

2008/2009 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded

8. klass

1. a) Milline füüsikaline omadus (värvus, mass, tihedus või ruumala) on parim välja selgitamiseks, et kaks metalliproovi koosnevad samast metallist?  
 b) Millise gaasi ( $N_2$ ,  $O_2$  või  $CO_2$ ) sisaldus on maa atmosfääris väiksem?  
 c) Millisel osakesel on suurem raadius: i)  $F^-$  või  $F$ , ii)  $K$  või  $K^+$ ?  
 d) Millised järgmistest ainetest on liitained:  $SO_2$ ,  $Au$ ,  $P_4$ ,  $Al_2O_3$ ,  $He$ ,  $PtCl_4$ ?  
 Järjestage need kuus ainet molekul-/aatommassi kasvamise järjekorras.

10 p

2. Kirjutage ühe sõnaga, mille eest järgnev märk hoiatab. Millise märgiga tuleks tähistada bensiini, elavhõbedat, kaaliumtsüaniidi, lõhkeainet ja soolhapet (iga märgi kohta ainult üks aine)?

10 p



3. Element **X** asub perioodilisustabelis IIIA rühmas ja selle tuum sisaldab 14 neutronit. Mis on element **X**? Leidke elemendi **X** massiarv, tuumalaeng ja elektronide arv ning koostage elektronskeem.

**X**-i tükikesele valati peale  $HCl$  hapet. Seejärel **X** kadus lahusest ning eraldusid  $H_2$  gaasimullid. Kas toimus keemiline või füüsikaline nähtus? Selle protsessi tagajärjel loovutas **X** elektrone ja saavutas väliskihil elektronokteti. Kas tekkis katioon või anioon **Y**? Leidke iooni **Y** laeng ja kirjutage välja selle elektronskeem. Kirjutage veel kahe osakese elektronskeemid, millel on sama palju elektrone kui tekkinud ioonil.

11 p

4. Kulla tihedus on  $19,3 \text{ g/cm}^3$ , söögisoola tihedus  $2160 \text{ mg/cm}^3$ ,  $Hg$  –  $13500 \text{ g/dm}^3$ ,  $Fe$  –  $7,8 \text{ kg/dm}^3$ .  $1800 \text{ g}$  jää ruumala on  $2,0 \text{ dm}^3$ .  $2,0 \text{ kg } O_2$  mahub  $1,02 \text{ m}^3$  anumasse. Arvutuste põhjal reastage nimetatud kuus ainet tiheduse kasvamise järjekorras. Millised neist ainetest lahustuvad vees ja millised on veest ( $1,0 \text{ g/cm}^3$ ) kergemad?

9 p

5. Täitke tabel  $KNO_3$  küllastunud vesilahuste kohta.

Kas  $45 \text{ grammile } KNO_3$   $150 \text{ g}$  vee lisamisel lahustub sool täielikult ( $20^\circ C$  juures)? Kas saadud lahus on küllastunud? Kui palju vett tuleb lisada/aurustada, et see lahus oleks  $40^\circ C$  juures küllastunud?

Nr	$m_{aine}$ (g)	$m_{vesi}$ (g)	$m_{lahus}$ (g)	lahustuvus (g/100 g)	$T$ , $^\circ C$
1	100	(a)	259	(b)	40
2	50	(c)	(d)	32	20
3	(f)	60	(g)	(e)	20
4	(h)	(i)	100	(e)	20

12 p

6. Taimeõlid on estrid brutovalemiga  $C_3H_5(O-R)_3$ , kus **R** on rasvhappejääk. Päevalilleõlis pärineb **R** linoolhappest

[**R**-i valem on  $-OC-(CH_2)_7-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_4-CH_3$ ].

Kirjutage päevalilleõlis sisalduva estri brutovalem, arvutage selle molekulmass ja kõigi elementide massiprotsendiline sisaldus selles molekulis.

