

2005/2006 õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
8. klass

1. a) Valige järgmisest loetelust **i)** segud, **ii)** lihtained ja **iii)** liitained: veeaur, C-vitamiin, hapnik, jää, soolvesi, söögisooda, süsihappegaas, teemant, vesi ja viin. (2)
 b) Valige järgmisest loetelust neli peamist omadust, millel põhinevad ainete segudest eraldamise üldtuntud meetodid: elektrijuhtivus, keemistemperatuur, kõvadus, lahustuvus, lõhn, soojusjuhtivus, sulamistemperatuur, tihedus, tugevus ja värvus. (2)
 c) Kirjutage punktiiri asemele vastav arv: **i)** 1250 m = km,
ii) 32 cm³ = dm³, **iii)** 1,00 kg/dm³ = g/cm³, **iv)** 1250 kg/m³ = g/cm³,
v) 10000 mm = m. **Tüvenumbrid!** (5) **9 p**

2. Elusorganismid saavad energiat erinevate orgaaniliste ühendite – alkoholide, süsivesikute ja rasvade – lagundamisel. Lagundamisprotsessist võtab osa hapnik ja lõppsaadusteks on CO₂ ja H₂O.

- a) Kirjutage täielike põlemisreaktsioonide võrrandid, kui põlevad **i)** vesinik H₂,
ii) süsinik C, **iii)** alkohol etanool C₂H₅OH, **iv)** alkohol glütserool C₃H₅(OH)₃,
v) süsivesik sahharoos C₁₂H₂₂O₁₁, **vi)** süsivesik fruktoos C₆H₁₂O₆. (a´1p) (6)
 b) Kahe molekuli rasva C₃H₅O₃(OC_xH_y)₃ täielikul põlemisel tekib 114 molekuli süsinikdioksiidi ja 110 molekuli vett. Leidke rasva C₃H₅O₃(OC_xH_y)₃ valemis indeksid **x** ja **y**. *Aatomite arvud peavad olema reaktsioonivõrrandi mõlemal pool võrdsed.* (4) **10 p**

3. Ahju köeti puudega. Korstnast võetud gaasiproov vabastati tahketest osakestest filtrite abil. Vee keemistemperatuurist pisut kõrgemal temperatuuril olevat gaasisegu mõõdeti 3,08 liitrit (0,948 g/dm³). Sellel temperatuuril olid gaaside segus gaasilised liitained **A** ja **B** ning gaasilised lihtained **X** ja **Y**.

Anum koos prooviga asetati külmkambrisse (-20 °C). Pikaajalise seismise järel oli gaaside mass vähenenud 0,21 grammi võrra. Järgnevalt juhiti gaas läbi redutseerija lahuse, mis oksüdeeris aine **X** neeldumisel. Seejärel oli kuivatatud gaasisegu mass 2,54 g. Allesjäänud gaasisegu juhtimisel läbi NaOH lahuse neeldus gaas **B**. Järele jäi üks gaasiline aine. Pärast kuivatamist oli selle ruumala 1,56 liitrit (1,25 g/dm³).

- a) Kirjutage ainete **i)** **A**, **ii)** **X**, **iii)** **B**, **iv)** **Y** valemid, nimetused ning omadused, mille järgi Te need ained kindlaks tegite. (4)
 b) Arvutage ainete **i)** **A**, **ii)** **X**, **iii)** **B**, **iv)** **Y** massiprotsendiline sisaldus proovis. (6) **10 p**

4. Kasutades tabelis toodud andmeid, kandke ühele ja samale graafikule millimeeterpaberil aine HgCl₂ lahustuvuse kõverad kolmes erinevas lahustis (x–teljele temperatuur, kus 10 °C vastab 10 mm ja y–teljele lahustuvus, kus 10 g vastab 10 mm).
 (graafikute koostamine 3p)

Temperatuur, °C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Lahustuvus vees, g/100 g	5	5	7	8	10	13	17	23	31	43	59
Lahustuvus metanoolis, g/100 g	25	36	52	95	141	157	167				
Lahustuvus etanoolis, g/100 g	43	46	47	50	55	63	72	81			

- a) Kas erinevates lahustites temperatuuri tõustes HgCl_2 lahustuvus kasvab või kahaneb? (0,5)
- b) Millises lahustis on HgCl_2 lahustuvus väikseim? (0,5)
- c) Leidke 5°C ja 55°C juures HgCl_2 lahustuvus i) etanoolis ja ii) metanoolis. (2)
- d) Arvutage, mitu grammi ainet tuleb lahustada 40 g vees, et saada 50°C juures küllastunud lahus. (1)
- e) 60°C juures on lahustatud 12,5 g HgCl_2 25 grammis lahustis, ühel juhul etanoolis, teisel juhul metanoolis. Leidke, millise temperatuurini tuleb vastavat lahust jahutada, et tekiks küllastunud lahus i) etanoolis ja ii) metanoolis. (3) **10 p**

5. Aatomeid, millel on sama tuumalaeng, kuid erinev massiarv, nimetatakse isotoopideks. Ainult vesiniku isotoopidel on konkreetset nimetused: prootium, deuterium ja triitium. Esimese vesiniku isotoobi aatomi tuumas neutronid puuduvad, teise tuumas on üks ja kolmanda tuumas on kaks neutronit.

