

--	--	--	--

2025/26. õa keemiaolümpiaadi lõppvoor  
9.–10. klass  
Vastustevihik

**Ülesanne 1. Vedelad soolad**

**(11 p)**

- a) Kirjuta **i)** Brønstedi happe ja **ii)** Brønstedi aluse keemilised valemid, mille reageerimisel tekib etüülammooniumnitraat. (1)

<b>i)</b>	<b>ii)</b>
-----------	------------

- b) Määra järgmiste elementide aatomite (keskmine) oksüdatsiooniaste vastavates anioonides ( $\text{BF}_4^-$ ,  $\text{PF}_6^-$ ,  $\text{NTf}_2^-$ ): **i)** boor, **ii)** fosfor, **iii)** lämmastik, **iv)** väävel. (1)

<b>i)</b>	<b>ii)</b>	<b>iii)</b>	<b>iv)</b>
-----------	------------	-------------	------------

- c) Määra järgmiste molekulide ja ionide geometria (elektronasetus): **i)**  $\text{BF}_3$ , **ii)**  $\text{BF}_4^-$ , **iii)**  $\text{PF}_5$ , **iv)**  $\text{PF}_6^-$ . (2)

<b>i)</b> $\text{BF}_3$	<b>ii)</b> $\text{BF}_4^-$
<b>iii)</b> $\text{PF}_5$	<b>iv)</b> $\text{PF}_6^-$

- d) Määra  $\text{NTf}_2^-$  anioonis lokaalsed VSEPR-valemid ( $\text{AX}_n\text{E}_m$ ) **i)** lämmastiku aatomi ja **ii)** sulfonüülrühma väävli aatomite jaoks. (1)

<b>i)</b>	<b>ii)</b>
-----------	------------

- e) Hinda, kuidas muutuvad (kahaneb, kasvab, ei muutu) süsivesinikahela R pikenemisel trendireas  $[\text{C}_2\text{MIm}]^+\text{X}^- \rightarrow [\text{C}_4\text{MIm}]^+\text{X}^- \rightarrow [\text{C}_6\text{MIm}]^+\text{X}^-$  vastava ionvedeliku **i)** hüdrofiilsus, **ii)** hüdrofoobsus, **iii)** tihedus ning **iv)** elektrijuhtivus. Tee ristike sobivasse lahtrisse. (1)

	Hüdrofiilsus	Hüdrofoobsus	Tihedus	Elektrijuhtivus
Kahaneb				
Kasvab				
Ei muutu				

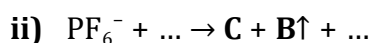
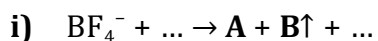
--	--	--	--

f) Hinda, kuidas muutuvad (kahaneb, kasvab, ei muutu) ioonvedelike viskoossus ja keemistemperatuur antud trendiridades. Tee ristike sobivasse lahtrisse. (1)



	Viskoossus			Keemistemperatuur		
	Kahaneb	Kasvab	Ei muutu	Kahaneb	Kasvab	Ei muutu
i)						
ii)						

g) Kirjuta ja tasakaalusta i)  $BF_4^-$  ning ii)  $PF_6^-$  täielike hüdrolüüsireaktsioonide võrrandid. Ühendid A ja C on triprotoonsed happed. (2)



h) Joonista punktis g) tekkivate hapete i) A ja ii) C Lewisi struktuurivalemid. (2)

A	C
---	---

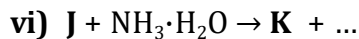
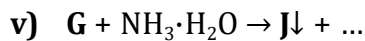
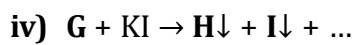
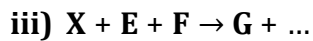
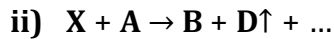
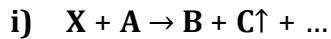
--	--	--	--

## Ülesanne 2. Värvikad reaktsioonid

(10 p)

a) Kirjuta ja tasakaalusta järgmised reaktsioonivõrrandid.

