

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.

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

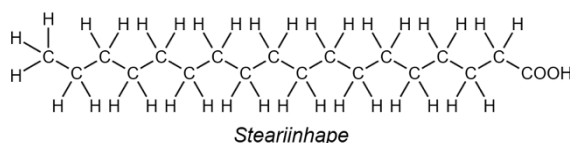
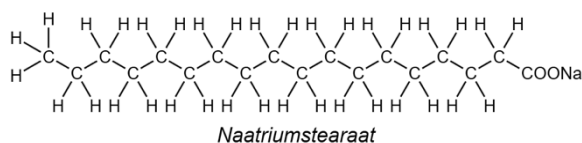
Kasutada võib keemiliste elementide perioodilisussüsteemi tabelit, lahustuvustabelit ja kalkulaatorit.

1. ÜLESANNE (10 punkti)

Klassikalised seebid kujutavad endast rasvhapete naatriumi- ja kaaliumisooli. Karedas vees seebi pesemisvõime väheneb, sest seep reageerib vees olevate kaltsium- ja magneesiumioonidega.

1. Millisel järgnevatest ioonidest (Na^+ , Mg^{2+} , K^+ , Ca^{2+}) on suurim raadius? (0,5)
2. Milline eelmise alapunkti ioonidest hüdraatub ehk seostub vee molekulidega kõige tugevamini? Põhjendage lühidalt enda vastust, pidades silmas iooni ja vee molekulide vahel esinevaid jõude! (1)
3. Kumb osake on väiksema raadiusega, kas kaltsiumi aatom või katioon? (0,5)
4. Koostage kaltsiumi **katiooni** elektronvalem ja ruutskeem. (1)
5. Tooge näide **1)** aatomist ja **2)** anioonist, millel on täpselt samasugune elektronkatte ehitus kui kaltsiumi katoonil. (1)

Naatriumstearaadi sulamistemperatuur on 250 °C, aga sellele vastava rasvhappe steariinhappe sulamistemperatuur 69 °C. Joonisel on kujutatud naatriumstearaadi ja steariinhappe struktuurivalemid.



6. Selgita lühidalt, miks naatriumstearaadil on kõrgem sulamistemperatuur kui steariinhappel. (1)

Seebi valmistamise kõrvalproduktiks on molekulaarne aine **A**, mis koosneb ainult süsiniku, vesiniku ja hapniku aatomitest ja sisaldab hüdroksüülrühmasid. Aines **A** on kõikide süsiniku aatomite oksüdatsiooniastmed kas 0 või -I.

7. Kirjutage aine **A** summaarne valem ja koostage selle struktuurivalem, kui aine molaarmass on 92 g/mol. (2)
8. Mis tüüpi keemilised sidemed on aines **A**? (0,5)

9. Mitu elektroni osaleb aine **A** molekulis kõigi keemiliste sidemete moodustamisel kokku? (1)
10. Millised sidemed või vastastiktoimed esinevad aine **A** molekulide vahel? (0,5)
11. Selgitage nende sidemete või vastastiktoimete mõju aine **A** keemistemperatuurile ja lahustuvusele vees. (1)

2. ÜLESANNE (10 punkti)

Kaaliumpermanganaat KMnO_4 on tugev oksüdeerija, mille lahused on iseloomuliku lillaka värvusega. Kaaliumpermanganaadi abil valmistatakse laboratoorselt kloori:



1. Mitu liitrit kloori (nt) on võimalik valmistada täpselt 1 moolist kaaliumpermanganaadist? (1)

Keemilises analüüsis kasutatakse kaaliumpermanganaati redutseerijate sisalduse määramiseks uuritavates proovides. Need keemilised analüüsid viiakse läbi happelises keskkonnas väävelhappe juuresolekul.

2. Mitu grammi kaaliumpermanganaati on vaja kaaluda, et valmistada täpselt 2 liitrit 0,0200 M lahust? (1)
3. Keemilise analüüsi läbiviimiseks tuleb valmistada 500 ml väävelhappe lahust, mis sisaldab massi järgi 10,0% väävelhapet ja mille tihedus on $1,066 \text{ g/cm}^3$.
Mitu cm^3 väävelhappe 96%-list lahust (tihedusega 1836 kg/m^3) ja mitu cm^3 vett tuleb selleks omavahel segada? (Kontsentreeritud happe lahust tuleb lisada veele.) (3)

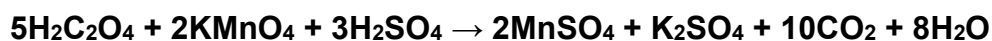
Eksperimentaalse töö käigus määrati vesinikperoksiidi H_2O_2 massiprotsendiline sisaldus desinfitseerimiseks kasutatavas lahuses. Selleks mõõdeti 12,0 ml vesinikperoksiidi sisaldavat desinfitseerimiseks kasutatavat lahust (tihedus $1,03 \text{ g/cm}^3$) ning see viidi kadudeta 250 ml ruumalaga mõõtekolbi. Seejärel lisati destilleeritud vett kolvil oleva 250 ml märgini ning saadud lahuse kontsentratsioon ühtlustati.

