

2008/2009 õ.a. keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesanded

10. klass

1. a) Joonistage järgnevate ühendite tasapinnalised struktuurivalemid: HCHO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, COCl<sub>2</sub>, (COCl)<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>CN, HClO<sub>4</sub>. (7)
- b) Raske vee D<sub>2</sub>O tihedus 20°C juures on 1,106 g/cm<sup>3</sup> ja tavalisel veel 0,9982 g/cm<sup>3</sup>. Arvutage H<sub>2</sub>O ja D<sub>2</sub>O molaarmassid ja molaarruumalad nelja tüvenumbri täpsusega. Millise ruumala (vastus esitage liitrites) võtab keskmiselt enda alla üks vee molekul kummaski vedelikus? [A<sub>r</sub>(H) = 1,008, A<sub>r</sub>(D) = 2,014 ja A<sub>r</sub>(O) = 15,999] (3)
- c) Eeldame, et bakteriraku tsütoplasma sisaldab võrdsel hulgal 900 erinevat (tüüpi) ensüümi ning kõigi ensüümide molekulmass on 90 000. Eeldame veel, et bakterirakk on silinder läbimõelduga 1,0 µm ja kõrgusega 2,0 µm ning et need ensüümid moodustavad 25% tsütoplasma (tihedus 1,2 g/cm<sup>3</sup>) massist. Arvutage sellise hüpoteetilise bakteriraku ruumala (m<sup>3</sup>) ja ühte tüüpi ensüümi molaarne kontsentratsioon (µmol/dm<sup>3</sup>) bakterit tsütoplasmas. Vihje:  $V_{\text{silinder}} = h\pi r^2$  (4) **14 p**
2. Gaasi **B** võib saada happelistes tingimustes aine **A** ja MnO<sub>2</sub> vahelisel reaktsioonil. Gaasi **B** oksüdeerimisel ainega **C** moodustuvad ained **D** ja **E**. Aine **D** hüdrolüüsil tekib binaarne ühend **F** ja ühend **G**. Ühend **G** on mitte püsiv ja laguneb valguse toimel ühenditeks **H**, **I** ja **J**. Üks lagunemissaadus (**J**) moodustub ka aine **I** reageerimisel vääveldioksiidiga. Vihjeid: Ained **A**, **B**, **D**, **E**, **G**–**J** sisaldavad elementi **X**. Ainete **A** on ammu ajast kasutatud maitse- ja säilitusainena. Lihtaine **C** koostises olev element kuulub elemendiga **X** samasse rühma. Nii ühend **D** kui ka **E** on binaarsed ja koosnevad samadest elementidest, kusjuures ühe elemendi osküdatsiooniaste (o.a) ühendis **D** on kolm korda suurem, kui vastava elemendi o.a ühendis **E**. Ühendi **J** molekulmass moodustab 95% aine **B** molekulmassist.
- a) Kirjutage ainete **A**–**J** valemid. (5)
- b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid:  $A + MnO_2 + H_2SO_4 \rightarrow B + \dots$   
 $B + C \rightarrow D + E$        $D + H_2O \rightarrow \dots$        $I + SO_2 \rightarrow \dots$  (4)
- c) Tasakaalustage ühendi **G** lagundamisreaktsiooni võrrand elektronide bilansi meetodiga. (2)
- d) Reastage **G**, **H**, **I** vesilahused happe tugevuse kasvu järjekorras. (1) **12 p**
3. Heeliumi molaarmass on 4,00 g/mol, õhu molaarmass aga 29,0 g/mol.
- a) Kui suur on täpselt 1 liitri heeliumi ja õhu mass n.t (1 atm, 0°C)? (1)
- b) Kui suur peaks olema heeliumi rõhk, et tihedus oleks võrdne õhu tihedusega normaalarõhul (gaasid on samal temperatuuril)? (2)
- c) Kui suur peaks olema õhu temperatuur (°C), et tema tihedus normaalarõhul oleks võrdne heeliumi tihedusega (n.t)? (2)

d) Heeliumi leidub õhus 5,2 ppm ruumala järgi. Mitu ppm on heeliumi massi järgi? (1 ppm = 1 osa miljoni osa kohta) (1) **6 p**

