

## 2016/2017 õ.a keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded

### 10. klass

1. a) Kirjutage järgnevasse lünkadesse elementide nimetused nii, et moodustuksid sageli kasutatavad sõnapaarid: **i)** ...palavik, **ii)** ...org, **iii)** ...sõdur, **iv)** ...pomm, **v)** ...termomeeter, **vi)** ... piinad; **vii)** ...kiud; **viii)** ...kokteil. Vastused kirjutage puhtandile. (8)
- b) Kirjutage kolme elemendi sümbolid, mille nimetused tähistavad riike. (3)
- c) Tuhkatriinu võõrasema segas kokku saepuru, raudnaelad, suhkruga ja liiva ning käskis Tuhkatriinul eraldada segust suhkruga. Tuhkatriinu eraldas magnetiga **i)** ... ja ülejäänud segule lisas vett. Tulemusena **ii)** ... vajus põhja ja **iii)** ... jäi pinnale. **iv)** ... sai ta lahuse aurustamisel. Täitke lüngad. Vastused kirjutage puhtandile. (2) **13 p**
2. Keemikul oli vaja eksperimendis oksüdeerijaks vähemalt 28%-list vesinikperoksiidi lahust. Laboris oli olemas 30%-line lahus, kuid see oli kaua seisnud toatemperatuuril ning keemik kahtlustas, et lahus võib olla eksperimendi jaoks liiga lahja. Kontsentratsiooni määramiseks lisas ta 1,0 cm<sup>3</sup>-le vesinikperoksiidi lahusele natuke katalüsaatorit (MnO<sub>2</sub>) ja vesinikperoksiid lagunes täielikult. Eraldunud hapniku kogus keemik mõõtesilindrisse.
- a) Mis on hapniku oksüdatsiooniaste vesinikperoksiidis? (1)
- b) Kirjutage H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> lagunemise tasakaalustatud reaktsioonivõrrand. (1)
- c) Arvutage, kas laboris olnud lahus sobis eksperimendiks, kui mõõtesilindrisse koguti 97 cm<sup>3</sup> hapnikku (n.t.). (3)
- Mangaandioksiidi valmistas keemik KMnO<sub>4</sub> ja MnSO<sub>4</sub> vahelise redoksreaktsiooni abil vesilahuses.
- d) Kirjutage katalüsaatori sünteesi tasakaalustatud reaktsioonivõrrand. (1)
- On teada, et enne H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> keemist algab 150°C juures selle lagunemine.
- e) Tooge kaks põhjust, miks on vesinikperoksiidi keemistemperatuur kõrgem kui vee oma. (2) **8 p**
3. Järgmistes küsimustes tähistab *T* temperatuuri ja *p* rõhku.
- a) Millistes järgnevatest reaktsioonidest mõjutab *p* muutmine konstantse *T* juures tasakaalu? (2)
- |  |  |
|--|--|
| 1. PCl <sub>5</sub> (g) ⇌ PCl <sub>3</sub> (g) + Cl <sub>2</sub> (g) | 4. FeO(t) + CO(g) ⇌ Fe(t) + CO <sub>2</sub> (g)                    |
| 2. CO(g) + 2H <sub>2</sub> (g) ⇌ CH <sub>3</sub> OH(g)               | 5. N <sub>2</sub> (g) + 3H <sub>2</sub> (g) ⇌ 2NH <sub>3</sub> (g) |
| 3. 2NO <sub>2</sub> (g) ⇌ N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (g)          | 6. H <sub>2</sub> (g) + I <sub>2</sub> (g) ⇌ 2HI(g)                |
- b) Millised järgnevatest manipulatsioonidest soodustavad PCl<sub>5</sub> teket reaktsioonis PCl<sub>3</sub>(g) + Cl<sub>2</sub>(g) ⇌ PCl<sub>5</sub>(g), Δ*H* = -37 kJ/mol? (2)
- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| 1. <i>p</i> tõstmine    | 3. <i>T</i> tõstmine    |
| 2. <i>p</i> langetamine | 4. <i>T</i> langetamine |
- c) Kuidas mõjutab 4NH<sub>3</sub> + 3O<sub>2</sub> → 2N<sub>2</sub> + 6H<sub>2</sub>O põlemisreaktsiooni **i)** *p* tõstmine ja **ii)** *T* tõstmine? (2)
- d) Põhjendage, mis juhtub reaktsiooni CO(g) + 2H<sub>2</sub>(g) ⇌ CH<sub>3</sub>OH(g) tasakaaluga, kui muutuva ruumalaga reaktorisse lisada argooni, hoides *p* ja *T* muutumatutena? (2)

e) Põhjendage, kuidas muutub  $\text{NO}_2$  kontsentratsioon reaktsioonis  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  reaktori ruumala vähenemisel, kui  $T$  ei muutu? (2) 10 p

