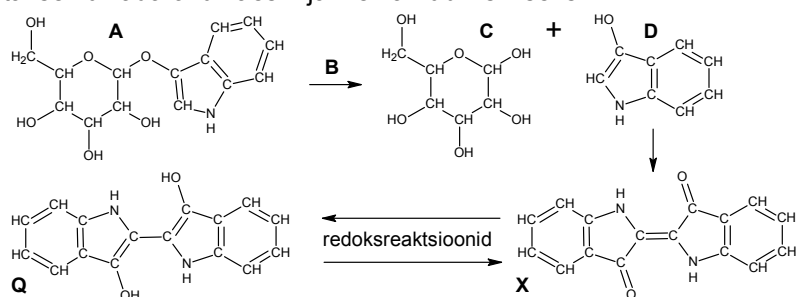


2013/2014 ö.a keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesanded
9. klass

1. Ained **A–H** on oksiidid. Tuntud metalli **X** võib saada vedelal kujul, kui süüdata segu, mis koosneb metalli **Y** ja musta oksiidi **A** pulbritest, kõrvalsaadusena ilmub **B** [1]. **X** toodetakse **A** reageerimisel **C**-ga, lisaks tekib **D** [2]. Ainet **A** võib käsitleda kui kahe sarnase oksiidi segu 1:1. **B** reaktsioonil seebikiviga **E** juuresolekul [3] saame aine, mille kokkupuutel **D**-ga kuumuses tekivad sade ja söögisooda [4]. **E** ja **F** ühinevad **Z**-ks [5], millega reageerivad **A** ja **B** ning teatud tingimustel ka **X** ja **Y**. **Y** reaktsioonil kuuma ja kange **Z**-ga [6] tekivad sool, **E** ja **G**. **G**-s on mittehapnikul kahe võrra madalam oksüdatsiooniaste kui **F**-is. Oksiid **H** esineb polümeerina, mis hapetest reageerib vaid HF-iga, NaOH-ga annab vesiklaasi.

- a) Kirjuta ainete **A–H**, **X**, **Y** ja **Z** valemid.
b) Kirjuta reaktsioonide [1–6] tasakaalustatud võrrandid. (10)

2. Indigo (ühend **X**) on üks vanimaid looduslikke pigmente, mida on kasutatud kangaste värvimiseks. Antiikaja kreeklaste ja roomlasteni jõudis see Indiast, kus seda toodeti õistaimel *Indigofera tinctoria* lehtedest. Lehtedes sisaldub massi järgi ligikaudu 0,5% indikaani (ühend **A**), mis reageerib kergesti looduses levinud madalamolekulaarse ühendiga **B**. Reaktsiooni tulemusena tekivad ühendid **C** ja **D**. Kui kaks molekuli ühendit **D** reageerivad õhu komponendi **E** ühe molekuliga, moodustubki indigo ja eraldub kaks molekuli ainet **B**. Veel 19. sajandil oli nõudlus indigo järele nii suur, et taimede kasvatamiseks vajaliku ala kogupindala oli 7000 km². Tänapäeval toodetakse indigo värvi sünteetiliselt ning kasutatakse laialdaselt teksariide värvimiseks. Ühe riietusese jaoks kulub ligi 8 grammi indigot. Kuna indigo ei lahustu vees, tuleb kangaste värvimisel kasutada teatud võtet: redoksreaktsiooni abil viiakse indigo üle leukoindigoks (ühend **Q**), mis on valge ja vees lahustuv. Kangas leotatakse ühendi **Q** vesilahuses, seejärel lastakse kuivada õhu käes – ja riie värvubki siniseks!

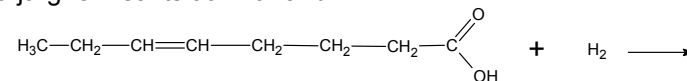


- a) Leia ühendite **A**, **C**, **D**, **X**, **Q** brutovalemid. Mis on ained **B** ja **E**?
b) Ühendist **B** ja süsihappegaasist suudavad taimed päikesekiirguse abil toota aineid **C** ja **E**. Kuidas nimetatakse seda protsessi? Millisesse orgaaniliste ühendite klassi kuulub aine **C**?

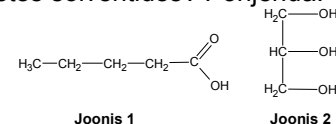
- c) Oletame, et ühel ruutmeetril kasvab üks *Indigofera tinctoria* taim, millel on keskmiselt 100 lehte (ühe lehe mass 5 g). Kui indigo tootmise lõppsaagis on 40%, kas saaks 7000 km² alal kasvavatest taimedest toodetud pigmendiga värvida nii palju rõivaid, et jätkuks kõigile India elanikele? India rahvaarv on 1,3 miljardit inimest.
d) Miks on teksafännide jaoks hea, et indigo värv pole vees lahustuv?
e) Kas reaktsioonis **X** → **Q** käitub indigo oksüdeerija või redutseerijana? Miks värvub **Q** vesilahuses leotatud kangas õhu käes taas siniseks?
f) Indigo molekulis tekib funktsionaalrühmade vahel kaks molekulisest vesiniksidet. Näita punktiiriga, milliste funktsionaalrühmade vahel vesiniksidemed moodustuvad.
g) Indigole väga sarnase struktuuriga, kuid punakama tooniga, on veel üks tuntud looduslik pigment. Foiniiklased tootsid seda molluskitest, seetõttu oli see äärmiselt kallis ja hakati kutsuma kuningate värviks. Mis pigment on jutt? (12)

3. Rasvhapeteks nimetatakse pika süsinikahelaga karboksüülhappeid. Rasvhapped võivad olla nii küllastunud (ahelas ainult üksiksidemed) või küllastumata (esineb kaksiksidemeid). Joonisel 1 on toodud lühikese süsinikahelaga palderjanhape. Vesiniku liitumisel kaksiksidemele saadakse küllastumata rasvhapest küllastunud (st kaksiksidemest saadakse üksikside). Triatsüülgütseroolis on glütserooli (struktuur toodud joonisel 2) külge seotud läbi estersideme kolm rasvhapet. Esterside tekib karboksüülhappe ja alkoholi omavahelisel reaktsioonil, lisaks vabaneb vesi.

