

2000/2001 õa keemiaolümpiaadi lõppvoorülesanded

11. klass

1. Laboratooriumisse toodi analüüsiks metalli **X** plaat. Laborant lõi kas plaadist kaks sama massiga tükki ning asetaski ühe nendest plii- ja teise vasesoola lahusesse. Kindla aja möödudes oli esimese plaadi mass suurenenud 19,0% ja teise plaadi mass vähenenud 9,8% võrra. Eeldada, et reaktsiooni kiirused on võrdsed ja kõikide metallide oksüdatsiooniastmed ühendas on II. Metall **X** redutseerib lahjendatud väävelhapest vesiniku ja tema sulfaat on vees hästi lahustuv.

- a) Kirjutada ioonvõrrandid: i) **X** + pliiisool, ii) **X** + vasesool (**X** jätta identifitseerimata). (1)
- b) Kasutades plaatide massi muutumise väärtusi koostada vastavad võrrandid ja identifitseerida metall **X**. (3,5)
- c) Arvutada metalli **X** molaarmass, kui elektrolüüsil 1,000 A vooluga täpselt ühe tunni vältel katoodi mass kasvas 2,097 g võrra. $F = 96485 \text{ A}\cdot\text{s/mol}$. (2)
- d) Kirjutada reaktsioonivõrrandid ja elektroodid, mis on vajalikud punktis c) kirjeldatud eksperimendi läbiviimiseks. Valida on nii grafiitelektroodid kui metallplaadid ja kasutada on väävelhape. (1,5) **8 p**

2. Fenüülrühma sisaldava optiliselt aktiivse ühendi **A** kvantitatiivsel oksüdeerimisel KMnO_4 -ga happelises keskkonnas saadi ühend **B**, mille molaarmass võrdub ühendi **A** molaarmassiga. Ühendite **A** ja **B** omavahelisel reageerimisel moodustub vedelik **C**, mille brutovalem on $\text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{O}_2$. Vedelik **C** hüdrolyüsib NaOH toimel, mille tulemusena moodustub ühend **A** ja ühend **D**.

- a) i) Millisesse orgaanilise ühendi rühma kuulub ühend **C**?
ii) Kirjutada brutovalemiga selle ühendi hüdrolyüsireaktsiooni võrrand naatriumhüdroksiidiga. (1,5)
- b) Kirjutada ja põhjendada ühendite **B** ja **A** struktuurivalemid. (3)
- c) Kirjutada struktuurivalemitega i) reaktsiooniskeem $\text{A} \rightarrow \text{B}$ ja
ii) reaktsioonivõrrand $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$. (3)
- d) Määrata ühendites **A** ja **B** mittetsükliliste süsinike oksüdatsiooniastmed ja kirjutada redoksreaktsiooni võrrand $\text{A} + \text{KMnO}_4 \rightarrow$. (2,5) **10 p**

3. 949 mg orgaanilist ainet põletati täielikult. Saadi $1,15 \text{ dm}^3$ süsihappegaasi ja sellest 1000 korda väiksem ruumala (4°C) vett.

- a) Leida selle aine empiiriline valem. (3)
- b) Joonistada saadud empiirilisele valemile vastavate isomeeride struktuurid ja anda neile süstemaatilised nimetused. (7)
- c) Joonistada ühe võimaliku stereoisomeeri R ja S konfiguratsioonid. (2) **12 p**

4. Ühendi **A** (naatriummetanaat) vesilahuse elektrolüüsil moodustuvad ained **B**, **C**, **D** ja **E**. Aine **D** reageerimisel aine **C** vesilahusega võib moodustuda nii normaalsool **F** kui ka vesiniksool **G**. Ühendi **B** dehüdrogeenimisel moodustub ühend **H**. Ühendi **H** reaktsioonil broomiga tekib ühend **I**. Ühendi **I** kuumutamisel $\text{KOH}/\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ keskkonnas tekib ühend **J**, mida võib kasutada benseeni saamisel lähteainena. Benseeni kiiritamisel ultravioletse kiirgusega moodustub benseeni kolm

valentsisomeeri (sidemete C-C arv muutub; sidemete C-H arv säilib) – **K, L, M**, millest **K** on kahe, **L** on kolme ja **M** on viietsükliline.

a) Kirjutada eraldi välja ainete **B, C, D, E, F, G, H, I** ja **J** valemid ja nimetused (4,5)

b) Kirjutada reaktsioonivõrrandid i) **B** → **H**, ii) **H** → **I**, iii) **I** → **J**, iv) **D** → **F**,

v) **D** → **G**. (5)

c) Kirjutada benseeni kahe võimaliku valentsisomeeri (**K, L, M**) struktuurivalemid.

