

1997/98. õa keemiaolümpiaadi lõppvoorülesanded

11. klass

1. 100 dm³-lise mahuga suletud reaktsiooninõusse asetati 2,00 mooli sulfürüülkloriidi (SO₂Cl₂). Peale tasakaaluoleku I saabumist lisati sulfürüülkloriidi senikaua, kuni tema tasakaaluline hulk oli 2,00 mooli (tasakaaluolek II). Sulfürüülkloriidi lagunemisreaktsiooni tasakaalukonstant K_c = 0,0811 mol/dm³, kui temperatuur on 173 °C.
- Kirjutada sulfürüülkloriidi lagunemisreaktsiooni võrrand ja selle reaktsiooni tasakaalukonstandi K_c avaldis. (2)
 - Arvutada sulfürüülkloriidi, kloori ja vääveldioksiidi tasakaalulised kontsentratsioonid tasakaalude I ja II korral. (6)
 - Arvutada kloori ja vääveldioksiidi ühinemisreaktsiooni tasakaalukonstant. (1)
 - Arvutada SO₂Cl₂ lagunemisreaktsiooni tasakaalukonstant K_p (tasakaaluliste osarõhkude järgi) (3) **12 p**
2. 1986. aastal Tšernobõlis toimunud tuumaelektrijaama katastroofi tõttu paiskus atmosfääri radioaktiivne isotoop **A**, mille poolestusaeg on 8,054 päeva ja mis emiteerib nii pehmet (β) kui jäika (γ) kiirgust. Keemiline element, mille isotoop on **A**, reageerib kõrgemal temperatuuril vesinikuga. Saadud ühendi lahustamisel vees saadakse tugeva happe vesilahus. Anioonide sadestamiseks (eeldusel, et analüüsi vältel isotoop oluliselt ei lagune) kulunud AgNO₃ mass võrdub soola massiga, mis saadakse happe lahuse neutraliseerimisel KOH-ga.
- Arvutada isotoobi **A** muundumisreaktsiooni kiiruskonstant. (1)
 - Leida aeg, mille jooksul on muundunud 99,99 % isotoobist **A**. (1)
 - Millise keemilise elemendi isotoop on **A**? (2)
 - Kirjutada asetleidnud reaktsioonide võrrandid: 1) (**A**) + H₂ → 2) K(**A**) + AgNO₃ → (2)
 - Arvutada isotoobi **A** aatomite molaarmass. (3)
 - Milline keemiline element (tuumalaeng ja massiarv) tekib isotoobi **A** muundumisel? (2) **11 p**
3. Viies nummerdatud katseklaasis on järgmised lahused:
- lahus, mis on saadud 10,00 cm³ 1,00·10⁻² mol/dm³ soolhappe lahjendamisel 100,0 cm³-ni.
 - 2,00·10⁻² mol/dm³ HClO (K_{diss}=5,01·10⁻⁸)
 - 6,00·10⁻² mol/dm³ NH₃·H₂O (K_{diss}=1,79·10⁻⁵)
 - Lahus, mis on saadud 5,00·10⁻³ mol/dm³ NaOH lahuse 100-kordsel lahjendamisel.
 - 1,00·10⁻¹ mol/dm³ etanooli lahus.

Vastava numbriga katseklaasis oleva lahuse reaktsioon indikaatoritega on esitatud tabelis:

	1	2	3	4	5
metüüloranž	punane	kollane	kollane	kollane	kollane
fenooltaleiin	värvitu	punane	värvitu	punane	värvitu
tümooltaleiin	värvitu	sinine	värvitu	värvitu	värvitu
metüülpunane	punane	kollane	kollane	kollane	oranžikas -punane

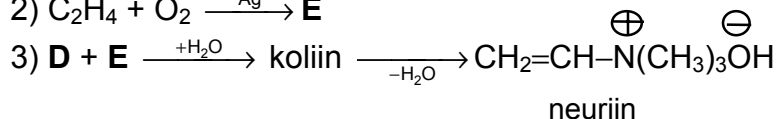
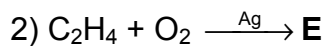
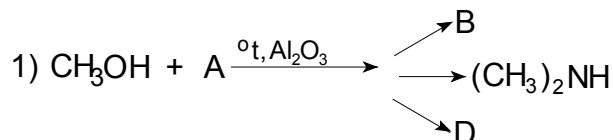
Indikaatori värvuse sõltuvus lahuse pH-st on esitatud tabelis

	pöördeala pH	happelises kk-s	aluselises kk-s
metüüloranž	3,1-4,4	punane	kollane
metüülpunane	4,2-6,3	punane	kollane
fenooltaleiin	8,0-9,8	värvitu	punane
tümooltaleiin	9,8-10,5	värvitu	sinine

