

Tallinna XXVI koolinoorte keemiaolümpiaadi koolivoor

2025.–2026. õa

9. detsembril 2025 kell 12.00–15.00

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

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

Kasutada võib keemiliste elementide perioodilisussüsteemi tabelit, lahustuvustabelit ja kalkulaatorit.

1. ÜLESANNE (10 punkti)

Kemikaalide vale kasutamise tõttu võib kergesti sattuda haiglasse. Ometi on ka haiglates kasutusel palju erinevaid keemilisi ühendeid.

Keemiatehase laborandil juhtus õnnetus: ta pillas raske 1,2-dikloroeteeni sisaldava pudeli endale jalale ning sai tugeva mürgistuse, mis viis ta haiglasse.

1. Kujutage 1,2-dikloroeteeni geomeetriliste isomeeride struktuurivalemid ja nimetage need. (2)

Mürgistusest toibunud laborandil avastati jalalabas murd, mida tuli enne lahastamist opereerida. Selleks viidi laborant anesteetikumi kasutades narkoosi alla. Dietüületrit kasutati haiglates anesteetikumina 1846. aastast.

2. Kujutage dietüüleetri funktsiooniisomeeri struktuurivalem. (0,5)

3. Kumb ühenditest lahustub vees paremini, kas dietüüleeter või kujutatud isomeer? Põhjendage. (1)

Üheks dietüüleetri tootmise viisiks on Williamsoni eetrisüntees. Selleks sünteesiks on kaks võimalust:

1) naatriumi reageerimisel etanooliga saadud suurema molaarmassiga ühendi reageerimine bromoetaaniga;

2) etanooli reageerimine bromoetaaniga.

4. Koostage mõlema kirjeldatud reaktsiooni võrrandid. (1)

5. Kas dietüüleetri saamiseks oleks mõttekam kasutada alkoholi või alkoholaati? Miks? (Vihje: mõelge (osa)laengutele.) (1)

Bromoetaani reageerimisel ammoniaagiga saadakse amiinide segu: moodustuvad etüülamiin, dietüülamiin ja trietüülamiin eri vahekordades.

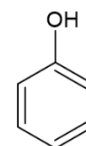
6. Kujutage ammoniaagi ja bromoetaani reageerimisel moodustuva **tertsiaarse** amiini struktuurivalem ning selle aine sellise ahelaisomeeri struktuurivalem, millel oleks kõige pikem süsinikahel. (1)

7. Kumb eelmise alapunkti ühenditest lahustuks vees paremini, kas tertsiaarne amiin või kujutatud isomeer? Põhjendage. (1)

1925. aastal hakati anesteetikumina kasutama ka tsüklopropaani.

8. Kirjutage tsüklopropaani molekulivalem (brutovalem). Selgitage, kas tsüklopropaan on propaani isomeer. (1)

Meditsiinis kasutatakse mitmeid hüdroksüülrühma sisaldavaid aineid: nt etanooli desinfitseerimisvahendite koostises, fenooli (joonis) aga vaktsiinides säilitusainena.



9. Ühesugustesse keeduklaasidesse valati samal ajal välja võrdsetes kogustes etanooli ja fenooli. Kumba lõhna tunneks haiglas töötav laborant töölaua juurde astudes enne, kas etanooli või fenooli oma? Põhjendage. (0,5)

Desinfitseerimisvahendites kasutatakse sageli etanooli ja 2-hüdroksüpropani segu.

10. Kujutage 2-hüdroksüpropani asendiisomeeri struktuurivalem. Kumba ühendi keemistemperatuur on kõrgem, kas 2-hüdroksüpropani või kujutatud isomeeri oma? (1)

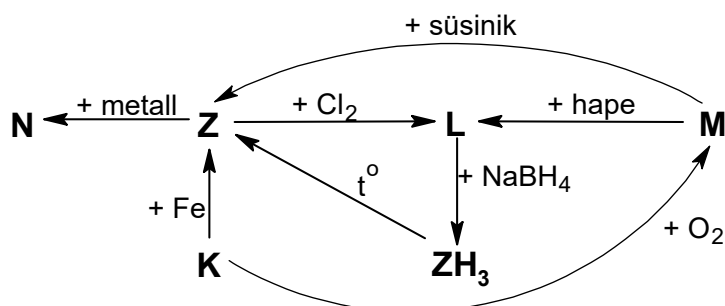
2. ÜLESANNE (10 punkti)

