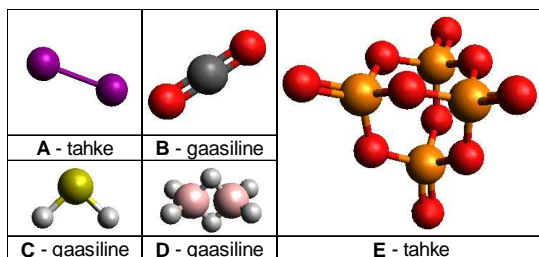


2012/2013 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded

10. klass

Õpilane võib lahendada omal valikul kõiki ülesandeid. Arvesse lähevad 6 kõrgeima punktisumma saanud ülesannet. Iga ülesande eest on võimalik saada 10 punkti.

1. Tabelis on antud molekulaarsete ainete graafilised kujutused (üksik- ja kaksiksidemed on eristatud) ning agregaatolek normaaltingimustel. Iga molekul sisaldab üht III–VIIA rühma elementi ning lisaks hapnikku või vesinikku.



Ühendis **C** sisalduva elemendi lihtaine on kollane, ühendis **D** sisaldub element, millega samas perioodilisustabeli rühmas asub fooliumi kõige olulisem koostisosa.

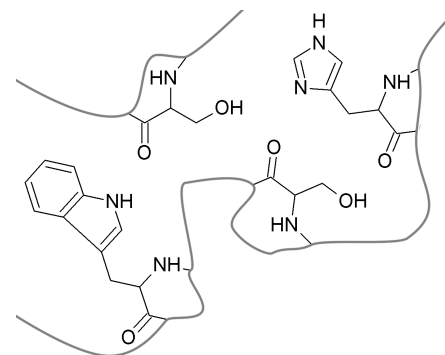
- a) Määrake III–VIIA rühma elementide oksüdatsiooniaste molekulides **A–E**.
 b) Kirjutage molekulide **A–E** valemid ning nimetused.
2. a) Looduslik vesi sisaldab hapniku isotoope ^{16}O , ^{17}O ja ^{18}O ning vesiniku isotoope ^1H (prootium), ^2H (deuteerium) ja ^3H (tritium). Mitu erineva isotoopkoostisega vee molekuli saab nendest moodustada?
 b) Maailmamere ruumala on 1,34 miljardit kuupkilomeetrit, kusjuures merevesi ($\rho=1030 \text{ kg/m}^3$) sisaldab sooli keskmiselt 3,50% (massi järgi). Mitmes maailmamere vee molekulis leidub deutereiumi, kui igast miljonist vesiniku aatomist ookeanis on 156 deutereiumi aatomid?
 c) 3,96 grammist ühendist $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ tehti vesilahus ruumalaga 100,0 ml. Seda lahust lahjendati järjest 15 korda, kusjuures iga lahjendamise käigus vähenes lahuse kontsentratsioon täpselt 5 korda. Kui suur oli lõpplahuses esialgsest $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ pärinev nitraatioonide molaarne kontsentratsioon (ühikutes mol/l)?
 d) Kuidas sünteesida Na_2CO_3 , kui kasutada on Na, H_2O , BaCO_3 ning HCl lahus? Kirjutage vastavad reaktsioonivõrrandid.
 e) Järjesta ioonid raadiuse kasvu järjekorras: I^- , Be^{2+} , H^+ , O^{2-} , Li^+ .
3. Majapidamisgaasi peamine komponent on küllastunud süsivesinik **A** (81,82% süsinikku ja 18,18% vesinikku), mille täielikul põlemisel tekib kaks oksiidi - **B** ja **C** (reaktsioon I). Oksiid **B** on toatemperatuuril ja normaalrõhul gaas, oksiid **C** aga vedelik. Ühendi **A** mittetäielikul põlemisel (hapnikuvaeses keskkonnas) tekib lisaks oksiididele **B** ja **C** veel gaasiline oksiid **D** ning tahke lihtaine **E** (reaktsioon II). Oksiid **D** on värvusetu, lõhnatu ning mürgine gaas, mille sissehingamine võib põhjustada surma, sest vere hemoglobiin hakkab hapniku asemel siduma oksiidi **D**.

- a) i) Näidake arvutustega, millise valemiga on süsivesinik **A**. ii) Andke ühendi **A** nimetus. iii) Millisesse aineklassi ühend **A** kuulub?
 b) Joonistage aine **A** tasapinnaline ja graafiline struktuurivalem.
 c) Kirjutage ainete **B–E** valemid ja nimetused.
 d) Kirjutage reaktsioonide I ja II võrrandid.

