

2010/2011 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesannete lahendused

8. klass

1. a) i) $2 \text{ t} = 2 \text{ t} \cdot \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ t}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} = 2 \cdot 10^9 \text{ mg}$

ii) $9000 \text{ s} = 9000 \text{ s} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 2,5 \text{ h}$

iii) $60 \text{ kg/mol} = \frac{60 \text{ kg}}{1 \text{ mol}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{1000 \text{ mmol}} = 60 \text{ g/mmole}$

iv) $17400 \text{ cm}^3 = 17400 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ dm}^3} = 0,01740 \text{ m}^3$

(eksitud tüvenumbritega –0,5; võetakse maha ainult üks kord töös)
(4·1,5) 6

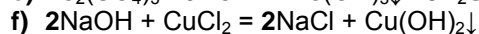
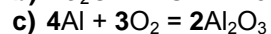
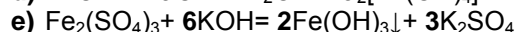
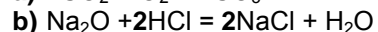
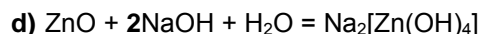
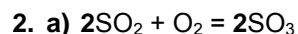
b) keemilised nähtused: kurkide hapendamine, skulptuuride kahjustumine
happevihmas, puulehtede värvumine

füüsikalised nähtused: vikerkaar, äiksevälk, õuna kukkumine puu otsast
(iga korrektne valik 0,5; miinuspunkte ei anta) (6·0,5) 3

c) i) $\%_{\text{aatom}}(\text{N}) = \frac{2}{7} \cdot 100 = 28,6$

ii) $\%_{\text{aatom}}(\text{N}) = \frac{5+2}{25} \cdot 100 = 28$ (2·0,5) 1

10 p



(õigesti tasakaalustatud võrrand – 1,5;

eksitud ühe koefitsiendiga – 1;

eksitud rohkem kui ühe koefitsiendiga – 0)

(6·1,5) 9

9 p

3. A – CaO

(1)

B – H₂

(1)

C – CO₂

(1)

D – HCl

(1)

E – FeCl₃

(1)

5

Gaasid: H₂ ja CO₂

(kaks õiget – 1; üks õige, üks vale – 0,5;

Metallid: Al ja Fe

kaks õiget, üks vale – 0,5;

Mittemetallid: H₂ ja Cl₂

muud variandid – 0)

(6·0,5) 3

8 p

4.

Osa-ke	Sümbol	Prootonite arv	Neutronite arv	Elektronide arv	Z (aatomnumber)	A (massiarv)
A	Al	13	14	13	13	27
B	Si	14	14	14	14	28
C	B	5	6	5	5	11
D	C	6	6	6	6	12
E	Ca	20	20	20	20	40
F	Ca ²⁺	20	20	18	20	40

(iga lahter 0,25)

(6·6·0,25) 9

Isobaarid on E ja F.

(õige paar 0,5)

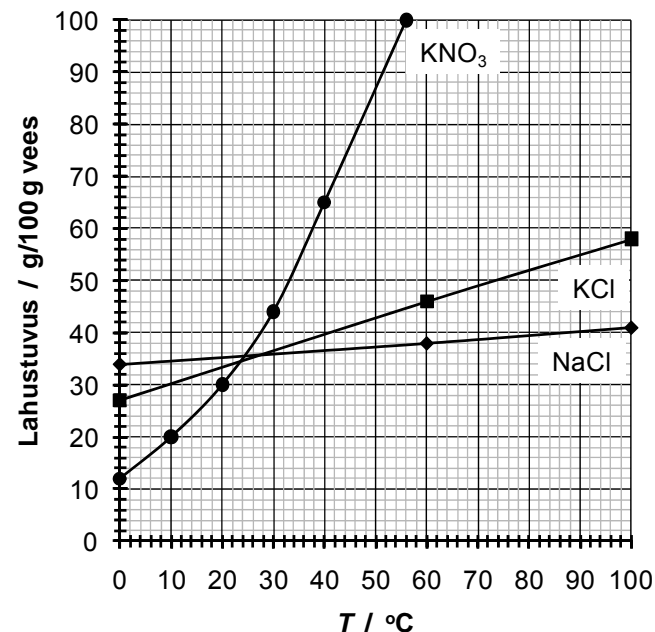
(0,5)

Isotoonid on A ja B, C ja D, E ja F.

