Valsts izglītības satura centrs

Diagnosticējošais darbs ķīmijā 10. klasei 2015./2016. mācību gadā: rezultātu analīze un ieteikumi

Metodiskais materiāls

2015

Par 2015./2016. mācību gada diagnosticējošo darbu ķīmijā 10.klasei

2015./2016. mācību gadā pirmo reizi notika *ievada* diagnosticējošais darbs ķīmijā 10. klasei. Valsts izglītības satura centrs ir apkopojis diagnosticējošā darba rezultātus un sadarbībā ar Dr. paed. Mihailu Gorski un Mag. chem. Jeļenu Volkinšteini veicis rezultātu analīzi.

Diagnosticējošā darba ķīmijā 10. klasei mērķis bija novērtēt skolēnu pamatskolā apgūtās zināšanas un prasmes ķīmijā, iegūstot detalizētu atgriezenisko saiti rezultātu izvērtēšanai un pilnveidei mācību procesā vidusskolā. Līdz rezultātu apkopošanai bija iesūtītas kopsavilkuma tabulas par 5028 skolēnu darbiem.

Metodiskajā materiālā skolēnu rezultāti diagnosticējošajā darbā salīdzināti ar OECD starptautiskā pētījuma rezultātiem dabaszinātnēs, kā arī sniegti ieteikumi mācību procesa pilnveidei.

Šī informācija var būt saistoša ne tikai ķīmijas skolotājiem, bet arī izglītojamo vecākiem un citiem interesentiem. Ieteicams turpmāk diagnosticējošajā darbā plašāk iesaistīt izglītojamos, kas uzsāk mācības profesionālajās mācību iestādēs, lai iegūtu informāciju par viņu zināšanām un prasmēm un varētu tās pilnveidot.

Austris Cābelis
VISC Vispārējās izglītības pārbaudījumu nodaļas
speciālists valsts pārbaudes darbu jautājumos

Saturs

1. Diagnosticējošā darba apraksts ..... 4.

2. Diagnosticējošā darba rezultātu analīze valstī kopumā 8

3. Skolēnu sasniegumi uzdevumu izpildē 10

4. Skolēnu sasniegumu sadalījums pēc izziņas darbības dziļuma 16

5. Skolēnu mācību sasniegumu vērtēšana un analīze 17

5.1. Zināšanas un izpratne par vielām un to pārvērtībām 19

5.2. Zināšanas un prasmes par ķīmisko procesu daudzveidību un attēlošanu 21

5.3. Prasmes lietot ķīmisko elementu periodisko tabulu 23

5.4. Prasme veikt aprēķinus 24

5.5. Pētnieciskās darbības prasmes 26

6. Metodiskie ieteikumi skolēnu mācību sasniegumu pilnveidei 27

6.1. Skolēnu grūtības un ieteikumi to novēršanai tematiskajā laukā „Ķīmisko savienojumu un vienkāršo vielu daudzveidība” 27

6.2. Skolēnu grūtības un ieteikumi to novēršanai tematiskajā laukā „Specifiskās informācijas avota – ķīmisko elementu periodiskās tabulas lietošana” 31

6.3. Skolēnu grūtības un ieteikumi to novēršanai tematiskajā laukā „Ķīmisko procesu daudzveidība un attēlošana” 34

6.4. Skolēnu grūtības un ieteikumi to novēršanai tematiskajā laukā „Aprēķini ķīmijā” 38

6.5. Skolēnu grūtības un ieteikumi to novēršanai tematiskā laukā „Pētnieciskā darbība” 47

Secinājumi 52

Atsauces 53

DIAGNOSTICĒJOŠAIS DARBS ĶĪMIJĀ 10. KLASEI

2015./2016. MĀCĪBU GADĀ:

REZULTĀTU ANALĪZE UN IETEIKUMI

Mg. chem. Jeļena Volkinšteine

Dr. paed. Mihails Gorskis

1. Diagnosticējošā darba apraksts

Uzsākot 2015./2016. mācību gadu, 10. klašu skolēniem tika piedāvāts izpildīt diagnosticējošo darbu ķīmijā. Ikdienas mācību procesā šādu vērtēšanas veidu visbiežāk izmanto, uzsākot jaunu mācību kursu vai tematu, lai palīdzētu skolotājiem noskaidrot skolēniem jau esošo zināšanu un prasmju līmeni.

Diagnosticējošajiem darbiem ir vairākas svarīgas funkcijas mācību procesā, proti:

- tas ir viens no veidiem, kā skolotājs var nodrošināt atgriezenisko saikni, lai, balstoties uz saņemto informāciju, izvēlētos optimālo ceļu augstāka rezultāta iegūšanai mācību priekšmeta standartā izvirzīto mērķu sasniegšanā;
- diagnosticējošo darbu rezultātu analīze, kas balstās uz iegūto rezultātu (skolēnu sniegumu) salīdzinājumu ar standarta prasību apgūšanas kritērijiem, ļauj skolotājam izvērtēt iepriekšējās pedagoģiskās darbības efektivitāti;
- skolēnu snieguma analīze kļūst par pamatu, plānojot mācību darbu gan ar konkrēto klasi, gan individuālo darbu ar tiem skolēniem, kuriem ir jāpievērš īpaša uzmanība, lai novērstu būtiskus trūkumus viņu pamatzināšanās un prasmēs.

Gatavojoties diagnosticējošajam darbam, kas tika norisinājās 2015. gada 22. septembrī, VISC (Valsts izglītības satura centrs) sagatavoja atbilstošu metodisko vēstuli. Dokumentā norādīts, ka šā darba mērķis ir novērtēt skolēnu pamatskolā apgūtās zināšanas un prasmes ķīmijā, iegūstot detalizētu atgriezenisko saiti rezultātu izvērtēšanai un pilnveidei mācību procesā vidusskolā. Tas ir svarīgi gan valsts līmenī, gan katras konkrētas skolas līmenī.

Kā ir norādīts dokumentā *Izglītības attīstības pamatnostādnes 2014.-2020. gadam* (apstiprināts Saeimas sēdē 2014. gada 22. maijā), OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) PISA (Programme for International Student Assessment) 2006. un 2009. gada pētījumi parādījuši, ka Latvijā ir salīdzinoši neliels īpatsvars skolēnu ar augstiem sasniegumiem lasītprasmē, matemātikā un dabaszinībās, turklāt šis skaits turpina samazināties. Dokumentā teikts, ka "šādas tendences var apdraudēt hierarhiski augstākajos politikas plānošanas dokumentos definēto mērķu sasniegšanu zinātnēs, tehnoloģijās un citās jomās".

Par iemeslu šādai situācijai varētu būt salīdzinoši zems skolēnu pamatzināšanu un pamatprasmju apguves līmenis arī tādā dabaszinātņu jomas mācību priekšmetā kā ķīmija. Diagnosticējošā darbā iegūtie rezultāti varētu kļūt par vienu no indikatoriem situācijas monitoringā šajā jomā.

Kā zināms, 2008.-2011. gadā tika īstenots ESF (Eiropas Sociālā fonda) projekts "Dabaszinātne un matemātika", kura ietvaros modernizēja mācību saturu dabaszinību cikla priekšmetos, tai skaitā – ķīmijā 8.-9. klasē. Realizējot projektu, ir sagatavoti skolotāju atbalsta materiāli, izveidota e-mācību vide (izstrādāti mācību un metodiskie materiāli skolēniem un skolotājiem), novadīti semināri un skolotāju tālākizglītības kursi. Skolās jau ir pieejami divi pamatskolas ķīmijas kursa mācību grāmatu komplekti (autori D. Namsone, A. Brangule, V. Kakse un M. Drille), kuru saturs atbilst modernizētā ķīmijas pamatizglītības standarta prasībām. Līdz ar to valsts līmenī bija svarīgi rast iespēju izvērtēt reālo situāciju, kas veidojas jaunajos apstākļos, pamatskolas beidzējiem uzsākot mācības vidusskolā. Diagnosticējošā darba rezultātu analīze ļauj atsegt vājās vietas pamatskolu beidzēju zināšanās un prasmēs, lai rastu ceļus un līdzekļus nepilnību novēršanai, izstrādājot atbilstošas metodiskās rekomendācijas.

Skolas līmenī, sākot strādāt ar 10. klases skolēniem, katram skolotājam ir ļoti svarīgi izvērtēt skolēnu priekšzināšanas, lai izprastu, uz ko var balstīties, plānojot ķīmijas kursa satura apguvi katrā klasē. Šāda rakstura informācija ir vajadzīga arī skolotājam, lai plānotu, uz kādiem konkrētiem mērķiem virzīt individuālo darbu ar atsevišķiem skolēniem, it īpaši gadījumā, kad klasē ir skolēni, kuru iepriekš mācījušies citā skolā. Bet tas ir ne mazāk svarīgi arī, darbā ar skolēniem, ar kuriem skolotājs ir jau strādājis pamatskolā, jo trīs vasaras mēnešu laikā praktiski visiem skolēniem kaut kas būtisks no iepriekš apgūtā jau ir aizmirsies.

Diagnosticējošais darbs ir ierobežots laikā, tāpēc, veidojot tā saturu, vienmēr īpaši rūpīgi jāatlasa uzdevumu saturs, lai tas aptvertu būtiskāko no tā, ko mēs vēlamies mērīt. Veidojot ievadvērtēšanas darba saturu, šoreiz tika ņemts vērā, ka uzdevumiem, kuri tiek iekļauti, jāmēra tādas skolēnu zināšanas un prasmes, uz kurām balstās vidusskolas ķīmijas kursa saturs.

Skolēnu pamatzināšanas un pamatprasmes, kuru esamība ir vitāli svarīga, lai skolēns būtu spējīgs pilnvērtīgi iekļauties mācību darbā, apgūstot vidējās izglītības ķīmijas kursa saturu, un kuras atbilst pamatizglītības standarta prasībām, ir iespējams sagrupēt pa tematiskajiem laukiem.

Tematiskais lauks "Ķīmisko elementu periodiskās tabulas lietošana"

Skolēnam, kas uzsāk apgūt ķīmijas kursa saturu vidējās izglītības mācību iestādē, būtu jāzina, kas ir ķīmiskais elements, un jāprot izmantot ķīmisko elementu periodisko tabulu kā informācijas avotu, lai mācētu atšķirt metāliskos un nemetāliskos ķīmiskos elementus, kā arī jāprot iegūt informāciju par ķīmiskā elementa atoma (atoma kodola un atoma kodola elektronapvalka) uzbūvi.

Tematiskais lauks "Ķīmiskas vielas un to daudzveidība"

Tematiskais lauks, kas saturiski saistās ar vielām, lielā mērā balstās uz specifiskām zināšanām un prasmēm, kas sastāda pamatu jomai, kuru nosacīti var nosaukt par "ķīmijas valodu" – noteikumu

sistēmu par nosacītajiem ķīmisko elementu un vielu apzīmējumiem un nosaukumiem jeb nomenklatūru. Ne mazāk svarīgu dotā lauka sastāvdaļu veido jēdzienu kopa par vielu grupēšanu jeb klasifikāciju.

Tātad pamatskolas beidzējiem ir jāprot sastādīt vielu ķīmiskās formulas un veidot atbilstošos vielu nosaukumus. Prasme sastādīt dažādu vielu ķīmiskās formulas var balstīties gan uz vērtību zināšanu, gan uz oksidēšanās pakāpju un jonu lādiņu zināšanu. Diagnosticējošajā darbā ir iekļauti uzdevumi, kuru mērķis ir izmērīt līmeni, kurā skolēniem atrodas tieši šādas zināšanas un prasmes.

Pamatskolas beidzējiem arī ir jāzina, kā grupē vielas pēc sastāva un īpašībām. Ir jāmāk klasificēt vielas, atšķirt pēc vielu ķīmiskajām formulām vienkāršas vielas (metālus, nemetālus) un ķīmiskos savienojumus (oksīdus, skābes, bāzes, sāļus, organiskos savienojumus).

Tematiskais lauks "Ķīmiskie procesi un to daudzveidība"

Tā kā ķīmijas zinātne un ķīmija kā mācību priekšmets balstās uz vielu pārvērtību likumsakarību pētīšanu, skolēniem jāprot gan attēlot vielu pārvērtības ar ķīmisko reakciju vienādojumu palīdzību, ievērojot masas nezūdamību, gan jāmāk grupēt vielu pārvērtības pēc vienkāršākajām pazīmēm – pēc izejvielu un reakciju produktu daudzuma un sastāva.

Ne mazāk svarīgas ir pamatzināšanas par vielu ķīmiskajām īpašībām. Skolēniem jāprot sastādīt ķīmisko reakciju vienādojumus pārvērtībām, kas raksturo metālu, nemetālu, oksīdu, skābju, bāzu un sālu spēju piedalīties ķīmiskajās reakcijās – atbilstīgi ķīmijas pamatizglītības standarta prasībām.

Tematiskais lauks "Aprēķini ķīmijā"

Jebkurš dabas objekts un parādība – tai skaitā arī ķīmiskais elements, viela un ķīmiskā reakcija – ir aprakstāma gan kvalitatīvi, gan kvantitatīvi. Izmantojot tikai vienu pieeju (aprakstot tikai kvalitatīvi vai tikai kvantitatīvi), objekta vai parādības raksturojums ir nepilnīgs, vienpusīgs. Skolēnam ir jāprot noteikt fizikālo lielumu (masas, molmasas, vielas daudzuma, masas daļas) skaitliskā vērtība un jāprot pareizi lietot vienības. Apgūstot pamatizglītības ķīmijas kursu, skolēni iemācījušies veikt aprēķinus par šķīduma ar noteiktu izšķīdušās vielas masas daļu (%) pagatavošanu. Ne mazāk svarīga pilnvērtīgam mācību darbam priekšmetā, apgūstot vidējās izglītības ķīmijas kursa saturu, ir arī prasme veikt vienkāršākos aprēķinus pēc ķīmisko reakciju vienādojumiem.

Tematiskais lauks "Pētnieciskā darbība"

Mūsdienīga pieeja mācību satura apguvē lielā mērā balstās uz skolēnu pētniecisko darbību. Līdz ar to vidējās izglītības mācību iestādes audzēknim ir jābūt gatavam, jau sākot ar pirmajām mācību stundām prast saskatīt pētāmo problēmu, izvirzīt hipotēzi un veikt arī visus citus pētnieciskās darbības soļus, lai pilnvērtīgi piedalītos mācību procesā. Protams, pētniecības process ķīmijā (arī apgūstot ķīmijas kā mācību priekšmeta saturu) reālajos apstākļos norisinās, praktiski izmantojot laboratorijas traukus, ierīces un vielas. Bet ir dažādi teorētiska rakstura

mērinstrumenti (uzdevumu veidi), kas ļauj netiešā veidā izvērtēt skolēnu zināšanu un prasmju līmeni arī šajā jomā.

Lai diagnosticējošā darba rezultāti valsts līmenī būtu ticami, pētījumā bija iesaistīti dažādi skolēnu slāņi, ņemot vērā gan urbanizācijas pakāpi (pilsētu un lauku skolu audzēkņi), gan skolas tipu (valsts ģimnāziju, ģimnāziju, vidusskolu u.c.). Vairākās skolās pamatizglītības posmā tiek realizētas mazākumtautību izglītības programmas. Šādu skolu audzēkņi ne vienmēr pilnā mērā pārvalda specifisko dabaszinātnisko (ķīmijas) terminoloģiju valsts valodā, tāpēc, lai iegūtu objektīvu informāciju par šo skolēnu zināšanu un prasmju līmeni, diagnosticējošā darba varianti tika tulkoti arī krievu valodā, un šo skolēnu sniegumi arī tika vērtēti atsevišķi. Darbs tika piedāvāts divos variantos.

Kopumā valstī diagnosticējošo darbu pildīja 5028 skolēni no 198 skolām. 1. tabulā ir atrodamas ziņas par pētījuma dalībniekiem.

1. tabula. **Diagnosticējošajā darba dalībnieku sadalījums pa slāņiem**

Slāņa nosaukums	Slānis	Skolu skaits	Skolēnu skaits	Skolēnu skaita sadalījums (%)
Urbanizācijas pakāpe	Rīga	57	1792	35,64%
	Lielās pilsētas*	39	1321	26,27%
	Pilsētas**	61	1303	25,91%
	Lauki	41	612	12,17%
Skolas tips	Valsts ģimnāzijas	26	1032	20,53%
	Ģimnāzijas	19	492	9,79%
	Vidusskolas	132	2659	52,88%
	Vakarskolas	7	281	5,59%
	Prof. un mākslas skolas	13	548	10,90%
	Speciālās un internātskolas	1	16	0,32%
Mācību valoda	Latviešu	136	3412	67,86%
	Krievu***	34	887	17,64%
	Jauktās***	25	668	13,29%
	Ukraiņu, ebreju u.c.***	3	61	1,21%

* Daugavpils, Jelgava, Jēkabpils, Jūrmala, Liepāja, Rēzekne, Valmiera, Ventspils.

** Pārējās 67 Latvijas pilsētas.

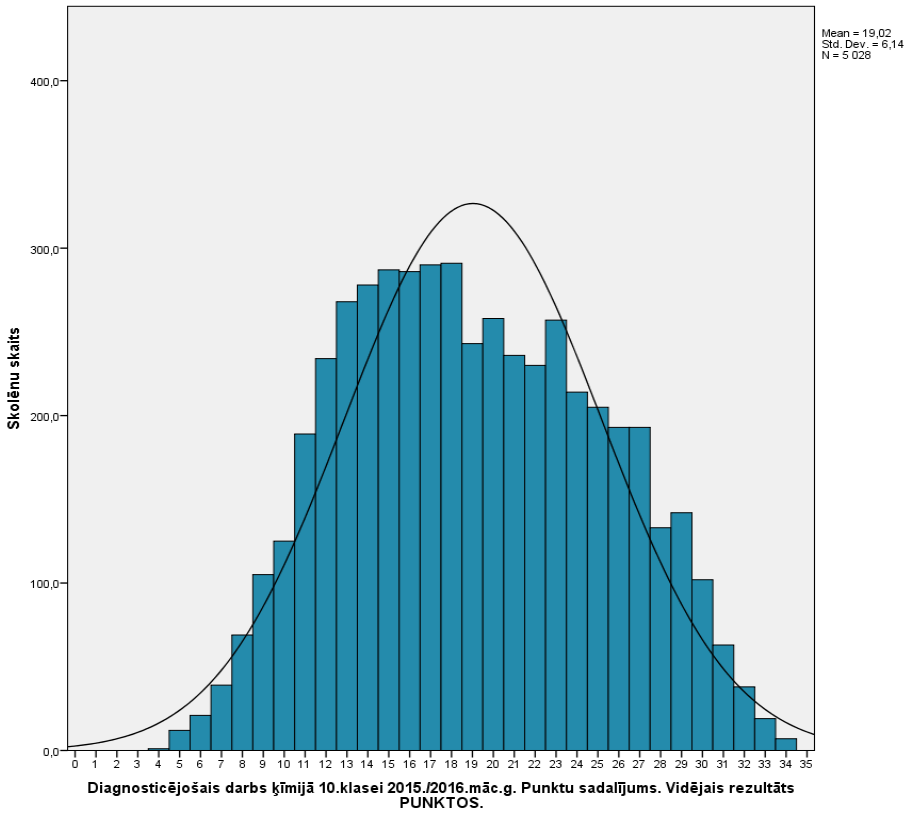
*** Skolas, kurās tiek īstenotas mazākumtautību izglītības programmas.

Šoreiz, pildot diagnosticējošo darbu, atšķirībā no pagājušā (2014./2015.) mācību gada 9. klases diagnosticējošā darba dabaszinībās, skolēniem bija atļauts lietot ķīmisko elementu periodisko tabulu. Skolēni varēja izmantot arī vielu šķīdības tabulu, kalkulatorus, bet, protams, netika atļauts lietot tālruņus, viedtālruņus, planšetdatorus u.c. saziņas līdzekļus un informācijas iegūšanas avotus.

2. Diagnosticējošā darba rezultātu analīze valstī kopumā

Diagnosticējošajā darbā kopumā bija 35 uzdevumi, katrs ar četriem atbilžu variantiem. Katra uzdevuma pareizais atrisinājums tika vērtēts ar vienu punktu. Tātad maksimālais punktu skaits, ko varēja saņemt skolēns, ir 35 punkti. Valsts izglītības satura centrs saņēma informāciju par 5028 skolēnu diagnosticējošā darba rezultātiem. Kopējo datu statistiskās analīzes rezultāts ir attēlots 1. diagrammā.

