

53. Viie Kooli Võistlus

Viljandi Gümnaasium

1. Esimesed alkomeetrid põhinesid $K_2Cr_2O_7$ happelise lahuse värvi muutmisel oranžist rohekaks, kui lahusest etanooli läbijuhtimisel oksüdeeriti see etaanhapeks (i). Sarnaselt muudavad värvi ka järgmised segud: $KMnO_4$ happelisest lahusest saadakse värvitu $MnSO_4$ lahus ning etanool oksüdeeritakse etanaaliks (ii); $KMnO_4$ aluselise lahusest saadakse roheline K_2MnO_4 lahus, sealjuures saadakse etanoolist etaanhape (iii).

a) Kirjutage ja tasakaalustage reaktsioonivõrrandid i–iii. (6)

b) Miks kaaliumdikromaati enam alkomeetrites ei kasutata? (1)

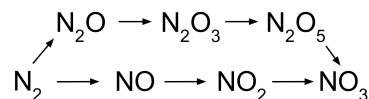
Tänapäevastes alkomeetrites toimub elektrolüüs: anoodil oksüdeeritakse etanool äädikhapeks (iv), katoodil toimub õhuhapniku redutseerimine (v).

c) Kirjutage ja tasakaalustage poolreaktsioonide võrrandid iv ja v. (2)

Etanooli kontsentratsiooni arvutamisel veres või väljahingatavas õhus, eeldatakse et 2100 cm^3 väljahingatavas õhus sisalduv etanooli kogus vastab samale kogusele, mis on täpselt 1 cm^3 veres ($1,06 \text{ g/cm}^3$).

d) Arvutage väljahingatavas õhus sisalduv etanooli kontsentratsioon (mg/dm^3), kui täpselt 1 g veres on $0,53 \text{ mg}$ etanooli. (2) 11 p

2. Carel ja Verner võistlesid reaktsiooni soojusefekti arvutamise oskuses. Sõbrad arvutasid lämmastiku järjestiku oksüdeerimise NO_3 -ni entalpia muutust. Arvutustes kasutasid nad lämmastikoksiidide tekkeentalpiaid (ΔH_f) tabelist.



	N_2	N_2O	NO	N_2O_3	NO_2	N_2O_5	NO_3	O_2
ΔH_f , kJ/mol	0	82,0	90,3	82,8	33,1	10,3	71,1	0
	$N \equiv N$	$N = N$	$N - N$	$N = O$	$N - O$	$O - O$	$O = O$	
E_{side} , kJ/mol	942	418	167	607	201	142	494	

a) Kirjutage üldvõrrand lämmastiku oksüdeerimise kohta N_xO_y -ni. (1)

b) Arvutage ΔH kõikide skeemil nooltega toodud reaktsioonide jaoks ühe mooli lämmastikuaatomi kohta. (7)

N_2O ja N_2O_3 struktuurivalemeid saab tuletada, arvestades aatomite vaheliste sidemete energiatega keskmistatud väärtust (E_{side}) ning nende tekkeentalpiat. N_2O ja N_2O_3 Lewis-i valemitega on igal aatomil kaheksa valentselektroni ning esinevad formaallaengud, mille tõttu on side 20–80 kJ/mol võrra tugevam.

c) Joonistage N_2O ja N_2O_3 struktuurivalemid. (2) 10 p

3. Superkangelane Hydrargman koosneb metallist A. Ta sündis äikese ajal, kui välg löi kolm korda mineraali B, mis sisaldab väävlit ($\omega_A = 86,2\%$ massi järgi). Aine B reageeris gaasiga C andes metalli A aur ja gaas D (i). Metall A auru kondenseerumisel tekkis nn Boltzmanni aju, mis valis enda nimeks Hydrargman. Et mõista oma keha võimekust, uuris Hydrargman metalli A keemilisi

omadusi. Ta avastas, et keha kokkupuutel tugeva happe E lahusega tekib sool F (metalli A oa. II, $\omega_A = 61,8\%$), inertne gaas G ja vesi (ii). Sool F reageerib KOH-ga, andes KNO_3 , oksiidi X ($\omega_A = 92,6\%$) ja vee (iii). Aine X reageerimisel vesinikperoksiidiga tekib vesi ja aine Y ($\omega_A = 86,2\%$) (iv), mis plahvatuslikult laguneb aineteks A ja C (v). Kuna aine Y lagunemisel taastekis metall A, sai Hydrargman hakata ennast vigastamata võitlema plahvatuste abil maailma kurjuse vastu.

a) Tuvastage arvutustega B, F, X ja Y. (4)

b) Kirjutage ja tasakaalustage reaktsioonivõrrandid i–v. (6) 10 p

4. Carel ja Verner võistlesid C_5H_{10} isomeeride leidmise oskuses. Võistluse võitis see, kes leidis rohkem struktuuriisomeere, kusjuures Carel otsis selle aine tsüklilisi ja Verner atsüklilisi isomeere.

a) Joonistage kõikide C_5H_{10} struktuuriisomeeride graafilised valemid ning otsustage, kumb sõpradest võitis võistluse. (5)

Carel tahtis otsida ka antud ühendi *cis-trans*-isomeere, kusjuures Carel otsiks *cis*- ja Verner *trans*-isomeere. Verner tahtis C_5H_{10} -le lisada ühe π -sideme. Saadud ühendile (C_5H_8) otsisid nad atsüklilisi struktuuriisomeere, Carel otsis kolmiksidemega isomeere ning Verner kahe kaksiksidemega isomeere.

b) Joonistage kõikide C_5H_{10} *cis-trans*-isomeeride struktuurivalemid. (2)

c) Joonistage kõikide C_5H_8 atsükliliste struktuuriisomeeride struktuurivalemid. Kas tingimuste muutmine mõjutas võistluse tulemust? (4) 11 p

5. Bower ja Davis määrasid 1984. aastal Faraday arvu hõbeda lahustamisel elektrolüüsi teel ($It = znF$). Nad leidsid, et täpselt ühe kuloni laeng lahustab $1,1179648 \text{ mg}$ hõbedat. Tänapäeval arvutatakse Faraday arvu väärtus Avogadro arvu (N_A) ja elementaarlaengu (e) korrutamisel. Ligikaudsete arvude korrutises ja jagatistes säilitatakse nii mitu tüvenumbrit, kui mitu on neid vähima tüvenumbrite arvuga ligikaudses arvus.

a) Arvutage Faraday arvu väärtus kahe mainitud meetodi kaudu. (3)

Carel valmistas "kilogrammietaloni" vase elektrosadestamisel $8435,30$ tunni jooksul voolutegevusega $0,100000 \text{ A}$. Kahjuks eraldus elektrolüüsil ka 35 dm^3 vesiniku temperatuuril $25,0^\circ\text{C}$ ning rõhul $101,325 \text{ kPa}$ ($pV = nRT$). Verner valmistas "kilogrammietaloni" hõbeda elektrosadestamisel sama voolutugevusega.

b) Hinnake vase elektrosadestamise efektiivsust (%). (3)

c) Arvutage hõbeda elektrosadestamise kestus (s)? (1)

d) Nimetage vähemalt üks suurus, mis määrab Verneri etaloni täpsuse. (1) 8 p

$A_r(\text{Ag})$	107,8682 amü
$A_r(\text{Cu})$	63,546 amü
N_A	$6,02214085 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
e	$1,60217662 \times 10^{-19} \text{ C}$
R	$8,314 \text{ dm}^3 \text{ kPa K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$