

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
ĶĪMIJAS FAKULTĀTE

**ĶĪMIJAS PADZIĻINĀTĀS APGUVES MODUĻU
IZVEIDE INTEREŠU IZGLĪTĪBĀ**

MAGISTRA DARBS

Autors: **Pāvels Pestovs**

Studenta apliecības Nr.: pp06007

Darba vadītājs: doc. Dr. chem. Jāzeps Logins

RĪGA

2012

ANOTĀCIJA

Ķīmijas padziļinātās apguves moduļu izveide interešu izglītībā. Pestovs P., zinātniskais vadītājs Dr. ķīm., doc. Logins J. Maģistra darbs, 71 lappuses, 13 attēli, 15 tabulas, 43 literatūras avoti, 4 pielikumi. Latviešu valodā.

Darbā ir veikta literatūras izpēte par padziļinātās apguves moduļu veidošanas principiem un moduļu vērtēšanas metodēm. Darbā ir izstrādāts, aprobēts un novērtēts padziļinātās apguves modulis bioķīmijā.

PADZIĻINĀTĀS APGUVES MODULIS, INTEREŠU IZGLĪTĪBA, BIOĶĪMIJA, PĒTNIECISKAIS LABORATORIJAS DARBS, PROGRAMMAS VEIDOŠANA, PROGRAMMAS VĒRTĒŠANA.

ABSTRACT

Chemistry course development in interest related education. Pestovs P., supervisor doc. Logins J. Master's thesis, 71 pages, 13 figures, 15 tables, 43 literature references, 4 appendices. In Latvian.

Research literature in course development and assessment has been studied. In Master's thesis biochemistry has been developed and assessed.

ELECTIVE COURSE, IN INTEREST RELATED EDUCATION, BIOCHEMISTRY, INQUIRY LABORATORY EXPERIMENT, COURSE DEVELOPMENT, COURSE ASSESSMENT.

SATURS

IEVADS	5
1. LITERATŪRAS APSKATS	6
1.1. Padziļinātā dabaszinātņu moduļa izstrādes aktualitāte un veidošanas pamatprincipi	6
1. 2. Mūsdienīgu mācību programmu izstrādes pamatprincipi	9
1.3. Bioķīmijas moduļa strukturēšanas pieejas.....	10
1.4. Moduļa izveides vispārīgie principi	13
1.5. Laboratorijas darbu veidi un to raksturojums.....	19
1.6. Domu kartes struktūra un izmantošanas iespējas	23
2.1. Holesterīna izdalīšana no olas dzeltenuma	28
2. 2. Augu pigmentu maisījuma sadalīšana ar plānslāņa hromatogrāfijas metodi	29
2. 3. DNS izdalīšana no zemenēm	30
2. 4. DNS hidrolīze un iegūto hidrolīzes produktu analīze ar plānslāņa hromatogrāfijas metodi	30
2. 5. A Vitamīna noteikšanā margarīnā	31
2.6. Faktori, kuri ietekme enzīmu aktivitāti	32
2.7. Kvalitatīva ķīmisko elementu noteikšana pelnos	34
2.8. Saharozes aizsargājoša ietekme uz augu šūnas citoplazmu.....	35
2.9. Saharozes ietekme uz olbaltumvielām zemās temperatūrās.....	36
2. 10. Dažādu fermentu izdalīšana un pētījumi	36
2.11. Enzīmu kinētikas pētījums.....	37
3. REZULTĀTI UN TO IZVĒRTĒJUMS	41
3.1. Pētījuma objekta raksturošana	41
SECINĀJUMI	51
1. pielikums IZMANTOTĀ LITERATŪRA	52
2. pielikums BIOĶĪMIJAS MODUĻA PROGRAMMA	55
3. pielikums DIAGNOSTICĒJOŠAIS DARBS ORGANISKAJĀ ĶĪMIJĀ	63
4. pielikums SKOLĒNU ANKETA	67
5. pielikums DIAGNOSTICĒJŠĀ DARBA VĒRTĒŠANĀS KRITĒRIJI	69

IEVADS

Zinātne un tehnoloģijas mūsdienās ir visuresošās. Ar katru gadu arvien vairāk profesijās ir nepieciešamas zināšanas un prasmes dabaszinātnēs. Masu saziņas līdzekļos un sadzīvē cilvēki arvien biežāk sastopas ar zinātnisko terminoloģiju un dažādiem pētījumu rezultātiem. Zinātniska valoda ļoti bieži tiek izmantota reklāmās, pamatojot reklamējamā produkta pozitīvās īpašības. Zinātniskā izpratne ir nepieciešama, lai cilvēks varētu noformulēt savu konkrēto viedokli un būt spējīgam pamatot to zinātniskajā kontekstā. Daudzi politiski lēmumi tiek pieņemti, ietverot zinātnisko pamatojumu. Zinātniskā izpratība ir nepieciešama demokrātiskajos procesos [1].

Ķīmijas izglītība, neskatoties uz acīmredzamajiem ieguvumiem sabiedrībai, saskaras ar daudzām problēmām skolās. Ķīmijas apguve prasa lielu skolēnu piepūli un darbu, līdz ar to ķīmijas priekšmets skolās gan Latvijā, gan ārzemēs nav sevišķi populārs. Līdz ar to pēdējos gados, ir veikti vairākas izmaiņas ķīmijas apguves programmās, papildinot tās ar moderniem kontekstiem un samazinot faktu materiālu kopumu. Skolotājiem vēl joprojām ir aktuāls jautājums, par ķīmijas sasaisti ar reālo dzīvi, lai skolēnam būtu priekšstats par teorijas pielietojumu reālajās dzīves situācijās un izvēlētajā profesijā [2].

Viena no iespējām kā padziļināt ķīmijas zināšanas, saistīt tās ar nākotnes profesijas izvēli, gan parādīt kontekstu teorētiskajām zināšanām ir vidusskolas skolēniem piedāvāt dažādus izvēles kursu. Izglītības procesu reģlamentējošā normatīvā bāze ļauj tos īstenot interešu izglītībā. Latvijas Universitātes Ķīmijas fakultāte sadarbībā ar Rīgas Dabaszinību skolu jau daudzus gadus īsteno skolēniem interešu izglītības programmas, kuru nolūks ir galvenokārt ir rosināt interesi. Taču līdz šim nav izstrādātas un aprobētas programmas, kuras nostiprina un padziļina skolēnu zināšanas un prasmes, īpaši tās, kas nepieciešamas sekmīgākai studiju uzsākšanai un ķīmijas apguvi augstskolā. Tāpēc Ķīmijas fakultātē būtu jāizstrādā un jāīsteno vairāki šādi, dažādu ķīmijas tematu padziļinātas apguves modeļi. Skolēnu aptauja liecina, ka kā vienu no šādiem modeļiem tie labprāt apgūtu bioķīmijas moduli.

Maģistra darba mērķis ir izstrādāt bioķīmijas apguves moduli un veikt tā aprobāciju.

Maģistra darba uzdevumi

1. Izpētīt bioķīmijas moduļa izveides nepieciešamību.
2. Apkopot informāciju par moduļa veidošanas pamatprincipiem.
3. Izstrādāt bioķīmijā moduļa interešu izglītības programmu.
4. Izstrādāt bioķīmijas modulim noderīgus eksperimentu aprakstus, kas sekmētu mūsdienīgām nepieciešamo skolēnu prasmju apguvi.
5. Aprobēt un novērtēt izstrādāto bioķīmijas moduli.

1. LITERATŪRAS APSKATS

1.1. Padziļinātā dabaszinātņu moduļa izstrādes aktualitāte un veidošanas pamatprincipi

Padziļinātie moduļi tiek piedāvāti apmērām 62% ASV vidusskolās. 2001. gadā ASV vairāk nekā 450 000 skolēnu kārtoja padziļināto kursu eksāmenus matemātikā un dabaszinātnēs [3]. Starptautiskā Bakalaurāta Organizācija piedāvā padziļinātā kursa apguvi un apgūto kursu eksāmena kārtošanas iespējas. Padziļinātā kursa primārais mērķis ir paplašināt mācību priekšmeta zināšanas, attīstīt pētnieciskās, analītiskās un komunikatīvas prasmes. Padziļinātais kurss ļauj skolēnam novērtēt savas spējas attiecīgajā zinātnes nozarē, rosināt interesi, izvērtēt savas iespējas attiecīgajā profesionālajā jomā. Padziļinātais kurss ļauj arī skolotājiem paaugstināt savu profesionālo kompetenci, izstrādājot attiecīgā jomā mācību programmu, tematisko plānu un veidojot mācību materiālus.

Vidusskolas standartu un programmu modernizācijas gaitā, daudzās valstīs paralēli tika izstrādātas arī profilkursa programmas dažādos priekšmetos [4]. Profilkurss ir līdzeklis mācību procesā, kas sniedz iespēju diferencēt un individualizēt skolēna mācīšanos. Mainot mācību procesa struktūru, saturu un organizāciju, pilnīgāk tiek atspoguļotas skolēnu interese un vēlme apgūt konkrētas zināšanas un prasmes. Mērķtiecīgi tiek veidoti apstākļi, kuros vidusskolas skolēni pilnīgāk ir spējīgi apgūt nepieciešamas zināšanas un prasmes, kuras būs nepieciešamas profesijas apgūvē.

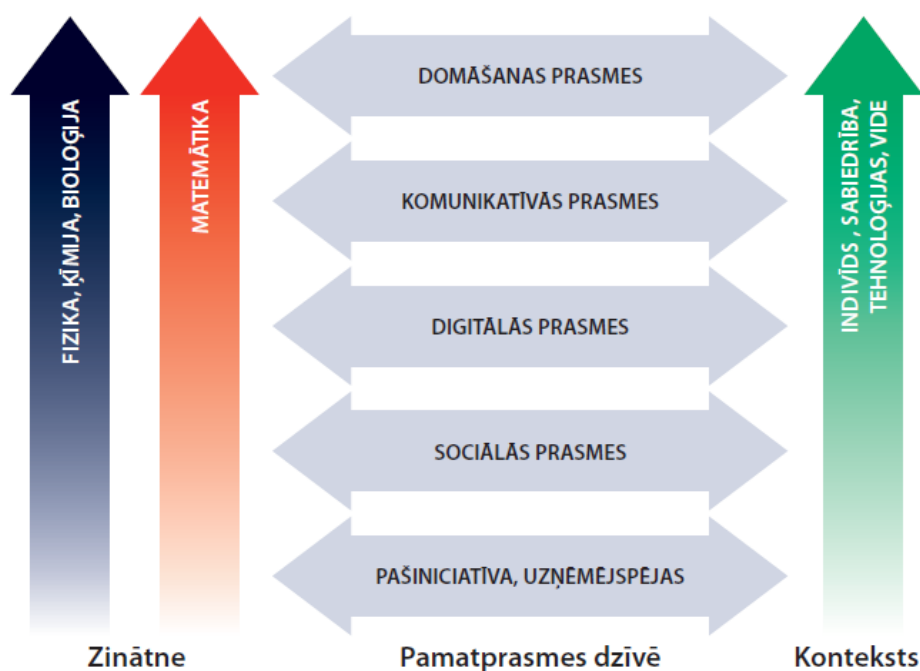
Mācību procesa diferenciacija dažādos laika posmos ir notikusi dažādi. PSRS pastāvēšanas laikā visas skolas realizēja vienotu valsts izstrādāto mācību programmu un tematisko plānu. Mācību diferenciacija tika veikta ārpuskolu nodarbībās, apmeklējot interešu pulciņus. Pēc 1960. gada mācību procesa diferenciacija tika veikta, izvērtējot valsts vajadzības pēc noteiktu profesiju darbiniekiem. Skolēni piedalījās mācību ekskursijās un apmeklēja rūpnīcas, tādā veidā ieguva priekšstatu par nākotnes profesiju.

Mūsdienās profilkurss vairākās valstīs tiek realizēts kā izvēles modulis skolēniem, kuri ir apguvušu pamatzināšanas, un kuri plāno apgūt profesiju, kas saistīta ar attiecīgo priekšmetu. Latvijā profilkursa apguvei skolēniem ir iespēja apmeklēt fakultatīvas nodarbības [4].

Mūsdienīgs mācību saturs ir zināšanu, prasmju un attieksmju kopums, kuru apgūstot, skolēns iegūst pieredzi apgūto lietot konkrētajā dzīves situācijā. Standartā akcentēta dabaszinātniskās izziņas prasmju attīstīšana, skolēnam apgūstot pētnieciskās darbības pamatus. Pētnieciskās darbības pamatu apguve ir darbs ar informāciju, eksperimenta

plānošana, eksperimentēšana, datu apstrāde un analīze, iepazīstināšana ar iegūtiem rezultātiem.

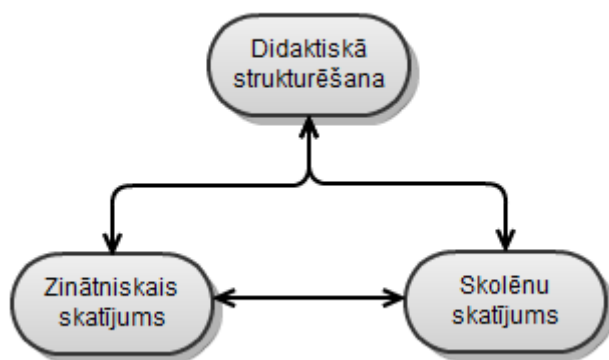
Mainoties mācību mērķiem, mainās arī mācību satura izpratne – prasmes, kļūst par mācību saturu. Tas nozīmē, ka vienlaikus ar mācību priekšmeta zināšanām un specifiskajām priekšmeta prasmēm, skolēns apgūst dzīvē nepieciešamas prasmes, kuras pieprasa darba devējs un sabiedrība. Dabaszinātnēs tās veido tiltu starp dabaszinātņu tradicionālajām tēmām, indivīda un sabiedrības vajadzībām. Tās ir problēmrisināšanas prasmes, pašiniciatīva, uzņēmējspējas – pamatprasmes dzīvei, kuras līdz ar ķīmijas zināšanām un prasmēm kļūst par mācību saturu skolā 1.1. attēls [3,4].



1.1. att. Pamatprasmju apguve dabaszinātņu mācību priekšmetos.

Veidojot jebkuru izvēles moduli, svarīgi apvienot nozares zinātnisko skatījumu un skolēna skatījumu. Lai to sekmīgi realizēt ir nepieciešams veikt didaktisko pārveidi.

Didaktiskās pārveides modelis balstās uz Klafki (1969) didaktiskās analīzes pieejas 1.2. attēls. Didaktiskās pārveides modelis apvieno abas šīs pieejas. Tas balstīts gan uz priekšmeta satura analīzes, gan uz mācību procesu nosakošo mainīgo savstarpējās saistību ievērošanu. Didaktisko pārveidojumu modelis definē trīs ciešā savstarpējā mijiedarbībā esošus pakārtotus uzdevumus: saprotams priekšmeta saturs, skolēnu skatījuma izpratne un didaktiskā strukturēšana.



1.2. att. Didaktiskās pārveidošanās shēma.

Katra dabaszinātņu nozare izmanto savu noteiktu sistemātiku, un tam ir gan zinātniskais, gan vēsturisks pamats. Zinātnes struktūru nekad nevar pārnest uz mācību priekšmetu struktūru pamatskolas vai vidusskolas skolēnam. Viens no galvenajiem kursa veidotāja uzdevumiem ir adaptēt saturu atbilstošam skolēnu prasību līmenim un klases mācīšanās spējām 2.3. attēls.



2.3. att. Didaktiskās pārveidošanās shēma.

Veicot didaktisko pārveidošanu, jāievēro vairāki būtiskie aspekti.

„Satura vienkāršošanas” aspekts. No vienas puses jāsamazina abstrahēšanas pakāpe, no otras puses jāsamazina satura sarežģītības raksturs [7].

„Elementārās noteikšanas” aspekts. Dabaszinātņu saturā atrod „elementāro” – mācību satura pamatideju. Jāievēro, ka vienkāršošanai un nozīmības piešķiršanai ir jābūt saistītai arī ar zināšanu līmeņa paaugstināšanu.

Aspekts: „Satura sadalīšana (metodiskajās) vienībās”. Sadalot iegūst pakārtotus soļus, kuri ir svarīgi elementāra satura apgūšanai. Metodisko vienību noteikšanu ietekmē skolēnu priekšzināšanas un priekšstati [7,8].

Skolēnu skatījumam galvenie priekšnoteikumi ir interese un skolēnu priekšzināšanas. Ir skaidrs, ka interesei ir pozitīva nozīme mācību procesā. Skolēna interese var būt saistīta ar dabu, tehnoloģiju vai sabiedrību.

Plānojot moduļa programmu, jāietver būtiskākie aspekti, kuri izraisa skolēnos interesi.

- Rosināt izzināt dabaszinātņu nozīmi cilvēka un sabiedrības dzīvē un attīstībā.
- Informēt par dabaszinātņu praktiskiem aspektiem dzīvē.
- Izmantot kvantitatīvus lielumus svarīguma ilustrēšanai.
- Skolēniem ir jāprot radīt saistība ar ikdienu un personīgo dzīvi.
- Radīt skolēniem iespēju aktīvi un patstāvīgi mācīties un pieredzi gūt no paša paveiktā.
- Bērniem un jauniešiem dot iespēju būt pārsteigtiem (problēmsituācijas radīšana).

1. 2. Mūsdienīgu mācību programmu izstrādes pamatprincipi

Dabaszinātniskās izpratības veidošanā, iespējams, nozīmīgākā ir mācību satura personīgā nozīmība skolēnam – skolēnam jāparedz apgūstamā mācību satura nozīme un jēga. Līdz ar to plānojot mācību programmu, viens no uzdevumiem ir saistīt apgūstamo vielu ar reālo dzīvi, skolēna vajadzībām un iespēju risināt problēmas, kuras skar pašu skolēnu [9].

Noteikt atšķirības starp dažāda veida nozarēm dažkārt ir grūti, kur sākas un beidzas ķīmija, fizika vai bioloģija. Lietuvā tiek realizēts izmēģinājuma projekts, kurā ir integrēta ķīmija, bioloģija un fizika vienā priekšmetā. Būtiski ir panākt, lai skolēnam veidojas vienota aina, kurā viņš izzina dabu no dažādiem skatu punktiem. Mācību programmā ir nepieciešams balstīt jaunus tematus uz iepriekšējām zināšanām, bet iepriekšējās zināšanas nostiprinās ar nākamajām. Jaunu jēdzienu apguves metodiku ir svarīgi veidot tā, lai jaunapgūtais materiāls bāzētos skolēna iepriekšējās zināšanās, pieredzē. Skolēna pieredzi veido trīs pamatkomponenti – skolēna uzkrātā praktiskās dzīves pieredze, skolēna iepriekšējās dabaszinātņu kursā apgūtās zināšanas, prasmes un attieksme, ka arī zināšanas, prasmes un attieksme, kas apgūta citos mācību priekšmetos. Jāraugās, lai mācību process tiktu veidots, attīstot skolēnu prāta spēju daudzveidību, ievērojot uztveres un mācīšanās stilu atšķirības.

Bieži tiek runāts par „zināšanu nodošanu” kā izglītības mērķi. No tā izriet, ka skolotājs zināšanas nodot un skolēns beidzot ir to varā. Šī „transmisīvā” pieeja ir konstruktīvisma teorijas pretstats. Pēc konstruktīvisma teorijas zināšanas tiek aktīvi konstruētas katra skolēna smadzenēs. Nereti no tā tiek izdarīts maldīgs priekšstats, ka skolotājs ir lieks, bet īstenībā

skolotājam, jārada mācīšanās apstākļi, lai stimulētu un atbalstītu individuālu zināšanu konstruēšanu [9,10].

Dabaszinātņu apgūvē bieži pārāk maz laika tiek veltīts paša pārdomām, ideju un argumentu apmaiņai. Nodarbībās dominē uz skaidrojumu un sakarību nodošana orientēts transmisīvais mācīšanās stils. Liela daļa skolā iegūto dabaszinātņu zināšanu nav izprastas, tādējādi, tās nav atkal izmantojamas konstruēšanā un pārnesē un praktiskajās situācijās.

Nozīmību konstruē ikviens pats uz esošās pieredzes bāzes. Mūsu zināšanas nereti apgrūtina izpratni par to, kas notiek skolēnu prātos, jo viņi pasauli redz citām acīm. Kad mēs vēlamies vadīt mācību nodarbību, mums ir jāizpēta skolēnu priekšzināšanas un viedokļi – svarīgs priekšnoteikums, lai saprastu individuālo domāšanas veidu un iespējamās grūtības mācību procesā. Skolotājam jārosina skolēnus eksperimentēt un pētīt.