Päevalilleõli hüdrogeenimisel – vesiniku liitmisel – saadakse margariin, milles estrimolekuli molekulmass on 1,37% suurem kui päevalilleõlis sisalduva estrimolekuli molekulmass. Leidke margariinis sisalduva estri molekuli brutovalem.

8 p

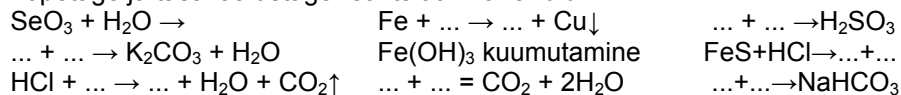
2008/2009 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded

9. klass

1. a) Määrake Cr oksüdatsiooniaste: Cr,  $\text{CrO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ja  $\text{CrSO}_4$ .  
 b) Milline keskkond (happeline, aluseline või neutraalne) tekib, kui vees lahustada i)  $\text{CO}_2$ , ii) Na, iii) KCl, iv)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , v)  $\text{O}_2$  või vi) suhkrut?  
 c) Mitu osakest (molekuli) sisaldub teelusikatäies (5g) suhkrus ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ )?

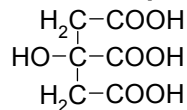
10 p

2. Lõpetage ja tasakaalustage reaktsioonivõrrandid:



9 p

3. Sidrunhappe (joonisel) lahustuvused  $20^\circ\text{C}$  ja  $70^\circ\text{C}$  juures on vastavalt 59,2 ja 76,2 g hapet 100,0 grammis vees.



- a) Leidke sidrunhappe brutovalem ja molekulmass.  
 b) Arvutage  $70^\circ\text{C}$  juures küllastunud lahuses aine protsendiline sisaldus.  
 c) Mitu grammi peab võtma vett ja sidrunhappe monohüdraati (1 sidrunhappe molekul + 1 veemolekul), et valmistada 50,0 g  $70^\circ\text{C}$  juures küllastunud lahust?  
 d) Milline on ümberkristallimise saagis (lahusest välja sadenenud aine massi suhe võetud aine massi), teostades seda antud temperatuuridel? 9 p

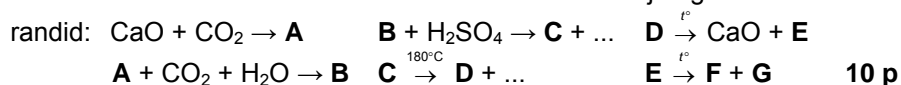
4. Valati kokku  $100 \text{ cm}^3$  10,0%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  lahust ( $\rho = 1,066 \text{ g/cm}^3$ ) ja  $100 \text{ cm}^3$  12,0% NaOH lahust ( $\rho = 1,131 \text{ g/cm}^3$ ).

- a) Arvutage, mitu mooli NaOH ja  $\text{H}_2\text{SO}_4$  oli lähtelahustes enne kokkuvalamist. Kirjutage välja neutralisatsioonireaktsiooni võrrand. Mis on liias? Millised ioonid on lõpplahuses?  
 b) Leidke lõpplahuses olevate ainete massid ja lahuse protsendiline koostis.

11 p

5. CaO reageerib süsinikdioksiidiga, andes lahustumatu aine A. Juhtides aine A sademele vees  $\text{CO}_2$  tekib lahustuv sool B. Soola B lahuse reaktsioonil väävelhappesga sadestub aine C ( $M_r(\text{C}) = 172$ ), millel on oluline roll luumurdude ravis. C kuumutamisel moodustub algul veevaba sool D, mille edasisel kuumutamisel tekib CaO ja oksiid E, mis laguneb oksiidiks F ja lihtaineks G.

