

Keemia 2009. aasta riigieksami analüüs

1. Õigusaktis fikseeritud eksami eesmärk

Keemia riigieksami eesmärk on sätestatud Haridusministeeriumi määrusega number 75 “Põhikooli ja gümnaasiumi lõpueksamite korraldamise ning põhikooli ja gümnaasiumi lõpetamise tingimused ja kord” 24. detsembrist 2001. aastast ning 2002 aastast kehtiv riiklik õppekava. Vastavalt neile dokumentidele on riigieksami eesmärk:

- hinnata riiklikus õppekavas määratletud õpitulemuste saavutatust keemias;
- saada ülevaade õppimise/õpetamise tulemuslikkusest koolis;
- suunata eksami sisu ja vormi kaudu õppeprotsessi;
- võimaldada õpilastel saada objektiivsem pilt oma õpitulemustest;
- võimaldada koolil ennast objektiivsemalt hinnata ja teistega võrrelda;
- tagada gümnaasiumilõpetajate eksamihinnete võrreldavus;
- ühitada gümnaasiumi lõpueksamid kutseõppeasutuse, rakenduskõrgkooli ja ülikooli sisseastumiseksamitega.

Keemia riigieksam toimus 6. juunil 2009.a. algusega kell 10.00 ja kestis 180 minutit. Eksamil oli õpilasele kasutamiseks antud koos eksamiküsimustega ka keemiliste elementide perioodilisuse tabel, metallide pingerida ja anorgaaniliste soolade ja aluste lahustuvuse tabel. Keemia riigieksam oli kirjalik ja toimus kahes variandis: A ja B. Ekamitöö eest oli maksimaalselt võimalik saada 100 punkti. Kõik küsimused olid arvestuslikud ja ülesande eest saadav punktide arv oli ka eksamitöös esitatud.

2. 2009. a eksamitöö põhiandmed

2009 aasta keemia riigieksamit iseloomustavad järgmised andmed: Eksaminande kokku 1800, neist osales põhieksamil 1789 ja nende eksamitulemuste põhjal on tehtud analüüs.

Tabel 1
2009. aasta keemia riigieksami koondandmed

Eksaminandide arv	Keskmine tulemus	Minimaalne tulemus	Maksimaalne tulemus	Mediaan	Standardhälve
1789	68,1	5,0	100	70,0	19,5

2.1. Eksamitöö ülesehitus

2.1.1. Eksamitöö osad

Keemia riigieksam oli üheosaline ja haaras õppekavaga määratletud teemasid erinevatest gümnaasiumi keemiakursustest (anorgaaniline ja orgaaniline keemia).

2.1.2. Ülesannete arv

Eksamitöös oli kokku 17 ülesannet, mis koosnesid mitmest alaküsimusest. Taoline küsimuste koostamine andis võimaluse kontrollida õpilase oskust teha ühe võrrandi põhjal otsustusi keemia erinevate seaduspärasuste kohta. Näiteks ülesande kaks abil saadakse tagasisidet, kas õpilane suudab määrata, kas antud reaktsioon on redoksreaktsioon, aga ka otsustada, kuidas muutub pöörduva reaktsiooni tasakaal tingimuste muutumisel. Erinevaid arvutusülesandeid oli eksamitöös neli: ülesanded 14 – 17.

3. Kokkuvõttev tabel 2006. – 2009. aasta eksamitöid iseloomustavate arvandmete kohta. Erinevat statistikat eksamitulemuste kohta.

Tabel 2
2006.- 2009. aasta keemia riigieksameid iseloomustavad näitajad

	2006	2007	2008	2009
Eksaminandide arv	2305	2276	2000	1789
Keskmine tulemus	65,25	62,0	65,5	68,1
Standardhälve	19,7	21,2	19,4	19,5
Eestikeelsete tööde keskmine	64,9	61,8	65,2	68,0
Venekeelsete tööde keskmine	67,5	63,9	66,7	68,6
Minimaalne tulemus punktides	11	6	6	5
Maksimaalne tulemus punktides	100	100	100	100
Alla 20 punkti saanute arv	20	54	21	10
Üle 80 punkti saanute arv	635	535	506	571
Üle 90 punkti saanute arv	224	192	189	253

Tabeli 2 põhjal selgub, et keemia riigieksamite sooritajate arv väheneb ja selle üheks põhjuseks on kindlasti õpilaste arvu vähenemine koolides. Ei saa aga välistada, et keemia kui õppeaine on raske ning õpilased eelistavad valida kergemini omandatavaid õppeaineid. Paljudel juhtudel selle eksami mitte-sooritamine ei piira edasiõppimise võimalusi. Teine järeldus, mis tabelist selgub, on jätkuv vene õppekeelega koolide veidi kõrgem eksamitulemuste tase.