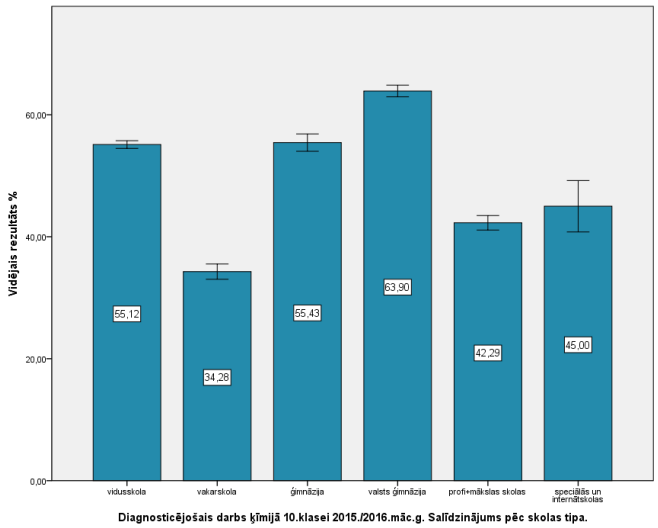
1. diagramma. **2015./2016. m. g. diagnosticējošā darba ķīmijā rezultāts punktos**



Maksimālais iegūto punktu skaits darbā bija 34 punkti, minimālais – 3 punkti. Kopumā valstī vidējais rezultāts ir 19,02 punkti, kas ir nedaudz (par 9,7 %) lielāks par iespējamo vidējo punktu skaitu (17,5 punkti). Šo rezultātu varētu uzskatīt par pieņemamu, ja mēs neņemtu vērā, ka darbā tika mērīts, kādā līmenī ir skolēnu PAMATzināšanas un PAMATprasmes.

Diagnosticējošā darba rezultāts dažādu skolu tipa skolēniem ir attēlots 2. diagrammā.

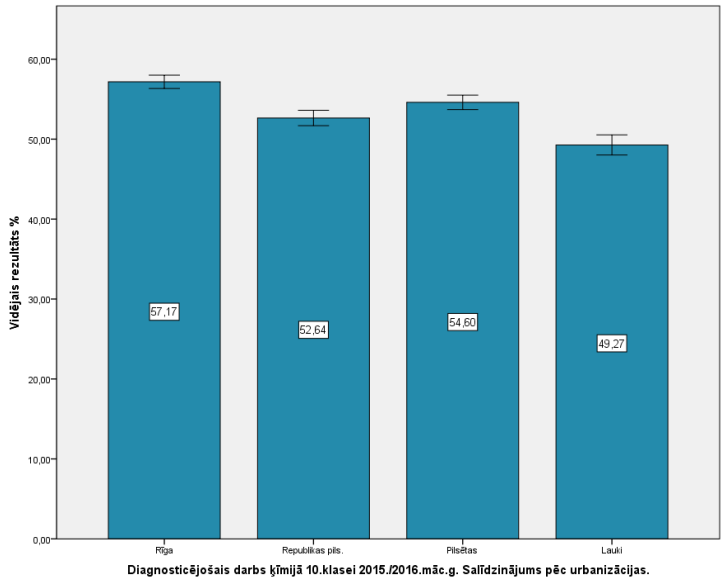
2. diagramma. **Diagnosticējošā darba vidējais rezultāts pēc mācību iestādes tipa**



Salīdzinot audzēkņu sniegumu saistībā ar skolas tipu, var konstatēt, ka visaugstāko rezultātu parādījuši valsts ģimnāziju skolēni (vidējais rezultāts ir 63,90 % no iespējamā punktu skaita), zemākie rezultāti ir vakarskolu audzēkņiem (34,28 % no iespējamā punktu skaita).

Ja salīdzina skolēnu sniegumu pēc mācību iestādes atrašanās vietas (3. diagramma), nākas secināt, ka skolēnu zināšanu un prasmju līmenis ir saistīts ar apdzīvotās vietas urbanizācijas pakāpi.

3. diagramma. **Diagnosticējošā darba vidējais rezultāts pēc mācību iestādes atrašanās vietas**



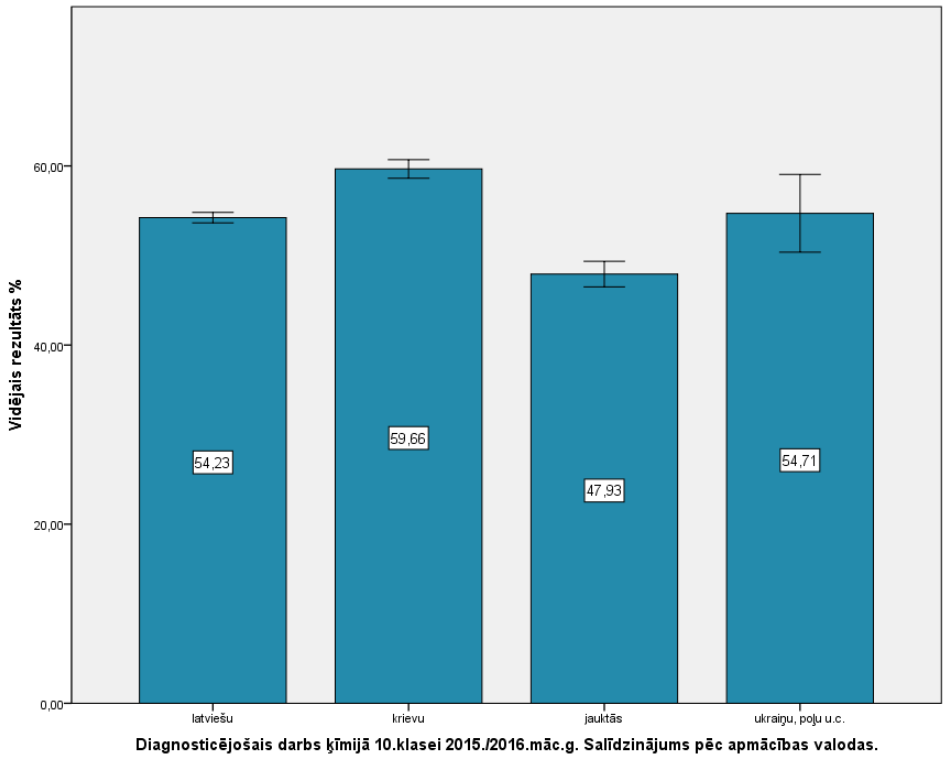
Nedaudz labāku sniegumu uzrāda skolēni Rīgas skolās. Rīgas skolu audzēkņu vidējais sniegums sastāda 67,17 % no maksimāli iespējamā punktu skaita. Atšķirība rezultātos, ko uzrādīja republikas pakļautību pilsētu skolēni un nelielu pilsētu skolēni, ir nenozīmīga un atrodas statistiskās kļūdas robežās. Ievērojami zemāks (salīdzinot ar Rīgu) ir vidējais lauku skolu audzēkņu sniegums (49,27 %). Iespējams, tas ir lielā mērā saistīts ar to, ka mazajās lauku skolās, kur stundu skaits ir neliels, lai nodrošinātu slodzi (un kaut cik pieņemamu atalgojumu), skolotāji

ir spiesti mācīt 3-4 mācību priekšmetus, līdz ar to stundu kvalitāte neizbēgami pasliktinās. Vairākās mazās lauku skolās ķīmiju māca nespeciālisti, kuri noklausījušies kursus, kuri ļauj viņiem pilnvērtīgi strādāt arī ķīmijas skolotāja amatā.

Pārdomas izraisa arī fakts, ka skolēnu sniegums diagnosticējošajā darbā pilnīgi sakrīt ar OECD 2006. gada pētījuma rezultātiem par skolēnu lasīšanas prasmes saikni ar urbanizācijas pakāpi. Acīmredzot ir nepieciešams papildus pētījums, lai precīzi noskaidrotu cēloņus atšķirībai starp skolēnu sniegumu ķīmijā atkarībā no mācību iestādes atrašanās vietas.

Salīdzinot pēc mācību valodas, labāku sniegumu uzrāda skolēni, kuri mācās mazākumtautību skolās (4. diagramma).

4. diagramma. **Skolēnu snieguma salīdzinājums pēc mācību valodas**



Diagnosticējošais darbs ķīmijā 10.klasei 2015./2016.māc.g. Salīdzinājums pēc apmācības valodas.

Skolēni, kuri pamatskolā apguvuši ķīmiju krievu valodā, uzrādījuši statistiski atšķirīgu rezultātu, salīdzinot ar skolēniem, kas mācās latviešu valodā (atbilstoši 59,66 % un 54,23 % vidēji no maksimāli iespējamā punktu skaita). Mūsu skatījumā šāds rezultāts ir saistīts ar urbanizācijas pakāpi apdzīvotajās vietās, kur atrodas mācību iestāde. Jāatzīmē, ka līdzīga tendence tika novērota, arī analizējot rezultātus 2014./2015. m. g. diagnosticējošajā darbā dabaszinātnēs 9. klasē.

3. Skolēnu sasniegumi uzdevumu izpildē

Rezultātu analīzē izmantota klasiskā mērījumu procedūra, kas balstās uz testu teoriju (Classical Test Theory CTT), kurā ir divi būtiskie rādītāji – uzdevuma grūtības pakāpe un izšķirtspēja. Rezultātu analīze tika veikta, salīdzinot nosacīti spējīgo skolēnu rezultātus šajā diagnosticējošajā darbā ar nosacīti vājo skolēnu rezultātiem. Parametri salīdzinājumam iegūti,

apstrādājot visus diagnosticējošā darba datus ar *Iteman Test Analysis Program* ITEMAN™ for *Windows 95* version 3.50.

Šajā sadaļā ir aplūkoti visi uzdevumi, kuri tika iekļauti diagnosticējošajā darbā.
Uzdevumi publicēti vietnē:
http://visc.gov.lv/vispizglitiba/eksameni/dokumenti/uzdevumi/2016/10klase/10kl_kimija_lv.pdf.

Katram uzdevumam norādīts skolēnu snieguma indikators (zināšanas, prasmes, ko dotais uzdevums mēra), uzdevuma izpilde jeb skolēna sniegums (P), uzdevuma izšķirtspējas koeficients (D), kā arī tas, kā uzdevuma izpilde (%) izdevusies skolēnu grupai ar augstiem (A) un zemiem (Z) sasniegumiem darbā.

Apzīmējumi: P – uzdevuma izpilde, D – izšķirtspējas koeficients, A – augsts sniegums, Z –zems sniegums, * – pareiza atbilde.

2. tabula. **Skolēnu sasniegumi uzdevumu izpildē tematiskā laukā „Vienkāršo vielu un ķīmisko savienojumu daudzveidība”**

Nr.	Zināšanas un prasmes, kas nepieciešamas skolēnam, lai atrisinātu uzdevumu	Izvēlētie atbilžu varianti, %				P	D	A, %	Z, %
		A	B	C	D				
1.	Zina, kas ir „ķīmiskais elements”, „vienkārša viela”, saprot atšķirību starp šiem jēdzieniem. Pēc apraksta, kas ir dots tekstā, nosaka, skābeklis ir „ķīmiskais elements” vai „vienkārša viela”. Izvēlas apgalvojumu, kur skābeklis ir „ķīmiskais elements”.	19	25*	31	23	0,25	0,11	30	0,25
2.	Zina ķīmiskā elementa skābekļa simbolu. Zina, kas ir indekss. Nosaka skābekļa atomu skaitu vienā H_2SO_4 molekulā. Nosaka atomu skaitu trīs H_2SO_4 molekulās.	54*	10	30	5	0,54	0,47	78	0,54
3.	Zina, kāds ir bāzu ķīmiskais sastāvs.	21	15	49*	14	0,49	0,71	87	16
4.	Zina, kas ir ķīmiskie savienojumi. Analizējot katras vielas sastāvu, atrod, ka tie visi sastāv no vairākiem ķīmiskajiem elementiem, un nosaka, ka tie ir „ķīmiskie savienojumi”.	5	20	72*	2	0,72	0,45	92	0,72
5.	Zina, kas ir oksīds, bāze, skābe, sāls. Klasificē vielas (oksīds, bāze, skābe, sāls), zinot to sastāvu.	11	72*	7	9	0,72	0,54	96	0,72
6.	Zina ķīmiskā elementa kalcija simbolu.	63*	22	9	5	0,63	0,56	89	0,63

	Zina, ka nitrātu sastāvā ir skābes atlikums. Zina kalcija nitrāta ķīmisko formulu.								
7.	Pēc nosaukuma „arsēna(III) oksīds" saprot, ka arsēns savienojumā ir trīsvērtīgs (oksidēšanas pakāpe ir +3). Zina, ka skābeklis savienojumos ir divvērtīgs (oksidēšanas pakāpe ir -2). Zina, kā sastādīt bināra savienojuma formulu, izmantojot vērtības (vai arī oksidēšanās pakāpes). Aprēķina indeksus ķīmiskajā formulā pēc binārā savienojuma nosaukuma.	22	46*	7	21	0,46	0,50	72	0,46
8.	Zina, kas ir sāls un bāze, kā veidot šādu savienojumu ķīmiskos nosaukumus. Atpazīst sāls un bāzes ķīmisko formulu. Atpazīst sāls un bāzes nosaukumu, kas ir dots pēc IUPAC nomenklatūras.	4	21	14	59*	0,59	0,58	85	27

3. tabula. **Skolēnu sasniegumi uzdevumu izpildē tematiskā laukā „Ķīmisko elementu periodiskās tabulas (ĶEPT) lietošana"**

Nr.	Zināšanas un prasmes, kas nepieciešamas skolēnam, lai atrisinātu uzdevumu	Izvēlētie atbilžu varianti, %				P	D	A, %	Z, %
		A	B	C	D				
9.	Zina, kas ir grupa un periods. Pēc grupas un perioda numura nosaka elementa atrašanās vietu ķīmisko elementu periodiskajā tabulā (ĶEPT).	1	5	91*	3	0,91	0,18	97	79
10.	Zina, kur ĶEPT atrodas metāliskie un nemetāliskie ķīmiskie elementi. Nosaka ķīmiskā elementa piederību metāliskiem elementiem pēc atrašanās vietas ĶEPT.	2	5	6	87*	0,87	0,28	98	0,87
11.	Zina sēra un skābekļa simbolu. Zina skābekļa oksidēšanas pakāpi. Nosaka sēra oksidēšanās pakāpi binārajā savienojumā.	24	6	30	38*	0,38	0,54	69	0,38
12.	Zina, ka atoma kodola lādiņu nosaka pēc elementa atomnumura. Zina, kurš skaitlis ĶEPT apzīmē elementa atomnumuru. Nosaka ķīmisko elementu pēc tā atomnumura.	81*	7	6	4	0,81	0,35	95	0,81
13.	Zina, kurš skaitlis ĶEPT rāda kopējo elektronu skaitu atomā.	58*	14	14	13	0,58	0,47	81	34

4. tabula. **Skolēnu sasniegumi uzdevumu izpildē tematiskā laukā „Ķīmisko procesu attēlošana un daudzveidība”**

Nr.	Zināšanas un prasmes, kas nepieciešamas skolēnam, lai atrisinātu uzdevumu	Izvēlētie atbilžu varianti, %				P	D	A, %	Z, %
		A	B	C	D				
14.	Zina, kas ir masas nezūdamība. Saprot, ka katra ķīmiskā elementa atomu skaits ķīmiskās reakcijas gaitā nemainās. Zina, kas ir koeficients. Novienādo litija atomu skaitu pirms un pēc reakcijas, izvēloties atbilstošu koeficientu.	6	46	5	38*	0,38	0,51	68	17
15.	Zina, kas ir aizvietošanās reakcijas. Atpazīst vienkāršas vielas un ķīmiskos savienojumus. Pēc ķīmiskās reakcijas vienādojuma nosaka aizvietošanas reakciju.	40	40*	8	10	0,40	0,39	62	23
16.	Zina, kas ir neitralizācijas reakcija. Pēc nosaukuma atpazīst skābi un bāzi. Izvēlas vielu, kas reaģējot ar sērskābi, piedalās neitralizācijas reakcijā.	17	18	47*	16	0,47	0,39	69	30
17.	Zina, ka metālam reaģējot ar skābi, rodas ūdeņradis. Saprot, ka starp metālu un skābi notiek aizvietošanās reakcija, kuras rezultātā izdalās ūdeņradis.	11	45*	24	18	0,45	0,66	82	16
18.	Pēc ķīmiskās formulas atpazīst oksīdu, skābi un bāzi. Prognozē ķīmiskās reakcijas produktus un nosaka ķīmisko reakciju, kurā veidojas ūdens.	5	16	58*	19	0,58	0,68	91	22
19.	Saprot, ka oksīdi rodas, vienkāršajām vielām reaģējot ar skābekli. Saprot, kā ūdens rodas, oksidējot ūdeņradi.	9	68*	18	4	0,68	0,44	88	44
20.	Pēc ķīmiskās formulas atpazīst skābo un bāzisko oksīdu (metāliskā un nemetāliskā ķīmiskā elementa oksīdu). Zina, kas veidojas, skābajam oksīdam vai bāziskajam oksīdam reaģējot ar ūdeni. Lieto shēmā doto informāciju un nosaka, kuras ķīmisko vielu klases pārstāvis rodas, oksīdam reaģējot ar ūdeni.	19	22	45*	9	0,45	0,54	77	23
30.	Zina, ka gaisa sastāvā ir skābeklis, kas piedalās oksidēšanās procesā.	3	62*	9	22	0,62	0,52	87	35

	Pēc ķīmiskās reakcijas vienādojuma atpazīst slāpekļa oksidēšanās procesu.								