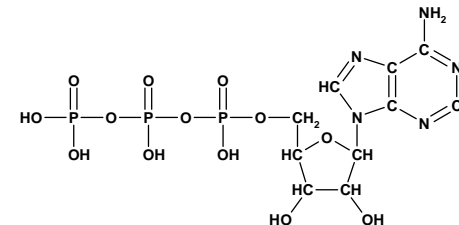
Kirjutage ainete A–G valemid ja ainete A, B, D–G nimetused. Millise nimetuse all on aine C koosnev mineraal tuntud? Kirjutage reaktsioonivõrrandid:



6. Adenosiin trifosfaat ehk ATP on organismi põhiline molekulaarne energia-salvesti ja -ülekanaja. ATP kontsentratsioon inimkeha rakkudes on ligikaudu 1 mM (= 1 mmol/1 dm<sup>3</sup>). ATP võib esineda neutraalse molekulina (vt joonis) või siis laetuna (-1, -2, -3 või -4).

- a) Leidke ATP brutovalem, molekulmass ning elementide sisaldus molekulis massiprotsentides.

- b) Eeldades, et inimese keharakk on kuubikujuline serva pikkusega umbes 10 mikromeetrit ( $\mu\text{m}$ ), leidke raku ruumala ja arvutage, mitu ATP molekuli on ühes rakus.



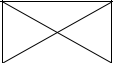
- c) Joonistage i) ortofosforhappe neutraalse molekuli tasapinnaline struktuurivalem (nii et on näha, milliste aatomite vahel on keemiline side), ii) fosfaatiooni tasapinnaline struktuurivalem ning iii) sarnasuse põhjal joonistage ka  $\text{ATP}^{4-}$  tasapinnaline struktuurivalem. 11 p

2008/2009 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded

10. klass

1. a) Elemendi aatomnumber on 29 ja aatommass 61. Mitu neutronit ja elektroni sisaldab selle elemendi aatom?
- b) Mitu hapniku molekuli mahub 1,5 dm<sup>3</sup> pudelisse (n.t.: 0°C ja 1 atm)?
- c) 17,1 g alumiiniumsulfaati lahustati vees ja lahjendati 1,00 liitrini. Arvutage tekkitud lahuses sulfaatioonide molaarne kontsentratsioon (M).
- d) Arvutage tasakaalustatud reaktsioonivõrrandi kõigi koefitsientide summa:  
\_FeSO<sub>4</sub> + \_KMnO<sub>4</sub> + \_H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> → \_MnSO<sub>4</sub> + \_Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> + \_K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + \_H<sub>2</sub>O
- e) Arvutage H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> massiprotsendiline sisaldus lahuses, mis on valmistatud 500 g 40% lahuse ja 250 g 10% lahuse segamisel. **9 p**

2. Täitke tabel nelja vees lahustunud soola kohta.

Valem	Nimetus	pH (<7, >7, ≈7)	Saamis- reaktsioon	Lahustuvus			ρ, g/cm <sup>3</sup>
				g/100 g H <sub>2</sub> O	%	mol/dm <sup>3</sup>	
NaCl	1.	2.	3.	35,9	a)	b)	1,20
NaNO <sub>3</sub>	4.	5.	6.	c)	46,7	7,58	d)
7.	ammoonium- kloriid	8.	9.		e)	5,47	1,08
10.	11.	12.	NaOH+CO <sub>2</sub> =	21,8	17,9	2,01	1,19

