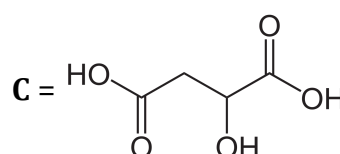
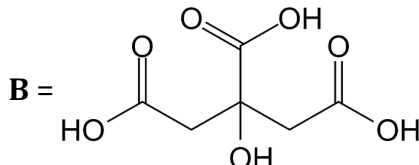
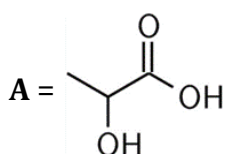


2023/24. õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
11.–12. klass

1. Hapu olukord (10 p)

Koolikeemias käsitletakse pikemalt anorgaanilisi happeid, kuid looduses on palju levinumad orgaanilised happed. Üks tuntuim on piimhape, mis tekib bakterite elutegevuse käigus toitude hapendamisel, aga ka inimeste lihastes füüsilise pingutuse korral, kui need ei saa piisavalt hapnikku. Tööstuslikult kasutatakse orgaaniliste hapete tootmisel järjest rohkem mikroorganismide abi, kelle elutegevuse käigus tekib vastavat hapet. Orgaanilisi happeid kasutatakse toiduainetööstuses ja farmaatsias, et tooted säilitaks paremini oma omadusi. Joonisel on toodud kolm tuntud orgaanilist hapet: piimhape (A), sidrunhape (B) ja õunhape (C).



- Tõmba ring ümber funktsionaalrühmadele ja nimeta need (piisab ühest näitest iga funktsionaalrühma kohta). (2)
- Järjesta molekulid A–C vees lahustuvuse järgi, alustades paremini lahustuvast. (2)
- Järjesta 0,1 M hapete A–C lahused pH kasvu suunas. (2)
- Kirjuta hapete A–C molekulvalemid. (1,5)
- Anna hapetele A–C nomenklatuuripõhised nimetused. (2,5)

2. Hääletu tapja (10 p)

Lihtaine X on tahkis ning selle ühendid on tuntud surmavate mürkidena. Perioodilisustabelis jääb element metallide ja mittemetallide piirialale. Seetõttu reageerib element X valikuliselt nii metallide kui ka mittemetallidega. Õhu juuresolekul kuumutamisel põleb X sinise leegiga ja moodustab küüslaugulõhnalise tihke gaasilise oksiidi A ($M = 395,7 \text{ g mol}^{-1}$), mida kasutatakse putukamürkide ja klaasi tootmisel. Oksiidi A võib saada ka elemendi X sulfiidi B kuumutamisel hapniku juuresolekul. Sulfiidi B elementide aatomite arvuline suhe on sama, mis oksiidis A. Oksiidi A reageerimisel lämmastikhappega tekib oksiid C (elemendi X oksüdatsiooniaste muutub kahe võrra), lämmastikdioksiid ja vesi. Sulfiidi B reageerimisel veega tekib aga oksiidile A vastav hape D ning eraldub mädamunalõhnalist gaasi E. Element X ei reageeri lämmastiku, boori, räni ega süsinikuga, kuid reageerib aktiivsemate halogeenidega, väävliga ja mõnede metallidega.

- Tuvasta arvutustega element X. (1)
- Tuvasta ühendid A–D ja kirjuta nende valemid. (2)
- Kirjuta ja tasakaalusta reaktsioonivõrrandid: (4)
i) $X + O_2 \rightarrow A$; ii) $B + O_2 \rightarrow A + SO_2$; iii) $A + HNO_3 \rightarrow C + NO_2 + H_2O$; iv) $B + H_2O \rightarrow D + E$.

Oksiid A on tahkena valget värvi ning on vees lahustunult lõhnatu, värvitu ja ilma tugeva maitseta, kuid on ka väikestes kogustes inimestele ohtlik. Väga pikka aega ei osatud oksiidi A tuvastada, mis tegi sellest hinnatud mürgi. Alles 1836. aastal avaldas keemik James Marsh meetodi, millega oksiidi A olemasolu tuvastada. Oma meetodi aluseks võttis Marsh Carl Wilhelm Scheele avastatud reaktsiooni, milles pannakse tsink ja hape tuvastatava ainega ühte anumasse keema. Tsingi ja happe reaktsioonis tekkiv vesinik reageeris ühendiga A (selle olemasolul) ja tekib elemendi X hüdriid F – küüslaugulõhnaline, mürgine ja tuleohtlik gaas. Kogutud gaas F süüdatakse ning elemendi X sisalduse korral jäi leegis hoitud portselanile või klaasile tumehall metalne jälg – element X. Koguse hindamiseks võrreldi tekkinud jälge kontrolljälgedega, mis saadi kindlaksmääratud koguse X tuvastamisel kirjeldatud meetodil.

- Kirjuta ja tasakaalusta Marshi testis toimuvad reaktsioonid: (3)
i) $Zn + HNO_3 \rightarrow \dots$; ii) $A + \dots \rightarrow F + \dots$; iii) $F + O_2 \rightarrow X + H_2O$.

3. Raketiteadus (10 p)

Hüdrasiin (N_2H_4) on tavatingimustes värvusetu vedelik, mis on inimesele äärmiselt toksiline. Hüdrasiini kasutatakse nii farmaatsiatööstuse lähteainena kui ka lennunduses raketikütusena.