VIA rühma keemilist elementi **X** leidub looduses nii atmosfääris, maakoores, hüdrosfääris kui ka organismides. Atmosfääris on teda vähesel määral näiteks ainete **A** ja **B** koostises. Ained **A** ja **B** on toatemperatuuril gaasilised; ebameeldiva lõhnaga aines **A** on vastava keemilise elemendi **X** o.a minimaalne ning oksüdi **B** molaarmass on 64 g/mol. Maakoores leidub keemilist elementi **X** näiteks ainete **C**, **D** ja **E** koostises. Veep praktiliselt lahustumatus aines **C** on keemilise elemendi **X** o.a maksimaalne ning vastavat mineraali nimetatakse barüüdiks. Aine **C** moodustub ka baariumhüdroksiidi reageerimisel keemilist elementi **X** sisaldava tugeva happega. Aine **D** esineb mineraalina galeniit, milles molaarmass on 239 g/mol. Aine **E** on lihtaine. Ainet **F**, mis moodustub aine **B** juhtimisel naatriumhüdroksiidi lahusesse, kasutatakse mh tselluloosi- ja paberitööstuses ning antioksidandi ja säilitusainena. Merevees leidub keemilist elementi **X** peamiselt ioonidena **G** ning organismides biomolekulide **H** koostises.

1. Kirjutage ainete **A–F** nimetused. (3)

2. Kirjutage ioonide **G** nimetus ning biomolekulide rühma **H** nimetus. (1)

Keemiline element **Z** on looduses üsna vähelevinud ning seda leidub peamiselt sulfiidi **K** koostises, mis sisaldab massi järgi 71,7% keemilist elementi **Z**. Keemilise elemendi **Z** vesinikuühendi valem avaldub kujul ZH_3 – see aine sisaldab massi järgi 2,42% vesinikku ning laguneb soojendamisel lihtaineteks. Keemilisele elemendile **Z** vastav lihtaine reageerib gaasilise klooriga moolsuhtes 2:3, moodustades aine **L**. Ainet **L** kasutatakse A-vitamiini ja sellega sarnaste ühendite sisalduse kolorimeetriliseks määramiseks Carr-Price'i testiga. Aine **N** sisaldab massi järgi 85,4% elementi **Z**. Skeemil on kujutatud mõned seosed nende ainete vahel. Soovitus: kasutage arvutustes keemiliste elementide aatommasse vähemalt nelja tüvenumbri täpsusega.



3. Tuvastage arvutuste teel keemiline element **Z**. Näidake arvutused. (1)

4. Tuvastage arvutuste teel ainete **K** ja **N** valemid. Näidake arvutused. (2)

5. Koostage ja tasakaalustage järgmiste keemiliste reaktsioonide võrrandid. (3)

1) $Z \rightarrow L$ (ühinemisreaktsioon)

4) $K \rightarrow Z$ (asendusreaktsioon)

2) $M \rightarrow L$

5) $K \rightarrow M$ (moodustub 2 oksüdi)

3) $M \rightarrow Z$

6) $L \rightarrow ZH_3$ (3 saadust)

3. ÜLESANNE (10 punkti)

ESIMENE OSA

Tähtedega **A–E** tähistatud anumates on järgmiste ainete 0,030 M lahused.