Lihtsustatud kirjutusviisi korral märgitakse keemilise elemendi sümboli taha vastava isotoobi massiarv (näiteks Cl-35 ja Cl-37). Teaduslikus kirjanduses pannakse elemendi sümboli ette alumiseks indeksiks järjenumbr ja ülemiseks indeksiks massiarv (näiteks ${}_{92}^{235}\text{U}$ ja ${}_{92}^{238}\text{U}$). Osad isotoobid (näiteks I-127) ei lagune iseenesest, teised lagunevad (näiteks I-125 ja I-131) ja on radioaktiivsed.

Täitke allolev tabel, kus isotoopideks on: **prootium, deuterium, triitium, ${}_{92}^{235}\text{U}$, I-127, I-125, I-131 ja Cl-35.**

Isotoop	Alternatiivne kirjutusviis*	Prootonite arv	Neutronite arv	Massiarv	Elektronide arv
prootium					

* Kahe võimaluse korral kirjutage mõlemad.

9 p

6. Alkoholid, karboksüülhapped ja estrid on orgaanilised ühendid, mille molekulid koosnevad süsiniku, vesiniku ja hapniku aatomitest. Nende ainete põlemissaadusteks on süsihappegaas ja vesi.

- a) Leidke amüülalkoholi valem, kui 2 molekuli amüülalkoholi põlemiseks kulub 15 hapniku molekuli ning põlemisel moodustub 12 molekuli vett ja 10 molekuli CO_2 . (3)
- b) Etüülatsetaat on ester, mille molekulis on 14 aatomit. Aatomite arvust moodustab 28,6% süsinik ja 57,1% vesinik. Arvutage etüülatsetaadi valem. (3)
- c) Etüülatsetaadi hüdroolüüsil liidetakse üks molekuli vett ja saadakse etanool ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) ning etaanhape (äädikhape). Leidke äädikhappe valem. (3)
- d) Ühe molekuli amüülalkoholi ja ühe molekuli äädikhappe reageerimisel eraldub üks molekuli vett ja tekib ester, mida nimetatakse amüülatsetaadiks. Leidke amüülatsetaadi valem. (3) **12 p**

2005/2006 õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
9. klass

- 1. a)** Teisendage toodud suuruste arväärtused nii, et need oleksid vastavuses etteantud mõõtühikutega: **i)** $1,20 \text{ g/dm}^3 = \dots \text{ kg/m}^3$, **ii)** $0,5 \text{ mmol/ml} = \dots \text{ mol/cm}^3$, **iii)** $0,0250 \text{ cm}^{-1} = \dots \text{ m}^{-1}$, **iv)** $1500 \text{ h} = \dots \text{ s}$, **v)** $200 \text{ kg/kmol} = \dots \text{ g/mmol}$. (2,5)
- b)** Millise keskkonnaga (neutraalne, happeline või aluseline) lahused moodustuvad, kui puistata vette järgmised ained (igas lahuses on peale vee ainult üks aine):
i) CuCl_2 , **ii)** NaHCO_3 , **iii)** H_4SiO_4 , **iv)** K_2SO_3 , **v)** $\text{Fe}(\text{OH})_2$, **vi)** $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$? (3)
- c)** Kirjutage etteantud lähteainetele vastavad reaktsioonivõrrandid. Kui toatemperatuuril hakkab reaktsioon iseenesest toimuma, siis kirjutage võrrandi taha "jah", vastasel juhul "ei". **i)** $\text{Na}_2\text{SO}_3 \text{ lahus} + \text{O}_2 \rightarrow$, **ii)** $\text{Ca}(\text{OH})_2 \text{ lahus} + \text{CO}_2 \rightarrow$, **iii)** $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$, **iv)** $\text{P}_4\text{O}_{10} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$. (4,5) **10 p**
- 2.** Antud sorti viinamarjades on 73,1% vett ja 7,8% glükoosi. Kuivatatud viinamarjade – rosinate – saamisel lendub ainult vesi. Rosinate on vett 17,0%.
- a)** Arvutage **i)** mitu grammi glükoosi on 750 grammis viinamarjades, **ii)** mitmes kilogrammis viinamarjades on täpselt 1 kilogramm glükoosi, **iii)** mitu kilogrammi viinamarju kulub täpselt 1 kg rosinate saamiseks ja **iv)** mitu protsenti viinamarjades olevast veest lendus rosinate saamisel. (7)
- Glükoos on süsivesik. Kõikide süsivesikute molekulid koosnevad kolme keemilise elemendi aatomitest. Glükoosi molekulmass on 180 ja selle molekulis on elementide aatomite suhe 1 : 2 : 1.
- b)** Lähtudes kokku neljast aatomist, kirjutage kahe hästituntud aine valemid, mille nimetustest moodustub sõna "süsivesik". (1)
- c)** Kirjutage glükoosi brutovalem ja tõestage lähteandmete alusel selle õigsus. (3) **11 p**
- 3.** Agatha Christie kriminaalromaanides mainitakse sageli kuriteos kasutatud mürgina soola **X**. Ühendi **X** koostisesse kuuluvad elemendid **A**, **B** ja **D** ning nende hulgas on mainitud ühendis võrdsed. Taimede kolme peamise toiteelemendi hulka kuuluvad nii element **A** kui element **B**. Elemendi **A** poolt moodustatud hüdroksiidi molekul on kõige kergema hüdroksiidi molekulist 2,34 korda raskem. Elemendid **B** ja **D** esinevad looduses ka lihtainetena, kusjuures elemendi **D** kaks tuntud allotroopi on ühe füüsikalise omaduse poolest täiesti erinevad. Element **D** põleb õhus, kuid elemendi **B** oksidi saadakse lihtainetest õhu juhtimisel läbi elektrikaare. Mõlemad elemendid on omanimeliste hapnikhapete **Y** ja **Z** koostises, kus elementide **B** ja **D** oksüdatsiooniaste on vastavalt V ja IV. Üks nendest on tugevate oksüdeerivate omadustega tugev hape. Teise happe vesilahus on väga lahja ja hape ise on väga nõrk. See hape võib moodustada NaOH-ga nii liht- kui vesiniksoola. Kui soolas **X** asendada kation prootoniga, siis saame gaasilise ühendi **Q**, mis piiramatult lahustub vees ja on väga mürgine.
- a)** **i)** Millisesse anorgaaniliste ühendite põhiklassi kuulub ühend **Q**? **ii)** Arvutage elemendi **A** poolt moodustatud hüdroksiidi molekulmass. (2,5)
- b)** Kirjutage **i)** elementide **A**, **B** ja **D** sümbolid ja nimetused ning **ii)** ühendite **X**, **Y**, **Z** ja **Q** valemid ja nimetused. (3,5)
- c)** Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i)** $\text{Z} + \text{NaOH} \rightarrow \text{lihtsool}$, **ii)** $\text{Z} + \text{NaOH} \rightarrow \text{vesiniksool}$ (2)
- d)** Kirjutage elemendi **D** kaks allotroopi ja märkige vastav füüsikaline omadus, mille poolest on allotroobid äärmiselt erinevad. (2) **10 p**

