

2000/2001 õa keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesannete lahendused

10. klass

1. a) i) $K_2SO_4 + Ba(NO_3)_2 = 2KNO_3 + BaSO_4 \downarrow$
ii) 60 °C juures on KNO_3 lahustuvus suurem kui lahuses olev KNO_3 mass, mistõttu lahustumatuks aineks on ainult $BaSO_4$.

b) i) $BaSO_4$

ii) $380 \text{ g} \cdot 0,185 \quad m$

$$\begin{array}{ccc} K_2SO_4 & \Leftrightarrow & BaSO_4 \\ 174 \text{ g/mol} & & 233 \text{ g/mol} \end{array}$$
$$m(BaSO_4) = \frac{1}{1} \cdot 380 \text{ g} \cdot 0,185 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{174 \text{ g}} \cdot 233 \text{ g/mol} = \mathbf{94,1 \text{ g}}$$

c) i) $380 \text{ g} \cdot 0,185 \quad m$

$$\begin{array}{ccc} K_2SO_4 & \Leftrightarrow & 2KNO_3 \\ 174 \text{ g/mol} & & 101 \text{ g/mol} \end{array}$$
$$m(KNO_3, \text{enne}) = \frac{2}{1} \cdot 380 \text{ g} \cdot 0,185 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{174 \text{ g}} \cdot 101 \text{ g/mol} = \mathbf{81,6 \text{ g}}$$

ii) $m(H_2O) = 380,0 \text{ g} \cdot 0,815 = 309,7 \text{ g}$

$$m(KNO_3, \text{pärast}) = 309,7 \text{ g} \cdot \frac{20,9}{100} = \mathbf{64,7 \text{ g}}$$

d) i) $m(KNO_3, \text{kristalliseerus}) = 81,6 \text{ g} - 64,7 \text{ g} = \mathbf{16,9 \text{ g}}$

ii) $m(\text{lahus, enne}) = 309,7 \text{ g} + 81,6 \text{ g} = \mathbf{391,3 \text{ g}}$

2. a) A – H_2O , vesi

B – SO_3 , vääveltrioksiid

C – Hg, elavhõbe

D – H_2SO_4 , väävelhape

E – Hg_2SO_4 , elavhõbe(I)sulfaat

F – SO_2 , vääveldioksiid

b) i) $H_2O + SO_3 = H_2SO_4$

A B D

ii) $m(H_2SO_4) = 0,0240 \text{ mol} \cdot 98,1 \text{ g/mol} = 2,3544 \text{ g}$

$$m(H_2O, \text{lõpus}) = (0,0556 - 0,0240) \text{ mol} \cdot 18,09 \text{ g/mol} = 0,5716 \text{ g}$$

$$\%(H_2SO_4) = \frac{2,3544}{2,9260} \cdot 100 = \mathbf{80,5}$$

c) i) $n(Hg, \text{reageerinud}) = 0,0672 \text{ mol} \cdot 0,357 = 0,02399 \approx \mathbf{0,0240 \text{ mol}}$

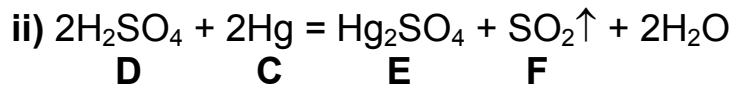
$$n(SO_3) = 0,0240 \text{ mol}$$

$$n(H_2SO_4) = 0,0240 \text{ mol}$$

$$n(\text{sool E}) = 0,0120 \text{ mol}$$

$$n(SO_2) = 0,0120 \text{ mol}$$

Seega peab moodustunud sool olema Hg_2SO_4



$$\text{d) } n(\text{H}_2\text{O, lõpus}) = [(0,0556 - 0,0240) + \frac{2}{2} \cdot 0,0240] \text{ mol} = \mathbf{0,0556 \text{ mol}}$$

reageerimata reaktsioonil c) ii)

e) i) Vee reaktsioonil vääveltrioksiidiga vabaneb suur hulk energiat, mis tõstab reaktsioonisegu temperatuuri ja seega geomeetrilises progressioonis ka reaktsiooni kiirust.