Kad skolēni nāk uz dabaszinātņu nodarbībām, kā likums tiem ir iegūti pirmie priekšstati un jēdzieni par apgūstamo mācību saturu. Ikdienas pieredzē, sarunās gūtie skaidrojumi. Ikdienas pieredze ietekmē mācīšanos skolā, jo skolēni lieto viņiem zināmos priekšstatus un jēdzienus, lai saprastu parādības un rastu atbildes uz jautājumiem. Ja esošie priekšstati nesaskan ar dabaszinātnisko skatījumu uz parādībām, skolēnu priekšstati ir jāpaplašina un jākorrigē [10].

1.3. Bioķīmijas moduļa strukturēšanas pieejas

Bioķīmijas kurss aktualizē iepriekšējās zināšanas, kuras ir iegūtās pamatskolas un vidusskolas nodarbībās. Bioķīmijas kursa gaitā veidojas daudz dažādu tiltu starp neorganisko un organisko ķīmiju, tai pašā laikā tiek piedāvāta iespēja mērķtiecīgi padarīt kursa apguvi personīgi svarīgu un vairāk saistīt teorētiskās zināšanas ar praktisko nozīmi [11].

Skolēniem bioķīmijas kurss kļūst īpaši svarīgs, ja viņi plāno savu karjeru un profesiju saistītu ar medicīnu, ķīmiju, bioloģiju vai citās radniecīgām jomām. Pamatā bioķīmijas kurss tiek veidots, ietverot organiskās ķīmijas bloku, kurā padziļināti tiek apgūti ogļhidrātu, olbaltumvielu, lipīdu un nukleīnskābju uzbūve un īpašības. Paralēli tiek piedāvāti praktiskie laboratorijas darbi un dabas vielu bioloģiskie aspekti. Tiklīdz skolēni apgūst šos tematus, viņi kļūst spējīgi „vilkt tiltiņus” starp molekulu bioloģisko funkcionalitāti un ķīmisko uzbūvi. Pārsvārā kursi, kuri tiek veidoti vidusskolas skolēniem ir balstīti uz mācību principu: nelielā skaita svarīgāko procesu dziļāka izpratne, nekā vispārīgās atziņas par daudziem procesiem.

Sākot plānot bioķīmijas kursu vidusskolēniem, ir nepieciešams apzināties, ka bioķīmijas faktu kopa nepārtraukti aug ar neiedomājamo ātrumu. Ārkārtīgi svarīgs jautājums skolotājam ir kā vislabāk izvēlēties noderīgākos un svarīgākos jēdzienus un likumsakarības. Vēl viens

svarīgs faktors, kuru ļoti bieži neievēro programmas veidotāji ir laika limits. Kritiski jāizvērtē cik lielu mācību saturu var realizēt konkrētajā laikā. Papildus mācību satura izvēlei ir nepieciešams pārdomāt metodiskos paņēmienus, ar kuriem tiks apgūti sasniedzamie rezultāti.

Pārsvārā skolas un augstskolas pasniedzēji, veidojot mācību kursu, izvēlas mācību grāmatu pēc kuras veido mācību kursu. Piekrītot, ka likumsakarību apgūšana ir daudz nozīmīgāka bioķīmijā, nekā faktu iegaumēšana un to vēlākā atcerēšanās, veidoti bioķīmijas moduļi ar pārslogoti ar faktiem. Līdz ar to moduļa mācību programmai jābūt fokusētai uz bioķīmijas koncepciju apguvi, kuru skolēni var izmantot reālajās dzīves situācijās. Bioķīmijas koncepcijas ir lietderīgi ilustrēt ar konkrētiem piemēriem.

Pastāv vairākas bioķīmijas kursa apguves pieejas: integrēt bioķīmijas kursu organiskās ķīmijas kursā, šādi bioķīmijas kurss tiek pakļauts organiskās ķīmijas loģikai. Otrā iespēja ir veidot atsevišķu bioķīmijas kursu, kurš pārsvārā ir pakļauts iekšējai loģikai. Trešā pieeja ir kursa veidošana, kura balstīta uz bioķīmisko problēmu radīšanu, kas izriet no dzīves. Pakāpeniski kursa gaitā problēma tiek risināta kopā ar skolēniem, sniedzot nepieciešamu informāciju.

Kursa struktūra tiek balstīta uz problēmu risināšanas pieejas, tādā veidā skolēni tiek rosināti aizdomāties un jautāt, konsultējoties ar skolotāju. Izmantojot piedāvāto modeli, tiek iedrošināts mācību dialogs starp skolotāju un skolēnu. Skolēnam ir iespēja noformulēt hipotēzi, pēc tam teorētiski vai praktiski pārbaudīt izvirzītās hipotēzes pareizību 1.1. tabula.

1.1. tabula

Bioķīmijas moduļa strukturēšana, balstoties uz kontekstiem

Temats	Temata koncepcija	Pētījuma jautājumi
Aminoskābes	Aminoskābju uzbūve, aminoskābju pH šķīduma noteikšana, aminoskābju šķīdība, plānslāņa hromatogrāfijas izmantošana aminoskābju identificēšanā.	Aminoskābju identificēšana, izmantojot plānslāņa hromatogrāfiju.
Metaboliskās pārvērtības.	Metaboliskās pārvērtības. Slimības, kuras tiek nodotas ģenētiskajā veidā.	Indes bioķīmiskās pārvērtības organismā.
Proteīni	Proteīnu uzbūve un funkcijas.	Izmantojot datorprogrammas, konstruēt proteīnu, kurš ir spējīgs saistīt metāla jonus.
Enzīmi	Enzīmu klasifikācija. Enzīmu iedarbības mehānisms.	Kinētiskie pētījumi.

Ogļhidrāti, hormoni	Glikozes metabolisms. Sakarība starp iedzimtību un vides faktoru ietekmi uz cilvēka organismu.	Diabēta raksturojums.
Nukleīnskābes	DNS, DNS ekstrakcija, gēna analīze. RNS, RNS klasifikācija un nozīme cilvēku organismā.	DNS izdalīšana no augiem.

Šo pieeju bioķīmijas moduļa strukturēšanā var izmantot, veidojot moduli pēc situācijas analīzes principa. Šis veids bieži tiek izmantots, medicīnas studentu studijās, apgūstot bioķīmijas kursu. Augstskolu docētājs atlasa pacientu diagnozes un rosina studentus piedalīties situācijas izpētē. Studenti mēģina sameklēt jaunākās pētnieku atziņas un izmantot šīs atziņas, lai atrisinātu konkrēto saslimšanas gadījumu. Analizējot konkrētos gadījumus, studenti apmainās ar zināšanām ar citiem studentiem, tādā veidā tiek sekmētas komunikācijas un sadarbības prasmes. Galvenais šīs pieejas mērķis ir sekmēt studentus pašiem meklēt atbildes, izmantojot plānu, kuru izveido attiecīga grupa. Gan studenti, gan augstskolu docētāji piedalās šajā procesā kā pētnieki, jo nav vienas atbildes, bet ir iespējami vairāki risinājumi. Tādā veidā notiek atbildības sadalīšana starp studentiem un pasniedzēju. Situācijas sarežģītības pakāpe ir atkarīga no informācijas, kura tiek iedota grupai, jo dažreiz dzīvē ir tādi gadījumi, kad nepieciešams pieņemt lēmumu arī tādā situācijā, kad trūkst informācijas.

Bioķīmijas kursā, kurš pamatojas uz ķīmijas loģiku, jāietver svarīgākie faktori: struktūras un funkcionalitātes sakarība, termodinamiskie un kinētiskie faktori, korelācija starp mazo molekulu īpašībām un makromolekulām 1.2. tabula.

1.2. tabula

Bioķīmijas moduļa strukturēšana, balstoties uz ķīmijas loģikas

Temats	Bioloģiskie aspekti	Ķīmiskās likumsakarības
Lipīdi. Struktūras un funkciju sakarība.	Kāpēc lipīdi veido micellas? Vai šūna varētu veidoties spontāni?	Starpmolekulāras mijiedarbības, dinamiskais līdzsvars, entropija.
Aminoskābju un proteīnu struktūra. Ogļhidrātu un nukleīnskābju struktūra.	Vai proteīnu 3-D struktūru var prognozēt no pirmējās struktūras?	Starpmolekulāras mijiedarbības, dinamiskais līdzsvars, entropija.
Proteīnu uzbūve.	Kādā veidā medicīniskie preparāti mijiedarbojas ar proteīniem? Kādas	Reakcijas kinētika, titrēšana, ātruma konstante noteikšana.

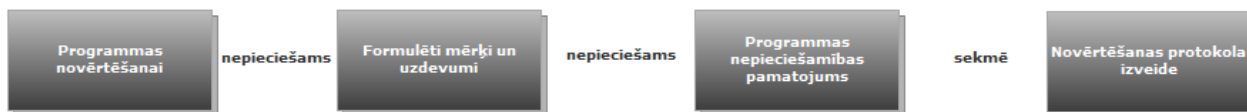
	likumsakarības pastāv šūnu mijiedarbībai? Kādā veidā tiek regulēta proteīna aktivitāte?	
Proteīnu transporta funkcija.	Kā proteīni specifiski var šķērsot lipīdu dubultslāni?	Ķīmiskais potenciāls, reakciju kinētika, titrēšana, ātruma konstante.
Proteīnu struktūras un funkciju saistība	Kā var pētīt proteīna struktūru un funkcionāls īpašības, nezinot 3-D struktūru?	Kinētika, molekulu konformācija, strapmolekulāras mijiedarbības.
Enzīmi	Kādā veidā enzīms katalizē bioķīmisko reakciju?	Skābju un bāzu kā katalizatoru izmantošana, pārejas stāvokļa stabilitāte, aktivācijas enerģija, entropija, reakcijas koordināte un mehānisms.
Enerģija	Kādā veidā enerģija, kas tiek saņemta gaismas un ķīmiskās enerģijas veidā var būt izmantota cilvēku organismā?	Katalīze, elektriskais un ķīmiskais potenciāls.

1.4. Moduļa izveides vispārīgie principi

Mācību programma ir viens no lielākiem faktoriem, kurš ietekmēs skolēnu mācīšanu un mācīšanas sasniegtos rezultātus. Sākot plānot kursa veidošanu, skolotājs uzreiz saskaras ar lielāko problēmu. Plānojot moduli, jādomā par plānotajiem skolēnam sasniedzamajiem rezultātiem. Skolotājs, veidojot izvēles vai obligātā priekšmeta programmu nereti balstās uz savu pedagoģiskā darba pieredzi, kā arī to pieredzi, kuru pats guvis mācoties skolā un universitātē. Līdz ar to pastāv draudi, ka skolēni tiek sagatavoti nevis nākotnes tirgus un sabiedrības prasībām, bet tieši otrādi, sagatavoti tagadnes un pat pagātnes prasībām. Mācību programma ietekmē skolēnus visciešākajā viedā. No mācību programmas ir atkarīgs, kā mainās skolēnu attieksme, uzlabojas motivācija apgūt priekšmetu, uzlabojas mācību sasniegumi, Apgūstot veiksmīgi izveidotu programmu, skolēni ir labāk sagatavoti nākotnes izaicinājumiem.

Mūsdienās tiek akcentēta doma, ka arvien vairāk skolēnu un studentu neapgūst nepieciešamas zināšanas un prasmes pietiekošajā līmenī, kurš tiek sagaidīts sabiedrībā. Vairākas mācību programmas ir vāji saistītas ar nākotnes profesijas izvēli, bieži netiek attīstītas prasmes, kuras ir vajadzīgas 21. gadsimtā [12].

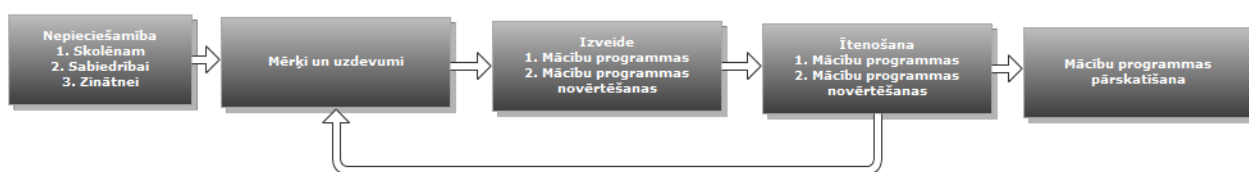
Kvalitatīvas mācību programmas izveide, vienmēr ir sarežģīts, darbietilpīgs, laiktietilpīgs un izaicinājumiem pilns darbs 1.4. attēls.



1.4. att. Moduļa programmas vērtēšana.

Nepieciešams rūpīgi pārdomāt programmas mērķus un uzdevumus, kuru skolotājs vēlas sasniegt un kādā veidā viņš vērtēs mācību procesa efektivitāti. Veidojot un vērtējot programmu, ir svarīgi atcerēties sakarību starp mērķiem un uzdevumiem, sasniedzamiem rezultātiem un programmas vērtēšanu. Programmas sasniedzamie rezultāti ir „produkti” ar kuriem, novērtē programmas mērķus un uzdevumus. No programmas sasniedzamiem rezultātiem, katrā nodarbībā tiek atvasināti stundas sasniedzamie rezultāti. Programmas efektivitāte tiek vērtēta pēc tā, cik pilnīgi skolēns apgūst programmā norādītos sasniedzamos rezultātus.

Pat vislabāk izveidotās moduļu programmas būs neefektīvas, ja netiks veltīta pietiekama uzmanība metodēm, ar kurām tiek plānots sasniegt programmas sasniedzamos rezultātus. Neskatoties, uz to, ka valsts ierēdņi, uzņēmēji un pasniedzēji piekrīt, ka skolēniem un studentiem ir vajadzīgas tādas prasmes kā kritiskā domāšana, problēmu risināšanas prasme, komunikācijas prasmes, pētījumi rāda, ka arvien gan skolās, gan augstskolās dominē mācību metode - lekcija.



1.5. att. Moduļa programmas veidošanas vispārīga shēma.

Analizējot moduļu programmas interešu izglītībā, ir redzami vairāki trūkumi.

1. Programmas balstītas nevis uz sasniedzamiem rezultātiem, bet uz zinātnes sistemātiku.
2. Arī kad programma ir veidota uz skolēnam sasniedzamiem rezultātiem, bieži pastāv atšķirības starp sasniedzamiem rezultātiem un vērtēšanu. Vērtētas tiek tikai zināšanas un jēdzienu, sakarību atceršanās, bet vērtētas netiek augstākā līmeņa kognitīvas darbības prasmes.
3. Sasniedzamie rezultāti koncentrējas tikai uz zinātnisko satura, bet nevis uz domāšanas un mācīšanās prasmēm.

Līdz ar to kļūst saprotams, ka vispirms jebkurā programmā ir nepieciešams noformulēt mērķus un skaidrus izmērāmos programmas uzdevums un pēc tām plānot sasniedzamos rezultātus katrā tematā, neaizmirstot par augstākās pakāpes kognitīvajām prasmēm. Jaunu kursu veidošanas svarīgākais iemesls ir aizpildīt robu zināšanās un prasmēs, kuras ir nepieciešamas un kuras tiek pieprasītas mūsdienu sabiedrībā 1.3. tabulā.

1.3. tabula

21. gadsimta svarīgākie mācīšanas sasniedzamie rezultāti [12]

Zināšanas par dabas likumiem, pasaules kultūru un vēsturi	Apgūstot dabas zinātnes, matemātiku, vēsturi, valodas u.c.
Intelektuālās un praktiskās prasmes	Pētījums un analīze. Kritiskā domāšana. Rakstiskā un mutiskā komunikācija. Zinātniskā izpratne. Problēmu risināšana. Grupu darbs.
Individuālā un sociālā atbildība	Ētiskie aspekti. Pilsoniskie aspekti. Prasme, kuras nepieciešamas mūžizglītībai.

Līdz ar lēmuma pieņemšanu par atsevišķa moduļa izveidi, nepieciešams apkopot pamatinformāciju piecos virzienos.

1. Skolēnu pamatzināšanas, prasmes un prioritātes.
2. Moduļa sabiedrības nepieciešamība un aktualitāte.
3. Prioritātes izglītībā.
4. Nepieciešamie resursi programmas realizēšanā.

Diskusija ir viena no iespējām kā savākt nepieciešamo informāciju, lai sāktu veidot kursu, taču tās var būt arī intervijas, anketēšanas utt. Savāktie dati šajos četros virzienos ir ārkārtīgi svarīgi, jo tie palīdz vēlāk veidot programmas mācību saturu un nepieciešamus kontekstus, priekšnoteikumus, lai programmu varētu veiksmīgi realizēt. Vairākos pētījumos pausts viedoklis, ka šāda pieeja sniedz ārkārtīgi būtisko informāciju, jo skolotājam laika gaitā veidojas stereotipi.

Informācijas ieguvē svarīgāka loma jāpiešķir pašam skolēnam. Veiksmīga kursa pamatā ir skolēnu izpēte pirms moduļa programmas plānošanas. Pētījumos bieži, tiek minēta problēma, kura saistīta ar skolēniem, kuri tiek uzņemti vidusskolā vai studenti, kuri tiek uzņemti augstskolā, ka nav pietiekamas informācijas par skolēnu iepriekšējām zināšanām,

līdz ar to tiek izstrādāti pieņēmumi, kuri ne vienmēr ir pietiekami precīzi. Bieži notiek iepriekšējo zināšanu un prasmju pārvērtēšana. Ir veikti, vairāki pētījumi, kuri apgalvo, ka pārvērtējot skolēnu priekšzināšanas, notiek vāja zināšanu un prasmju attīstība. Vēl viena problēma, kuru nepieciešams izvērtēt ir didaktiski nosacīta pieeja, jo pamatskolā vairākos priekšmetos, tai skaitā ķīmijā, fizikā bieži vien tiek izmantota didaktiski nosacīta pieeja, jēdzieni tiek skaidroti tajā līmenī, lai skolēns attiecīgajā vecumposmā varētu apgūt nepieciešamos jēdzienus un likumsakarības. Bet vēlāk vidusskolā, un tālāk augstskolā pakāpeniski izzūd didaktiski nosacīta pieeja, bet skolotājs vai augstskolu docētājs nepievērš pietiekamu uzmanību, kā rezultātā skolēns nav spējīgs konstruēt jaunas zināšanas, izmantojot savas priekšzināšanas [12, 13].

Veidojot programmu, nepieciešams izvērtēt arī ārējos faktorus, proti, ārpus mācību iestādes. Tāda veida informācija ir ļoti specifiskā un nepieciešama konkrētajām programmām, tomēr vairāk vispārīgas atziņas ir svarīgas visām programmām. Apkopojot informāciju ārpus izglītības iestādēm, var secināt, ka dažreiz skolotājam un biznesu līderiem ir pavisam atšķirīgi viedokļi par sagaidāmajiem rezultātiem un izglītības sistēmu[13].

1.4. tabula.

