riņķveida trajektorijas (1 punkts); skaidro ātruma atkarību no ceļa pagrieziena liekuma rādiusa (1 punkts); skaidro ātruma atkarību no slīdes berzes koeficienta (1 punkts). 2.2. a) abos zīmējumos iezīmē virsmas reakcijas spēku un smaguma spēku, ievērojot to samēru, nosauc šos spēkus (4 punkti); b) izmantojot otro un trešo Ņūtona likumu un centrīces paātrinājuma formulu, iegūst svara izteiksmi katrā no gadījumiem (3 punkti); aprēķina minimālo un maksimālo svara vērtību uz liektajām virsmām, salīdzina ar normālo automašīnas svaru (4 punkti).	2.1. $F_b = ma_c$ , kur $a_c = \frac{v^2}{R}$ un $F_b = \mu mg$  $v_{max} = \sqrt{\mu g R}$ ; Ja $\mu = \text{const}$ , tad $R \uparrow \Rightarrow v_{max} \uparrow$ . Ja $R = \text{const}$ , tad $\mu \uparrow \Rightarrow v_{max} \uparrow$ , bet $\mu$ nosaka riepu protektoru stāvoklis un laikapstākļi. 2.2. a)  $F_r$ - virsmas reakcijas spēks, $F_{sm}$ - automašīnas smaguma spēks $F_{r1} < F_{sm} < F_{r2}$ b) Iegūtās izteiksmes: $P_1 = m(g - \frac{v^2}{R})$ un $P_2 = m(g + \frac{v^2}{R})$ .  $P_n = mg = 16\,000\text{ N}$ $P_1 = 4000\text{ N} = \frac{1}{4}P_n$ $P_2 = 28\,000\text{ N} = 1,75P_n$	I  II  II  III  II	D.A.3.2.1.
3.	Izprot un skaitliski raksturo enerģijas transformācijas harmonisko svārstību procesos (grafiski un algebriski), aprēķina svārstību raksturlielumus.	Apraksta un analizē harmoniskas svārstības.	a) no svārstību vienādojuma nosaka svārstību periodu (1 punkts); uzzīmē grafiku atsvara koordinātas maiņai atkarībā no laika (2 punkti); b) izrēķina atsperes maksimālo potenciālo enerģiju svārstību procesā (1 punkts); attēlo grafikā atsperes potenciālās enerģijas maiņu laikā (2 punkti).	a) $T = \frac{2\pi}{\omega} = 8\text{ s}$ Grafiks $x = f(t)$ b) $W_p = \frac{kx_{max}^2}{2} = 0,5\text{ J}$ Grafiks $W_p = f(t)$	II  III	D.A.3.1.2.

## Temata noslēguma pārbaudes darbā pārbaudāmie standarta sasniedzamie rezultāti

D.A.3.1.1. Skaidro vienmērīgas kustības pa riņķa līniju pazīmes dažādiem objektiem, raksturo vienmērīgi paātrinātu kustību pa riņķa līniju, spriež par lineāro un leņķisko ātrumu sakaru, skaidro Zemes rotācijas ietekmi uz atmosfēras masu kustību, izmanto sakarības starp leņķiskajiem un lineārajiem raksturlielumiem, lai raksturotu dažādu objektu kustību dabā un tehnikā, kā arī novērtē kustības izmaiņai nepieciešamo iedarbību.

D.A.3.1.2. Pamato harmonisko svārstību modeļa izvēli dažādu mehānisko svārstību procesiem, spriež par svārstu modeļu izmantošanas iespējām dažādu reālu svārstību procesu aprakstīšanai, skaidro un skaitliski raksturo enerģijas transformācijas harmonisko svārstību procesos (grafiski un algebriski), aprēķina svārstības raksturlielumus, kā arī skaidro svārstību rīšanu berzes spēku dēļ, lai prognozētu dažādu objektu periodiskās kustības norisi atkarībā no kustības parametriem un apkārtējās vides iedarbības.


D.A.3.2.1. Modelē ķermeņu kustību vairāku (arī slīpi vērstu) spēku darbības gadījumā, nosaka rezultējošo spēku un tā piešķirto paātrinājumu, lai prognozētu ķermeņa stāvokļa maiņu, kā arī skaidrotu svārstību maiņu ķermeņa kustībā pa liektu virsmu un prognozētu pārslodzi paātrinātas kustības laikā.

D.A.3.2.2. Raksturo ķermeņa inerces īpašības rotācijas kustībā, lietojot inerces momenta jēdzienu, skaidro leņķisko paātrinājumu kā spēka momenta darbības rezultātu (nemainīgā spēka momenta gadījumā), skaidro ar piemēriem spēka momenta atkarību no spēka pleca un tā virziena, modelējot spēka momenta izmantošanas gadījumus sadzīvē un tehnikā.

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



1.2. Novērtēts ar 6 punktiem



a)

$$\varepsilon = 4 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2} \quad \omega = \omega_0 + \varepsilon t \quad \omega = 0 + 4 \cdot 5 = 20 \text{ rad/s}$$

$$\omega_0 = 0 \text{ rad/s} \quad \varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2} \quad \varphi = 0 + 0 \cdot 5 + \frac{4 \cdot 5^2}{2} = \frac{100}{2} = 50 \text{ rad}$$

$$\varphi_0 = 0 \text{ rad} \quad \varphi = 2\pi N \quad N = \frac{\varphi}{2\pi}$$

$$t = 5 \text{ s} \quad N = \frac{50}{2\pi} = \frac{25}{\pi} \approx \frac{25}{3,14} \approx 7,962 \text{ apgrozījumi}$$

( $\omega_0 = 0 \text{ rad/s}$ , jo riņķis uzsāk griezties)

Atb: Pēc 5 s riņķa leņķiskais ātrums būs 20 rad/s un riņķa leņķis veicami apmēram 7,962 apgrozījumi.

b)

$$t = 2 \text{ s} \quad \varepsilon = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$$

$$\omega_0 = 20 \text{ rad/s} \quad E_k = \frac{I \omega^2}{2}$$

$$\omega = 0 \text{ rad/s} \quad E_k = \frac{m v^2}{2}$$

$$m = 0,65 \text{ kg} \quad F = m \cdot a$$

$$I_{\text{centr.}} = \frac{1}{2} \quad F = m \cdot \varepsilon$$

$$M = I \cdot \varepsilon$$

$$\varepsilon = \frac{v - 20}{2} = \frac{-20}{2} = -10 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2} \quad J = m \cdot R^2$$

$$F = GGS - 10 = 6,5 \text{ N} ?$$

$$M \cdot t = I \cdot \omega - I \omega_0 \quad M \cdot t = I \omega - I \omega_0$$

$$M = \frac{I \cdot \omega - I \omega_0}{t} \quad M Z = -I \varepsilon t$$

$$M = -10 \text{ J} \quad I = ?$$

$$\frac{1}{2} = -10 \text{ J} \quad I = ?$$

Novērtēts ar 3 punktiem

$$\varepsilon = 4 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

a)  $\omega = \omega_0 + \varepsilon t = 0 + 4 \cdot 5 = 20 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{20}{2 \cdot 3,14} \approx 3,185 \text{ Hz}$$

$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow T = \frac{1}{f} \approx 0,314 \text{ s}$$

$$T = \frac{t}{N} \Rightarrow N = \frac{t}{T} = \frac{5}{0,314} = 15,924 \text{ apgrozījumi 5 sekundēs}$$

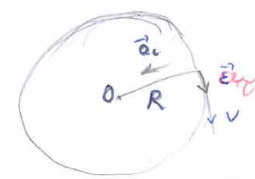
~~$N = \varepsilon t^2 \cdot N = 0,314 \cdot 5 = 1,57 \text{ apgrozījumi 5 sekundēs}$~~

$J = k m R^2$

$k = \frac{1}{2}$

$m = 0,650 \text{ kg}$

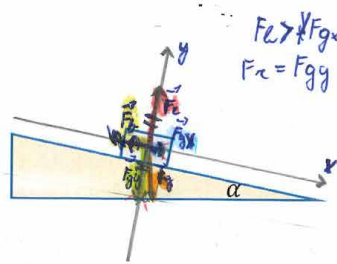
$R = 21$



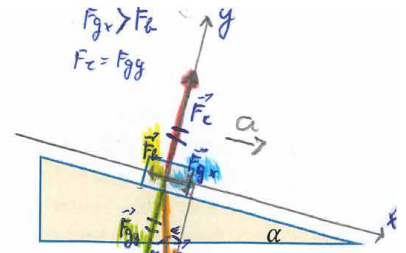
2. uzdevums

2.1.