4. Looduses esineb uraan peamiselt kahe isotoobina  $^{235}\text{U}$  ja  $^{238}\text{U}$ .

a) Mitmest prootonist ja neutronist koosnevad uraani isotoobid  $^{235}\text{U}$  ja  $^{238}\text{U}$ ? (2)  
Tuumaelektrijaamade kütuseks on  $^{235}\text{U}$ . Uraani müüakse kujul  $\text{U}_3\text{O}_8$  ning sellest saadakse  $\text{UO}_2$ . Keemiliste reaktsioonide abil saadakse gaasiline  $\text{UF}_6$ , mis sobib gaasitsentrifuugides  $^{235}\text{U}$  ja  $^{238}\text{U}$  lahutamiseks.

b) Kirjutage ja tasakaalustage reaktsioonivõrrandid:

i)  $\text{UO}_2 + \text{HF} \rightarrow \mathbf{A} + \mathbf{B}$ ; ii)  $\mathbf{A} + \mathbf{C} \rightarrow \text{UF}_6$ . (4)

c) 35,188 kg  $\text{UF}_6$  sisaldab kokku 23,788 kg uraani. Mitu protsenti uraani aatomitest on  $^{235}\text{U}$  isotoobid? (3)

Ühe  $^{235}\text{U}$  aatomi lõhustumisel vabanev energia on  $3,2 \cdot 10^{-11}$  J ning süsiniku põlemisel vabanev energia on 393,5 kJ/mol.

d) Mitu korda rohkem energiat vabaneb sama suure hulga  $^{235}\text{U}$  lagunemisel, võrreldes süsiniku põlemisega? (2) 11 p

5. Noor keemik otsustas nikli ja vase sulamis **A** määrata metallide sisaldusi kompleksomeetrilisel tiitrimisel. Selleks lahustas ta 0,2017 g sulamit **A** kontsentreeritud lämmastikhappes. Reaktsiooni käigus eraldus pruunikas gaas  $\text{NO}_2$ . Reaktsiooni lõppedes viis ta lahuse ruumala 100,00  $\text{cm}^3$ -ni. Seejärel mõõtis ta analüüsiks koonilisse kolbi 10,00  $\text{cm}^3$  saadud lahust ja lisas sellele 10  $\text{cm}^3$  vett ning 25%-list ammoniaagilahust, et saavutada sobiv pH (proov **A**). Seejärel valmistas ta titrandi, milleks oli etüleendiamiintetraatsetaadi (EDTA) lahus. Ta kaalus 1,1255 g  $\text{Na}_2\text{EDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ( $M = 372,24$  g/mol), lahustas selle vees ning viis lahuse ruumala 100,00  $\text{cm}^3$ -ni. Tiitrimisel reageerib EDTA metallikatioonidega suhtes 1:1. Kordustiitrimiste tulemusena sai keemik, et proovi **A** tiitrimiseks kulub keskmiselt 10,64  $\text{cm}^3$  titranti.

a) Kirjutage ja tasakaalustage sulami **A** lahustamisel kontsentreeritud lämmastikhappes toimuvate reaktsioonide võrrandid. (2)

b) Näidake arvutustega, et ühe metalli massiprotsendiline sisaldus sulamis **A** on 83,5%. Eeldage, et sulamis teisi lisandeid pole ning kõik protsessid toimuvad kadudeta. (5)

1992., 1993. ning 1995. aastal vermiti Eestis ühekrooniseid münte vase ja nikli sulamist  $\text{Cu}_{75}\text{Ni}_{25}$  (numbrid tähistavad massiprotsente).

c) Noor keemik tahaks antud münte valmistada oma sulamist. Millist metalli tuleb lisada sulamisele **A**, et saada 1,00 g  $\text{Cu}_{75}\text{Ni}_{25}$  sulamit? Leidke arvutustega ka vajalikud kogused. (2) 9 p

6. Kirjutage tasakaalustatud reaktsioonivõrrandid, mis kirjeldavad, kuidas alustades ainult naatriumkloriidist ja veest saab järgmised naatriumi ühendid: i) hüdroksiid, ii) hüdriid, iii) peroksiid, iv) oksiid, v) hüpoklorit ( $\text{NaClO}$ ), vi) kloraat ( $\text{NaClO}_3$ ) ja vii) perkloraat ( $\text{NaClO}_4$ ). Pidage silmas, et eelmistes punktides valmistatud kemikaale on võimalik uuesti kasutada ning lõppühendini võib jõuda ka mitme reaktsiooni kaudu. 9 p