

2013/2014 õ.a keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
8. klass

1. Test.

- a) Mis elemendist on jutt? Pärast avastamist oli tegu kalleima metalliga – Napoleoni korraldatud banketil sõi ainult kuninglik perekond sellest valmistatud söögiriistadega, külalised pidid leppima hõbedast ja kullast lauatarvetega. See on levinuim metall maakoos.
- b) Millise elemendi nimetus tuleneb kreekakeelsest sõnast, mis tähendab haisu? Tegu on ainukese tavatingimustel vedela mitte metalliga.
- c) Millised neist nähtustest on füüsikalised ja millised keemilised? **i)** Raudnaela roostetamine; **ii)** muna vahustamine; **iii)** sahharoosi lahustumine; **iv)** butaani põlemine; **v)** katseklaasi purunemine; **vi)** päevitumine.
- d) Milline laborinõu sobib: **i)** ainete kuumutamiseks väga kõrgel temperatuuril, ka otse leegis; **ii)** destillatsioonil või sünteesil eralduvate aurude veeldamiseks; **iii)** ainete peenestamiseks; **iv)** täpse koguse lahuse lisamiseks tiitrimisel?
- e) Kummal osakesel on suurem raadius: **i)** K või K^+ ; **ii)** F või Cl; **iii)** Na või S; **iv)** Br^- või Br?
- f) Keemik segas kokku 10 ml 0,1 mol/dm³ HCl lahust (tegu on tugeva happega, mis tekitab raskeid söövitusi) ja 10 ml sama kontsentratsiooniga NaOH lahust (tegu on leelisega, mis tekitab samuti tõsiseid söövitusi). Kolb aga purunes ning saadud lahus valgus keemiku naha peale. Kuidas on võimalik, et keemik pääses vähimagi vigastuseta? (10)

2. Tasakaalusta järgmised reaktsioonivõrrandid:

- a) $Na + H_2O \rightarrow NaOH + H_2\uparrow$
- b) $Al(OH)_3 + HCl \rightarrow AlCl_3 + H_2O$
- c) $BaCl_2 + Al_2(SO_4)_3 \rightarrow BaSO_4\downarrow + AlCl_3$
- d) $H_2 + N_2 \rightarrow NH_3$
- e) $Ba(NO_3)_2 + (NH_4)_2CO_3 \rightarrow BaCO_3\downarrow + NH_4NO_3$
- f) $K_2CO_3 + HCl \rightarrow KCl + H_2O + CO_2\uparrow$
- g) $SO_2 + O_2 \rightarrow SO_3$
- h) $Na_2O_2 + H_2O \rightarrow NaOH + O_2$ (8)

3. Element **X** on levinuim element universumis. Elemendi **Z** aatomis on 2 prootonit rohkem, kui elemendi **Y** aatomis ning elemendi **Y** aatommass on 12 korda suurem elemendi **X** aatommassist.

- a) Kirjuta elementide **X**, **Y** ja **Z** nimetused ja sümbolid.
- b) Mitu prootonit, neutronit ja elektroni on elementide **X**, **Y** ja **Z** kõige levinumates isotoopides?
- c) Kirjuta välja ühendite **YZ**, **YZ₂**, **YX₄** ning **X₂Z** valemid, rahvapärased nimetused ja süstemaatilised nimetused. (10)

4. Coca-Cola leiutas 19. sajandi lõpul retseptiravimina kasutamiseks John Pemberton. Ühes liitris joogis on keskmiselt 108 g süsivesikuid.

- a) Kui Mihkli päevane energiavajadus on 2000 kcal, millest 60% peaks tulema süsivesikutest, siis mitmest liitrist Coca-Colast saab ta kätte päevase soovitusliku süsivesikute koguse? Eeldame, et 1,0 g süsivesikuid annab 4,0 kcal energiat.
- b) 2,155 liitri Pepsikoola joomisel saaks Mihkel kätte poole oma päevasest energiavajadusest. Kui suur on Pepsikoola süsivesikusisaldus liitri kohta?
- c) Gaseeritud jookide avamisel kuuleme kihisemist. Millest on see tingitud? Nimeta 2 võimalust, kuidas vähendada lahustunud gaasi hulka vedelikus.
- d) Kuidas võib saada üleküllastunud lahuseid? (11)

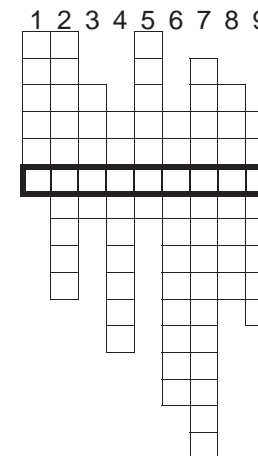
5. Tavaline suhkur ehk sahharoos lahustub vees väga hästi. Tabelis on toodud erinevate sisaldustega suhkrulahuste tihedused (ρ).

