

2015/2016 õ.a keemiaolümpiaadi lõppvoorülesanded
10. klass

1. Sama rühma elemendid **X**, **Y** ja **Z** moodustavad lihtaineid **A**, **B** ja **C**. Tööstuslikult toodetakse enamik gaasist **A** tuntud binaarse soola **D** (60,7% **X**) vesilahuse elektrolüüsil. Looduslikes vetes väikestes kogustes leiduvate elementide **Y** ja **Z** binaarsete soolade lahustest **A** läbijuhtimisel toodetakse aineid **B** ja **C**. **B** ⇌ **HY** pöörduvat redoksmuundumist kasutatakse H_2 -**B** läbivooluelemendis. Ainet **C** valmistatakse ka Tšiili salpeetris lisandina leiduvast ioonist **E** (72,6% **Z**). Iooni **E** redutseeritakse HSO_3^- -ga ning seejärel lisatakse saadud lahusele happelises keskkonnas iooni **E** sisaldavat lahust, mis põhjustab **C** sadenemise.

- a) Kirjutage ainete **A–D** valemid ja andke neile nimetused.
b) Kirjutage soola **D** elektrolüüsil inertsete elektrodidega toimuva katood- ja anoodreaktsiooni ning summaarse reaktsiooni tasakaalustatud võrrandid.
c) Kirjutage ja tasakaalustage järgmiste redoksreaktsioonide ioonvõrrandid:
i) $A + \dots \rightarrow B + \dots$; ii) $E + HSO_3^- \rightarrow \dots$; iii) $E + H^+ + \dots \rightarrow C + \dots$
d) Laetud H_2 -**B** läbivooluelement sisaldab 5,00 mol/dm³ **B** and 3,00 mol/dm³ **HY**. Töökäigus, selle tasakaaluline potentsiaal (E) väheneb 0,10 V võrra. Arvutage lõpliku **B** kontsentratsioon (c_B), kui $E = E_0 + RT/2F \ln[c_B \cdot p(H_2)/c_{HY}^2]$ ning $p(H_2) = \text{const} = 1,00 \text{ bar}$ ja $RT/F = 0,02569 \text{ V}$. (12)

2. Sünteesigaas koosneb CO ja H_2 segust, millest valmistatakse palju orgaanilise sünteesi lähteühendeid. Ilma orgaaniliste reagentideta saab CO -st ja H_2 -st toota alkaanid läbi sünteesi või Fisher–Tropschi protsessi.

- a) Kirjutage mitmeastmeline butaani ($CH_3CH_2CH_2CH_3$) sünteesi skeem mis algab CH_4 moodustumisega ning sisaldab järgmiseid reaktsioone ja tingimusi: Na/t , $1500^\circ C$ (etüüni tekkimine), H_2/Pt , HCl .
b) Fischer–Tropschi protsessis tekkivad peale butaani ka teised alkaanid. Alkaanide ahela pikkuse (n) ja massiosa (W_n) seos on antud valemiga: $W_n/n = (1 - \alpha)^2 \alpha^{n-1}$, kus α on ahela kasvu tõenäosus. Arvutage lähima kümnendikuni α väärtus millel i) W_4 on maksimaalne ja ii) butaan on peamine produkt. (8)

3. Keemik Juku sai ülesandeks määrata tsükliliste aromaatsete süsivesinike segu koostist kromatograafia abil. Kromatograaf detekteeris tsüklilised aromaatsed süsivesinikud **A–F**, mille molaarmassid kasvavad reas $M(A) < M(B) < \dots < M(F)$. On teada, et i) ükski molekul ei sisalda rohkem kui kuut üksteisega liitunud benseenituumat; ii) ükski molekul ei sisalda alifaatset ahelat; iii) **B** ja **D** sisaldavad mõlemad ühte sp^3 süsinikku; iv) **D** sisaldab 9 kaksiksidet; v) **B** sisaldab 10 vesinikku; vi) **C** sisaldab 16 süsinikku; vii) **B** ja **D** molekulides on ainult kaks, **F** molekulis on seitse ja ülejaanutel on kolm sümmeetriatasandit.

Joonistage molekulide **A–F** struktuurvalemid ning andke neile nimetused. (9)

4. Kivisütt kutsutakse mustaks kullaks.

Kivisöe abil saab redutseerida erinevaid metallimaake.