Tabel 3
Eksamitulemused õppijate soo järgi

	Arv	Keskmine	Minimaalne	Maksimaalne	St. hälve
Mehed	728	69,2	5	100	19,3
Naised	1061	67,3	10	100	19,5
Kokku	1789	68,1	5	100	19,5

Tabel 4
Eksamitulemused õppekeele järgi

Õppekeel	Arv	Keskmine	Minimaalne	Maksimaalne	St. hälve
Eesti	1458	68,0	5	100	19,4
Muu	2	58,5	55	62	5,0
Vene	329	68,6	19	99	19,7
Kokku	1789	68,1	5	100	19,5

Lisaks üldtabelitele esitatakse analüüsis ka ülesannete lõikes üldistavad andmed. Üksikute ülesannete ja nende osade analüüs järgneb. Koolitüüpide kohta kasutada olnud statistika on ka analüüsi selles osas.

Tabel 5
Kokkuvõttev tabel eksamitööd iseloomustavate arvandmete kohta ülesannete lõikes.

Ülesande nr	Minimaalne tulemus	Keskmine lahendatus punktides	Keskmine lahendatus %-des	Maksimaalne tulemus	Standardhälve
Ül.1.	0	2,49	62,16	4	0,89
Ül.2.	0	3,78	75,53	5	1,25
Ül.3.	0	4,26	85,22	5	1,00
Ül.4.	0	2,63	52,54	5	1,79
Ül.5.	0	3,06	61,13	5	1,11
Ül.6.	0	4,28	71,39	6	1,59
Ül.7.	2	7,38	81,96	9	1,31
Ül.8.	0	3,7	61,64	6	2,29
Ül.9.	0	5,34	66,79	8	2,05
Ül.10.	0	6,88	68,77	10	2,76
Ül.11.	0	4,27	61,06	7	2,18
Ül.12.	0	4,15	69,21	6	1,76
Ül.13.	0	2,96	73,91	4	1,10
Ül.14.	0	2,49	82,88	3	0,92
Ül.15.	0	2,53	63,28	4	1,56
Ül.16.	0	2,37	47,35	5	2,21
Ül.17.	0	5,28	66,0	8	2,62

Tabel 6
Eksamitulemused maakonniti.

Maakond	Õpilaste arv	Keskmine tulemus	Minimaalne tulemus	Maksimaalne tulemus
Harjumaa	669	70,4	5	100
Hiiumaa	22	57,5	29	92
Ida-Virumaa	193	66,5	19	99
Jõgevamaa	51	63,5	29	96
Järvamaa	50	62,7	23	93
Lääne-Virumaa	61	64,8	13	93
Läänemaa	20	63,6	17	97
Põlvamaa	37	62,1	20	87
Pärnumaa	108	69,4	26	99
Raplamaa	54	68,8	33	96
Saaremaa	40	61,5	34	90
Tartumaa	324	70,7	21	100
Valgamaa	63	71,9	32	97
Viljandimaa	50	61,3	29	96
Võrumaa	47	53,6	14	95
Kokku	1789	68,1	5	100

4. Ülesannete lõikes enim esinenud tüüpvead ja eksimused. Ülevaade statistikast.

Analüüsi selles osas meenutatakse ülesandega kontrollitavat põhiteemat, analüüsitakse ülesande lahendatust vastavalt statistikale, tuues välja ka õppekeelele vastava statistika. Siin antakse ülevaade tüüpvigadest, mis selgusid riigieksami töödega tutvumisel eksami ja kvalifikatsioonikeskuses ning millele viitasid eksamitööde parandajad.

Ülesanne 1.