4. Metallil **M** on suur tähtsus kaasaegses energeetikas. Looduses esineb see suure reaktsioonivõime tõttu ainult ühendite koostises, kus selle o.a on alati ühesugune. Õhu käes kattub **M** juba toatemperatuuril oksiidi, hüdroksiidi, karbonaadi ja nitriidikihi, kuumutamisel ühineb aga ka näiteks vesinikuga, andes hüdrüüdi. Ühe mooli hüdrüüdi reaktsioonil veega eraldub 1 mool vesinikku. Nii metall **M** kui tema oksiid reageerivad veega, andes hüdroksiidi, mis on tugev alus. Hüdroksiid pole aga termiliselt väga püsiv ja laguneb kuumutamisel tagasi oksiidiks, nagu ka **M** karbonaat.
- a) Arvutage metalli **M** o.a ühendites. Mis metall on **M**? (2)
- b) Kirjutage **M** hüdrüüdi reaktsioon veega. Milline element käitub oksüdeerijana ja milline redutseerijana? Mitu liitrit vesinikku (n.t) tekib 1,0 grammi hüdrüüdi veega reageerimisel? (3)
- c) Kirjutage võrrandid metalli **M** reaktsioonist hapnikuga, vesinikuga, veega ja lämmastikuga; metalli **M** oksiidi reaktsioonist veega ning metalli **M** karbonaadi termiliselt lagunemisest. Võrrandites esinevatele metalli **M** ühenditele andke nimetused. (6) **11 p**
5. Gaasipliit võib küttena kasutada kas vedelgaasi või maagaasi. Vedelgaasi balloonis AGASOL® on 33,0 kg butaani. Maagaas sisaldab mahu järgi umbes 98% metaani ja ülejäänud 2% on C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, He, CO<sub>2</sub> segu. Põlemisentalpiad: C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>: –2655 kJ/mol, CH<sub>4</sub>: –802 kJ/mol. Vihjed: Arvutuste lihtsustamiseks eeldage, et maagaas sisaldab 98% CH<sub>4</sub> ja 2% N<sub>2</sub>. Eeldage, et õhurõhk on konstante.
- a) Kirjutage butaani põlemisreaktsiooni võrrand ja arvutage 33,0 kg butaani põletamisel eraldanud energia. (3)
- b) Kirjutage metaani põlemisreaktsiooni võrrand. Arvutage maagaasi ruumala, mis vastaks ühe ballooni butaani põletamisel eraldanud energiale **i**) talvel (–10°C) ja **ii**) suvel (+20°C). (5) **8 p**
6. Otsitavad elemendid **A**, **B**, **C**, **D**, **E** on lähimad naabrid elemendile **F**. Kui uurida perioodilisustabelit, siis selgub, et elemendi **B** aatommass on suurem kui elementide **A** ja **C** aatommassid. Elemendi **D** aatomnumber on 31 võrra suurem kui elemendi **F** aatomnumber ja 49 võrra suurem kui elemendi **B** aatomnumber. Elementide **D** ja **E** aatommasside erinevus on 2,0 amü. Elemendid **B** ja **E** asuvad ühes rühmas. Elemendid **A** ja **C** sisalduvad **C**–**A** akudes, kus lihtaine **C** reageerib elemendi **A** hüdroksiidiga ja tekib kaks hüdroksiidi.
- a) Kirjutage elementide **A**–**F** sümbolid. (6)
- b) Kirjutage lihtaine **C** reaktsioonivõrrand elemendi **A** hüdroksiidiga. (1)
- c) Põhjendage lühidalt elementide otsingu loogikat. (2) **9p**