Tähis	A	B	C	D	E
Aine valem	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	K_2CO_3	HNO_3	$\text{Ba}(\text{OH})_2$	NH_4Cl

$$K_a(\text{propaanhape}) = 1,3 \cdot 10^{-5}$$

$$K_b(\text{CO}_3^{2-}) = 2,1 \cdot 10^{-4}$$

$$K_w = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

$$K_a = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

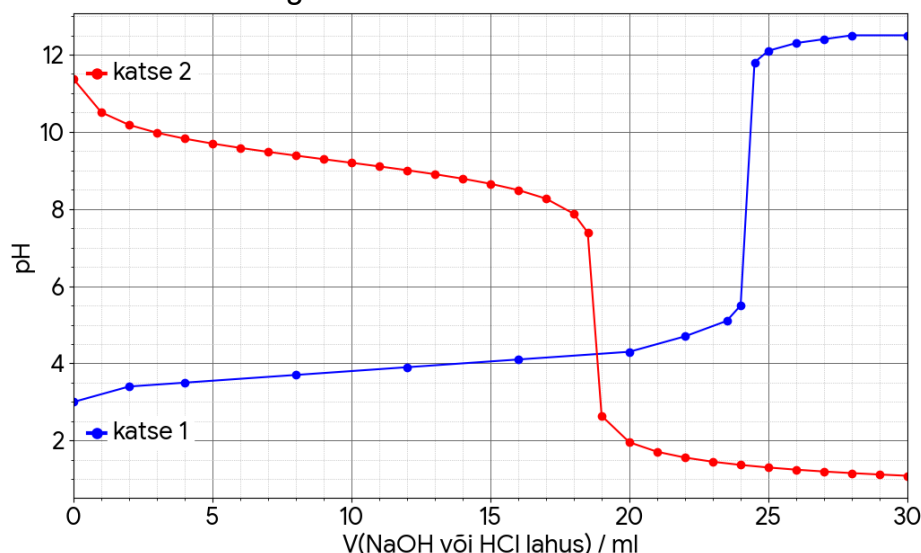
$$K_b = \frac{[\text{BH}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{B}]}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

- Järjestage lahused **A–E** pH kasvu järjekorras, kasutades vastavaid tähiseid. (1)
- Mitu grammi baariumhüdroksiidi on täpselt 1 liitris 0,030 M $\text{Ba}(\text{OH})_2$ lahuses?(1)
- Arvutage järgmiste ainete 0,030 M lahuste pH-d. Näidake vastavad arvutused.(5)
 - $\text{Ba}(\text{OH})_2$
 - $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
 - K_2CO_3

TEINE OSA

Katsetes 1 ja 2 lisati 25 ml nõrga happe või nõrga aluse lahusele vastavalt NaOH või HCl lahust. Diagrammil on kujutatud reaktsioonisegu pH muutumine vastavalt lisatud NaOH või HCl lahuse kogusele.



- Kummas katses neutraliseeriti nõrka alust?

Arvutage nõrga aluse lahuse algne kontsentratsioon, kui neutraliseerimiseks kasutati soolhappe 0,400 M lahust ja ained reageerivad moolsuhtes 1:1. (1)
- Kummas katses neutraliseeriti nõrka üheprootonilist hapet?

Mitu ml NaOH lahust kulus selleks, et neutraliseerida pool lahuses olnud üheprootonilisest hapest? Arvutage nende andmete põhjal selle nõrga happe dissotsiatsioonikonstant ja tuvastage see hape järgmiste hulgast. (2)

Hape	hüpokloorishape	äädikhape	bensoehape	piimhape	lämmastikushape
K_a	$3,5 \cdot 10^{-8}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$6,4 \cdot 10^{-5}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$4,0 \cdot 10^{-4}$

4. ÜLESANNE (10 punkti)

Luude fikseerimiseks ja hammaste asendamiseks kasutatakse implantaate, kus kulumiskindlust suurendavad nt siirdemetallid. Ühe sellise siirdemetalli aatomi elektronvalem on $[\text{Kr}]5s^14d^5$. Teisel, implantaatides kasutataval metallil, leidub looduses neli isotoopi. Hinnatakse, et selle ühte 53 nukleoniga (tuumaosakesega) isotoopi leidub kõikidest püsivatest selle keemilise elemendi isotoopidest ca 9,5%. Mõlema kirjeldatud keemilise elemendi aatomil on omavahel võrdne nii väliskihi elektronide arv kui ka eelviimase kihi elektronide arv.