Ülesandega kontrollitakse õpilaste oskust teha järeldusi keemiliste elementide kohta perioodilisuse tabelist välja loetava informatsiooni põhjal (erinevate aatomite raadiuste muutuse võrdlus, metalliliste omaduste muutus vastavalt elemendi asendile perioodilisuse süsteemis) ning hapete ja aluste tugevuste võrdlemise oskuste kohta. Täieliku vastuse korral oli võimalik saada maksimaalselt neli punkti. Iga osapunkti eest oli võimalik saada üks punkt. Eksamitulemuste analüüs näitab, et kõige raskemaks osutus õpilastele hapete tugevuse (halogeenvesinikhapped) määramine ja hapete järjestamine kas tugevuse kasvu või kahanemise järgi. Tervikuna saadi selle küsimuse keskmiseks tulemuseks 62,2 protsenti. Osaküsimuse eest hapete tugevuse kohta aga ainult 38,5 protsenti. Eksamitulemuste statistika väidab, et kõige paremini olid sellele osaküsimusele vastanud vene õppekeelela koolide neiud (43,7% nii A kui B reas) ja kõige halvemini eesti õppekeelela koolide noormehed A reas (35 %) ja vene õppekeelela koolide noormehed B reas (36 %). Riigieksami parandajate hinnangul oli vale vastus tihti tingitud ka sellest, et küsimust ei olnud korrektselt ja mõttega loetud. Vastatakse vastupidiselt küsitule. Seda

väidet kinnitas ka riigieksami tööde valimiga (tutvuti 300 riigieksami tööga, mille tulemused olid erinevates punktivahemikes) tutvumine.

Ülesanne 2.

Ülesanne kontrollib keemilise reaktsiooni soojusefekti määramise oskust (ekso- või endotermiline) ja pöörduva reaktsiooni tasakaalu nihutamise võimalusi sama reaktsiooni põhjal. Ülesandes on viis osaküsimust, mis A ja B reas on erinevas järjekorras paigutatud. Keskmine punktide arv on 3,8 punkti viiest võimalikust, mis annab vastamise protsendiks 75,5. Tulemus on seega rohkem kui eksamitulemus keskmiselt. Võrreldes mõlema rea vastavaid küsimusi, võib teha järelduse, et kõige halvemini teatakse/on osatud vastata küsimusele, kus antud redoksreaktsioonis tuleb otsustada, kas süsinik on oksüdeerija või ei. Mõlema rea sellele küsimusele vastamisel saadakse nii eesti kui vene õppe-keelega koolide eksamisooritajate poolt madalaimad tulemused. Eksamitööde parandajate hinnangul ei osata hinnata ka seda, et tahke aine ei mõjuta keemilist tasakaalu. Üldiselt on see üks paremini lahendatud ülesanne (neljas tulemus). Tööde valimiga tutvumisel ei täheldatud erilisi eksimusi.

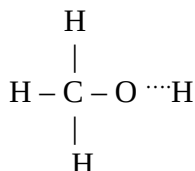
Ülesanne 3.

Kolmanda ülesandega kontrollitakse õpilaste oskust leida informatsiooni keemiliste elementide perioodilisuse tabelist nii esitatud aatomite tuumalaengute, (ioonide) elektronvalemite kui ionide sümbolitele vastavalt. See küsimus on paremuselt teine vastatud osaküsimus kogu tööd arvestades. Keskmine tulemus on 85,2 protsenti, mis on palju enam kui riigieksami keskmine tulemus. Parandajatele on silma hakanud, et siiski aetakse segamini tuumalaeng ja aatommass või võrdsustatakse need. Mõnedel juhtudel tundub (seda kinnitab ka töödega tutvumine, eriti madalamate punktide arvu korral), et ei osata määrata elemendi kõrgeimat oksüdatsiooniastet ja selle põhjal vastava oksiidi valemit tuletada. Näiteks pakuti väävli kõrgeimaks oksüdatsiooniastmeks VIII. Vale tulemus on saadud ka seetõttu, et ei loeta teksti mõttega. Tuletatakse väävli elektronvalem aga mitte S^{2-} elektronvalem, esineb eksimusi oksiidi valemi tuletamisega.

Ülesanne 4.

Küsimuse abil kontrollitakse keemias ja eluslooduses väga tähtsa vesinik-sideme tekkimise võimalikkust ja selle kujutamise oskust molekulide vahel nii orgaanilises kui anorgaanilises aines. Aineid on 10, mille seast tuleb leida õiged. Küsimuse sõnastus on korrektne ja vormistus arusaadav. Vastamise tulemused aga näitavad, et vesiniksideme olemuse graafiline kujutamine on õpilastele arusaamatu. Küsimusele vastamise protsent on eelviimane, st saadakse vaid 52,5 protsendipunkti. Üksikküsimuste statistika näitab, et osatakse küll ainete loetelust leida need ained, milles võiks vesiniksida tekkida (67,7 %), kuid ei suudeta nende molekulide vahelist sidet kujutada: ei ammoniaagi ega alkoholi molekulide vahel (39,7). Kolmandas osaküsimuses tuleb kujutada anorgaanilise ja orgaanilise aine molekulide vahele tekkida võivat vesiniksidet ehk siis ammoniaagi ja alkoholi vahelist vesiniksidet. Selle ülesande eest saadakse küll veidi enam punkte (48,0). Samasugune olukord on statistika põhjal nii eesti kui vene õppekeele koolides. Leitakse üles ained, kuid kujutamisega jäädakse hätta. Tööde parandajad tõdevad, et mõnedel juhtudel peetakse vesiniksidemeks molekulide sees olevaid sidemeid, ei teata, et vesiniksida on molekulidevaheline side. Teksti lugemine on kohati pinnapealne. Kolmas ülesanne – koostada vesiniksideme skeem valitud anorgaanilise ja orgaanilise aine vahel – on koostatud ise valitud ainete vahel. Töödega tutvumisel tehti selle osaküsimuse tööde valikust väike juhuslik statistiline