f) Leidke arvutustega neljanda soola molaarmass. **13 p**

3. Metall **X** väike tükk reageeris täielikult soolhappe lahusega. Eraldus 9,77 dm<sup>3</sup> gaasi (n.t.). Sama massiga **X** reageeris ka NaOH vesilahusega täielikult, mille puhul lahuse mass kasvas 6,97 grammi võrra.
  - a) Arvutage eraldunud gaasi hulk. Milline gaas eraldus?
  - b) Arvutage reaktsiooniks võetud metalli mass.
  - c) Arvutage ülesandes toodud andmete alusel metalli **X** molaarmass.
  - d) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) **X** + soolhape → ...;  
ii) **X** + NaOH + H<sub>2</sub>O → ... (Üheks saaduseks on Na<sub>3</sub>[**X**(OH)<sub>6</sub>]). **9 p**
4. 200 g 30,0% CuSO<sub>4</sub> lahuse valmistamiseks 60°C juures on võimalik kasutada kas veevaba CuSO<sub>4</sub> või kristallhüdraati CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O. Hinnakirjast leiti, et sobiva puhtusastmega 125 g veevaba CuSO<sub>4</sub> hind on 35,16€ ning 1,00 kg CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O hind on 280,00€.
  - a) Arvutage i) mitu g CuSO<sub>4</sub> ja ii) mitu g CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O kuluks 200 g 30,0% lahuse valmistamiseks.

- b) Kui palju läheb maksimaalselt käesoleva lahuse valmistamine, kui kasutada i) CuSO<sub>4</sub> ja ii) CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O? Mis vormis CuSO<sub>4</sub> kasutamine on majanduslikult kasulik, kui arvestada ainult pakendist ära kasutatud osa?
- c) Valmistatud lahus jäeti toatemperatuuril seisma ja mõne aja pärast avastati, et aine sisaldus lahuses on 20,0%. Arvutage, mitu grammi ainet (CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O) kristallus välja. **8 p**

5. Gaasid **A** ja **B** reageerivad moolvahekorras 2:1, andes saaduseks kasvuhooneefekti põhjustava aine **C**, mis on tuntud ka oksidaanina. Suhteliselt inertne lihtaine **D** ühineb eritingimustel **A**-ga, muutudes **E**-ks, mille vesilahust tuntakse ka nuuskpiiritusena. Element **F** on üks põhilisi elusorganismide koostiselemente. Lihtaine **F** reageerib **B**-ga ja võib anda kaks binaarset ühendit: **G** ja **H**. **G** tekib eelistatuna siis, kui **B**-d on **F**-i ümber ohtralt, **H** aga siis, kui **B**-d napib. **C** keskkonnas reageerivad omavahel **E** ja **G**, andes põdrasarvesoola **I**. Metall **J**, mida leidub piimas ja kapsas, reageerib **C**-ga: saadusteks **A** ja **K**. **G** ühinemisel **K**-ga moodustub sade **L**, mis on Eesti rahvuskivi põhiliseks koostisosaks.

- a) Kirjutage ainete **A**–**L** valemid ja süstemaatilised nimetused.
- b) Kirjutage ja tasakaalustage järgmised reaktsioonivõrrandid:  

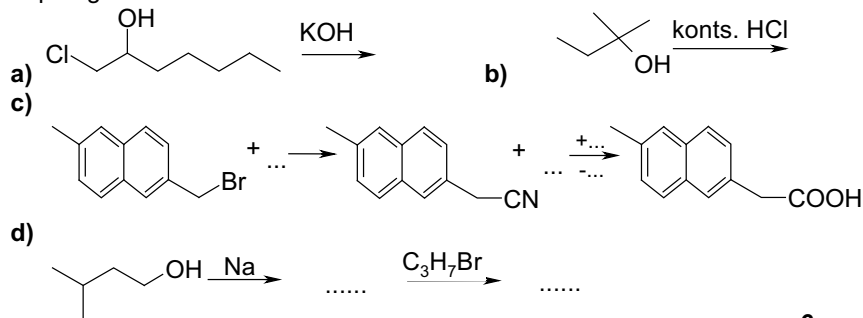
$$\begin{array}{llll} \mathbf{A + B \rightarrow C} & \mathbf{F + B \rightarrow G} & \mathbf{E + G + C \rightarrow I} & \mathbf{G + K \rightarrow L + C} \\ \mathbf{D + A \rightarrow E} & \mathbf{F + B \rightarrow H} & \mathbf{J + C \rightarrow K + A} & \end{array}$$
- c) Põdrasarvesoola kasutatakse küpsetuspulbrites. Selgitage selle toimet taigna kergitamisel ja kirjutage reaktsioonivõrrand. **11 p**