4. Metall **X** kuulub IV peaalarühma ja on tuntud antiikajast. Ta esineb kahe allotroopse teisendina. Ühte allotroopset teisendit, mis moodustas Euroopa katedraalide oreliviledele hallika koheva kihi, peeti sajandeid tagasi saatana kätetööks. Metall **X** kasutati toiduainetööstuses raudplekknõude katmiseks korrosioonivastase kaitsekihina.

Gaasilise, tugevalt oksüdeerivate omadustega lihtaine **A** reageerimisel metalliga **X** saadakse binaarne ühend **Y**, mis on vedelik ja keeb 144 °C juures. Seda omadust kasutatakse metalli **X** kättesaamiseks jäätmetööstuses. Ühendi **Y** molekulmass on 3,67 korda suurem lihtaine **A** molekulmassist. Ühendi **Y** pihustamisel õhku moodustab see õhuniiskusega valge suitsu, mille koostisse kuuluvad vastav mittelahustuv hüdroksiid **E** ja tugevalt ärritava toimega vees hästilahustuv binaarne gaasiline ühend **B**. Gaasi **B** vesilahuse reageerimisel metalliga **X** moodustuvad binaarne ühend **Z** ja vesinik. Ühendid **Y** ja **Z** on sama kvalitatiivse koostisega, kuid ühend **Z** on raua ja elemendi **A** binaarse ühendi **Q** jaoks redutseerija. Ühendist **Q** moodustub redutseerumisel sama kvalitatiivse koostisega ühend **R**.

- a) i) Põhjendage, milline element on metall **X** ja ii) kirjutage, millised tüüpilised oksüdatsiooniastmed on IV rühma metalliliste elementide ühendeis. (2)
- b) i) Kirjutage kolm gaasilist lihtainet, mis on oksüdeerivate omadustega ja ii) põhjendage arvutustega, milline gaasiline aine on lihtaine **A**. (3)
- c) Kirjutage ainete **Y**, **E**, **B**, **Z**, **Q** ja **R** valemid ja nimetused. (3)
- d) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) $X + A \rightarrow$, ii) $Y + H_2O \rightarrow E + B$, iii) $B + X \rightarrow$, iv) $Z + Q \rightarrow$. (4) 12 p

5. Naatrium kattub õhu käes peroksiidi kihiga (Na_2O_2). 4,700 g õhu käes olnud naatriumi proovi lahustati vees ja lahuse ruumala viidi 100 ml-ni. 10,0 ml saadud lahuse neutraliseerimiseks (tiitrimiseks) kulus 21,10 ml 3,36% HCl lahust ($1,015 \text{ g/cm}^3$).

- a) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) $Na + H_2O$, ii) $Na_2O_2 + H_2O \rightarrow$ (tegemist ei ole redoksreaktsiooniga). (2)
- b) Arvutage tiitrimiseks kulunud HCl moolide arv. Tiitrimisel ei toimu redoksreaktsioone. (3)
- c) Leidke metallilise Na protsendiline sisaldus naatriumi proovis. Vastus andke kolme tüvenumbri täpsusega. (6) 11 p

6. a) Leidke ühendites i) H_2O , ii) $HClO_3$, iii) $NH_3 \cdot H_2O$, iv) $[Co(NH_3)_6](ClO_3)_3$ kõikide elementide oksüdatsiooniastmed (o.a.), kui iga element on ainult ühe kindla oksüdatsiooniastmega. (3)

b) Leidke indeksid valemites: $Co..O..$, $Cl..O..$, $NH..ClO_3$ ja $[Co(H_2O)_6](ClO_3)_{..}$, eeldusel et elementide o.a.-d on samad kui eespool. (3) 6 p