Mõõtekolvis valmistatud lahusest mõõdeti 10,0 ml proov. Proov hapestati H_2SO_4 lahusega ning pandi reageerima KMnO_4 lahusega. Proovis sisalduva H_2O_2 oksüdeerimiseks kulus 9,45 ml KMnO_4 0,0200 M lahust.



4. Arvutage vesinikperoksiidi massiprotsendiline sisaldus (algelt) analüüsiks võetud desinfitseerimiseks kasutatavas lahuses. (3)

Kaaliumpermanganaat oksüdeerib ka oblikhapet $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ja selle sooli oksalaate, nt $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$. Võrdsetest massiosadest oblikhapest ja naatriumoksalaadist valmistati segu, st kummagi aine massiprotsendiline sisaldus segus oli 50%. Mitu grammi sellist segu on võimalik oksüdeerida täpselt 1 mooli kaaliumpermanganaadiga? (2)



3. ÜLESANNE (10 punkti)

Baarium on keemiline element, mida võib liigitada mürgmetalliks, kuid ta omab igapäevaelus olulist rolli. Inimese organismis on baariumit ca 22 mg. Röntgenuuringutes kasutatakse hapetega mittereageerivat baariumsulfaati, kuid rotimürgis baariumkloriidi. On teada juhtum, kus meditsiinilistes uuringutes manustatud baariumsulfaat sisaldas teatud hulga baariumkarbonaati. Antud preparaat põhjustas inimesele mõne aja möödudes mürgistuse. Baariumkarbonaati kasutatakse glasuuride valmistamisel: selle kuumutamisel moodustuvad happeline ja aluseline oksiid. Baariumsulfiidi on kasutatud karvaeemalduskreemides, kus see reageerib karva valgulises struktuuris oleva sulfidse sillaga, mistõttu karv katkeb. Kreemi kasutamisel eraldub õhku iseloomulikku divesiniksulfiidi lõhna. Erilist lõhna eraldub ka baariumhüdrosiidoktahüdraadi ning ammooniumkloriidi reageerimisel. Samas saab sellest teha suurepärase demokatse, kus aluse segamisel ammooniumkloriidiga toimub tugevalt endotermiline reaktsioon.

1. Leidke igale kirjeldusele üks vastav aine sissejuhatuses mainitud Ba-ühendite hulgast, kusjuures iga ainet võib kasutada ainult üks kord. Kirjutage nende valemid. (1)

- 1) sool, mis tekib tugeva hapnikhappe ja lahustuva aluse reageerimisel;
- 2) vees lahustumatu sool, mis tekib leelise ja happelise oksiidi reageerimisel;
- 3) nõrga happe sool, mida ei ole võimalik saada kahe oksiidi reageerimisel;
- 4) sool, mis tekib aluselise oksiidi ja üheprootonilise happe reageerimisel.

2. Koostage eelneva teksti põhjal järgmised tasakaalustatud reaktsioonivõrrandid. (2)

- 1) baariumkarbonaat muutub rotimürgis kasutatavaks baariumiühendiks;
- 2) reaktsioonis 1) moodustunud mürgine ühend reageerib sobiva soolaga, et reaktsiooni üheks saaduseks oleks sool, mida võib kasutada röntgenoloogilisteks uuringuteks;
- 3) reaktsioon, mille toimumisel võib segu temperatuur langeda „miinuskraadidesse“ (reaktsioonivõrrandis võib kasutada aluse valemist kristallveeta);
- 4) glasuuri moodustumise reaktsioon.

Uurige baariumiühendite muundumiste skeemi ja vastake küsimustele.

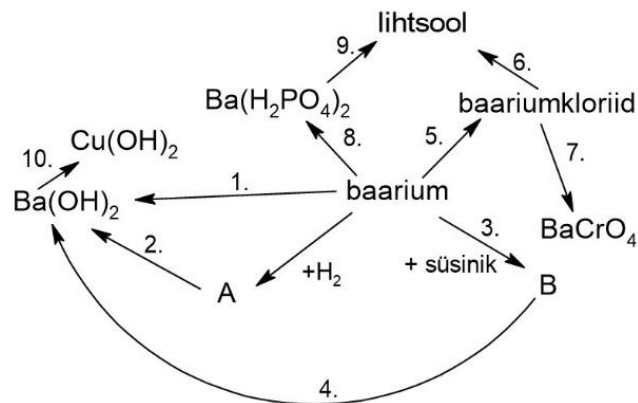
3. Kirjutage ühendite **A** ja **B** nimetused. (0,5)

4. Koostage reaktsioonide 1. –10. tasakaalustatud võrrandid. (5)

tasakaalustatud võrrandid.

Vihjed:

- ühend **A** reageerib neutraalse oksiidiga ($M = 18 \text{ g/mol}$);
- ühendis **B** on süsiniku o.a -I;
- reaktsioonis 4 on saaduseks ka küllastumata süsivesinik;
- baariumkromaat on vees lahustumatu sool;
- baariumdivesinikfosfaat on vees lahustuv sool;
- reaktsiooni 9 võib nimetada neutralisatsioonireaktsiooniks.