6. Etanooli lahuse koostist väljendatakse tavaliselt mahuprotsentides (%vol, lahustunud aine maht 100 mahuosas lahuses). Täpselt 20°C juures on lahuste valmistamiseks kasutatavate vedelike tihedused järgmised: H<sub>2</sub>O – 0,998 g/cm<sup>3</sup>, etanool: 100% – 0,789 g/cm<sup>3</sup> ja 40,0%vol – 0,948 g/cm<sup>3</sup>.
  - a) Arvutage, mitu liitrit vett on vaja 1000 liitri 40,0%vol etanooli lahuse valmistamiseks puhtast etanoolist. Selleks i) arvutage etanooli mass grammides 40,0%vol lahuses, ii) arvutage 40,0%vol etanooli lahuse mass grammides ja nüüd iii) arvutage vajaliku vee ruumala.
  - b) Arvutage, mitu liitrit vett tuleb võtta 1000 liitri 40,0%vol etanooli lahuse valmistamiseks 96,2%vol etanooli lahusest tihedusega 0,806 g/cm<sup>3</sup>.
  - c) Arvutage, kui palju vett i) liitrites ja ii) protsentides kulub 40,0%vol etanooli lahuse valmistamiseks rohkem, kui 96,2%vol etanooli asemel kasutatakse puhtast etanooli. **10 p**

2008/2009 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded

11. klass

1. Lõpetage reaktsioonivõrrandid:



6 p

2. Sügisel voolas Paide piimatööstuses õnnetuse tõttu maha  $900 \text{ dm}^3$  lämmastikhapet ( $\rho = 1522 \text{ kg/m}^3$ ). Päästejatel oli neutraliseerimiseks kasutada nii söögisoodat ( $\text{NaHCO}_3$ ), seebikivi ( $\text{NaOH}$ ) kui ka kustutatud lupja.

- Kirjutage kolme neutralisatsioonireaktsiooni võrrandid. Hinnake tekkivate lahuste pH-d ( $>7, =7, <7$ ), oletades et neutraliseerivaid reagente on liias.
- Näidake arvutustega, millise aluselise reagendi mass on kõige väiksem täpselt 1 mooli lämmastikhappe neutraliseerimisel.
- Mitme protsendiline oli lämmastikhape, kui reaktsiooni käigus aurustus  $5,73 \text{ m}^3$  veeauru (nt), mis oli 2,03% reaktsioonil tekkinud vee hulgast?

11 p

3.  $0,50 \text{ mmol}$  süsivesinikku **A** viidi  $75,0 \text{ cm}^3$  hapnikuga täidetud nõusse ja süüdati põlema. Pärast reaktsiooni lõppu ja veeauru kondensatsiooni oli gaasiliste saaduste (tihedused õhu suhtes vastavalt 0,97 ja 1,52) ruumala  $56,0 \text{ cm}^3$ , mis vähenes  $17,9 \text{ cm}^3$ -ni peale juhtimist läbi leelise lahuse. Gaaside ruumalad on antud normaaltingimustel.

- Leidke arvutustega aine **A** brutovalem.
- Joonistage süsivesiniku **A** kõigi võimalike isomeeride struktuurivalemid. Ühendit **A** võib sünteesida 1,5-dibromopentaani reaktsioonil naatriumiga (Wurtzi reaktsioon).
- Kirjutage aine **A** tasapinnaline struktuurivalem ja nimetus ning tekke-reaktsiooni võrrand.