1. Kirjutage mõlema kirjeldatud keemilise elemendi nimetused. (1)
2. Kirjutage neid metalle iseloomustava kahe viimase alakihi elektronvalemi üldkuju (nt: IIIA rühma aatomite väliskihi elektronvalemi üldkuju on ns^2np^1). (0,5)
3. Mille poolest erineb kahe kirjeldatud siirdemetalli aatomi elektronide paigutus orbitaalidel enamiku teiste siirdemetallide omast? (0,5)

Implantaatides võib kasutada titaani, mida toodetakse näiteks ilmeniidist (FeTiO_3). Titaani saamine toimub kahes etapis. Esimeses tuleb ilmeniiti kuumutada puhta kloori ja süsinikuga. Reaktsiooni saadusteks on kaks kloriidi ja üks mittemetallioksiid (mittemetalli o.a II). Kloriidides on ühe metalli o.a sama, mis ilmeniidis, ning teine on rohkem oksüdeerunud.

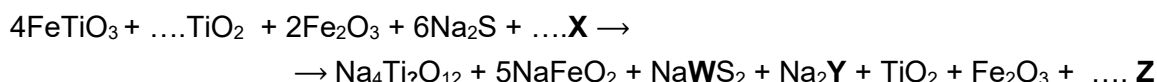
4. Kirjutage ja tasakaalustage kirjeldatud reaktsiooni võrrand. (1)
5. Koostage selle keemilise reaktsiooni redutseerumisprotsessi elektronide üleminekuvõrrand! (0,5)

Teises etapis võetakse implantaadi tootmiseks vajaliku metalli kloriid ja see redutseeritakse täielikult Krolli protsessis magneesiumiga temperatuuril 800–900 °C argooni atmosfääris.

6. Koostage kirjeldatud reaktsiooni tasakaalustatud võrrand. (0,5)

Titaani saab ilmeniidist mitmel eri viisil. Ühes teadusartiklis on kirjeldatud allolevat reaktsioonivõrrandit, mis on osa titaani tootmisprotsessist.

7. Täiendage antud vihjete põhjal järgnevat reaktsioonivõrrandit, lisades puuduvad kordajad, indeksid ja sümbolid. (2)



Vihjed: **X** - lihtaine; **Y** - liitanioon, mida saab kasutada baariumioonide määramiseks; **W** – osakese o.a on III; **Z** - redutseerijast tekkinud saadusaine, mis on ühtlasi väävelhappe "anhüdriidiks"; **?** - indeks.

Titaani saadakse ka kaaliumheksafluorotitanaat(IV) elektrolüüsil.

8. Kirjutage kaaliumheksafluorotitanaat(IV) valem. (0,5)
9. Kirjutage selle aine elektrolüüsil katoodil kulgeva redutseerumise võrrand. (0,5)

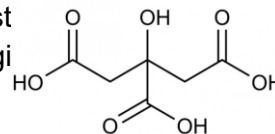
Titaan on madalatel kontsentratsioonidel hapete ja leeliste lahuste suhtes suhteliselt püsiv. Kuningveega $[\text{HNO}_{3(\text{konts})}]$ ja $\text{HCl}_{(\text{konts})}$ segu 1:3] reageerib juba toatemperatuuril.

10. Lõpetage ja tasakaalustage järgnev ioonvõrrand titaani ja kungivee reaktsioonist:



Implantaate võib valmistada ka koobalti sulamitest, mis moodustab kompleksühendeid. Antimikroobse aine komponendiks võib olla roosa tetraammooniumdiitsitratokobaltaat(II).

11. Kirjutage selle ühendi valem. Tsitraatanioon tuleneb sidrunhapest (vt joonis). Kompleksühendis on tsitraatioon loovutanud kõigi karboksüülrühmade vesinikud. (0,5)



Analüütilises keemias kasutatakse kollast Fischeri soola, mille nimetus on kaaliumheksanitrokobaltaat(III).

12. Kirjutage selle soola valem ja vastava aniooni tasapinnaline struktuurivalem. (1)