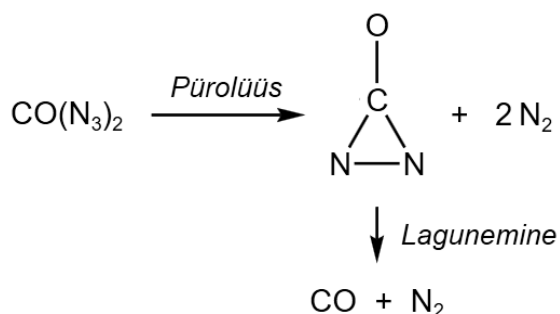


5. Baariumiühendid võivad reageerida erinevate oksiididega, millel on isesugused omadused. Otsustage, kas väide on tõene või väär! (1,5)

- 1) Aluseline oksiid (nt BaO) reageerib hapetega, moodustades soola ja vee.
- 2) Amfoteerne oksiid (nt Al_2O_3) reageerib hästi veega, soolaga reageerides saadakse sade.
- 3) Neutraalne oksiid (nt CO) ei reageeri ei hapete ega alustega.
- 4) Happeline oksiid (nt SO_3) reageerib alusega, moodustades soola ja vee.
- 5) Amfoteerne oksiid (nt ZnO) on normaaltingimustel alati gaasiline aine.
- 6) Happelised oksiidid võivad olla nii mittemetalli (nt N_2O_5) kui ka metallioksiidid (nt CrO_3).

4. ÜLESANNE (10 punkti)

Karbonüüldiasiid $\text{CO}(\text{N}_3)_2$ on plahvatusohtlik aine, mille pürolüüsil tekib tsükliline diasirinoon ja lämmastik. Diasirinoon on samuti ebastabiilne gaasiline ühend, mis laguneb vingugaasiks ning lämmastikuks. Skeemil toodud diasirinooni molekulstruktuur näitab ainult aatomite omavahelist seotust, kuid ei kujuta molekuli tegelikku (korrektset) Lewisi struktuuri.



1. Arvutage, mitu kuupdetsimeetrit lämmastikku tekib täpselt 1 grammi $\text{CO}(\text{N}_3)_2$ täielikul lagunemisel normaalingimustes. **(1,5)**
2. Arvutage, kumb ühend sisaldab massiprotsendi järgi rohkem lämmastikku, kas $\text{CO}(\text{N}_3)_2$ või $\text{C}(\text{CH}_2\text{N}_3)_4$. **(1)**
3. Täiendage poolikut diasirinooni struktuurivalemit *keemiliste sidemete* ning *vabade elektronipaaridega*, kus vaja, et kõik aatomid vastaksid oktetireeglile. **(1)**

Tionüüldiasiid on karbonüüldiasiidi derivaat, milles süsiniku aatom on asendatud väävl aatomiga. Ühendit valmistatakse vaakumis tionüülkloriidi (SOCl_2) ja hõbe(I)asiidi reageerimisel. (Vihje: asiidiooni laeng on 1–).

4. Kirjutage ja tasakaalustage tionüüldiasiidi valmistamise reaktsioonivõrrand. **(1)**

Tabelis on antud erinevate süsiniku, hapniku ja lämmastiku keemiliste sidemete dissotsiatsioonienergia E_d (kJ/mol) väärtused:

Side	E_d (kJ/mol)	Side	E_d (kJ/mol)	Side	E_d (kJ/mol)
C–O	350	C–N	290	N–N	167
C=O	741	C=N	615	N=N	418
C≡O	1080	C≡N	891	N≡N	946

5. Arvutage tabelis antud sidemeenergiate abil diasirinooni lagunemisreaktsiooni entalpiamuut ΔH° (kJ/mol). Vingugaasi molekulis on kolmikside. **(2)**
6. Arvutage, mitu kilogrammi 20,0 °C vett saab suletud süsteemis soojendada temperatuurini 45,0 °C 0,25 mooli diasirinooni täielikul lagunemisel vabaneva energia abil. Vee erisoojus $c = 4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$. *Juhul, kui Sa ei leidnud eelnevas punktis vastust, kasuta arvutuse läbiviimisel väärtust -330 kJ/mol .* **(1)**

Metanooli saab tööstuslikult toota: $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_3\text{OH}(\text{v})$.

7. Arvutage metanooli tootmisreaktsiooni entalpiamuut ΔH° , kasutades alltoodud põlemisentalpiaid ning metanooli põlemisentalpiat $\Delta H_c^\circ = -715,0 \text{ kJ/mol}$. **(2,5)**

1. $\text{C}(\text{graafiit}) + 0,5\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}(\text{g})$ $\Delta H_c^\circ = -110,5 \text{ kJ/mol}$
2. $\text{C}(\text{graafiit}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g})$ $\Delta H_c^\circ = -393,5 \text{ kJ/mol}$
3. $\text{H}_2(\text{g}) + 0,5\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{v})$ $\Delta H_c^\circ = -285,8 \text{ kJ/mol}$