2005/2006 õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
10. klass

1. a) Millest on tingitud tahke aine lahustumisel lahuse **i)** jahtumine, **ii)** soojenemine? (1)

b) Teisendage Celsiuse skaalas antud temperatuur kelviniteks: **i)** $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, **ii)** $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (2)

c) Leidke entalpia muutus aine **A** aine **E** tekkimisel. Protsess toimub läbi

vaheetappide: $\text{A} \xrightarrow{\text{i)}} \text{B} \xrightarrow{\text{ii)}} \text{C} \xrightarrow{\text{iii)}} \text{D} \xrightarrow{\text{iv)}} \text{E}$, kus $\Delta H(\text{i}) = -20\text{ kJ}$;
 $\Delta H(\text{ii}) = -12\text{ kJ}$, $\Delta H(\text{iii}) = +28\text{ kJ}$ ja $\Delta H(\text{iv}) = +16\text{ kJ}$. (2)

d) Tooge näide reaktsioonivõrrandist, kus reaktsioonientalpia (ΔH_r) on samaaegselt tekkeentalpia (ΔH_f – aine moodustumise entalpia stabiilsetest lihtainetest) ja põlemisentalpia (ΔH_c – aine täieliku põlemise entalpia). (3)

e) 13,5 kg aine ruumala on $0,00125\text{ m}^3$. Leidke selle aine tihedus ühikutes g/cm^3 . (2)
10 p

2. Vaatleme kristallhüdraate **A** – **E** (sulgudes on molekulmassid).

A – $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (381) **D** – $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (446)

B – $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (286) **E** – $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (322)

C – $\text{Na}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (484)

a) Arvutage, millises kristallhüdraadis on vee protsendiline sisaldus **i)** kõige suurem, **ii)** kõige väiksem. (4)

b) Arvutage **i)** mitu grammi kristallhüdraati **E** kulub 300 g $10,0\%$ lahuse valmistamiseks, **ii)** mitmeprotsendiline lahus saadakse $10,0\text{ g}$ kristallhüdraadi **A** lahustamisel $50,0\text{ g}$ vees, **iii)** mitu grammi vett kulub $10,0\text{ g}$ kristallhüdraadist **D** $10,0\%$ lahuse valmistamiseks. (6) **10 p**

3. Kõikidest tuntud ühenditest $9/10$ sisaldavad elementi **A**. Selle kaks allotroopset teisendit on juba sajandeid tuntud, kuid kaasajal on neid kindlaks tehtud rohkem. Tavaliselt puutume kokku tahke ainega **B**, mis koosneb ainult elemendi **A** aatomitest, kuid ei ole selle allotroopseks teisendiks varieeruva struktuuri tõttu.

Ainet **B** kasutavad päkapikud “kuiva jää” ja jõuluehete valmistamisel. Aine **B** põlemisel tekib aine **X**, mille päkapikud muudavad “kuivaks jääks”. Kuiv jää haihtub, ilma et eelnevalt tekiks vedelik. Selle omaduse tõttu kasutatakse “kuiva jääd” jäätise säilitamisel ja transpordil. Aine **B** pulbri lisamisel sulasse klaasimassi reageerib see metalli **Y** oksiidiga **D**, redutseerides selle madalama oksüdatsiooniastmega oksiidiks **E**, mis annab klaasist jõuluehetele roheka või helesinise varjundi. Oksiidis **D** on metalli oksüdatsiooniaste III ja metalli on ühendis 70% . Oksiidi **D** redutseerimisel moodustub aine **B** oksiid **Z**, mis hapnikuga ühinemisel annab aine **X**.

a) Kirjutage elemendi **A** **i)** sümbol ja nimetus, **ii)** selle kahe allotroopse teisendi nimetused ja **iii)** elemendi **A** aatomitest koosneva aine **B** nimetus. (3)

b) Kirjutage binaarsete ühendite valemid ja nimetused, kus elemendi **A** oksüdatsiooniastmed oleksid vastavalt +IV, +II, -I, -II, -III ja -IV. (3)

c) Arvutage oksiidi **D** valem ja kirjutage selle nimetus. (2,5)

d) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i)** $\text{B} \rightarrow \text{X}$, **ii)** $\text{D} \rightarrow \text{E}$, **iii)** $\text{Z} \rightarrow \text{X}$. (1,5)

e) Kirjutage **i)** kuidas päkapikud said aine **X** kuiva jää, **ii)** kuidas nimetatakse “kuiva jää” haihtumist. (1) **11 p**

4. Aine X_2Y on temperatuuride vahemikus 273 K kuni 373 K värvitu vedelik, mis molekulidevahelise sideme tõttu on anomaalsete omadustega (suur soojusmahtuvus,

kõrge sulamis- ja keemistemperatuur, paisumine tahkumisel). Selle sideme nimetus on tuletatud elemendi **X** järgi.