Mācīšanās sasniedzamo rezultātu salīdzināšana

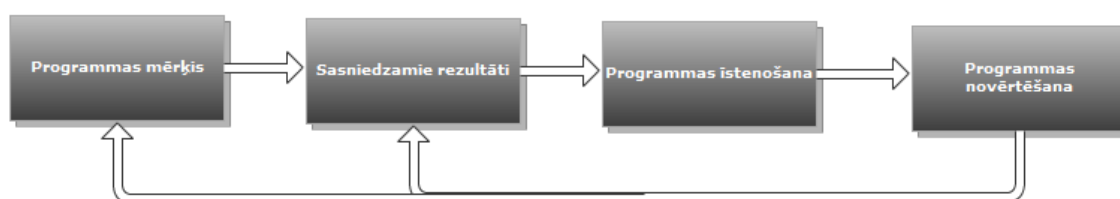
Zināšanas, prasmes	Uzņēmēji	Skolotāji
Augstākās kognitīvas prasmes	Skolēniem ir nepieciešamas šīs prasmes, lai risinātu sarežģītas dzīves problēmas, ietverot radošo pieeju.	Uzsvars uz tehniskajām prasmēm vai zināšanām dotajā priekšmetā, augstākās līmeņa kognitīvās prasmes tiek attīstītas tikai spējīgākiem skolēniem.
Mūžizglītības koncepcija	Spēja ātri adaptēties mainīgos apstākļos gan dzīvē, gan darbā. Spēja atrast jaunāko informāciju un izmantot to.	Tikai neliela daļa pasniedzēju uztver mūžizglītības koncepciju kā sasniedzamo rezultātu pamatskolā un vidusskolā.
Komunikācijas un sadarbības prasmes	Pirmām kārtām runāšanas un prezentēšanas prasme, lai sekmīgi strādātu komandā un komunicēt ne tikai ar profesionāliem attiecīgajā jomā. Klausīšanas prasme.	Kaut arī akceptēta kā vērtība, tomēr reti kad tiek minēts programmas kā sasniedzamais rezultāts.
Profesionālisms	Disciplīna, spēja reflektēt un	Reti, kad tiek minēts kā

	likt uzsvarus uz konkrētajām lietām un paveikt lietas līdz galam.	sasniedzamais rezultāts programmās.
--	---	-------------------------------------

Skolēnu attieksme, kura piemīt skolēnu grupai pret konkrētu kursu vai mācību moduli var ļoti būtiski ietekmēt sasniedzamo rezultātu apguvi. Ja no sākuma novērota nepatika, pat naidīga attieksmi pret priekšmetu, ļoti būtiski ņemt šo aspektu izstrādājot kursu, līdz ar to būtu nepieciešams izmainīt programmu, ietverot jaunus programmas sasniedzamos rezultātus, vai arī mainot metodes, it īpaši pirmajās nodarbības, lai izmainītu tāda veida negatīvu attieksmi. Piemēram, ļoti bieži šāda attieksme ir vērojama studentiem, kuri apgūst zinātnisko kursu kā izvēlēs priekšmetu, bet zinot šo faktoru ir būtiski ietvert šos aspektus topošajā programmā. Arī pasniedzēja entuziasms var kalpot, lai izmainītu negatīvo attieksmi [12,13,14].

Diemžēl vairākosursos skolēni nevar saskatīt nepieciešamās prasmes un zināšanas, kuras būs noderīgas dzīvē. Lai uzlabotu skolēnu vai studentu attieksmi, nepieciešams saistīt pēc iespējas vairāk mācību saturu ar skolēnu vai studentu interesēm, vai arī pirmajās nodarbībās izskaidrot kursa nepieciešamību vai arī parādīt tiešo ieguvumu, apgūstot šo kursu.

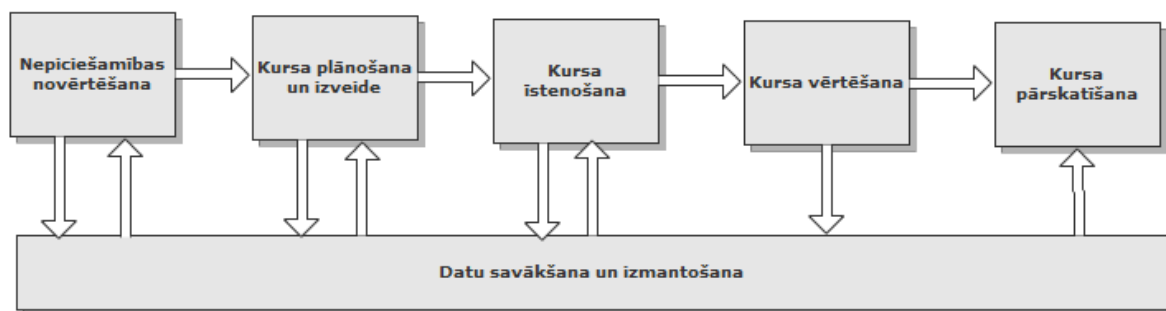
Attieksmi nepieciešams arī novērtēt apgūstot kursu, jo pastāv iespēja, ka skolēni, ir entuziasma pilni, izvēloties attiecīgo moduli, bet beidzot to novērojama attieksmes pilnīga mainīšanās uz negatīvo pusi. Tādā gadījumā ir nepieciešams papildus pētījums, lai izprastu kāpēc tik būtiski ir mainījusies skolēnu attieksme.



1.6. att. No programmas mērķiem līdz sasniedzamiem rezultātiem.

Bez tam ir nepieciešams noskaidrot, ko skolēni sagaida no pašu izvēlētā moduļa, un kādas ir prioritātes apmeklējot doto kursu. Ja skolēnu gaidas tiks noskaidrotas iepriekš, tad skolotājam ir iespēja daļēji koriģēt moduļa mācību saturu. Informācija par to, ko skolēni vai studenti sagaida no dotā kursā, pasniedzējam var būt ļoti noderīga.

Nepieciešams novērtēt arī skolēnu mērķus ilgtermiņā un intereses, izpētot skolēnu plašāku interešu loku, iespējams kursā integrēt projektu darbus, kuri aptvertu arī papildus arī skolēnus interesējošo sfēru. Sadarbojoties ar citiem skolotājiem un veidojot kopīgus projektu darbus ir iespējams palielināt kursa nozīmīgumu skolēnam.



1.7. Laboratorijas darba nozīme un vieta mācību procesā [12]

Laboratorijas darbiem dabas zinātnes priekšmetos ir svarīga loma sasniedzamo rezultātu apguvē. Pēdējos gados metodiskajā literatūrā un mācību praksē īpaša vērība tiek veltīta pētnieciskajai pieejai laboratorijas darbu veikšanā. Tādā veidā tiek akcentēta uzmanību augstākā līmeņa kognitīvajiem procesiem, piemēram, īstenojot atklāto pētījumu vai problēmrisināšanas uzdevumus. Citiem vārdiem sākot, laboratorijas darbiem jāklūst par mācīšanas fokusu skolās. Bet analizējot laboratorijas darbu nozīmi, situācija kļūst neviennozīmīga, jo vairākos pētījumos ir minētā problēma, ka nav atrasta viennozīmīga pētnieciskās metode, ar kuras palīdzību ir iespējams novērtēt laboratorijas darbu ietekmi uz mācību process sasniegumiem.

Vairākums dabas zinātņu metodiķu piekrīt, ka laboratoriju darbu pildīšana ir viens no galvenajiem komponentiem gan skolā, gan augstskolā, apgūstot dabas zinātņu priekšmetus. Bet neskatoties uz to, jābūt uzmanīgiem saistībā, kādā veidā tiek organizēts laboratorijas darbs. Pētījumi liecina, ka pastāv ļoti neliela sakarība starp tradicionāliem laboratorijas darbiem un plānotiem sasniedzamiem rezultātiem moduļu programmās, kuri ir saistīti ar dabaszinātnisko izpratību, problēmu risināšanas prasmi, kritisko domāšanu, eksperimenta darba gaitas plānošanu. Literatūrā ir pierādījumi tam, ka izmantojot tradicionālus laboratorijas darbus ir tikai nedaudz uzlabojumi mācīšanas procesā, salīdzinot ar ķīmijas eksperimenta demonstrējumu, kuru veic pats skolotājs. Taču arī mūsdienās tradicionālie laboratorijas darbi dominē gan skolās, gan augstskolās. Neskatoties uz to, ka tiek attīstītas jaunas pieejas laboratorijas darbu pildīšanā, trūkst konkrētu un acīmredzamo pierādījumu šajā kontekstā, kaut arī vairāki raksti, teorētiski pierāda ieguvumu, balstoties uz konstruktīvisma teorijas pamata. Tiek uzskatīts, ka metakognitīva prasme ir būtisks aspekts personības attīstībā. Metakognitīva darbība visbiežāk tiek definēta kā atskats uz savu domāšanu, spēja reflektēt savas domas un darbības vai zināšanas par savām kognitīvajām prasmēm. Metakognitīvas zināšanas apvieno deklaratīvas zināšanas, procedūras zināšanas un nosacījumu zināšanas. Dažādas metakognitīvas darbības tiek klasificētas trijās grupās: plānošana, novērošana un izvērtēšana. Šīs prasmes ir cieši saistītas ar problēmu risināšanas prasmi.

Vairāki pētījumi [13,14,15] uzsver kooperatīvās mācīšanas organizāciju, izmantojot problēmrisināšanas pieeju. Kooperatīvā mācīšanās ir skolēnu centrēta pieeja, kurā tiek izmantotas strukturētas situācijas, kur katra neliela dalībnieku grupa sadarbojas savā starpā, cenšoties atrisināt problēmu, nesacenšoties ar citu grupu. Dotā paradigma palīdz skolēniem kognitīvi, fiziski un emocionāli konstruēt savas zināšanas, pārejot no pasīvās mācīšanas uz personalizēto un aktīvo mācīšanas stilu. Izaicinājums problēmas risināšanā nāk arī saistībā ar risinājuma pārbaudi. Problēmai šajā gadījumā jābūt formulētai tādā veidā, ka nav viennozīmīga risinājuma, un, ka iespējamo risinājumu jāpārbauda eksperimentāli. Mācību vide, organizējot kooperatīvo mācīšanās veicot laboratorijas darbus, nav statiskā, bet vairāk dinamiska. Neveiksme projekta ietvaros, ir ļoti bieža un normāla situācijas, kad skolēnam jāizanalizē situācija, un jāpieņem lēmums par to, vai ir vērts turpināt iesākto darbību, vai tomēr izbeigt iesākto un sākt no jauna. Bieži literatūrā tiek minēts arī laboratorijas darbu projekts, kurā vairākās problēmas tiek risinātās vairāku laboratorijas darbu gaitā. Skolēniem tādā projektā papildus nepieciešams komunicēt arī ārpus skolas vai augstskolas. Grupas tiek veidotas pēc nejaušības principa, līdz ar to grupas dalībniekiem jāsadarbojas vienam ar otru, neskatoties uz savu ticību, mērķiem, prasmēm un attieksmi. Jāsaprot, ka ne vienmēr pastāv viennozīmīgs skaidrojums cēloņsakarībai starp laboratorijas darbu organizēšanu un mācību sasniegumiem. Neskatoties uz to, pētījumos ir atrodami dati, kā apstiprinājumu tam, ka laboratorijas darbi ir efektīvi un neatņemami vairāku mērķu sasniegšanai. Kvalitatīvi sagatavotai laboratorijas darbi var būt efektīvs līdzeklis, palīdzot skolēnam konstruēt savas zināšanas, attīstīt pētīšanas prasmes un problēmrisināšanas prasmes. Prasmīgi sagatavoti laboratorijas darbi attīsta psihomotoriskās prasmes: manipulācijas prasmes, novērošanas prasmes. Papildus, laboratorijas darbiem piemīt liels potenciāls pozitīvas attieksmes veidošanā. Laboratorijas darbi spēj piedāvāt iespēju attīstīt komunikācijas un sadarbības prasmes. Izvērtējot fizisko mācību vidi, laboratorijas telpai piemīt unikāls raksturojums. Līdz ar to skolotājam ir iespēja izmantot laboratorijas telpu arī, lai izvairīties no monotonitātes mācību satura apgūšanā.

1.5. Laboratorijas darbu veidi un to raksturojums

Konstruktīvisma teorija postulē, ka zināšanas nevar nodot tieši no viena cilvēka citam cilvēkam, zināšanas skolēnam patstāvīgi jākonstruē mijiedarbojoties ar apkārtējo vidi. Līdz ar to ārkārtīgi svarīga ir apkārtēja vide, ar to saprot visus ietekmējošus faktoros. Pētījumi liecina, ka laboratorijas darbus, var klasificēt četros veidos, izmantojot Blūma kognitīvo procesu taksonomiju. Laboratorijas darbu veidus izšķir pēc trim kritērijiem: sasniedzamā rezultāta,

zināšanu apgūšanas pieejai un darba gaitas plānošanās, kā tas redzams 1.5. tabulā. Laboratorijas darbu skolēnam sasniedzamais rezultāts var būt zināms, vai nezināms pirms laboratorijas darba uzsākšanas. Zināšanu apgūšanas pieeja, vai būt deduktīvā, kad skolēns no vispārīgajām likumsakarībām, nokļūst pie konkrētās sakarības. Pētnieciskajā laboratorijas darbā skolēni patstāvīgi plāno darba gaitu [16,17].

1.5. tabula

Laboratorijas darbu veidu klasifikācija

<i>Laboratorijas darba veids</i>	<i>Sasniedzamais rezultāts</i>	<i>Zināšanu apgūšanas pieeja</i>	<i>Darba gaitas plānošana</i>
Klasiskais laboratorijas darbs	Zināms	Deduktīva	Dota
Pētnieciskais laboratorijas darbs	Nezināms	Induktīvā	Plāno patstāvīgi
Virzītais pētnieciskais laboratorijas darbs	Zināms	Induktīvā	Dota
Uz problēmrisināšanu balstīts laboratorijas darbs	Zināms	Deduktīva	Plāno patstāvīgi

Klasiskais laboratorijas darbs. Vispopulārākais, bet mūsdienās visvairāk kritizēts laboratorijas darba tips. Klasiskajā laboratorijas darbā pasniedzējs definē sasniedzamo rezultātu, kurš tiks analizēts, saista laboratorijas darbu ar iepriekšējo pieredzi un koordinē skolēnu rīcību un darbību. Skolēni atkārtoti pasniedzēja teikto vai arī izpilda precīzās mācību grāmatā vai protokolā dotās norādes. Iegūtie rezultāti tiek salīdzināti ar literatūras datiem, vai ar tiem rezultātiem, kurus ir prognozējis skolotājs. Skolēnam tiek liegta iespēja izvērtēt iegūtos rezultātus, jo darba gaita izplānota tik sīki, ka nerasnējam gaidāmo rezultātu gandrīz nav iespējams.

Tomēr klasiskos laboratorijas darbus ir salīdzinoši vienkārši realizēt, ja skolēnu skaits ir liels. Skolēni uzsāk darba gaitu vienā laikā un, apmēram, vienā laikā darbu pabeidz. Skolēniem ir nepieciešama minimāla skolotāja palīdzība. Mēdz teikt, ka skolēni šos laboratorijas darbus veic kā „pēc pavārgrāmatas receptes”, savācot noteiktus datus. Skolēni nepievērš uzmanību plānošanai vai rezultātu interpretācijai. Skolēns pievērš ļoti mazu uzmanību metakognitīvajai darbībai, respektīvi maz analīzei ko viņš dara un kāpēc viņš to dara. Pastāv divi iemesli, kas neļauj izmantot šo laboratorijas darbu tipu ar maksimālu atdevi. Pirmkārt, skolēni pārsvarā cenšas iegūt vienīgo pareizo rezultātu, bet pavisam maz tiek veltīts eksperimenta plānošanai. Netiek dots laiks skolēniem sekot līdz zinātniskiem procesiem, kuri notiek laboratorijas darba gaitā. Skolēnam netiek dota iespēja sasaistīt iepriekšējās zināšanas ar iegūtiem jauniem datiem laboratorijas darba gaitā. Tai pašā laikā jēgpilnu mācīšanu

nodrošina sasaiste ar personīgi nozīmīgiem faktiem, bet arī šim procesam netiek dots pietiekošais laiks. Otrkārt, klasiskie laboratorijas darbi pārsvarā attīsta zemākās kognitīvās prasmes: darbošanos pēc algoritma, problēmas risināšana pēc parauga.

Pētnieciskais laboratorijas darbs. Klasisko laboratorijas darbu alternatīva ir pētnieciskie laboratorijas darbi. Pārsvarā pētnieciskie laboratorijas darbi ir induktīvi. Skolotājs nevar prognozēt sagaidāmo rezultātu un skolēnam nepieciešams pašam plānot darba gaitu. Pildot šādu laboratorijas darbu, skolēni ir vairāk iesaistīti tā veikšanā, un izjūt lielāku atbildību par laboratorijas darba gaitu. Pētījumi pierāda [23,24], ka pildot pētnieciskos laboratorijas darbus, uzlabojas attieksme pret priekšmetu. Pētnieciskajā laboratorijas darbā, skolēni paši formulē pētāmo problēmu, pie tam aktualizējot priekšzināšanas. Skolēni daļēji prognozē rezultātus, plāno darba gaitu un eksperimentāli arī paveic plānoto. Pētnieciskais laboratorijas darbs rosina skolēnus izmantot šo pieeju arī citās problēmsituācijās. Skolēniem ir iespēja iejusties zinātnieku lomā. Tomēr vairākos pētījumos akcentēts, ka pētnieciskais laboratorijas darbs nav gluži tas pats, kas zinātniskais pētījums, un skolēniem jābūt skaidram priekšstatam par šo atšķirību. Veicot pētniecisko laboratorijas darbu, rezultāts tomēr daļēji ir paredzams, bet nav skaidri zināms, jo skolēns atklāj sev nezināmas, bet zinātnē noskaidrotas faktus un likumsakarības. Nevēlamie riski pārsvarā ir saistīti ar to, ka uzsvars tiek likt uz procesu, bet maza uzmanība tiek veltīta zinātnes kontekstam.

Virzītais pētnieciskais darbs. Virzītajā pētnieciskajā darbā skolēniem ir nepieciešams pašiem plānot darba gaitu. Skolēns iejūtas pētnieka lomā, bet skolotājs pēc iespējas mazāk sniedz nepieciešamos ieteikumus. Visbiežāk virzītajā pētnieciskajā laboratorijas darbā skolotājs dod pētāmo problēmu, vai arī cenšas aprakstīt situāciju, lai skolēns no tās spētu noformulēt tikai vienu pētāmo problēmu. Virzītajā pētnieciskajā laboratorijas darbā arī tiek izmantots induktīvais ceļš. Pētot vairākas problēmas, skolēns spēj formulēt vispārīgo principu. Virzītais pētnieciskais laboratorijas darbs, galvenokārt, atšķiras ar prognozējamo sasniedzamo rezultātu. Veicot pētniecisko laboratorijas darbu, rezultāts nav prognozējams ne skolēnam, ne skolotājam. Virzītajā pētnieciskajā laboratorijas darbā skolotājs virza skolēnu darbību uz noteiktu zināmu rezultātu. Arī to dara, dodot minimālus norādījumus. Pirmkārt, virzītais pētnieciskais darbs tiek kritizēts kā laikietilpīgs, salīdzinot ar klasisko pieeju. Daudzi kritizē šo pieeju, norādot, ka skolēns nevar veikt atklājumu, ja viņš nav tam sagatavots. Dažreiz skolēns pat veicot atklājumu, nevar to saskatīt un sasaistīt ar iepriekšējām zināšanām. Otrkārt, ja viens skolēns veic atklājumu, kas tiek sagaidīts no skolotāja puses, visi pārējie skolēni, šo darbu dara pēc parauga, un viņiem vairs nepastāv iespēja to veikt kā patstāvīgo atklājumu.

Uz problēmrisināšanu balstīts laboratorijas darbs. Uz problēmas risināšanu balstīts laboratorijas darbs pēdējos gados kļūst arvien populārāks un ir uzskatāms par pārējo laboratorijas darbu veidu alternatīvu. Skolēniem tiek piedāvāta problēma, kuru viņi nav spējīgi atrisināt, bet viņiem ir pietiekams zināšanu līmenis, lai izplānotu iespējamo risināšanas gaitu. Skolotāji attīstīja šo pieeju, izvērtējot problēmu un dodot nepieciešamus resursus un materiālus, lai sekmīgi atrastu risinājumu. Skolēniem ir nepieciešams pašiem izplānot savu darba gaitu, reģistrēt datus, un no iegūtajiem datiem rast problēmas risinājumu. Akcentēta tiek nevis hipotēzes pārbaudei, bet darba gaitas plānošanai. Šo laboratorijas darbu veidu, var izmantot, darbu organizējot skolēnus grupās. Tajās skolēni vispirms apspriež iespējamo problēmas risinājumu un plāno eksperimentu. Izmantojot šo pieeju, īpaši rūpīgi jānovērtē skolēna priekšzināšanu līmenis attiecīgas problēmas risināšanai. Vairāki pētnieki norāda, ka nevar sagaidīt no skolēna ar vājām zināšanām, ka viņi sekmīgi varēs plānot problēmas risināšanas pētījuma gaitu. Visbiežāk skolotāji cenšas akcentēt, lai skolēns būtu veiksmīgs problēmu risinātājs. Problēmu risināšanās gaitā, tomēr jāakcentē nevis problēma, bet gan metode, ar kuru tiks risināta problēma. Šī pieeja ir pamatota ar problēmsituāciju risināšanu ikdienas dzīvē. Vispirms rodas problēma un tad tā kalpo par rosinātāju mācībām un pētījumam, lai rast risinājumu. Līdz ar to formulējot problēmsituāciju ir svarīgi nenorādīt uzreiz gatavu risinājumu vai norādes uz to.