%(suhkur)	2,0	4,0	8,0	16,0	24,0
ρ (g/cm ³)	1,005	1,012	1,027	1,060	1,096

- a) Koostage tabeliandmete põhjal graafik, kus x-teljel on protsendiline koostis ning y-teljel vastava lahuse tihedus, olgu y-telje vähim väärtus 1,000 g/cm³.
- b) Kuidas muutub lahuse tihedus suhkrusisalduse tõustes?
- c) Leidke graafiku põhjal 10-protsendilise suhkrulahuse tihedus ning arvutage, mitu grammi suhkrut on 120 cm³-s 10%-lises lahuses.
- d) Segati 100 g 4,0%-list ning 65 g 24%-list lahust. **i)** Milline on suhkruprotsendiline sisaldus saadud lahuses? **ii)** Leidke graafikult selle lahuse tihedus. **iii)** Arvutage leitud tiheduse abil selle lahuse ruumala. (11)

6. Lahenda ristsõna!

- Vase ja tina sulam
 - VIIA rühma elemendid on tuntud kui ...
 - Koos nuiaga kasutatav laboritarvik
 - Peamiselt kaltsiumkarbonaati sisaldav mineraal
 - Element, mille järgi on defineeritud aatommassi ühik
 - Vahend lahuse pH ligikaudseks määramiseks
 - Vedeliku eraldamine segust või lahusest aurustamise ja järgneva kondenseerimise teel
 - Toatemperatuuril vedel metall
 - Üliraske vesinik
- Lisaküsimus: Mis on lahendussõnaks oleva aine süstemaatiline nimetus? (10)



2013/2014 õ.a keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
9. klass

1. Test.

- a) Leidke järgmistes ühendites kõikide elementide oksüdatsiooniastmed (iga element on vaid ühe kindla oksüdatsiooniastmega). Millistesse aineklassidesse antud ühendid kuuluvad?
i) HClO_4 , ii) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, iii) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ja iv) $\text{Na}_3\text{Co}(\text{NO}_2)_6$. (6)
- b) Milline keskkond tekib (aluseline, happeline või neutraalne), kui lahustada vees:
i) SO_3 , ii) NO , iii) Na_2SO_4 , iv) K , v) HCl või vi) K_2S ? (3)
- c) Millistes ainetest (S , H_2SO_3 , H_2S , SO_3) võib väävel käituda
i) ainult redutseerijana, ii) ainult oksüdeerijana ja iii) nii redutseerija kui ka oksüdeerijana? (2)(11)

2. 2000 m³ basseiniveele lisati desinfitseerimiseks $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, mis muutis vee ujumiseks liialt aluseliseks. Sobilik pH, 7,4, otsustati saavutada väävelhappe juurdelisamisega. Basseinist võeti 10,0 ml vett, millele tuli pH 7,4 saamiseks lisada 2,24 ml 1,00·10⁻⁴ M väävelhapet.
a) Arvutage 10,0 ml veele lisatud väävelhappe moolide arv. (2)
b) Arvutage väävelhappe moolide arv, mis on tarvilik kogu basseinivee (2000 m³) pH viimiseks väärtuseni 7,4. (3)
c) Arvutage, mitu liitrit 36,0% väävelhapet (1,27 kg/l) kulub kogu basseinivee pH viimiseks väärtuseni 7,4. (3)(8)

3. Tudeng soovis määrata vase ja tsingi sulamis vase sisaldust. Selleks kaalus ta 32,7 g sulamit ning peenestas kaalutud tüki hoolikalt. Saadud pulbrile lisas liias soolhappe 0,1 M lahust. Kogu reaktsiooni käigus tekkinud gaasi kogus ta õhupalli. Õhupalli ruumala normaaltingimustel oli 4,9 dm³ (eeldada, et rõhk ja temperatuur õhupallis on võrdne välistingimustega).
a) Kirjutage ja tasakaalustage kõik toimunud reaktsioonivõrrandid. (2)
b) Arvutada vase protsendiline sisaldus sulamis. (5)
c) Selgitage, miks pidi tudeng sulami peenestama? (1)(8)

4. See laialt kasutatav kuldset värvi sulam koosneb keskmiselt 35% metallist **A** ning 65% metallist **B**. **A** ($\rho=7,1 \text{ g/cm}^3$) on hõbehalli värvi amfoteerne metall, mis kuulub keskmiselt aktiivsete metallide hulka (metallide pingereas vesinikust vasakul). **B** on väga hea elektrijuht ja kuulub värviliste metallide hulka. **A** ja **B** asuvad perioodilisustabelis lähestikku.
a) Nimeta kirjeldatud sulam (1)
b) Nimeta metallid **A** ja **B** (2)
c) Kirjuta metallide **A** ja **B** reaktsioon lahjendatud HCl -ga (2)
10, 20 ja 50-sendised euromündid valmistatakse sarnasest sulamist nimega *Nordic Gold*, mis lisaks **A**-le (5%) ja **B**-le (89%) sisaldab ka 5% metalli **C** ning

1,0% tina. **C** on kerge ($\rho=2,7 \text{ g/cm}^3$) hõbevalge metall, mis on keemiliselt aktiivne – näiteks halogeenidega reageerib juba toatemperatuuril.

