

2004/2005 õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
11. klass

1. a) Leidke täpselt 1 cm³ osmiumis (22600 kg/m³) sisalduv elektronide arv moolides (2)
 b) Kas konstantsel ruumalal reaktsiooni $\text{Xe(g)} + 2\text{F}_2(\text{g}) \leftrightarrow \text{XeF}_4(\text{t})$ tasakaal jääb samaks, nihkub saaduste või lähteainete suunas, kui lisada i) Xe; ii) F₂; iii) XeF₄? (1,5)
 c) Leidke järgmistes ühendites süsiniku individuaalne ja summaarne oksüdatsiooniaste i) propüünis; ii) buta-1,3-dieenis; iii) etaanhappes. (3)
 d) Mitu A·s (Faraday arvudes F) kulub: sulatatud NaCl elektrolüüsil i) 23 g Na; ii) 1 mooli Cl₂ saamiseks ja iii) NaOH vesilahuse elektrolüüsil 32 g O₂ saamiseks? (1,5)
 e) Kirjutage valem (sümbol) ja nimetus sublimeeruvast i) lihtainest; ii) oksiidist ja iii) soolast. (1,5)
 f) Rb ja leelismetalli **A** segu (sulami) mass on 4,60 g. Selle reageerimisel veega eraldus 0,100 mooli H₂. Tõestage arutlusega, milline element saab olla leelismetall **A**. (1,5) **11p**

2. Küttena on maagaasi kasutamine üks keskkonnasõbralikumaid. 10 °C juures on maagaasi tihedus 0,705 kg/m³ ja selle koostises on massi järgi 95,0% metaani ning 2,0% etaani, ülejäänud 3% moodustavad niiskus ja mittepõlevad lisandid. Ülesandes kasutatavate ainete standardsed tekkeentalpiad (ΔH_f^0) on järgmised:

Aine	ΔH_f^0 , kJ/mol	Aine	ΔH_f^0 , kJ/mol
CO ₂ (g)	-393,5	CH ₄ (g)	-74,6
H ₂ O(g)	-241,8	C ₂ H ₆ (g)	-84,0

- a) Kirjutage i) metaani ja ii) etaani täieliku põlemise reaktsiooni võrrandid. (2)
 b) Arvutage i) metaani ja ii) etaani põlemisentalpia ΔH_c^0 , kui moodustub veeaur. (2)
 c) Arvutage täpselt 1 m³ maagaasi põlemisel eraldunud energia, kui moodustub veeaur. (2)
 d) Arvutage, mitu kuupmeetrit maagaasi kulub ühe toa (22,1 m² x 2,5 m) õhu soojendamiseks 5 °C → 25 °C standardrõhul, kui õhu keskmine soojusmahtuvus $C_p = 29,16 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ eeldusel, et kadusid ja õhurõhu kasvu ei arvesta. (4) **10 p**

3. Väävelhape on keemiatööstuse aluseks. Väävelhappe tootmise esimeseks etapiks on värvitu, vees hästi lahustuva gaasi **A** saamine. Gaasi **A** saadakse püriidi särdamisel. Püriidi põhikomponendiks on binaarne ühend **B**, kus raua sisaldus on 46,55%. Püriidi puudumisel võib gaasi **A** saada kipsi (CaSO₄·2H₂O) kuumutamisel koos tolmpene koksiga. Mõnesaja kraadi juures kaotab kips algul 15,7% oma massist, moodustades aine **X** ja seejärel 20,9% algmassist, moodustades aine **Y**. 900 °C juures moodustub sool **C** ja eraldub süsinikdioksiid. 1200 °C juures reageerib sool **C** veevaba kipsiga, moodustades gaasi **A** ja tugevale alusele vastava oksidi **D**.

Väävelhappe tootmise II etapis juhitakse gaas **A** ja õhk 450 °C juures läbi katalüsaatori. Moodustunud gaas **E** kondenseerub toatemperatuuril läbipaistvaks vedelikuks. Ainet **E** saadakse ka veeauru juhtimisel läbi gaasi **A** ja pruuni gaasi **F** segu. Selles reaktsioonis on veeaur katalüsaatoriks. Protsessi käigus pruun värvus kaob ning tekkinud gaas **E** ja veeaur moodustavad väävelhappe udu, mis absorbeeritakse väävelhappes. Mitteabsorbeerunud gaas kokkupuutes hapnikuga värvub uuesti pruuniks. Gaasi **F** saadakse vasepuru reageerimisel kontsentreeritud lämmastikhappega.

- a) Kirjutage ühendi **B** valem ja selle ühendi põlemise (püriidi särdamise) reaktsiooni võrrand. (3)

- b) Kirjutage ainete **X** ja **Y** valemid ning nende triviaalnimetused. (2)
 c) Kirjutage ainete **A**, **C**, **D**, **E** ja **F** valemid ja nimetused. (3)
 d) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i)** $\rightarrow \mathbf{C}$; **ii)** $\mathbf{C} \rightarrow \mathbf{A}$; **iii)** $\mathbf{A} \rightarrow \mathbf{E}$; **iv)** $\mathbf{A} + \mathbf{F} \rightarrow$;
 v) $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \text{ konts.} \rightarrow$; **vi)** $\text{O}_2 + \dots \rightarrow \mathbf{F}$. (3) **11 p**

4. Ühend **X** on alifaatne alkeen, mille aurude tihedus õhu (29,0 g/mol) suhtes on 2,42. Ühendi **X** reageerimisel valastub süsiniktetrabromiidis lahustunud Br_2 ja moodustub küllastunud ühend **Y**. Ühendi **X** reageerimisel vesinikbromiidiga moodustub ühend **Z**, mille molaarmass on 151 g/mol.