Problēmu nepieciešams izvēlēties tādu, kuras risinājumi var būt vairāki. Skolēniem risinot konkrētu problēmu, rodas arī pārnesums no teorētiskajām koncepcijām, kuras ir apgūtas kursa gaitā uz reālajām problēmām. Protams salīdzinot ar klasisko pieeju, šis laboratorijas darba veids ir laikietilpīgāks, un skolotājam ir lielāka atbildība sagatavojot nepieciešamos materiālus, izvērtējot vairākas problēmas risināšanas iespējas. Problēmu risināšanas gaitā tiek attīstītas augstākā līmeņa kognitīvas prasmes, bet pieeja krasi atšķiras no pētnieciskā laboratorijas darba, kur skolēns izmanto induktīvo ceļu. Problēmu risinājumā skolēns izmanto deduktīvo pieeju. Skolēniem ir nepieciešamas priekšzināšanas pirms eksperimenta veikšanas, un ja problēma tiek sekmīgi atrisināta, tas nozīmē, ka ir sekmīgi apgūta attiecīga koncepcija.

Tādējādi plānojot laboratorijas darbu, nepieciešams izvērtēt, kādu laboratorijas darba veidu visefektīvāk izmantot, lai apgūtu sasniedzamo rezultātu. Pētījumi liecina, ka laboratorijas darbus, izvērtējot pēc noteiktiem kritērijiem, var iedalīt četros veidos. Neskatoties uz to, ka laboratorijas darbiem ir daudz kopīgā, tomēr katra pieeja ir unikāla, līdz ar to sasniedzamais rezultāts var pilnīgi atšķirties, izvēloties citu laboratorijas darba veidu. Viennozīmīgs laboratorijas darba veida vērtējums nav iespējams, jo katrs no tiem iekļauj vairākus faktorus: pētījumā koncepcijas izpratne, laboratorijas darbu tehnika, attieksme pret

zinātni, kognitīvas darbības, zinātniskās pieejas izmantošana u.c. Skolotājiem jāatceras, ka klasisko darbu var pārveidot pētnieciskajā darbā [18-20].

1.6. Domu kartes struktūra un izmantošanas iespējas

Ļoti bieži, skolotājs sastopas ar situāciju, kad skolēni labi nokārto eksāmenu, bet tomēr nespēj risināt pat pietiekami vienkāršu teksta uzdevumus, jo ir apguvuši tipveida uzdevumu risināšanas paņēmienus, risina uzdevumus kā pēc šablona, bet nav apguvuši analīzes, sintēzes un novērtēšanas prasmes. Apkopojot vairāku pētījumu informāciju, var minēt faktorus, kuri neļauj skolēniem apvienot galvenās ķīmijas koncepcijas un likumsakarības un uztvert atsevišķos tematus kopsakarībā [15, 21,22].

1. Skolēni pārsvarā mācās, izmantojot algoritmus un necenšas paši rast risinājumu vai alternatīvu skolotāja piedāvājumam, tādā veidā netiek konstruētas un paplašinātas savas zināšanas, bet atceras tikai konkrētu algoritmu.
2. Ķīmijas dažādas koncepcijas nav pietiekoši savstarpēji saistītas, katrs temats bieži tiek apgūts savrup no iepriekšēja.
3. Skolotāji, sākot jauna temata apguvi klasē, bieži aizmirst akcentēt tā saistību ar iepriekšējiem tematiem vai likumsakarībām.

Vairākos pētījumos ir uzsvērts, ka pārsvarā mācīšanās problēmas rodas, jo netiek pietiekami labi apgūtas pamatkonceptijas, vai arī jaunajām zināšanām ir vājas saistības ar pamatkonceptijām. Lai varētu sekmīgi pāriet no atsevišķām likumsakarībām uz jēgpilnu mācīšanos ir nepieciešams dot iespēju skolēnam pašam konstruēt jaunas zināšanas un saistīt ar iepriekšējām, nevis dot gatavu algoritmu. Ja skolēns nav spējīgs pats konstruēt jaunas zināšanas, tad skolotājam ir nepieciešams vispirms atsaukt atmiņā priekšzināšanas.

Domu kartes var izmantot, ne tikai personīgiem pierakstiem, bet arī lai vērotu pārmaiņas skolēnu kognitīvajā struktūrā. Domu kartes pamatā ir vairāki psiholoģiskie pētījumi, kuru gaitā ir noskaidrots, ka jēdziens un jēdzienu saistība savā starpā ir jauno zināšanu būvēšanas bloki. Domu karte piedāvā ērtu zināšanu atspoguļošanas veidu, vienlaikus parādot to hierarhiju un saistību savā starpā.

Literatūrā bieži uzsver, ka ar problēmu risināšanu saistītajai mācīšanas pieejai un domu kartes izveidei ir līdzīgi mērķi, jo tās abas ir balstītas konstruktīvisma teorijā. Vairākos pētījumos norādīts, ka skolēni, izmantojot domu kartes mācībām un atkārtojot jau apgūto mācību saturu, var uzlabot savus rezultātus nobeiguma vērtēšanas darbos. Domu karšu izmantošana ir saistīta ar to vērtēšanu. Vairākos avotos akcentēts, ka nav korelācijas starp mācību procesā pašu veidotām domu kartēm un nobeiguma darbu vērtējumu. Domu kartes

šajā gadījumā ir jāuztver ka personīgi izveidota shēma, kura ne vienmēr būtu jāvērtē ārējam vērtētājam. Bieži novēro, ka slikti izveidota domu karte veidotājam var noderēt par prasmīgu rīku [23-25].

Vairākos priekšmetos, skolēniem un studentiem, tiek piedāvāts izmantot domu kartes, lai plānotu savu darbu, analizētu priekšzināšanas un sagatavotu materiālus atkārtotai un formatīvajai vērtēšanai. Domu kartes netiek vērtētas kā tādas, bet domu karte var palīdzēt ļoti ātri aktualizēt un saskatīt sakarības starp noteiktiem jēdzieniem.

Domu kartes struktūra ir balstīta uz to, ka pamatjēdziens tiek rakstīts lapas centrā, tālāk dažādi jēdzieni tiek saistīti ar galveno jēdzienu, izmantojot frāzes vai vārdus, ar kuriem dotie jēdzieni ir saistīti.

1.6. tabula

Priekšzināšanu aktualizācija, izmantojot domu karti un problēmas risināšanas pieeju

<i>Nolūks</i>	<i>Domu karte</i>	<i>Problēmu risināšanas pieeja</i>
Aktualizēt priekšzināšanas	Domu karte piedāvā iespēju vizualizēt un atsaukt atmiņā priekšzināšanas, izmantojot zināmos jēdzienu un pievienojot jaunas apgūtās zināšanas, iekļaujot tās kopainā	Problēmrisināšanas pieeja atsauc atmiņā priekšzināšanas. Prāta vētra rosina skolēnu izmantojot priekšzināšanas, lai atrisinātu konkrētus uzdevumus. Ja mācību gaitā nav pietiekoši apgūti jēdzieni, skolēns nespēj atrisināt uzdevumu.
Problēmas izvēle	Problēmas izvēle no reālās dzīves situācijām sekmē priekšmeta integrāciju sociālajā jomā	Problēmu risināšanas pieeja izmanto reālās dzīves situācijas divu iemeslu dēļ: saistīt jauno informāciju ar reālo dzīvi un radīt papildus skolēnu interesi.
Priekšzināšanu papildināšana	Domu kartes parāda struktūru, kurā balsta jaunu informāciju. Vizualizācija papildus palīdz procesa gaitā apgūt jēgpilnu izpratni.	Skolēni sāk risināt problēmu, atsaucot atmiņā jau iepriekš iegūtas zināšanas. Tālāk tiek ģenerēti jautājumi – problēmas risināšanas pamats.

Būtiskais ar domu kartēm saistīts aspekts, ir to vērtēšana. Analizēt domu kartes ir iespējams pēc vairākiem kritērijiem: jēdzienu skaita, slāņu skaita un pareizība un skaits. Par mezglpunktu var būt jēdziens, ideja vai frāze. Pirmais slānis ir mezglpunktu kopa, kura ir tieši saistīta ar galveno jēdzienu, otrais slānis veidojas starp otro mezglpunktu un to kopu, kura ir

tieši saistīta ar galveno mezglpunktu. Pareizi izveidota domu karte satur daudz, savstarpēji saistītu mezglpunktu. Domu karšu pētījumos ir manāma interesanta sakarība. 25% no kopēja skolēna skaita katrā domu kartē ir pastāvīgs mezglpunktu skaits, neskatoties uz temata sarežģītības pakāpi. Bet šis konstants skaits ir atkarīgs no skolēna. Ir mēģināts noskaidrot šīs likumsakarības cēloņu, un visbiežāk sastopamās atbildes šim iemeslam – skolēns ir iekļāvis visus nepieciešamu jēdzienus, vai arī, skolēns veicis nozīmīgāko jēdzienu atlasī dotajā tematā un iemācījās sakarības [26].

Izvērtējot literatūru ir redzams, ka domu kartes ar katru gadu kļūst populārākas. Bet joprojām pastāv problēmas, kuras nav viennozīmīgi atrisinātas. Pētījumi liecina, ka skolēni domu kartes uztver kā uz mācīšanas līdzekli, nevis kā darbus, kurus būtu jāvērtē. Skolēni izmantojot individuāli sastādītas domu kartes plānošanai, mācībām un atkārtošanai, vidējie ieguva nedaudz labākus rezultātus nobeiguma vērtēšanas darbos. Atšķirības starp skolēnu grupām ir pietiekama, bet nav būtiska. Pieaugot skolēnu zināšanām, pieauga arī slāņu, mezglpunktu un saistību skaits. Vairākos pētījumos pierādīts, ka mācīšanās ķīmiņā ir tendēta uz lineāru pieeju un atsevišķie temati nošķirti cits no cita. Strādājot pēc mācību grāmatām, pirmais temats seko otrajam tematam, un katrs temats ir nodalīts no kopainas un tiek mācīts no jauna. Domu karte ir viena no iespējām, ka salauzt šo lineāro pieeju un savstarpēji sasaistīt dažādu tematu jēdzienus. Ļoti būtisks aspekts pirms domu kartes izmantošanas ir skolēniem apgūt domu kartes veidošanas paņēmienus. Skolēni paši nevar zināt, kā tas jādara. Ļoti apšaubāma ir domu karšu izmantošana skolēnu vērtēšanā, jo pat ļoti sliktas izveidotas kartes, veidotāju rokās bija tomēr pietiekami efektīvas [26,27].

Tomēr pēdējo gadu pētījumos ir izstrādātās vairākas metodes, lai domu kartes izmantotu kā ļoti pārlicinošu rīku, ar kuras palīdzību var novērtēt konceptuālo izmaiņu efektivitāti, kuras tika realizētās ar konkrētajām didaktiskiem līdzekļiem. Domu karšu attīstībā ir saistīta ar Osborna pētījumiem, kurš īpaši akcentē savos pētījumos iepriekšējo zināšanu svarīgumu. Jēgpilnā mācīšana ar saistīta ar jauno zināšanu asimilāciju jau esošajā kognitīvajā struktūrā.

Domu karti var izmantot vairākiem mērķiem:

1. prāta vētrai,
2. kompleksās uzbūves attēlošanai vai teksta organizācijai,
3. jaunu zināšanu integrēšanai,
4. izpratnes vērtēšanai un kļūdainu priekšstatu diagnosticēšanai konkrētā tematā.

Jaunākajos pētījumos aprakstīta efektīva metode, kura ļauj skolotājiem arī vērtēt un diagnosticēt skolēnu zināšanas. Svarīgākā atšķirība, veidojot vērtēšanai paredzētu domu karti, ir domu kartes veidošanas kritēriji. Tie varbūt pietiekami atšķirīgi. Skolēna izveidotas prāta kartes tiek salīdzinātas ar „ideālajām domu kartēm”, respektīvi ar domu kartēm, kurās tiek

iekļauts visa temata attiecīgie jēdzieni un tie tiek konstatētas pareizās saistības. Ir vairākas pieejas, kā var piedāvāt skolēniem domu kartes veidošanu tādā veidā, lai tās būtu salīdzināmas.

Domu kartes, kuras tiek veidotas ar zināmiem jēdzieniem. Lai skolēns varētu veikt uzdoto uzdevumu, skolotājs atlasa temata pamatjēdzieni. Skolēnu temata apguves gaitā var novērtēt, ja tie konstruē doma karti tikai ar uzdevumā dotajiem jēdzieniem, izmantojot piemērotāku saistību starp tiem. Apgūstot svarīgu jauno koncepciju, domu kartes var izmantot formatīvajai vērtēšanai. Skolēniem konkrēto jēdzienu kopa tiek iedota pirms nodarbības un pēc nodarbības, tādā veidā salīdzinot didaktiskā līdzekļa efektivitāti. Piemēram, ļoti daudz jēdzienu nepareizas saistības liecina par to, ka nodarbības gaitā, vai arī iepriekšējā pieredzē ir bijušas kļūdas mācību procesā vai ir trūkst priekšzināšanu. Tāda veida domu karte ļauj novērtēt skolēna zināšanas pirms un pēc nodarbības.

Domu kartes, kuras skolēni organizē izvēloties nepieciešamus jēdzienus no piedāvātiem. Skolēnam tiek iedota kopa jēdzienu, kuru skaits pārsniedz domu kartes izveidei nepieciešamo. Skolēniem jāveic izvēle, domu kartē jāiesaista mazāks jēdzienu skaits. Analizējot rūpīgāk domu kartes, ir iespējams secināt, kuri jēdzieni, jau no sākuma nepareizi saistīti savā starpā. Iespējams noskaidrot, vai mācību process ir bijis efektīvs un šīs kļūdas tā beigās ir novērstas.

Stimulējošā domu karte. Skolotājs iedot skolēnam jēdzienus, kuri attiecas uz ļoti specifisku un diezgan šauru ķīmijas tematu. Jēdzienu skaitam, kuru skolēns var saistīt ar galveno jēdzienu ir fiksēts. Katrs skolēns izveido savu domu karti, izmantojot jēdzienus un saistības, kuras viņš uzskata par galvenajām. Jāatceras, ka skolēnam jābūt pietiekamām priekšzināšanām. Izmantojot doto pieeju, grūti novērtēt skolēna izaugsmes dinamiku un salīdzināt savā starpā skolēnus. Tomēr šī iespēja ļauj noskaidrot, kādi jēdzieni visvairāk saista skolēnus, respektīvi par ko ir lielāka interese.

Vairākos pētījumos ir akcentēta doma, ka izmantojot domu kartes vidusskolā, dominēja centieni tās vērtēt ar atzīmi. Par kritēriju tika izmantots saistību skaits un pareizība, vairāku līmeņu hierarhija. Aizvien vairāk parādās pierādījumu tam, ka domu karte ir ārkārtīgi noderīga metode formatīvajai vērtēšanai, kura noder nodarbības vai kursa novērtēšanai un mācīšanas procesa uzlabošanai. Pasniedzējam ir svarīgi novērtēt, izmantojot domu karti, ko skolēns jau zina, un kādā veida kognitīvās izmaiņas notiek kursa gaitā [28,29].

Tādējādi domu karti var izmantot, kā pedagoga, tā arī skolēna darba efektivitātes radītāju.

1. Konstruēto domu karšu kvalitāte korelē ar nobeiguma vērtēšanas darbu rezultātiem.
2. Domu kartes demonstrē reālo skolēnu zināšanu līmeni attiecīgajā kursā vai priekšmetā.

3. Domu kartes parāda saistību ar citām koncepcijām un jēdzieniem
4. Domu karte parāda mācību metodes efektivitāti.
5. Domu karte skolotājam var novērtēt arī paša darbu, izveidotā kursa, nodarbības vai metodes reflektējošai novērtēšanai.

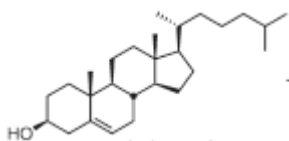
2. PRAKTISKĀ DAĻA

Praktiskā daļa sastāv no laboratorijas darbu aprobācijas un pilnveidošanas un izveidotā moduļa aprobācijas.

2.1. Holesterīna izdalīšana no olas dzeltenuma

Darba uzdevums

Izdalīt holesterīnu no olas dzeltenuma un veikt izdalītā holesterīna attīrīšanu 2.1. attēls.



2.1. att. Holesterīna struktūrformula.

Vielas un piederumi

Silikagels (40-60 μ), 20 g, kvarca smilts 5 g, kālija karbonāts K_2CO_3 1 g, etilacetāts 60 mL, petrolēteris 300 mL, metanols 10 mL, cikloheksāns 20 mL, 1,2-dihloretāns 10 mL, dihlormetāns 40 mL, acetons 10 mL, skābeņskābe $H_2C_2O_4$ 1 g.

Darba gaita

1. 250 mL apaļkolbā pārvieto izvārīto vienas olas dzeltenumu. Pievieno 1 g K_2CO_3 , 5 g smilts un 10 mL metanola. Maisa līdz iegūst viendabīgu maisījumu. Pievieno 20 mL cikloheksāna un samaisa līdz viendabīgam maisījumam. Izmantojot rotācijas ietvaicētāju, atdestilē šķīdinātājus. Destilācijas laikā sagatavo hromatogrāfijas kolonnu, izmantojot 15 g silikagēla un 15 mēģenes. Pagatvo eluentu no 30 mL etilacetāta un 170 mL petrolētera.
2. Pēc šķīdināja atdestilācijas 250 mL apaļkolbā pievieno 30 mL dihlormetāna CH_2Cl_2 un rūpīgi samaisa. No apaļkolbas dihlormetānu pārnes hromatogrāfijas kolonnā un ļauj šķīdinātājam iziet cauri kolonnai. Sākumā pievieno nelielu eluenta daudzumu.
3. Tiklīdz eluents sāk iztecēt no hromatogrāfijas kolonnas, pakāpeniski pievieno eluentu, lai hromatogrāfijas kolonna nepaliktu sausa. Katrā mēģenē savāc apmēram 10 mL eluenta. Minimālo frakciju skaits ir 15. Frakcijas pārbauda, izmantojot plānslāņa hromatogrāfiju. Pārsvārā, holesterīnu nosaka, sākot ar 6 frakciju.
4. Savāktās frakcijas, kurās tika noteikts holesterīns apvieno un rotācijas ietvaicētājā atdestilē eluentu. Iegūto holesterīnu nosver un pārbauda kušanas temperatūru.

5. Holesterīns veido ar skābeņskābi kompleksu savienojumu, molārās attiecībās 2:1. Izdalīto holesterīnu pārnes 50 mL koniskajā kolbā un izšķīdina 5 mL 1,2-dihloertānā. Pievieno 80 mg skābeņskābes un šķīdumu uzsilda līdz 60-70 °C. Pēc sildīšanas kolbas saturu atdzesē, vispirms līdz istabas temperatūrai, pēc tam izmantojot ledus un ūdens maisījumu. Iegūto gēlu, mazgā ar 1,2-dihloretānu un nofiltrē pazeminātājā spiedienā. Iegūto holesterīnu pārkristalizē no ūdens [30, 31, 32].

2. 2. Augu pigmentu maisījuma sadalīšana ar plānslāņa hromatogrāfijas metodi

Darba uzdevums

Izdalīt pigmentus no spināta lapām un veikt izdalīto pigmentu sadalīšanu un identificēšanu, izmantojot plānslāņa hromatogrāfija.

Vielas un piederumi

Spinātu lapas 0,5 g, bezūdens magnija sulfāts $MgSO_4$ 0,5 g, acetons 2,0 mL, petrolēteris, cikloheksāns, etilacetāts, metanols, hromatogrāfijas plāksnīte.

Darba gaita

1. Nosver 0,5 g svaigus spināta lapas. Piemēram, saberž spināta lapas, pievieno 0,5 g bezūdens magnija sulfāta un kvarca smiltis.
2. Pārnes iegūto maisījumu mēģenē un pievieno 2,0 mL acetona. Mēģeni noslēdz ar aizbāzni un kārtīgi krata vienu minūti.
3. Lai nostādinātu maisījumu, mēģeni atstāj mēģenes statīvā 10 minūtes. Ja ir pieejama centrifūga, daļu no ekstrakta pārnes centrifugēšanai.
4. Sagatavo eluentu hromatogrāfijai: petrolēteris (35-60 °C) 60%, acetons 10%, cikloheksāns 16%, etilacetāts 1%, metanols 4%. Eluentu iepilda vārglāzē, lai pārklātu 0,5 cm no hromatogrammas.
5. Ieteicamais hromatogrammas izmērs ir 3,5 x 9,0 cm. Ar zīmuli uznes starta līniju 1,0 cm no hromatogrammas sākuma.
6. Ja ir pieejams uznes arī hlorofila *a*, hlorofila *b* un beta-karotīna tīrus pigmentus. Hromatogrammu attīsta UV gaismā [33,34].