Novērtēts ar 6 punktiem



1. zīm. Ķermenis neslīd



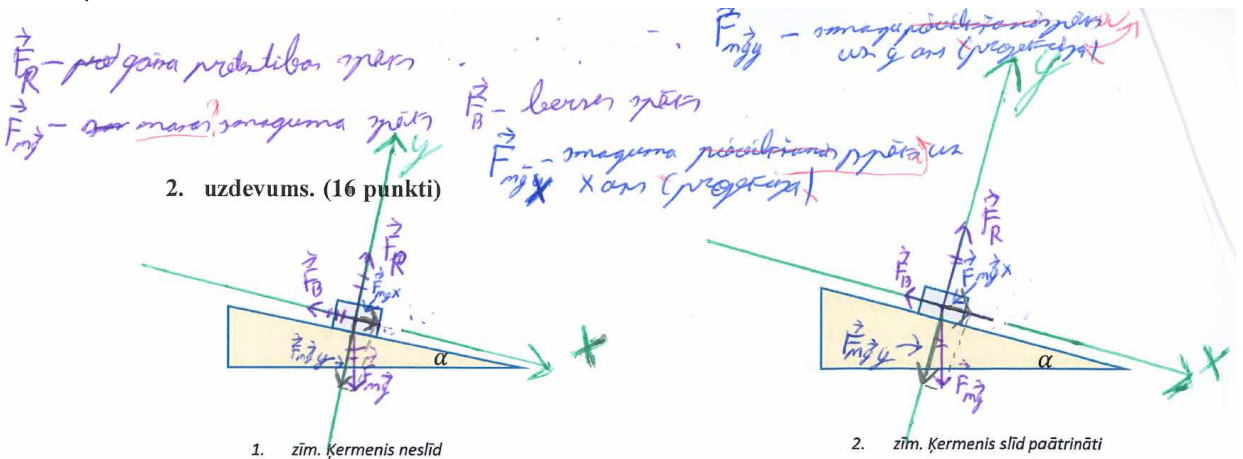
2. zīm. Ķermenis slīd paātrināti

Aplūkosim, kā uzvedas uz slīpas koka plaknes novietots koka klucītis, ja maina plaknes slīpuma leņķi.

2.1 (6 punkti) Abos zīmējumos iezīmē visus spēkus, kas nosaka attiecīgo ķermeņa stāvokli, nosauc to apzīmējumus. Izvēlies un iezīmē koordinātu plakni abos zīmējumos, lai varētu saskatīt arī visu spēku projekcijas uz asīm.

Handwritten notes and equations:  
 $F_z = F_{gy}$   
 $F_z$  - reakcijas spēks  
 $F_{Ax}$  - smaguma spēka projekcija uz x asi  
 $F_g$  - smaguma spēks  
 $F_{gx}$  - smaguma spēka projekcija uz x asi  
 $F_b$  - berzes spēks /  $F_b = F_{gx}$ , kad neslīd /  $F_{gx} > F_b$ , kad slīd

Novērtēts ar 4 punktiem



1. zīm. Ķermenis neslīd

2. zīm. Ķermenis slīd paātrināti

2.2.-2.4.

Novērtēts ar 3 punktiem

2.2 (2 punkti) Sastādi izteiksmi, pēc kuras var noteikt miera berzes spēka lielumu pie noteiktam plaknes slīpuma vērtībām.  $F_b = mg_x$ ;  $\sin \alpha = \frac{mg_x}{mg}$ ;  $F_b = mg \sin \alpha$   
 $\sum \vec{F} = 0$   $F_b - mg_x = 0$

2.3 (2 punkti) Sastādi izteiksmi, pēc kuras var noteikt slīdes berzes spēka lielumu pie daudz lielākām plaknes slīpuma vērtībām.  $\sum \vec{F} = m\vec{a}$   
 $F + mg_x - F_b = m\vec{a}$  uz x asi  $? = mg \cos \alpha$

2.4 (2 punkti) Novērtē plaknes slīpuma leņķi, pie kura klucītis vēl var palikt miera stāvoklī vai arī izkustējies var turpināt slīdēt lejup vienmērīgi, ja slīdes berzes koeficients klucītim ar slīpo virsmu ir  $\mu = 0,364$ .

Handwritten calculations:  
 $\mu = 0,364$   
 $F_b = \mu F_z = \mu (\cos \alpha) mg$   
 $F_z = mg_y$   
 $\cos \alpha = \frac{mg_y}{mg}$   
 $F_b = \mu mg \cos \alpha$   
 $F_b - mg_x = 0$  uz x asi  
 $F_z - mg_y = 0$  uz y asi  
 $F_b = mg_x$   
 $\mu mg \cos \alpha = mg \sin \alpha$   
 $\mu \cos \alpha = \sin \alpha$   
 $\sin \alpha = 0,364 \cos \alpha$   
 $\tan \alpha = 0,364$   
 $\alpha = 20,00^\circ$

Novērtēts ar 2 punktiem

2.2 (2 punkti) Sastādi izteiksmi, pēc kuras var noteikt miera berzes spēka lielumu pie nelielām plaknes slīpuma vērtībām.

$$m g_x: \sin \alpha = \frac{m g_x}{m g} \Rightarrow m g_x = m g \sin \alpha \quad \Sigma \vec{F} = 0 \text{ N}$$

$$m g_y: \cos \alpha = \frac{m g_y}{m g} \Rightarrow m g_y = m g \cos \alpha \quad \begin{cases} F_b - m g_y = 0 \\ -F_b + m g_x = 0 \end{cases}$$

*Handwritten notes:  $\vec{v} \times \vec{a}$  in nulle tāpat nabad.*

2.3 (2 punkti) Sastādi izteiksmi, pēc kuras var noteikt slīdes berzes spēka lielumu pie daudz lielākām plaknes slīpuma vērtībām.

$$m g_x: \sin \alpha = \frac{m g_x}{m g} \Rightarrow m g_x = m g \sin \alpha \quad \Sigma \vec{F} = m \cdot a$$

$$m g_y: \cos \alpha = \frac{m g_y}{m g} \Rightarrow m g_y = m g \cos \alpha \quad \begin{cases} F_b - m g_y = 0 \\ -F_b + m g_x = m \cdot a \end{cases}$$

2.4 (2 punkti) Novērtē plaknes slīpuma leņķi, pie kura klucītis vēl var palikt miera stāvoklī vai arī izkustējies var turpināt slīdēt lejup vienmērīgi, ja slīdes berzes koeficients klucītim ar slīpo virsmu ir  $\mu = 0,364$ .

$$a_x = \frac{-F_b - m g_x}{m} \Rightarrow a_x \cdot m = -F_b - m g_x \Rightarrow$$

$$F_b = \mu \cdot F_n = \mu \cdot m g_y = \mu \cdot m g \cdot \cos \alpha \Rightarrow a_x \cdot m = -\mu \cdot m g \cdot \cos \alpha - m g \sin \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m g \sin \alpha = -F_b - a_x \cdot m \Rightarrow \sin \alpha = \frac{-F_b - a_x \cdot m}{m g} = 20^\circ$$

