

2006/2007 õa keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesanded

9. klass

Etanooli oksüdeerimine (14 p)

1. Tööstuses on tähtsal kohal etanool C_2H_5OH , etanaal CH_3CHO ja etaanhape CH_3COOH . Etanool tekib glükoosi $C_6H_{12}O_6$ käärimisel (I). Organismis oksüdeerub etanool mürgiseks etanaaliks (II). Öhu käes seisev vein muundub äädikaks (III). Kasutades erinevaid oksüdeerijaid võib neid reaktsioone viia läbi laboris: väävelhappelises lahuses muundub etanool kaaliumpermanganaadi toimel etaanhappeks, kuid kaaliumdikromaadi toimel lendub kuumutades etanaal. Saadustes on ka vastavate metallide sulfaadid (Mn oksüdatsiooni aste (o.a.) on II ja o.a.(Cr) = III) ja vesi.

- a) i) Kirjutage etanooli, etanaali ja etaanhappe tasapinnalised struktuurivalemid ja märkige iga süsiniku o.a.. ii) Arvutage süsiniku keskmine o.a. eelnevates ühendites ja glükoosis. (6,5)
 b) Kirjutage looduses toimuvate oksüdeerimisreaktsioonide (I-III) tasakaalustatud võrrandid, kui saadustes võivad olla ka CO_2 või vesi. (3)
 c) Kirjutage lõpuni ja tasakaalustage laboris toimuvad reaktsioonivõrrandid:
 i) $C_2H_5OH + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow \dots$ ja ii) $C_2H_5OH + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow \dots$ (4)
 d) Kumb on tugevam oksüdeerija, kas $KMnO_4$ või $K_2Cr_2O_7$? (0,5)

Karbonaatse proovi analüüs (12 p)

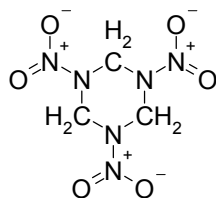
2. Proov koosnes naatriumkarbonaadist, naatriumvesinikkarbonaadist ja mitte-reageerivatest lisanditest. 0,5000 g proovi lahustati täielikult 250,0 cm^3 vees. Proovist pipeteeriti 25,00 cm^3 kahte keeduklaasi. Esimesse klaasi lisati 50,00 cm^3 0,01255 M (mol/ dm^3) soolhapet ja keedeti. Soolhappe liig tiitriti 2,34 cm^3 0,01063 M naatriumhüdrosiidiga. Teisele osale lisati baariumkloriidi, kuni enam sadet ei tekkinud, ja seejärel 25,00 cm^3 naatriumhüdrosiidi (0,01063 M). Leelise liia tiitrimiseks kulus 7.63 cm^3 0,01255 M soolhapet.

- a) Kirjutage proovi analüüsi käigus toimuva viie reaktsiooni võrrandid. (5)
 b) Arvutage naatriumkarbonaadi ja -vesinikkarbonaadi protsendiline sisaldus proovis. (7)

Plahvatusohtlikud lõhkeained (8 p)

3. N-nitroamiinide hulka kuuluv heksahüdro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triasiin, tuntud ka kui RDX, on üks tugevamaid ja „äkilisemaid“ lõhkeaineid.

- a) Kirjutage RDX-i brutovalem ja arvutage molaarmass. (2)
 b) Kirjutage ja tasakaalustage RDX-i plahvatusliku lagunemise reaktsioonivõrrand, kui on teada, et saadusteks on vingugaas, veeaur ja lämmastik. (2)
 c) Arvutage, kui mitu korda on 1 mooli RDX-i plahvatusel tekkinud gaaside (rõhul 1 atm, 2600 K) ruumala suurem lõhkamiseks võetud RDX-i ruumalast (1,8 g/ cm^3). Eeldage, et kehtib ideaalse gaasi olekuvõrrand. $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3/(\text{mol} \cdot \text{K})$ (4)



Säilitusained mahlades (8 p)

4. Bensoehape on säilitusainena kasutatav orgaaniline hape. Tema maksimaalne lubatud sisaldus mahlades on 200,0 mg/ dm^3 .