2. 3. DNS izdalīšana no zemenēm

Darba uzdevums

Izdalīt DNS no zemenēm

Vielas un piederumi

Nātrija hlorīds NaCl 5 g, ziepju šķīdums, etanols 50 mL.

Darba gaita

1. Polietilēna maisiņā saspiež zemenes un pievieno 25 mL DNS ekstrahenta. Iegūst viendabīgu maisījumu. DNS ekstrahentu sagatavo 500 mL ūdenī, pievienojot 5 mL ziepes un 5 g NaCl. Izmantotajām ziepēm jābūt bez piedevām.
2. Iegūto šķīdumu nofiltrē, izmantojot kroku filtru.
3. Pievieno 90 mL etanola, vai arī, ja šķīdums netika līdz galam nofiltrēts, tad trīs reiz lielāku tilpumu, nekā filtrāta tilpums. Svarīgi, lai etanols būtu atdzesēts.
4. Tik līdz tiek pievienots etanols, novēro DNS izdalīšanos. DNS molekulas var pazīt pēc tā, ka tās atradīsies uz robežvirsmas starp filtrāta šķīdumu un metanolu, līdz ar to svarīgi pievienojot etanolu nesakratīt šķīdumu.
5. Izmantojot stikla nūjiņu izdala DNS pavedienus no šķīduma maisījuma un pārnes mēģenē.
6. Pievieno mēģenes saturam 0,5 mL ūdens. Ar aizbāzni noslēdz mēģeni un kārtīgi samaisa. DNS izšķīst, veidojot viendabīgu maisījumu [32-35].

2. 4. DNS hidrolīze un iegūto hidrolīzes produktu analīze ar plānslāņa hromatogrāfijas metodi

Darba uzdevums

Veikt izdalītā DNS hidrolīzi un iegūto hidrolīzes produktu kvalitatīvu analīzi, izmantojot plānslāņa hromatogrāfiju.

Vielas un piederumi

Varglāze 500 mL, sālsskābe, 3M HCl 10 mL, mēģene, plītiņa

Darba gaita

1. 350 mL ūdens 500 mL varglāzē uzsilda uz plītiņas līdz 95 °C .

2. Pārnes 2 mL šķīduma no DNS ekstrahēta parauga un pārnes mēģenē.
3. Mēģenes saturu silda vārglāzē, apmēram 30 minūtes. Paralēli kontrolē temperatūru vārglāzē, lai tā nebūtu zemāka par 95 °C.
4. Pēc karsēšanas lēni atdzesē mēģeni līdz istabas temperatūrai. Uzmanīgi pievieno 2 mL ūdens un 4 mL 3M sālsskābes HCl DNS šķīdumam.
5. Atkārtoti karsē mēģenes saturu ūdens vannā 30 minūtes 95 °C.
6. Sagatavo slāpekļa bāzu standāršķīdumus: 0,1 g adenīna, timīna un citozīna izšķīdina 100 mL ūdens. Ja slāpekļa bāze nešķīst, pievieno vēl papildus 20 mL ūdens.
7. Veic plānslāņa hromatogrāfiju, par eluentu izmanto ūdeni. Lai ātrāk izžāvētu hromatogrammu, var izmantot fēnu. Attīstīšanu veic, izmantojot UV gaismā [32,33-35].

2. 5. A Vitamīna noteikšanā margarīnā

Darba uzdevums

Noteikt A vitamīna saturu margarīnā.

Vielas un piederumi

Dalāmā piltuve 500 mL, birete 25 mL, UV lampa, spektrofotometrs, margarīns, petrolēteris (30-60 °C), 95% etanols, dietilēteris, stikla vate, sorbents, alumīnija oksīds, Al₂O₃.

Darba gaita

1. Nosver uz pulksteņstikla 10 g margarīna. Pārnes 10 g margarīna 250 mL koniskajā kolbā. Pulksteņstiklu skalo ar 95% etanola. Pievieno 25 mL 50% KOH šķīduma. Konisko kolbu silda uz elektriskās plītiņas līdz vārīšanai temperatūrai. Šķīdumu vara 5 minūtes. Vārīšanas gaitā šķīdumu vairākās reizes samaisa. Pēc vārīšanās, šķīdumu atdzesē līdz istabas temperatūrai.
2. Sagatavo hromatogrāfijas kolonnu. 25 mL hromatogrāfijas kolonnā ievieto stikla vati. Pievieno 15-16 mL petrolētera (30-60 °C). Pārnes 20 g alumīnija oksīda hromatogrāfijas kolonnā. Eluēšanās gaitā, eluentu pievieno tā, lai virs sorbenta slāņa atrastos vismaz 0,5 mL eluenta.
3. Iegūto šķīdumu pārnes 500 mL dalāmajā piltuvē. Konisko kolbu mazgā ar 50 mL ūdens. Pievieno 100 mL dietilētera dalāmajā piltuvē. Noslēdz dalāmo piltuvi un kārtīgi samaisa. Atdala dietilētera slāni 250 mL vārglāzē. Ūdens slāni atkārtoti ekstrahē ar 100 mL dietilētera. Apvieno dietilētera ekstraktus.

4. Pārnes dietilētera ekstraktu 300 mL vārglāzē. Pievieno 3-5 g bezūdens nātrija sulfātu Na_2SO_4 un uzmanīgi krata 5 minūtes, lai izžāvētu ekstrahentu. Rotācijas ietvaicētājā atdestilē dietilēteri. Atzēsē ledus vannā iegūto dzelteno eļļaino šķidrumu. Pievieno 5 mL petrolētera un pārvieto 10 mL mērkolbā. Mērkolbu piepilda līdz atzīmei ar petrolēteri.
5. Pārnes precīzi 5 mL petrolētera hromatogrāfijas kolonnā. Eluē paraugu, izmantojot petrolēteri. Pirmie izdalās karotīni, A vitamīnu pārvietošanu kolonnā var vērot, izmantojot UV lampu, A vitamīns fluorescē kolonnā. Savāc fluorescējošo frakciju un atdestilē dietilēteri. Iegūst eļļainu šķidrumu. Lai attīrītu A vitamīnu, pievieno 5 mL absolūtā etanola un pārnes 10 mL mērkolbā, uzpilda mērkolbu līdz atzīmei.
6. Paraugu fotometrē pie 325 nm, kā salīdzināšanas šķidrumu izmanto metanolu. Aprēķina vitamīna saturu 1 kg margarīnā [36,37, 38].

2.6. Faktori, kuri ietekme enzīmu aktivitāti

Darba uzdevums

Izdalīt no kartupeļiem enzīmu un izpētīt faktorus, kuri ietekmē enzīmu aktivitāti.

Vielas un piederumi

Kartupelis 10 g, smilts 5 g, 100 mL vārglāze, piesta ar piestalu, nātrija fluorīda 2% šķīdums.

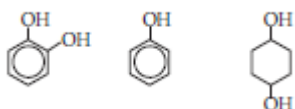
Darba gaita

1. Enzīmu ekstrakta sagatavošana. No kartupeļiem ir iespējams iegūt polifeniloksidāzes ekstraktu. Ekstrakts būs nepieciešams līdz laboratorijas darba beigām. Nosver 10 g nomizotus kartupeļus. Sagriež kartupeļus mazos gabaliņos un saberž piestā. Pievieno piestā 5 mL ūdens un 5 g smilts. Kārtīgi homogenizē maisījumu un mazgā maisījumu 100 mL vārglāzē, izmantojot 2% nātrija fluorīda (NaF) šķīduma.
2. Atstāj maisījumu 2 minūtes nostādināšanai un maisījumu nofiltrē 100 mL vārglāzē, izmantojot auduma. Iegūtais filtrāts satur polifenoloksidāzi.
3. Enzīmi katalizē tikai specifiskus substrātus. Izpēta vairāku iespējamo substrātu šķīdumus 2.1. tabulā.

Substrāta savienojumi.

Mēģenes Nr.	Sastāvs
1.	1 mL destilēta ūdens
2.	1 mL 0,01 M pirokatehīna šķīdums
3.	1 mL 0,01 M fenola šķīdums
4.	1 mL 0,01 M cikloheksān-1,4-diola šķīdums

Dejonizēto ūdeni izmanto kā kontrolšķīdumu.

**2.2. att. Substrātu molekulu struktūrformulas.**

- Substrāta šķīdumus termostatē 37 °C. Četrās mēģenes iepilina 3 mL enzīma šķīduma un arī termostatē 37 °C. Enzīmu šķīdumiem, pievieno attiecīgo substrātu šķīdumus.
- Pēc 5 minūtēm salīdzina 2., 3., un 4. mēģeņu krāsas. Sakārto mēģenes pēc brūnas krāsas intensitātes. Brūna krāsa raksturo oksidēšanas procesu, kas tiek katalizēt ar polifenoloksidāzi.
- Sagatavo 4 mēģenes ar dažādu pirokatehīna koncentrāciju 2.2 tabulā.

2.2. tabula

Substrāta dažādas koncentrācija.

Mēģenes Nr.	Sastāvs
1.	2 mL 0,01 M pirokatehīna šķīdums
2.	1,5 mL 0,01 M pirokatehīna šķīdums un 0,5 mL ūdens
3.	1,0 mL 0,01 M pirokatehīna šķīdums un 1,0 mL ūdens
4.	0,5 mL 0,01 M pirokatehīna šķīdums un 1,5 mL ūdens

- Mēģenes termostatē 37 °C. Katrā mēģenē pievieno 3 mL enzīmu šķīduma, kas iepriekš ir termostatēts 37 °C. Pēc 5 minūtēm novērtē katras mēģenes krāsu [39, 40, 41].

2.7. Kvalitatīva ķīmisko elementu noteikšana pelnos

Darba uzdevums

Kvalitatīvi noteikt ķīmisko elementus pelnos, izmantojot raksturīgas ķīmiskās reakcijas!

Vielas un piederumi

Pelni, filtrpapīrs, mēģenes, mēģeņu statīvs, priekšmetstikls, Pastera pipetes, stikla nūjiņa, mikroskops, dejonizēts ūdens, 10% sālsskābe HCl, 1% sērskābes šķīdums, 1% sāļu šķīdumi: nātrija heksanitrokuprāts(II)plumbāts(II) $\text{Na}_2[\text{CuPb}(\text{NO}_2)_6]$, nātrija dihidrogēnortfosfāts NaH_2PO_4 , amonija molibdāts $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ maisījumā ar slāpekļskābi HNO_3 , stroncija nitrāts $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$, kālija heksaciānoferāts(II) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

Darba gaita

1. Sagatavo no pelniem divus ekstrahentus izmantojot dejonizēto ūdeni un 10% sālsskābi. Pārnes katrā mēģenē 1g pelnu un pievieno pirmajā mēģenē 3 mL dejonizētā ūdens, otrajā mēģenē 3 mL 10% sālsskābes. Kārtīgi samaisa mēģeņu saturu, izmantojot piltuvi un kroku filtru nofiltrē mēģenēs. Ūdens ekstraktā pārbauda hlorīdjonu Cl^- saturu.
2. Sālsskābes ekstraktā pārbauda kālija, kalcija, magnija un dzelzs(III) katjonus un fosfāt- un sulfātanjonu saturu. Kvalitatīvo reakciju veic, gan pilienu platē, gan uz priekšmetstikliņa, ļaujot šķīdinātajam iztvaikot un apskatot iegūtos kristālus mikroskopā.
3. Pirms pelnu ekstrakta analīzes, kvalitatīvās pierādīšanas reakcijas veic ar jonu šķīdumiem, pierakstot novērojumus [42, 285-286].

Jonu analīze pelnos

Nr.p.k.	Analizējamais jons	Reāģents	Novērojums	Kristālu shematiskais attēlojums mikroskopā
1.	K^+	$Na_2[CuPb(NO_2)_6]$		
2.	Ca^{2+}	H_2SO_4		
3.	Mg^{2+}	NH_3 šķīdums, NaH_2PO_4		
4.	PO_4^{3-}	$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$		
5.	SO_4^{2-}	$Sr(NO_3)_2$		
6.	Fe^{3+}	$K_4[Fe(CN)_6]$		

2.8. Saharozes aizsargājoša ietekme uz augu šūnas citoplazmu

Darba uzdevums

Izpētīt saharozes aizsargājošo funkciju uz augu šūnas citoplazmu zemajās temperatūrās!

Vielas un piederumi

Biešu sakņaugš, $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ saharozes šķīdums, $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ saharozes šķīdums, nātrija hlorīds NaCl, ledus, skalpelis, korķurbis, diametrs 5 mm, asmens, mikroskops, priekšmetstikls.

Darba gaita

1. Sagatavo biešu paraugu. Sagriež gabalos, kuri nav resnāki par 5 mm un ar korķurbi sagatavo trīs paraugus. Paraugus skalo ar auksto ūdeni.
2. Biešu paraugus ievieto katru attiecīgajā mēģenē. Vienā mēģenē pievieno ūdeni, otrajā saharozes šķīdumu ar koncentrāciju $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ un trešajā mēģenē saharozes šķīdumu ar koncentrāciju $1,0 \text{ mol L}^{-1}$.
3. Divdesmit minūtes mēģenes ievieto ledus un ūdens maisījumā un pēc tam sasilda izturot ūdeni istabas temperatūrā.
4. Nepieciešams novērtēt krāsu intensitāti attiecīgajās mēģenēs, krāsu intensitāte ir proporcionāla augu šūnu bojājumiem un pigmenta (antociāna) ekstrakciju šķīdumā.

5. Šūnu bojājumus iespējams novērtēt, izmantojot mikroskopu. Ar skalpeli sagatavo plānu slāni un apskata mikroskopā, izmantojot 100x palielinājumu. Novērtē kopējo šūnu skaitu redzamajā apgabalā un bezkrāsaino šūnu skaitu [42].

2.9. Saharozes ietekme uz olbaltumvielām zemās temperatūrās

Darba uzdevums

Novērtēt saharozes aizsargājošo ietekmi uz olbaltumvielām zemās temperatūrās!

Vielas un piederumi

Kartupeļu bumbuļi, 0,5 mol L⁻¹ un 1,0 mol L⁻¹ saharozes šķīdumi, rīve, nātrija hlorīds NaCl, ledus, mēģenes, mēģeņu statīvs, mērpipete 10 mL, koniskā kolba 250 mL.

Darba gaita

1. Kartupeļu bumbuļi saberž un caur marli nofiltrē, tādā veidā atdalot kartupeļu sulu. Nostādinot šķīdumu, atdala kartupeļu cieti.
2. Šķīdumu uzmanīgi dekantē trijās mēģenes, apmēram, 3 mL katrā mēģenē un pievieno pirmajā mēģenē 3 mL dejonizēta ūdens, otrajā mēģenē 3 mL 0,5 mol L⁻¹ saharozes šķīduma, bet trešajā mēģenē 3 mL 1,0 mol L⁻¹ saharozes šķīduma. Maisījumu kārtīgi sakrata un ievieto ledus un ūdens maisījumā. Pēc 20 minūtēm mēģenes sasilda, ievietojot kristalizatorā ar ūdeni.
3. *Uzmanīgi! Šķīdumu nedrīkst kratīt.* Novērtē olbaltumvielu koagulāciju pēc denaturēto olbaltumvielu koagulācijas un sedimentācijas!

2. 10. Dažādu fermentu izdalīšana un pētījumi

Darba uzdevums

1. Izpētīt ureāzes ietekmi uz urīnvielu.
2. Izpētīt invertāzes ietekmi uz saharozi.
3. Izpētīt amilāzes ietekmi uz cieti.

Vielas un piederumi

1. Sojas milti, 2% urīnvielas šķīdums, fenolftaleīns, dejonizēts ūdens, ūdens vanna, termometrs.

2. Raugs, 0,5% saharozes šķīdums, Tolensa reaģents, mēģenes, mēģeņu statīvs, piesta ar piestalu, ūdens vanna, termometrs.

3. Mieži, ciete, joda šķīdums kālija jodīda šķīdumā (šķīdumu sagatavo 4,4 g joda pievieno 8,8 g kālija jodīda 100 mL ūdenī), dejonizēts ūdens, porcelāna piesta ar piestalu, mēģenes, mēģeņu statīvs, mērcilindrs 10 mL, mērpipete 1 mL, spirta lampiņa, filtrpapīrs.

1. Ievieto mēģenē 1 g sojas miltu, pievieno 3 mL urīnvielas šķīduma un pilienu fenolftaleīna. Uzsilda mēģeni 25-30 °C ūdens vannā. Novēro izmaiņas!
2. Sasmalcina piestā 0,5 g rauga ar kvarcu smiltim, pievieno 3 mL ūdens 40 °C un saberž atkārtoti. Iegūto šķīdumu nofiltrē caur kroku filtru citā mēģenē. Divās mēģenes pievieno 1 mL saharozes šķīdumu, vienā mēģenē pievieno 5 pilienus rauga ekstrakta un uzsilda abas mēģenes līdz 40 °C. Uztur šādu temperatūru 15 minūtes. Pārbauda abās mēģenēs monosaharīdu klātni!
3. Miežu sēklas sadiedzē un izžāvē. Vienu tējkaroti sēklu saberž piestā, pievieno 3 pilienus glicerīna un 15-20 mL dejonizētā ūdens. Maisījumu samaisa un atstāj 30 minūtes. Maisījumu nofiltrē, iegūtais filtrāts satur amilāzi. Sagatavo 10 mēģenes. Ielej 10 mL ūdens un 3 pilienus joda šķīduma un pievieno 10 mL 2% cietes šķīdumu un 1 mL filtrāta no miežu iesala. Mēģeņu saturu kārtīgi maisa, notiek cietes hidrolīze. Pēc katrām 5 minūtes pārnes no vienas uz otru mēģeni 3 pilienus šķīduma. Uzmanību! Pipeti katru reizi rūpīgi jāskalo! Novērtē joda un cietes hidrolīzes produktus krāsu!

2.11. Enzīmu kinētikas pētījums

Darba uzdevums

1. Izpētīt enzīmu koncentrācijas ietekmi uz reakcijas ātrumu.
2. Izpētīt pH ietekmi uz reakcijas ātrumu.
3. Izpētīts temperatūras ietekmi uz reakcijas ātrumu.
4. Izpētīt substrāta koncentrācijas ietekmi uz reakcijas ātrumu.
5. Izpētīt inhibitora ietekmi uz reakcijas ātrumu.

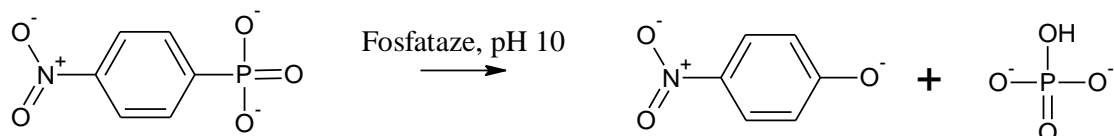
Norādījumi

Pētījums tiek veikts, kā substrātu izmantojot p-nitrofenilfosfātu un vēršu fosfatāzi kā enzīmu 2.3. attēls.

Reakcijas ātrums tiks pētīts, izmantojot produkta absorbcijas mērījumus 410 nm atkarībā no laika. Katru reizi absorbcijas vērtību fiksē katras 5 sekundes 2 minūšu laikā. Kopējais šķīduma tilpums ir 3,1 mL. Vienmēr izmanto 3,0 mL substrāta šķīduma un 0,1 mL

šķīduma, kurš sastāv no buferšķīduma un enzīma. Tukšais mēģinājums ir 3 mL *Tris* buferšķīdums. Substrāts tiek šķīdināts 1 mol L⁻¹ *Tris* buferšķīdumā. Atšķaidījumos izmanto *Tris* buferšķīdumu.

Enzīmu vienmēr pievieno pēdējo. Pirms mērīšanu uzsākšanās, kivetī pārsedz ar parafilmu un ātri apgāž, tādā veidā samaisot analizējamo šķīdumu. Katrai situācijai mērījumus veic divas reizes.



2.3. att. Enzīmatiskā fosfatāzes reakcija ar p-nitrofenilfosfātu

Darba gaita

Enzīmu koncentrācijas ietekme uz reakcijas ātrumu.