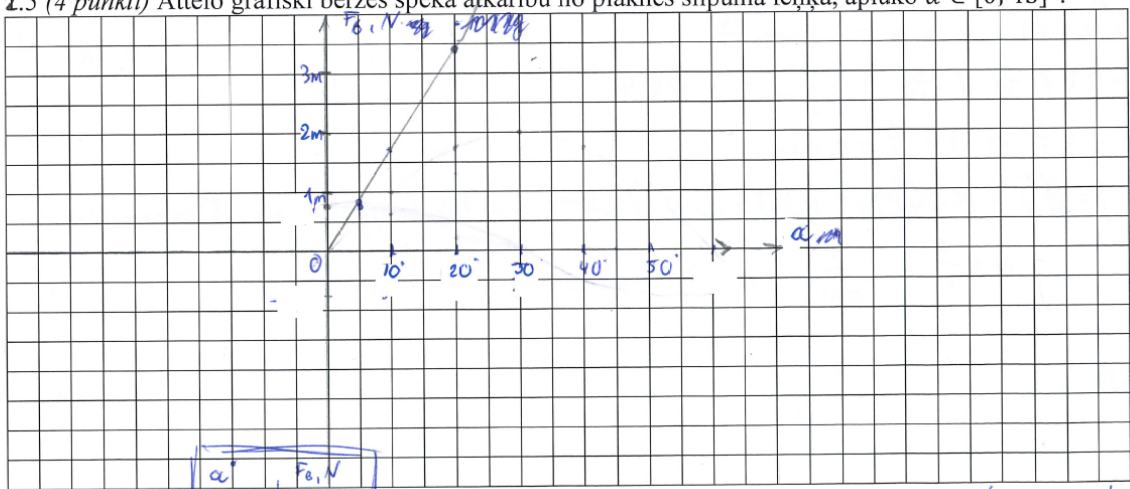
$$\Rightarrow m g \sin \alpha = -F_b - a_x \cdot m$$

*Handwritten notes:  $F_b = m \cdot g$ ,  $F_b = 0,364 \cdot 10 \cdot m = 3,64 m$*

2.5.

Novērtēts ar 3 punktiem

2.5 (4 punkti) Attēlo grafiski berzes spēka atkarību no plaknes slīpuma leņķa, aplūko  $\alpha \in [0; 45]^\circ$ .



$\alpha$	$F_b, N$
20,002	3,42 m
16	1,736
3	0,87
30	8,66
40	7,66

*Handwritten notes:  $y = \sin x$ ,  $y = 0,364 \cdot \cos x$ ,  $\mu = 0,364$ ,  $n = 364$ ,  $0,182$ ,  $0,364$*

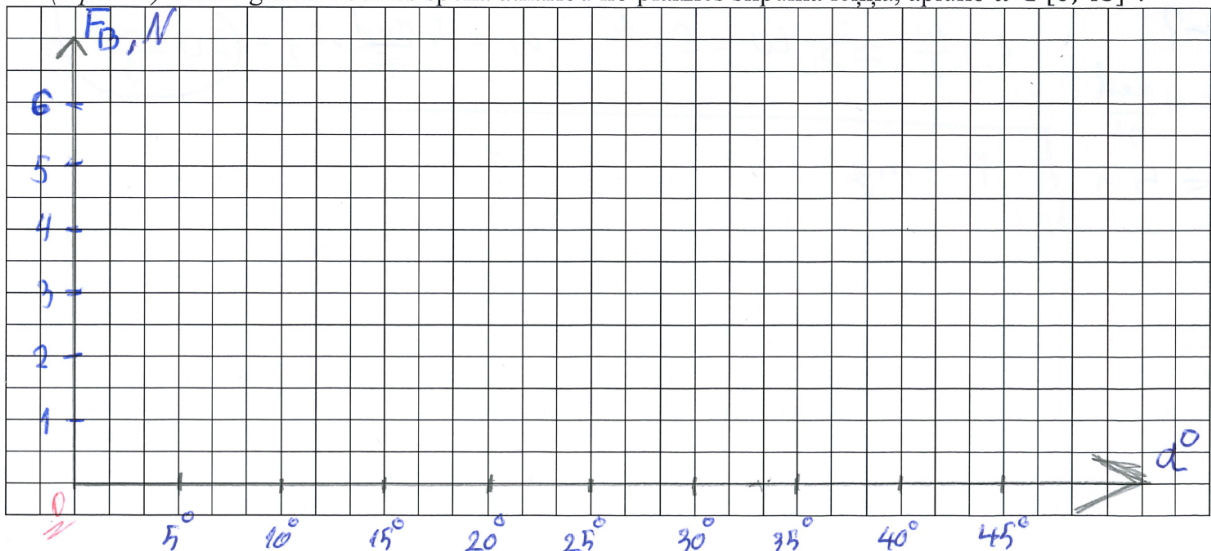
$F_b = m g \sin 20,002^\circ$  *ķermeņa nedrīd un stāv vā vietā*

$F_b = m \cdot 10 \cdot \sin(20,002^\circ) = m \cdot 3,42 \text{ N}$   $M = \text{const}$

$F_b = \mu \cdot m g \cos \alpha$

Novērtēts ar 1 punktu

2.5 (4 punkti) Attēlo grafiski berzes spēka atkarību no plaknes slīpuma leņķa, aplūko  $\alpha \in [0; 45]^\circ$ .



3. uzdevums

Novērtēts ar 5 punktiem

1. Kosmiskais ātrums ( $v_1$ ) = 7,9 km/s jeb 7900 m/s  $v_1 = \sqrt{\frac{G \cdot M_Z}{R_Z}}$   
 2. Isteiktās formulas  $v = \sqrt{\frac{G \cdot M_Z}{R_Z + h}}$  ( $G, M_Z, R_Z$  ir const. lielumi)  
 ↑ ja formula augstumu ir 3x lielāks, tad  $v = \sqrt{\frac{1}{3}}$ , tātad (ZMP)

**3. uzdevums. (6 punkti)**  
 Izmantojot gravitācijas likumu un otro Ņūtona likumu, nosaki, kā mainītos Zemes mākslīgā pavadoņa (ZMP) aprīņošanas ātrums salīdzinājumā ar pirmo kosmisko ātrumu, ja tam orbītas augstumu izvēlētos  $2R_Z$ , kur  $R_Z$  ir Zemes rādiuss.

h orbita =  $2R_Z$  | Rē 2. Ņūtona likuma  $F = m \cdot a_c$   
 Rē gravitācijas likuma  $F_g = \frac{G \cdot m_p \cdot M_Z}{(R_Z + h)^2}$

$m \cdot a_c = \frac{G \cdot m_p \cdot M_Z}{(R_Z + h)^2} \Rightarrow a_c = \frac{v^2}{R_Z + h}$   
 $\Rightarrow m \cdot \frac{v^2}{R_Z + h} = \frac{G \cdot m_p \cdot M_Z}{(R_Z + h)^2} \Rightarrow v^2 = \frac{G \cdot M_Z}{R_Z + h} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{G \cdot M_Z}{R_Z + h}}$

Novērtēts ar 2 punktiem

$R = 2R_Z$   
 $v_1 = 7,9 \text{ km/s}$   
 $G = 6,7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$   
 $m$  - pavadoņa masa  
 $M$  - Zemes masa  
 $R_Z = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$   
 $M = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$   
 $a = ?$

$F = G \frac{mM}{R^2}$   
 $\Sigma F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m}$   
 $a = \frac{v^2}{R}$   
 $a = \frac{F}{m} \Rightarrow a = \frac{G \frac{mM}{R^2}}{m} = G \frac{M}{R^2} = 6,7 \cdot 10^{-11} \frac{6,0 \cdot 10^{24}}{(3 \cdot 6,4 \cdot 10^6)^2} \approx 30,341 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$   
 $30,341 \cdot 1000 = 0,0303 \text{ km/s}^2$