4. Vesinik moodustab erinevate elementidega vesiniksidemeid.
 a) Nimetage kolm elementi, mille aatomid on võimelised vesiniku aatomitega vesiniksidemeid moodustama.
 b) Mis jõud on kõige olulisem vesiniksidemete tekkimisel: kas gravitatsioon, elektrostaatiline vastastikmõju, tugev vastastikmõju või nõrk vastastikmõju?
 Dimetüüleetri $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$ ja etanooli $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ molekulmass ning empiiriline molekulvalem on identsed. Puhas dimetüüleeter on toatemperatuuril gaas (keemistemperatuur $-24 \text{ }^\circ\text{C}$), puhas etanool aga vedelik (kt $78 \text{ }^\circ\text{C}$). Dimetüüleetri lahustuvus vees ($20 \text{ }^\circ\text{C}$ juures) on 7,1 g/100ml, etanool lahustub vees samal temperatuuril igas vahekorras.
 c) Põhjenda erinevust dimetüüleetri ja etanooli i) keemistemperatuurides; ii) vesilahustuvustes.

Aminohapped on looduse olulisemaid ehituskive. Aminohappejääkidest moodustunud valkude ruumilise struktuuri moodustumises mängivad olulist rolli vesiniksidemed.

- d) Suures valgumolekulis on aminohappejäägid ruumis asetunud nii, nagu näha alloleval joonisel (köverjoon tähistab suure valgu molekuli ülejäänud osa piiri). Joonista sama molekul nii, et katkendjoonega on märgitud tekkivad vesiniksidemed ning vesiniksidemetes osalevad vesiniku aatomid on eraldi välja kirjutatud (näiteks $-\text{OH}$ asemel $-\text{O}-\text{H}$).



5. Orgaaniline ühend **A** (%(süsinik)=40%) on tuntud juba antiikajast, kuna tekib veini tootmisel kvaliteeti langetava kõrvalsaadusena. Tänapäeval on ta laialdaselt kasutuses toidulisandina E260. Sellest hoolimata kulub enamik ainet **A** polümeeri **B** tootmiseks. Ainet **B** kasutatakse näiteks puidu ja paberi liimimiseks. Polümeer **B** tekib eteeni ja aine **A** (suhtes 1:1) vahelisel reaktsioonil.
 Vanad roomlased kasutasid veini magustamiseks ühendit **C** (Saturni suhkur), mis tekkis ainet **A** sisaldava lahuse keetmisel pliianumates.

Tänapäeval on selle aine kasutamine magustina keelatud, kuna põhjustab pliimürgitust, mis oli levinud ka rooma aristokraatide hulgas.

- a) **i)** Tuvastage aine **A** ja kirjutage selle süstemaatiline ning triviaalnimetus; **ii)** kirjutage aine **A** täieliku põlemise võrrand.
- b) **i)** Joonistage aine **A** ruumiline struktuur, tähistades paberilehe tasandist taha- ja ettepoole jäävad sidemed vastavalt katkendlike --- ja paksenevate --- joontega. **ii)** Arvutage süsinike oksüdatsiooniastmed ühendis **A**.
- c) Joonistage polümeeri **B** väikseima korduva alaühiku struktuurivalem.
- d) **i)** Kirjutage ainet **A** sisaldava lahuse pliianumas keetmisel toimuv reaktsioon ning **ii)** andke ainele **C** süstemaatiline nimetus.
- e) Kirjutage reaktsioon, mis on põhjuseks aine **A** tekkimisele veini tootmise käigus ning esitage protsessi nimetus.
6. Kingade ostmisel on karbi sees väike kotike, mis kaalub umbes 0,5 g. See sisaldab silikageeli, mis on vettimav aine. Silikageeli põhiliseks koostisaineks on ühend **X**, mida leidub rohkesti ka liivas ja kvartsis. Suurim vee kogus, mida silikageel imada suudab, on 40% kuiva silikageeli massist. Selleks, et kindlaks teha, kas silikageel on kuiv või mitte, lisatakse sellele indikaatoriks CoCl_2 . Indikaatori sisaldus silikageelis on tüüpiliselt 0,5 massiprotsenti. Veevaba CoCl_2 on värvuselt helesinine, kuid mitte-veevabas keskkonnas moodutub sellest lillakasroosa värvusega ühend **Y**, milles vee sisaldus on 45,4%.
- a) Kirjutage **i)** ühendi **X** valem ja nimetus ning **ii)** ühendi **Y** valem.
- b) Arvutage, kui suur on maksimaalne vee hulk, mida saab imada ühes kotikeses sisalduv **i)** ühend **X** ja **ii)** indikaator. Kas indikaatori poolt imatav veekogus on oluline?
- c) Mitu veemolekuli on seostunud ühe ühendi **X** molekuliga niiskes silikageelis?
- d) Silikageeli kotikesi vahetatakse sageli välja siis, kui silikageel pole veel veest „küllastunud“ (tüüpiliselt siis, kui silikageel on imanud veekoguse, mis moodustab kõigest 10% kuiva silikageeli massist). **i)** Mis on selle põhjuseks? **ii)** Millised keskkonnariskid sellega kaasnevad?
- e) Nimetage koolikeemia kursuse põhjal veel üks aine, mis sobiks silikageeli kuivuse indikaatoriks.
7. Katrin otsustas hinnata raua korrosiooni kiirust merevees. Selleks pani ta õhukese puhastatud rauaplaadi (mõõtmetega 8,0 x 3,3 cm) 200 ml 3,0% NaCl lahusesse ning võttis selle 300 minuti pärast lahusest välja.
- a) Millised ühendid tekivad hapniku ja vee toimel rauast? Seejärel pipeteeris Katrin 10,0 ml lahust 20 ml mahuga kolbi, lisas mõned H_2O_2 (oksüdeerija) tilgad, 1 cm^3 KSCN lahust ja täitis kolvi märgini. Lahus muutus KSCN lisamisel veripunaseks.
- b) Kirjutage toimuvate reaktsioonide võrrandid.