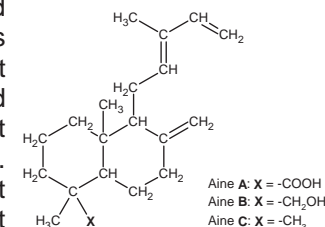
- d) Nimeta metall **C**. (1)
e) Kirjuta metalli **C** reaktsioon klooriga. (1)
f) Leia, mitu mooli tina sisaldab üks 20-sendine euromünt ($m=5,74 \text{ g}$) (2)(9)

5. Keemiline element (**X**) sai oma nime 18. saj. lõpus, kuna siis arvati, et kõik happed sisaldavad seda elementi. Element **X** on kahe lihtaine koostises - **A** ja **B**, kusjuures **B** molekul on poolteist korda raskem **A** molekulist. Aine **B** reaktsioonil kaaliumiodiidiga tekib lisaks KOH -le kaks lihtainet, **A** ja **C**. Soojendamisel kuni 300-450°C aine **C** aurud reageerivad pöördvalt vesinikuga, tekitades gaasi **D**.

Laboritingimustes saadakse aine **A** kaaliumpermanganaadi kuumutamisel.

- a) Kirjutage ainete **X**, **A-D** nimetused ja valemid. (5)
b) Kirjutage ja tasakaalustage reaktsioonide võrrandid:
I. KI (lahus) + **B** \rightarrow KOH + **C** + **A**
II. H_2 + **C** \leftrightarrow **D**
III. $\text{K}_2\text{MnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{A}$
IV. **D** + **B** \rightarrow H_2O + **C** + **A**
V. **D** + $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ **C** + **S** + H_2O (5)
c) Reaktsioonides **IV** ja **V** määrake redutseerija ja oksüdeerija. (1)(11)

6. Baltikumi merevaik koosneb mitukümmend miljonit aastat tagasi kasvanud okaspuude amorfes olekus tahkunud vaigust. Keemilise koostise poolest on merevaik mitme polümeeri segu. Need polümeerid moodustuvad omakorda peamiselt kolmest ainetest, mille struktuurid on toodud joonisel. Samuti sisaldab Balti merevaik ligi 5% suktsiinhapet ehk butaandihapet, mille kasulikkus toimet inimorganismile on uurinud juba Hippokrates.

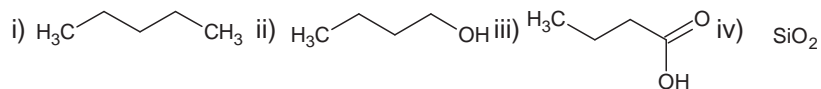


- a) Seletage mõisted: amorfne tahkis, segu, polümeer. (1,5)
b) Millistesse orgaaniste ühendite põhiklassidesse kuuluvad ained **A**, **B**, **C**? (1,5)
c) Leidke nende ainete jaoks brutovalemid ja molekulmassid. (3)
d) Lähtudes orgaaniliste molekulide tuntud omadustest, prognoosige, kas merevaigu tihedus on vee tihedusest oluliselt suurem, väiksem või praktiliselt võrdne. Kuidas saaks kodustes tingimustes eristada ehtsat merevaiku klaasist tehtud kunstmerevaigust? (2)
e) Lähtudes orgaaniliste polümeeride ja merevaigu tuntud omadustest, kirjeldage, mis võiks toimuda merevaigu tüki i) kuumutamisel temperatuurini 150-200 °C, ii) vette panemisel, iii) dietüületrisse, etanooli või kloroformi panemisel. (3)
f) Joonistage suktsiinhappe struktuur ning leidke molekulmass. (2)(13)

2013/2014 õ.a keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
10. klass

1. Keemia test:

- a) Mis on põhilisteks reaktsioonisaadusteks orgaanilise ühendi täielikul põlemisel? Too ka näide.
b) Tähtlis on taimede varuaine ja taimtoidulistele loomadele tähtis energiaallikas. Millise orgaanilise ühendi polümeerisatsioonil tähtlis tekib?
c) Kirjuta kaks ühendit, kus esimeses on süsinik maksimaalse ja teises minimaalse oksüdatsiooniastmega.
d) Kumb eelnevas punktis toodud ühenditest põleb?
e) Määra kõikide elementide oksüdatsiooniaste järgnevas ühendites:
i) Na_2O_2 ii) OF_2 iii) MgH_2 .
f) Järjesta elemendid metallilisuse kasvu järjekorras: i) Be ii) Sr iii) Na iv) B
g) Järjesta ühendid vees lahustuvuse järgi (kõige esimene lahustub kõige paremini):



(9)

2. Karstikoopad tekivad enamasti pinnases sisalduva lubjakivi lagunemisel vees leiduva CO_2 toimel (**reaktsioon I**). Lubjakivi asemele jäävad pinnasele vaod ja madalamad alad või tekivad pinnase sisse tühimikud ehk karstikoopad. Lahustumise tagajärjel tekib vees lahustuv sool, mis põhjustab vee karedust. Üks vee kareduse kahjulikke tagajärgi on katlakivi teke boilerites, pesumasinate ja veekeedukannudes (**reaktsioon II**). Vee karedust saab eemaldada lisades sellele pesusoodat (**reaktsioon III**). Selle tagajärjel tekib ühend, mis on ka lubjakivi põhiline koostisosa. Lubjakivi kuumutamisel üle $825\text{ }^\circ\text{C}$ tekib kustutamata lubi (**reaktsioon IV**). Kustutamata lubi reageerib eksotermiliselt veega (**reaktsioon V**), seetõttu saab seda kasutada isesoojenevates soojenduskottides.