analüüs. Selle põhjal selgus, et 60 venekeelsest tööst olid õiged vastused vaid 19 töös. See on üks väheseid küsimusi, kus venekeelses koolis tuleks küsimusele enam tähelepanu pöörata ja harjutada H-sideme äratundmist ja selle kujutamist. Küsimus ei ole ka eesti õppekeelega koolides täielikult omandatud. Teksti lugemine ei ole korrektne, kujutatakse H-sidet enda poolt valitud ainete molekulide vahel. H-sidet kujutatakse ka nii:



Ülesanne 5.

Ülesandega kontrollitakse, kas õpilased teavad ja oskavad kasutada gaaside kogumise viise arvestades gaaside tihedust ja lahustuvust vees. Küsimusele õige vastamine eeldab, et õpilane teab erinevaid gaase, oskab hinnata nende lahustuvust ning arvutada molekulmassi, et võrrelda nende tihedust õhu suhtes. Õhu keskmine molekulmass peaks ka teada olema õige otsustuse tegemiseks. Küsimuse eest saadakse keskmiselt 61,1 protsenti, mis on 14 tulemus: suhteliselt halb ja jääb keskmisest seitse protsenti madalamaks. Tuleb aga märkida, et selle küsimuse osas on väga suur erinevus tütarlaste ja poiste tulemustel. Nii eesti õppekeelega koolides kui ka vene õppekeelega koolides ja mõlema rea osas on tütarlaste tulemused ca seitse protsendipunkti madalamad. Ülesande teksti põhjal võis arvata, et üheks takistuseks võib saada gaasiliste ainete vähene tundmine. Kontrollijad sellele ka viitavad ja tööde valimiku analüüs seda ka kinnitab. Gaaside pähe pakutakse väga erinevaid aineid, ka sooli.

Ülesanne 6.

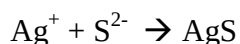
Ülesandes tuleb lõpetada lühendatud ioonvõrrandid ja kirjutada ka nendele võrranditele vastavad molekulaarsed võrrandid. Kokkuvõttena on ülesanne hästi lahendatud (kuues tulemus – 71,4%). Osaküsimuste analüüs näitab, et kõige raskemini suudeti kirjutada molekulaarset võrrandit hõbesulfiidi tekke kohta ja seda mõlema rea ja õppekeele ning tütarlaste ja noormeeste puhul. Ilmselt on kõhklusi ainete valikul lahustuvuse tabeli põhjal. Kontrollijad viitavad, et sageli võetakse reagentiks lahustumatu alus või ka hape H₂S. (Nõrk hape siin ei toimi arvestades hõbeda lahustuvat soola).

Mõned näited töödest:

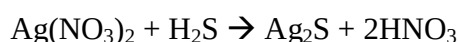
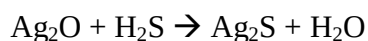
Ioonvõrrand on antud töös, see tuleb lõpetada, tulemus on järgmine:



Ioonvõrrand ja sellele vastav molekulaarne võrrand:



Pakutakse molekulaarseks võrrandiks :



Ülesanne 7.