(6)



b) Joonista järgmised struktuurid:

(2)

i) *trans*- $Y^{y+}$  struktuur;ii) **kaks** võimalikku  $Z^{z-}$  struktuuri, milles ligandid paiknevad tsentraalse metalliiooni ümber erineval viisil;iii) lihtsaima võimaliku mitmetuumalise kompleksaniooni struktuur, mille massiprotsendiline elementkoostis on sama kui kompleksanioonil  $Z^{z-}$ , kuid milles metalliaatomite ümber paiknevad ligandid kolmnurkse bipüramidaalse asetusega.

i)

Jätkub järgmisel leheküljel.

--	--	--	--

<b>ii)</b>	
------------	--

<b>iii)</b>
-------------

- c) Kirjuta **i)** soolas **B** ja **G** sisalduva katiooni elektronvalem ja **ii)** soolas **H** sisalduva katiooni elektronvalem. (1)

<b>i)</b>
-----------

<b>ii)</b>
------------

- iii)** Põhjenda, miks sool **H** on värvitu (valge), kuid soolad **B** ja **G** värvilised. (1)

--

--	--	--	--

**Ülesanne 3. Mono- ja diprotoonsed happed****(10 p)**

- a) Arvuta hapete **i)**  $HA_1$  ja **ii)**  $HA_2$  kontsentratsioon ( $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ )  $100\text{ cm}^3$  algses vesilahuses. Kasuta arvutuste läbiviimiseks laengubilansi lihtsustatud avaldist  $[H^+] = [A_1^-] + [A_2^-]$ . (3)

$$[HA_1] = \dots\dots\dots \text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$$

$$[HA_2] = \dots\dots\dots \text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$$

--	--	--	--

- b)** Arvuta sellise vesilahuse pH, mis sisaldab  $6,00 \cdot 10^{-2}$  M  $\text{NaA}_1$  ja  $4,00 \cdot 10^{-2}$  M  $\text{NaA}_2$  naatriumisoolasid. Kasuta arvutuste läbiviimiseks laengubilansi lihtsustatud avaldist  $[\text{OH}^-] = [\text{HA}_1] + [\text{HA}_2]$ . Vee ionkorrutis  $K_w = K_a \cdot K_b = 1,0 \cdot 10^{-14}$ . (3)

pH = .....



c) Määra arvutustega  $H_2X$  molaarmass ( $g \cdot mol^{-1}$ ). (1,5)

$M_{\text{hape}} = \dots\dots\dots g \cdot mol^{-1}$

d) Määra arvutustega  $H_2X$  summaarne molekulivalem. (2)

**Vastus:** .....

e) Joonista happeaniooni  $X^{2-}$  tasapinnaline struktuurivalem. (0,5)

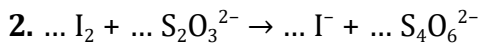
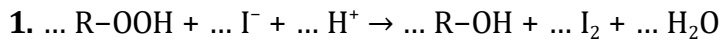


### Ülesanne 4. Peroksiidarvu määramine

(9 p)

a) Tasakaalusta **reaktsioonide 1–2** võrrandid.

(1)



b) Eksperimendi jaoks valmistati 100 g 60% jää-äädikhappe ja 40% kloroformi lahust (massi järgi  $w/w\%$ ). Toatemperatuuril on jää-äädikhappe lahuse tihedus  $1,05 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$  ja kloroformi lahuse tihedus  $1,48 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ . Arvuta, mitu  $\text{cm}^3$  kloroformi ja jää-äädikhapet lahuse valmistamiseks mõõdeti.

(1)

$$V(\text{CHCl}_3) = \dots \text{cm}^3$$

$$V(\text{CH}_3\text{COOH}) = \dots \text{cm}^3$$

c) Määra graafiku abil tiitrimise lõpp-punkti asukoht  $\pm 0,1 \text{ cm}^3$  täpsusega.

(1)

$$\text{Vastus: } \dots \text{cm}^3$$

d) Arvuta, mitu mooli vaba joodi tekib proovi komponentide reageerimisel KI lahusega.