- a) Kirjutage ja tasakaalustage raud(III)oksiidi, vask(II)oksiid ja alumiinium(III)oksiidi söega redutseerimise reaktsioonivõrrandid.
b) Arvutage mitu kg vaske ja alumiiniumit saab toota sama söekogusega, mis kuulub 1,2 kg Fe_2O_3 redutseerimisel rauaks.

Kivisütt saab kasutada elektri saamiseks.

- c) Segati teatud hulk põlevkivi ja kivisütt ning saadud kütuse reaktsioonil eraldunud soojushulk määrati kalorimeetriga. Kivisöe kütteväärtus on 35 MJ/kg ning põlevkivi kütteväärtus on 8,2 MJ/kg. Kalorimeetri algtemperatuur oli $22^\circ C$ ning pärast reaktsiooni lõppu $82^\circ C$, kalorimeetri soojusmahtuvus koos kütusega on 1200 ja kütusega 1195 J/K, kütuse keskmine erisoojus on 1,1 kJ/(kg·K). Arvutage kivisöe ja põlevkivi mass kütuses.

Pulbriks peenestatud sütt saab selle materjali suure eripinna tõttu kasutada õhu filtreerimiseks gaasimaskides. Gaasi adsorptsiooni kirjeldab Langmuiri isoterim: $\theta = K \cdot p / (1 + K \cdot p)$, kus θ näitab täitumisastet, K on konstant kindlal temperatuuril ja p on gaasi rõhk.

- d) Mõõdeti mürgise gaasi adsorbeerumist tundmatul osarõhul (p_0) ja saadi tulemuseks $\theta = 0,30$. Seejärel gaasi osarõhku suurendati 5000 Pa võrra ja tulemuseks saadi $\theta = 0,40$. Arvutage p_0 ja K väärtused. (11)

5. Järgmistes reaktsioonides aine XY_4 ($\omega_Y = 36,7\%$) on vääriskaasi **X** esimesena saadud stabiilne ühend; aine XZ_3 , ($\omega_Z = 26,8\%$) on äärmiselt plahvatusohtlik; gaasid Y_2 ja Z_2 on lihtained ning on tuntud kui tugevad oksüdeerijad: i) $X + Y_2 \rightarrow XY_4$; ii) $XY_2 + ZW_2 \rightarrow X + YW + Z_2$; iii) $XY_4 + ZW_2 \rightarrow X + YW + Z_2 + XZ_3$; iv) $XY_6 + ZW_2 \rightarrow YW + XZ_3$; v) $XY_4 + W_2 \rightarrow X + YW$; vi) $Y_2 + W_2 \rightarrow YW$; vii) $Z_2 + W_2 \rightarrow ZW_2$; viii) $Y_2 + ZW_2 \rightarrow YW + Z_2$.

- a) Tuvastage arvutustega element **X**.
b) Joonistage XY_2 , XY_4 , XY_6 , XZ_3 ja ZW_2 ruumilised struktuurvalemid.
c) Kirjutage tasakaalustatud reaktsioonivõrrandid i)–viii). (10)

6. Riiulil seisab järjest viis purki erinevate mürkidega. On teada, et kloroform on kloroalkaan. Esimeses purgis on sool, mille kõrval on valuvaigistav aine. Parakvatist paremal on kõige suurema molaarmassiga aine. Eelviimase kõrval on kõige väiksema molaarmassiga aine. Keskmine purk sisaldab hapet. Anesteetiku kõrval on sariin. Morfiin kuulub alkaloidide aineklassi ja selle kõrval on herbitsiid. Vesiniktsüaniidi kasutatakse nailoni tootmisel. Viimases purgis on keemiarelvana kasutatav aine. Fosfororgaanilisest ühendist vasakul on ühend molekulaarmassiga 119 g/mol. Vähem mürgiste ainete kõrval on kõige mürgisemat. Mürkide letaalsed doosid (roti LD_{50} , suvalises järjekorras) on 0,6, 1250, 500, 3,7 ja 157 mg/kg kehamassi kohta. Mürkide molaarmassid (suvalises järjekorras) on 140, 27, 119, 285 ja 257 g/mol. Täitke tabeli lahtrid loetletud andmetega. (10)

Purgi nr.	1	2	3	4	5
Letaalne doos					
Nimetus					
Molaarmass					
Aineklass					