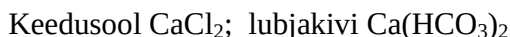
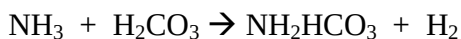
Seitsmes ülesanne on tabeli kujul esitatud anorgaaniliste ühendite - oksiidide -keemilisi omadusi ja nimetuste andmise oskust kontrolliv kokkuvõttev ülesanne. Ülesande eest on maksimaalselt võimalik saada üheksa punkti. Kogu ülesande eest saadud keskmine protsent riigieksamil oli 82, mis annab paremuselt kolmanda tulemuse ja ületab ka keskmist üle kümne protsendipunkti. Kui ridade kaupa samu ülesandeid võrrelda (osaküsimuste nihet arvestades eri variantides), siis selgub, et otsustuste tegemine oli kõige raskem alumiiniumoksiidi ja ränidioksiidi kohta. Näiteks nii A kui B reas on erinevus vääveldioksiidi ja ränidioksiidi kohta vastates enam kui 20 protsendipunkti. Tööde valiku analüüsil selgus, et ei teata räni sümbolit (pakutakse Cr, Kr jt) Eksamitööde parandajad viitavad sellele, et ei osata määrata oksiidide liike: pakutakse CO – happeline; SiO₂ – neutraalne; Al₂O₃ – aluseline ja seda esines ka tutvumiseks valitud töödes. Töödega tutvumisel kohati näiteks järgmisi veega reageerimisel saadavaid aineid:



Ülesanne 8.

Teksti abil kirjeldatakse Solvay ammoniaakmenetlusel tööstuslikku sooda tootmist. Erinevate menetluse reaktsioonide esitamisel kasutatakse ainete triviaalnimetusi ja ülesandeks on vastavad reaktsioonid võrranditega kirjutada.

Vaatamata näilisele lihtsusele, osutus ülesanne raskeks (13. tulemus, 61,6 %) ja põhjuseks on kõige tõenäoselt triviaalnimetuste mittetundmine Tööde vaatamisel selgus, et põhjuseks võib olla ka puudulik teksti lugemise oskus. Ei saada kätte informatsiooni, mis on tekstis antud – ollakse hädas mõtestatud lugemisega. Eksamitöödega tutvudes selgus, et ammoniaagi keemilised omadused ja ammoniaagisoolade tekkereaktsioonide kirjutamise oskus on ebapiisav. Pakutakse näiteks järgmisi reaktsioone ja valemeid:

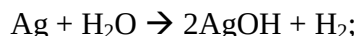
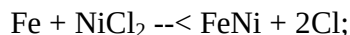


Vaatluseks välja valitud tööde korral täheldati ka, et paljudel juhtudel oli kaheksas ülesanne täiesti lahendamata. Et ülesannet loeti raskeks, sellele viitab ka eksami kohta antud arvamustega tutvumine, kus seda ülesannet loeti üheks kõige raskemaks. Tugevamates töödes oli see ülesanne väga korrektselt lahendatud.

Ülesanne 9.

Üheksanda ülesandega kontrollitakse metallide aktiivsuse rea kasutamise oskust ning oksüdeerivate hapete keemiliste omaduste teadmist. Tuleb osata kirjutada võrrand lahjendatud väävelhappega, mis ei käitu sellisel juhul oksüdeeriva happena ja kontsentreeritud lämmastikhappega, mis on oksüdeeriv hape. See viimane osaküsimus ongi väga selekteeriva väärtusega ja on õigesti vastatav, kui lämmastikuühendite õppimisest on mees saadused (või siis tendents). Üheksanda küsimuse keskmine vastamise protsent on 66,8 ja see jääb veidi kogu eksami keskmisest tulemusest alla. Osaküsimustest on märgatavalt kehvemini vastatud küsimus lämmastikhappe kohta. A reas näiteks metalli reageerimist soolaga käsitleva küsimuse keskmine on eri kontingentidel isegi rohkem kui 40 protsenti parem kontsentreeritud lämmastikhappe ja

metalli vahelise reaktsiooni keskmisest tulemusest. Selle ülesande juures tõdesid ka parandajad kõige enam kontsentreeritud lämmastikke ja metalli vahelise reaktsiooni nõrka tundmist. Samas esines vigu ka teiste osaküsimuste korral ja need olid näiteks erinevate tööde korral järgmist laadi:



Ülesanne 10.