- a) Leidke ühendi **X** brutovalem. (2)
 b) Kirjutage ühendite **Y** ja **Z** brutovalemid. (1)
 c) Kirjutage graafiliselt ühendi **X** viis võimalikku isomeeri. (2)
 d) Kirjutage graafiliselt ühendi **X** üks võimalik cis–trans isomeeride paar. (1)
 e) Geminaalsed halogeenühendid sisaldavad kahte halogeeni aatomit sama süsiniku aatomi juures. Kirjutage graafiliselt ühendi **Y** kuus geminaalset isomeeri. (3)
 f) Kirjutage graafiliselt ühendile **Z** kõik vastavad **i)** sekundaarsed ja **ii)** tertsiaarsed halogeenühendid. (2) **11p**

5. Küllastunud mittetsükliiline süsivesinik **A**, mida oli $7,55 \cdot 10^{-3}$ mooli, bromeeriti täielikult. Bromeerimisel eraldunud gaas juhiti AgNO_3 lahusesse. Moodustunud kollane sade **B** filtreeriti ja pärast kuivatamist oli selle mass 19,84 grammi.

- a) Arvutage süsivesiniku **A** brutovalem. (2,5)
 b) Kirjutage süsivesiniku **A** kõikide mittetsükliiliste isomeeride graafilised valemid. (2,5)
 Metaani bromeerimist saab läbi viia ultraviolettkiirguse kaasabil. Bromeerimise esimeses staadiumis moodustub mürgine gaas **C**. Gaasi **C** kuumutamisel vinüülbromiidiga metallilise Na juuresolekul seotakse mõlemast ühendist broomi aatomid ja saadakse gaasiline alkeen **D**. Happelises keskkonnas alkeen **D** hüdrolüüsub, moodustades sümmeetrilise sekundaarse alkoholi **E**. Alkohol **E** reageerib sulfinüülkloriidiga (SOCl_2) vahekorras 1:1, moodustades sekundaarse ühendi **F**, SO_2 ja HCl . Ühendi **F** kuumutamisel metallilise naatriumiga saadakse dimerisatsiooni tulemusena küllastunud süsivesinik **A**.
 c) Kirjutage **i)** ühendite **B**, **C**, **D** valemid ja nimetused ning **ii)** ühendite **E** ja **F** graafilised struktuurivalemid ja nimetused. (2,5)
 d) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i)** $\rightarrow \mathbf{C}$; **ii)** $\rightarrow \mathbf{D}$; **iii)** $\mathbf{D} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \mathbf{E}$; **iv)** $\mathbf{E} + \text{SOCl}_2 \rightarrow \mathbf{F} + \text{SO}_2 + \text{HCl}$; **v)** $\mathbf{F} \rightarrow \mathbf{A}$. (2,5)
 Tähelepanu! Ühendid **E**, **F** ja **A** kirjutage graafiliste struktuurivalemitega. **10 p**

6. Lähtesegus oli leelismuldmetalli **A** sool ACO_3 ja d-elementi **B** sool $\text{B}(\text{NO}_3)_2$. Segu kuumutati, kuni olid täielikult moodustunud nimetatud metallide oksiidid. Oksiidides ja soolades oli vastava metalli oksüdatsiooniaste sama. Kuumutamisel tekkinud gaasidest eemaldati kogu hapnik, mida oli $1,24 \text{ dm}^3$ ($24,8 \text{ dm}^3/\text{mol}$). Ülejäänud gaasid absorbeeriti $4,00 \text{ dm}^3$ 0,100 M $\text{Ba}(\text{OH})_2$ lahuses. Moodustunud sade **X** eraldati ja filtraat aurutati kuivaks. Filtraadi kuivjäägi kuumutamisel saadi 46,0 g BaO .

Metallide **A** ja **B** sisaldus lähtesegus oli vastavalt 13,94 ja 22,10%.

- a) Kirjutage reaktsioonivõrrandid **i)** $\text{ACO}_3 \xrightarrow{\text{t}^\circ\text{t}}$ ja **ii)** $\text{B}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{\text{t}^\circ\text{t}}$. (1)
 b) Arvutage soola $\text{B}(\text{NO}_3)_2$ hulk lähtesegus moolides. (1)
 c) Kirjutage reaktsiooni võrrandid, kui hapnikust vabastatud gaasid juhtida $\text{Ba}(\text{OH})_2$ lahusesse. (1,5)
 d) Arvutage soola ACO_3 hulk lähtesegus moolides. (1,5)
 e) Arvutage metallide **A** ja **B** aatommassid ja tehke kindlaks nende sümbolid ja nimetused. (2) **7 p**