(1)

$$n(\text{I}_2) = \dots \text{mol}$$

--	--	--	--

- e) Järgnevalt näidatud oleiinhappe lagunemisel tekkinud peroksiidühend ning sellest **reaktsioonis 1** moodustunud alkohol. Joonista algse rasvhappe (oleiinhappe ehk (9Z)-oktadetseenhappe) struktuurivalem, millest peroksiidühend tekkinud on. (0,5)

- f) i) Arvuta algse rasvhappe proovi peroksiidiarvu väärtus ( $\text{mekv}\cdot\text{kg}^{-1}$ ). (1)

**Vastus:** .....  $\text{mekv}\cdot\text{kg}^{-1}$

- ii) Peroksiidiarvu piirväärtus on  $10 \text{ mekv}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Alla piirväärtuse on õli kasutuskõlbulik, piirväärtusest kõrgemad tulemused näitavad, et proov on hakanud riknema. Põhjenda lühidalt, kas leitud analüüsi tulemustest saab järeldada, et antud proov on kasutuskõlbulik või mitte. (0,5)

- g) Tiitrimisreaktsiooni käigus toimub tiosulfaatioonide ( $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ) üleminek tetratioonideks ( $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ ). Joonista i)  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  ja ii)  $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$  Lewisi struktuurivalemid. Vihje:  $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$  anioon sisaldab kolme S–S sidet, kus kahe väevli aatomi oksüdatsiooniaste on 0. (2)

<p>i) <math>\text{S}_2\text{O}_3^{2-}</math></p>	<p>ii) <math>\text{S}_4\text{O}_6^{2-}</math></p>
--------------------------------------------------	---------------------------------------------------

- h) Juhul, kui antud eksperimendi läbiviimiseks ei saa kasutada automaattitraatorit, siis kas selle asemel saaks kasutada tavapärasest indikaatoriga tiitrimist? Kui jah, milline järgnevatest ühenditest võiks antud reaktsioonide läbiviimisel sobida lõpp-punkti asukoha määramiseks: tärklis, broomkresoolroheline, fenoolftaleiin või EDTA (etüleendiamiintetraädikhape)? (1)

--	--	--	--

**Ülesanne 5. Kiire segadus****(9 p)****a) i)** Kirjuta ja tasakaalusta **reaktsiooni 1** võrrand.**(1)**

--

**ii)** Aita Laural täita tabel. Kirjuta “+” õigesse lahtrisse sõltuvalt sellest, kas mainitud tegur tõstab, vähendab või ei mõjuta reaktsiooni kiirust. **(2,5)**

<b>Tegur</b>	<b>Kiirus kasvab</b>	<b>Kiirus ei muutu</b>	<b>Kiirus kahaneb</b>
Temperatuuri tõstmine			
Suurema ruumalaga anuma kasutamine			
Hapniku lisamine			
Katalüsaatori lisamine			
Lämmastiku lisamine			

**b) i)** Määra **reaktsiooni 1** järk.**(1)**

<b>Vastus:</b> .....
----------------------

**ii)** Kirjuta **reaktsiooni 1** kineetiline võrrand.**(1)**

--



c) i) Kirjuta ja tasakaalusta **reaktsiooni 2** võrrand. (1)

ii) Määra **X**-i algkontsentratsioon  $c_0$  ( $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) ja reaktsiooni kiiruskonstant  $k$ . (1,5)

$c_0 = \dots\dots\dots \text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$        $k = \dots\dots\dots$

d) Määra graafiku abil **reaktsiooni 2** poolestusaeg (s). (1)

$\tau = \dots\dots\dots \text{S}$

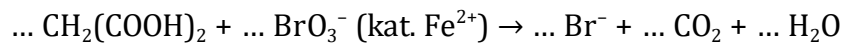
--	--	--	--

### Ülesanne 6. Iseorganiseeruv lahus

(11 p)

a) Tasakaalusta Belousov-Žabotinski reaktsiooni üldvõrrand.







(1)



--

b) Vali, millised ohupiktogrammide (A–F) *ei kehti* broomi kohta.

(1)

					
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>

c) Lõpeta ja tasakaalusta **reaktsioonide 1–6** võrrandid.

(6)

1.
2.
3.
4.
5.
6.