Ühend **X₂Y** põleb kahvatuvioletse leegiga gaasis **A₂**, mis on kõikidest lihtainetest tugevaim oksüdeerija, järgmise reaktsiooniskeemi kohaselt: $2X_2Y + 2A_2 \rightarrow 4XA + Y_2$. Elementid **E** ja **X** on samas alarühmas. Ühend **EX** on soolataoline ühend, kus element **X** on aniooniks. Ühendite **EX** ja **X₂Y** vaheline reaktsioon toimub järgmise reaktsiooniskeemi kohaselt: $EX + X_2Y \rightarrow EYX + \dots$

a) Kirjutage **i**) lihtaine **A₂**, **ii**) elementide **X** ja **Y** ning **iii**) ühendite **X₂Y**, **XA** valemid (sümbolid) ja nimetused. (2,5)

b) Kontrollige punktis a) esitatud valemite õigsust, lähtudes andmetest:

$$M_r(\mathbf{XA}) = 20; \%(\mathbf{A}, \text{ühendis } \mathbf{XA}) = 95 \text{ ja } \%(\mathbf{Y}, \text{ühendis } \mathbf{X_2Y}) \approx 89. \quad (2)$$

c) Kirjutage ühendite **EX** ja **EYX** valemid ja nimetused, kui $\%(\mathbf{E}, \text{ühendis } \mathbf{EYX}) = 57,5$. (3)

d) Kuidas nimetatakse molekulidevahelist sidet ühendis **X₂Y**? (0,5) **8 p**

5. Vere vedelat osa nimetatakse plasmaks. Täpselt 1 liiter vereplasmat ($1,025 \text{ g/cm}^3$) sisaldab ligikaudu 910 g vett, lisaks veel glükoosi, karbamiidi, anorgaanilisi ioone ja kõrgmolekulaarseid ühendeid nagu valgud, lipiidid jne. Plasma ligikaudne koostis millimolaarse kontsentratsioonina ($\text{mM} = 10^{-3} \text{ mol/L}$) on järgmine:

$$c(\text{Na}^+) = 133,4$$

$$c(\text{HCO}_3^-) = 28$$

$$c(\text{K}^+) = 3$$

$$c(\text{HPO}_4^{2-}) = 1,5$$

$$c(\text{Ca}^{2+}) = 2,2$$

$$c(\text{SO}_4^{2-}) = 0,6$$

$$c(\text{Mg}^{2+}) = 0,7$$

$$c(\text{Cl}^-) = \dots$$

Plasma on elektriliselt neutraalne, st, et summaarne laeng on 0.

a) Arvutage vee massiprotsendiline sisaldus plasmas. (2)

b) Arvutage kloriidioonide millimolaarne kontsentratsioon plasmas. (3,5)

c) Arvutage, mitu kuupsentimeetrit füsioloogilist lahust [$0,90\% \text{ NaCl}$ lahuse tihedusega $1,005 \text{ g/cm}^3$] peaks lahjendama veega täpselt ühe liitrini, et selles oleks Cl^- ionide kontsentratsioon sama, mis vereplasmas. (2)

d) Milline suurus on vereplasmas ja füsioloogilises lahuses ligikaudselt sama? (0,5)

8 p

6. Raketi projekteerimise lähtetingimused lubasid kasutatava kütuse (oksüdeerija + redutseerija) kogumassiks täpselt 5 kg. Oksüdeerijaks planeeriti hapnik, redutseerijaks kas metaan (CH_4), hüdrasiin (N_2H_4) või vesinik (H_2). Lihtainete tekkeentalpiad $\Delta H_f = 0$; $\Delta H_f(\text{H}_2\text{O}) = -286 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f(\text{N}_2\text{H}_4) = 51 \text{ kJ/mol}$, $\Delta H_f(\text{CO}_2) = -394 \text{ kJ/mol}$ ja $\Delta H_f(\text{CH}_4) = -74 \text{ kJ/mol}$. Raketi kandevõime sõltub kütuse põlemisel saadavast energiast, mistõttu on sobiva kütuse valik väga oluline.

a) Kirjutage **i**) metaani, **ii**) hüdrasiini, **iii**) vesiniku täieliku põlemise võrrandid. (1,5)

b) Arvutage **i**) metaani, **ii**) hüdrasiini, **iii**) vesiniku põlemisentalpiad (ΔH_c). (3)

c) Arvutage hapniku ja redutseerija moolide suhe, kui põleb **i**) metaan, **ii**) hüdrasiin, **iii**) vesinik. (1,5)

d) Arvutage, mitu mooli **i**) metaani, **ii**) hüdrasiini, **iii**) vesinikku osaleb täpselt 5 kg kütuse (oksüdeerija + redutseerija) täielikul põlemisel. (3)

e) Arvutage maksimaalne põlemisentalpia (ΔH), mis eraldub kokku 5,00 kg **i**) hapniku ja metaani, **ii**) hapniku ja hüdrasiini, **iii**) hapniku ja vesiniku reageerimisel ning **iv**) kirjutage, milline kütus (segu) oleks kõige ökonoomsem. (4) **13 p**

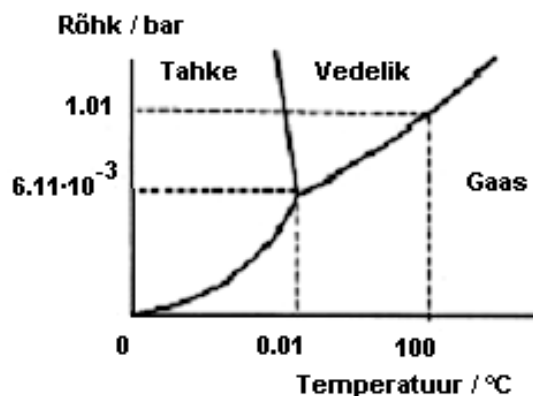
2005/2006 õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
11. klass