1. Izvēlās četrus dažādus enzīma šķīduma tilpumus, bet substrāta tilpums ir 3,0 mL ar koncentrāciju 1,0 mg mL⁻¹.
2. Izmanto 10, 20, 30 un 40 μL enzīma šķīduma.
3. Pievieno attiecīga buferšķīduma tilpumu, lai kopējais tilpums vienmēr būtu 100 μL.

Izpētīt pH ietekmi uz reakcijas ātrumu.

Lai izpētītu enzīmu aktivitāti atkarībā no pH, tiek pieņemts, ka enzīma proponēšanās ir atgriezenisks process.

1. Pētījumā tiks izmatots 25 μL enzīma šķīduma .
2. Pievieno 3,0 mL substrāta ar koncentrāciju 1,0 mg mL⁻¹.
3. Atšķaida substrātu līdz nepieciešamai koncentrācijai, izmantojot buferšķīdumu.
4. Nepieciešamo pH vērtību iegūst pa pilienam pievienojot attiecīgo buferšķīdumu, izmanto pēc iespējas skābāku vai sārmaināku buferšķīdumu, lai neradītu papildus atšķaidīšanas efektu.
5. pH mērījumiem visērtāk ir izmantot kopējo tilpumu 3,025 mL, nevajag atšķaidīt kopējo tilpumu līdz 3,1 mL. Pievieno 25 μL substrāta, kura šķīduma pH ir zināms.
6. Salīdzina pH 7,0; 8,0; 9,0; 10,0 un 11,0.

Izpētīt temperatūras ietekmi uz reakcijas ātrumu

1. Nepieciešams uzsildīt 100 μL enzīma šķīduma apmērām līdz 70 °C.
2. Izmanto 25 μL uzsildīta enzīma šķīduma, pievieno 3,0 mL substrāta šķīdumam, ar koncentrāciju 1,0 mg mL⁻¹ un pievieno 75 μL buferšķīduma, līdz kopējam tilpumam 3,1 mL.

3. Salīdzina ātrumu, izmantojot uzsildīto enzīma šķīdumu ar neuzsildītu, izmantojot tādus pašus tilpumus, pH vērtību un kopējo šķīduma tilpumu.

Izpētīt substrāta koncentrācijas ietekmi uz reakcijas ātrumu

1. Izmanto 3,0 mL substrāta šķīdumu. Kopējam šķīduma tilpumam ir jābūt 3,1 mL.
2. Katrā mēģinājumā izmanto konstantu enzīma tilpumu 25 μL .
3. Substrāta koncentrāciju maina no 4,0 līdz 0,25 mg mL^{-1} , izmantojot buferšķīdumu, katru reizi atšķaidot divas reizes iepriekšējo šķīdumu.

Izpētīt inhibitora ietekmi

1. Kā inhibitorus izmanto, fosfātjonu un EDTA.
2. Aizvieto 75 μL tilpumu buferšķīduma ar ekvivalentu tilpumu 0,050 mol L^{-1} inhibitora šķīduma.
3. Pētījumā izmanto konstantu tilpumu ar enzīma šķīdumu un substrāta koncentrāciju 1,0 mg mL^{-1} [31,36].

Pedagoģiskajā pētījumā par pamatmetodi tika izmantots pedagoģiskais eksperiments. Eksperiments mūsdienu pedagoģijas zinātnē sniedz nozīmīgas atziņas, jo ļauj analizēt sakarības un uzkrājot, nepieciešamo informāciju, ļauj izvirzīt arī teoriju, kura izskaidro cēloņsakarības. Eksperiments ir pētīšanas metode, kura izpaužas kā pētāmās parādības atkārtošana kontrolētos apstākļos.

Eksperimentiem var attiecināt ne tikai zinātniskos pētījumus, bet tie ir arī profesionāla skolotāja vai augstskolas docētāja meklējumi un pašnovērtēšana.

Uzsakot eksperimentu, nepieciešams rūpīgi izpētīt literatūru un savākt nepieciešamo informāciju par pētījuma objektu, konstatēt esošo situāciju, lai varētu būt droši par izmaiņām procesā un sasniegumu uzskaitē.

Eksperiments ļauj:

1. ieviesto izmaiņu pārbaudei nosacīti atdalīt pētāmo parādību no citām un ievākt attiecīgos datus.
2. mērķtiecīgi izmantot izraudzītos pedagoģiskus līdzekļus un uzkrāt datus, kuri apliecina iegūtos rezultātus jeb skolēnu sasniegumus.
3. atkārtot pētāmos procesus, mainot atsevišķās pētāmās pedagoģiskās parādības līdzīgos apstākļos, lai pārlicinātos par sasniegumu noturīgumu un ar to izmaiņu efektivitāti.

Ar eksperimenta palīdzību ir iespējams sakrāt nepieciešamo faktu kopumu, kuru var izmantot objektīvo sakarību konstatēšanai. Kā zinātniskā pētīšanas metode, eksperiments ir kompleksa metode, kura ietver novērošanu, pārrunas, anketēšanu u.c.

Nepieciešamības gadījumā skolēnu novērojumos tika izmantota novērošanas matrica, kura ir ērta pierakstu uzkrāšanai par nepieciešamo parādību.

Matrica tika sagatavota iepriekš, jo izmantojot novērošanas matricu, uzreiz notiek arī faktu klasifikācija. Ja matricā atkārtojas viens un tas pats faktors, kas ir nevēlams, tad šīs parādības atkārtojamību jāpēta tālāk, lai noskaidrotu cēloņus

Datu uzkrāšanu nav jāveic patstāvīgi, un nav jāizvēlas daudz skolēnus, jākoncentrējas uz konkrētajiem skolēniem, un uz konkrētu parādību, kuru var arī novērot atkarība no laika, skolēnu darbības, ārpusstundu darbības [43].

3. REZULTĀTI UN TO IZVĒRTĒJUMS

3.1. Pētījuma objekta raksturošana

Pētījumā piedalījās 23 skolēni no 10. klases līdz 12. klasei. Skolēni pieteicās pulciņa nodarbībām „Mazā ķīmijas universitāte.” Pulciņa darbība tiek realizēta sadarbībā starp Latvijas Universitātes Ķīmijas fakultāti un Rīgas Dabaszinību skolu. Nodarbības notiek vienu reizi nedēļā no plkst. 16.45 līdz 20.30, respektīvi sešas akadēmiskās stundas. Pētījumā piedalījās 16 meitenes un 7 jaunieši. Attiecīgais vecuma jeb klašu sadalījums bija: četrpadsmit skolēni 12. klases skolēni, četri 11. klases skolēni un pieci skolēni bija no 10. klases. Daži skolēni bija pazīstami savā starpā, jo nāca no vienas skolas, un pat no vienas klases, bet pārsvārā tie bija dažādu skolu skolēni, līdz ar to nebija pazīstami savā starpā. Trīs skolēni jau apmeklēja šo pulciņu iepriekšējā gadā. Izvērtējot kopīgo skolēnu skaitu, un laboratorijas iespējas, tika nolemts izveidot vēl vienu papildus grupu un sadalīt skolēnus divās grupās. Skolēni tika informēti par iespēju apmeklējot 2011./2012. mācību gada nodarbības apgūstot bioķīmijas moduli. Skolēniem tika piedāvāta anketa, lai iegūtu vairāk informācijas.

Izvērtējot skolēnu atbildes tika konstatētas divas problēmas, viena no tām bija saistīta ar skolēnu mācībām dažādās klašu grupās, t.i., dažādām priekšzināšanām organiskajā ķīmijā. Vairumam skolēnu par organisko ķīmiju bija priekšzināšanas tikai no 9. klases, un tikai 4 skolēniem 11. klasē bija apguvuši divus vidusskolas organiskās ķīmijas divus tematus. Līdz ar to tika pieņemts lēmums pirmajā semestrī apgūt organiskās ķīmijas pamatzināšanas un 1. tematu no bioķīmijas kursa „Ūdens – bioloģiskais šķīdinātājs”. Tādā veidā attiecīgi skolēnu priekšzināšanas maksimāli tuvināt līmenim, kāds tas nepieciešams moduļa apguves uzsākšanai.

Anketēšanas rezultātu apkopojums

1.	Kurā klasē Jūs pašlaik mācāties?							
	9.kl.	0%	10.kl.	21,7%	11.kl.	17,4%	12.kl.	60,9%
2.	Kādus tematus Jūs apgūvat no organiskās ķīmijas?							
	Tikai 17,4% apguva 11. Klasē organiskās ķīmijas pamatus.							
3.	Kā Jūs raksturosiet savas zināšanas dabas zinātnes priekšmetos un matemātikā? (Novērtējiet ar atzīmi no 1 līdz 10)							
	Vidējā atzīmē							6,4
4.	Kāpēc izvēlaties apmeklēt bioķīmijas kursu? Izvēlēties no piedāvātiem variantiem, vai ierakstiet savu!							
	Plānoju saistīt ar nākamo profesiju	Gribu dabūt labāku atzīmi ķīmijā	Gribu paplašināt savu redzes loku	Cits iemesls				
	17,4%	17,4%	26,1%	39,1				
5.	Kāda ir Jūsu attieksme pret dabas zinātnes priekšmetiem? (Novērtējiet ar atzīmi no 1 līdz 10, sliktākā attieksme – 1, labāka attieksme 10)							7,1
6.	Kādus mērķus, Jūs gribat sasniegt apmeklējot bioķīmijas kursu?							
	Mērķi starp skolēniem atšķiras ļoti krasi, bet akadēmiskie mērķi (labi sasniegumi priekšmetā, zināšanas, prasmes) bija raksturīgi 56,5%.							
7.	Kāds priekšmets Jums liekas visinteresantākais?							
	Analizējot anketēšanas rezultātus pirmajā vietā minēja bioloģiju, bet otrajā vietā minēja fiziku. Līdz ar veidojot, projekta darbu, viennozīmīgi jāietver šie priekšmeti.							
8.	Izdomājiet nosaukumu modulim, kuru Jūs vēl gribētu apmeklēt?							
	Pirmajā vietā pēc biežuma, ar dažādām variācijām, tika minētā moduļi, kuri saistīti ar medicīnu. Līdz ar to ,meklējot piemērus, bioķīmijas kursā lietderīgi bija izmantot piemērus no medicīnas.							
9.	Kāda ir gada atzīme attiecīgajā priekšmeta iepriekšējā mācību gadā?							
	Matemātika (vidējā)							7,2
	Ķīmija (vidējā)							6,9
	Bioloģija (vidējā)							8,1
	Fizika (vidējā)							7,8

10.	Cik bieži Jūs izstrādājat skolā laboratorijas darbus skolā?			
	1 reizi divās nedēļās	1 reizi mēneši	1 reizi semestrī	Nepildām laboratorijas darbus
	13,0%	8,7%	8,7%	69,6%
11.	Cik bieži Jūs izstrādājat pētnieciskos laboratorijas darbus skolā?			
	1 reizi divās nedēļās	1 reizi mēneši	1 reizi semestrī	Nepildām pētnieciskos laboratorijas darbus
	0%	0%	30,4%	69,6%
12.	Cik bieži Jūs strādājat grupās ķīmijas stundās?			
	1 reizi divās nedēļās	1 reizi mēneši	1 reizi semestrī	Nestrādājām grupās
	0%	0%	78,3	21,7

Analizējot apkopotos anketas rezultātus, tika konstatēta vēl viena problēma. 70% skolēnu vispār nav sistemātiski strādājuši laboratorijā, līdz ar to nebija apgūtas pat vienkāršas eksperimentālā darba prasmes. Izvērtējot šo situāciju, bija nepieciešams strādāt ar skolēniem, ne tikai apgūstot un padziļinot organiskās ķīmijas zināšanas, bet arī attīstot pamateksperimentālās prasmes. Anketas analīze liecināja, ka skolēniem ir ļoti pozitīva attieksme un vēlme piedalīties mācību procesā, kas ir ļoti būtiska sekmīgam darbam. Bez tam skolēnu akadēmiskie sasniegumi dabas zinātnes priekšmetos un matemātikā bija augstas, kam vajadzētu atvieglot jaunas vielas apguvi.

Analizējot datus par skolēniem, bija nepieciešamība papildus pētīt skolēnus, kuri jau apmeklēja pulciņa nodarbības iepriekšējā gadā, jo pastāvēja risks, ka atkārtot eksperimentālās prasmes, viņiem būs garlaicīgi un zaudēs interesi. Līdz ar to, 4 nodarbības pēc kārtas, tika izveidota novērojumu matrica, un tika novēroti trīs skolēni, kuri jau apmeklēja pulciņu iepriekšējo gadu. Katrs novērošanas priekšmets katram skolēnam atsevišķi tika novērtēts ar 1, vai ar 0, un tad šo 3 skolēnu 4 nodarbību rezultāti tika sasummēti kopā 3.2. tabula, uztverot šos skolēnus ka vienotu grupu, jo viņi arī ciešāk savā starpā kontaktējas, bet bija svarīgi noskaidrot viņu attieksmi pret citiem, kuri bija apguvuši krietni mazāk eksperimentālās prasmes.

Novērojumu rezultātu apkopojums

Novērošanas priekšmets:	Ļoti izteikts, vienmēr	Izteikts, bieži	Nav izteikts, drīzāk reizēm	Gandrīz nemaz nav izteikts, ļoti reti
Uzmanība	2	6	2	2
Aktivitāte	0	8	4	0
Interese	1	5	4	2
Citu skolēnu konsultēšana	2	8	2	0
Palīdzība skolēniem laboratorijas darba gaitā	2	10	0	0

Rezultāti liecina, ka neskatoties uz to, ka vairākas eksperimentālās prasmes šiem četriem skolēniem jau bija apgūtas, skolēni būtiski nezaudēja interesi un aktivitāti, tomēr tā bija zemāka nekā pārējiem skolēniem. Galvenais novērojumu mērķis, tomēr bija novērtēt, kādā veidā šie skolēni veidos komunikāciju ar pārējiem grupasbiedriem. Tika pieņemts lēmums, ka šo skolēnu pieredze jāizmanto, lai palīdzētu un konsultētu skolēnus ar vajākam eksperimentālajām prasmēm.

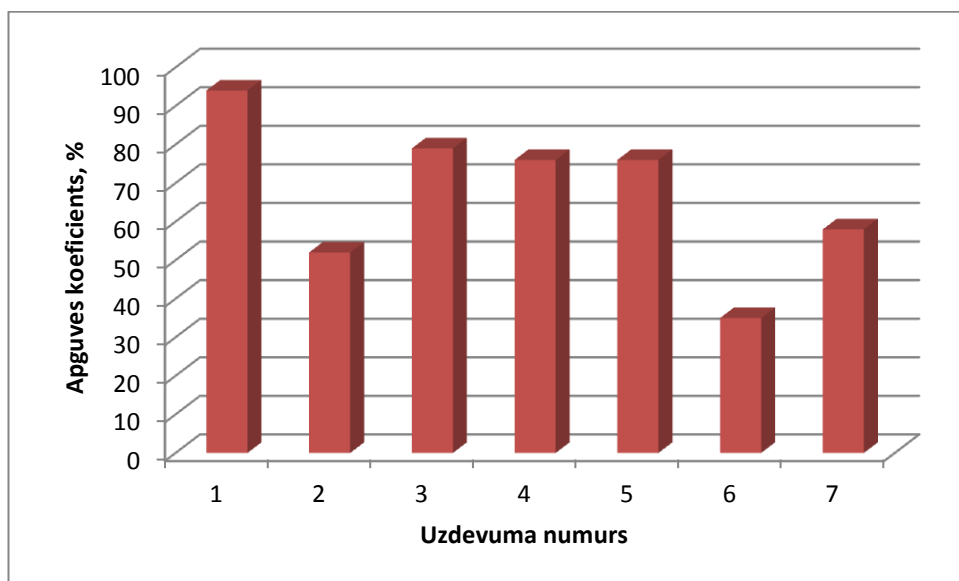
Šī pieeja izrādījās noderīga.

Pēc pirmā semestra, tika rīkots diagnosticējošais darbs, lai noskaidrotu, kāds ir skolēnu zināšanu līmenis, un vai viņi ir gatavi sākt apgūt bioķīmijas moduli. Diagnosticējošais darbs tika veidots tajā iekļaujot uzdevumus, kas atbilst nozīmīgākajiem skolēnu sasniedzamajiem rezultātiem organiskajā ķīmijā, ietverot 4 tematus.

1. Ogļūdeņražu uzbūve, nomenklatūra.
2. Ogļūdeņražu reakcijas.
3. Ogļūdeņražu hidroksilatvasinājumi un karbonilatvasinājumi.
4. Karbonskābes un to atvasinājumi.

Darbs pildīšanas laiks - 60 minūtēs. Darbs sastāvēja no vienas daļas, kurā bija ietverti 7 uzdevumi.

Diagnosticējoša darba vērtējumu apkopotie rezultāti ir parādīt 3.1, 3.2. attēlā un 3.3., 3.4. tabulā.

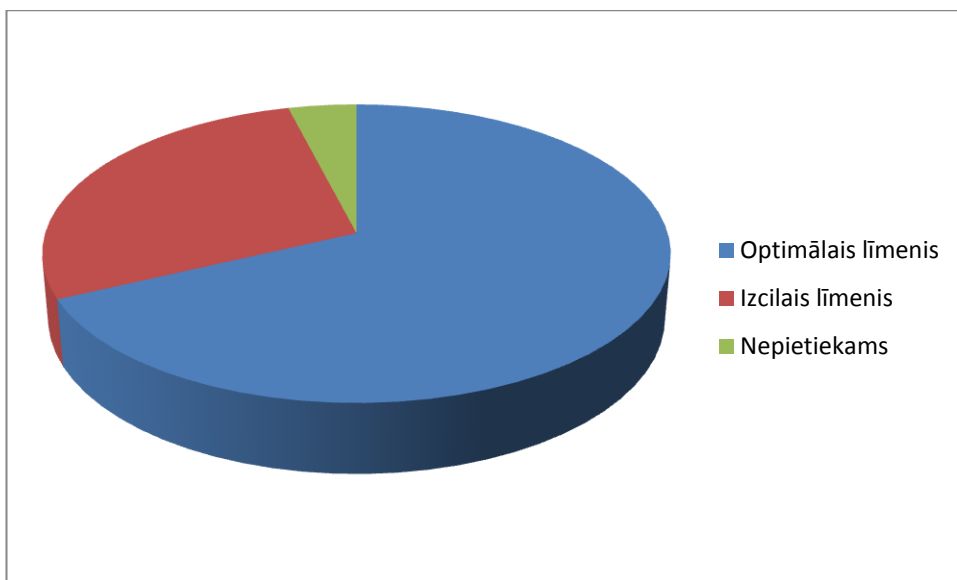


3.1. att. Apguves koeficienta vērtības diagnosticējošā darbā

3.3. tabula

Apguves koeficienta vērtības diagnosticējošā darbā

Uzdevumu numurs	Apguves koeficients, %
1	94
2	52
3	79
4	76
5	76
6	35
7	58



3.3. Līmeņu sadalījums, pildot diagnosticējošo darbu

3.4. tabula

Līmeņu sadalījums, pildot diagnosticējošo darbu

Līmenis	Skolēnu skaits, %
Optimālais līmenis	68
Izcilais līmenis	28
Nepietiekams	4

Izvērtējot diagnosticējošā darba rezultātus, apguves koeficients stipri mazāki tika konstatēti 2., 6. un 7. uzdevumos.