- a) Kirjuta tasakaalustatud reaktsioonivõrrandid I-V.
b) Leia üles ja määra kõikidest reaktsioonidest osa võtnud ja tekkinud ainete või osakeste seast need, mis käituvad prootonit liitvatena (alused) või prootonit loovutavatena (happed) (Brønsted–Lowry teooria).

(9)

3. Seda dialküületrit nimetatakse mõnikord tema struktuurvalemi pärast ka pluss-miinus eetriks. See aine on leidnud laialt kasutamist nii tööstuses, kui ka laboris. Esiteks, kasutatakse seda eetrit kütustes oktaaniarvu tõstjana tetraetüüplii asemel. Teiseks, on see eeter sageli kasutatav lahusti, kuna erinevalt mitmetest muudest eetritest ei moodusta see praktiliselt peroksiide. On teada, et selle eetri põlemisel tekkivate süsinikdioksiidi ja veeauru ruumalade suhe on 5:6.

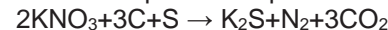
- a) Arvuta selle eetri brutovalem.
b) Joonista kõikid saadud brutovalemile vastavad struktuurisomeeride struktuurvalemid.
c) Joonista selle eetri struktuurvalem.

(9,5)

4. Sooli võib saada paljudel erinevatel viisidel. Tuntuim neist on happe ja aluse vaheline reaktsioon. Ometigi leidub märksa rohkem reaktsioone, mille saaduseks on sool. Näiteks kahe vedela lihtaine **A** ja **B** vahelises reaktsioonis tekib ainsa saadusena sool **C**, milles sisaldub 44,3% elementi **X**. Tuntud küpsetamisel kasutatav sool **D** laguneb kõrgemal temperatuuril, andes soola **E**, kolmeatomilise gaasi **F** ja kolmeatomilise vedeliku **G**. Sool **E** reageerib kaheaatomilise gaasi **H** vesilahusega (**H** sisaldab elementi **X** nagu ka vedelik **B** ja sool **C**), kusjuures eralduvad jällegi gaas **F** ning aine **G**, ja moodustub sool **I**. Gaas **F** võib moodustada reaktsioonil hüdroksiidiga **J** (molaarmass 40,0 g/mol) soola **E** ja aine **G**.

- a) Kirjuta ainete **A – J** nimetused ja valemid.
b) Kirjuta järgnevatel reaktsioonidel tasakaalustatud võrrandid:
i) hape + alus \rightarrow sool + ...; ii) $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$; iii) $\text{E} + \text{H} \rightarrow \text{I} + \text{G} + \text{F}$;
iv) $\text{F} + \text{J} \rightarrow \text{E} + \text{G}$
c) Too näide reaktsioonist, milles normaaltingimustes gaasiliste ainete omavahelisel reageerimisel moodustub sool. (10)

5. Must püssirohi koosneb kolmest komponendist, KNO_3 -st, süsinikust ja väävlist. Lihtsustatult on püssirohu plahvatusel kulgeva reaktsiooni võrrand selline:



- a) Määra reaktsiooni lähteainete ja produktide faasid tavaolekus.
b) Kirjuta püssirohu koostises oleva soola süstemaatiline ja triviaalne nimetus.
c) Millised elemendid oksüdeeruvad ja millised redutseeruvad?
d) Miku tahtis ise valmistada 100 g püssirohtu nii, et peale plahvatust oleksid kõik lähteained ära reageerinud. Mitu grammi iga ainet pidi Miku keemiatarvete poest ostma?
e) Mitu mooli gaasilist ainet tekkis peale Miku püssirohusegu plahvatust?

(10)

6. Aine **A**, mida kasutatakse toidu säilitamiseks, on terava lõhnaga. Happelises keskkonnas reageerib **A** ainega **B** (i), moodustades vee ning ühendi **C**, mis on jällegi meeldivalt magusa lõhnaga. Ühend **B** tekib suhkruga käärimisel (ii) ning **A** tekib **B**-st hapniku juuresolekul (iii). Aine **A** moodustab orgaaniliste ühendite rühmaga, kuhu kuulub **B**, meeldivate puuvilja ning marja lõhnadega saaduseid. **B** hargnemata süsiniku ahelaga kõrgemad homologid **D**, **E** ja **F** annavad **A**-ga ained **G** (pirni lõhn), **H** (banaani lõhn) ja **I** (apelsini lõhn). **A** reageerib ainega **J**, mida saadakse bensoehappe redutseerimisel (iv), andes **K**, mida kasutatakse laialt kosmeetikas ning parfümeerias tema meeldiva jasmiini lõhna tõttu.

a) Kirjuta reaktsioonivõrrandid i, ii, iii, iv.

b) Joonista ainete A-K struktuurid ja kirjutage nimetused, teades, et B, D ja E on homologide rea järjestikused liikmed ning F sisaldab 2 korda rohkem süsiniku aatomeid, kui E. (9,5)

7. Poolmetall X on inimkonna viimase paarikümne aasta tehnoloogiliste saavutuste juures väga suurt rolli mänginud. X on maakooses hapniku järel teine kõige levinum element (massi järgi), kusjuures seda elementi leidub puhtana Maal looduslikult väga vähe.