Ülesandes kontrollitakse orgaaniliste ühendite lihtsustatud struktuurvalemite olemasolu korral ainete graafiliste valemite kujutamist, ainete nimetuse andmist ja aineklassi määramise oskust. Keskmine lahendatuse protsent on 68,8 ehk natuke rohkem kui eksami keskmine tulemus. Küsimus koosneb seitsmest osaküsimusest ja nendele vastamine erineb palju. Tuleb tõdeda, et mõlema rea puhul ollakse kõige enam raskustes ketooni graafilise struktuurivalemi, nimetuse ja aineklassi määramisega. Vastamise protsentide erinevus küünib üle kahekümne ja seda mõlema rea korral. Samas on see osaküsimus, kus eesti õppekeele koolide tulemus on veidi parem. Tööde hindajad väidavad, et ketooni aeti tihti segamini eetriga, ei teatud, kuidas graafilises valemis kujutada lihtsustatud struktuurvalemis sulgudes olevat osa (näit $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$) ja enamasti kirjutati see hargnevaks osaks. Tööde valikuga tutvumise tulemusel võib madalama punktide arvu korral välja tuua järgmist: graafiliste valemite kirjutamise oskus on nõrk kõikide aineklasside korral – tihti pakutakse vastuses lihtsustatud struktuurivalemeid või midagi vahepealset. Eksimusi esineb ka nimetuste andmisel. Ei osatud otsustada, kummal isomeeril on kõrgem keemistemperatuur. Ei nähtud vesiniksideme tekkimise võimalust ja selle mõju keemistemperatuurile.

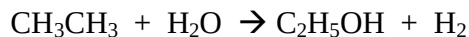
Ülesanne 11.

Kontrollitakse mõistete *elektrofiilsus* ja *nukleofiilsus* ning *elektrofiil* ja *nukleofiil* tundmist. Keskmine tulemus on kogu eksami kontekstis üks halvemini vastatud küsimusi - lõpust kolmas. Kui analüüsida osaküsimuste lõikes, siis definitsiooni kohaselt saadakse mõistete määramisega lünktesti abil suhteliselt hästi hakkama ja selle osaküsimuse keskmine väärtus ületab ka kogu eksami keskmist (69,0%). Rahul võib olla ka võrrandi kirjutamise tulemusega (68,7%). Lõpetajad ei suuda aga ainete valikust üles leida nukleofiili ja elektrofiili, kuigi olid selle eelmises osaküsimuses defineerinud. Selle osaküsimuse eest saadav tulemus on 41,5%. Vahe on pea 30 protsendipunkti. Tundub, et molekuli valemi põhjal ei suudeta määrata vaba elektronpaari ja osaliselt tühja orbitaali esinemist aine molekulis. Definitsioon on omandatud, aga rakendamisoskusest jääb vajaka. Töödega tutvumine kinnitas formaalset analüüsi ja parandajate arvamust

Ülesanne 12.

Ülesandega kontrollitakse alkoholide saamise võimalusi veega reageerimise tagajärjel. Ülesanne kuulub lahendatuselt keskmiste hulka – on seitsmes tulemuselt (69,2 %). Kuna osaküsimusi

ülesandes ei ole, ei saa eriti üldstatistika põhjal tüüpvigadest rääkida. Eksami hindajad täheldasid, et õpilased kirjutavad alkoholi saamisreaktsioonina ka etaani reageerimist veega – pakuti:



Töödega tutvudes leidsid erinevaid pakutavaid variante alkoholide saamiseks (ja ka alkoholi määramine oli väär):



Ülesanne 13.

Kontrollitakse struktuurivalemite kirjutamise oskust (benseen-1,4-dikarboksüülhape ja propaan-1,3-diool), mis on esimene osaküsimus. Teiseks tuleb kirjutada nende ainete vahelise reaktsiooni võrrand – kopolümeeri ahelalõigu valem ja kolmandaks otsustada, kas tegemist on liitumis- või kondensatsioonipolümeeriga. Ülesande eest saadi keskmiselt 73,9 %, mis on kogu eksami kontekstis viies tulemus. Raskeimaks osutus ahelalõigu valemi kirjutamine ning mõlema rea ja õppekeeles ning nii tütarlaste kui poiste osas on vahe esimese ja kolmanda osaküsimusega ca 30 protsendipunkti (vastavalt 84,9; 48,5; 77,4). Kontrollijate tähelepanek oli, et unustatakse ära aromaatsuse tähistamine, märgiti, et ka õpikus esineb ahelalõigu tähistamises ebajärjekindlust. Töödega tutvumisel selgus, et väga paljudel juhtudel kirjutatakse ahelalõigu kirjutamiseks välja vaid lähteained.

Ülesanne 14.

Neljateistkümmes ülesanne on esimene arvutusülesanne. Ülesande lahendamiseks on vaja leida reageerivate ainete moolide hulga graafikult. Millised ained sellises moolsuhtes nagu graafikul esitatud, reageerivad, selleks tuleb ülesandes pakutud reaktsioonivõrrandite seast valida sobiv. Ülesande eest on keskmiselt saadud 82,9 protsendipunkti ja see on teine tulemus kogu eksamit silmas pidades. Ülesanne 14 on paremini lahendatud eesti õppekeele koolides. Osaküsimustest on lihtsamaks osutunud teine, kus tuleb ühe reageeriva aine koguse suurendamisele vastavalt leida graafikult teise aine kogus. Töödega tutvumisel mõned vead siiski silma hakkasid. Halogeeni valemit kirjutatakse valesti – ilma indeksita.