12 p

4. Tudeng leidis karbist sildiga „IV perioodi d-metallide halogeniidid“ kolm kristalset ainet **X**, **Y** ja **Z**. Ta lahustas iga aine vees ja töötles neid  $\text{NaOH}$ , knts.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ja  $\text{AgNO}_3$  lahusega ning kandis vaatluste tulemused tabelisse:

	$\text{NaOH}$	knts. $\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{AgNO}_3$
<b>X</b> (sinakas lahus)	<sup>1.</sup> Tekib sinine sade	<sup>2.</sup> Eraldub gaas	<sup>3.</sup> Tekib valge sade
<b>Y</b> (värvitu lahus)	<sup>4.</sup> Tekib roheline sade, mis muutub õhu käes pruuniks	<sup>5.</sup> Tekib punane lahus ja eraldub $\text{SO}_2$	<sup>6.</sup> Tekib helekollane sade
<b>Z</b> (värvitu lahus)	<sup>7.</sup> Tekib valge sade, mis $\text{NaOH}$ liias lahustub	<sup>8.</sup> Tekib lillakaspruun lahus ja eraldub $\text{H}_2\text{S}$	<sup>9.</sup> Tekib kollane sade

4. ja 7. katseklaasis toimub kaks reaktsiooni. 7. katseklaasis tekib lõpuks kompleksühend. 4., 5. ja 8. katseklaasis kulgevad redoksreaktsioonid.

a) Kirjutage ainete **X**, **Y** ja **Z** valemid ja nimetused.

b) Kirjutage kõigi mainitud 11 reaktsiooni ioonsed võrrandid.

12 p

5. Kassikullana tuntakse ainet **C**, mida saadakse lihtainete **A** ja **B** kuumutamisel. Aine **C** molekulmass on **A** molekulmassist 1,54 korda suurem. Kassikuld ei lahustu hapetes, kuid lahustub knts.  $\text{NaOH}$  lahuses. Aine **C** reageerib  $\text{NaOH}$ -ga suhtes 1:6 ning reaktsiooni tulemusena moodustub kompleksühend **D** ja lihtsool **E**. Vanal Venemaal nimetati elementi **X** ekslikult elementiks **A**. Element **X** asub perioodilisustabelis **A**-ga samas rühmas ja ka lihtainel **X** avalduvad amfoteersed omadused. Aine **X** reaktsioonil **B**-ga moodustub ühend **Y**, mida on leitud vanade maalide tumenenud valgest värvist. **X**-i oksüdatsiooniaste (o.a.) **Y**-s on kaks korda väiksem **A** o.a.-st **C**-s. **Y**-st tekib vesinikkloriidhappe toimel sool **Z** ja gaas **F** (tihedus õhu suhtes 1,17).

a) Leidke gaasi **F** molekulmass. Kirjutage ainete **F**, **B** valemid ja nimetused.

b) Leidke arvutustega ainete **A** ja **C** valemid ja kirjutage nimetused.

c) Kirjutage ainete **X**, **Y**, **Z**, **D**, **E** valemid ja nimetused.

d) Kirjutage reaktsioonivõrrandid:  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$   
 $\text{C} + \text{knts. NaOH} \rightarrow \text{D} + \text{E}$        $\text{X} + \text{B} \rightarrow \text{Y}$        $\text{Y} + \text{HCl} \rightarrow \text{Z} + \text{F} \uparrow$  10 p

6. H on vesiniku isotoop, mille molekulmass on 1, kuid D on isotoop molekulmassiga 2. Arvestades seda, vastake:

a) Kumb vedelik ( $\text{H}_2\text{O}$  või  $\text{D}_2\text{O}$ ) aurustub kõrgemal temperatuuril? Miks?