--	--	--	--

- d)** Kirjuta lühidalt, **i)** milline reagent ja **ii)** miks põhjustab konvektsioonimustrite värvimuutust (oranžikaspunane  $\rightleftharpoons$  sinine). (1)

- e)** Keeduklaasi mõõdeti  $70,0 \text{ cm}^3$  destilleeritud vett ning selles lahustati  $5,50 \text{ g KBrO}_3$ . Arvuta, mitu grammi broomi tekib  $6,0 \text{ cm}^3$  sellest lahusest eeldusel, et kogu bromaat muudetakse broomiks. (2)

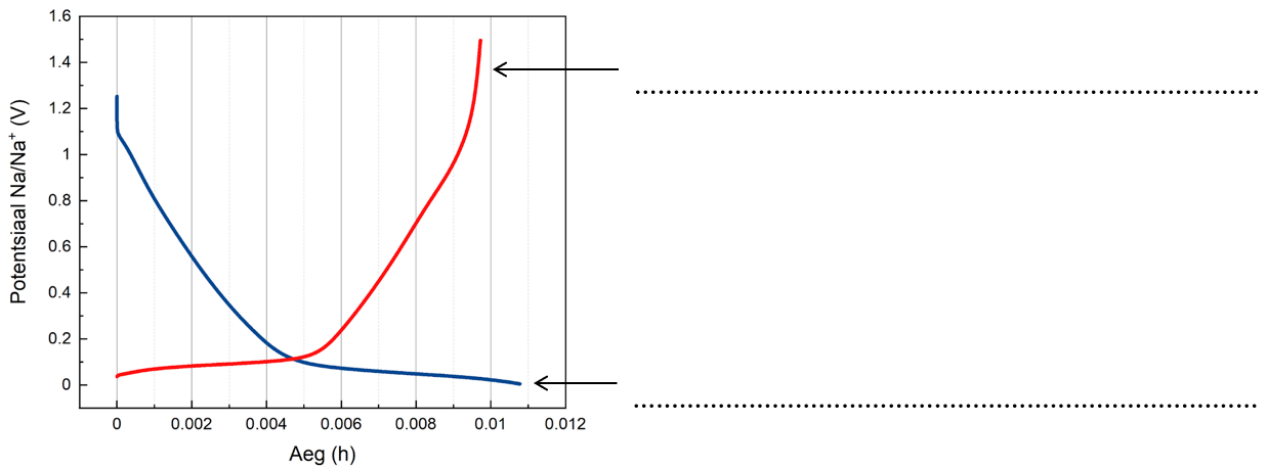
$m_{\text{broom}} = \dots\dots\dots \text{ g}$

--	--	--	--

**Ülesanne 7. Naatriumioonaku anoodreaktsiooni uurimine**

**(9 p)**

**a)** Märki graafikule vastava potentsiaaliprofiili juurde süsinikmaterjalis toimuva reaktsiooni võrrand. (1)



**b)** Keemilise vooluallika mahutavus  $Q$  on füüsikaline suurus, mis näitab, kui suure elektrihulka vooluallikas nimipingel salvestab. Seda saab arvutada, korrutades voolutugevuse elektrihulga salvestamiseks kulunud ajaga. Arvuta aku mahutavus (mAh) täislaadimise lõpus, kui testi käigus hoitakse voolutugevust konstantselt 25 mA. (1)

$Q = \dots\dots\dots$  mAh

**c)** Katse läbiviimisel kasutati anoodil elektroodi, mis koosnes 75% ebakorrapärase struktuuriga süsinikust, 15% juhtivuslisandist ja 10% sideainest. Elektroodi kogumass oli 13,5 mg, millest 8,5 mg moodustas alumiiniumist voolukollektor. Arvuta, milline oleks ebakorrapärase süsiniku mahutavus ühe grammi süsiniku kohta (mAh/g). (2)

$Q = \dots\dots\dots$  mAh/g

--	--	--	--

- d)** Elektrilaengu  $q$  mõõtühik 1 kulon (C) on elektrilaeng, mis läbib juhi ristlõiget voolutugevusel 1 amper (A) ühe sekundi jooksul:  $1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s}$ . Ühele kulonile vastab  $1/1,602176634 \cdot 10^{-19}$  elektroni. Arvuta anoodreaktsioonis  $y$  väärtus, kui  $n = 12$ . Elektroni mass  $m = 9,10938356 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ , elektroni molaarmass  $M = 5,49 \cdot 10^{-7} \text{ g/mol}$ . (5)

$y = \dots\dots\dots$

--	--	--	--

**Ülesanne 8. Kodune bensiili süntees****(10 p)**

- a) Joonista ainete **A** ja **B** struktuurvalemid. Aine **A** on aldehüd (sisaldab  $-C(=O)H$  rühma) ning aines **B** on ainult üks süsinik, mille küljes on neli teist aatomit. (2)