5. tabula. **Skolēnu sasniegumi uzdevumu izpildē tematiskā laukā „Aprēķini ķīmijā”**

Nr.	Zināšanas un prasmes, kas nepieciešamas skolēnam, lai atrisinātu uzdevumu	Izvēlētie atbilžu varianti, %				P	D	A, %	Z, %
		A	B	C	D				
21.	Zina vielas daudzuma apzīmējumu vai moltilpuma mērvienību.	9	28	8	51*	0,51	0,70	87	17
22.	Pēc teksta nosaka, kas dots un kas jāaprēķina. Atpazīst fizikālos lielumus pēc to mērvienībām (m^3 un kg).	8	14	48*	25	0,48	0,59	79	20
23.	Zina, kā aprēķināt ķīmiskās vielas molmasu. Zina, kur atrast ķīmiskā elementa molmasu. Aprēķina vielas molmasu.	10	69*	14	5	0,69	0,61	96	35
24.	Zina, ko rāda koeficienti ķīmiskās reakcijas vienādojumā. Nosaka izejvielas un reakcijas produkta daudzuma attiecību.	60*	10	16	12	0,60	0,65	91	26
25.	Aprēķina vielas daudzumu, zinot gāzveida vielas tilpumu.	21	14	47*	13	0,47	0,38	69	31
26.	Saprot, kas ir izšķīdušās vielas masas daļa, vai arī saprot % jēgu. Analizējot tekstā doto informāciju, saprot dotā jēgu; prot lietot aprēķina algoritmu jaunā, ar reālo dzīvi saistītā situācijā.	35	17	11	35*	0,35	0,46	61	16
27.	Saprot, no kā sastāv šķīdums. Aprēķina šķīduma masu. Saprot, ko nozīmē izšķīdušās vielas masas daļa. Prot lietot aprēķina algoritmu jaunā situācijā, kas saistās ar reālo dzīvi. Aprēķina izšķīdinātās vielas masas daļu.	46	19*	23	8	0,19	0,09	26	17
28.	Pēc ĶEPT nosaka vara molmasu. Aprēķina vara masu, ja zināms vielas daudzums. Aprēķina nezināmas vielas molmasu, ja zināms vielas daudzums un masa. Izmantojot ĶEPT, atrod ķīmisko elementu pēc tā molmasas.	54*	19	16	8	0,54	0,61	83	22

6. tabula. **Skolēnu sasniegumi uzdevumu izpildē tematiskā laukā „Pētnieciskā darbība”**

Nr.	Zināšanas un prasmes, kas nepieciešamas skolēnam, lai atrisinātu uzdevumu	Izvēlētie atbilžu varianti, %				P	D	A, %	Z, %
		A	B	C	D				
31.	Zina, kādi trauki piemēroti tilpuma mērīšanai. Atpazīst mērcilindru.	7	1	88*	2	0,88	0,15	94	79
32.	Zina paņēmienus neviendabīgo maisījuma sadalīšanai. Zina trauku pielietojumu. Zina laboratorijas traukus un piederumus, kas nepieciešami vārāmā sāls atdalīšanai no smiltīm. Atpazīst, kurš trauks no dotajiem nav nepieciešams sāls atdalīšanai no smiltīm.	7	22	18	50*	0,50	0,23	60	37
33.	Lieto informāciju, kas ir atrodama uzdevuma noteikumos, lai izvēlētos indikatoru eksperimentam.	60*	13	17	7	0,60	0,60	87	28
34.	Tekstā saskata neatkarīgo (kas tiek mainīts), atkarīgo (kas mainās) un fiksēto (kas nemainās) lielumu. Lieto datus no teksta, lai izvērtētu un izvēlētos pētījumam atbilstošu hipotēzi**.**	7	13	16	59*	0,59	0,61	92	50
35.	Analizē informāciju, kas ir atrodama uzdevuma noteikumos un secina par metālu ķīmisko aktivitāti.	8	18	8	62*	0,62	0,51	84	33

4. Skolēnu sasniegumu sadalījums pēc izziņas darbības dziļuma

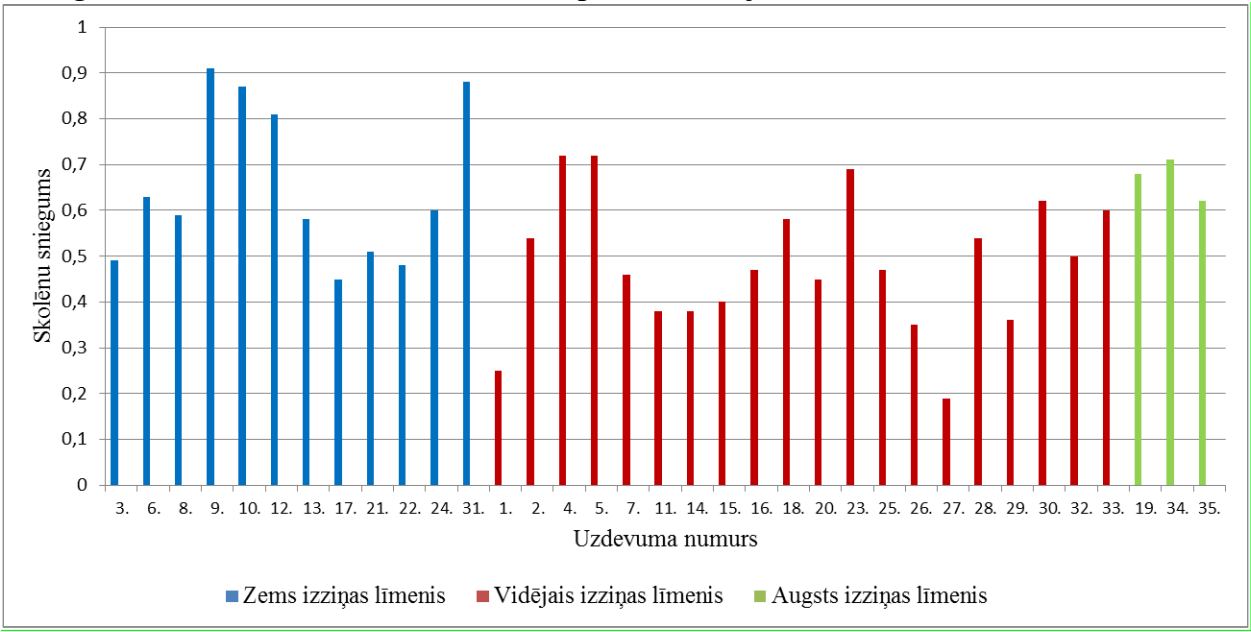
Aplūkosim, kā skolēniem veicās, izpildot diagnosticējošo darbu, ņemot vērā uzdevumu izziņas līmeņus. I līmeņa uzdevumi prasa no skolēniem zema līmeņa kognitīvo darbību, II līmenī - vidēja, bet III līmeņa uzdevumi vērsti uz augsta līmeņa kognitīvo darbību.

7. tabula. **Uzdevumu sadalījums pēc skolēna izziņas darbības līmeņa**

Izziņas līmenis	Uzdevuma numurs	Apraksts
Zems	3., 6., 8., 9., 10., 12., 13., 17., 21., 22., 24., 31.	Skolēns veic viena soļa procedūru – atceras faktu, terminu, jēdzienu vai nolasa vienkāršu informāciju no grafika vai tabulas.
Vidējs	1.,2., 4., 5., 7., 11., 14., 15., 16., 18., 20., 23., 25., 26., 27., 28., 29., 30., 32., 33.	Lieto zināšanas, lai skaidrotu parādību vai procesu, izvēlētos piemērotu procedūru ar diviem vai vairāk soļiem, sakārto/attēlo datus, interpretē vienkāršus datu kopumus vai grafikus.
Augsts	19., 34., 35.	Analizē kompleksu informāciju vai datus, sintezē vai izvērtē pierādījumus; spriež, izmantojot informāciju no dažādiem avotiem, veido plānu vai darbību secību kompleksas problēmas risinājumam.

Grupējot diagnosticējošā darba uzdevumus pēc tā, kura līmeņa kognitīvā darbība bija jāveic skolēniem, lai izvēlētos pareizo atbildi, veidojas neviennozīmīga aina (5. diagramma).

5. diagramma. **Dažāda līmeņa uzdevumu izpildes sadalījums**



Aplūkojot 5. diagrammu, viennozīmīgu secinājumu izdarīt grūti, jo rezultātu izkliede ir samērā liela gan zema izziņas līmeņa uzdevumos, gan vidēja izziņas līmeņa uzdevumos. Tomēr var secināt, ka kopumā ir redzama tendence, ka skolēnu rezultāti zema izziņas līmeņa uzdevumos ir nedaudz labāki nekā vidēja izziņas līmeņa uzdevumos.

Uzdevumi ar augstu izziņas darbības līmeni izrādījās samērā viegli, kas var būt skaidrojams ar to, ka piedāvātā situācija daļai skolēnu nebija jauna un nesagādāja intelektuālas grūtības. Iesakām skolotājiem dažādot mācību stundas, izmantojot ne tikai reproduktīvās mācību metodes un uzdevumus, bet arī produktīvās metodes, piedāvāt audzēkņiem uzdevumus, kas virzīti arī uz domāšanas procesu attīstību.

Neaizmirsīsim, ka diagnosticējošajā darbā visi uzdevumi ir testa uzdevumi ar gataviem atbilžu variantiem, un pārbaudīt skolēnu augstākās domāšanas prasmes, izmantojot šādu uzdevumu veidu, ir diezgan grūti.

5. Skolēnu mācību sasniegumu vērtēšana un analīze

Pamatizglītības standartā paredzēts, ka skolēniem, apgūstot ķīmijas mācību priekšmeta saturu, veidojas izpratne par procesiem un parādībām dabā, tiek apgūtas pētnieciskās darbības prasmes un veidojas attieksme pret cilvēka darbību sabiedrības ilgtspējīgās attīstības labā. Diagnostikai atlasīti atsevišķi pamatjautājumi (zināšanas un prasmes), kas saistīti ar pirmo un otro standarta satura komponentu.

Atlasītos pamatjautājumus var apvienot kopās, kuras veido šādus tematiskos laukus: specifiskas ķīmijas zināšanas un prasmes par vielām un ķīmiskajiem procesiem, darbs ar būtisku ķīmijas informācijas avotu – ķīmisko elementu periodisko tabulu (ĶEPT), pētnieciskā darbība un aprēķini ķīmijā (8. tabula).

8. tabula. **Diagnosticējošajā darbā iekļautie mācību satura tematiskie lauki**

Tematiskais lauks	Temati	Uzdevumi	Uzdevumu īpatsvars, %
1. Vienkāršo vielu un ķīmisko savienojumu daudzveidība.	Ķīmiskais elements un vienkārša viela.	1.	23
	Vielu kvalitatīvs un kvantitatīvs sastāvs.	2.	
	Vielu klasifikācija.	3., 4., 5.	
	Vielu nosaukumi (nomenklatūra).	6., 8.	
	Vielas ķīmiskās formulas sastādīšana.	7.	
2. Ķīmisko elementu periodiskās tabulas (ĶEPT) lietošana.	Ķīmisko elementu vieta ĶEPT.	9., 10.	14
	Oksidēšanās pakāpe.	11.	
	Atoma uzbūve.	12., 13.	

3. Ķīmisko procesu attēlošana un daudzveidība.	Ķīmisko reakciju veidi.	15., 16., 30.	20
	Vielu ķīmiskās pārvērtības.	17., 18., 19., 20.	
	Ķīmisko reakciju vienādojumi.	14.	
4. Aprēķini ķīmijā.	Fizikālie lielumi.	21., 22.	29
	Molmasas, vielas daudzuma, masas aprēķināšana.	23., 24., 25., 28.	
	Izšķīdusī vielas masas daļa.	26., 27.	
	Aprēķini pēc ķīmisko reakciju vienādojumiem.	24., 29.	
5. Pētnieciskā darbība.	Laboratorijas trauki.	31., 32.	14
	Hipotēze.	34.	
	Informācijas vai datu analīze un secināšana.	33., 35.	

Tātad skolēniem esošo specifisko zināšanu un prasmju par vielu un ķīmisko procesu daudzveidību mērījumam tika veltīti 43 % no darbā iekļautajiem uzdevumiem. No pirmā skatījuma var likties, ka pārmērīgi lielu vietu kopējā diagnosticējošā darba apjomā (29 %) ieņem uzdevumi, kuri saistās ar tematiskā lauka "Aprēķini ķīmijā" saturu. Tomēr jāņem vērā, ka šādu uzdevumu saturs skolēniem pēc būtības nav svešs, jo saturiski pārklājas ar to, ko skolēni apguvuši, ne tikai mācoties ķīmiju, bet arī pamatizglītības matemātikas un fizikas kursā.

Īstenībā no uzdevumiem, kas mēra specifiskās ķīmijas kursā apgūtās pamatprasmes, šeit minami pārsvarā tikai tie, kas saistās ar aprēķiniem pēc ķīmisko reakciju vienādojumiem. Turklāt daļa no piedāvātajiem uzdevumiem absolūti nav saistīta ar matemātisko darbību veikšanu, bet mēra skolēnu zināšanas par fizikālajiem lielumiem un prasmi izvēlēties to apzīmējumu un mērvienības.

Skolēnu prasmi kā informācijas avotu lietot ķīmisko elementu periodisko tabulu mēra 14 % no darbā iekļautajiem uzdevumiem. Tikpat liela vieta tika atvēlēta jautājumiem, kuri saistīti ar skolēnu pētniecisko darbību ķīmijas apguvē.

Analizējot skolēnu sniegumu, tika izmantota vērtēšanas skala. Tabulā (9. tabula) parādīts, kādā veidā uzdevumu izpildes kvantitatīvie rādītāji atbilst to vārdiskajiem aprakstiem.

9. tabula. **Uzdevumu izpildes koeficienta vārdiskais apraksts**

Uzdevumu izpilde, %	Apguves līmenis
85 līdz 100	Augsts līmenis. Uzdevumā ietvertās zināšanas un prasmes kopumā apgūtas ļoti labi vai izcili.
65 līdz 84	Optimāls līmenis. Uzdevumā ietvertās zināšanas un prasmes kopumā apgūtas

	labi.
40 līdz 64	Pietiekams līmenis. Uzdevumā ietvertās zināšanas un prasmes kopumā apgūtas pietiekami.
0 līdz 39	Nepietiekams līmenis. Uzdevumā ietvertās prasmes kopumā apgūtas nepietiekami.

5.1. Zināšanas un izpratne par vielām un to pārvērtībām

Tālāk aplūkosim, kā skolēniem izdevies izpildīt uzdevumus, kas mēra skolēnu izpratni par vielām un to pārvērtībām, viņu māku lietot zināšanas un mācību procesā apgūtās specifiskās prasmes. Snieguma indikators – zināšanas un prasmes, kas ir nepieciešamas, lai izpildītu uzdevumu, jeb zināšanas un prasmes, kas tika mērītas ar katra konkrētā uzdevuma palīdzību.

10. tabula. **Tematiskā lauka „Ķīmisko savienojumu un vienkāršo vielu daudzveidība" uzdevumu izpilde**

Uzd. Nr.	Skolēna snieguma indikators	Uzdevuma izpilde, %	Apguves līmenis
4.	Pēc vielas sastāva atpazīst ķīmisko savienojumu.	72	Optimāls
5.	Klasificē vielas, zinot to sastāvu.	72	
6.	Pēc nosaukuma izvēlas sāls ķīmisko formulu.	63	Pietiekams
8.	Nosauc sāli un bāzi, izmantojot IUPAC nomenklatūru.	59	
2.	Nosaka atomu skaitu trīs molekulās, ja zināma vielas ķīmiskā formula.	54	
3.	Zina, kāds ir bāzu ķīmiskais sastāvs.	49	
7.	Atrod indeksus ķīmiskajā formulā pēc binārā savienojuma nosaukuma.	46	
1.	Analizējot tekstu, saprot atšķirību starp jēdzieniem „ķīmiskais elements" un „vienkārša viela".	25	Nepietiekams

Tematiskajā laukā „Ķīmisko savienojumu un vienkāršo vielu daudzveidība" ir iekļauti uzdevumi, ar kuru palīdzību tika mērītas skolēniem esošās zināšanas un prasmes par vielu sastāvu, klasifikāciju un nosaukumiem (nomenklatūru). Skolēnu sniegums šajos jautājumos izrādījās ļoti atšķirīgs – vidējais rezultāts atsevišķās skolēnu grupās svārstās no 72% līdz 25%.

Prasme klasificēt vielas

Uz prasmes „klasificēt vielas" mērīšanu virzīts trīs uzdevumu saturs. Skolēnu vidējais sniegums diagnosticējošajā darbā šajos uzdevumos ir 0,63.

72% skolēnu pareizi klasificē neorganiskās vielas oksīdos, bāzēs, skābēs un sāļos. Turklāt tikai 63% skolēnu zina, kas ir bāze, kaut gan šādas zināšanas bija nepieciešamas, lai izpildītu

uzdevumu par neorganisko vielu klasifikāciju. Iespējams, tādu rezultātu var izskaidrot ar to, ka daļa skolēnu, nezinot, kas ir bāze, varēja pareizi pēc sastāva atpazīt oksīda, skābes un sāls vietu doto ķīmisko formulu rindā.

Statistiskā analīze liecina par to, ka 11% skolēnu nezina, kas ir skābe un sāls, 9% skolēnu nezina, kas ir oksīds un bāze. Rezultātā šie skolēni nevarēja atpazīt dotās vielas pēc savienojuma sastāva un sajauca skābi ar sāli, kā arī oksīdu ar bāzi.

Prasme nosaukt vielas

Ap 60% skolēnu prot sasaistīt vielas ķīmisko formulu pēc nosaukuma un otrādi. Statistiskās analīzes rezultāti liecina, ka vēl 5% skolēnu atpazīst nitrātu formulas, bet jauc kālija un kalcija simbolus un rezultātā izvēlas nepareizo atbildi. 9% skolēnu jauc nitrātu ar nitrītu, un diezgan liela skolēnu daļa (22%) izvēlējās nitrāta (sastāv no 3 elementiem) vietā bināro savienojumu nitrīdu (sastāv no 2 elementiem).

Prasme sastādīt vielu ķīmiskās formulas

46% skolēnu zina, cik liela ir skābekļa oksidēšanās pakāpe, un prot lietot algoritmu bināra savienojuma formulas sastādīšanai. Acīmredzot kāda skolēnu daļa ieguva pareizo rezultātu (pareizi atrada indeksus formulā), izmantojot esošās zināšanas par ķīmisko elementu vērtībām. 22% skolēnu zina skābekļa oksidēšanās pakāpi, bet neprot izmantot algoritmu ķīmisko formulu sastādīšanai un pareizi atrast indeksus. 21% skolēnu nesaprot, ko nozīmē romiešu cipars III vielas nosaukumā, un sastāda vielu formulu atbilstoši arsēna augstākajai oksidēšanās pakāpei, kuru nosaka pēc grupas numura.

Prasme noteikt vielas kvalitatīvo un kvantitatīvo sastāvu

54% skolēnu saprot, ko rāda indekss un prot noteikt atomu skaitu trīs H_2SO_4 molekulās. Diezgan liela skolēnu daļa (30%) saprot, ka H_2SO_4 molekulā ir 4 skābekļa atomi, bet, iespējams, nepievērsa uzmanību, ka bija jāsaskaita, cik liels ir skābekļa atomu skaits trīs molekulās, un tādējādi izvēlējās nepareizu atbildi. 10% skolēnu saskaitīja visu ķīmisko elementu atomus vienā molekulā, kas liecina vai nu par pilnīgu jautājuma neizpratni, vai nu par uzmanības trūkumu, lasot uzdevuma tekstu.

Prasme lietot jēdzienu „vienkāršā viela" un „ķīmiskais elements"

Uzdevums par šo jēdzienu lietošanu izrādījās skolēniem ļoti grūts: skolēni parādīja viszemāko rezultātu visā diagnosticējošajā darbā. 75% skolēnu atbildēja uz šo jautājumu nepareizi. Tas nozīmē, ka lielākā skolēnu daļa neizprot atšķirību starp vienkāršu vielu un ķīmisku elementu.

Šāds rezultāts, iespējams, var būt skaidrojams ar faktu, ka šai atšķirībai pievērš uzmanību 8. klases sākumā un, mācoties ķīmiju tālāk, atšķirība starp vienkāršo vielu un ķīmisko elementu netiek akcentēta. Var gadīties arī, ka šādu rezultātu esam saņēmuši tāpēc, ka uzdevums bija pats pirmais darbā un skolēni vēl nebija pietiekami koncentrējušies darbam ar tekstu. Lai atbildētu uz jautājumu, kura hipotēze atbilst patiesībai, ir nepieciešams papildus pētījums.

5.2. Zināšanas un prasmes par ķīmisko procesu daudzveidību un attēlošanu

Skolēnu snieguma indikatoru apraksts, kā arī skolēnu sniegums, izpildot uzdevumus, kas saturiski pieder dotajam tematiskajam laukam, ir apkopots 11. tabulā.

11. tabula. **Tematiskā lauka „Ķīmisko procesu daudzveidība un attēlošana" uzdevumu izpilde**

Uzd. Nr.	Skolēna snieguma indikators	Uzdevuma izpilde, %	Apguves līmenis
19.	Prognozē ķīmiskajās reakcijās veidojošos produktus un nosaka, kurai vienkāršai vielai, pārvēršoties par oksīdu, veidojas ūdens.	68	Optimāls
30.	Pēc ķīmiskās reakcijas vienādojuma atpazīst slāpekļa oksidēšanās procesu.	62	Pietiekams
18.	Nosaka ķīmisko reakciju, kurā veidojas ūdens.	58	
16.	Izvēlas vielu, kas, reaģējot ar skābi, piedalās neitralizācijas reakcijā.	47	
17.	Zina, kura gāze rodas ķīmiskajā reakcijā starp metālu un skābi.	45	
20.	Lieto shēmā doto informāciju un nosaka, kurai vielu klasei pieder savienojumi, kas rodas, oksīdiem reaģējot ar ūdeni.	45	
15.	Pēc ķīmiskās reakcijas vienādojuma nosaka aizvietošanās reakciju.	40	
14.	Dotajā ķīmiskās reakcijas shēmā atrod koeficientus, ievērojot masas nezūdamības likumu.	38	Nepietiekams

Prasme klasificēt ķīmiskās reakcijas

Ar prasmi klasificēt ķīmiskās reakcijas saistīti trīs uzdevumi, kurus izpildot, skolēniem vajadzēja, salīdzinot dotos ķīmisko reakciju vienādojumus, atpazīt, kurš no tiem attēlo oksidēšanās procesu, neitralizācijas reakciju un aizvietošanās reakciju. Lai izpildītu tāda veida uzdevumus, skolēniem bija nepieciešams pielietot zināšanas par to, kas ir oksidēšanās, aizvietošanas reakcija, gan pārveidot informāciju, kas bija sniegta nosacītu apzīmējumu veidā (ķīmiskās formulas/vienādojumi), vārdiskā formā (reakcijas veids). Kopumā šī prasme tika apgūta pietiekamā līmenī.