1. a) Vee dissotsiatsioonil aatomiteks tuleb lõhkuda mõlemad H – O sidemed. Selle protsessi entalpiamuut on $\Delta H_{\text{diss,a}}^0(\text{H}_2\text{O})$. Aatomitest vee tekkimise entalpiamuut on $\Delta H_{\text{a}}^0(\text{H}_2\text{O})$. $\Delta H_{\text{diss}}^0(\text{H}_2) = 435 \text{ kJ/mol}$, $\Delta H_{\text{diss}}^0(\text{O}_2) = 494 \text{ kJ/mol}$, $\Delta H_{\text{f}}^0(\text{H}_2\text{O,g}) = -242 \text{ kJ/mol}$.

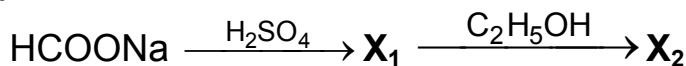
i) Kirjutage välja $\Delta H_{\text{a}}^0(\text{H}_2\text{O})$ leidmiseks vajalikud reaktsioonide võrrandid ning neile vastavad entalpia muutused; ii) arvutage $\Delta H_{\text{a}}^0(\text{H}_2\text{O})$ ja iii) andke $\Delta H_{\text{diss,a}}^0(\text{H}_2\text{O})$ väärtus. (3)

b) Juuresoleva vee olekudiagrammi järgi leidke:

i) millisel temperatuuril ja rõhul on vee kolm faasi tasakaalus ning kuidas mõjutab rõhu alandamine vee ii) keemistemperatuuri ja iii) sulamistemperatuuri. (2)



c) Skeemis



määrake ained X_1 ja X_2 ning nimetage, millisesse aineklassi need kuuluvad. (2)

d) Millised oksiididest I_2O_5 , P_2O_5 , SO_3 , NO_2 esinevad dimeerina? Kirjutage nende dimeeride valemid. (2)

e) Millised toodud anioonidest reaalselt ei eksisteeri: N^{3-} , S^{2-} , O^{3-} , FO_3^- , ClO_3^- , BrO_3^- , IO_3^- ? (1) 10 p

2. Karbiidid on süsiniku ja metalli binaarsed ühendid. Suur hulk karbiide annavad veega reageerimisel süsivesinikke.

Järgnevas tabelis on toodud karbiidide **A**, **E**, **G** ja **L** koostises oleva metalli protsendiline sisaldus ja mõningane info metalli või karbiidi kohta.

A	62,5%	2A rühma metall
E	75,0%	hõbevalge, kerge, leelise ja happega reageeriv metall
G	57,1%	metalli ja süsiniku moolisuhe 2 : 3
L	93,88%	kõige kõrgema sulamistemperatuuriga metall, moodustab kahe-aatomilise karbiidi

Karbiidi **A** võib saada metalli **X** vahetul reageerimisel süsinikuga, samuti metallioksiidi **Y** redutseerimisel süsinikuga. Karbiidi **A** hüdrolüüsil moodustub hüdroksiid **B** ja orgaaniline ühend **C**. Ühendi **C** trimerisatsioonil saadakse väga vajalik ja tuntud orgaaniline aine **D**, mis on areenide klassi lihtsaimaks esindajaks. Karbiidi **E** hüdrolüüsil eraldub põlev gaas **F**, mis on alkaanide klassi lihtsaim esindaja, ja hüdroksiid **H**. Karbiidi **G** hüdrolüüsil saadakse aine **I**, mis on alküünide

rea teiseks liikmeks ja hüdroksiid **J**. Karbiid **L** veega ei reageeri ja see on väga kõva materjal, mida kasutatakse puuride ja lõiketerade valmistamiseks.

- a) Arvutage karbiidides **A**, **E**, **G** ja **L** metallide aatommassid ja kirjutage karbiidide valemid. (2,5)
- b) Andke ainete **X**, **Y**, **B**, **C**, **D**, **F**, **H**, **I**, **J** valemid ja nimetused. (4,5)
- c) Kirjutage reaktsioonide võrrandid: i) **X** + süsinik →; ii) **Y** + süsinik →; iii) **A** + H₂O → **B** + **C**; iv) **C** → **D**; v) **E** + H₂O →; vi) **G** + H₂O →. (3) 10 p

3. Üliõpilase F.Aulbeeri teadlasete esimeseks sammuks oli vaja saada 50 g väga puhast (99,995%) KI. Internetist leidis ta järgmise hinnakirja:

	Puhtus, %	Aine mass purgis	Hind, \$
Sool A	99,995	50 g	128,90
Sool B	>99	500 g	74,20
Sool C	>98	500 g	50,50
Sool D	99	1 kg	130

Et saada sama puhtust, kui soolal **A**, tuleks soola **B** kaks korda või sooli **C** ja **D** kolm korda ümberkristalliseerida. 0 °C ja 100 °C juures on KI lahustuvus vastavalt 127,3 g ja 206,7 g täpselt 100 g vees. Eeldame, et mingeid täiendavaid kadusid ei ole.