ii) Elavhõbeda liia korral moodustuvad Hg(I)ühendid.

$$\text{3. a) } n(\text{Fe}) = 34,85 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{55,85 \text{ g}} = 0,624 \text{ mol}$$

$$n(\text{S}) = 13,34 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{32,08 \text{ g}} = 0,417 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}) = 1,89 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{1,008 \text{ g}} = 0,1875 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}) = 49,92 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{16,0 \text{ g}} = 3,12 \text{ mol}$$

Jagades väikseima hulgaga (0,417 mol) saame suhte

$$n(\text{Fe}) : n(\text{S}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 1,5 : 1 : 4,5 : 7,5$$

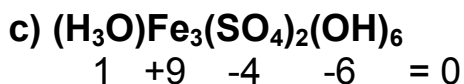
Korrutades kahega saame 3 : 2 : 9 : 15



b) Kui mineraalis on vääveli o.a. VI, siis

$$\text{o.a.}(\text{Fe}) = [2 \cdot 6 + 9 \cdot 1 + 15 \cdot (-2)] : 3 = \mathbf{III}$$

Vääveli oksüdatsiooniastmed IV ja -II annaksid rauale ebatavalised oksüdatsiooniastmed.

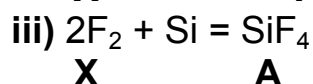
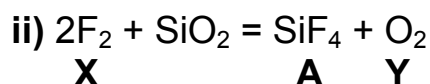
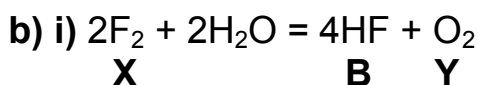


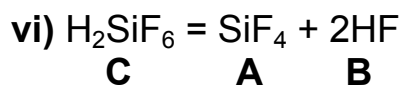
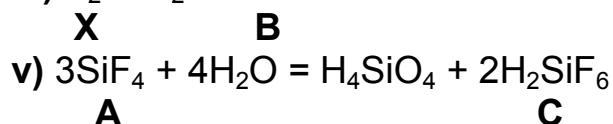
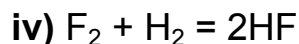
d) H_3O^+ – hüdroksooniumioon, oksooniumioon

$$\text{4. a) } M\{[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3]^{-}\} = 485 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{X}) = 485 \text{ g/mol} \cdot \frac{3,77}{96,23} = 19,0 \text{ g/mol}$$

X – F, fluor





- c) **X** – F₂, fluor
Y – O₂, hapnik
A – SiF₄, ränifluoriid
B – HF, vesinikfluoriid
C – H₂SiF₆, heksafluororänihape

5. a) Et gaaside segu süütamisel moodustusid gaasid, mis absorbeerumisel annavad ainult ühe aine, siis üheks lähtegaasiks peab olema hapnik ja teiseks gaasiks madalama oksüdatsiooniastmega oksiid, mis oksüdeerub kõrgema oksüdatsiooniastmega oksiidiks – kolmas gaas. Süsivesinikud on välistatud, sest vett ei moodustunud. Välistatud on nii NO kui ka SO₂, sest lõppsegu oli värvitu ja SO₂ oksüdeerub ainult katalüsaatori juuresolekul. Sobivateks aineteks on CO ja CO₂.

Lähtesegus võivad olla O₂, CO ja CO₂;

lõppsegu kas CO₂ ja CO või CO₂ ja O₂.