<b>A</b>	<b>B</b>
----------	----------

- b) Kirjuta **Kat 1** ja **Kat 2** keemilised valemid. (2)

<b>Kat 1</b>	<b>Kat 2</b>
--------------	--------------

- c) Lõpeta lause: "Bensiil on ..... ." (0,5)

- d) Pärast 10 minutit mikrolaineahjust soojendamist võeti väike proov reaktsioonisegust ning lahustati orgaanilises lahustis. Tilk saadud lahustit kanti TLC plaadile. Pärast lahusti aurustamist tekkisid kaks laik  $R_{f1} = 0,26$  ja  $R_{f2} = 0,52$ . Määra, kumb laik ( $R_{f1}$  ja  $R_{f2}$ ) kuulub bensiilile, kumb ainele **B**. (1)

Bensiil	<b>B</b>
---------	----------

- e) Arvuta, kui suur osa (%) ühendist **A** saadi veest kätte. (2,5)

--

Jät kub järgmisel leheküljel.

--	--	--	--

**Vastus:** ..... %

- f) Arvuta ekstraheerimiseks kuluva benseeni ruumala (ml), et saaks ühe korraga sama suure osa ühendist **A** kätte kui saab 5 korraga 3 ml benseeniga ekstraheerimisel. (2)

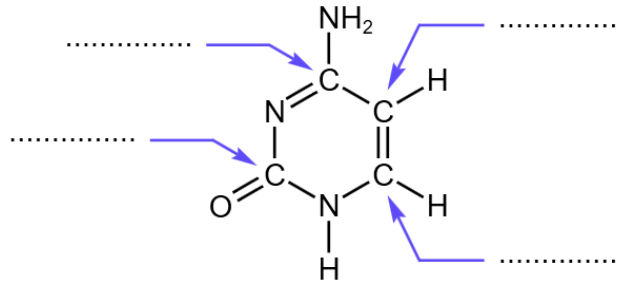
$V_{\text{benseen}} = \dots \text{ ml}$

--	--	--	--

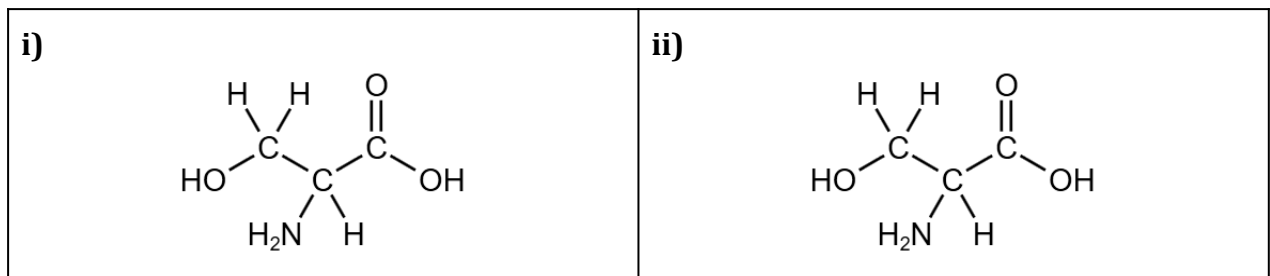
### Ülesanne 9. Prebiootiline keemia

(11 p)

a) Määra joonisel kujutatud tsütosiini struktuuris iga süsiniku aatomi oksüdatsiooniaste. (1)



b) Ringita seriini molekulis funktsionaalrühm, mis käitub vesilahusesse **i)** vesinikioonide lisamisel Brønstedti alusena ja **ii)** hüdroksiidioonide lisamisel Brønstedti happena. (0,5)



c) Tuvasta ühendid **A–O**. Täida tabelis tähistustele vastavad lahtrid sobivate ühendite numbritega (1–15). Iga ühendit saab kasutada ainult ühe korra! (7,5)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O

d) Lõpeta skeemil toodud struktuuriisomeeride tasapinnalised struktuurivalemid. Vesiniku aatomid on iga struktuuri puhul antud. Ära unusta märkida aatomitele formaalseid laenguid, kus vaja. *Vihje: fulmiinhappe molekul sisaldab C–H sidet.* (2)