b) Millise gaasi molekulmass on 3? Kirjutage võimalik viis selle tootmiseks, kui teil on vesiniku allikatena kasutada puhas  $\text{H}_2\text{O}$  ja puhas  $\text{D}_2\text{O}$ . Süntees koosneb raskevee ( $\text{D}_2\text{O}$ ) elektrolüüsist, leelismetalli reageerimisest vesinikuga ja leelismetalli hüdrüüdi reageerimisest veega ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

c)  $\text{H}_2\text{O}$  ja  $\text{D}_2\text{O}$  molekulidel on ühesugused mõõtmed ning seetõttu ka ühesugune molaaruumala. Arvutage  $\text{H}_2\text{O}$  molaaruumala ( $\text{cm}^3/\text{mol}$ ), kui vedela  $\text{H}_2\text{O}$  tihedus on  $1,00 \text{ g/cm}^3$ . Arvutage nüüd vedela  $\text{D}_2\text{O}$  tihedus.

d) Kirjutage välja vee dissotsiatsiooni võrrand ja leidke  $25^\circ\text{C}$  juures vesinikioonide molaarne kontsentratsioon  $[\text{H}^+]$ , kui  $K_v = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1,0 \cdot 10^{-14}$ .

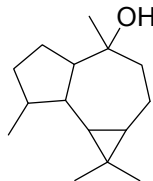
e)  $100^\circ\text{C}$  juures on  $K_v = 59,0 \cdot 10^{-14}$ . Milline on vee dissotsiatsiooni-reaktsiooni entalpiamuut ( $\Delta H > 0, \Delta H < 0, \Delta H = 0$ )? Põhjendage. 9 p

2008/2009 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded

12. klass

1. a) Kirjutage **i)** aldehüüdi, **ii)** ketooni, **iii)** karboksüülhappe, **iv)** estri, **v)** amiidi kõige lihtsaima esindaja lihtsustatud struktuurivalem.  
b) Kirjutage viis tingimust, mille muutmisel on võimalik nihutada reaktsiooni  $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$  ( $\Delta H < 0$ ) tasakaalu lähteainete suunas.  
c) Millised järgmistest ainetest moodustavad vees lahustumisel **i)** happelise, **ii)** neutraalse, **iii)** leeliselise keskkonna:  $MnO_2$ ,  $CaO$ ,  $CH_3COOH$ ,  $CO_2$ ,  $KI$ ,  $Na_2S$ ,  $(NH_4)_2SO_4$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Ba(OH)_2$ ,  $NaCl$  **15 p**

2. Mõnede taimede, näiteks sookailu mesi võib põhjustada inimesel mürgitust, sest sookail sisaldab ledooli (joonisel). Ledool põhjustab kesknärvisüsteemi kahjustusi, kui selle kontsentratsioon organismis ületab 3 mg 1 kg kohta.



- a) Millisesse aineklassi kuulub ledool? Leidke ledooli brutovalem.  
b) Arvutage minimaalne mee kogus (kg), mis võib põhjustada 65 kg kaaluval inimesel mürgitust, kui ledooli sisaldus 1 grammis selles mees on  $2,5 \cdot 10^{-6}$  mooli. **6 p**

3. Element Bi sisaldub  $Bi_2S_3$  ja  $Bi_2O_3$  mineraalides. Vismut(III)sulfiidi põlemisel hapniku keskkonnas (**reaktsioon i**) moodustuvad oksiidid. Vismut(III)oksiidi redutseerimisel süsinikuga (**reaktsioon ii**) saadakse metalliline vismut. Tavatingimustel ei reageeri vismut mitteoksüdeerivate hapetega. Reaktsioon Bi ja  $H_2SO_4$  vahel toimub kuumutamisel (**reaktsioon iii**) ja selle tulemusel tekivad sool **A**, binaarne gaas **B** ja vedelik (nt) **C**. Vismuti reageerimisel lahj.  $HNO_3$ -ga (**reaktsioon iv**) tekivad sool **D**, binaarne gaas **E** ja **C**. Soola **D** lahjendatud lahuses leiab aset hüdroolüüs (**reaktsioon v**), mille tagajärjel moodustuvad hape **F** ja aluseline sool **G** (reaktsiooni koefitsiendid on võrdsed ühega).  $KOH$ ,  $Cl_2$  ja  $Bi_2O_3$  segu kuumutamisel (**reaktsioon vi**) tekivad binaarne sool **H**, aine **C** ja sool **J**. Sool **J** on väga tugev oksüdeerija, mis on võimeline väävelhappe manusel oksüdeerima  $MnSO_4$   $KMnO_4$ -ks (**reaktsioon vii**).