X on elementide perioodiliste omaduste tõttu sarnane orgaaniliste ühendite aluseks oleva elemendiga A, kusjuures aine G, mis koosneb elementidest X ja A suhtes 1:1, on kristalliline ning teemandile sarnaste omadustega.

Ühendit H, kus on iga X aatomi kohta kaks B aatomit, kasutatakse muuhulgas optiliste kaablite ja kõrgekvaliteedilise klaasi valmistamiseks. Gaas I koosneb kahest B aatomist ja gaas J, mis koosneb kolmest B aatomist, on elusolenditele sissehingamisel kahjulik, kuid atmosfääri ülemistes kihtides aitab kaitsta Maal elavaid inimesi nahavähi eest. Gaas J võib kergesti laguneda gaasiks I.

Halogeenile C vastavat lihtainet K kasutatakse tihti vee keemiliseks puhastamiseks. X reageerib K-ga, andes tetraeedrilise ühendi L. Ühend L laguneb vees aineteks H ja M, kusjuures M on aine, mille tõttu on inimese maos suhteliselt madal pH.

I A rühma elemendi D sool DC annab leegile kollase värvuse. X reageerib D-le vastava aluse N vesilahusega, andes lahusesse kompleksaniooni $[XO_4]^{4-}$.

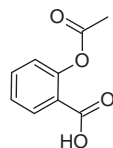
a) Kirjuta elementide X ja A-D valemid ning ühendite G-N valemid ja nimetused.

Kirjuta reaktsioonide i) - v) tasakaalustatud võrrandid. Eelda, et tingimused on sellised, et kõik reaktsioonid toimuvad: i) $X+I \rightarrow \dots$ ii) $A+I \rightarrow \dots$ iii) $J \rightarrow I$ iv) $L+H_2O \rightarrow H+M$ v) $N+M \rightarrow \dots + \dots$

b) Kirjuta ja tasakaalusta reaktsioonivõrrand: $X+DOH \rightarrow [XO_4]^{4-} + \dots + \dots$

(12,5)

8. Aspiiriini sünteesi saab alustada aine A bromeerimise teel katalüsaatori $FeBr_3$ juuresolekul, kust saame aine B (reaktsioon i). Aine B ja NaOH kokkusulatamisel kõrgele temperatuuril saadakse aine C (reaktsioon ii). Aluselises keskkonnas reageerib aine C süsihappegaasiga kõrge temperatuuri ja rõhu toimel ning tekib aine D (reaktsioon iii). Happelise katalüüsi abil saadakse aine D ja äädikhappeanhüdrüüdi vahelises reaktsioonis aine E ehk aspiiriin (reaktsioon iv).



Aspiiriin

a) Kirjutage võrrandid reaktsioonidele 1-4 ning ainete A-D süstemaatilised nimetused.

b) Kirjuta organismis toimuva happekatalüütilise hüdrolyüüsi reaktsioonivõrrand aine E salitsüülhappe (toimeaine organismis) saamiseks.

c) Kirjuta reaktsioonivõrrand lõhnaaine metüülsalitsülaadi saamiseks salitsüülhapest esterdamise teel. (12)

9. Binaarseteks ühenditeks nimetatakse ühendeid, mis koosnevad kahe erineva keemilise elemendi aatomitest. Levinud binaarsed üendid on näiteks oksiidid, milles keemiline element on seotud ühe või mitme hapniku aatomiga.

a) Vali järgnevatest oksiididest kõige madalama sulamistemperatuuriga ühend: SiO_2 , SO_3 , MgO .

Põhjenda, miks teisel kahel oksiidil on kõrgem sulamistemperatuur?

b) Mis on üldse kõige madalama molekulmassiga oksiid? Kirjuta selle molekulvalem ja põhjenda, kas selle oksiidil keemistemperatuur võiks olla kõrgem või madalam kui lämmastikdioksiidil?

c) Kas madalam keemistemperatuur on kõige madalama molekulmassiga oksiidil või kõige madalama molekulmassiga kloriidil (binaarne ühend, kus keemiline element on seotud ühe või mitme kloori aatomiga)? Põhjenda.

d) Kirjuta tasakaalustatud reaktsioonivõrrand ühe punktist a) valitud oksiidil ja kõige madalama molekulmassiga oksiidil vahel. (10)