$v_1 = \frac{2\pi R_Z}{T}$

$\frac{v_1}{a} = \frac{7,9}{0,0303} = 260,726$  teiper lielam kosmiskais ātrums jeb ZMP



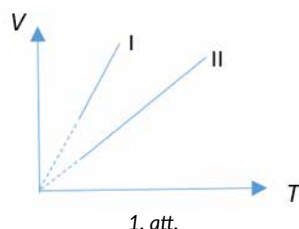
## Nobeiguma pārbaudes darbs

### Siltumfizika. 1. variants

#### 1. uzdevums. Gāzu raksturlielumi (6 punkti)

a) (3 punkti) Slimnīcas palātā atrodas metāla balons, kurā iepildīts skābeklis; pie sienas redzams termometrs. Balonam pievienots manometrs. Secīgi apraksti veidu, kā varētu noteikt skābekļa blīvumu balonā, ja izmantotu minēto mērierīču rādījumus!

b) (3 punkti) Zināms, ka vienas un tās pašas masas gāzei dažādos apstākļos var uzņemt izobāru saimi (skat. 1. att.). Izsecini, izmantojot grafisko informāciju, kā veidojas un kāpēc atšķiras šīs izobāras!

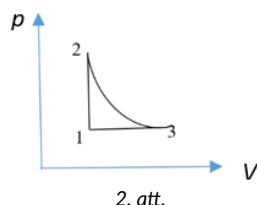


#### 2. uzdevums. Siltuma mašīnas cikls (21 punkts)

Ar ideālas vienas atomu gāzes 2 moliem realizē 2. attēlā norādīto ciklu!

Zināms, ka  $p_1 = 0,85 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ,  $V_1 = 0,03 \text{ m}^3$ ,  $p_2 = 3,5p_1$  un posms  $2 \rightarrow 3$  ir izoterma.

1) (5 punkti) Aprēķini gāzes stāvokļu (1, 2 un 3) termodinamiskos parametrus, izmantojot arī gāzes izoprocesiem raksturīgos vienādojumus!



2) (2 punkti) Raksturo veikto darbu katrā posmā, izmantojot vārdus no iekavām (veic/neveic); (darbu veic gāze/ārēji spēki), kā arī pamato savu izvēli!

3) (2 punkti) Aprēķini iekšējās enerģijas izmaiņu katrā posmā un visā ciklā!

4) (2 punkti) Paskaidro, kurā cikla posmā darbojas sildītājs un kurā – dzesētājs!

5) (3 punkti) Izmantojot 1. termodinamikas likumu, sastādi izteiksmi, pēc kuras varētu noteikt pievadīto vai aizvadīto siltuma daudzumu katrā cikla posmā!

6) (2 punkti) Aprēķini šīs siltuma mašīnas maksimālo lietderības koeficientu!

7) (2 punkti) Iezīmē dotajā attēlā iespējamo gāzes cikla formu, lai siltuma mašīnas lietderīgais darbs kļūtu lielāks! Pamato savu darbību izvēli!

8) (3 punkti) Attēlo grafiski doto ciklu arī  $p$ - $T$  asīs!

### 3. uzdevums. Šķidrums virsmas īpašību loma (3 punkti)

Zināms, ka veikalos var iegādāties augstvērtīgas sintētiskās līmes, kuras vienlīdz labi līmē gumiju, stiklu un dažādas plastmasas. Apraksti, kādas fizikālas parādības ir līmēšanas procesa pamatā! Piedāvā priekšlikumus, kā uzlabot līmējuma kvalitāti!



**4. uzdevums. Gaisa mitrums (7 punkti)**

Labi vādināmā virtuvē, kurā gaisa temperatūra ir 20 °C, no ledusskapja izņēma kastrolī ar atdzesētu zupu. Tajās vietās, kur bija zupa, kastroļa virsma pārklājās ar rasu. Traukam ar zupu patstāvīgi sasilstot līdz 10 °C, rasa pilnīgi izzuda.

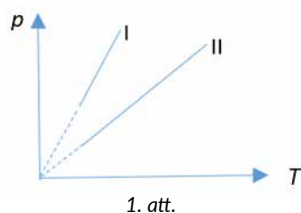
- 1) (2 punkti) Paskaidro, kāpēc kastroļa virsma norasoja un kāpēc – tikai tajās vietās, kur bija saskare ar ielieto zupu!
  
- 2) (2 punkti) Piedāvā veidu, kā šajā situācijā varētu noteikt gaisā esošā ūdens tvaika parciālspliedienu, ja tev ir pieejama tabula "Piesātināta tvaika parciālsplediens un blīvums"! Nosauc, cik liels bija ūdens tvaika parciālsplediens virtuvē!
  
- 3) (2 punkti) Aprēķini gaisa relatīvo mitrumu virtuvē!
  
- 4) (1 punkts) Aprēķini temperatūru, pie kuras pilnīgi izzustu rasa uz kastroļa virsmas, ja virtuvē gaisa relatīvais mitrums būtu par 20 % lielāks!

## Nobeiguma pārbaudes darbs

### Siltumfizika. 2. variants

#### 1. uzdevums. Gāzu raksturlielumi (6 punkti)

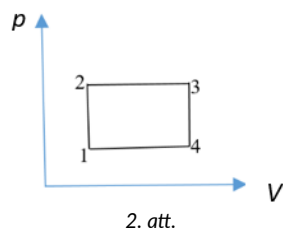
- a) (3 punkti) Piedāvā, kādi fizikālie lielumi tev būtu jānosaka, lai novērtētu klasē esošā gaisa molekulu vidējo kvadrātisko ātrumu? Pamatojuma aprakstam izmanto MKT pamatvienādojumu un ideālas gāzes stāvokļa vienādojumu, gaisu modelējot kā ideālu gāzi!
- b) (3 punkti) Zināms, ka vienas un tās pašas masas gāzei dažādos apstākļos var uzņemt izohoru saimi (skat. 1. att.). Izsecini, izmantojot grafisko informāciju, kā veidojas un kāpēc atšķiras šīs izohoras!



#### 2. uzdevums. Siltuma mašīnas cikls (21 punkts)

Ar ideālas vienas atomu gāzes 1 molu realizē 2. attēlā norādīto ciklu.

Zināms, ka  $T_1 = 216 \text{ K}$ ,  $V_1 = 0,015 \text{ m}^3$ ,  $p_2 = 2,8 p_1$ ,  $V_3 = 3,2 V_1$ ,  $M = 2 \text{ g/mol}$ .



- 1) (5 punkti) Aprēķini gāzes stāvokļu (1, 2, 3 un 4) termodinamiskos parametrus, izmantojot arī gāzes izoprocesiem raksturīgos vienādojumus!
- 2) (2 punkti) Raksturo veikto darbu katrā posmā, izmantojot vārdus no iekavām (veic/neveic); (darbu veic gāze/ārēji spēki), kā arī pamato savu izvēli!
- 3) (2 punkti) Aprēķini iekšējās enerģijas izmaiņu katrā posmā un visā ciklā!

- 4) (2 punkti) Paskaidro, kurā cikla posmā darbojas sildītājs un kurā – dzesētājs!
- 5) (3 punkti) Izmantojot 1. termodinamikas likumu, sastādi izteiksmi, pēc kuras varētu noteikt pievadīto vai aizvadīto siltuma daudzumu katrā cikla posmā!
- 6) (2 punkti) Aprēķini šīs siltuma mašīnas maksimālo lietderības koeficientu!
- 7) (2 punkti) Iezīmē dotajā attēlā iespējamo gāzes cikla formu, lai siltuma mašīnas lietderīgais darbs kļūtu mazāks! Pamato savu darbību izvēli!
- 8) (3 punkti) Attēlo grafiski doto ciklu arī  $V$ - $T$  asīs!