- a) Kirjutage ainete **A–J** valemid ja nimetused.  
b) Kirjutage reaktsioonide **i–vii** tasakaalustatud võrrandid. **16 p**
4. Suletud anum asub süüdati elektrisädemega hapniku ning vesiniku segu. Enne plahvatust oli segu ruumala  $1,000 \text{ dm}^3$  ning temperatuur  $120 \text{ }^\circ\text{C}$ . Pärast plahvatust viidi anum rõhk ja temperatuur esialgsete väärtusteni. Nendes tingimustes oli gaasisegu ruumala  $0,800 \text{ dm}^3$ .
- a) Kirjutage reaktsiooni võrrand.

- b) Tõestage arvutustega, kas toodud lähteandmete põhjal saab üheselt otsustada lähtesegu koostise üle mahuprotsentides. Arvutustes lähtuge gaasisegu koostise kolmest võimalikust variandist: liias on vesinik, liias on hapnik ja koostis on stöhhiomeetriline. **5 p**  
(2000/2001 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavoor, 12. klass)

5. Müügile on tulnud sülearvuti akut asendav metanooli kütuseelement, mis võimaldab mitu korda suuremat tööaega võrreldes akudega. Kuid miks mitte kasutada kütusena etanooli? Etanoolil on suurem teoreetiline energiatihedus ( $8,0 \text{ kWh/kg}$ ) kui metanoolil ( $6,1 \text{ kWh/kg}$ ), lisaks on metanool mürgine. Tehti võrdluskatsed kasutades  $H_2SO_4$  vesilahusesse sukeldatud plaatina elektroode ja nafion membraani abil eraldatud katood- ning anoodruumi – esimesse ruumi juhiti õhuhapnik ja teise alkohol. Metanooli kasutamisel tuvastati produktide hulgas peamiselt gaas molekulmassiga 44, kuid etanooli kasutamisel tekkis ühendeid molekulmassiga 44 ja 60 (moolsuhtes 1 : 1), kusjuures gaasilisi ühendeid praktiliselt ei eraldunud.

- a) Kirjutage **i)** metanooli ja **ii)** etanooli kütuseelemendi anood-, katood- ja summaarse reaktsiooni võrrandid eeldusel, et reaktsioonid kulgevad lõpuni ning lõpp-produktid on  $H_2O$  ja  $CO_2$ .  
b) Millised produktid tekivad *tegelikult* **i)** metanooli ja **ii)** etanooli oksüdeerumisel antud kütuseelemendis? Kirjutage anoodil toimunud reaktsioonide võrrandid.  
c) Hinnake etanooli korral kütuse „põlemise“ kasutegurit kütuseelemendis, võttes arvesse *tegelikult* ja teoreetiliselt tarbitud elektronide arvu. **12 p**
6. Ühend **P** sisaldab H (8,2%), C (48,6%) ja O (43,2%). Ühendi **P** töötlemisel kontsentreeritud  $NaCl$  lahusega moodustub naatriumi sool **R** ( $\%(\text{Na}) = 28,0\%$ ) ja eraldub gaas **Q**. Aine **Q** reageerimisel magneesiumiga moodustub aine **E**, mis koosneb neljast elemendist ( $\%(\text{Cl}) = 47,4\%$ ) ja kuulub metallorgaaniliste ühendite hulka.
- a) Kirjutage ainete **P**, **R** ja **E** lihtsustatud struktuurivalemid ja nimetused.  
b) Joonistage ühendite **P** ja **Q** struktuurivalemid.  
c) Kirjutage aine **P** saamise sünteesiskeem lähtudes aine **E**. **6 p**