2013/14 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
11.klass

1. Test.
- a) Reasta järgnevad ühendid süsiniku oksüdatsiooniastme kasvu järjekorras alustades madalaimast: metaanhape, H_2CO_3 , metanaal, CH_4 , metanool.
- b) Nimeta järgnevatest hapetest 3 tugevamat: HF, HBr, H_4SiO_4 , H_3PO_4 , H_2SO_4 , $HClO_4$.
- c) Mitu grammi V_2O_5 on tarvis võtta, et see sisaldaks miljard hapniku aatomit?
- d) Millistes järgnevatest ühenditest asuvad kõik süsiniku aatomid ruumiliselt ühel tasapinnal: benseen, propaan, butaandihape, but-2-een, metüületanaat, etüületanaat, *N,N*-dimetüületanaamiid $[H_3CCON(CH_3)_2]$?
- e) Tasakaalusta järgnev reaktsioon: $HCl + KMnO_4 \rightarrow H_2O + KCl + MnCl_2 + Cl_2$
NB! Valikvastustega küsimustes (b, d) annab iga vale vastus -0,5p ja õige vastus +0,5p. (9,5)

2. Nailon on ajalooliselt esimene sünteetiline polümeer, mis sobib riiete valmistamiseks. See on piisavalt tugev, kulumiskindel ja toatemperatuuril keemiliselt püsiv. See ei lahustu bensiinis ega õlides, kuid lahustub aines **A** ($M(A) = 58 \text{ g/mol}$, C = 62%, H = 10,4%, O = 28%), mis on levinud lahusti ka kodumajapidamises. Nailonitaolise polümeeri tekkeks on vaja, et orgaaniline molekul sisaldaks funktsionaalrühmi **B** ja **C**. Polümerisatsioonil tekkiv side nimetusega **D** on omane valkudele. Sellest hoolimata on nailonile iseloomulik vähene kuumakindlus: juba 70° juures toimub leelisega katalüüsitud **reaktsioonil E** sideme **D** katkemine.

- a) Leia ühendi **A** summaarne valem ning kirjuta struktuurvalem ja nimetus.
- b) Kirjuta funktsionaalrühmade **B** ja **C** ning sideme **D** nimetused ja struktuurvalemid. Kirjuta sideme **D** katkemise võrrand reaktsioonil **E**. (8)

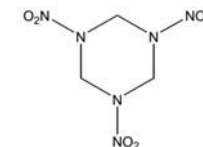
3. Paugujooksikud on mardikad, kelle tagakehas paikneb kambrike, kus segunevad lisaks teistele komponentidele H_2O_2 ja selle lagunemist katalüüsiv ensüüm katalaas. Reaktsiooni käigus hapniku eraldumise ja segu kuumenemise tõttu tekkinud rõhu abil pritsib putukas segu vaenlase pihta. Ensüümide aktiivsust iseloomustab muundearv (k_{kat}) – lähteaine molekulide arv, mida üks ensüümi molekul suudab 1 sekundis saaduseks muundada.

- a) Kirjuta reaktsioonivõrrand vesinikperoksiidi lagunemisest katalaasi toimel. Milline element redutseerub ja milline oksüdeerub?
- b) Arvuta katalaasi muundearv, kui H_2O_2 küllastunud ensüümi kontsentratsioon reaktsioonisegus on 10^{-9} mol/l ning 1 ml reaktsioonisegust eraldus 1 min jooksul 27 ml O_2 (n.t.). Eeldame, et reaktsiooni kiirus on mõõtmisperioodi jooksul muutumatu.
- c) Kui palju võtab keskmiselt aega ühe H_2O_2 molekuli reageerimine?
- d) Vesinikperoksiidil on nii oksüdeerivad kui ka redutseerivad omadused. Tasakaalusta reaktsioonid: i) $KI + H_2O_2 + H_2SO_4 = I_2 + K_2SO_4 + H_2O$
ii) $KMnO_4 + H_2O_2 + H_2SO_4 = K_2SO_4 + MnSO_4 + H_2O + O_2$ (10)

4. Kahele tudengile meeldis üksteisele keerulisi keemilisi ülesandeid anda ning ühel päeval ulatas üks teisele 50 ml mõõtkolvis oleva segu väites, et ta lahustas ülipuhtas vees 26,56 g vask(II)-, kaalium- ja kaltsiumnitraadi segu. Ta palus oma kaastudengil leida lahuses oleva kaaliumi kogus. Kaastudeng viis lahuse 100 ml mõõtkolbi ja täitis märgini. Saadud lahusest võttis ta 10 ml ning lisas Na_2SO_4 ning filtreeris saadud sademe ja pärast kuivatamist sai kaalutiseks 2,0 g. Seejärel analüüsis ta teist 10 ml proovi spektroskoopiliselt koostades eelnevalt vask(II)nitraadist kalibreerimisgraafiku funktsiooniga $y = 38x + 0,060$, kus x tähistab lahuse kontsentratsiooni (g/ml) ning y kolorimeetrilist saadud näitu. Analüüsitava lahuse näiduks sai ta 0,63. Viimaks lisas ta ülejäänud lahusele Na_2CO_3 ning saadud sademe taaskord filtreeris, kuivatas ning sai kaalutiseks 9,404 g.