Jāatzīmē, ka 40% skolēnu pareizi izvēlējās vienādojumu, kas atbilst aizvietošanas reakcijai, bet tikpat daudz skolēnu izvēlējās arī nepareizo atbildi – apmaiņas reakciju (skolēni ar augstām un zemām spējām izvēlējās šo nepareizo atbildi līdzīgi). Iespējams, ka skolēniem sagādāja grūtības tieši aizvietošanas reakcijas piemērs $CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$, par kuru mācīts 9. klases sākumā, apgūstot mācību vielu par metālu iegūšanu, un, ja piedāvātu metālu aizvietošanas reakciju ar

skābi, tad rezultāts būtu labāks. Kaut gan, ja skolēns droši zina, ka aizvietošanas reakcija norisinās starp ķīmisko savienojumu un vienkāršo vielu, tad, lai izvēlētos pareizo atbildi, atliek tikai atpazīt ķīmisko savienojumu un vienkāršo vielu starp izejvielām.

47% skolēnu zina, kas ir neitralizācijas reakcija, un pareizi izvēlas vielu reakcijai ar skābi.

Zināšanas un izpratne par vielu pārvērtībām

45% skolēnu zina, ka dzelzs reakcijā ar sērskābes šķīdumu veidojas ūdeņradis un ka nemetāliskā elementa oksīds un metāliskā elementa oksīds reakcijā ar ūdeni attiecīgi veido skābi un bāzi. Daļa skolēnu prot pareizi izvēlēties tikai vienu vielas klasi: 19% saprot, ka metāliskā elementa oksīds, reaģējot ar ūdeni, veido bāzi, bet nezina, ka nemetāliskā elementa oksīds šādā reakcijā veido skābi, daļa skolēnu – 22% – pareizi izvēlējās skābi un nesaprata, ka metāliskajam ķīmiskajam elementam atbilst bāze.

68% skolēnu prot analizēt ķīmisko pārvērtību shēmas un izdarīt secinājumu par to, ka pārvērtības, kurās piedalās skābeklis, ir oksidēšanās procesi. Šis rezultāts gandrīz sakrīt ar rezultātu, ko nodemonstrēja skolēnu sniegums 30. uzdevumā par slāpekļa oksidēšanās procesu skābekļa klātbūtnē.

Prasme izlikt koeficientus ķīmiskās reakcijas vienādojumā

Prasme vienādot ķīmiskās reakcijas ir viena no pamatprasmēm, kas ir svarīga, lai skolēns būtu spējīgs pilnvērtīgi apgūt vidusskolas ķīmijas kursu. Diagnosticējošajā darbā iegūtais rezultāts liecina par to, ka šī prasme apgūta nepietiekamā līmeni – 62 % skolēnu neprot atrast pareizo koeficientu. Grūti izdarīt secinājumu par to, vai skolēni atceras, kas ir „masas nezūdamība" un ko nozīmē „ievērot masas nezūdamības likumu", vai tomēr šādas zināšanas un izpratne viņiem nepalīdz atrast atbilstošo koeficientu. Īstenībā, lai pareizi atrisinātu šo uzdevumu, pietiek zināt, ka jebkura ķīmiskā elementa atomu skaits ķīmiskās reakcijas gaitā nemainās.

Lielākā skolēnu daļa (46%) ķīmiskās reakcijas vienādojumā $Li + O_2 \rightarrow Li_2O$ izvēlējās izlikt pirms litija formulas koeficientu 2. Šis fakts liecina par to, ka šie skolēni saprot, ka litija atomu skaitam pirms un pēc reakcijas jāsakrīt, bet neprot izmantot algoritmu, lai arī pārējo ķīmisko elementu atomu skaits vienādojuma kreisajā un labajā pusē būtu vienādots. Tātad atkal nākas konstatēt, ka šie skolēni nesaprot masas nezūdamības likumu.

5.3. Prasmes lietot ķīmisko elementu periodisko tabulu

Skolēnu snieguma indikatoru apraksts, kā arī skolēnu sniegums, izpildot uzdevumus, kas saturiski pieder dotajam tematiskajam laukam, ir apkopots 12. tabulā.

12. tabula. **Tematiskā lauka „Specifiskās informācijas avota – ķīmisko elementu periodiskās tabulas lietošana" uzdevumu izpilde**

Uzd. Nr.	Skolēna snieguma indikators	Uzdevuma izpilde, %	Apguves līmenis
9.	Nosaka elementu pēc atrašanās vietas ĶEPT.	91	Augsts
10.	Nosaka ķīmiskā elementa piederību metāliskiem elementiem pēc atrašanās vietas ĶEPT.	87	
12.	Nosaka ķīmisko elementu pēc elementa atomnumura ĶEPT.	81	Optimāls
13.	Zina, kurš skaitlis ĶEPT rāda kopējo elektronu skaitu atomā.	58	Pietiekams
11.	Nosaka ķīmiskā elementa oksidēšanās pakāpi binārajā savienojumā.	38	Nepietiekams

Prasme lietot ķīmisko elementu periodisko tabulu kā informācijas avotu ir ļoti svarīga prasme, kuras apguve svārstās robežās no 91% līdz 38%.

Kā rāda diagnosticējošā darba rezultāti, skolēni augstā līmenī pārvalda prasmi noteikt metālisko un nemetālisko elementu vietu periodiskajā tabulā un prasmi noteikt ķīmiskā elementa piederību metāliskajiem vai nemetāliskajiem elementiem. Tāpat skolēniem nesagādā grūtības atrast ķīmiskā elementa vietu periodiskajā tabulā pēc tā atomnumura.

Tikai 58% skolēnu zina, kurš skaitlis ĶEPT rāda kopējo elektronu skaitu atomā.

Skolēnu prasme noteikt ķīmisko elementu oksidēšanās pakāpi, ja dota vielas ķīmiskā formula, apgūta nepietiekamā līmenī. Daļa skolēnu nezina, ka oksīdos skābekļa oksidēšanās pakāpe ir -2. Daļa skolēnu nezina algoritmu, kā noteikt ķīmiskā elementa oksidēšanās pakāpi, ja dota binārā savienojuma formula.

5.4. Prasme veikt aprēķinus

Skolēnu snieguma indikatoru apraksts, kā arī skolēnu sniegums, izpildot uzdevumus, kas saturiski pieder dotajam tematiskajam laukam, ir apkopots 13. tabulā.

13. tabula. **Tematiskā lauka „Aprēķini ķīmijā" uzdevumu izpilde**

Uzd. Nr.	Skolēna snieguma indikators	Vidējais rezultāts, %	Apguves līmenis
23.	Aprēķina vielas molmasu.	69	Optimāls
24.	Saskata izejvielas un reakcijas produkta daudzuma attiecību.	60	Pietiekams
28.	Veic vielas daudzuma un masas aprēķinu, nosaka vielas molmasu un vielas nosaukumu.	54	
21.	Zina vielas daudzuma apzīmējumu un moltilpuma mērvienību.	51	
22.	Atpazīst fizikālo lielumu pēc mērvienības.	48	
25.	Aprēķina vielas daudzumu, zinot vielas tilpumu.	47	
29.	Aprēķina reakcijas produkta tilpumu pēc ķīmiskās reakcijas vienādojuma.	36	Nepietiekams
26.	Saprot, ko nozīmē izšķīdušās vielas masas daļa; saprot % jēgu.	35	
27.	Aprēķina izšķīdinātās vielas masas daļu.	19	

Šis tematiskais lauks tradicionāli sagādā skolēniem vislielākās grūtības. To rāda gan starptautisko pētījumu rezultāti (PISA u.c.), gan tie rezultāti, kurus sasniedz skolēni kārtējos pārbaudes darbos. Iespējams, samērā zemais rezultāts izskaidrojams arī ar to, ka skolēni neprot saskatīt saikni starp to, kas tiek mācīts matemātikā, ar aprēķina uzdevumiem, kuriem ir ķīmijas konteksts.

Zināšanas par fizikālo lielumu apzīmējumiem un mērvienībām

Tikai 51% skolēnu zina, kā apzīmē vielas daudzumu un kādās vienībās mēra gāzveida vielu moltilpumu. Zināšanas, kas saistās ar fizikālajiem lielumiem, ir būtiskas, lai skolēns būtu spējīgs spriest par vielu un ķīmisko procesu kvantitatīvo pusi. Savukārt prasme atpazīt lielumus, kuri ir minēti tekstā (piemēram, aprēķinu uzdevuma noteikumā), ir ļoti svarīga, lai pareizi veiktu dažāda veida aprēķinus. Gandrīz tikpat daudz skolēnu, strādājot ar tekstu, pareizi nosaka lielumus (masu un tilpumu), kuri ir doti, kā arī tos, kuru skaitliskā vērtība ir jāaprēķina. Daļa skolēnu atbildēja uz testa jautājumu daļēji pareizi: 25% spēj atpazīt pēc mērvienības fizikālo lielumu „masa", vēl 14% spēj atpazīt tikai fizikālo lielumu „tilpums". 8% skolēnu, izlasot uzdevuma noteikumu, neprot noteikt, kas dots un ko vajadzētu aprēķināt.

Prasme aprēķināt molmasu, vielas daudzumu, masu

70% skolēnu prot aprēķināt pienskābes $C_3H_6O_3$ molmasu. 15% skolēnu prot noteikt ķīmiskā elementa atommasu, izmantojot periodisko tabulu, bet nesaprot, kā aprēķināt vielas molmasu. Viena daļa skolēnu, aprēķinot savienojuma molmasu, neņem vērā ķīmiskā elementa atomu skaitu molekulā. Citi skolēni elementu atommasu nevis summē, bet reizina, kas liecina par šo skolēnu absolūto neizpratni par to, kas ir vielas molmasa.

47% skolēnu pareizi aprēķina vielas daudzumu, zinot vielas tilpumu. 21% skolēnu, zinot gāzveida vielas tilpumu, aprēķina vielas daudzumu, izmantojot nevis gāzes moltilpuma fizikālo lielumu, bet molmasu.

28. uzdevumā skolēniem bija nepieciešams veikt divas matemātiskās darbības: vispirms, zinot vielas daudzumu, aprēķināt vara masu, un pēc tam, zinot vielas daudzumu un masu, aprēķināt nezināmas vielas molmasu. Šo relatīvi komplicēto uzdevumu skolēni izpildījuši nedaudz labāk nekā 25. uzdevumu, kuru risinot, bija jāveic viena matemātiskā darbība. Viens no iemesliem varētu būt tas, ka aprēķini padodas vieglāk, ja uzdevuma noteikumā ir doti risināšanai ērtāki skaitļi.

Prasme aprēķināt izšķīdušas vielas masas daļu

26. uzdevumā tika mērīts, kāda ir skolēnu izpratne par masas daļas jēgu situācijā, kad nākas sastapties ar problēmu, kurai ir ķīmisks raksturs. Diagnosticējošā darba rezultāti liecina, ka tikai 35% skolēnu saprot, ko nozīmē "5% joda šķīdums", bet lielākā skolēnu daļa vispār nesaprot procentu jēgu.

52% skolēnu neatpazīst masas daļas fizikālo lielumu un izvēlas par pareizu apgalvojumu, kurā ir minēts tilpums. 11% skolēnu izvēlas apgalvojumu ar datiem, kurus izmantojot, lai veiktu dažādas matemātiskās darbības, nav iespējams rezultātā iegūt 5%: $(5:20)\cdot 100 = 2{,}5\%$.

27. uzdevumā skolēniem piedāvāts aprēķināt izšķīdušās vielas masas daļu šķīdumā, kas tiek pagatavots. Šis uzdevums izrādījās ļoti grūts: tikai 19% skolēnu prot lietot šāda veida aprēķinu algoritmu jaunā, ar reālo dzīvi saistītā situācijā, kurai ir ķīmiska rakstura konteksts.

69% skolēnu nesaprot, ka šķīdums ir maisījums, kas sastāv no izšķīdinātas vielas un šķīdinātāja, un izmantoja aprēķinos nevis šķīduma, bet šķīdinātāja masu.

2015. gada diagnosticējošajā darbā dabaszinātnēs, ko pildīja visi 9. klašu skolēni, arī tika piedāvāts uzdevums par šķīduma pagatavošanu ar noteiktu masas izšķīdušās vielas daļu. Toreiz minētā uzdevuma grūtības pakāpe izrādījās 0,13. Tika konstatēts, ka tikai neliela skolēnu daļa, lasot tekstu, saprot, ka izšķīdušās vielas masa ir daļa no veselā, kas ir izteikta procentos, vai arī vispār % jēgu. Var teikt, ka skolēnu rezultāti aprēķina uzdevumos par vielu masas daļu 9. klasēs beigās un 10. klases sākumā ir salīdzināmi un būtiski neatšķiras. Skolotājiem, kas strādā vidusskolas klasēs, jāzina, ka tikai nedaudz vairāk nekā desmitdaļa skolēnu prot lietot aprēķinu

algoritmus situācijā, kas saistās ar reālās dzīves kontekstu, prot pārveidot datus, ja risināmā problēma saistās ar procentu rēķiniem.

Prasme veikt aprēķinu pēc ķīmiskās reakcijas vienādojuma

60% skolēnu saprot, ka vielas reaģē un veidojas noteiktās attiecībās un prot noteikt izejvielas un reakcijas produkta daudzuma attiecību. Pārējie skolēni nesaprot, ko rāda koeficienti ķīmiskās reakcijas vienādojumā. Skolēnu izpratne par koeficientu jēgu ķīmiskās reakcijas vienādojumā ir svarīga, lai veiksmīgi risinātu aprēķina uzdevumus pēc ķīmiskās reakcijas vienādojuma.

Tikai 36% skolēnu prot aprēķināt produkta tilpumu, ja zināma izejvielas masa. 8% nesaskata izejvielas (CO_2) un reakcijas produkta (O_2) daudzuma attiecību pēc ķīmiskās reakcijas vienādojuma. 23% skolēnu nesaprot, ka skābekļa daudzums, kas rodas fotosintēzes reakcijā no 4,4 g CO_2, ir nevis 6 moli (koeficients pirms skābekļa formulas fotosintēzes reakcijas vienādojumā), bet ir 0,1 mols.

5.5. Pētnieciskās darbības prasmes

Skolēnu snieguma indikatoru apraksts, kā arī skolēnu sniegums, izpildot uzdevumus, kas saturiski pieder dotajam tematiskajam laukam, ir apkopots 14. tabulā.

14. tabula. **Tematiskā lauka „Pētnieciskā darbība" uzdevumu izpilde**

Uzd. Nr.	Skolēna snieguma indikators	Uzdevumu izpilde, %	Apguves līmenis
31.	Izvēlas trauku tilpuma mērīšanai.	88	Augsts
34.	Lieto datus no teksta, lai izvērtētu dotās hipotēzes un izvēlētos pētījumam atbilstošu.	72	Optimāls
35.	Lieto datus no teksta, lai izvēlētos pareizo secinājumu.	62	Pietiekams
33.	Lieto datus no teksta, lai izvēlētos indikatoru eksperimentam.	60	
32.	Atpazīst, kurš laboratorijas trauks no dotajiem nav nepieciešams sāls atdalīšanai no smiltīm.	50	

Prasme izvēlēties laboratorijas traukus atbilstoši mērķim

88% skolēnu zina, ka tilpuma mērīšanai izmanto mērtrauku, no uzdevumā dotajiem – mērcilindru. Tikai 50% skolēnu saprot, kādi laboratorijas trauki būs nepieciešami sāls atdalīšanai no smiltīm un spēj atpazīt, kurš trauks (no dotajiem) nav nepieciešams.

Puse no skolēniem neizprot, kādas darbības jāveic, lai atdalītu vārāmo sāli no smiltīm. Un proti:

- 7% skolēnu nesaprot, ka vispirms maisījumam jāpievieno ūdens, lai izšķīdinātu vārāmo sāli ūdenī (ir vajadzīga vārglāze);

- 18% skolēnu nesaprot, ka pēc ūdens pievienošanas maisījumam nepieciešams veikt filtrēšanu, lai no veidojošās suspensijas atdalītu smiltis (ir vajadzīga piltuve);
- 22% skolēnu nesaprot, ka, lai no filtrāta iegūtu vārāmo sāli, jāveic iztvaicēšana (ir vajadzīga porcelāna bļodiņa).

2015. gadā diagnosticējošajā darbā dabaszinātnēs, ko pildīja visi 9. klašu skolēni, arī tika mērīta skolēniem esošā prasme izvēlēties maisījuma sadalīšanas metodi. Toreiz tika noskaidrots, ka 63% skolēnu saprot, ka, lai no jūras ūdens izdalītu izšķīdušos sāļus, jāizmanto iztvaicēšana, un 44% skolēnu spēj atpazīt piederumus un papildināt doto sarakstu ar trūkstošo. Salīdzinot abu mērījumu (diagnosticējošo darbu) rezultātus, var teikt, ka skolēnu prasmes 9. klases beigās un 10. klases sākumā ir salīdzināmas un būtiski neatšķiras.

Prasme izvēlēties pētījuma hipotēzi, pamatojoties uz informāciju tekstā

72% skolēnu, analizējot tekstā doto informāciju, prot saskatīt neatkarīgo, atkarīgo un fiksēto lielumu. Jāņem vērā, ka pētījuma hipotēze, ko pārbauda skolēns, var būt arī nepareiza, tāpēc var uzskatīt, ka B atbilde, ko izvēlējušies 13% skolēnu, arī ir pieņemama. 23% skolēnu nesaprot, ka aprakstītajā pētījumā $CaCO_3$ masa nevar būt atkarīgais vai neatkarīgais lielums, jo katrā eksperimentā $CaCO_3$ masa bija 1 g, tāpēc tas ir fiksētais lielums.

Prasme secināt, pamatojoties uz tekstā doto informāciju

Ap 60% skolēnu prot izdarīt secinājumu, pamatojoties uz tekstā doto informāciju: izvēlēties indikatoru eksperimentam, izvēlēties metālu rindu atbilstoši metālu ķīmiskās aktivitātes samazināšanai. 18% skolēnu izvēlējās rindu, kurā metāli izvietoti atbilstoši ķīmiskās aktivitātes palielināšanai, kas, iespējams, saistīts ar uzmanības trūkumu, lasot uzdevuma noteikumus, vai arī minētie skolēni nav sapratuši, kā konkrētais novērojums ir saistīts ar metālu aktivitāti, respektīvi, nav sasaistījuši gāzes izdalīšanās intensitāti ar metāla ķīmisko aktivitāti.

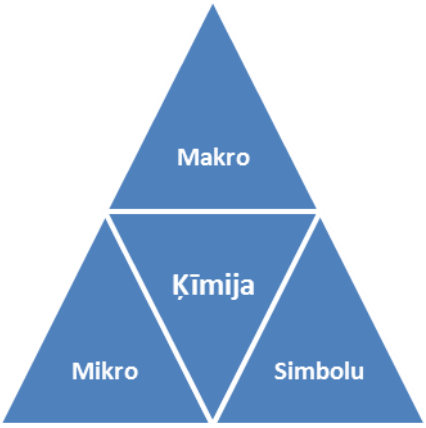
6. Metodiskie ieteikumi skolēnu mācību sasniegumu pilnveidei

6.1. Skolēnu grūtības un ieteikumi to novēršanai tematiskajā laukā „Ķīmisko savienojumu un vienkāršo vielu daudzveidība”

Visgrūtākais uzdevums diagnosticējošajā darbā izrādījās tas, kuru risinot, skolēniem bija jāparāda *izpratne par atšķirību, kas pastāv starp vienkāršo vielu un ķīmisko elementu*. Liekas, ka jautājums ir ļoti vienkāršs, tāpēc zemais skolēnu sniegums zināmā mērā izraisīja pārsteigumu skolotājiem.

