

Tallinna XVI koolinoorte keemiaolümpiaadi koolivoor

2015 / 2016 õ.a

14. detsembril 2015 kell 12.00 – 15.00

12. KLASS

Enne töö alustamist joonistage puhtandi tiitellehele järgnev tabel ning täitke nimede ja kooli lahtrid.

12. klass		I	II	III	IV	Σ
Õpilase nimi						
Õpetaja nimi						
KOOL						

Kasutada võib keemiliste elementide perioodilisussüsteemi tabelit, lahustuvustabelit ja kalkulaatorit.

1. (10p)

Kasutage ülesande lahendamisel esitatud „valemilehte“.

Näited soolade hüdrolüüsil kulgevatest reaktsioonidest ja vastavad hüdrolüüsi konstandid:

$$\text{PO}_4^{3-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-} + \text{OH}^- \quad K_b = \frac{[\text{OH}^-] \times [\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{PO}_4^{3-}]}$$
$$\text{Cr}^{3+} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cr}(\text{OH})^{2+} + \text{H}^+ \quad K_a = \frac{[\text{H}^+] \times [\text{Cr}(\text{OH})^{2+}]}{[\text{Cr}^{3+}]}$$

[osake] on märgitud vastava osakese molaarne kontsentratsioon* lahuses
pH arvutuste põhiseosed:

$$K_w = K_b \times K_a \quad K_w = [\text{OH}^-] \times [\text{H}^+] \quad \text{pH} = -\log[\text{H}^+] \quad K_w = 1 \times 10^{-14}$$

Kuivõrd hüdrolüüs toimub võrdlemisi väikeses ulatuses, võib arvutustes lähtuda lihtsustusest, et hüdrolüüsumata soola (iooni) kontsentratsioon on võrdne soola (vastavaiooni) üldkontsentratsiooniga.

*Täpsemalt aktiivne kontsentratsioon ehk aktiivsus, mis lugeda antud juhul võrdseks molaarse kontsentratsiooniga.

1. Soolade hüdrolüüsi uurimiseks valmistati viie soola 0,10 M lahused. Lahused valmistati viiest argielus kasutatavast soolast: alumiiniumsulfaat, kaaliumkloriid, naatriummetaanat, naatriumkarbonaat, tsinkkloriid.

Seejärel mõõdeti valmistatud lahuste pH-d.

Lahuse nr	Lahuse pH
1.	8,9
2.	7,0
3.	2,8
4.	9,7
5.	5,0

Kirjutage lahuse nr järele vastava aine valem (2,5) ning pH muutust põhjustava reaktsiooni võrrand (2).

2. Arvutage järgmiste lahuste pH-d:

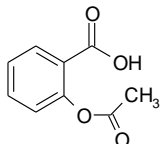
- i. 9,6 grammi väetisena kasutatavat ammooniumnitraati on lahustunud täpselt 1 liitris lahuses **(2)**,
 ii. pleegitava lahuseks kasutatakse naatriumhüpokloriti NaClO 6,0%-list lahust ($\rho=1,04 \text{ g/cm}^3$) **(3,5)**.

$$K_a[\text{NH}_4^+] = 5,6 \cdot 10^{-10}$$

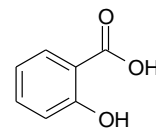
$$K_a[\text{HClO}] = 2,9 \cdot 10^{-8}$$

2. (10p)

Üheks tuntumaks ja enamkasutatavamaks palaviku alandajaks ja valuvaigistiks on



atsetüülsalitsüülhape ehk aspiriin, mis on tootmises juba alates 1899. aastast, kui selle registreeris patendina saksa keemiafirma *Bayer*.



Atsetüülsalitsüülhappe tootmise üheks lähteaineks on salitsüülhape, mis avastati pajukoos sisalduva glükosiidi salitsiini hüdroolüüsil tekkiva salitsüülalkoholi oksüdeerimisel.

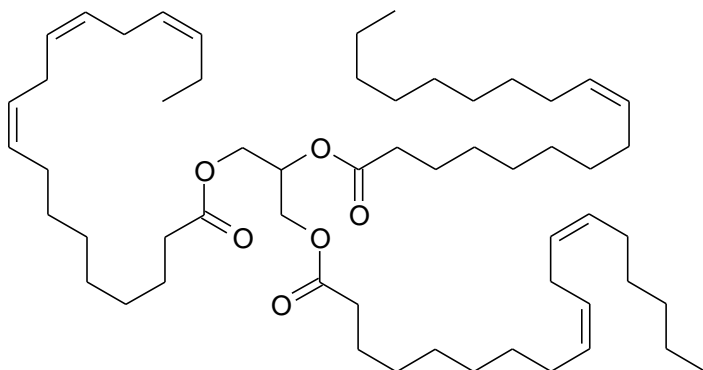
Keemiatööstuses saadakse salitsüülhapet süsinikdioksiidi toimel naatriumfenolaadisse (Kolbe–Schmitt'i reaktsioon) **(reaktsioon I)**. Algul tekkinud naatriumsalitsülaadi lõhustamisel happega saadakse vaba salitsüülhape **(reaktsioon II)**.