- a) Leia kõikide metallide kontsentratsioonid (g/ml) esimese tudengi poolt valmistatud lahuses, selgitage lahenduskaiku. (11)

5. Mitmete lõhkeainete üldvalemiks on $C_aH_bN_cO_d$. Lõhkeaine hapnikubilanss on lõhkeaines oleva ja täielikuks lõhkemiseks vajaliku hapniku masside vahe, mis on jagatud lõhkeaine molaarmassiga, ning seda avaldatakse protsentides. Positiivne hapnikubilanss tähendab, et hapnikku on lõhkeaines liias, ja negatiivne, et hapnikku pole küllalt. Kui lõhkeaine ei sisalda piisavalt hapnikku, toimub mittetäielik lõhkemine, kus osa süsiniku oksüdeerub ainult CO -ni.



RDX

- a) Mis peab olema hapniku aatomite arv esitatud üldvalemiga lõhkeaines täieliku lõhkemise jaoks (produktideks on ainult CO_2 , H_2O ja N_2)?
- b) i) Arvuta lõhkeaine üldine hapnikubilanss. ii) Arvuta RDX-i hapnikubilanss.
- c) Kirjuta ja tasakaalusta RDX-i lõhkemise võrrand. Arvuta RDX-i mass, mille lõhkemisel tekib $1,0 \text{ dm}^3$ gaasi ($V_m = 24 \text{ dm}^3/\text{mol}$). Kõik saadused on gaasilises olekus. (9)

6. Element **X** on looduses laialt levinud lihtaine **A** kujul. Aine **A** sidumine toimub tänapäeval Haberi protsessi abil, kui lastakse ainetel **A** ja **B** (kergeim lihtaine) reageerida raua katalüsaatori juuresolekul ja tekib **C**, mille pehmel oksüdeerimisel aine **D** (Na sool, pleegitite koostisaine) abil tekib **E**, mida kasutatakse raketikütusena ning veest lahustunud hapniku eemaldamisel (tekib **A**). Ainet **C** kasutatakse ka ühe olulise happe mitmeetapilisel sünteesil. Esmalt reageerib **C** hapnikuga ja tekib binaarne aine **F**, mille edasisel oksüdeerimisel tekib **G**. Kui aine **G** reageerib veega, toimub disproportsioneerumine ja tekivad ained **H** ja **F**. Ainet **A** saab siduda ka reaktsioonil magneesiumiga, mille tulemusena tekib **I**. **I** hüdrolyüsil tekib **C**.

- a) Mis element on **X**? Kirjuta ainete **A** – **I** valemid ja nimetused.
- b) Kirjuta ja tasakaalusta järgmiste reaktsioonide võrrandid: i) $A + B \rightarrow C$
ii) $C + D \rightarrow E$ iii) $E + O_2 \rightarrow F$ iv) $C + O_2 \rightarrow F$ v) $F + O_2 \rightarrow G$ vi) $G + H_2O \rightarrow H + F$
vii) $Mg + A \rightarrow I$ hüdrolyüs. (12,5)

2013/2014 õ.a keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
12. klass

1. a) Järjestage ained lenduvuse kahanevas järjekorras: etüülatsetaat (küünelaki üks komponente), äädikhape, propaan (majapidamisgaas).
b) Loetlege vees esinevad molekulidevahelised jõud ning võrrelge nende tugevust.
c) Suletud süsteemis on püstitud heterogeense reaktsiooni tasakaal, kus söe ja süsihappegaasi reageerimisel tekib vingugaas. Kuidas on võimalik reaktsiooni nihutada lähteainete (söe ja süsihappegaasi) suunas?
d) Millised järgmistest ainetest moodustavad vees lahustumisel i) happelise ii) neutraalse, iii) leeliselise keskkonna: MnO_2 , CaO , CH_3COOH , CO_2 , KI , Na_2S , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, Fe_2O_3 , $\text{Ba}(\text{OH})_2$, NaCl . (11)
2. Segu, mille mass on 40,20 g ning mille koostisosad on CaCO_3 , MgCO_3 ja NH_4NO_3 , lagundatakse termiliselt. Eraldub gaasisegu, mille koostises on CO_2 , H_2O ning N_2O ja mille ruumala temperatuuril 1000 K rõhul 1,00 bar on 63,44 L. Gaasisegu juhiti läbi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ lahuse, mille käigus see jahtus 298 K-ni. Pärast seda oli gaasisegu ruumala rõhul 1,00 bar 3,740 dm³. Eeldada, et gaasid on ideaalsed. $pV=nRT$, $R=0,08314 \text{ bar}\cdot\text{dm}^3\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
a) Kirjutage lagunemisreaktsioonide võrrandid.
b) Kirjeldage, mis toimus gaaside segu lahusest läbijuhtimisel. Vajadusel lisage reaktsioonivõrrandid.
c) Leidke ainete massid esialgses segus. (11)
3. Muti peletusgaasi nime all müügil olevad kaltsiumkarbiidi kuulikesed eraldavad kokkupuutel niiskusega muttidele väljakannatamatu lõhnaga etüüni.
a) Kirjutage reaktsioonivõrrand kaltsiumkarbiidi reageerimisest veega.
b) Arvutage, mullamuti käiku pandud, 15,0 g kaltsiumkarbiidi ja vee vahelise reaktsiooni soojusefekt ehk entalpiamuut. Teada on reageerivate ühendite tekkeentalpiad: $\Delta H_f(\text{CaC}_2) = -59,8 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f(\text{Ca}(\text{OH})_2) = -986,1 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f(\text{C}_2\text{H}_2) = 226,7 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f(\text{H}_2\text{O}) = -285,8 \text{ kJ/mol}$.
c) Kas kaltsiumkarbiidi reaktsioon veega on eksotermiline või endotermiline?
d) Ühe mooli etüüni põlemise soojusefekt on -1256 kJ/mol. Milline on 15,0 g kaltsiumkarbiidi reageerimisel tekkinud etüüni põlemise soojusefekt?
e) Kumb reaktsioon, kas etüüni tekkimine kaltsiumkarbiidist või etüüni põlemine, muudaks mullamuti käigu temperatuuri rohkem (eeldame, et mullamuti käik on isoleeritud süsteem)? Põhjendage. (9)
4. Ravimitööstuses tehakse tihti ravitoimega ainetest soolasid orgaaniliste hapetega. Soola kujul on need ravimid stabiilsemad. Maleiinhape on dikarboksüülhape, milles süsiniku sisaldus on 41,4 %, hapniku sisaldus 55,1