Uzdevums	Apguves koeficients, %	Mācību saturs
2.	52	Organisko savienojumu nomenklatūra atbilstoši IUPAC nomenklatūrai.
6.	35	Organisko savienojumu uzbūves analīze un īpašību prognozēšana. pH eksperimentāla noteikšana.
7.	58	Organiskā savienojuma formulas atrašana pēc sadegšanas produktiem

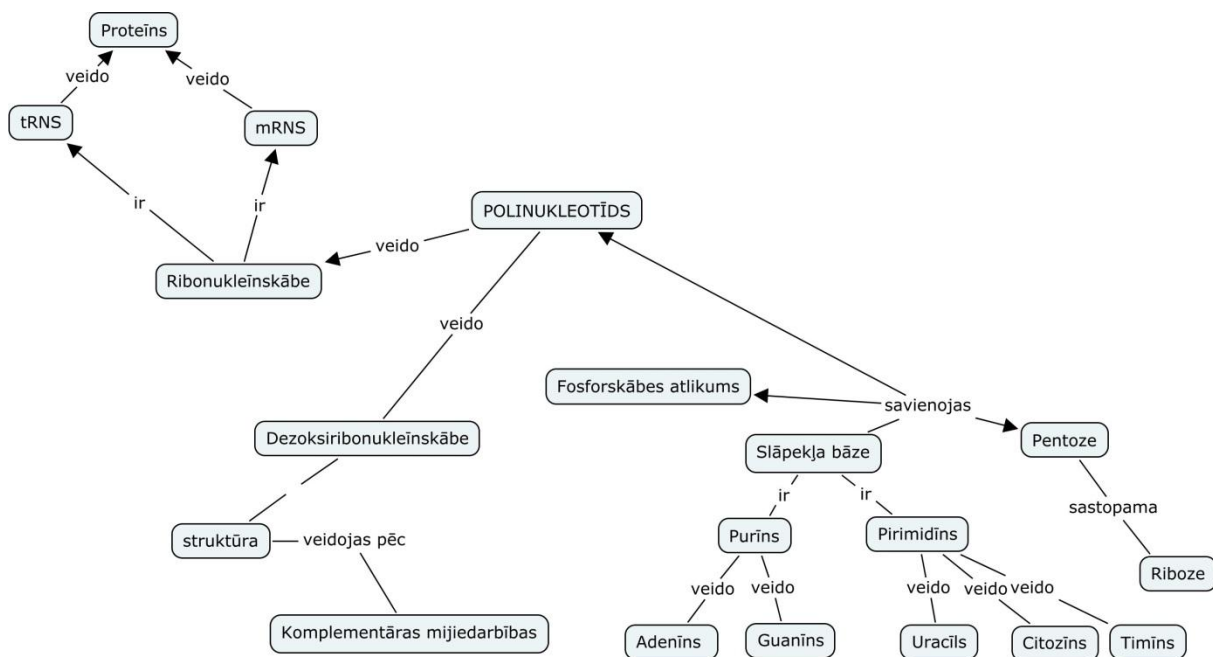
Pirms bioķīmijas moduļa apguves uzsākšanas, vēlreiz tika risināti uzdevumi, kuru apgušanas koeficients bija viszemākais. Tika diagnosticēti arī kļūdu iemesli.

Apkopojot anketēšanas un diagnosticējošā darba rezultātus, tika konstatēts, ka vieni no vismazākajiem apguves koeficientu vērtībām ar uzdevumos, kuru pildīšanā ir vajadzīgs

augstākās kognitīvas prasmes, bet skolēniem skolās gandrīz nebija iespējas attīstīt šīs prasmes, līdz ar to šis faktors varēja būt saistīts ar vājiem rezultātiem tieši šajos uzdevumos.

Bioķīmijas kursa gaitā bija nepieciešamas vērtēt katru tematu, lai saņemtu atgriezenisko saiti par skolēna progresu un izmantotās metodes efektivitāti, mācību satura struktūru, mācību satura apguves secību. Arī skolēnam ir svarīgi par savu darbību saņemt atgriezenisko saiti un formatīvo vērtējumu. Bioķīmijas kurss tika īstenots interešu izglītībā, un skolēni nodarbībām pieteicās un nodarbības apmeklēja brīvprātīgi, tāpēc darbā tika izvēlēta vērtēšanas metode, izmantojot domu kartes. Kursa mērķis ir pilnveidot zināšanas un saistīt vairākās nozares apgūtās zināšanas savā starpā. Cik efektīvi tās tiek veikts, tika novērtēts ar domu kartes palīdzību. Katra temata beigās, skolēniem tika iedota jēdzienu kopa, no kuras bija nepieciešams izveidot domu karti. Darbs tika veikts individuāli. Katra domu karte tika novērtēta ar pareizi izveidotu sakarību skaitu attiecību pret maksimāli iespējamo un aprēķināta vidēja vērtība divās grupās. Katra domu karte tika vērtēta arī kvalitatīvi, respektīvi, vērtējot kādas nepareizas sakarības starp jēdzieniem ir sastopamas visbiežāk.

Skolēna domu karte ar vidējiem sasniegumiem ir parādītā 3.3. attēlā.



3.2. att. Skolēna izveidotā domu karte

Analizējot domu karti, konstatēts, ka no dotās jēdzienu kopas tika izmantota tikai puse jēdzienu. Acīmredzami, ka skolēnam ir zināšanas par vispārīgajām sakarībām, bet viņš neapguva sarežģītākus sakarības. Piemēram, kādā veidā notiek proteīnu biosintēze, ATF nozīmi un sakarību ar polinukleotīdiem, DNS replikāciju, neparādīja atšķirību starp nukleotīdu un neukleozīdu. Izvērtējot kvalitatīvi skolēnu domu kartes tika konstatētas nepareizās sakarības, rezultāti apkopoti 3.5. tabulā.

Pēc domu kartes vērtēšanas, skolēniem tika piedāvāts, izmantojot mācību materiālus papildināt sakarības un izlabot nepareizas sakarības. Grupā tika panākta vienošanās, kurš skolēns nākamajā nodarbībā prezentēs izlabotus rezultātus. Domu kartes pēc vērtēšanas tika atdoti skolēnam atpakaļ. Domu kartes rezultātu vērtēšanas apkopojums attēlots tabulā.

3.5. tabula

Vidējās vērtības, vērtējot domu kartes temata nobeigumā

Temats	Vidējās vērtības domu karšu vērtēšanām, %	Sasniedzamie rezultāti, kuri tika sasniegti zemākajā līmenī
Ūdens – bioloģiskais šķīdinātājs	-	
Ogļhidrāti	65,3	Prot nosaukt optiskos izomērus pēc D,L un R,S nomenklatūras Sastāda monosaharīdu cikliskās struktūras, izmantojot virknes struktūrformulas
Lipīdi	83,5	Raksturo tauku ķīmiskās īpašības ar ķīmisko reakciju vienādojumiem (hidrolīze, eļļu hidrogenēšana, pašoksidēšanās)
Proteīni	74,1	
Nukleīnskābes	58,2	Sastāda shēmu ģenētiskās informācijas nodošanā (DNS dubultošanās, RNS biosintēze, proteīnu biosintēze)
Enzīmi un enzīmu kinētika	43,4	Izmanto Mihaela-Mentena vienādojumu enzīmu kinētiskos pētījumos Klasificē enzīmus pēc reakcijas rakstura (oksidoreduktāze, transferāze, hidrolāze, liāze, izomerāze, ligāze)

Lipīdu metabolisms	55,1	
Proteīnu metabolisms	34,6	Aminoskābju urīnvielas cikls
Vitamīni un hormoni	75,2	
Ogļhidrātu metabolisms	58,7	Zina, galvenos glikolīzes soļus Zina, enzīmu un intermediātu produktus glikolīzes ciklā
Citronskābes cikls un oksidatīvā fosforilēšana	63,5	

Izvērtējot doto apkopojumu, konstatēts, ka vislielākās grūtības sasniedzamo rezultātu apguvē, bija novērojamas tematos, kuri ir saistīti ar dabasvielu metabolismu un enzīmu kinētiku. Šie temati atšķiras ar to, ka nepieciešams apvienot zināšanas un prasmes un vairākiem tematiem, bet kopumā kursa apguve tika novērtēta ar 61,2 %, kas nozīme, ka skolēni apguva šo moduli pietiekamajā līmenī, bet domu karšu analīze, tomēr parādīja vairākas problēmas, kuras bija saistītas ar to, ka vairāk nekā 50% neapguva sasniedzamos rezultātus.

Plānojot laboratorijas darbus, pirms veikšanas attiecīgas laboratorijas darbs tika aprobēts, bet pēc tam pieņemts lēmums par to, kādā veidā šīs laboratorijas darbs tiks pasniegts. Katram laboratorijas darbam, vajadzēja aizpildīt protokolu, kurš sastāvēja no sekojošām sadaļām: datu reģistrēšana, datu apstrāde, rezultātu analīze, eksperimenta izvērtēšana un secinājumi. Katram laboratorijas darbam iepriekš tika vienots par nepieciešamajām sadaļām, kurus skolēnam vajag aizpildīt. Katrs protokols tika vērtēts, par katru sadaļu maksimāli saņemot 2 punktus, maksimālais punktu skaits bija 10 punkti. Iegūtie rezultāti tika apkopoti tabulā.

Laboratorijas darbu rezultātu apkopojums

Nr.p.k.	Laboratorijas darba nosaukums	Laboratorijas darba organizēšanas veids	Laboratorijas darba vidējais vērtējums
1.	Holesterīna izdalīšana no olas dzeltenuma	Klasiskais	6,9
2.	Augu pigmentu sadalīšana, izmantojot plānslāņa hromatogrāfiju	Klasiskais	7,1
3.	DNS izdalīšana no zemenēm	Klasiskais	7,5
4.	Izdalītās DNS hidrolīze un iegūto hidrolīzes produktu analīze izmantojot plānslāņa hromatogrāfiju	Klasiskais, virzītais pētnieciskais	6,3
5.	Vitamīna A analīze margarīnā	Klasiskais	6,9
6.	Faktori, kuri ietekme enzīmu aktivitāti	Uz problēmu risināšanu balstīts	6,7
7.	Kvalitatīva ķīmisko elementu noteikšana pelnos	Uz problēmu risināšanu balstīts	8,5
8.	Saharozes aizsargājoša ietekme uz augu šūnas citoplazmu	Virzītais pētnieciskais darbs	5,4
9.	Saharozes ietekme uz olbaltumvielām zemās temperatūrās	Klasiskais	8,1
10.	Dažādu fermentu izdalīšana un pētījumi	Klasiskais	5,6
11.	Enzīmu kinētikas pētījums	Klasiskais	3,4

Apkopojot rezultātus, viennozīmīgi var secināt, ka pildot klasiskos laboratorijas darbus, sasniegumi ir augstāki, bet laboratorijas darbu secībā bija speciāli izveidotā tādā viedā, lai vispirms apgūtu prasmi pareizi veikt, bet pēc tam, jau izmantot apgūto prasmi virzītājā pētījumā. Laboratorijas darbs „Enzīmu kinētikas pētījums” bija saistīts ar statistika rezultātu apguvi un Microsoft Excel programmatūras izmantošanu, līdz ar to tika secināts, ka šis laboratorijas darbs nav piemērots šajā moduli. Protams, paplašinot moduli ir iespējams, ietvert vairākus laboratorijas darbus, kuri būtu mērķtiecīgi virzīti uz pētniecisko prasmju apguvi.

SECINĀJUMI

1. Veicot skolēnu anketēšanu, tika konstatēta vēlme un interese apgūt bioķīmijas kursu.
2. Analizējot un apkopojot literatūras datus noskaidroti kursu izveides pamatprincipi, pēc kuriem tika izveidota bioķīmijas izvēles modulis.
3. Analizējot un apkopojot literatūras datus noskaidroti kursu vērtēšanas pamatprincipi, pēc kuriem tika novērtēts arī bioķīmijas izvēles modulis.
4. Aprobējot izveidotus laboratorijas darbus un apkopojot rezultātus, tika secināts, ka nepieciešams papildus izvērtēt vairāku laboratorijas darbu lietderību un pilnveidot skolēnu pētnieciskās prasmes.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

1. Hurd P. New minds for a new age: prologue to modernising the science curriculum. *Science Education* **1994**, 78, 103-116.
2. Bowen C. Think-aloud method in chemistry education. *J. Chem Educ.* **1994**, 71, 191-201.
3. Bertenthal P., Phippi C. *Learning and Understanding: Improving Advanced Study of Mathematics and Science in U.S. High Schools*. National Academy Press, Washington DC, 2002.
4. Иванова Р., *Общая методика обучения химии в школе*. Москва, Дрофа, 2008, 318.
5. Namsone D. *Dabaszinātnes skolā – atbilstoši laikam*. Rīga, Lielvārds, 2010.
6. Henry V. Jakubowski The Teaching of Biochemistry: An Innovative Course Sequence Based on the Logic of Chemistry. *Journal of Chemistry Education*, **1998**, 37, 89-95.
7. Nelson L. D., Cox M. M. *Principles of Biochemistry*. W. H. Freeman and Company, New York, 2011.
8. McKee T., McKee J. *Biochemistry*. Wm. C. Brown Publishers, Boston, 1996.
9. Richard F. A Problem-Based Learning Design for Teaching Biochemistry. *Journal of Chemical Education*, **1996**, 67, 1045-1047.
10. Childs-Disney J., Kauffmann A. A Metabolic Murde Mystery. ACS, *Journal of Chemical Education*, **2010**.
11. Powers B. G. A High School Biochemistry Course. ACS, *Journal of Chemical Education*, **1984**.
12. Diamond R. *Designing and Assessing Courses and Curricula*. New York: Jossey-Bass, 2008.
13. Rogers A., Chamberlain R. Get Bio? A Short Course Introducing Students to the Applications of Biochemistry. *Journal Of Chemical Education*, **2008**.
14. Hafner L. *Biochemie, Materialien für den Sekundarbereich II Chemie*. Schroedel Schulbuchverlag GmbH, Hannover, 1980.
15. Novak J., Gowin D. Learning how to learn. New York Cavbridg Press, 1984.
16. Novak J., Pandley B., Bretz L. Concept maps as a Tool to Assess Learning in Chemistry. *Science Educational Journal*, **1994**, 71, 315-318.

17. Hofstein A. The Laboratory in Chemistry Education: Thirty Years of Experience with Developments, Implementation, and Research. *Chemistry Education: Research and Practice*, **2004**, 5, 247-264.
18. Hofstein A., Vincent L. The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, **2003**, 23, 765-768.
19. Domin D. A Review of Laboratory Instruction Styles. *Journal of Chemistry Education*, **1999**, 76, 543-547.
20. Henderson C., Dancy M. Barriers to the Use of Research-based Instructional strategies: The Influence of Both Individual and Situational characteristics. *The American Physical Society*, **2007**, 3, 1554-1558.
21. Khalili N., Ghalayini An approach to Designing and Evaluating blended Courses. *Springer Science Business Media*, **2011**.
22. Bodner G. Constructivism: A Theory of Knowledge. *Journal of Chemistry Education*, **1986**, 63, 1084-1087.
23. Stoddart T., Abrams R., Gasper E., Canaday D. Concept maps as assessment in science inquiry learning – a report of methodology. *International Journal of Science Education*, **2000**, 22, 1221-1246.
24. Anderson R. Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, **2002**, 13, 1-12.
25. Feldberg R. Increasing student involvement in lectures: low tech innovations in a biochemistry lecture class. *Biochemical Education*, **1999**, 27, 71-73.
26. Regis A., Albertazzi G., Roletto E. Concept maps in Chemistry Education. *Journal of Chemistry Education*, **1996**, 73, 1084-1087.
27. Nicoll G., Francisco J., Nakhleh M. An Investigation of the Value of Using Concept Maps in General Chemistry. *Journal of Chemistry Education*, **2001**, 78, 1111-1115.
28. Adamov J., Segedinec M., Cvjeticanin S., Bakos R. Concept Maps as Diagnostic Tools in Assessing the Acquisition and Retention of Knowledge in Biochemistry. *Odgojne znanosti*, **2009**, 22, 53-71.
29. Johnstone A., Otis K. Concept Mapping in Problem Based Learning: a Cautionary tale. *The Royal Society of Chemistry*, **2006**, 7, 84-95.
30. Cēdere D., Logins J. Organiskā ķīmija ar ievirzi bioķīmijā, Zvaigzne ABC, Rīga, 1996.
31. Vondeling J. *Laboratory Experiment for Organic and Biochemistry*. Harcourt College Publishers, Orlando, 2001.

32. Moore J. T., Langley R. *Biochemistry for Dummies*. Wiley Publishing, Hoboken, 2011.
33. Walker S., MacMahon D. *Biochemistry Demystified*. McGrawHi, new York, 2008.
34. Boyer R. *Biochemistry Laboratory Modern theory and Techniques*. Pearson Education, New Jersey, 2006.
35. Petty G. *Teaching Today*. Nelson Thornes: 2009.
36. Taber D., Anson M. Isolation of Cholesteron an Egg Yolk. ACS, *Journal of Chemical Education*, **2011**.
37. Hodges C. Active Learning in Upper-Level Chemistry Courses: A Biochemistry Example. ACS, *Journal of Chemical Education*, **1999**.
38. Johnson D. W. *Cooperative Learning: Theory for College and University Teachers, 9th. Ed.* Health, MA, 1994.
39. McKeachie W. *Teaching Tips: Stradegies, Reasearch and Theory*. Health, Lexington, 1994.
40. Wright. T. Analysis of Citric Acid in Beverages: Use of an Indicator Displacemeent Assay. ACS, *Journal of Chemical Education*, **2010**.
41. MasDonald G. *Teaching Protein Purification and Characterization Technique*. Department of Chemistry, James Madison University, 2008.
42. Шапиро Я. *Биологическая химия*, Вентана-Граф, 2011.
43. Gudjons H. *Pedagoģijas pamatziņas*. Rīga: Zvaigzne ABC, 2007.

BIOĶĪMIJAS MODUĻA PROGRAMMA

Programmas mērķis

Pilnveidot skolēnu zināšanas par bioķīmiskiem procesiem dabā un cilvēka organismā no molekulārā viedokļa, lai sekmētu skolēnu izpratību par dabā notiekošiem procesiem.

Pilnveidot skolēnu zināšanas par bioloģijas, ķīmijas un fizikas ietekmi uz bioķīmijas attīstību un to nozīmi medicīnā, veselībā, tehnoloģijā un sadzīvē.

Programmas uzdevumi

1. Apgūt zināšanas par galvenajām dabasvielu klasēm.
2. Apgūt zināšanas par dabasvielu metaboliskiem procesiem.
3. Attīstīt eksperimentālās prasmes organisko vielu atdalīšanā un analīzē.
4. Attīstīt pētnieciskās un komunikatīvās prasmes.
5. Attīstīt prasmi izmantot iegūtās zināšanas personīgo problēmu risināšanā.