- a) Arvutage bensoehappe lubatud protsentuaalne sisaldus mahlas, kui mahla tihedus on 1,08 g/ cm^3 . (2,5)
 b) Mitmes kuupmeetris mahlas on lubatud lahustada 100 g bensoehapet? (1,5)
 c) 0,500 liitrit maksimaalselt lubatud bensoehappesisaldusega mahla keedeti, kuni mahla mass vähenes 3,00 % (bensoehape jäi anumasse). Mitmeprotsendiline on saadud mahl bensoehappe suhtes? (2)
 d) Mitu g 0,05% lahust on vaja lisada 900g 0,01% lahusele, et saada 0,03% lahus? (2)

Hõbevalge metall (7 p)

5. Binaarse ühendi **A** termilise lagunemise saadusteks on hõbevalge toatemperatuuril vedel metall **B** (13,5 g/ cm^3) ja lihtaine **C**, mille ühena esimestest eraldas 1774 a. inglise vaimulik Joseph Priestley. Ta nimetas selle „õhu deflogistoniks“. Kontsentreeritud lämmastikhappe liias annab **B** soola **D** (metalli o.a.=II), kuid tekivad ka tuntud lahusti **E** ja gaas **F**, milles lämmastiku o.a. võrreldes lähteainega muutus ühe võrra. Sarnaselt toimub reaktsioon ka kontsentreeritud happega **G**, mis moodustub nelja-aatomilise vedeliku **H** reageerimisel veega. Selles reaktsioonis tekkiv mürgine gaas **I** käitub enamikes redoksreaktsioonides redutseerijana, kuid kokkupuudel divesiniksulfiidhappega avalduvad tema oksüdeerivad omadused.

- a) Kirjutage ainete **A-I** valemid ja nimetused. (4,5)
 b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) $A \rightarrow B + C$, ii) $B + HNO_3$ (konts.) $\rightarrow \dots$, iii) $B + G \rightarrow \dots$, iv) $H + H_2O \rightarrow \dots$ ja v) $I + H_2S \rightarrow \dots$. (2,5)

Elemendi mälukaotus (11 p)

6. Tere. Mina olen Mendelejevi perioodilisussüsteemi element **X**. Hiljuti juhtus minuga õnnetus ja ma kaotasin mälu, sellepärast olen ma unustanud ära oma nime. Minu kreekakeelse nime otsetõlge oleks „elutu“, kuigi tegelikult olen elus. Laboratoorsetes tingimustes on mind võimalik saada lihtainena **A** (X_2) nitriti **B** eksotermilisel lagundamisel. Nitritis **B** on mind massi järgi 43,74 %. Aine **A** on muu maailma suhtes nii ükskõikne (inertne), et tavatingimustes reageerib ta ainult kõige kergema metalliga **C** moodustades soola **D**, milles ma olen täielikult redutseeritud vormis. Lisaks sellele moodustan ma mitmeid oksiide, millest ühte (**E**) kasutati narkoosi vahendina ja teine (**F**) moodustab hapnikuga oksiidi **G**. Oksiidist **G** on võimalik vees saada kaks erineva tugevusega hapet: **H** ja **I**. Nõrgem hape **H** laguneb (autoredoksreaktsioonis) tugevaks happeks **I** ja üheks eelpoolnimetatud oksiidiks. Ammooniumkatioonidest ja happe **I** anioonidest koosneva soola termilisel lagunemisel tekib oksiid **E**. Mulle meeldib väga osaleda Haberi tsükliks, sest tekkinud teravalõhnaline ühend **J** avab palju uusi võimalusi, nagu näiteks karbamiidi tekkimine süsihappegaasi ühinemisel **J**-ga. Sedasi toimubki ühe „nimetu“ elemendi igapäevane elu ... (5,5)

- a) Aidake tuletada meelde elemendi **X** nimi ja kirjutage ainete **A-J** valemid ja nimetused.
 b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) $B \rightarrow \dots$, **A**, ii) $A + C \rightarrow D$, iii) $F + O_2 \rightarrow G$, iv) $G + H_2O \rightarrow H + I$, v) $H \rightarrow I + \dots$, vi) $\dots \rightarrow E$ ja vii) $J + CO_2 \rightarrow$ karbamiid. (5,5)