% ja vesiniku sisaldus 3,5 %. Ravimitööstuses prooviti ühte maleiinhape soola välja kristallida metanooli lahusest. Leiti aga, et produkt oli saastunud monometüülmaleaadi soolaga. Uurimisel saadi teada, et saastumine toimus maleiinhape metanoolilahuses enne ravitoimega ühendi segusse lisamist.

- a) Arvutage maleiinhape brutovalem.
b) Kirjutage välja maleiinhape struktuur ja süstemaatiline nimetus, kui on teada, et see on vähemstabiilne geomeetiline isomeer.
c) Kirjutage monometüülmaleaadi tekkereaktsiooni mehhanism.
d) Milline keskkond aitab reaktsiooni kiirendada ja miks? (8)

5. Plii-hape-, naatrium-väävel- (Na-S) ja tsink-bromiidakusid (Zn-Br_2) kasutatakse tööstuslike patareidena. 1859. aastal G. Planté poolt leiutatud plii-hapeaku on tänapäeval tuntud autoakuna. Ligi sajand hiljem leiutatud Na-S-aku aga alles hakkab leidma kasutust suure energiahulga salvestina. Zn-Br_2 läbivooluelemendi eeliseks on pikk tööiga, kuid puuduseks ruumimahukus võrreldes plii-hapeakuga. Nimetatud akude komponendid on: naatriumaluminaat, süsinik, plii, naatrium, väävelhape, ZnBr_2 vesilahus, PbO_2 , tsink, väävel, ja broom. Tühjenemisel moodustuvad plii(II)sulfaat, naatriumsulfiid ja tsink(II)bromiid.

- a) Millised ained on elektroaktiivsed katoodil, anoodil ning mis aineid kasutatakse elektrolüüdina i) plii-hape-, ii) Na-S- ja iii) Zn-Br_2 -aku tühjenemisel?
b) Kirjutage reaktsioonid mis toimuvad katoodil ja anoodil i) plii-hape ii) Na-S ja iii) Zn-Br_2 aku tühjenemisel.
c) Hinnake, millise aku mahtuvus on suurim, lähtudes elektroaktiivsete ainete molaarmassist. (11)

6. Oktanool-vesi jaotuskoefitsiente ($\log P$) kasutatakse ainete hüdrofiilsuse-hüdrofoobsuse iseloomustamiseks ning see on arvuliselt võrdne aine oktanooli- ja vesilahuse kontsentratsioonide suhte logaritmigaga. Taimekaitsevahendi TCP (2,4,6-triklorofenool) oktanool-vesi jaotuskoefitsiendi mõõtmiseks segati jaotuslehtis 5,0 ml oktanooli ($\rho = 0,824 \text{ g/cm}^3$) 5,0 ml veega ning lisati 461 mg TCP-d. Segu loksutati, lasti oktanooli ja vee faasil eralduda ning seejärel võeti edasiseks analüüsiks 1,5 ml veefaasi. Leiti, et TCP poolt põhjustatud valguse neeldumine lainepikkusel 220 nm oli 0,832 neeldumise ühikut (AU) 1 cm lahusekihis. On teada, et 1 M TCP lahus neeldumine 220 nm juures on 8736 (AU) 1 cm lahusekihi kohta. Neelduvuse ja kontsentratsiooni vaheline seos on lineaarne.

- a) Joonistage TCP struktuurvalem?
b) Milline on TCP kontsentratsioon vees?
c) Milline on TCP kontsentratsioon oktanoolis?
d) Milline on oktanool-vesi jaotuskoefitsiendi täpsem väärtus?
e) Aspiriini oktanool-vesi jaotuskoefitsiendi väärtuseks on mõõdetud 1,19. Mitu promilli aspiriini molekulidest on võrdsete lahuste ruumalade korral vees? (10)