- b) i) 2CO + O₂ = 2CO₂
 ii) CO₂ + 2NaOH = Na₂CO₃ + H₂O

- c) i) Reaktsioonivõrrandi b)i) alusel võrdub moodustunud CO₂ ruumala reaktsiooni astunud CO ruumalaga. Ülesande tingimuste kohaselt V(CO₂,saadusgaasides) viitab NaOH lahuse massi juurdekasvule.

$$V(\text{CO}_2, \text{saadusgaasides}) = 1,375 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{44,0 \text{ g}} \cdot 22,4 \text{ dm}^3 / \text{mol} = 0,700 \text{ dm}^3$$

Koguruumala muutus võrdub reaktsiooni astunud hapniku ruumalaga (0,100 dm³). Reaktsioonis osales seega $\frac{2}{1} \cdot 0,100 \text{ dm}^3 = 0,200 \text{ dm}^3$ süsinikmonooksiidi ja teada on ainult lähtesegus ja lõppsegu olev CO₂ ruumala.

$$V(\text{CO}_2, \text{lähtesegus}) = 0,700 \text{ dm}^3 - 0,200 \text{ dm}^3 = 0,500 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{CO}_2, \text{lõppsegu}) = 0,700 \text{ dm}^3$$

Hapniku ja süsinikmonooksiidi ruumalad lähtesegus võivad omada kahesugust väärtust, millest tingituna on lõppsegu kahe erineva koostisega.

i) **Lähtesegu**

Variant **A**

$$V(\text{CO}_2) = 0,500 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{CO}) = 0,200 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{O}_2) = 0,300 \text{ dm}^3$$

Variant **B**

$$V(\text{CO}_2) = 0,500 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{CO}) = 0,400 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{O}_2) = 0,100 \text{ dm}^3$$

ii) Lõppsegu

$$V(\text{CO}_2) = 0,700 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{O}_2) = 0,200 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{CO}_2) = 0,700 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{CO}) = 0,200 \text{ dm}^3$$

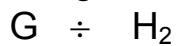
$$\text{d) } M(\mathbf{A}) = \frac{0,7}{0,9} \cdot 44,0 \text{ g/mol} + \frac{0,2}{0,9} \cdot 32,0 \text{ g/mol} = \mathbf{41,4 \text{ g/mol}}$$

$$M(\mathbf{B}) = \frac{0,7}{0,9} \cdot 44,0 \text{ g/mol} + \frac{0,2}{0,9} \cdot 28,0 \text{ g/mol} = \mathbf{40,4 \text{ g/mol}}$$

6. a) Aine **D** on rombiline väävel (S_8); kui vedel väävel jahtub aeglaselt, siis moodustub aine **E** – monokliinne väävel (S_8); kui vedel väävel valada vette, siis moodustub aine **F** – plastiline väävel (S_n).

b) i) $\mathbf{G} + 2\text{HCl} = \text{GCl}_2 + \text{H}_2$ (inertses atmosfääris tekib madalama oksüdatsiooniastmega ühend)

ii) 2,00 g 803 cm^3



$$M \quad 22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}$$

$$2,00 \text{ g} = \frac{1}{1} \cdot 0,803 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{22,4 \text{ dm}^3} \cdot M(\mathbf{G})$$

$$M(\mathbf{G}) = 2,00 \text{ g} \cdot \frac{1}{0,803 \text{ dm}^3} \cdot \frac{22,4 \text{ dm}^3}{1 \text{ mol}} = 55,8 \text{ g/mol}$$

G – Fe, raud

iii) **A** – FeS, raud(II)sulfiid

c) i) $\text{FeS} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$

A, raudsulfiid

B, divesiniksulfiid

ii) $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2$

B

C, vääveldioksiid

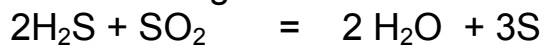
iii) vesilahuses



B **C**

D

iv) gaasifaasis



veeaur vedel

v) $\text{S} + \text{H}_2 = \text{H}_2\text{S}\uparrow$

D **B**

vi) $\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2\uparrow$

C

vii) $2\text{S} + \text{C} = \text{CS}_2$

diväävelsüsiniik