

Tallinna XX koolinoorte keemiaolümpiaadi koolivoor

2019 / 2020 õ. a 9. detsembril 2019 kell 12.00 – 15.00

Enne töö algust täitke tabel puhtandi lehel näidise järgi :

10. klass		I	II	III	IV	Σ
Õpilase nimi						
Õpetaja nimi						
KOOL						

Töö ajal võib kasutada keemiliste elementide perioodilisustabelit, lahustuvustabelit ja kalkulaatorit.

1. (10)

Oli kõle, tormine õhtu umbes novembri lõpus. Väljas ulus tuul piki Baker Streeti ja vihm peksis raevukalt vastu aknaid. Kui ma tuppa astusin, istus Holmes, hommikukuub seljas, väikese laua taga ja uuris mingit keemiaalast probleemi. Mu sõber ei tõstnud õieti pilkugi. Nähes, et tal on ilmselt tähtis töö käsil, istusin ma tugitooli ja ootasin. „Te tulite kriitilisel hetkel, Watson“, ütles ta. Kui eralduva gaasi ruumala ületab 200 kuuftolli, on kõik ilmselt hästi. Kui jääb aga 100 kuuftolli juurde, tähendab see ühe inimese surma.“ Noogutasin murelikult ja nihkusin tulele lähemale.

„Mnjah! Nii ma arvasingi!“ hüüdis ta. Eraldunud oli pisut üle 100 kuuftolli gaasi. „Olen hetke pärast teie teenistuses, Watson. Tubakas on pärsia tuhvlis“. Ta läks kirjutuslaua juurde ja kirjutas mitu telegrammi. „Väga labane mõrvalugu“. ütles ta.

Selgus, et Holmes uuris Sir Smallwoodi surmajuhtumit ning tema tähelepanu köitis lahkunu mao ülihappesuse vastase ravimi purk. Või õigemini selle purgi sisu, millest ta pool untsi happes lahustas ning eralduva gaasi ruumala mõõtis.

Aidake ka doktor Watsonil juhtumit mõista.

Abiks on ideaalse gaasi olekuvõrrand:

$$pV = nRT$$

R – universaalne gaasikonstant; SI-süsteemis $8,314 \frac{J}{mol \cdot K}$

Mõõtühikuid:

$$1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$$

$$1 \text{ unts} = 28,350 \text{ g}$$

1. Kui suur on täpselt ühe mooli gaasi ruumala 0 °C juures rõhul 1 atm? Näidake arvutustega. (1)
2. Arvutage gaasi universaalkonstandi R väärtus mõõtühikutes $\frac{l \cdot atm}{mol \cdot K}$. (1)
3. Sherlock Holmesi ja dr Watsoni Baker Streeti korteris valitseb meeldiv temperatuur 24 °C ning baromeeter näitab 732 mmHg. Arvutage gaasi molaarruumala nendel tingimustel. (1,5)

4. Sherlock Holmes lahustas soolhappes 0,500 untsi ülihappesuse vastast ravimist. Arvutage moodustuva süsihappegaasi ruumala Baker Streeti korteris valitsevatel tingimustel, kui ravim oleks sisaldanud vaid kaltsiumkarbonaati. **(2)**
5. Kui Holmes oleks hubase Baker Streeti korteri asemel katse läbi viinud oma ülikooliaegses laboris, siis oleks punktis 4. moodustunud gaasikogus võtnud enda alla (samal rõhul ehk 732 mmHg juures) 3,49 liitrit. Arvutage temperatuur ülikooli laboris. **(1)**
6. Sherlock Holmesi katsest selgus, et poole untsi ülihappesuse vastase ravimi purgis olnud aine reageerimisel soolhappega moodustus Baker Streeti korteri tingimustel 1,82 liitrit süsihappegaasi.
 - i) Arvutage reageerinud ühendi molaarmass, eeldus et tegemist oli leelismuldmetalli (IIA rühma metallilise elemendi) karbonaadiga. **(2)**
 - ii) Tuvastage Holmesi analüüsitud sool. Kirjutage selle soola valem. **(1)**
7. Nimetage veel üks võimalus lisaks kirjeldatule, mille abil oleks Sherlock Holmes saanud uuritud tahke aine koostise tuvastada. **(0,5)**

2. (10)

Münt massiga 1,20 g koosneb põhiliselt metallist **A**, mille aatomis on 29 elektroni. Selleks, et määrata metalli **A** sisaldust mündis, kasutati elektrolüüsi meetodit. Münt lahustati kontsentreeritud väävelhappes, kusjuures moodustus sool **B** ja eraldus gaas **C**. Happe liig neutraliseeriti naatriumhüdrosiidi lahusega (aine **D**) ja läbi moodustunud lahuse juhiti täpselt üks tund ja 8 minutit elektrivoolu tugevusega 855 mA. Tulemusena eraldus metall **A**, mille massi saab arvutada Faraday seaduse järgi

$$\left(m = \frac{M \cdot I \cdot t}{z \cdot F}; F = 96485 \text{ A} \cdot \text{s} / \text{mol} \right).$$