- Avaldada [H⁺] arvutamise üldvalem nõrga happe dissotsiatsioonikonstandi ja kontsentratsiooni kaudu. (1)

- ii) Avaldada $[\text{OH}^-]$ arvutamise üldvalem nõrga aluse dissotsiatsioonikonstandi ja kontsentratsiooni kaudu ning selle järgi avaldada $[\text{H}^+]$. (1)
- iii) Arvutada kõikide lahuste pH-d. (5)
- iv) Milline lahus on millises katseklaasis? (5) **12 p**

4. Koliin on hügrokoopne värvitu kristalne aine, milles puudub kaksikside. Koliinil on ainevahetuses tähtis osa ja ta kuulub fosfolipiidide koosseisu. Koliini üks võimalik sünteesi skeem oleks järgmine:

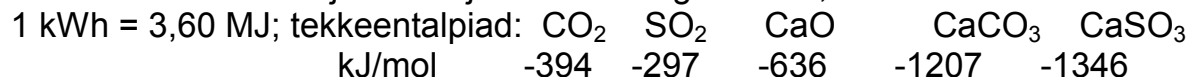


- a) Kirjutada ühendite **A**, **B**, **D** ja **E** struktuurvalemid ja anda nende nimetused, kui on teada, et **A** on binaarne gaasiline ühend. (6)
- b) Kirjutada reaktsioonivõrrandid, kus saadusteks on ühendid **D**, **E** ja koliin. (3)
- c) Kirjutada neuriini reaktsiooni võrrand HBr-ga, kui on teada, et ammooniumrühma tõttu toimub ühinemine vastupidiselt Markovnikovi reeglile. (1) **10 p**

5. Aine **A** sisaldab 72,2 % kloori, 16,3 % süsinikku, 10,82 % hapnikku ja 0,682 % vesinikku. Infrapunase spektroskoopia põhjal sisaldab aine **A** karbonüülrühma. Vesilahuses on aine **A** ühendina, mida võib vaadelda monohüdraadina $\text{A} \cdot \text{H}_2\text{O}$. Seda "monohüdraati", mille ühe süsiniku aatomi juures on kaks hüdroksüülrühma, on võimalik eraldada. 3,31 grammi monohüdraadi lahustamisel 100 grammis vees moodustub lahus, mille külmumistemperatuur on $-0,372 \text{ }^\circ\text{C}$. $K_{\text{kr}}(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$.

- a) Leida aines **A** lihtsaim täisarvuline aatomite suhe. (1)
- b) Leida lahuse külmumistemperatuuri järgi "monohüdraadi" ja aine **A** molaarmassid. (2)
- c) Kirjutada viie võimaliku isomeeri struktuurvalemid, mis vastaksid aine **A** koostisele. Tähistada tärniga kiraalne süsiniku aatom ja märkida, milline isomeeridest on R, milline S. (4,5)
- d) Kirjutada "monohüdraadi" struktuurvalem ja anda selle nimetus. (2)
- e) Milline isomeeridest vastab ainele **A**? Anda selle nimetus. (1,5) **11 p**

6. Täpselt 1 kg antratsiidi (6,0 % niiskust, kuivainest 85 % süsinikku, 2,0 % vesinikku, 1,5 % hapnikku, 1,5 % väävli ja 10 % mineraalaineid) põlemisenergia $\Delta H = -28,5 \text{ MJ}$. Täpselt 1 kg põlevkivi (12,0 % niiskust, kuivainest 27% süsinikku, 3,4 % vesinikku, 3,8 % hapnikku, 1,8 % väävli, 41 % CaCO_3 ja 23 % mineraalaineid) põlemisenergia $\Delta H = -10,5 \text{ MJ}$. Põlevkivi põlemisel laguneb 95 % CaCO_3 -st ja moodustunud SO_2 -st seotakse 80 % kaltsiumsulfitiks. Soojuselektrijaama kasutegur on 30,0 %.



Arvutada **1 kWh** elektrienergia tootmisel:

- a) vajalik antratsiidi ja põlevkivi mass; (2)
- b) põlevkivi väävli (80 %) sidumiseks vajalik CaO mass; (2)
- c) õhku paisatud CO_2 mass antratsiidi ja põlevkivi kasutamisel; (3)
- d) summaarne soojusefekt põlevkivi väävli (80 %) sidumisel, lähtudes CaCO_3 -st ja väävlist; kirjutada vastavate reaktsioonide võrrandid; (5)
- e) õhku paisatud SO_2 mass antratsiidi ja põlevkivi kasutamisel. (2) **14 p**