Kāpēc atbilde uz šo jautājumu skolēniem radīja grūtības? Līdz 8. klasei dabaszinību un bioloģijas stundās skolēni vairāk operēja ar jēdzieniem, kuri saistījās ar makropasaules objektiem (piemēram, augi, dzīvnieki, vielu maisījumi). Bet ķīmijas zināšanas un prasmes balstās ne tikai

uz priekšstatiem un jēdzieniem makropasaules līmenī, bet lielā mērā arī mikropasaules un simbolu līmenī.



Ķīmijas mācīšanās un mācīšanas procesa līmeņi (Johnstone, 1997).

Tā makropasaules līmenis ķīmijā vairāk saistīts ar vielām, ķīmiskām pārvērtībām, kuras iespējams novērot, izmantojot dažādus maņu orgānus. Piemēram, vāramais sāls var būt aprakstīts kā balta kristāliska viela, kurai ir specifiska garša un kura labi šķīst ūdenī. Savukārt domāšanas procesā mikropasaules līmenī operē ar tādiem objektiem kā atoms, jons, molekula, elektrons u.c. Piemēram, nātrija hlorīds var būt aprakstīts kā savienojums ar jonu kristālrežģi, kurā kristālrežģa mezglos atrodas pozitīvi lādēti nātrija un negatīvi lādēti hlora joni.

Simbolu līmenis saistās ar iespēju attēlot izpratni par vielu sastāvu un īpašībām ar elementu simboliem, ķīmiskajām formulām un ķīmisko reakciju vienādojumiem. Piemēram, nātrija hlorīda disociāciju ūdenī var attēlot šādi:

$$NaCl \rightarrow Na^{+} + Cl^{-}$$

Svarīgi arī skolēniem skaidrot, ka uz vienu un to pašu vielu, parādību un procesu jāmēģina skatīties no dažādiem skata punktiem. Uzdevums par ķīmisko elementu un vienkāršu vielu bija tieši tāds, jo prasīja, lai 10. klases skolēni darbotos ar viņiem sniegto informāciju visos līmeņos, tajā skaitā arī mikro un simbolu līmenī.

Atšķirība starp ķīmisko elementu un vielu ir viena no fundamentālajām idejām ķīmijā, tāpēc tik svarīgi, lai skolēni to izprastu. Jāatzīmē, ka ārzemju mācību literatūrā bieži vispār netiek apspriesta atšķirība starp vienkāršo vielu un ķīmisko elementu, autoriem pievēršot uzmanību tikai atšķirībai starp ķīmisko elementu un ķīmisko savienojumu. Bet mūsu pamatskolas mācību programmā, mācību grāmatās šī atšķirība tradicionāli tiek akcentēta.

Par to, kas ir ķīmiskais elements un kas ir vienkāršā viela, pirmo reizi tiek runāts 8. klases sākumā. Taču skolēnu ceļš uz šo atšķirības dziļo izpratni nav īss, tāpēc tam jāpievērš uzmanība visa ķīmijas kursa apguves laikā. Problēma lielā mērā saistās ar to, ka vairāku ķīmisko elementu un vienkāršo vielu apzīmējumi sakrīt. Piemēram, dzelzs kā ķīmiskā elementa un kā vienkāršas vielas apzīmējums ir vienāds – Fe. Saprast, ka jēdziens „ķīmiskais elements" un „vienkārša viela" nav viens un tas pats, palīdzēs fakts, ka vienkāršo vielu ir krietni vairāk nekā ķīmisko

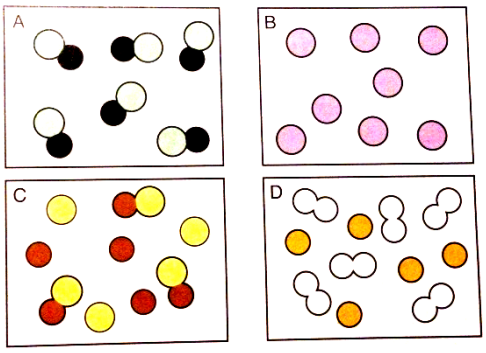
elementu. Piemēram, tikai ķīmiskais elements ogleklis veido vairākas vienkāršas vielas, tādas kā dimants, grafīts, fullerēni, grafēns. Pēc dažiem avotiem 118 ķīmiskie elementi veido ap 500 vienkāršas vielas.

Vajadzētu regulāri pievērst skolēnu uzmanību atšķirībai arī starp tādiem jēdzieniem, kuri ir svarīgi dziļai ķīmijas koncepciju izpratnei, kā „atoms", „molekula", „jons", „ķīmiskais savienojums". Šim nolūkam var kalpot dažādi teksti vai uzdevumi ar vizuālajiem materiāliem. Piemēram.

Piemērs. *Paskaidro, kurā apgalvojumā tiek minēts ķīmiskais elements un kurā – vienkārša viela!*

1. *Dzelzs ir metāls, kas pievelkas ar magnētu.*
2. *Dzelzs ir rūsas sastāvā.*
3. *Dzelzij piemīt metālisks spīdums.*
4. *Ogļskābās gāzes molekulas sastāvā ir tikai viens oglekļa atoms.*
5. *Kvarcs ir silīcija un skābekļa savienojums.*
6. *Varš, sudrabs un zelts ir zināmi cilvēkiem jau no seniem laikiem.*
7. *Skābekļa un ūdeņraža maisījums ir sprādzienbīstams.*
8. *Ūdeņradis ir visvieglākā gāze.*
9. *Katls ir izgatavots no alumīnija.*
10. *Hēliju izmanto balonu uzpildīšanai.*
11. *Metāna molekulas sastāvā ir četri oglekļa atomi.*

Piemērs. *Aplūko daļiņu zīmējumus un atbildi uz jautājumiem!*



Pēc tavām domām, kurā zīmējumā attēlots:

a) ķīmiskais elements,
b) vienkārša viela,
c) ķīmiskais savienojums,
d) vienkārša viela un ķīmiskais savienojums,
e) ķīmiskais elements un vienkārša viela?

Vai tu varēji atbildēt uz šiem jautājumiem viennozīmīgi? Kāpēc?

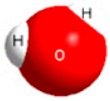
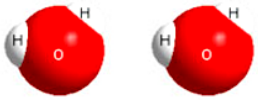
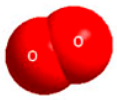
Katram attēlam izdomā konkrētus piemērus un uzraksti tiem atbilstošos ķīmisko elementu simbolus vai ķīmiskās formulas!

Šāda veida uzdevumus var piedāvāt arī, izmantojot atomu modeļu komplektus. Piemēram, varam aicināt skolēnus sastādīt šādus modeļus - ūdeņraža molekulas, ūdens molekulas, sērūdeņraža molekulas - un paskaidrot atšķirību starp molekulu modeļiem. Strādājot ar atomu modeļiem, jāpievērš uzmanība, lai skolēniem neveidotos maldīgs priekšstats par to, ka, piemēram, skābekļa atoms ir sarkans vai ūdeņraža atoms ir balts, bet ķīmiskās saites ir līdzīgas stienīšiem!

Darbs ar atomu modeļiem palīdz skolēniem arī attīstīt prasmi noteikt vielas kvantitatīvo sastāvu.

Piemērs. *Izmantojot dotos vielu uzbūves modeļus, nosaki, no cik ķīmiskā elementa atomu modeļiem tie veidoti!*

Vielu kvantitatīvais sastāvs

Molekulu uzbūves modeļi	*Molekulu skaits (koeficients)*	*Atomu skaits (indekss)*	*Ķīmiskās formulas*
	*1*	*H – 2* *O – 1*	H_2O
	*2*	*H – 2* *O – 1*	H_2O H_2O $2H_2O$
	*1*	*O – 2*	O_2
	3	*O – 2*	$3O_2$

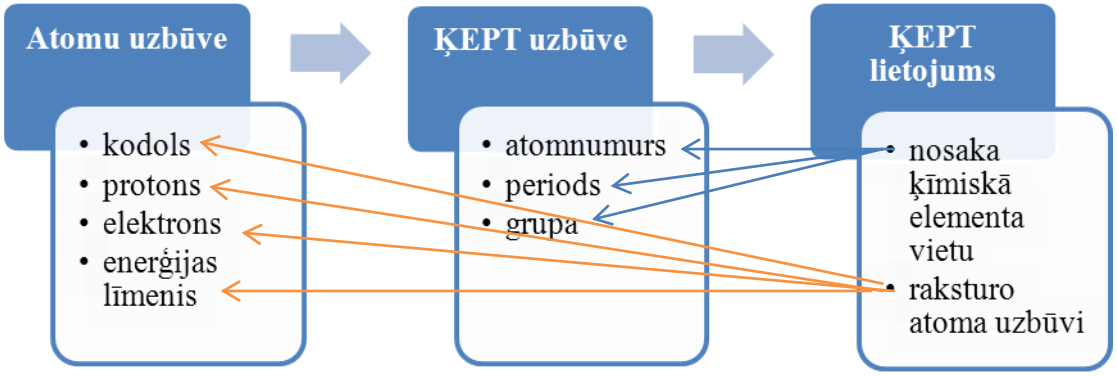
Prasmi *klasificēt vielas* pēc sastāva vienkāršajās vielās (metāli, nemetāli) un ķīmiskajos savienojumos (oksīdi, skābes, bāzes, sāļi) *un nosaukt vielas* pamatskolas skolēniem iesakām attīstīt, izmantojot DZM projekta ietvaros izstrādāto didaktisko spēli „Ķīmisko savienojumu formulas un nosaukumi", kā arī interaktīvajai tāfelei paredzēto materiālu „Neorganisko vielu klasifikācija".

10. klases skolēniem iesakām atkārtoti piedāvāt izspēlēt didaktiskās spēles „Skapis" un „Vielu klasifikācija". Kartītes no šīs spēles var izmantot, lai veidotu vielu klasifikācijas shēmu ar piemēriem.

6.2. Skolēnu grūtības un ieteikumi to novēršanai tematiskajā laukā „Specifiska informācijas avota – ķīmisko elementu periodiskās tabulas lietošana”

Ķīmijas mācību priekšmeta pamatizglītības standartā norādīts, ka viena no pamatprasībām mācību priekšmeta apguvei, beidzot 9. klasi, ir prasmes veidošana skolēniem „iegūt informāciju specifiskos informācijas avotos (ķīmisko elementu periodiskā tabula, šķīdības tabula, metālu aktivitātes rinda, fizikālo lielumu tabulas, modeļi)”. Obligātajā mācību saturā norādīts, ka, izmantojot ķīmisko elementu periodisko tabulu, skolēniem jāprot nosaukt elementa simbols, relatīvā atommasa, atoma kodola lādiņš, kopējais elektronu skaits, elektronu skaits ārējā enerģijas līmenī (A grupu elementiem), metāliskie un nemetāliskie elementi.

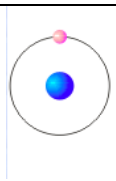
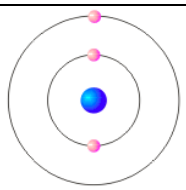
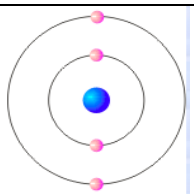
Diagnosticējošā darba rezultāti ļāva konstatēt, ka daļa skolēnu nezina, kādā veidā, lietojot ķīmisko elementu periodisko tabulu, var iegūt informāciju par ķīmiskā elementa atoma uzbūvi, t.i., nesaprot, kāda saikne ir starp atoma uzbūvi un ķīmisko elementu periodisko tabulu. Pie šīs atziņas skolēns var nonākt, vienkārši iegaumējot skolotāja doto informāciju par to, ka atomnumurs norāda kodola lādiņa lielumu, protonu skaitu kodolā un elektronu skaitu atomā; perioda numurs norāda enerģijas līmeņu skaitu atoma kodola elektronapvalkā, bet grupas numurs sakrīt ar elektronu skaitu atoma ārējā enerģijas līmenī. Tomēr ir ieteicams dot iespēju skolēniem pašiem saskatīt kopsakarību starp atoma uzbūvi un elementu vietu ķīmisko elementu periodiskajā tabulā.



Ceļš uz prasmes „Iegūst informāciju no ĶEPT” apgūšanu.

Piemēram, skolotājs var demonstrēt dažu atomu uzbūves modeļus un aicināt skolēnus aplūkot tos, meklējot saistību ar periodisko tabulu, un nonākt pie vispārinājuma par saistību starp atoma uzbūvi un ķīmisko elementu periodisko tabulu.

Piemērs. *Kā, strādājot ar atomu uzbūves modeļiem, skolēns nonāk pie kopsakarības, kas pastāv starp atomu uzbūvi un ķīmisko elementu periodisko tabulu.*

Ķīmiskā elementa nosaukums		*Ūdeņradis H*	*Litijs Li*	*Berilijs Be*
Vieta ĶEPT	*Atomnumurs*	*1*	*3*	*4*
	Grupa	*IA*	*IA*	*IIA*
	Periods	*1.*	*3.*	*4.*
Atoma uzbūves modelis				
Atomu uzbūve	*Elektronu skaits atoma kodola elektronapvalkā*	*1 elektrons*	*3 elektroni*	*4 elektroni*
	Atoma kodola lādiņš	*+1*	*+3*	*+4*
	Enerģijas līmeņu skaits atoma kodola elektronapvalkā	*1*	*2*	*2*
	Elektronu skaits ārējā enerģijas līmenī	*1*	*1*	*2*
Secinājumi	1. *Atomnumurs sakrīt ar ķīmiskā elementa atoma kodola pozitīvā lādiņa lielumu un elektronu skaitu atomā.* 2. *Perioda numurs atbilst enerģijas līmeņu skaitam atoma kodola elektronapvalkā.* 3. *Grupas numurs sakrīt ar elektronu skaitu atoma ārējā enerģijas līmenī.*			

Var sagatavot skolēniem darba lapu ar tabulu, kurā uzzīmēti dažādu atomu uzbūves modeļi un kurā skolēniem jāieraksta trūkstošā informācija par ķīmiskā elementa vietu ĶEPT un tā atoma uzbūvi.

Atomu modeļu demonstrācijai var izmantot vizuālo interaktīvo materiālu par atomu uzbūves modeļiem, kas tika izstrādāts DZM projektā (K_08_02_VM_03), kuru var atrast vietnē: http://www.dzm.lu.lv/kim/IT/VM_K_8/index.html.

Diagnosticējošā darba rezultāti parādīja arī, ka samērā lielai skolēnu daļai grūtības sagādā gan *binārā savienojuma ķīmiskās formulas sastādīšana*, gan ķīmiskā elementa oksidēšanās pakāpes noteikšana binārajā savienojumā.

Pastāv vairāki paņēmieni, kā var attīstīt skolēniem šādas prasmes. Sākotnēji skolēni iegūst zināšanas par ķīmisko formulu, indeksu, zināšanas un izpratni par to, ka atoms un molekula ir elektriski neitrālas daļiņas (šo daļiņu lādiņš ir nulle), par ķīmiskā elementa oksidēšanās pakāpi. Pamatojoties uz nosauktajām zināšanām un prasmēm, skolēns var sastādīt ķīmisko formulu vai noteikt elementa nezināmo oksidēšanās pakāpi, veidojot spriedumus (šī pieeja vairāk saistīta ar procesa būtību, tāpēc arī iesakām pievērst uzmanību tieši šai pieejai), lietojot algoritmu vai sastādot matemātisko vienādojumu ar vienu nezināmo. Skolēniem svarīgi arī atcerēties, ka skābeklim savienojumos oksidēšanās pakāpe ir -2, bet ūdeņradim oksidēšanās pakāpe ir +1 (pamatskolas ķīmijas kursā neapspriež izņēmumus). Līdz šādām atziņām skolēns var nonākt, mācoties par atoma uzbūvi un modelējot dažādu vielu molekulu uzbūvi (H_2, O_2, H_2O u.c.).

Izskatīsim, kādā veidā ar instrukcijas palīdzību varētu organizēt prasmes veidošanos sastādīt binārā savienojuma ķīmisko formulu, ņemot par piemēru 7. uzdevumu, kurš tika piedāvāts skolēniem diagnosticējošajā darbā.

Piemērs. *Arsēna (III) oksīds As_xO_y ir balta, kristāliska viela, kas kopš seniem laikiem pazīstama kā spēcīga inde – baltais arsēns. Kuri ir indeksi X un Y baltā arsēna ķīmiskajā formulā?*

Divas pieejas bināro savienojumu ķīmiskās formulas sastādīšanai

<table>
<tr><td colspan="2">Vielas sastāvā ir ķīmiskais elements As un ķīmiskais elements O</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elementu oksidēšanās pakāpes: $\overset{+3}{As}\ \overset{-2}{O}$</td></tr>
<tr><td>Sprieduma veidošana</td><td>Algoritma izmantošana</td></tr>
<tr><td>Lai lādiņu summa būtu vienāda ar nulli, nepieciešami divi arsēna atomi (+3·2 = +6) un trīs skābekļa atomi (-2·3 = -6).

Tātad diviem arsēna atomiem kopējais pozitīvais lādiņš ir +6 un trīs skābekļa atomiem negatīvo lādiņu summa ir -6. Rezultātā arsēna un skābekļa lādiņu summa ir +6-6 = 0.

$\overset{+3}{As_2}\ \overset{-2}{O_3}$

$+6\ -6$</td><td>1. Atrodi oksidēšanās pakāpju skaitlisko vērtību (3 un 2) mazāko kopīgo dalāmo.

Tas ir 6.

2. Dalot mazāko kopīgo dalāmo ar katras oksidēšanās pakāpes skaitlisko vērtību, iegūstam atbilstošos indeksus.

6:2 = 3

6:3 = 2</td></tr>
<tr><td colspan="2">Indekss pie arsēna simbola ir 2

Indekss pie skābekļa simbola ir 3</td></tr>
<tr><td colspan="2">Binārā savienojuma formula ir As_2O_3</td></tr>
</table>

Izskatīsim, kādā veidā ar instrukcijas palīdzību varētu organizēt prasmes veidošanos aprēķināt ķīmiskā elementa oksidēšanās pakāpi, ņemot par piemēru 11. uzdevumu, kurš tika piedāvāts skolēniem diagnosticējošajā darbā.

Piemērs. *Sērskābes ražošanas starpprodukts ir sēra savienojums, kura ķīmiskā formula ir SO_3. Kura ir sēra oksidēšanās pakāpe šajā savienojumā?*

Divas pieejas elementa oksidēšanās pakāpes noteikšanai binārajā savienojumā

Vielas ķīmiskā formula SO_3	
Spriedumu veidošana	*Vienādojuma ar vienu nezināmo izmantošana*
Ir zināms, ka skābekļa oksidēšanās pakāpe savienojumos ir -2	
Trīs skābekļa atomiem ir seši negatīvi lādiņi jo (-2)·3 = -6. *Lai molekulā lādiņu summa būtu nulle, sēra atomam jābūt lādiņam +6. Molekulā ir tikai viens sēra atoms, tāpēc sēra oksidēšanās pakāpe ir +6 (jo +6:1 = +6)*	*Pieņemam, ka sēra oksidēšanās pakāpe ir x.* *Zinot, ka lādiņu summai jābūt vienādai ar nulli, sastādīsim vienādojumu:* *$x·1 + (-2)·3 = 0$* *$x = +6$*
Sēra oksidēšanās pakāpe ir +6	

Šai prasmei noteikti jāpievērš pastiprināta uzmanība, jo, apgūstot vidējās izglītības standarta prasības, skolēniem būs jānosaka elementa oksidēšanās pakāpe jau ne tikai bināros savienojumos, bet arī vielās, kas sastāv no trīs ķīmiskajiem elementiem. Šī prasme ir ārkārtīgi svarīga arī elektronu bilances vienādojumu sastādīšanai un koeficientu izlikšanai sarežģītākos oksidēšanās reducēšanās reakciju vienādojumos.

Lai padziļinātu skolēnu izpratni par minētajiem jautājumiem, rekomendējam izmantot DZM projekta izstrādāto didaktisko spēli „Bināro savienojumu formulu sastādīšana".