1897. aastal õnnestus saksa keemikul Felix Hoffmannil sünteesida atsetüülsalitsüülhappe salitsüülhappe ja äädikhappe anhüdrüidi vahelisel reaktsioonil **(reaktsioon III)**. Kui kasutada äädikhappe anhüdrüidi asemel äädikhapet **(reaktsioon IV)**, siis on reaktsioon aeglane ja ei kulge lõpuni.

- Kirjutage: i. salitsüülhappe **(0,5)**, ii. atsetüülsalitsüülhappe **(0,5)** ja iii. salitsüülalkoholi **(0,5)** nomenklatuursed nimetused.
- Kirjutage võrrandid reaktsioonide **I (1)**, **II (0,5)**, **III (1)** ja **IV (1)** kohta.
- Vaadelge atsetüülsalitsüülhappe tekke reaktsioone **III** ja **IV** ning selgitage, miks on atsetüülsalitsüülhappe moodustumise reaktsioon **IV** aeglane ja ei kulge lõpuni? **(0,5)**
- Kirjutage atsetüülsalitsüülhappe hüdroolüüsi võrrand. **(0,5)**
- Laboratoorse töö käigus valmistatud atsetüülsalitsüülhappe proovi analüüsil selgus, et proov sisaldas ainult 73% puhast atsetüülsalitsüülhapet. Peale kogu reaktsiooni produkti ümberkristallimist sisaldas produkt veel 10% lisandeid, kusjuures produkti mass oli vähenenud 30 grammi võrra. Mitu grammi ümberkristallimata atsetüülsalitsüülhapet saadi laboratoorse töö käigus? **(2)**
- Missugune aine võib kõrvalsaadusena tekkida aspiriini sünteesil? **(0,5)**
- Kirjutage reaktsioonivõrrand salitsüülhappe reageerimise kohta metanooliga **(1)** ja nimetage saadud produkt **(0,5)**.

3. (10p)

Linaõli tarvitatakse tihti toiduks ja kasutatakse rahvameditsiinis. Linaõli kasulikud omadused on tingitud linaõlil sisalduvatest asendamatu polüküllastamata *omega*-3 ja *omega*-6 rasvhapete jääkidest. Linaõlil sisalduva taimeõli **A** struktuurivalem on toodud joonisel:



1. Kirjutage rasva **A** brutovalem (**1**) ja arvutage tema molaarmass (**1**).
2. Linaõlil sisalduv rasv **A** koosneb linool-, linoleen- ja oleiinhappe jääkidest. Kirjutage linool- (**1**), linoleen- (**1**) ja oleiinhappe (**1**) struktuurivalemid.
3. Joodiarv näitab joodi massi grammides, mis liitub 100 grammile orgaanilisele ainele. Kirjutage reaktsioonivõrrand joodi liitumise kohta rasvale **A** (**1**) ja arvutage selle joodiarv (**1**).
4. Seebistamisarv arv näitab, mitu milligrammi kaaliumhüdroksiidi on vaja estrite seebistamiseks, mis sisalduvad 1 grammis uuritavas aines. Kirjutage rasva **A** seebistamisreaktsiooni võrrand (**1**) ja arvutage rasva **A** seebistamisarv (**1**).
5. On teada, et meestel vanuses 18-29 aastat kaaluga 75kg on ööpäevane energiavajadus 7657kJ. Mitu milliliitrit rasva **A** (linaõli, $\rho=0,930 \text{ g/cm}^3$) on vaja tarbida mehel, et katta päevane energiavajadus, kui on teada, et linaõli energeetiline väärtus on 3757kJ/100g? (**1**)

4. (10p)

Element **A** asub keemiliste elementide perioodilisussüsteemi tabeli IV perioodis. Element **A** on $3d^6$ element. Looduses võib teda leida läbipaistmatu kollaka mineraali **B** koostises (binaarne ühend), milles elemendi **A** massiprotsent on 46,667. Kreeka keelest tõlgituna on see *kivi, mis lööb välja tuld*. (Selle omaduse tõttu kasutati mineraali **B** vanaaegsetes kivilukuga tulirelvades).

Mineraali **B** põlemisel hapniku juuresolekul moodustub gaas, mis on ~ 2,2 korda raskem õhust. (Vesinik on õhust 14,5 korda kergem).

Mineraali **B** oksüdeerimisel kontsentreeritud lämmastikhappega moodustub pruunikaspunane gaas, element **A** aga muutub iooniks elektronkonfiguratsiooniga $3d^5$.

1. Määrake element **A**. (**1**)
2. Arvutage aine **B** molaarmass (**1**) ja joonistage tema struktuurivalem (**1**).
3. Mitu s-elektroni on binaarses ühendis **B**? (**1,5**)
4. Mitu d-elektroni on aines **B** sisalduva elemendi **A** ioonis? (**1**)
5. Kirjutage ja tasakaalustage keemilise reaktsiooni võrrand aine **B** reageerimise kohta kontsentreeritud lämmastikhappega. (**0,75 x 4=3**)
 - a. Mitu elektroni liidab oksüdeeriv element selle reaktsiooni käigus? (**0,5**)
 - b. Kirjutage redutseerivad elemendid selles redoksreaktsioonis. (**0,5 x 2=1**)