Ülesanne 15

Ülesandega kontrollitakse mool- ja protsentarvutuse oskust ning tehakse seda kristallhüdraadi – vaskvitrioli – $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ põhjal. Keskmine tulemus ülesande eest on 63,3 protsenti ja see on kogu tööd silmas pidades üheteistkümmes tulemus. Tundub, et see on liiga vähe seda tüüpi ülesannete eest ja siit saab teha vaid ühe järelduse: kristallhüdraatide ülesanded ei ole selged, olgu selle põhjuseks siis nendega vähene tegelemine, aja nappus või mõni muu põhjus, mis kohe ei selgu. Hindaja arvates ei osata tõlgendada kristallhüdraadi valemit ja seetõttu ei suudeta arvutada ka molekulmassi õigesti. Ei suudeta teha järeldust, et kristallvee sisaldus protsentides on sama nii ühes kui neljas moolis vaskvitriolis (kristallhüdraadis). Töödega tutvudes täheldati, et esineb arvutusvigu, mille esinemist õpilane ei suuda hinnata (ei näe, et vastus on absurdne).

Ülesanne 16.

Ülesande lahendamine eeldab, et õpilane teab moolarvutuse olemust, oskab moolarvutuse kohta järeldusi teha vastavalt etteantud reaktsioonivõrrandile ja sooritab vastavalt ülesande tekstile matemaatilised arvutused. Tundub, et siin on veel palju arenguruumi, sest selle ülesande eest saadi kõige vähem punkte – 47,4 protsenipunkti. Kahtlemata on selle ülesande selekteeriv väärtus suur, aga samas on moolarvutus väga oluline keemia-arvutuste osa, mis võimaldub erinevaid järeldusi teha vahetult võrrandi analüüsi põhjal. Edukamalt on selle ülesande lahendanud eesti koolide noormehed A rühmas ja B rühmas vene õppekeelega koolide noormehed. Kuna märgatavat tulemuste vahet ei ole (1 protsendipunkt), siis mingeid järeldusi teha ei saa. Tööde hindajate arvates esines väikese punktide arvuga (töödega tutvudes selgus, et ka täiesti lahendamata töid oli palju) ja 4-5 punktiga töid (5 punkti oli maksimaalne tulemus), keskmise punktide arvuga töid oli väga vähe. Töödega tutvumisel tuli nõustuda hindajatega, et ühikute teisendamine ei ole väga paljudel selge ja vastajat ei sega, kui moolide arvu mõõtühikuks antakse g/mol. Ülesande lahenduskäik on sageli väga keerukas ja ebaotstarbekas. Tuleb tõdeda seda, mis eelmises ülesandes öeldud – ei osata võrrandi põhjal järeldusi teha. Mõnede tööde korral jäi mulje, et ei mõistatud teksti õigesti. Palju vigu tekib ühikute teisendamisel. Ülesannet loetakse raskeks ka paljude eksamile hinnangu andnud õpilaste poolt. Paremate tulemustega tööde korral loetakse ülesannet huvitavaks ja hästi koostatuks.

Ülesanne 17

Arvutusülesanne, mille sisu on kergesti mõistetav, kuid kus lahendamise käigus tuleb üsna palju arvutusi teha. Ülesandega kontrollitakse, kas õpilane oskab aine tihedust kasutada massi arvutamisel ja kas protsentarvutus on selge ning osatakse arvestada kadusid, mis reaktsioonil esinevad. Kogu ülesande eest saadi keskmiselt 66.0 protsendipunkti, mis on kümnes tulemus kogu tööd arvestades. Suuri erinevusi ei ole õppekeeleli ega ka sooti.. Parandajad viitavad ka selle ülesande korral tõsiasjale, et ühikute teisendamisega eksitakse tihti, ei teata lämmastikhappe valemist ja pakutakse küll H_2SO_4 kui ka H_3PO_4 . Ülesande esimene pool on ca kümne protsendipunkti ulatuses paremini lahendatud. Töid analüüsides selgus, et vead tulid sisse ka sellest, et ei osatud kirjutada võrrandeid (näiteks, $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2$), vead esinesid ka teisendamisel (näiteks, $900 \text{ l} = 0.9 \text{ cm}^3$; $900 \text{ l HNO}_3 \text{ 58\% lahust} = 900 \text{ kg}$).