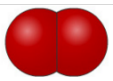
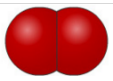
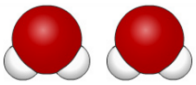
6.3. Skolēnu grūtības un ieteikumi to novēršanai tematiskajā laukā „Ķīmisko procesu daudzveidība un attēlošana"

Tradicionāli daļai skolēnu ir grūtības ar *ķīmiskās reakcijas vienādojumu sastādīšanu*. Tas varētu būt saistīts ar to, ka skolēniem jāstrādā simbolu līmenī – izmantojot ķīmisko elementu simbolus, vielu ķīmiskās formulas, izvietojot koeficientus. Lai uzrakstītu kādu ķīmiskās reakcijas vienādojumu, skolēniem nepieciešamas zināšanas par to, kas ir izejvielas un reakcijas produkti, par vielu nosaukumiem, nepieciešama prasme sastādīt izejvielu un reakcijas produktu ķīmiskās formulas, kā arī prasme izlikt koeficientus reakcijas vienādojumā.

Ir ieteicams mācīt skolēnus apgūt prasmi sastādīt ķīmisko reakciju vienādojumus, izmantojot gan tā saucamos vārdiskos vienādojumus, gan modelējot ķīmiskās pārvērtības ar atomu modeļu palīdzību.

Ķīmiskās pārvērtības attēlojums

Piemērs. *8. klasē sastādīt ūdeņraža degšanas reakcijas vienādojumu var palīdzēt šāda darba lapa, kuru aizpildot, skolēni pakāpeniski iziet ceļu no apspriežamā procesa vārdiska attēlojuma līdz pierakstam ar vielu ķīmisko formulu palīdzību.*

1. *Ķīmiskās reakcijas vārdisks apraksts*	ūdeņradis	+	skābeklis	→	ūdens
2. *Molekulu modeļi*					
3. *Vielu ķīmiskās formulas*	H_2		O_2		H_2O
4. *Ķīmiskās reakcijas modelēšana*		+		→	
5. *Ķīmiskās reakcijas vienādojums*	$2H_2$	+	O_2	→	$2H_2O$

Šādi apgūstot mācību materiālu, skolēniem veidojas izpratne, ka pats ķīmiskās reakcijas vienādojums arī ir pārvērtības modelis, kuru izmanto, lai noteiktā veidā (ar simboliem) attēlotu ķīmiskās reakcijas būtību.

Jāņem vērā, ka 8. klases skolēniem, apgūstot mācību vielu par ķīmisko reakcijas vienādojumiem, var rasties jautājums - ja tas ir vienādojums, tad kāpēc, sastādot vienādojumu, vienādības zīmes vietā raksta bultiņu:

izejviela(s) ⟶ produkts(i) , nevis izejviela(s) = produkti

Šādā gadījumā vajadzētu paskaidrot, ka ar bultiņu ķīmiskās reakcijas vienādojumā parāda izmaiņu virzienu, ka no izejvielu atomiem pārgrupēšanās rezultātā veidojas ķīmiskās reakcijas produkti. Attiecībā uz ķīmiskajām pārvērtībām termina „vienādojums" lietošana nozīmē, ka izejvielu masa ir vienāda ar reakcijas produktu masu.

Piemērs. *Masas nezūdamības ievērošana ūdeņraža degšanas reakcijā.*

Ķīmiskās reakcijas vienādojums	$2H_2$	+	O_2	→	$2H_2O$
Relatīvā molekulmasa	2		16·2=32		1·2+16=18
Molekulu kopējā masa (a.m.v.)	2·2=4	+	32	→	2·18=36
Kopējā molekulu masa (a.m.v.) pirms reakcijas un pēc reakcijas	36			=	36
Masas nezūdamība	*masas nezūdamība tiek ievērota*				

Tātad, apgūstot mācību materiālu par ķīmisko reakciju vienādojumiem, ir svarīgi, lai skolēniem veidotos izpratne par koeficientu lomu – par to, ka koeficienti ķīmiskās reakcijas vienādojumā nepieciešami, lai tiktu ievērota masas nezūdamība. Šāda izpratne veidojas, ja skolēniem tiek piedāvāts izpildīt uzdevumus ar noteikumu: „Sastādi [..] ķīmiskās reakcijas vienādojumu! Pārbaudi, vai tika ievērota masas nezūdamība!".

Ķīmijas mācību grāmatas pamatskolai autores A. Brangules un D. Namsones rekomendē izmantot algoritmisko pieeju litija oksidēšanās ar skābekli ķīmiskās reakcijas vienādojuma sastādīšanai (61. lpp.). Kā pareizi vienādot ķīmiskās reakcijas vienādojumu? Eksistē vairāki paņēmieni, kā to var izdarīt. Aplūkosim dažus no tiem.

Piemērs. *Fosfora degšanas ķīmiskās reakcijas vienādojuma sastādīšana. Dota ķīmiskās reakcijas shēma* $P + O_2 \rightarrow P_2O_5$

Algoritms	*Algoritma soļu attēlojums*
1. Nepāra skābekļa atomu skaitu padarīt par pāru skaitli, pirms fosfora(IV) oksīda formulas ievietojot koeficientu 2	$P + O_2 \rightarrow \mathbf{2}P_2O_5$
2. Vienādo skābekļa atomu skaitu	$P + \mathbf{5}O_2 \rightarrow 2P_2O_5$
3. Vienādo fosfora atomu skaitu	$\mathbf{4}P + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$

Piemērs. *Propāna degšanas ķīmiskās reakcijas vienādojuma sastādīšana. Dota ķīmiskās reakcijas shēma* $C_3H_8 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

Algoritms	*Algoritma soļu attēlojums*
1. Vienādo oglekļa atomu skaitu	$C_3H_8 + O_2 \rightarrow \mathbf{3}CO_2 + H_2O$
2. Vienādo ūdeņraža atomu skaitu	$C_3H_8 + O_2 \rightarrow 3CO_2 + \mathbf{4}H_2O$

3. *Vienādo skābekļa atomu skaitu*	$C_3H_8 + \mathbf{3,5}O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$
4. *Koeficientu reizinām uz 2, lai tie būtu veseli skaitļi*	$\mathbf{2}C_3H_8 + \mathbf{7}O_2 \rightarrow \mathbf{6}CO_2 + \mathbf{8}H_2O$

Piemērs. *Alumīnija hidroksīda un sērskābes ķīmiskās reakcijas vienādojuma sastādīšana. Dota ķīmiskās reakcijas shēma* $Al(OH)_3 + H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + H_2O$

Algoritms	*Algoritma soļu attēlojums*
1. *Vienādo metāliskā elementa atomu skaitu*	$\mathbf{2}Al(OH)_3 + H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + H_2O$
2. *Vienādo skābes atlikumu skaitu*	$\mathbf{2}Al(OH)_3 + \mathbf{3}H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + H_2O$
3. *Vienādo ūdeņraža atomu skaitu*	$\mathbf{2}Al(OH)_3 + \mathbf{3}H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + \mathbf{6}H_2O$
4. *Pārbauda skābekļa atomu skaitu*	$2\cdot3 + 3\cdot4 = 4\cdot3 + 6\cdot1$ $18 = 18$

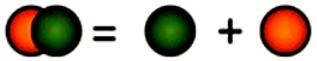
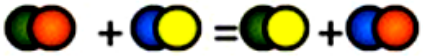
Iesakām vārdiskos vienādojumus izmantot ne tikai ķīmijas mācību procesa sākotnējā posmā, bet lietot arī vārdiskos vienādojumus, lai veidotu vispārinājumu par ķīmiskās reakcijas pārvērtībām, kas tālāk var palīdzēt skolēniem sastādīt konkrētos ķīmiskās reakcijas vienādojumus.

Piemērs. *Vārdiskie vienādojumi un piemēri, kuri tos ilustrē.*

Vārdisks vienādojums (vispārīgā veids)	*Ķīmiskās reakcijas vienādojums (piemērs)*
metāls/nemetāls + skābeklis → oksīds	$4Li + O_2 \rightarrow 2Li_2O$
skābais oksīds + ūdens → skābe	$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$
bāziskais oksīds + ūdens → bāze	$Li_2O + H_2O \rightarrow 2LiOH$
bāze + skābe → sāls + ūdens	$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$
metāls + skābe → sāls + ūdeņradis	$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$
karbonāts + skābe → sāls + ogļskāba gāze + ūdens	$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

Skolēnu prasmi klasificēt ķīmiskās reakcijas var attīstīt, izmantojot atomu uzbūves modeļus. Neaizmirsīsim arī par nepieciešamību demonstrēt atbilstošus eksperimentus, lai izvairītos no formālisma mācību priekšmeta mācīšanā.

Piemērs. *Didaktiskais materiāls mācību vielas apguvei par ķīmisko reakciju veidiem.*

Ķīmiskās reakcijas veids	*Pārvērtības modelis*	*Ķīmiskās reakcijas vienādojums (sastāda pēc eksperimenta demonstrējuma)*
Savienošanās reakcija		$2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$ *2 izejvielas* *1 produkts*
Sadalīšanās reakcija		$Cu(OH)_2 \rightarrow CuO + H_2O$ *1 izejviela* *2 produkti*
Aizvietošanas reakcija		$2Na + 2HOH$ (fenolftaleīns) $\rightarrow 2NaOH + H_2$ *vienkārša viela* *ķīmiskais savienojums*
Apmaiņas reakcija		$Cu(OH)_2 + 2HCl \rightarrow CuCl_2 + 2H_2O$ *ķīmiskie savienojumi*

6.4. Skolēnu grūtības un ieteikumi to novēršanai tematiskajā laukā „Aprēķini ķīmijā”

Ķīmijas kā mācību priekšmeta satura apgūšana ir saistīta ar teoriju un likumsakarību izpratnes veidošanos un ar prasmju pilnveidi lietot teorētiskās atziņas praktiskajā darbībā. Tāpat kā matemātikā šādu iemaņu un prasmju veidošanās balstās uz vingrināšanos, tāpēc ir nepieciešams mācību saturā regulāri iekļaut dažādus ķīmijas uzdevumus, kuru noteikumos var būt akcentēts ķīmiskais konteksts, vai arī tādus, kuru jautājumi virza skolēnus meklēt un atrast formālās likumsakarības starp fizikālajiem lielumiem.

Lai uzdevumu risināšanā neveidotos nepārvaramas grūtības, jāzina gan ķīmijas pamatlikumi, gan arī dažādas risināšanas metodes. Ļoti bieži skolēniem grūtības sagādā uzdevuma nosacījumu izpratne, racionālu risināšanas metožu izvēle, iegūtās atbildes analīze un pārbaude. Jebkura ķīmijas uzdevuma risināšana sākas ar uzdevuma nosacījumu izlasīšanu, taču, ja skolēnam ir vāja lasītprasme, tad uzdevuma risināšana skolēnam sagādā problēmas, tādējādi samazinot interesi un motivāciju apgūt mācību priekšmetu, jo tikai tas, kas skolēniem ir skaidrs un saprotams, veicina noturīgas iekšējās motivācijas veidošanos.

Lai skolēniem veidotos izpratne par uzdevuma risināšanas gaitu, skolotājs uzsver, ka pati risināšana jāsadala vairākos posmos, kuri likumsakarīgi seko viens otram. Katra posma realizācijas dziļums un plašums ir atkarīgs no mācību stundas mērķa un uzdevumiem, mācāmās vielas satura.

1. Uzdevuma nosacījumu analīze, lai noskaidrotu, kādas vielas vai kādi ķīmiskie procesi ir minēti.
2. Turpinot uzdevuma nosacījumu analīzi, noskaidro, kuri fizikālie lielumi, kas raksturo vielas vai procesus, ir minēti uzdevuma noteikumos. Vienlaicīgi mēģina atcerēties, kā šos

lielumus apzīmē un kādās vienībās mēra. Analīzes rezultātu vizualizē, pierakstot saīsināto uzdevuma noteikumu.

3. Uzdevuma atrisinājuma matemātiskā modeļa izveidošana. To realizē, meklējot attiecīgo sakarību (saikni) starp fizikālajiem lielumiem, kuri ir minēti uzdevuma noteikumos. Matemātisko modeli veido, izmantojot atbilstošās aprēķinu formulas vai arī (pamatojoties uz spriedumiem) sastādot proporcijas.
4. Izmantojot izveidoto matemātisko modeli, veic atbilstošus aprēķinus.
5. Jebkura uzdevuma atrisinājums noslēdzas ar jaunas informācijas ieguvi atbildes veidā. Iegūto informāciju analizē pēc atbilstības uzdevuma noteikumiem. Ja uzdevuma noteikumi ir aranžēti ar ķīmisko kontekstu, secina par iespēju lietot praksē atrisinājumu vai/un no tā izrietošo jauno informāciju.

Katra posma realizācijas dziļums un plašums ir atkarīgs no mācību stundas mērķa un uzdevumiem, mācāmās vielas satura.

Jebkura aprēķinu uzdevuma risināšana sākas ar darbu ar tekstu, t.i., ar uzdevuma noteikumu lasīšanu – rakstu zīmju, simbolu uztveršanu, teksta saprašanu un izteikšanu. Lasīšana ir process, kurā notiek rakstītā vārda vai tekstā ievietotās informācijas uztvere, izpratne, sapratne un novērtēšana. Lasītprasme ir nesaraujami saistīta ar domāšanu, un to var apgūt tikai un vienīgi lasot.

Uzdevuma noteikumu lasīšanā vairākiem skolēniem rodas grūtībās tāpēc, ka tekstā gan vārdiskā veidā, gan simbolu veidā parādās fizikālie lielumi, to apzīmējumi un mērvienības. Veikto pētījumu (S. Brutāne, 2015) rezultāti pierāda, ka radušās grūtības iespējams pārvarēt, piedāvājot skolēniem, kuriem ir mācīšanās problēmas, izmantot atbalsta materiālus – darba lapas, kas satur papildus informāciju, kura atvieglo uzdevuma noteikumu analīzi. Izstrādājot metodisko materiālu skolēniem aprēķinu uzdevumu risināšanā, tiek veidota strukturēta shēma, kura attēlo, kā vārdiskā informācija tiek sasaistīta ar simboliem.

Izstrādājot šādu palīglīdzekli, biežāk sastopamie vielu fizikālie lielumi, to apzīmējumi un mērvienības tiek izvietotas tabulā. Katram fizikālajam lielumam norāda simbolu un vārdisko informāciju par to, kā šis lielums var būt atspoguļots uzdevuma nosacījumā. Līdzīgi tiek strukturētas mērvienības, norādot gan simbolu, gan vārdisko informāciju.

Veidojot skolēniem izpratni par uzdevumu risināšanu, klāt tiek pievienots uzdevuma piemērs, kuru risina ar skolēniem kopā, parādot arī saīsināto uzdevuma nosacījuma pierakstu un dažādus dotā uzdevuma risināšanas veidus. Veidojot darba lapas, ieteicams izmantot krāsas, būtiskākie vārdi jāiezīmē, jāiekļauj arī norādes. Šādām darba lapām jāsatur nepieciešamā informācija, kas atvieglo matemātiskā modeļa konstruēšanu.

Piemērs. *Darba lapa ar uzdevuma noteikumu skaidrojumu.*

$$3 = \frac{6}{2} \qquad 6 = 3 \cdot 2 \qquad 2 = \frac{6}{3}$$

$$a = \frac{b}{c} \qquad b = a \cdot c \qquad c = \frac{b}{a}$$

$$m = n \cdot M$$

n	vielas daudzums	**mol** moli
M	molmasa	**g/mol**
m	masa	**g** grami
V	tilpums	**L** litri
V_0	moltilpums	**L/mol**
N	daļiņu skaits	**-**
N_A	Avogadro konstante	**1/mol**
ρ	blīvums	g/L **g/mL**

Aprēķini, cik lielu **vielas daudzumu** satur 3 **grami** vārāmā sāls NaCl !

Uzdevumu nosacījumu strukturēšanai ieteicams izmantot algoritmisko pieeju. Uzdevumu risināšanas algoritmu izmantošana sākotnējā posmā atvieglo skolēniem izpratnes veidošanos par aprēķinu uzdevumu atrisinājuma matemātisko modeļu konstruēšanu.

Tālāk doti vairāki piemēri tam, kā varētu noformēt dažu tipisku ķīmijas aprēķinu uzdevumu risinājumu.

Vielas molmasas aprēķināšana

Molmasa ir dotās vielas viena mola masa. To apzīmē ar burtu *M*. Molmasas vienība – g/mol (grami uz molu). Atvasinātās vienības: mg/mmol (miligrami uz milimolu), kg/kmol (kilogrami uz kilomolu), t/Mmol (tonnas uz megamolu).

Lai aprēķinātu vielas molmasu, katra ķīmiskā elementa daudzums vienā dotās vielas molā, kas skaitliski sakrīt ar indeksu, jāreizina ar šī elementa molmasu un iegūtie rezultāti jāsaskaita.

Vielai ar ķīmisko formulu $A_aB_bC_c...$ molmasa ir

$$M_{A_aB_bC_c...} = a \cdot M_A + b \cdot M_B + c \cdot M_C + ..., \text{ kur}$$

A, B, C utt. – ķīmiskie elementi, kas ietilpst vielas sastāvā;
a, b, c – indeksi, kuri sakrīt ar katra ķīmiskā elementa daudzumu vienā dotās vielas molā.

Piemērs. *Ortofosforskābes molmasas aprēķināšana.*

$M_{H_3PO_4} = 3 \cdot M_H + 1 \cdot M_P + 4 \cdot M_O = 3 \cdot 1 + 1 \cdot 31 + 4 \cdot 16 = 98$ g/mol

Piemērs. *Alumīnija sulfāta molmasas aprēķināšana.*

$M_{Al_2(SO_4)_3} = 2 \cdot M_{Al} + 3 \cdot M_S + 12 \cdot M_O = 2 \cdot 27 + 3 \cdot 32 + 12 \cdot 16 = 342$ g/mol

Vielas daudzuma aprēķināšana

Ja ir zināma vielas masa *m*, daļiņu (atomu, molekulu u.c.) skaits *N* vai arī gāzveida vielas tilpums (n.a.) *V*, vielas daudzumu *n* aprēķina, izmantojot vienu no pamatformulām:

$$n = \frac{m}{M} \ (1) \qquad n = \frac{N}{N_0} \ (2) \qquad n = \frac{V}{V_0} \ (3), \text{ kur}$$

M – vielas molmasa (g/mol),
N_0 – daļiņu skaits vienā molā jeb Avogadro konstante; $N_0 \approx 6{,}02 \cdot 10^{23}$ mol^{-1},
V_0 – gāzveida vielas viena mola tilpums (n.a.); $V_0 \approx 22{,}4$ L/mol.

Ja vielas daudzums, ko aprēķina, izmantojot pamatformulas, ir viens un tas pats, t.i., ja formulu (1)-(3) kreisās puses ir vienādas, tad savstarpēji vienādas ir arī labās puses. Tātad iegūstam šādas atvasinātās formulas (4)-(6):

$$\frac{m}{M} = \frac{N}{N_0} \ (4) \qquad \frac{m}{M} = \frac{V}{V_0} \ (5) \qquad \frac{V}{V_0} = \frac{N}{N_0} \ (6)$$

Lai aprēķinātu kāda fizikālā lieluma (*n*, *m*, *V* u.c.) skaitlisko vērtību, var rīkoties šādi:

1. *Izvēlas vienu no pamatformulām (1)-(3) vai atvasinātajām formulām (4)-(6), kas saista fizikālo lielumu, kura skaitliskā vērtība ir zināma, ar fizikālo lielumu, kura skaitliskā vērtība jāaprēķina.*
2. *Ja nepieciešams, pārveido formulu tā, lai fizikālais lielums, kura skaitliskā vērtība jāaprēķina, paliktu formulas kreisajā pusē, bet visi pārējie fizikālie lielumi būtu labajā pusē.*
3. *Papildina uzdevuma nosacījumus ar vajadzīgajām konstanto fizikālo lielumu skaitliskajām vērtībām, kā arī aprēķina dotās vielas molmasas skaitlisko vērtību (ja nepieciešams).*
4. *Fizikālo lielumu skaitliskās vērtības ievieto formulā un veic aprēķinu.*

Piemērs. *0,25 mol vielas X masa ir 16 g. Aprēķini, cik liela ir vielas X molmasa!*

M_X - ?	*Atrisinājums*
$n_X = 0{,}25$ mol $m_X = 16$ g	**1.** $n_X = \frac{m_X}{M_X}$ **2.** $M_X = \frac{m_X}{n_X}$ **4.** $M_X = \frac{16\text{ g}}{0{,}25\text{ mol}} = 64$ g/mol

Atbilde: $M_X = 64$ g/mol

Ja šo uzdevumu risina, balstoties uz spriedumu, atrisinājums var izskatīties šādi.