Ühend	ΔH_f kJ mol ⁻¹
H_2O_2	-188
H_2O	-242
N_2H_4	+51
NH_3	-46

- Tasakaalusta hüdrasiini tootmise reaktsioon ammoniaagist ja vesinikperoksiidist: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$. (1)
 - Joonista ühendite H_2O_2 , H_2O , N_2H_4 , NH_3 tasapinnalised struktuurivalemid. (2)
 - Näita arvutustega, et ammoniaagi ja vesinikperoksiidi vahelise reaktsiooni reaktsiooni-entalpia (ΔH_r) on umbes -150 kJ mol^{-1} kasutades tabelis toodud tekkeentalpiaid (ΔH_f). (3)
- Hüdrasiini kasutatakse ka hävitaja F-16 mootoririkke korral. Hüdrasiinipaak on ruumalaga 25 dm^3 ja sisaldab 70% N_2H_4 ja 30% H_2O segu ($\rho = 1,03 \text{ g cm}^{-3}$), mis Ir-katalüsaatorile juhitud tekkitab piisavalt gaase (N_2 , NH_3 ja H_2O), et panna tööle turbiin, mis omakorda varustab F-16 elektriga.
- Hinda, kui kaua (s) saab sellist süsteemi kasutada, kui F-16 keskmine energiatarve on 220 kW (kJ s^{-1}) ja energiat kaduma ei lähe. (4)

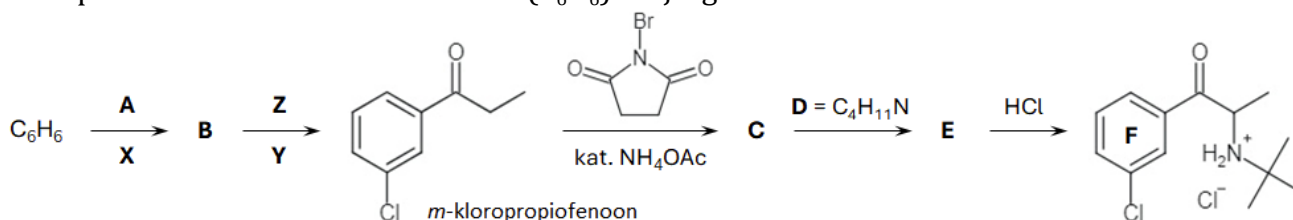
4. Põmm ja piraki (10 p)

Alkoholi **A** ($M = 92,1 \text{ g mol}^{-1}$) katalüütilisel reaktsioonil kontsentreeritud lämmastikhappeg moodustub õlitaoline viskoosne nitraateter **B** ($M \approx 230 \text{ g mol}^{-1}$) üldvalemiga $\text{C}_a\text{H}_b\text{N}_c\text{O}_d$ (**reaktsioon 1**), mida on ajalooliselt kasutatud lõhkeainena nii kaevandus- kui ka sõjatööstuses. Nitraateter **B** plahvatusohtlikkus tuleneb kõrge lämmastiku- ja hapnikusisaldusest, mis soodustab süütamisel süsivesinikahela eksotermilist oksüdatsiooni. $5,000 \text{ g B}$ lagunemisel tekib $2,904 \text{ g}$ süsinikdioksiidi, $0,990 \text{ g}$ vett, $0,924 \text{ g}$ lämmastikku ning ülejäänud osa moodustab gaas X_2 (**reaktsioon 2**).

- Leia arvutuslikult aine **B** molekulivalem. (3)
 - Määra alkoholi **A** molekulivalem. (1)
 - Kirjuta ja tasakaalusta **reaktsioonidele 1** ning **2** vastavad reaktsioonivõrrandid. (2)
 - Joonista alkoholi **A** ning selle nitraatetri **B** graafilised struktuurivalemid. (2)
- Ühend **B** toimib väikestes kogustes ka südamelihaste veresooni laiendava ravimina, mistõttu leiab aine laialdast kasutust meditsiinis. 250 cm^3 meditsiinilist 5%-list dekstroosi vesilahust sisaldab 50 mg toimeainet **B**.
- Arvuta vajalik lahuse voolukiirus tilgutis ($\text{cm}^3 \text{ h}^{-1}$), et edastada patsiendile $20 \mu\text{g min}^{-1}$ toimeainet **B**. (2)

5. Mitmekülgne ravim (10 p)

Antidepressant bupropioon on selektiivne dopamiini ja noradrenaliini tagasihaarde inhibiitor, mis suurendab ajus vastavate virgatsainete kontsentratsiooni. Ravim on eeskätt näidustatud depressiivsete ning bipolaarsete meeleoluhäirete raviks, kuid seda kasutatakse meditsiinis ka nikotiinisõltuvusest tulenevate võõrutusnähtude leevendamiseks. Bupropioonvesinikkloriidi (**F**) viieetapiline sünteesiskeem benseenist (C_6H_6) on järgmine:



- Joonista ainetele **A–E** vastavad graafilised struktuurivalemid. (5)
- Reagendid **X** ($M = 133,3 \text{ g mol}^{-1}$) ja **Y** ($M = 162,2 \text{ g mol}^{-1}$) on kolmevalentsed metallihalogeniidid, mis katalüüsivad vastavalt sünteesi esimest ning teist etappi.
- Kirjuta **X**, **Y** ja **Z** valemid. (3)
- Sünteesi läbiviimist alustati $14,25 \text{ cm}^3$ benseeniga ($\rho = 0,877 \text{ g cm}^{-3}$). Esimese etapi saagiseks saadi 95% ning teisel etapil 90%.
- Arvuta, mitu grammi *m*-kloropropiofenooni sünteesiti. (2)