### 3. uzdevums. Šķidrums virsmas īpašību loma (3 punkti)

Zināms, ka veikalos var iegādāties dekoratīvās krāsas, kas vienlīdz labi nokrāso gumiju, ādu un dažādas plastmasas. Apraksti, kādas fizikālas parādības ir krāsošanas procesa pamatā! Piedāvā priekšlikumus, kā uzlabot krāsojuma kvalitāti!



#### 4. uzdevums. Gaisa mitrums (7 punkti)

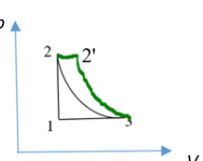
Labi vēdināmā virtuvē, kurā gaisa temperatūra ir 20 °C, no saldētavas izņēma pilnu saldējuma kārbu. Īsā laikā kārbas virsma pārklājās ar sarmu, vēlāk tās vietā parādījās rāsas pilieni, bet, kārbai ar saldējumu patstāvīgi sasilstot līdz 9 °C, rāsa pilnīgi izzuda.

- 1) (2 punkti) Paskaidro, kāpēc saldējuma kārbas virsma vispirms nosarmoja, bet nedaudz vēlāk norasoja!
  
- 2) (2 punkti) Piedāvā veidu, kā šajā situācijā varētu noteikt gaisā esošā ūdens tvaika parciālspliedienu, ja tev ir pieejama tabula "Piesātināta tvaika parciālsplediens un blīvums"! Nosauc, cik liels bija ūdens tvaika parciālsplediens virtuvē!
  
- 3) (2 punkti) Aprēķini gaisa relatīvo mitrumu virtuvē!
  
- 4) (1 punkts) Aprēķini temperatūru, pie kuras pilnīgi izzustu rāsa uz saldējuma kārbas, ja virtuvē gaisa relatīvais mitrums būtu par 15 % mazāks!

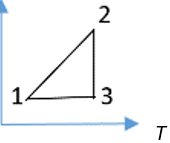
## Noslēguma pārbaudes darba analīze

## Temats "Siltumfizika", 1. variants

Uzd.	Sasniedzamais rezultāts	Indikatori	Kritēriji/punkti	Atbilde (vai norāde, kur atbildi izlasīt, ja tā ir gara un plaša vai, piemēram, zīmējums)	Izziņas darbības līmenis (SOLO)	Standarta SR kods
1.	Pamato un apraksta vielas uzbūvi, izmantojot ideālas gāzes stāvokļa vienādojumu.	<p>A. Raksturo gāzes blīvumu, zinot un lietojot termodinamiskas sistēmas stāvokļa parametrus, to savstarpējās sakarības un ideālas gāzes stāvokļa vienādojumu.</p> <p>B. Analizē grafiski attēloto izoparametrisko procesu atšķirību.</p>	<p>A. Norāda, ka zināmie lielumi šajā situācijā ir <math>M</math>, <math>p</math> un <math>T</math> (1 punkts); uzraksta gāzes stāvokļa vienādojumu un blīvuma formulu (1 punkts); apvieno iepriekšējās formulas un iegūst sakarību blīvuma aprēķināšanai (1 punkts).</p> <p>B. Zina, ka dažādās izobāras uzņemtas gāzei pie dažādiem spiedieniem (1 punkts); pamatojumam, ka augstākā izobāra atbilst zemākam spiedienam, izmanto grafikā redzamo informāciju (2 punkti).</p>	<p>A. Uzdevumā zināms: no teksta – <math>M</math>, no mērierīcēm – <math>T</math> un <math>p</math>.  <math display="block">pV = \frac{m}{M} RT \text{ un } \rho = \frac{m}{V}</math> <math display="block">\rho = \frac{pM}{RT}</math></p> <p>B. Vienas un tās pašas masas gāzei procesa laikā bija uzturēti atšķirīgi spiedieni.          Grafikā, piemēram, pie konkrētas tilpuma <math>V</math> vērtības atbilstošā temperatūra zemākajai līnijai (II) ir augstāka, tātad arī gāzes spiediens bijis augstāks.</p>	II  III	D.O.1.4.3., D.A.12.1.1.
2.	Analizē un skaitliski apraksta ideālas siltuma mašīnas darbību, un nosaka tās lietderības koeficientu.	<p>1. Aprēķina spiediena, tilpuma un temperatūras maiņu, ja gāzes masa ir nemainīga.</p> <p>2. Raksturo gāzes darbu, ja tilpums mainās, izmantojot grafisko metodi (attēlojot procesu <math>pV</math> koordinātās).</p>	<p>1. Nosaka <math>T_1</math> (1 punkts); nosaka <math>T_2</math> (1 punkts); norāda <math>V_2</math> un <math>p_2</math> (1 punkts); norāda <math>p_3</math> un <math>T_3</math> (1 punkts); iegūst <math>V_3</math> (1 punkts).</p> <p>2. Raksturo darbu katrā posmā un pamato savu izvēli (2 punkti).</p>	<p>1. <math>T_1 = 153,6 \text{ K}</math>;  <math>T_2 = 537,6 \text{ K}</math>;  <math>V_2 = 0,03 \text{ m}^3</math>,  <math>p_2 = 2,975 \cdot 10^5 \text{ Pa}</math>;  <math>T_3 = 537,6 \text{ K}</math>,  <math>p_3 = 0,85 \cdot 10^5 \text{ Pa}</math>;  <math>V_3 = 0,105 \text{ m}^3</math>.</p> <p>2. <math>A_{1-2} = 0</math>, jo <math>\Delta V = 0</math>;  <math>A_{2-3} &gt; 0</math>, veic gāze izplešoties;  <math>A_{3-1} &lt; 0</math>, veic ārējie spēki, gāzi saspiežot.</p>	II  I	D.A.4.4.1.

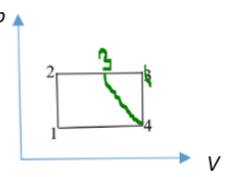
Uzd.	Sasniedzamais rezultāts	Indikatori	Kritēriji/punkti	Atbilde (vai norāde, kur atbildi izlasīt, ja tā ir gara un plaša vai, piemēram, zīmējums)	Izziņas darbības līmenis (SOLO)	Standarta SR kods
2.		<p>3. Aprēķina gāzes iekšējās enerģijas maiņu dažādos procesos, saistot to ar gāzes absolūto temperatūru vai spiedienu un tilpumu.</p> <p>4. Zina un skaidro siltuma mašīnu darbības fizikālos pamatus.</p> <p>5. Zina un lieto pirmo termodinamikas likumu.</p> <p>6. Aprēķina Karno cikla lietderības koeficientu.</p> <p>7. Analizē un apraksta ideālas siltuma mašīnas darbību, attēlojot darba ciklu <math>pV</math> koordinātās, un novērtējot tās lietderības koeficientu.</p>	<p>3. Aprēķina iekšējās enerģijas izmaiņu katrā posmā un visā ciklā (2 punkti).</p> <p>4. Paskaidro, kurā cikla posmā darbojas sildītājs un kurā - dzesētājs (2 punkti).</p> <p>5. Uzraksta 1. termodinamikas likumu vispārīgā veidā (1 punkts); sastāda izteiksmi katram cikla posmam (2 punkti).</p> <p>6. Uzraksta formulu maksimālā lietderības koeficienta aprēķināšanai (1 punkts); aprēķina siltuma mašīnas maksimālo lietderības koeficientu (1 punkts).</p> <p>7. Iezīmē cikla līniju, lai ietvertais laukums būtu lielāks (1 punkts); paskaidro, ka jāpanāk lielāks cikla laukums (1 punkts).</p>	<p>3. <math>\Delta U_{1-2} = nR(T_2 - T_1) = 9561,6 \text{ J};</math>  <math>\Delta U_{2-3} = 0;</math>  <math>\Delta U_{3-1} = nR(T_1 - T_3) = -9561,6 \text{ J};</math>  <math>\Delta U_{\text{ciklā}} = 0.</math></p> <p>4. Posmā 1-2 darbojas sildītājs, jo pieaug gāzes temperatūra; posmā 2-3 darbojas sildītājs, jo gāze nemainīgā temperatūrā veic darbu; posmā 3-1 darbojas dzesētājs, jo gāzes temperatūra samazinās.</p> <p>5. <math>Q = \Delta U + A;</math>  <math>Q_{1-2} = \Delta U_{1-2} = nR(T_2 - T_1),</math>  jo <math>A = 0;</math>  <math>Q_{2-3} = A_{2-3} = nRT_2 \ln \frac{V_3}{V_2},</math>  jo <math>\Delta U_{2-3} = 0;</math>  <math>Q_{3-1} = \Delta U_{3-1} + A_{3-1} =</math>  <math>= \frac{5}{2} nR(T_1 - T_3).</math></p> <p>6. <math>\eta_{\text{max}} = \frac{T_2 - T_1}{T_2}, \eta_{\text{max}} = 71 \text{ \%}.</math></p> <p>7. </p>	<p>II</p> <p>I</p> <p>II</p> <p>II</p> <p>III</p>	