(2,5) 12 p

5. Inimvere pH väärtus on vahemikus 7,35–7,45. Sellist väikest intervalli aitab säilitada mitmesuguste puhversüsteemide koosmõju. Tähtsamaks puhversüsteemiks on karbonaatpuhver, kus soola ja happe (HCO_3^- ja H_2CO_3) moolivahekord on täpselt 20:1. Väljahingatav CO_2 eraldub tasakaaluliselt veres olevast süsihapest.

a) Kirjutada süsihappe esimese ja teise astme i) dissotsiatsioonivõrrandid ja

ii) nende võrranditele vastavad dissotsiatsioonikonstantide K_1 ja K_2 avaldised (3)

b) Arvutada puhvri $\text{HCO}_3^- - \text{H}_2\text{CO}_3$ (dissotsiatsiooni teist astet mitte vaadelda)

i) pH väärtus ja ii) $[\text{H}^+]$, kui $\text{p}K_1 = 6,10$. (2)

c) Põhjendada pH arvutusvalemi abil, kas esialgse pH väärtuse saavutamiseks

hingamine kiireneb või aeglustub, kui vere pH väärtus on langenud. (3) 8 p

6. Metallidel **X** ja **Y** on ühendites kaks ühesugust oksüdatsiooniastet. Metallil **X** on madalama oksüdatsiooniastmega ühend tugevaks redutseerijaks. Metallil **Y** on kõrgema oksüdatsiooniastmega ühend tugevaks oksüdeerijaks. Element **X** annab väävliga kollase ühendi **A** ja vesilahuses annavad elemendi **Y** ioonid jodiidioonidega kollase sademe **B**. Need ühendid on stabiilsed. Metallil **X** reageerimisel väga lahja lämmastikhappe lahusega saadakse NO ja metallil **X** ioon, mida tuntakse orgaanilises keemias hea redutseerijana. Metallil **Y** ja tema kõrgema oksüdatsiooniastmega oksiidi kasutatakse happes pöördvalt töötavas vooluallikas, mille tühjenemisel moodustub metallil **Y** madalama oksüdatsiooniastmega ühend. Metallil **X** kasutatakse raua kaitseks korrosiooni eest. Metallil **X** töötlemisel klooriga moodustub kergesti lenduv ühend **C**. Seda meetodit kasutatakse metallil **X** regenereerimisel. Väga madalal temperatuuril võib metall **X** muutuda pulbriks, mis on selle elemendi üks allotroopseid teisendeid. Metall **X** annab metahappe **D**. Metall **Y** moodustab oksiidi **E**, mida võib vaadelda metallil **Y** ortohappe soolana. Selle soola molekulis on kokku seitse aatomit. Metallil **Y** on oksiidis **E** mõlemad oksüdatsiooniastmed.

a) Identifitseerida metallid **X** ja **Y** ja anda nende nimetused. (1)

b) Kirjutada reaktsioonivõrrandid: i) $\text{X} + \text{S} \rightarrow \text{A}$, ii) $\text{Ysool} + \text{KI} \rightarrow \text{B}$,

iii) $\text{X} + \text{HNO}_3$ (lahj.) $\rightarrow \text{Xsool}$. (4)

c) Kirjutada elemendi **Y** baasil koostatud vooluallika skeem (elektroodid, elektrolüüt, poolused). (1)

d) Kirjutada punktis c) kirjeldatud vooluallika tühjenemisel i) katoodreaktsiooni

võrrand, ii) anoodreaktsiooni võrrand, iii) summaarse reaktsiooni võrrand. (2)

e) Kirjutada i) ühendi **D** valem ja ii) ühendi **E** valem ning märkida metallide **X** ja **Y**

oksüdatsiooniastmed. (2) 10 p