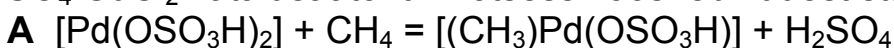
- a) Arvutage, mitu protsenti lähtemassist moodustab puhas KI i) ühekordse, ii) kahekordse ja iii) kolmekordse ümberkristalliseerimise järel. (3)
- b) Leidke, mitu avamata purki soola **A**, **B**, **C** või **D** tuleks tellida, et saada 50 g nõutud puhtusega ümberkristalliseeritud soola. (4)
- c) Arvutage rahasumma, mis kuluks soolast **A**, **B**, **C** või **D** vajaliku 50 g saamiseks, kui tellida saab ainult avamata purke. (2)
- d) Millise soola (ja miks) valis üliõpilane F.Aulbeer, teades et ta nimi ja iseloom on heas vastavuses? Sõna *faul* tähendab saksa keeles laisk. (1) 10 p

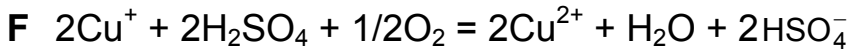
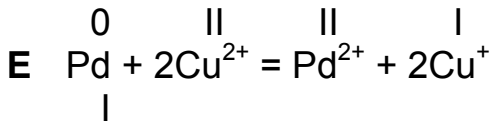
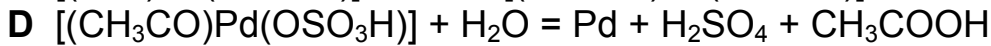
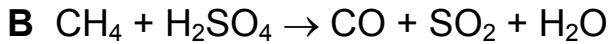
4. KCl kvantitatiivseks määramiseks kasutatakse sadestavat tiitrimist, mida nimetatakse argentomeetriaks. 1,000 g KCl sisaldavat proovi viidi 100,00 ml mõõtekolbi ja see täideti veega kriipsuni. Saadud lahusest mõõdeti 10,00 ml, millele lisati 40 ml vett. Selle lahuse tiitrimiseks kulus 10,50 ml 0,1000 M AgNO₃ lahust. Indikaatoriks oli K₂CrO₄, mis moodustab Ag⁺-ioonide liiaga telliskivipunase sademe. Tiitrimisel on lahuse keskkond neutraalne.

$$LK(\text{AgCl}) = 1,0 \cdot 10^{-10} \quad LK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1,1 \cdot 10^{-12} \quad (\text{LK} - \text{lahustuvuskorrutis})$$

- a) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) AgNO₃ + KCl → ja ii) AgNO₃ + K₂CrO₄ → (2)
- b) Arvutage KCl protsendiline sisaldus proovis. (2)
- c) Arvutage CrO₄²⁻-ioonide maksimaalne molaarne kontsentratsioon, mille puhul kromaatioon ei hakka enne tiitrimise ekvivalentpunkti sadenema. (3)
- d) Kirjutage, millised ained võivad tekkida, kui keskkond on tugevalt i) happeline, ii) aluseline. (1) 8 p

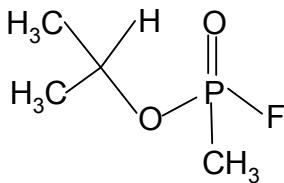
5. Äädikhappe saamine metaani oksüdeerimisel on võimalik, kasutades PdSO₄/CuCl₂ katalüsaatorit. Protsess koosneb kuuest staadiumist:



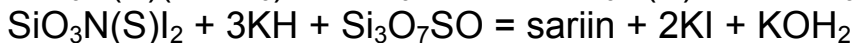
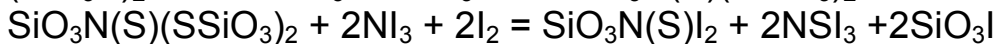
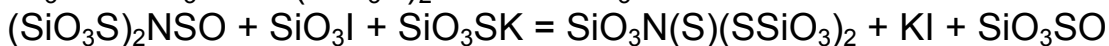
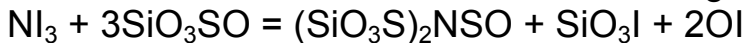


- a) Kirjutage skeemile **B** vastav reaktsioonivõrrand. (2)
 b) Määrake reaktsioonivõrrandites **A** ja **D** kõikide süsiniku aatomite oksüdatsiooniastmed. (3)
 c) Kirjutage metaanist äädikhappe saamise sünteesi summaarne võrrand. (2)
 d) Kirjutage kõrvalsaaduse tekkimise reaktsiooni võrrand, kui staadiumis **C** on teiseks lähteaineks süsinikmonooksiidi asemel vesi ja moodustub kolm ainet, millest üks on metall ja teine hape. (2) **9 p**

6. Sõjagaas sariin on närvimürk



Seda saadakse neljaetapilise protsessina, mida üliõpilane F.Aulbeer kirjutas salastamise huvides **muudetud** sümbolitega.



Elemendi asemel, mille kation põhjustab keskkonna happelisust, on kirjutatud element, millest tuleneb termin hape.