Uzd.	Sasniedzamais rezultāts	Indikatori	Kritēriji/punkti	Atbilde (vai norāde, kur atbildi izlasīt, ja tā ir gara un plaša vai, piemēram, zīmējums)	Izziņas darbības līmenis (SOLO)	Standarta SR kods
2.		8. Grafiski attēlo izopametriskos procesus dažādās stāvokļa parametru koordinātu asīs.	8. Uzzīmē gāzes ciklu $p$ - $T$ asīs (visi trīs procesi pareizi iezīmēti un cikls noslēgts – 3 punkti; viens no procesiem ir kļūdaini iezīmēts, bet cikls noslēgts – 2 punkti; visi trīs procesi pareizi iezīmēti, bet cikls nenaslēgts – 1 punkts; divas vai vairākas neprecizitātes – 0 punkti).	8. 	III	
3.	Zina šķidruma virsmas slāņa uzbūvi un skaidro ar to saistītās parādības – virsmas spraiguma spēka rašanos, slapināšanu, kapilārās parādības.	Skaidro slapināšanu kā šķidruma virsmas parādību izpausmi tehnoloģijās.	Nosauc slapināšanas procesu (1 punkts).  Piedāvā priekšlikumus, kuri uzlabotu līmējuma kvalitāti (minēti divi vai vairāki priekšlikumi – 2 punkti; minēts viens priekšlikums – 1 punkts).	Salīmēt var tādas virsmas, kuras līme slapina, t. i., savienojamo priekšmetu virsmām labi pielip līmes molekulas, jo to pievilkšanās spēki šķidrumā ir vājāki nekā cietā vielā.  Uz līmējamām virsmām nedrīkst būt eļļas vai tauku paliekas, kas pasliktina virsmu slapināšanu, tāpēc tās rūpīgi jānotīra. Jānogaida, līdz līme sacietē. Virsmas ar līmes kārtu starp tām saspiež.	III	D.A.1.4.1.





Uzd.	Sasniedzamais rezultāts	Indikatori	Kritēriji/punkti	Atbilde (vai norāde, kur atbildi izlasīt, ja tā ir gara un plaša, vai, piemēram, zīmējums)	Izziņas darbības līmenis (SOLO)	Standarta SR kods
2.		<p>2. Raksturo gāzes darbu, ja tilpums mainās, izmantojot grafisko metodi, (attēlojot procesu <math>pV</math> koordinātās).</p> <p>3. aprēķina gāzes iekšējās enerģijas maiņu dažādos procesos, saistot to ar gāzes absolūto temperatūru vai spiedienu un tilpumu.</p> <p>4. Zina un skaidro siltuma mašīnu darbības fizikālos pamatus.</p> <p>5. Zina un lieto pirmo termodinamikas likumu.</p> <p>6. Aprēķina Karno cikla lietderības koeficientu.</p> <p>7. Analizē un apraksta ideālas siltuma mašīnas darbību, attēlojot darba ciklu <math>pV</math> koordinātās un novērtējot tās lietderības koeficientu.</p>	<p>2. Raksturo darbu katrā posmā un pamato savu izvēli (2 punkti).</p> <p>3. Aprēķina iekšējās enerģijas izmaiņu katrā posmā un visā ciklā (2 punkti).</p> <p>4. Paskaidro, kurā cikla posmā darbojas sildītājs un kurā – dzesētājs (2 punkti).</p> <p>5. Uzraksta 1. termodinamikas likumu vispārīgā veidā (1 punkts); sastāda izteiksmi katram cikla posmam (3 punkti).</p> <p>6. Uzraksta formulu maksimālā lietderības koeficienta aprēķināšanai (1 punkts); aprēķina siltuma mašīnas maksimālo lietderības koeficientu (1 punkts).</p> <p>7. Iezīmē cikla līniju, lai ietvertais laukums būtu mazāks (1 punkts); paskaidro, ka jāpanāk mazāks cikla laukums (1 punkts).</p>	<p>2. <math>A_{1-2} = 0</math>, jo <math>\Delta V = 0</math>;  <math>A_{2-3} &gt; 0</math>, veic gāze izplešoties;  <math>A_{3-4} = 0</math>, jo <math>\Delta V = 0</math>;  <math>A_{4-1} &lt; 0</math>, veic ārējie spēki, gāzi saspiežot.</p> <p>3. <math>\Delta U_{1-2} = nR(T_2 - T_1) = 3227 \text{ J}</math>,  <math>\Delta U_{2-3} = 11\,041 \text{ J}</math>,  <math>\Delta U_{3-4} = -10\,325,5 \text{ J}</math>,  <math>\Delta U_{4-1} = -3942,5 \text{ J}</math>,  <math>\Delta U_{\text{ciklā}} = 0</math>.</p> <p>4. Posmā 1–2 un posmā 2–3 darbojas sildītājs, jo <math>T \uparrow</math> un <math>\Delta U &gt; 0</math>;                      3–4 un 4–1 darbojas dzesētājs, jo <math>T \downarrow</math> un <math>\Delta U &lt; 0</math>.</p> <p>5. <math>Q = A + \Delta U</math>  <math>Q_{1-2} = \Delta U_{1-2}</math>,  <math>Q_{2-3} = A_{2-3} + \Delta U_{2-3}</math>,  <math>Q_{3-4} = \Delta U_{3-4}</math>,  <math>Q_{4-1} = A_{4-1} + \Delta U_{4-1}</math>.</p> <p>6. <math>\eta_{\max} = \frac{T_2 - T_1}{T_2}</math>; <math>\eta_{\max} = 89 \%</math>.</p> <p>7. </p>	<p>I</p> <p>II</p> <p>I</p> <p>II</p> <p>II</p> <p>III</p>	