5. Ettepanekud õpetajale/õppijale, millele tuleb õppeprotsessis tähelepanu pöörata:

- 1) suuremat tähelepanu tuleb pöörata perioodilisuse süsteemi tundma õppimisele ja nende võimaluste sisulisele omandamisele, mida perioodilisuse süsteemi interpretatsioon pakub. See on tähtis kogu keemia mõistmise osas, mitte ainult selle konkreetse riigieksami tulemusi silmas pidades. Perioodilisuse süsteemi hea tundmine annab õpilasele teatud vabaduse ja sügavama oskuse tunnetada nähtuste ja seaduspärasuste olemust. Konkreetsetes töös näiteks elementide metalliliste ja mittemetalliliste omaduste muutuse ennustamine, aatomiraadiuse muutuste tendentsi ennustamine ja määramine jne.;
- 2) väga olulise keemilise reaktsiooni - redoksreaktsiooni olemuse mõistmise tõhustamine. Redutseerija ja oksüdeerija määramine on oluline nii anorgaaniliste ainete vahel kulgevate reaktsioonide korral kui eriti orgaaniliste ainete korral. Sellel reaktsioonitüübil baseerub ju aineringe, mis on väga tähtis ka ökoloogilise mõtlemise arendamise seisukohalt;

- 3) H-sideme olemuse nõrk omandatus osutab sellele, et halvasti osatakse siis ka määrata, kuidas mõjutab aines tekkiv H-side aine füüsikalisi omadusi: keemistemperatuuri eeskätt. See on nii antud eksami kontekstis. Vesinikside on oluline aga ka muude erinevate nähtuste seletamisel (ainete eraldamine segudest, mitmesugused bioloogia valdkonda kuuluvad nähtused);
- 4) tööde analüüsil selgus, et õpilased ei oska kujutada orgaaniliste ainete graafilisi valemeid ja tihti eksitakse ka lihtsustatud struktuurvalemite aru saamisel. Sulgudes esitatud korduvat ahelalüli vaadatakse kõrvalahelana. Esineb ka teisipidi eksimusi – ei suudeta graafilist valemit interpreteerida, sellele vastavat kas klassikalist või lihtsustatud struktuurvalemit kirjutada;
- 5) polükondensatsioonireaktsiooni ahelalõigu kirjutamine osutus raskeks ja vajab harjutamist (nagu ilmselt ka polümeeride tekkereaktsioonid üldse);
- 6) orgaanilises keemias oluliste mõistete *elektrofiil* ja *nukleofiil*, *elektrofiilsus* ja *nukleofiilsus* ning elektrofiili ja nukleofiili määramine on halvasti omandatud. Definitsiooni teatakse, aga rakendamine ehk siis elektrofiili ja nukleofiili määramine osutus raskeks ja vajab põhjalikumat selgitamist ja harjutamist;
- 7) väga paljudel juhtudel oli tüüpiline viga, et õpilased ei loe teksti mõttega ja ei oska sellest vajalikku informatsiooni välja lugeda. Õpetamise käigus tuleks rohkem tähelepanu pöörata õpilaste funktsionaalsele lugemisoskusele, selle täiustamisele;
- 8) ühikute teisendamine on jätkuvalt teema, mida tuleb ikka ja jälle korrata ja sealjuures harjutada õpilast ka ennast kontrollima – kumb on suurem ühik, kas liiter või kuupsentimeeter, kas gramm või kilogramm. Mida on milles rohkem. Tööde analüüs näitas, et see on kord nii, kord naa ja õpilast see ei sega;
- 9) kristallhüdraatide ülesanded on ilmselt need, mida lahendatakse suhteliselt vähe. Seetõttu ei osata arvutada kristallhüdraatide molekulmassi ega teha teisi järeldusi. Kristallhüdraatide õpetamist kindlasti tõhustada;
- 10) moolarvutusi ei suudeta teostada. Ülesannete lahenduskäigud on seetõttu kas keerulised või on ülesanne üldse lahendamata. Õppeprotsessis tuleks pöörata moolarvutustele suuremat tähelepanu.

17.10. 2009

Tallinnas

Viiu Sillaste

Tallinna Tehnikakõrgkooli tehnoloogiaoja õppetooli professor,

Tallinna Ülikooli mitteamkõõsseisuline lektor, ped. kandidaat.