MĀCĪBU SATURA TEMATISKAIS PLĀNOJUMS

Tēma	Stundu skaits	Zināšanas un prasmes	Piezīmes
Ūdens – bioloģiskais šķīdinātājs	12	<p>Zina, nekovalento mijiedarbību veidus starp biomolekulām</p> <p>Zina, ūdens fizikālās īpašības</p> <p>Novērtē ūdeņražu saišu nozīmi dzīvajos organismos</p> <p>Raksturo ūdens fizikālo īpašību ietekmi uz dzīvajiem organismiem</p> <p>Zina, kas ir pH un buferšķīdums</p> <p>Prot aprēķināt pH buferšķīdumiem</p> <p>Izmanto Brensteda-Luorija teoriju buferšķīdumu raksturošanai</p> <p>Nosauc piemērus biogēniem metāliem un nemetāliem un raksturo to nozīmi cilvēku organismā</p>	
Ogļhidrāti	11	<p>Zina, kas ir monosaharīds</p> <p>Zina, kas ir optiskā izomērija</p> <p>Prot nosaukt optiskos izomērus pēc D,L un R,S nomenklatūras</p> <p>Sastāda monosaharīdu cikliskās struktūras, izmantojot virknes struktūrformulas</p> <p>Atšķir reducējošus un nereducējošus ogļhidrātus pēc struktūrformulas</p> <p>Klasificē ogļhidrātus monosaharīdos, disaharīdos un polisaharīdos</p> <p>Raksturo monosaharīdu ķīmiskās īpašības ar ķīmisko reakciju</p>	

		<p>vienādojumiem (oksidēšanās, reducēšanās, glikozīdu veidošanās, izomerizācijas)</p> <p>Novērtē ogļhidrātu nozīmi dzīvajos organismos</p>	
Lipīdi	6	<p>Zina, kas lipīdi</p> <p>Zina tauku fizikālās īpašības</p> <p>Raksturo tauku ķīmiskās īpašības ar ķīmisko reakciju vienādojumiem (hidrolīze, eļļu hidrogenēšana, pašoksidēšanās)</p> <p>Klasificē lipīdus pēc uzbūves (tauskābes, triglicerīdi, vaski, steroīdi, terpēni)</p> <p>Novērtē komplekso lipīdu nozīmi cilvēku organismā (fosfoglicerīdi, sfingolipīdi, sfingofosfolipīdi)</p> <p>Novērtēt lipīdu (tauskābju, triglicerīdu, vasku, steroīdu, terpēnu) nozīmi dzīvajos organismos (membrānu uzbūve, kofaktori, pigmenti, signālmolekulas)</p> <p>Secina par lipīdu nozīmi šūnas membrānu uzbūvē un transportā</p> <p>Prot eksperimentāli pierādīt taukus un eļļas</p>	
Proteīni	10	<p>Zina, kas ir proteīns</p> <p>Zina, kas aminoskābe</p> <p>Nosauc aminoskābes pēc IUPAC nomenklatūras</p> <p>Apraksta aminoskābju ķīmiskās īpašības ar ķīmisko reakciju vienādojumiem</p>	

		<p>Pamato aminoskābju pārvietošanos elektriskajā laukā, izmantojot aminoskābes izoelektrisko punktu un šķīduma pH vērtību</p> <p>Izprot aminoskābju polikondensācijas procesu un apraksta to ar ķīmisko reakciju vienādojumiem</p> <p>Izprot proteīnu struktūru (pirmējā, otrējā, trešējā, ceturtajā) veidošanos principu un analizē proteīnu funkcijas bioķīmiskajos procesos</p> <p>Novērtē proteīnu nozīmi dzīvajos organismos</p>	
Nukleīnskābes	12	<p>Zina, kas ir nukleīnskābe, nukleotīds, nukleozīds</p> <p>Analizē nukleīnskābju uzbūvi un secina par to nozīmi ģenētiskās informācijas glabāšanā un nodošanā</p> <p>Novērtē nukleīnskābju nozīmi dzīvajos organismos</p> <p>Sastāda shēmu ģenētiskās informācijas nodošanā (DNS dubultošanās, RNS biosintēze, proteīnu biosintēze)</p> <p>Novērtē mutāciju lomu cilvēku attīstībā</p> <p>Prot nosaukt mutācijas iemeslus</p> <p>Analizē ģenētiskās slimības saistību ar DNS uzbūvi un informācijas nodošanas mehānismu (anēmija, hemofilija)</p>	
Enzīmi un enzīmu kinētika	12	<p>Zina, kas enzīms un inhibitori</p> <p>Klasificē enzīmus pēc reakcijas rakstura (oksidoreduktāze, transferāze, hidrolāze, liāze, izomerāze, ligāze)</p> <p>Izmanto Mihaela-Mentena vienādojumu enzīmu kinētiskos pētījumos</p>	

		<p>Zina faktorus, kuri ietekmē enzīmu aktivitāti</p> <p>Zina, kas ir kofaktors un koenzīms</p> <p>Prot nosaukt kofaktoru un koenzīmu piemērus</p> <p>Klasificē enzīmu inhibēšanu pēc atgriezeniskuma un mehānisma (atgriezeniska, neatgriezeniska, konkurējoša, nekonkurējoša)</p>	
Lipīdu metabolisms	8	<p>Zina enzīmus, kuri veic tauku šķelšanos</p> <p>Sastāda piesātināto un nepiesātināto taukskābju β-oksidēšanās shēmu</p> <p>Prot aprēķināt enerģijas iznākumu piesātināto taukskābju β oksidēšanās ciklā atkarībā no oglekļa atomu skaita</p>	
Proteīnu metabolisms	12	<p>Aizstājamo un neaizstājamo aminoskābju biosintēze</p> <p>Proteīnu šķelšana gremošanas sistēmā</p> <p>Aminoskābju urīnvielas cikls</p> <p>Prot nosaukt galvenos soļus proteīnu biosintēze</p>	
Vitamīni un hormoni	6	<p>Zina, kas ir vitamīns</p> <p>Nosauc vitamīnu piemērus un novērtē vitamīnu funkcijas cilvēku organismā (B₁, B₂, B₃, B₆, B₁₂, A, C, D, E, K)</p> <p>Analīzē hormonu struktūru un klasificē atbilstoši uzbūvei (proteīni, steroīdi, amīni)</p>	
Ogļhidrātu metabolisms	15	<p>Novērtē ATF uzbūvi un nozīmi cilvēku organisma metabolismā</p> <p>Zina, galvenos glikolīzes soļus</p> <p>Zina, enzīmu un intermediātu produktus glikolīzes ciklā</p>	

		Analīzē glikolīzes saistību ar enerģijas pārvērtībām organismā Novērtē glikolīzes un vēža saistību	
Citronskābes cikls un oksidatīvā fosforilēšana	16	Apraksta citronskābes cikla soļus, izmantojot citronskābes cikla shēmu Aprēķina enerģijas iznākumu citronskābes ciklā, izmantojot citronskābes cikla shēmu Apraksta oksidatīvās fosforilēšanās soļus, izmantojot oksidatīvās fosforilēšanās shēmu Novērtē citronskābes cikla un fosforilēšanas cikla nozīmi cilvēku organismā	

IZMANTOTIE MĀCĪBU LĪDZEKĻI

Walker S., McMahon D. Biochemistry Demystified, McGrawHill, London, 2008.

Cēdere D., Logins J. Organiskā ķīmija ar ievirzi bioķīmijā, Zvaigzne ABC, Rīga, 1996.

McKee T., McKee J. Biochemistry, Broen Publishers, 1996.

Labgley R. H. Chemistry for Dummies, Wiley Publishing, 2011.

Шапиро Я. Биологическая химия, Вентана-Граф, 2011.

MĀCĪBU METODES

Metode	Skaidrojums
Darbs ar tekstu	Iepazīstas ar tekstu, iegūst un izmanto informāciju atbilstoši mācību uzdevumam.
Mācību dialogs	Skolotājs veido dialogu ar skolēniem, pakāpeniski iesaistot vairāk skolēnus. Atbild uz jautājumiem, jautā skolēniem. Skolēni atbild uz jautājumiem, uzdod jautājumus skolotājam.
Laboratorijas darbs	Skolotājs uzdod veikt eksperimentālus uzdevumus attiecīgi aprīkotā telpā vai izmantojot laboratorijas aprīkojumu, izmantojot sagatavotu aprakstu ar darba gaitu un attiecīgiem uzdevumiem.
Pētnieciskais laboratorijas darbs	Skolotājs sagatavo situācijas parakstu, bet problēmu, hipotēzi, darba gaitu plāno skolēns, veicot pētījumu speciāli aprīkotā telpā.
Demonstrēšana	Skolotājs vai skolēns rāda un stāsta pārējiem skolēniem, kāda ir dotā objekta uzbūve, kā notiek procesi.
Problēmu risināšana	Skolēni izvirza jautājumus, precizē problēmu, izdomā risinājuma plānu, analizē risinājumus, izvērtē rezultātu un problēmas risinājumu.
Stāstījums	Skolotājs vai skolēns izklāsta saturu. Skolēni klausās, veido pierakstus atbilstoši uzdevumam, uzdod jautājumus.
Uzdevumu risināšana un veidošana	Skolēns risina tipveida uzdevumu.
Vizualizēšana	Skolēni veido vai izmanto arī telpiskus modeļus objektu vai procesu vizualizēšanai. Veido shēmas, attēlus, diagrammas un grafikus.

MĀCĪBU SASNIEGUMU VĒRTĒŠANAS FORMAS UN METODISKIE PAŅĒMIENI

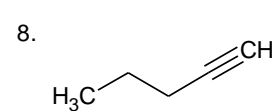
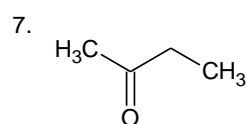
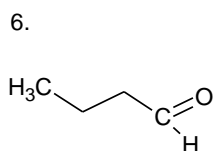
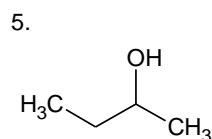
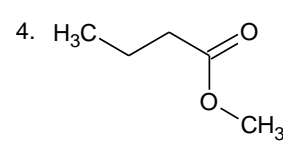
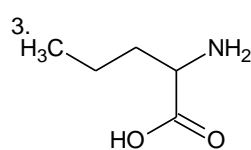
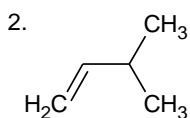
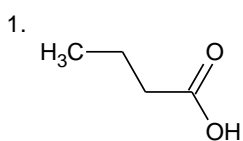
	Diagnosticējošā vērtēšana	Formatīvā vērtēšana	Summatīvā vērtēšana
Vērtēšanas uzdevumi	Noteikt skolēna iepriekš apgūtās zināšanas, prasmes un attieksmes mācību procesa plānošanai un uzlabošanai – turpmāko mācību mērķu precizēšanai, mācību uzdevumu izvēlei, satura sakārtošanai.	Var izmantot skolēnu mācību sasniegumu dinamikas konstatēšanai. Dot iespēju skolēnam noteikt mācību sasniegumus attiecībā pret būtiskākajiem programmā formulētajiem sasniedzamajiem rezultātiem, lai tos uzlabotu. Veicināt skolēna atbildību un motivāciju, iesaistot viņus vērtēšanas procesā. Veicināt mācību procesa uzlabošanu.	Noteikt skolēna mācību sasniegumus, lai konstatētu apgūtās zināšanas, prasmes un attieksmes vērtējuma izlikšanai. Summatīvās vērtēšanas rezultātus var izmantot arī formatīviem mērķiem (informācijai par mācību mērķu un uzdevumu sasniegšanu, mācību procesā izmantoto metožu izvērtēšanai, lēmuma pieņemšanai par turpmāko darbu).

DIAGNOSTICĒJOŠAIS DARBS ORGANISKAJĀ ĶĪMIJĀ

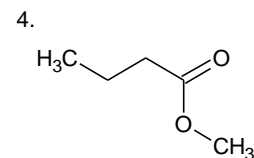
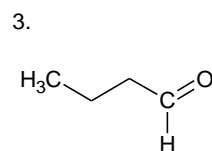
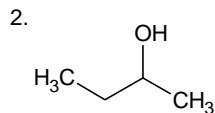
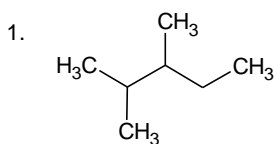
1. uzdevums (5 punkti)

Klasificē savienojumus atbilstoši klasifikācijas shēmai!

Spirts	Esteris	Aminoskābe	Ketons	Karbonskābe

**2. uzdevums (7 punkti)**

Nosauc dotos savienojumus pēc IUPAC nomenklatūras vai nosaukumiem atbilstoši IUPAC nomenklatūrai izveido struktūrformulu!



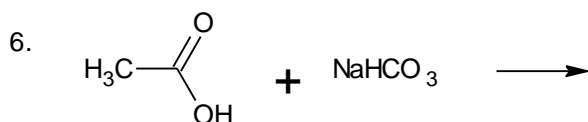
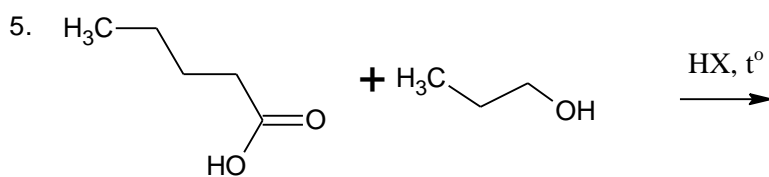
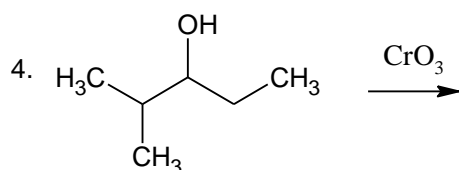
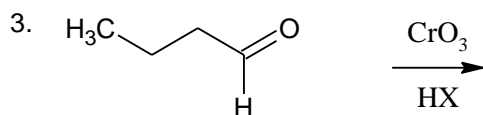
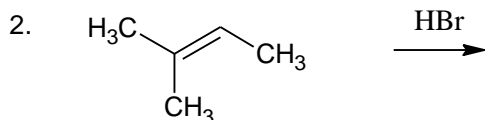
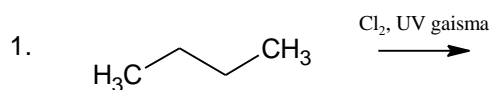
2-hidroksipropānskābe

3,3-dimetilpentāns

Heksān-2-ons

3. uzdevums (12 punkti)

Pabeidz ķīmisko reakciju vienādojumus!



4. uzdevums (8 punkti)

Neorganisko un organisko skābju ķīmiskās īpašības ir līdzīgas.

Uzraksti trūkstošos ķīmisko reakciju vienādojumus, lai apstiprinātu šo hipotēzi!

Izmanto piemēros dotās neorganisko vielu formulas vienādojumu rakstīšanai!

HCl	HCOOH
$\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$	
	$\text{HCOOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{HCOONa} + \text{H}_2\text{O}$
$\text{ZnCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$	
	$2\text{HCOOH} + \text{ZnO} \rightarrow (\text{HCOO})_2\text{Zn} + \text{H}_2\text{O}$

Visām organiskās skābes reakcijām uzrakstiet saīsinātos jonu vienādojumus

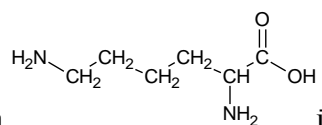
.....
.....
.....

5. uzdevums (5 punkti)

Aprēķini uzdevumu!

Cik liels tilpums skābekļa (n.a.) nepieciešams, lai pilnībā sadedzinātu 10 L butēna (n.a.)?

6. uzdevums (6 punkti)



Dots amininoskābes lizīna

ūdensšķīdums.

Vai ūdensšķīdums būs skābs, neitrāls vai bāzisks?

Iesakiet divas metodes, lai to pierādītu un prognozējamās pārbaudes rezultātus!

- 1)
- 2)

Uzrakstiet divas ķīmiskās reakcijas, kas apliecina lizīna amfotērās īpašības!

- 1)
- 2)

Izskaidrojiet lizīna iekšmolekulārā sāls veidošanās parādību!

.....
.....

7. uzdevums (5 punkti)

Sadedzinot 1 molu ogļūdeņraža, iegūti 112 litri CO₂ (n. a.) un 108 gramu H₂O. Aprēķini iegūtā CO₂ daudzumu un oglekļa daudzumu sadedzinātajā ogļūdeņradī!

Aprēķini iegūtā CO₂ daudzumu un ķīmiskā elementa oglekļa daudzumu sadedzinātajā ogļūdeņradī!

Aprēķini iegūtā H₂O daudzumu un ķīmiskā elementa ūdeņraža daudzumu sadedzinātajā ogļūdeņradī!

Uzraksti sadedzinātā ogļūdeņraža molekulformulu!

SKOLĒNU ANKETA

1.	Kurā klasē Jūs pašlaik mācāties?			
2.	Kādus tematus Jūs apgūvāt no organiskās ķīmijas?			
3.	Kā Jūs raksturosit savas zināšanas dabas zinātnes priekšmetos un matemātikā? (Novērtējiet ar atzīmi no 1 līdz 10)			
4.	Kāpēc izvēlaties apmeklēt bioķīmijas kursu? Izvēlēties no piedāvātiem variantiem, vai ierakstiet savu!			
	Plānoju saistīt ar nākamo profesiju	Gribu dabūt labāku atzīmi ķīmijā	Gribu paplašināt savu redzes loku	Cits iemesls
5.	Kāda ir Jūsu attieksme pret dabas zinātnes priekšmetiem? (Novērtējiet ar atzīmi no 1 līdz 10, sliktākā attieksme – 1, labāka attieksme 10)			
6.	Kādus mērķus, Jūs gribat sasniegt apmeklējot bioķīmijas kursu?			
7.	Kāds priekšmets jums liekas visinteresantākais?			
8.	Izdomājiet nosaukumu modulim, kuru Jūs vēl gribētu apmeklēt?			
9.	Kāda ir gada atzīme attiecīgajā priekšmeta iepriekšējā mācību gadā?			
	Matemātika			
	Ķīmija			
	Bioloģija			
	Fizika			
10.	Cik bieži Jūs izstrādājat skolā laboratorijas darbus skolā?			
	1 reizi divās nedēļās	1 reizi mēneši	1 reizi semestrī	Nepildām laboratorijas darbus
11.	Cik bieži Jūs izstrādājat pētnieciskos laboratorijas darbus skolā?			

	1 reizi divās nedēļās	1 reizi mēneši	1 reizi semestrī	Nepildām pētnieciskus laboratorijas darbus
12.	Cik bieži Jūs strādājat grupās ķīmijas stundās?			
	1 reizi divās nedēļās	1 reizi mēneši	1 reizi semestrī	Nestrādājām grupās

DIAGNOSTICĒJOŠĀ DARBA VĒRTĒŠANĀS KRITĒRIJI

Uzdevums	Solis	Kritērijs	Izziņas līmenis	Punkti
1.	1.1.	Atpazīst spirta molekulas struktūrformulu	2.	1
	1.2.	Atpazīst estera molekulas struktūrformulu	2.	1
	1.3.	Atpazīst aminoskābes molekulas struktūrformulu	2.	1
	1.5.	Atpazīst ketona molekulas struktūrformulu	2.	1
	1.6.	Atpazīst karbonskābes molekulas struktūrformulu	2.	1
	2.	2.1.	Nosauc alkānu pēc IUPAC nomenklatūras	2.
2.2.		Nosauc spirtu pēc IUPAC nomenklatūras	2.	1
2.3.		Nosauc aldehīdu pēc IUPAC nomenklatūras	2.	1
2.4.		Nosauc esterī pēc IUPAC nomenklatūras	2.	1
2.5.		Izveido hidroksiskābes struktūrformulu pēc IUPAC nomenklatūras	2.	1
2.6.		Izveido alkāna struktūrformulu pēc IUPAC nomenklatūras	2.	1
2.7.		Izveido ketona struktūrformulu pēc IUPAC nomenklatūras	2.	1
3.	3.1.	Prot uzrakstīt alkāna aizvietošanas ķīmiskās reakcijas vienādojumu	2.	2
	3.2.	Prot uzrakstīt alkēna pievienošanās ķīmiskās reakcijas vienādojumu	2.	2
	3.3.	Prot uzrakstīt aldehīda oksidēšanās ķīmiskās reakcijas vienādojumu	2.	2
	3.4.	Prot uzrakstīt spirta oksidēšanās ķīmiskās reakcijas vienādojumu	2.	2
	3.5.	Prot uzrakstīt estera veidošanās ķīmiskās reakcijas vienādojumu	2.	2
	3.6.	Prot uzrakstīt skābes iedarbību uz sāļiem ķīmiskās reakcijas vienādojumu	2.	2
4.	4.1.	Prot salīdzināt organisko un neorganisko	3.	4

		skābju ķīmiskās īpašības, pamatojot ar vienādojumu		
	4.2.	Prot uzrakstīt saīsināto jonu vienādojumus pēc pilna molekulārā vienādojuma	2.	4
5.	5.1.	Prot uzrakstīt butēna degšanas ķīmiskās reakcijas vienādojumu	2.	1
		Prot aprēķināt reaģenta tilpumu (n.a.), ja dota otrā reaģenta tilpums (n.a.)	2.	2
6.	6.1.	Prognozē pēc aminoskābes struktūras iespējamo pH šķīduma vidi	3.	1
	6.2.	Prot eksperimentāli noteikt šķīduma pH	2.	2
	6.3.	Izmantojot ķīmisko reakciju vienādojumus, pamato aminoskābju amfotērās īpašības	3.	2
	6.4.	Pamato aminoskābes iekšmolekulārā sāls veidošanās parādību	3.	1
7.	7.1.	Prot aprēķināt gāzveida savienojuma vielas daudzumu, zinot tilpumu (n.a.)	2.	2
	7.2.	Prot aprēķināt savienojuma vielas daudzumu, ja dota savienojuma masa	2.	2
	7.3.	Prot no sadegšanas produktu vielas daudzumiem, aprēķināt ogļūdeņraža formulu	2.	1

Maģistra darbs „_____” izstrādāts LU Ķīmijas fakultātē.

(darba nosaukums)

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas avoti un iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai.

Autors: _____

(personiskais paraksts)

_____ *(paraksta atšifrējums)*

Rekomendēju/nerekomendēju darbu aizstāvēšanai

Vadītājs docents, Dr. chem. Jāzeps Logins: _____

(personiskais paraksts)

_____ *(datums)*

Recenzents asoc. prof., Dr.chem. Dagnija Cēdere: _____

(personiskais paraksts)

_____ *(datums)*

Darbs iesniegts Ķīmijas fakultātē: _____ *(datums)*

Dekāna pilnvarotā persona, metodiķe: _____ Vija Gutāne

(personiskais paraksts)

Darbs aizstāvēts maģistra gala pārbaudījuma komisijas sēdē:

_____ protokols Nr. _____ *(ieraksta sekretārs)*

(datums)

(protokola Nr.)

Komisijas sekretāre: _____

(personiskais paraksts)

_____ *(paraksta atšifrējums)*