Uzd.	Sasniedzamais rezultāts	Indikatori	Kritēriji/punkti	Atbilde (vai norāde, kur atbildi izlasīt, ja tā ir gara un plaša, vai, piemēram, zīmējums)	Izziņas darbības līmenis (SOLO)	Standarta SR kods
2.		8. Grafiski attēlo izopametriskos procesus dažādās stāvokļa parametru koordinātu asīs.	8. Uzzīmē gāzes ciklu $V-T$ asīs (visi četri procesi pareizi iezīmēti un cikls noslēgts – 3 punkti; viens no procesiem ir kļūdaini iezīmēts, bet cikls noslēgts – 2 punkti; visi četri procesi pareizi iezīmēti, bet cikls nenoslēgts – 1 punkts; divas vai vairākas neprecizitātes – 0 punkti).	8.	III	
3.	Zina šķidruma virsmas slāņa uzbūvi un skaidro ar to saistītās parādības – virsmas spraiguma spēka rašanos, slapināšanu, kapilārās parādības.	Skaidro slapināšanu kā šķidruma virsmas parādību izpausmi tehnoloģijās.	Nosauc slapināšanas procesu (1 punkts); piedāvā priekšlikumus, kā uzlabot krāsojuma kvalitāti (divi vai vairāki priekšlikumi – 2 punkti; minēts viens priekšlikums – 1 punkts).	Nokrāsot var tādas virsmas, kuras krāsa slapina, t. i., krāsojamo priekšmetu virsmām labi pielip krāsas molekulas, jo to pievilšanās spēki šķidrumā ir vājāki nekā cietā vielā. Uz krāsojamām virsmām nedrīkst būt eļļas vai tauku paliekas, kas pasliktina virsmu slapināšanu, tāpēc tās rūpīgi jānotīra. Jānogaida, kamēr krāsa sacietē.	III	D.A.1.4.1.
4.	Apraksta ar gaisa mitrumu saistītās parādības; aprēķina gaisa absolūto un relatīvo mitrumu, izmantojot datus par piesātināta ūdens tvaika parciālspliedienu un blīvumu.	1.–4. Skaitliski raksturo gaisa mitrumu, lietojot jēdzienus: gaisa absolūtais un relatīvais mitrums, ūdens tvaika parciālspliediens, rasas punkts; apraksta ar gaisa mitrumu saistītās parādības.	1. Paskaidro, kāpēc saldējuma kārba nosarmoja (1 punkts); paskaidro, kāpēc kārba vēlāk norasoja (1 punkts).  2. Piedāvā, kā varētu noteikt gaisā esošā ūdens tvaika parciālspliedienu (1 punkts); nosauc pareizu parciālspliediena vērtību (1 punkts).	1. Gaisā esošais ūdens tvaiks pie aukstās saldējuma kārbas virsmas kļūva piesātināts, jo tur gaisa temperatūra ir zemāka nekā rasas punkts; kamēr temperatūra saldējumam ir zemāka nekā $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , tīkmēr uz virsmas klājas sarmas kārtiņa.  2. $9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ir rasas punkts – tā ir temperatūra, kurā virtuvē esošais tvaiks kļūst piesātināts, tāpēc no tabulas "Piesātināta tvaika parciālspliediens un blīvums" nolasa parciālspliedienu un blīvumu $9\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūrā, kas ir $1146\text{ Pa}$ .	III  II	D.A.1.4.1.

Uzd.	Sasniedzamais rezultāts	Indikatori	Kritēriji/punkti	Atbilde (vai norāde, kur atbildi izlasīt, ja tā ir gara un plaša, vai, piemēram, zīmējums)	Izziņas darbības līmenis (SOLO)	Standarta SR kods
4.			3. Aprēķina gaisa relatīvo mitrumu virtuvē: zina formulu (1 punkts); veic aprēķinu (1 punkts). 4. Iegūst izmainīto ūdens tvaiku parciālsiedienu un nosaka jauno rasas punkta temperatūru (1 punkts).	3. $p = 1146 \text{ Pa}$ , $p_0 = 2333 \text{ Pa}$ $r = \frac{p}{p_0} \cdot 100 \%$ , $r = 49 \%$ 4. $r = 34 \% \Rightarrow p = 793 \text{ Pa}$ , $t_r = 3,5 \text{ }^\circ\text{C}$ .	II	

### Temata noslēguma pārbaudes darbā vērtējamie standarta sasniedzamie rezultāti:

D.O.1.4.3. Prognozē un pamato vielu izmantošanas iespējas noteiktam mērķim, izmantojot informāciju par vielu sastāvu, uzbūvi un īpašībām.

D.A.12.1.1. Skaidro procesus un parādības, analizējot citu veidotus skaidrojumus, izmantojot pamatotus un ticamus pierādījumus, kas iegūti no dažādiem avotiem, kā arī paša veidotus modeļus (t. sk. digitālus), atbilstošu terminoloģiju un matemātisko aprakstu.

D.A.1.4.1. Prognozē dažādu vielu īpašību izmaiņas, mainoties ārējiem apstākļiem un vides iedarbībai, veidojot sakarības starp vielu fizikālo īpašību (kušanas temperatūru, viršanas temperatūru, šķīdību polāros un nepolāros šķīdinātājos, elektrovadītspēju, virsmas spraigumu, elastīgas un neelastīgas deformācijas) un procesu (fāžu pāreju, elektrizāciju, šķīdību) atkarību no vielas uzbūves (kristālrežģa veida, ķīmiskās saites un starpmolekulārās mijiedarbības veida), eksperimentējot, vērojot demonstrējumus un modelējot.

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

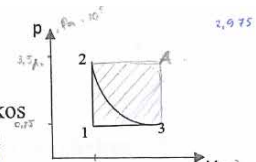


2. uzdevums

Novērtēts ar 20 punktiem

Ar 2 moliem ideālas vienas atomu gāzes realizē zīmējumā norādīto ciklu.

Zināms, ka  $p_1 = 0,85 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ,  $V_1 = 0,03 \text{ m}^3$ ,  $p_2 = 3,5p_1$  un posms 2→3 ir adiabatā.



$$pV = nRT$$

$$T = \frac{pV}{nR}$$

$$p_1 = 0,85 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_1 = 0,03 \text{ m}^3$$

$$T_1 = \frac{p_1 V_1}{nR}; T_1 = \frac{0,85 \cdot 10^5 \cdot 0,03}{2 \cdot 8,3} \approx 153,6 \text{ K}$$

$$p_2 = 3,5 p_1 = 2,975 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_2 = 0,03 \text{ m}^3$$

$$T_2 = \frac{p_2 V_2}{nR} = \frac{T_1 \cdot p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{T_1 \cdot 3,5 p_1 V_1}{p_1 V_1}; T_2 = 3 \cdot 153,6 = 460,8 \text{ K}$$

$$p_3 = 0,85 \cdot 10^5 \text{ Pa} \quad (p_3 = p_1)$$

$$V_3 = \frac{p_2 V_2}{p_3}; V_3 = \frac{3,5 p_1 \cdot 0,03}{p_1} = 0,105 \text{ m}^3$$

$$p_2 V_2 = p_3 V_3$$

$$T_3 = T_1 = 153,6 \text{ K}$$

2) (2 p) Raksturo veikto darbu katrā posmā (veic/ neveic; gāze vai ārēji spēki veic)!

1-2 darbs nenotiek, jo nav tilpuma izmaiņas  $\Delta V = 0$  (neveic darbu)  
 2-3 darbu veic gāze, jo  $V_3 > V_2$   $\Delta V > 0$   
 3-1 darbu veic ārējie spēki, jo  $V_1 < V_3$   $\Delta V < 0$

3) (2 p) Nosaki iekšējās enerģijas izmaiņu katrā posmā un visā ciklā!

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} n R \Delta T$$

$$\Delta U_{1-2} = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} \cdot 2 \cdot 8,3 \cdot (537,6 - 153,6) = 9561,6 \text{ J}$$

$$\Delta U = U_2 + U_3 + U_1 = 0$$

Iekšējās enerģijas izmaiņa ciklā ir 0

$$\Delta U_{2-3} = U_3 - U_2 = \frac{3}{2} \cdot 2 \cdot 8,3 \cdot (153,6 - 537,6) = -9561,6 \text{ J}$$

$$\Delta U_{3-1} = U_1 - U_3 = \frac{3}{2} \cdot 2 \cdot 8,3 \cdot (153,6 - 537,6) = -9561,6 \text{ J}$$

4) (2 p) Paskaidro, kurā cikla posmā darbojas sildītājs un kurā dzesētājs!