1. Kirjutage metalli **A** nimetus ja keemilise reaktsiooni võrrand tema reageerimise kohta kontsentreeritud väävelhappega. **(2)**
2. Nimetage reaktsiooni produktid **B** ja **C**. **(1)**
3. Kirjutage aine **D** valem ja neutraliseerimisreaktsiooni võrrand. **(1,5)**
4. Kirjutage elektrolüüsireaktsiooni võrrand ja näidake, milline aine eraldub katoodil ja milline anoodil. **(2)**
5. Arvutage elektrolüüsil eraldunud metalli **A** mass ja selle metalli protsendiline sisaldus mündis. **(2,5)**
6. Arvutage eraldunud gaasi **C** ruumala (cm³). **(1)**

3. (10)

Metallide **A** ja **B** sisalduse määramiseks messingist (valgevasest) kraanis võeti sulami proov massiga 3,200 g. Seda sulami proovi töödeldi 20,92 cm³ 10,00 % soolhappe lahuse ($\rho = 1,047 \text{ g/cm}^3$) liiaga ja seejuures eralduv gaas koguti eraldi anumasse. Gaasi

kogumise käigus purunes gaasijuhtetoru ja seetõttu toimus gaasi **C** leke. Tulemusena õnnestus koguda täpselt 336,0 cm³ gaasi **C**.

Saadud lahusest võeti välja reageerimata jäänud metall **B** ja lahuse maht viidi 100,0 cm³-ni. Reageerimata jäänud soolhappe lahuse kontsentratsiooni määramiseks võeti 100,0 cm³ lahusest 10,00 cm³ proov, mis viidi eraldi kolbi ja tiitriti büretis oleva 0,07547 M naatriumhüdroksiidi lahusega. Algnivoo büretis oli 11,50 cm³, aga peale tiitrimist oli nivoo näit 38,00 cm³.

1. Nimetage metallid **A**, **B** ja gaas **C**. (1,5)
2. Kirjutage reaktsioonivõrrand metalli **A** lahustumise kohta soolhappes ja soolhappe liia neutraliseerimise kohta naatriumhüdroksiidi lahusega. (1)
3. Arvutage tiitrimiseks kulunud naatriumhüdroksiidi hulk. (1)
4. Arvutage soolhappe hulk, mis kulus reageerimiseks naatriumhüdroksiidiga ja metalliga **A**. (2,5)
5. Arvutage metalli **A** mass ja protsendiline sisaldus sulamis. (2)
6. Arvutage gaasi **C** maht, mis eraldus reaktsiooni tulemusena. Mitu protsenti gaasi **C** õnnestus koguda? (2)

4. (10)

Ained **A**, **B**, **C** ja **D** on lihtained ja koosnevad elementidest, mis asuvad keemiliste elementide perioodilisussüsteemi tabeli ühes ja samas rühmas. Ainete **A**, **B**, **C** ja **D** (iga aine mass 1,00 g) reageerimisel vesinikuga moodustuvad ained **E**, **F**, **G** ja **H** järgmise skeemi kohaselt:



Ained **E**, **F**, **G** ja **H** on toatemperatuuril gaasid. Iga gaas neljast gaasist lahustati eraldi 100 g vees ja iga lahuse maht viidi 100 ml - ni. Ained **A**, **B**, **C** ja **D** reageerivad ainete **E**, **F**, **G** ja **H** lahustega vastavalt tabelile (+ reaktsioon toimub, - reaktsioon ei toimu):

	Aine A	Aine B	Aine C	Aine D
Aine E lahus	-	+	-	-
Aine F lahus	-	-	-	-
Aine G lahus	+	+	-	+
Aine H lahus	+	+	-	-

1. Kirjutage ainete **A**, **B**, **C** ja **D** keemilised valemid ja nimetage need. (1,0)
2. Kirjutage reaktsioonide võrrandid ainete **E**, **F**, **G** ja **H** saamise kohta ja nimetage need ained. (2,0)

3. Arvutage ainetest **E**, **F**, **G** ja **H** moodustunud lahuste molaarsed kontsentratsioonid ning lahuste **E**, **G** ja **H** pH väärtused. **(2,5)**

(Lahuste pH arvutatakse järgmise valemi järgi: $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$.)

4. Kirjutage reaktsioonivõrrandid ainete **A**, **B**, **C** ja **D** reageerimise kohta ainete **E**, **F**, **G** ja **H** lahustega (vt tabelit). **(3,0)**

5. Asetage ained **E**, **F**, **G** ja **H** nende keemistemperatuuride kasvu järjekorda. **(1,0)**

6. Selgitage, miks on ainel **F** anomaalselt kõrge keemistemperatuur. **(0,5)**