- a) Kirjuta palderjanhappe nomenklatuurne nimetus.
b) Kirjuta ja tasakaalusta reaktsioonivõrrand ühe glütserooli ja kolme palderjanhappe molekuli vahel.
c) Lõpeta järgnev reaktsioonivõrrand:



- d) Kas pika ahelaga rasvhapped lahustuvad paremini polaarsetes või mittepolaarsetes solventides? Põhjenda!

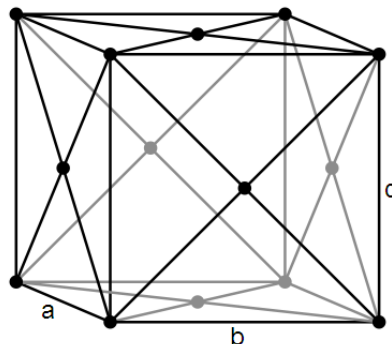


(8)

4. Kristalne aine on tahkis, milles aatomid, ioonid või molekulid on korrapäraselt paigutatud. Kristallid koosnevad ruumis regulaarselt korduvatest „ühikutest“ ning on enamasti sümmeetrilise ehitusega. Kristallograafia on teadusharu, mis uurib osakeste paiknemist kristallivõres. Vask on metall, mille kristallivõre on tahktsentreeritud kuubilise struktuuriga, lisaks tahu nurkades olevatele aatomitele on ka iga tahu keskmee aatom (vt joonist). Teades, et võrekonstandid (teatud aatomite tuumade vahe-

kaugused) on $a = b = c = 3,610 \text{ \AA}$,
leia:

- i) kaugus ühest vaseatomist lähima vaseatomini;
 - ii) vase ühikraku ruumala (ühikrakk on väikseim ruumiosa, millega on võimalik kirjeldada kogu kristalli ehitust);
 - iii) mitu vaseatomit moodustavad ühikraku;
 - iv) vase tihedus ($A(\text{Cu})=63,5 \text{ amu}$, $1 \text{ amu} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, $1 \text{ m} = 10^{10} \text{ \AA}$).
- (10)



5. Süsinik on orgaanilises keemias kõige tähtsam element, millel on mitmeid huvitavaid omadusi.
- a) Kirjuta iga allotroobi jaoks temale sobiv(ad) omadus(ed) (kõige kõvem, suurima tihedusega, parim elektrijuht, omab molekulvõret):
 - i) teemant: ii) fullereen: iii) grafiit:
 - b) Mitme süsiniku aatomiga on kovalentselt seotud iga süsiniku aatom i) teemandis; ii) fullereenis; iii) grafiidis?
 - c) Millises süsiniku allotroobis on kõige pikemad sidemed naaberaatomite vahel? Miks?
 - d) Ühed lihtsamad orgaanilised ühendid on alkaanid. Leia alkaanidele etaan, pentaan, heptaan, hekseen sulgudest õige tihedus normaaltingimustel ($1,3562 \text{ mg/cm}^3$; 658 mg/cm^3 ; $0,626 \text{ g/ml}$; 684 kg/m^3).
 - e) Milline võiks nende andmete põhjal olla oktaani tihedus? Põhjenda! (10)
6. Oksiid **A** on ainulaadne. See saab reageerida ainetega erinevatest klassidest. Reaktsiooniks alumiiniumoksiidiga on vajalik tugev alus, näiteks **B**. Sel puhul tekib aine **C**, molaarmassiga 134 g/mol ja kaaliumi sisaldusega $29,1\%$. Oksiid **A** reageerib metallidega erineval moel. Reageerimisel kõrgetemperatuuril tsingiga, tekib lihtne gaas **D** ja valge pulber **E**. Pulbrit **E** saab sulandada alusega **B**. Reaktsiooni tulemusena tekib oksiid **A** ja sool **I**. Oksiid **A** saab reageerida ka mittemetallidega, näiteks fluoriga. Siis tekib hape **F** ja lihtne gaas **G**. Juhul, kui see reaktsioon toimub väga madalal temperatuuril, siis kolmeaatomilises ühendis **H** on hapnikul ebatüüpiline oksüdatsiooniaste.
- a) Kirjuta ainete **A** – **I** valemid, ning ainete **C** ja **I** nimetused.
 - b) Määra kõikide elementide oksüdatsiooniaste ainetes **C**, **I**, **F**, **H**.
 - c) Kirjuta ja tasakaalusta järgmised reaktsioonivõrrandid:
 - i) $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B} + \text{A} \rightarrow \text{C}$
 - ii) $\text{Zn} + \text{A} \rightarrow \text{D} + \text{E}$
 - iii) $\text{E} + \text{B} \rightarrow \text{I} + \text{A}$
 - iv) $\text{A} + \text{F}_2 \rightarrow \text{F} + \text{G}$
 - v) $\text{A} + \text{F}_2 \rightarrow \text{F} + \text{H}$ (madal temp.)
- (10)