1-2 cikla darbības sildītājs, jo  $T_2 > T_1$   
 2-3 cikla darbības ne sildītājs, jo ir izotermisks process  $T_2 = T_3$   
 3-1 cikla darbības dzesētājs, jo  $T_3 > T_1$

5) (3 p) Izmantojot 1. termodinamikas likumu, sastādi izteiksmi, lai varētu noteikt pievadīto vai aizvadīto siltuma daudzumu katrā cikla posmā!

$$Q_{1-2} = \Delta U_{1-2} = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} n R (T_2 - T_1) \quad | A = 0, \Delta V = 0$$

$$Q_{3-1} = A + \Delta U = p_1(V_1 - V_3) + \frac{3}{2} n R (T_1 - T_3)$$

$$Q_{2-3} = A = n R T_2 \ln\left(\frac{V_3}{V_2}\right)$$

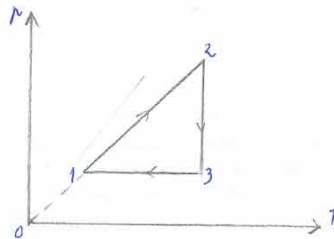
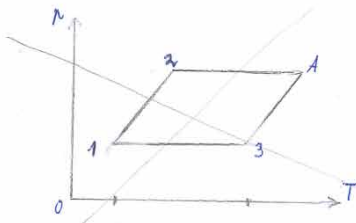
6) (2 p) Nosaki, kāds būtu šai siltuma mašīnai maksimālais lietderības koeficients!

$$\eta_{\max} = \frac{T_3 - T_1}{T_3} = \frac{537,6 - 153,6}{537,6} = \frac{384}{537,6} \approx 0,714$$

7) (2 p) Iezīmē dotajā zīmējumā iespējamo cikla formu, lai siltuma mašīnas lietderīgais darbs kļūtu lielāks, pamato savu darbību izvēli!

Lietderīgo darbu var palielināt, samazinot siltuma daudzumu, kas tiek pievadīts. Palielinot A procesu lietderīgais darbs var vairāk vai mazāk palielināties, jo figūras laukums var vairāk vai mazāk palielināties.

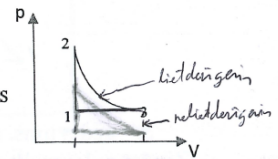
8) (3 p) Pārzīmē doto ciklu arī p-T asīs!





Novērtēts ar 14 punktiem

$n = 2 \text{ mol}$  Ar 2 moliem ideālas vienas atomu gāzes realizē zīmējumā norādīto ciklu.  
 $i = 3$  Zināms, ka  $p_1 = 0,85 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ,  $V_1 = 0,03 \text{ m}^3$ ,  $p_2 = 3,5p_1$  un



$U = \frac{i}{2} nRT \Rightarrow$  posms 2  $\rightarrow$  3 ir adiabāta izdēšana  
 $pV = nRT$  1) (5 p) Aprēķini pārējos gāzes norādīto stāvokļu (1, 2 un 3) termodinamiskos  
 $\Rightarrow U = \frac{i}{2} p \cdot V \Rightarrow$  parametrus, pēc iespējas centies šim nolūkam izmantot gāzes izoprocesu  
 $\Rightarrow V = \frac{U \cdot 2}{p \cdot i}$  raksturīgos vienādojumus!

$p_1 = 0,85 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ;  $p_2 = 3,5 \cdot 0,85 \cdot 10^5 = 2,975 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ;  $p_3 = 0,85 \cdot 10^5 \text{ Pa}$   
 $V_1 = 0,03 \text{ m}^3$ ;  $V_2 = 0,03 \text{ m}^3$ ;  $V_3 = \frac{U_2 \cdot 2}{p_3 \cdot i} = \frac{2,975 \cdot 10^5 \cdot 0,03 \cdot 2}{0,85 \cdot 10^5 \cdot 3} = 0,105 \text{ m}^3$   
 $U = \frac{i}{2} nRT \Rightarrow T = \frac{U \cdot 2}{i \cdot nR}$ ;  $T_1 = \frac{3825 \cdot 2}{2 \cdot 8,3 \cdot 3} = 153,6 \text{ K}$ ;  $T_2 = \frac{13387,5 \cdot 2}{2 \cdot 8,3 \cdot 3} = 537,65 \text{ K}$ ;  $T_3 = 537,65 \text{ K}$

$U_1 = \frac{3}{2} \cdot 0,85 \cdot 10^5 \cdot 0,03 = 3825 \text{ J}$ ;  $U_2 = \frac{3}{2} \cdot 2,975 \cdot 10^5 \cdot 0,03 = 13387,5 \text{ J}$ ;  $U_3 = \frac{3}{2} nRT_3 = \frac{3}{2} \cdot 2 \cdot 8,3 \cdot 537,65 = 13387,5 \text{ J}$

2) (2 p) Raksturo veikto darbu katrā posmā (veic/ neveic; gāze vai ārēji spēki veic)!

1-2 gāze neveic darbu; 2-3 gāze neveic darbu; 1-3 ārējie spēki veic darbu.

3) (2 p) Nosaki iekšējās enerģijas izmaiņu katrā posmā un visā ciklā!

proces 1-2  $U_1 = \frac{3}{2} \cdot 0,85 \cdot 10^5 \cdot 0,03 = 3825 \text{ J}$ ;  $U_2 = \frac{3}{2} \cdot 2,975 \cdot 10^5 \cdot 0,03 = 13387,5 \text{ J}$   $\Delta U = U_2 - U_1 = 13387,5 - 3825 = 9562,5 \text{ J}$   
 Iekšējā enerģija 1-2 procesā pieaug par 9562,5 J

proces 2-3  $U_2 = 13387,5 \text{ J}$ ;  $U_3 = \frac{3}{2} \cdot 2 \cdot 8,3 \cdot 537,65 = 13387,5 \text{ J}$   $\Delta U = U_3 - U_2 = 13387,5 - 13387,5 = 0 \text{ J}$   
 Iekšējā enerģija 2-3 procesā nemainās. Gāzei veic darbu un iekšējais samazinās spiediens.

4) (2 p) Paskaidro, kurā cikla posmā darbojas sildītājs un kurā dzesētājs!

1-2 procesā darbojas sildītājs, 2-3 procesā temperatūra nemainīga ( $T = \text{const}$ )

3-1 procesā darbojas dzesētājs un temperatūra samazinās, jo samazinās tilpums un nepāraug spiediens.

5) (3 p) Izmaņojot 1. termodinamikas likumu, sastādi izteiksmi, lai varētu noteikt pievadīto vai aizvadīto siltuma daudzumu katrā cikla posmā!

$Q = \Delta U + A$   $Q$  - siltuma daudzums,  $\Delta U$  - iekšējās enerģijas izmaiņai,  $A$  - darbs, ko gāze veictais darbs

1-2:  $Q = \Delta U$  2-3:  $Q = \Delta U + A = 0$  3-1:  $Q = \Delta U + A =$

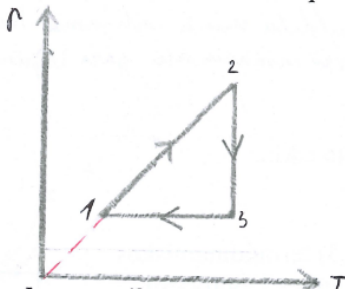
6) (2 p) Nosaki, kāds būtu šai siltuma mašīnai maksimālais lietderības koeficients!  
 $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{A_{\text{lietderīgā}}}{Q_1}$   $\eta_{\text{max}} = \frac{T_2 - T_1}{T_2} = \frac{537,65 - 153,6}{537,65} = 0,71 \text{ X}$

$A_{\text{lietderīgā}} =$

7) (2 p) Iezīmē dotajā zīmējumā iespējamo cikla formu, lai siltuma mašīnas lietderīgais darbs kļūtu lielāks, pamato savu darbību izvēli!

Ja mazāks spiediens, jo mazāks lietderīgais darbs. Ja lielāks laukums trijstūrī, jo lielāks koeficients.  $4p \cdot \Delta V$

8) (3 p) Pārzīmē doto ciklu arī p-T asīs!





**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

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