M_X - ?	*Atrisinājums*
$n_X = 0{,}25$ mol $m_X = 16$ g	*Molmasa ir vielas viena mola masa.* *0,25 mol dotās vielas ir masa 16 g,* *bet 1 mol vielas masa ir x g.* $x = \frac{1\text{ mol}\cdot 16\text{ g}}{0{,}25\text{ mol}} = 64$ g

Atbilde: $M_X = 64$ g/mol

Piemērs. *Aprēķini, cik lielu tilpumu (n.a.) ieņem 2,75 g oglekļa (IV) oksīda!*

V_{CO_2} - ?	*Atrisinājums*
$m_{CO_2} = 2{,}75$ g **3.** $V_0 = 22{,}4$ L/mol $M_{CO_2} = 1\cdot 12 + 2\cdot 16 = 44$ g/mol	**1.** $\frac{m_{CO_2}}{M_{CO_2}} = \frac{V_{CO_2}}{V_0}$ **2.** $V_{CO_2} = \frac{m_{CO_2}\cdot V_0}{M_{CO_2}}$ **4.** $V_{CO_2} = \frac{2{,}75\text{ g}\cdot 22{,}4\text{ L/mol}}{44\text{ g/mol}} = 1{,}4$ L

Atbilde***:*** $V_{CO_2} = 1{,}4$ L

Ja šo uzdevumu risina, balstoties uz spriedumu, atrisinājums var būt šāds.

V_{CO_2} - ?	*Atrisinājums*
$m_{CO_2} = 2{,}75$ g $V_0 = 22{,}4$ L/mol $M_{CO_2} = 1\cdot 12 + 2\cdot 16 = 44$ g/mol	*Oglekļa(IV) oksīds (n.a.) ir gāzveida viela ar molmasu 44 g/mol.* *1 mol gāzveida vielas (n.a.) ieņem tilpumu 22,4 L.* *44 g oglekļa(IV) oksīda ieņem tilpumu 22,4 L,* *bet 2,75 g dotās vielas ieņem tilpumu x L* $x = \frac{2{,}75\text{ g}\cdot 22{,}4\text{ L}}{44\text{ g}} = 1{,}4$ L

Atbilde: $V_{CO_2} = 1{,}4$ L

Piemērs. *Aprēķini, cik liela masa ir vienai ūdens molekulai!*

m_{H_2O} - ?	*Atrisinājums*
$N_{H_2O} = 1$	**1.** $\frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} = \frac{N_{H_2O}}{N_0}$ **2.** $m_{H_2O} = \frac{N_{H_2O} \cdot M_{H_2O}}{N_0}$
3. $M_{H_2O} = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 16 = 18$ g/mol	**4.** $m_{H_2O} = \frac{1 \cdot 18 \text{ g/mol}}{6{,}02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} \approx 3{,}0 \cdot 10^{-23}$ g
$N_0 = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ mol^{-1}	

Atbilde: $m_{H_2O} \approx 3{,}0 \cdot 10^{-23}$ g

Vienkāršākie aprēķini pēc ķīmisko reakciju vienādojumiem

Izmantojot ķīmisko reakciju vienādojumus, ir iespējams spriest par to vielu daudzumu attiecību, kuras piedalās dotajā ķīmiskajā reakcijā. Ja ķīmiskajā reakcijā piedalās vielas A un B, reakcijas vienādojumu vispārīgā veidā var uzrakstīt šādi: **aA ... bB**. Spriežot pēc koeficientiem reakcijas vienādojumā, $\frac{n_A}{n_B} = \frac{a}{b}$.

No šīs vienādības iegūstam, ka $n_A = \frac{a}{b} \cdot n_B$ un $n_B = \frac{b}{a} \cdot n_A$.

Zinot skaitlisko vērtību kādam fizikālajam lielumam, kas raksturo vienu no vielām, iespējams aprēķināt dotās vielas daudzumu. Izmantojot koeficientus, kas atrodas pirms vielu formulām reakcijas vienādojumā, var noteikt jebkuras citas vielas daudzumu, kura piedalās ķīmiskajā reakcijā. Pēc tam ir iespējams aprēķināt dotās vielas masas, daļiņu skaita vai arī gāzveida vielas tilpuma (n.a.) skaitlisko vērtību.

Piemērs. *Aprēķini, cik liels skābekļa tilpums (n.a.) ir nepieciešams pilnīgai 3,1 g fosfora sadedzināšanai!*

V_{O_2} - ?	*Atrisinājums*
$m_P = 3{,}1$ g	**1.** $4P + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$
	4 mol P reaģē ar 5 mol O_2
	2. $n_P = \frac{m_P}{M_P} = \frac{3{,}1 \text{ g}}{31 \text{ g/mol}} = 0{,}1$ mol
	3. $n_{O_2} = \frac{5}{4} \cdot n_P = \frac{5}{4} \cdot 0{,}1 \text{ mol} = 0{,}125$ mol
	4. $V_{O_2} = n_{O_2} \cdot V_0 = 0{,}125 \text{ mol} \cdot 22{,}4 \text{ L/mol} = 2{,}8$ L

Atbilde: $V_{O_2} = 2{,}8$ L.

Ja šo uzdevumu risina, balstoties uz spriedumiem, atrisinājums var būt šāds.

V_{O_2} - ?	*Atrisinājums*
$m_P = 3{,}1$ g	***1.*** *Fosforam reaģējot ar skābekli, veidojas fosfora(V) oksīds:* $4P + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$
	2. *No reakcijas vienādojuma izriet, ka 4 mol fosfora izreaģē ar 5 mol skābekļa.*
	3. *1 mol fosfora masa ir 31 g,* *bet 4 mol fosfora masa ir x g* $x = \frac{4\ \text{mol} \cdot 31\ \text{g}}{1\ \text{mol}} = 124\ \text{g}$
	4. *1 mol skābekļa ieņem tilpumu (n.a.) 22,4 L,* *bet 5 mol skābekļa ieņem tilpumu x L* $x = \frac{5\ \text{mol} \cdot 22{,}4\ \text{L}}{1\ \text{mol}} = 112\ \text{L}$
	5. *124 g fosfora izreaģē ar 112 L skābekļa,* *bet 3,1 g fosfora izreaģē ar x L skābekļa.* $x = \frac{3{,}1\ \text{g} \cdot 112\ \text{L}}{124\ \text{g}} = 2{,}8\ \text{L}$

Atbilde: $V_{O_2} = 2{,}8$ L.

Piemērs. *Aprēķini, cik liela nātrija hidroksīda NaOH masa ir nepieciešama, lai pilnīgi neitralizētu 4,5 g skābeņskābes $H_2C_2O_4$!*

m_{NaOH} - ?	*Atrisinājums*
$m_{H_2C_2O_4} = 4{,}5$ g	***1.*** $2NaOH + H_2C_2O_4 \rightarrow Na_2C_2O_4 + 2H_2O$ *2 mol NaOH reaģē ar 1 mol $H_2C_2O_4$*
	2. $n_{H_2C_2O_4} = \frac{m_{H_2C_2O_4}}{M_{H_2C_2O_4}} = \frac{4{,}5\ \text{g}}{90\ \text{g/mol}} = 0{,}05\ \text{mol}$
	3. $n_{NaOH} = \frac{2}{1} \cdot n_{H_2C_2O_4} = \frac{2}{1} \cdot 0{,}05\ \text{mol} = 0{,}1\ \text{mol}$
	4. $m_{NaOH} = n_{NaOH} \cdot M_{NaOH} = 0{,}1\ \text{mol} \cdot 40\ \text{g/mol} = 4\ \text{g}$

Atbilde: $m_{NaOH} = 4$ g.

Aprēķini par šķīduma pagatavošanu, ja ir norādīta izšķīdušās vielas masas daļa

Lai pagatavotu šķīdumu ar zināmu izšķīdušās vielas masas daļu, tad noteikta dotās vielas masa (vai arī tilpums) jāšķīdina noteiktā šķīdinātāja masā (tilpumā). Lai aprēķinātu šo lielumu skaitliskās vērtības, ir jāzina šķīduma masa (vai arī tilpums un blīvums) un vielas masas daļa. Vienkāršākos gadījumos vielas šķīšanas procesā norisinās difūzija, bet izšķīdušās vielas ķīmiskais sastāvs nemainās.

Piemērs. *Aprēķini, cik liela nātrija hidroksīda NaOH masa un cik liela ūdens masa ir nepieciešama, lai pagatavotu 280 g 5 % šķīduma!*

$m_{NaOH} - ?$ $m_{H_2O} - ?$	*Atrisinājums*
$m_{NaOH\ šķ.} = 280\ g$ $w_{NaOH} = 5\ \%$	***1.*** *Aprēķinām, cik liela nātrija hidroksīda masa ir jāņem, lai pagatavotu šķīdumu.* $m_{NaOH} = m_{NaOH\ šķ.} \cdot w_{NaOH} = 280\ g \cdot 0,05 = 14\ g$ ***2.*** *Aprēķinām, cik liela ūdens masa ir jāņem, lai pagatavotu šķīdumu.* $m_{H_2O} = m_{NaOH\ šķ.} - m_{NaOH} = 280\ g\ -\ 14\ g = 266\ g$

Atbilde: $m_{NaOH} = 14\ g;\ m_{H_2O} = 266\ g.$

Ja šo uzdevumu risina, balstoties uz spriedumiem, atrisinājums var būt šāds.

$m_{NaOH} - ?$ $m_{H_2O} - ?$	*Atrisinājums*
$m_{NaOH\ šķ.} = 280\ g$ $w_{NaOH} = 5\ \%$	***1.*** *Aprēķinām, cik liela nātrija hidroksīda masa ir jāņem, lai pagatavotu šķīdumu. Šķīdums, ko vajadzētu pagatavot, ir 5 %. Tas nozīmē, ka 100 g šāda šķīduma atrodas 5 g nātrija hidroksīda, bet 280 g šķīduma ir jābūt x g nātrija hidroksīda.* $x = \frac{280\ g \cdot 5\ g}{100\ g} = 14\ g$ ***2.*** *Aprēķinām, cik liela ūdens masa ir jāņem, lai pagatavotu šķīdumu. Šķīdums sastāv no nātrija hidroksīda un ūdens. Lai aprēķinātu ūdens masu, no šķīduma masas jāatņem nātrija hidroksīda masa:* $m_{H_2O} = m_{NaOH\ šķ.} - m_{NaOH} = 280\ g\ -\ 14\ g = 266\ g$

Atbilde: $m_{NaOH} = 14\ g;\ m_{H_2O} = 266\ g.$

Piemērs. *Aprēķini, cik liela kālija nitrāta KNO_3 masa un cik liels ūdens tilpums ir nepieciešams, lai pagatavotu 300 mL 14,0 % šķīduma (šķīduma blīvums 1,097 g/mL)!*

$m_{KNO_3} - ?$

$V_{H_2O} - ?$

$V_{KNO_3\ šķ.} = 300$ mL

$\rho_{KNO_3\ šķ} = 1{,}097$ g/mL

$w_{KNO_3} = 14$ %

Atrisinājums

1. *Aprēķinām šķīduma masu.*

$$m_{KNO_3\ šķ.} = \rho_{KNO_3\ šķ.} \cdot V_{KNO_3\ šķ.} = 1{,}097\ \text{g/mL} \cdot 300\ \text{mL} = 329{,}1\ \text{g}$$

2. *Aprēķinām, cik liela kālija nitrāta masa ir jāņem, lai pagatavotu šķīdumu.*

$$m_{KNO_3} = m_{KNO_3\ šķ.} \cdot w_{KNO_3} = 329{,}1\ \text{g} \cdot 0{,}14 \approx 46{,}1\ \text{g}$$

3. *Aprēķinām, cik liela ūdens masa ir jāņem, lai pagatavotu šķīdumu.*

$$m_{H_2O} = m_{KNO_3\ šķ.} - m_{KNO_3} = 329{,}1\ \text{g} - 46{,}1\ \text{g} = 283\ \text{g}$$

4. *Ņemot vērā, ka ūdens blīvums ir 1 g/mL (t = +4 °C), aprēķinām ūdens tilpumu.*

$$V_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{\rho_{H_2O}} = \frac{283\ \text{g}}{1\ \text{g/mL}} = 283{,}0\ \text{mL}$$

Atbilde: $m_{KNO_3} = 46{,}1$ g; $V_{H_2O} = 283$ mL

Risinot aprēķinu uzdevumus, var izmantot arī citas – ne tik tradicionālas pieejas. Respektīvi, uzdevuma atrisinājumu iespējams noformēt tabulas veidā. Parādīsim tikai vienu šāda veida piemēru, kas saistās ar aprēķiniem par šķīdumiem.

Piemērs. *Aprēķini, cik liela ir izšķīdušās vielas masas daļa šķīdumā, kuru ieguva, salejot kopā 150 g 12 % kālija nitrāta šķīduma ar 300 g 6 % dotās vielas šķīduma!*

Uzdevuma noteikumu noformē tabulas veidā:

	1. šķīdums	*2. šķīdums*	***3. šķīdums***
m (KNO_3), g			
m (šķīduma), g	*150*	*300*	
w (KNO_3)	*0,12*	*0,06*	***x***

Atrisina uzdevumu, turpinot aizpildīt tabulu – papildinot to ar minēto fizikālo lielumu skaitliskajām vērtībām. Lai aizpildītu tabulu, jāņem vērā, ka kālija nitrāta masa 3. šķīdumam ir vienāda ar dotās vielas masu summu izšķīdušai vielai, kas bija 1. un 2. šķīdumā, bet 3. šķīduma masu aprēķina, saskaitot kopā 1. un 2. šķīduma masu.

Lai aprēķinātu kālija nitrāta masas daļu šķīdumā, ko ieguva, dotās vielas masu, kas atrodas 3. šķīdumā, jādala ar 3. šķīduma masu.

Atrisinājums.

	1. šķīdums	*2. šķīdums*	***3. šķīdums***
m (KNO_3), g	*18*	*18*	***36***
m (šķīduma), g	*150*	*300*	***450***
w (KNO_3)	*0,12*	*0,06*	***x = 0,08 jeb 8 %***

6.5. Skolēnu grūtības un ieteikumi to novēršanai tematiskā laukā „Pētnieciskā darbība"

Ķīmijas mācību priekšmeta standartā 8.-9.klasei ierakstīts, ka viens no uzdevumiem ir radīt izglītojamam iespēju „apgūt pētniecības darba pamatus ķīmijā". Pēc diagnosticējošā darba rezultātiem konstatēts, ka skolēniem ir grūtības ar pētījuma *lielumu identificēšanu* (34. uzdevums; lai atbildētu pareizi uz jautājumu par hipotēzi, nepieciešams saskatīt lielumus), *eksperimenta plānošanu* (32. uzdevums; lai atbildētu pareizi uz jautājumu par lielu trauku, nepieciešams saprast, kādas darbības jāveic, lai atdalītu vārāmo sāli no smiltīm un kādi trauki tam nepieciešami), *secināšanu*, pamatojoties uz datiem (33., 35 uzdevums; lai atbildētu pareizi uz jautājumu, nepieciešams analizēt tekstā doto informāciju par eksperimenta datiem un izdarīt secinājumus).

6.5.1. Diagnosticējošā darba rezultāti liecina par to, ka daļai 10. klases skolēnu ir grūtības ar pētījuma *lielumu identificēšanu*: skolēni jauc neatkarīgos, atkarīgos un fiksētos lielumus. Lai veiktu pētniecisko darbību, skolēnu prasme saskatīt un izvēlēties lielumus, kurus mainīs, mērīs vai paturēs nemainīgus, ir ārkārtīgi svarīga, lai skolēnu veiktais pētījums izdotos. Prasme saskatīt lielumus ir svarīga tieši pētījuma plānošanas daļā, formulējot pētāmo problēmu, hipotēzi, plānojot eksperimenta gaitu.

Lai palīdzētu skolēniem attīstīt šo prasmi, skolotājs var izmantot teksta uzdevumus, kas virzīti uz lielumu saskatīšanu. Šādus uzdevumus var piedāvāt skolēniem katrā ķīmijas tematā. Uzdevumi, kas virzīti uz prasmi saskatīt lielumus, saturiski var būt saistīti ar pētāmās problēmas vai hipotēzes formulējumiem, darba gaitu vai datu apstrādi.

Piemērs. *Uzdevums prasmes atpazīt mainīgos veidošanai.*

Izlasi skolēnu pētāmos jautājumus un nosauc neatkarīgos un atkarīgos mainīgos!

A. Kā sālsskābes koncentrācija ietekmē ķīmiskās reakcijas ātrumu ar dzeramo sodu?
B. Kuri augļi - apelsīni vai āboli - satur vairāk C vitamīna?

Piemērs. *Uzdevums prasmes atpazīt lielumus veidošanai.*

Izlasi skolēnu hipotēžu formulējumus un katrai hipotēzei nosaki neatkarīgo un atkarīgo lielumu!

A. Jo ilgāku laiku piens skābs, jo tajā būs lielāka aminoskābju koncentrācija, jo olbaltumvielas vairāk hidrolizēsies.

B. *Istabas temperatūrā uzglabātā pienā aminoskābju koncentrācija būs mazāka nekā pienā, kas glabāts vēsumā, jo produkts augstā temperatūrā rūgst.*

Piemērs. *Uzdevums prasmes formulēt hipotēzi veidošanai.*

Formulē hipotēzi, izmantojot apgalvojuma formu „Ja..., tad...” un iekļaujot tajā mainīgos:

A. *neatkarīgais lielums – temperatūra, atkarīgais lielums – gāzes tilpums;*

B. *neatkarīgais lielums - masa, atkarīgais lielums – temperatūra.*

Piemērs. *Uzdevums prasmes saskatīt lielumus veidošanai.*

Izlasi uzdevuma noteikumus un izpildi prasīto!

Skolnieces izvēlējās veikt pētījumu, lai noskaidrotu apstākļus, kādos piens paliks svaigs pēc iespējas ilgāku laiku. Meitenes paņēma vienādu tilpumu svaiga 2% piena un uzglabāja to 22 ^{o}C, 15 ^{o}C, 5 ^{o}C temperatūrā, katru dienu pārbaudot piena vidi, izmantojot pH-metru .

Nosaki neatkarīgos un atkarīgos mainīgos šajā pētījumā!

Piemērs. *Uzdevums prasmes veidošanai noteikt lielumus.*

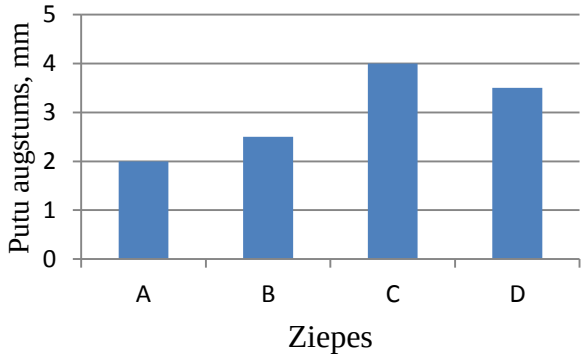
Skolēns nolēma izpētīt ķīmiskās reakcijas ātrumu. Eksperimenta datus viņš apkopoja tabulā:

Temperatūra, °C	*Laiks, s*
10,2	*123,64*
17,1	*57,92*
35,3	*37,22*
60,1	*23,86*

Nosaki neatkarīgo un atkarīgo lielumu!

Piemērs. *Uzdevums prasmes noteikt atkarīgo lielumu veidošanai.*

Skolēns nolēma izpētīt ūdens cietību. Eksperimenta datus viņš attēloja diagrammā:



Nosaki atkarīgo lielumu!

Piedāvājot risināt uzdevumus, kas attīsta prasmi saskatīt lielumus, jāpaskaidro skolēniem, ka mainīgo, nemainīgo un fiksēto lielumu izvēle būtiski ietekmē pētījumu. Tāpēc, lai šāda izvēle būtu veiksmīga, savs viedoklis vai izvēle noteikti ir jāpamato.