Kasutades spektrofotomeetrit, leidis Katrin, et kolvis on igas milliliitris lahuses 0,38 mg rauda.

- c) Arvutage, mitu grammi rauda korrodeerub lahuses ühe tunni jooksul ühel ruutmeetril, kui katses korrodeerusid plaadi mõlemad küljed.
- d) Kui paks kiht rauast on korrodeerunud **i)** ühe tunni, **ii)** ühe aasta pärast? Raua tihedus on 7,85 g/cm^3 .
8. Teatud meteoriidid koosnevad suuremas osas metallidest **A** ja **B**, mis reageerivad lahja väävelhappega. Sellel reaktsioonil tekivad kompleksid $[\text{A}(\text{C})_6]\text{SO}_4$ ja $[\text{B}(\text{C})_6]\text{SO}_4$ ning eraldub kerge gaasiline lihtaine **D** (vedelik **C** tekib **D** reaktsioonil hapnikuga). Saadud lahusele aine **E** vesilahuse (kasutatakse turgutamiseks minestusest) lisamisel muutus lahus tumesiniseks. Esialgse lahuse kuumutamisel jäävad järele sinakas-rohelised soolad $[\text{A}(\text{C})_6]\text{SO}_4$ ja $[\text{B}(\text{C})_6]\text{SO}_4$. Nende soolade edasisel kuumutamisel tekivad kollased **A** ja **B** sulfaadid; veelgi kõrgemal temperatuuril laguneb osa sademest, eraldades mürgised gaasid **F** ja **G** ning tekib punakas-pruun ühend **H**, mis on rooste peamine koostisosa (teine sademe koostisosa säilitab oma kollase värvuse). **B** sulfaati kasutatakse **A** kaitsmiseks galvaanilise katmise käigus, et vältida **H** moodustumist ning **B** on levinud müntide ja ehete koostises, kuid võib põhjustada allergiat.
- a) Kirjutada tähtedele **A-H** vastavate ainete valemid ja nimetused.
- b) Kirjutada aine **A** reaktsioon lahja väävelhappega.
- c) Kirjutada soola $[\text{B}(\text{C})_6]\text{SO}_4$ lagunemisreaktsiooni võrrand kuumutamisel.
- e) Kirjutada **A** sulfaadi kuumutamisel lagunemise reaktsioonivõrrand.
- d) Kirjutada kompleksi $[\text{B}(\text{C})_6]\text{SO}_4$ reaktsioonivõrrand aine **E** vesilahusega.

9. Lahendage reaktsiooniskeemi ja antud info põhjal järgnevad ülesanded.

- a) Joonistage **A - H** struktuurivalemid.
- b) Joonistage 4 **B** isomeeri.
- Lisainformatsioon:
- **A** on küllastumata süsivesinik
 - Reaktsioonis $\text{A} \rightarrow \text{B}$ võib tekkida (sõltuvalt tingimustest) kaks **B** isomeeri
 - **C** molaarmass on **A** molaarmassist 1,075 korda suurem
 - **E** sisaldab nelja süsinikku ja üht hüdroksüülrühma, mis ei asu süsinikuahela otsas
 - **E** ja **G** molaarmassid on võrdsed
 - **G** on karboksüülhape
 - **F** sisaldab üht halogeeni aatomit
 - **F**: % (H) = 6,6 %