Kõige tugevam oksüdeerija on tähistatud kõige kergema elemendi sümboliga. F.Aulbeer kirjutas halogeeni, mille piirituslahusega desinfitseeritakse haavu, kuid tegelikult oleks pidanud kirjutama elemendi sümboli, mille lihtainega desinfitseeritakse vett. Keedusoolas sisalduva metalli asemel ta kirjutas metalli, mille aatommass on õige metalli aatommassist 1,7 korda suurem. Valget, punast ja musta lihtainet omava elemendi asemel on kirjutatud element, mida on atmosfääris kõige rohkem. Kollast kristalset ainet tähistava elemendi asemel peab olema element, mille lihtainel on sama molaarmass nagu kollasel kristalsel ainel.

- a) Mis elementidele vastavad koodi sümbolid Si, S, N, I, H, K ja O? (3,5)
 b) Kirjutage sariini lihtsustatud valem. (2)
 c) Kirjutage kodeeritud ainete SiO_3SO , SiO_3I , OI , SiO_3SK , KI , KH ja $\text{Si}_3\text{O}_7\text{SO}$ valemid ning nimetused. (3,5)
 d) Kirjutage kodeeritud reaktsioonivõrrandite asemele õiged võrrandid. (4) **13 p**

2005/2006 õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
12. klass

1. a) Teisendage 0,082 M ühikule μ mol/mL. (2)
- b) Kirjutage reaktsioonivõrrand, mille tulemusena saadakse ühend, kus kaks etüülrühma on seotud peptiidsidemega. (2)
- c) Ühes ja samas süsivesinikus võib vesiniku massiprotsendiline sisaldus olla 25%, 40% ja 50%. Kirjutage sümbolitega need brutovalemid. (1,5)
- d) Tahke Ag_2CrO_4 on tasakaalus vesilahuses olevate hõbeda- ja kromatioonidega. Arvutage lahustunud hõbekromaadi molaarne kontsentratsioon, kui $[\text{Ag}^+] = 1,0 \cdot 10^{-6}$ mol/L. (1,5)
- e) Pliiaku tühjenemisel moodustub Pb(II). Kas i) Pb(0) ja ii) Pb(IV) on katood või anood? Märkige poolus (+ või –). (1)
- f) Milline hulk elektrone läbib volüümi 96500 A-s korral? (1) **9 p**

2. 2,55 g soola **A** kaotab kuumutamisel massist 76,47%. Lagunemisel moodustuvad gaasilised lihtained **B** ja **C** ning leelismetalli oksiid **D**. Oksiidi reageerimiseks kulub 8,00 g 23,0% sipelghapet (HCOOH). Gaaside **B** ja **C** segu tihedus õhu (29 g/mol) suhtes on 2,24 ja selle seguga võib reageerida 90,8 ml ($22,7 \text{ dm}^3/\text{mol}$) propaani, mille järel saadud gaasisegu juhtimisel $\text{Ba}(\text{OH})_2$ lahusesse tekib valge sade.

- a) Arvutage oksidi **D** valem. (4,5)
- b) Identifitseerige argumenteeritult üks gaasidest. Olgu selleks **B**. (0,5)
- c) Arvutage gaaside **B** ja **C** hulgad. (3)
- d) i) Identifitseerige arvutustega gaas **C**. Kirjutage ii) aine **A** valem ja iii) selle lagunemisreaktsiooni võrrand. (4) **12 p**

3. Ained **A**, **B**, **C** ja **D** on kuueaatomilised ioonse struktuuriga soolad. Kõikide nende ainete koostises on viieaatomiline katioon ja ühelaenguline anioon. Kõik anioonid on sama rühma elemendid. Nende soolade termilise lagunemise saadused, aga ka kontsentreeritud väävelhappega reageerimisel tekkivad saadused, on esitatud tabelis

	A	B	C	D
0t	E + F	E + G	E + H	E + I + J
konts. H_2SO_4 liias	K + L	G + L	L + M + N + H}_2\text{O}	L + J + O + H}_2\text{O}

I, **J** ja **M** on lihtained. Toatemperatuuril on **M** pruun, mürgine vedelik, aine **J** moodustab tumevioletteid kristalle, **I** on kõige kergem gaas. Võrreldes ainetega **G** ja **H** on ainel **K** haruldaset kõrge keemistemperatuur, mis on põhjustatud intermolekulaarsest vesiniksidemest. Ühendites **L**, **N** ja **O** on väävlis sisaldus vastavalt 27,9%, 50% ja 94%. Kui CuO kuumutada koos ainega **B**, siis moodustub vask, veeaur, kolmeaatomiline sool **P** ja kaheaatomiline passiivne gaas **Q**. Tööstuses toodetakse gaasi **E** Haber–Boschi meetodil gaasidest **I** ja **Q**. Võrreldes gaasiga **E** on soola **F** molekulis 4 aatomit rohkem ning võrreldes soolaga **F** on soola **L** molekulis 3 aatomit rohkem.

- a) i) Kirjutage ainete **A** – **Q** valemid ja nimetused ning ii) kontrollige ainetes **L**, **N** ja **O** väävlis sisalduse vastavust ülesandes toodud väärtustele. (4)
- b) Kirjutage i) – iv) soolade **A**, **B**, **C**, **D** termilise lagunemisreaktsiooni võrrandid, v) – vii) nende soolade reaktsioonivõrrandid reageerimisel kontsentreeritud väävelhappega ja ix) $\text{CuO} + \text{B} \rightarrow$. (9) **13 p**