Piemērs. *Nemainīgo izvēle. Stundas fragments.*

Skolotāja darbība	*Skolēnu darbība*
Skolotājs piedāvā iedomāties eksperimentu par dažādu cukura veidu šķīšanu ūdenī. *Uzdod jautājumu par to, kas vispār var ietekmēt cukura šķīdību ūdenī.*	*Nelielās grupās apspriež problēmu, nonāk pie secinājuma, ka eksperimenta rezultātu var ietekmēt ne tikai cukura forma, bet gan paņemtā cukura masa, gan ūdens tilpums, gan ūdens temperatūra, iespējams, kā arī cukura veids (baltais, brūnais).*
Mudina padomāt par to, kas ir jādara, lai nosauktie faktori neietekmētu eksperimenta rezultātu par dažādu cukura veidu šķīšanu ūdenī.	*Nonāk pie secinājuma, ka daži lielumi jāpatur nemainīgi, piemēram, katram eksperimentam jāņem 10 g baltā cukura un 100 g destilētā ūdens istabas temperatūrā.*

Lai skolēns būtu spējīgs pareizi atlasīt mainīgo/nemainīgo, viņam jāorientējas mainīgā/nemainīgā izvēles kritērijos. Var mēģināt kopā ar skolēniem izveidot kritērijus labiem mainīgajiem/nemainīgajiem vai arī piedāvāt skolēniem gatavu mainīgo/nemainīgo kvalitātes pašnovērtējuma lapu, pārrunājot šos kritērijus. Skolēni, izmantojot tādu pašnovērtēšanas lapu, var patstāvīgi novērtēt izvēlēto mainīgo/nemainīgo kvalitāti.

6.5.2. Diagnosticējošā darba uzdevums par sāls atdalīšanu no smiltīm ir saistīts ar skolēnu prasmi *plānot eksperimentu atbilstoši uzdevumam*. Ķīmijas mācību priekšmeta standartā 8.-9. klasei saturā paredzēts, ka skolēni:

- „plāno eksperimenta norisi (izvēlas eksperimenta gaitas aprakstu, veido to patstāvīgi vai sadarbībā ar citiem skolēniem);
- pazīst laboratorijas traukus un piederumus, izvēlas tos atbilstoši veicamajam uzdevumam un lietojumam;
- izdala tīras vielas no maisījumiem (kristalizācija, destilācija)".

Kā redzam, pamatizglītības ķīmijas standartā netika minēta filtrēšana un iztvaicēšana. Tas ir saprotami, jo minēto maisījumu sadalīšanas paņēmienu apgūšana ir paredzēta dabaszinību kursā. Respektīvi, dabaszinību mācību priekšmeta standarta obligātais saturs 1.-6. klasei paredz, ka 6. klasē skolēni:

- „zina maisījumu veidus un maisījumu atdalīšanas paņēmienus;
- salīdzina tīras vielas un maisījumus;

- grupē vielas (tīras vielas un maisījumi, viendabīgi un neviendabīgi maisījumi);
- izdala tīras vielas no maisījumiem nostādinot, filtrējot un sijājot".

Realitāte ir tāda, ka 6. klasē skolēniem nebija iespējas veikt eksperimentus par neviendabīgo maisījumu sadalīšanu. Līdz šim gandrīz visās skolās vēl joprojām netika izveidoti atsevišķi dabaszinību kabineti, kuri būtu aprīkoti ar visu nepieciešamo (M. Gorskis, 2004), lai dabaszinību stundas 1.-6. klasē nepārvēršas par lasīšanas stundām. Un, pat ja tomēr skolotājs ir demonstrējis 6. klasē filtrēšanu, nonākot 10. klasē, lielākā daļa skolēnu par to sen ir aizmirsuši.

Situāciju iespējams labot, skolotājam sākot mācīt jaunu mācību priekšmetu „Ķīmija", mācību gada sākumā atrast laiku, lai pievērstu lielāku uzmanību maisījumu sadalīšanas paņēmieniem, kā tas ir piedāvāts A. Brangules un D. Namsones mācību grāmatā „Ķīmija 8. klasei", akcentējot tieši skolēnu eksperimentālo darbību.

Atkārtot mācību vielu par maisījumu sadalīšanas paņēmieniem ir iespējams arī laikā, kad 8. klases skolēni mācās pareizi strādāt laboratorijā ar vielām/maisījumiem, laboratorijas traukiem un piederumiem, mācās veikt vienkāršas eksperimentālas darbības (piemēram, vielu šķīšana, filtrēšana, iztvaicēšana, karsēšana). Vai arī, kad eksperimentālās prasmes šķīdināt vielas, filtrēt, karsēt ir apgūtas, skolēniem var piedāvāt saplānot un veikt eksperimentu par kāda maisījuma sadalīšanu, organizējot šādu laboratorijas darbu. Skolēni var veikt arī mājās eksperimentu par šo tematu. Šajā gadījumā klasē jāapspriež skolēnu izveidotie darba gaitas apraksti un drošības noteikumi, kuri jāievēro, veicot eksperimentu mājas apstākļos. Klasē iespējams organizēt izstādi par paveikto (plakāti, informatīvas lapas ar eksperimenta bildēm, veikalā nopirkta sāls un eksperimentā attīrīta sāls paraugiem u.tml.) vai mutisku prezentāciju pa grupām.

Arī vidusskolas ķīmijas kursā, apgūstot temata „Dispersās sistēmas", pastāv iespēja atkārtot šo jautājumu.

6.5.3. Lai attīstītu skolēnu prasmi izdarīt secinājumu, pamatojoties uz tekstā doto informāciju, vispirms skolēni jānodrošina ar stratēģijām, kā strādāt gan ar vārdisko, gan ar vizuālo informāciju. Skolēniem jāatpazīst termini, jēdzieni, kuri tiek minēti tekstā, jāsaprot teksta galvenā doma, jāprot atlasīt nepieciešamos faktus, datus, grupēt un salīdzināt tos atbilstoši uzdevumam u.tml.

Piemēram, risinot uzdevumu par indikatoru izvēli eksperimentam, skolēniem bija nepieciešams:

1. atpazīt jēdzienus un to nosaukumus: indikators, vide, metiloranžs, fenolftaleīns, sērskābe;
2. zināt, ka sērskābes šķīdumam ir skāba vide;
3. zināt, ko nozīmē skāba, neitrāla un bāziska vide un ka, izmantojot indikatora krāsas maiņu, var secināt par šķīduma vidi;
4. salīdzināt tabulā doto informāciju par indikatoru krāsu maiņu skābā un neitrālā vidē;
5. izvēlēties indikatoru, kurš maina krāsu skābā vidē.

Arī uzdevumā par metālu aktivitāti, lai skolēni būtu spējīgi izvēlēties pareizu atbildi, viņiem bija jāpazīst dažādi termini (piemēram, metāli, ķīmiskā aktivitāte), jāsaprot, kā tabulā apkopotie

novērojumi saistīti ar terminu „ķīmiskā aktivitāte", jāsalīdzina novērojumi par metālu iedarbību ar ūdeni un skābi un jāsakārto metāli secībā, kādā samazinās to ķīmiskā aktivitāte.

Skolēnu prasmi analizēt informāciju un izdarīt secinājumus var attīstīt, piedāvājot skolēniem risināt saturiski atbilstošus uzdevumus. Protams, uzdevuma saturam jābūt tādam, lai skolēni tieši strādātu ar tekstā doto informāciju, lai izdarītu secinājumus (atbildētu uz jautājumu), nevis vienkārši zinātu pareizo atbildi, vai arī, lai atbildētu uz jautājumu un nebūtu jāstrādā ar uzdevuma tekstu. Piemēram, ja skolēni, lai atbildētu uz uzdevuma jautājumu (35. uzdevums), izmantos informāciju no metālu aktivitātes rindas, tad nav nepieciešamības strādāt ar tekstu.

Piemērs. *Uzdevums skolēnu prasmes analizēt tekstu un secināt izkopšanai.*

Izlasi skolēnu eksperimenta rezultātu analīzi!

Eksperimenta rezultāti parādīja, ka sēklas sālsūdenī sāk dīgt trešajā dienā, izaug par 1 mm pēc ceturtās dienas, un piektajā dienā augs novīst. Sēklas krāna ūdenī sāk dīgt arī trešajā dienā un izaug par 7 mm nākamo septiņu dienu laikā, vidēji dienā izaugot par 2 mm. Vidēji auga garuma pieaugums sālsūdenī bija 0,2 mm, bet krāna ūdenī – 2 mm dienā.

Saskati tekstā:

- *tendences;*
- *datu aprakstu;*
- *vidējo rezultātu;*
- *detaļas par augstāko, zemāko, ātrāko, lēnāko u.tml.;*
- *novērojumu, kas pamatots ar datiem;*

Izdari secinājumus par auga augšanu ūdenī!

Skolēnu sasniegumu pētījumu rezultātu analīze rāda, ka dabaszinātņu (arī ķīmijas) un matemātikas skolotāji, plānojot mācību darbu, nepievērš pietiekami lielu uzmanību skolēnu lasīšanas un rakstīšanas prasmes attīstīšanai.

Darbs ar tekstu ir saistīts ar skolēnu lasītprasmi. Labi attīstīta lasītprasme ir nepieciešams priekšnosacījums skolēna veiksmei, veicot pētniecisko darbību. Tāpēc, organizējot jebkuru aktivitāti, tai skaitā pētniecisko darbību, jāpievērš īpaša uzmanība skolēnu lasītprasmes attīstīšanai.

15. tabula. **Lasīšanas prasmes, kuras ir svarīgas pētnieciskajā darbībā**

Pētnieciskā prasme	Nepieciešamās lasīšanas prasmes
Pieņēmumu formulēšana	Pirms teksta lasīšanas, skolēniem nepieciešams pārskatīt tekstu, pievērst uzmanību nosaukumam, ilustrācijām un citiem svarīgiem elementiem.
Novērošana	Skolēni izmanto savas novērošanas prasmes, lai uztvertu tekstu pēc

	iespējas pilnīgāk, vērojot virsrakstus, ilustrācijas, shēmas, tabulas, izceltos vārdus, zinātniskās terminoloģijas lietošanu. Skolēniem jāprot, iedziļinoties kontekstā, prognozēt nezināmo jēdzienu nozīmi.
Jautājumu formulēšana	Jautājumus skolēni var uzdot pirms lasīšanas, lasīšanas gaitā un pēc teksta izlasīšanas. Skolotājam nepieciešams iemācīt skolēnus, arī lasot tekstu, veidot pierakstus kladē vai ar zīmuli tekstā, tādā veidā akcentējot galvenās teksta sadaļas vai punktus, kurus nepieciešams izdiskutēt pāros, grupās vai arī ar skolotāju.
Analīze, datu interpretācija	Skolēniem jāprot pēc teksta izlasīšanas izveidot kopēju priekšstatu par tekstu, izmantojot arī savas iepriekšējās zināšanas.
Skaidrošana, komunikācija	Skolēniem jāprot izskaidrot izlasītais gan rakstiski, gan mutiski. Tādā veidā palielinās teksta un zinātniskā konteksta izpratne.

Secinājumi

1. 2015. gada diagnosticējošais darbs ķīmijā analizēts atbilstoši VISC izstrādātājam modelim. Darbs saturiski piemērots dažādu spēju līmeņa skolēniem, kuru sāk apgūt ķīmijas vidējās izglītības standarta saturu. Statistiskā analīze rāda, ka diagnosticējošais darbs izrādījās skolēniem vidēji grūts. Lielāko daļu uzdevumu izpilde atrodas pietiekamā (54,3%) un nepietiekamā līmenī (20,0%), mazākā daļa uzdevumu izpildes - optimālā (17,1%) un augstā (8,6%) līmenī. 10. klases diagnosticējošā darba rezultāti kopumā sakrīt ar šo pašu skolēnu 2015. gada 9. klases diagnosticējošā darba rezultātiem: ievērojama skolēnu daļa demonstrē zināšanas un prasmes zemākajā līmenī.
2. Iesakām skolotājiem pievērst uzmanību ķīmijas mācību procesa organizēšanai, lai skolēniem būtu iespēja strādāt ne tikai reproduktīvajā izziņas līmenī, bet arī attīstīt augstākās domāšanas prasmes. Tas ir iespējams, ja mācību procesā tiek izmantotas produktīvas mācību metodes un piedāvāti atbilstoši uzdevumi.
3. 10. klases diagnosticējošais darbs (arī iepriekšējā mācību gada 9. klases diagnosticējošais darbs) parādīja, ka skolēniem ir problēmas ar aprēķina uzdevumiem. Iesakām ķīmijas skolotājiem ciešāk sadarboties ar matemātikas skolotājiem. It īpaši tas ir svarīgi, mācot ķīmiju pamatskolā. Jautājumi, kas var būt apspriesti ar matemātikas skolotājiem: lielumi un to mērvienības, procentu jēga, proporciju sastādīšana un risinājums, vienādojumu ar vienu nezināmo risināšana.
4. Daļai skolēnu nopietnas grūtības sagādā darbs ar tekstu. Lai veiksmīgi apgūtu ķīmijas standarta prasības, skolēniem nepieciešama laba lasītprasme. Arī ķīmijas skolotājiem jāattīsta skolēniem šī prasme, jo citu mācību priekšmetu stundās nepievēršas specifisku "ķīmiska satura" tekstu lasīšanai un terminoloģijas apgūšanai. Tātad, plānojot mācību procesu, skolotājiem nepieciešams pievērst uzmanību tam, lai atvēlētu laiku un izvēlētos efektīvas metodes skolēnu darbam ar "ķīmiska satura" tekstiem.

5. Mācot ķīmiju pamatskolā, iesakām plašāk izmantot DZM projekta ietvaros izstrādātās didaktiskās spēles, kas palīdzēs skolēniem neformālā veidā attīstīt, piemēram, tādu svarīgu pamatprasmi, kā sastādīt vielas ķīmisko formulu un nosaukt vielu.
6. Pamatskolā ķīmijas stundās skolēniem jāapgūst eksperimentālās prasmes darbam ar vielām, laboratorijas traukiem, prasmes veikt vienkāršas eksperimentālas darbības: karsēt, filtrēt, mērīt tilpumu, gatavot šķīdumu u.c. Diagnosticējošā darba rezultāti liecina, ka daļai skolēnu ir grūtības ar uzdevumiem, kas virzīti uz eksperimentālo darbību ķīmijā. Lai attīstītu šādas prasmes, jādod skolēniem lielāka iespēja eksperimentēt.
7. Pamatskolas dabaszinību standarts paredz, ka skolēniem, beidzot 6. klasi, jau ir izveidojušās nepieciešamās zināšanas par vielām un maisījumiem un prasmes, kuras ir nepieciešamas eksperimentu veikšanā. Taču reāli šādas prasmes lielākai daļai 6. klases beidzēju nav. Iespējams, tas ir saistīts arī ar to, ka skolās nav izveidoti dabaszinību kabineti 1.-6. klašu skolēnu vajadzībām. Skolas ģeogrāfijas, bioloģijas, ķīmijas un fizikas kabineti ir noslogoti, mēbeles un aprīkojums tur neatbilst šo skolēnu vajadzībām. Tātad skolās jācenšas rast iespēja veidot speciāli aprīkotus kabinetus, kur mazāko klašu skolēni, kas mācās dabaszinības, varētu pilnvērtīgi apgūt pētnieciskās darbības pamatprasmes.
8. Acīmredzot, skolēnu zināšanas un pamatprasmes, kas tika pārbaudītas diagnosticējošā darbā 10. klases sākumā, varētu sasniegt ievērojami augstāku līmeni jaunu satura tematu apguves laikā. Piemēram, prasmei veikt aprēķinus par šķīdumiem var veltīt īpašu uzmanību, mācoties par dispersajām sistēmām. Skolēnu prasmi lietot ķīmisko elementu periodisko tabulu kā informācijas avotu ir iespēja ievērojami attīstīt, apgūstot mācību vielu par atoma uzbūvi un par pašu periodisko tabulu.

Atsauces

Brangule, A., Namsone, D. (2013). Ķīmija 8. klasei. Lielvārde, Lielvārds.

Brutāne, S. (2015). Didaktiskie materiāli ķīmijas uzdevumu risināšanas prasmju uzlabošanai skolēniem ar lasīšanas traucējumiem. Maģistra darbs. Daugavpils, DU.

Diagnosticējošā darba ķīmijā 10. klasei programma un norise (2015). http://visc.gov.lv/vispizglitiba/eksameni/dokumenti/programmas/2015_2016/10/kimija_diagdarbs.pdf [atsauce 18.10.2015.].

Diagnosticējošais darbs dabaszinātnēs 9. klasei 2014./2015. mācību gadā: rezultātu analīze un ieteikumi. Metodiskais materiāls. (2015.). Rīga, VISC. http://visc.gov.lv/vispizglitiba/eksameni/dokumenti/metmat/2014_2015_ddarbs_dabzin_9kl_analize.pdf

Diagnosticējošais darbs ķīmijā (2015). http://visc.gov.lv/vispizglitiba/eksameni/dokumenti/uzdevumi/2016/10klase/10kl_kimija_lv.pdf [atsauce 18.10.2015].

Geske, A., Grīnfelds, A. (2006). Izglītības pētniecība. Rīga, Latvijas Universitāte.

Geske, A., Grīnfelds, A., Kangro, A., Kiseļova, R. (2010). Ko skolēni zina un prot – kompetence lasīšanā, matemātikā un dabaszinātnēs. Latvija OECD valstu Starptautiskajā skolēnu novērtēšanas programmā 2009. Rīga, Latvijas Universitāte http://www.ipi.lu.lv/uploads/media/OECD_SSNP_2009.pdf [atsauce 20.10.2015.].

Geske, A., Grīnfelds, A., Kangro, A., Kiseļova, R. (2013). Latvija OECD Starptautiskajā skolēnu novērtēšanas programmā 2012 – pirmie rezultāti un secinājumi. http://www.ipi.lu.lv/uploads/media/Latvija_SSNP_2012_pirmie_rezultati_un_secinajumi.pdf [atsauce 20.10.2015.].

Gorskis, M. (2004). Quo vadis – dabaszinības 1.-6. *Skolotājs*, 44 (2), 28.-31. lpp.

Gorskis, M. (2005). Ķīmijas uzdevumu risināšana. 1. daļa. Rīga, Zvaigzne ABC.

Gorskis, M. (2006). Ķīmijas uzdevumu risināšana. 2. daļa. Rīga, Zvaigzne ABC.

Izglītības attīstības pamatnostādnes 2014.-2020. gadam. Apstiprināts Saeimas sēdē 2014. gada 22. maijā. - http://m.likumi.lv/doc.php?id=266406 [atsauce 08.11.2015.]

Johnstone, A. H. (1997). Chemistry teaching – science or alchemy. *Journal of Chemical Education*, 74 (3), p. 262-268.

Namsone, D. (2010). Dabaszinātnes skolā – atbilstoši laikam. Lielvārde, Lielvārds.

Noteikumi par valsts pamatizglītības standartu, pamatizglītības mācību priekšmetu standartiem un pamatizglītības programmu paraugiem (2014). Latvijas Republikas Ministru kabineta 2014. gada 12. augusta noteikumi Nr. 468. http://likumi.lv/doc.php?id=268342 [atsauce 18.10.2015.].

Noteikumi par valsts vispārējās vidējās izglītības standartu, mācību priekšmetu standartiem un izglītības programmu paraugiem (2013). Latvijas Republikas Ministru kabineta 2013. gada 21. maija noteikumi Nr. 281. http://likumi.lv/doc.php?id=257229 [atsauce 18.10.2015].

Obligātā mācību satura apguves prasību indikatori. Ķīmija (2012). http://visc.gov.lv/vispizglitiba/eksameni/dokumenti/ce_paraugi/20121017_dzm/20110111_indikatori_kim.pdf [atsauce 18.10.2015.].

Pedagoģijas terminu skaidrojošā vārdnīca (2000). Rīga, Zvaigzne ABC.

Pestovs, P. (2013). Skolēnu pētnieciskā darbība un problēmrisināšanas prasmju pilnveide ķīmijas stundās. Diplomdarbs. Rīga, LU.

Volkinšteine, J. (2015). Skolēnu pētnieciskā darbība dabaszinātnēs. Metodiskais līdzeklis dabaszinātņu skolotājiem. Rīga, RaKa. (izstrādē).