(3·0,5) 2

11 p

5. a)



Korrektset tähistatud x – telg (T / °C) ja y-telg (Lahustuvus / g). (2·0,5)

Telgedel on toodud välja suuruste väärtused

(0, 10, 20, ...; 0, 20, ... vmt) (2·0,5)

x-telg ja y-telg on õiges mastaabis (x-telg: 10°C vastab 1 cm;

y-telg: 10 g/100 g vees vastab 1 cm)

(2·0,5)

Punktid on ühendatud sujuva joonega. (0,5)
Joonisel on selgelt tähistatud, millisele kõverale vastab milline sool (NaCl, KCl, KNO₃). (0,5) **4**

b) Temperatuuri vähenedes soola lahustuvus **väheneb**. **0,5**

c) i) Kõige vähem sõltub temperatuurist **NaCl** lahustuvus.

ii) Kõige rohkem sõltub temperatuurist **KNO₃** lahustuvus. (2·0,5) **1**

d) Soolade lahustuvus vee keemistemperatuuril (100°C):



Soolade lahustuvus vee jäätumistemperatuuril (0°C):



e) **Lahustuvus (NaCl) = 37 ± 1 g**

Lahustuvus (KCl) = 43 ± 1 g

Lahustuvus (KNO₃) = 86 ± 2 g (3·0,5) **1,5**

f) 28±2°C **1**

g) **Lahustuvus (KCl) = 30 ± 1 g/100 g vees** (0,5)

$$m(\text{KCl}, 50 \text{ g vees}) = 30 \text{ g} \cdot \frac{50 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 15 \pm 1 \text{ g} < 28 \text{ g} \quad (0,5)$$

i) Kogu sool **ei lahustunud** ära. (0,5)

ii) **m (KCl sademes) = 28 g – 15 g = 13 ± 1 g** (0,5) **2**

11 p

6. a) **A – Fe, raud** (2·0,5) **1**

b) **K – FeO** (õige valem – 0,5; õiged o.a-d – 0,5)

L – Fe₂O₃ (õige valem – 0,5; õiged o.a-d – 0,5)

M – Fe₃O₄ **o.a (Fe) = $-\frac{4 \cdot (-2)}{3} = 8/3$**

(õige valem – 0,5; õiged o.a-d – 1) **3,5**

c) **2Fe + O₂ = 2FeO** (hinnata ainult tasakaalustamist) (0,5)

4FeO + O₂ = 2Fe₂O₃ (0,5)

6FeO + O₂ = 2Fe₃O₄ (0,5) **1,5**

d) $\%_{\text{mass}}(\text{FeO}) = \frac{55,84}{71,84} \cdot 100 = 77,73$

$$\%_{\text{mass}}(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{2 \cdot 55,84}{159,7} \cdot 100 = 69,93$$

$$\%_{\text{mass}}(\text{Fe}_3\text{O}_4) = \frac{3 \cdot 55,84}{231,5} \cdot 100 = 72,36$$

Järjestus massiprotsendi alusel: **Fe₂O₃ < Fe₃O₄ < FeO**

(3·1 + 1) **4**

e) **FeO** – raud(II)oksiidis on raua massiprotsendiline sisaldus suurim. **0,5**

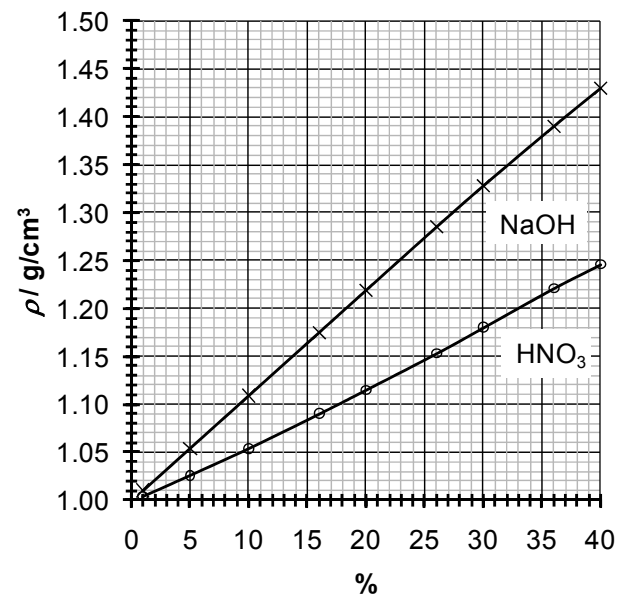
f) **Fe₂O₃ + 3CO = 2Fe + 3CO₂**
(korrektsed ained – 0,25, tasakaalustamine – 0,25) **0,5**
11 p

9. klass

1. a) oksiid: Fe_3O_4 , SiO_2
 hape: H_3PO_4 , H_2SO_4
 alus: $\text{Al}(\text{OH})_3$, CuOH , $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
 sool: $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, NaCl , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$, NaHCO_3
 (iga õige 0,25) (12·0,25) 3
- b) Näiteks:
 i) N_2O_5 – diämmastikpentaoksiid; oksiid
 HNO_3 – lämmastikhape; hape
 NaNO_3 – naatriumnitrat; sool (6·0,25)
 ii) N_2O_3 – diämmastiktrioksiid; oksiid
 HNO_2 – lämmastikuhape; hape
 NaNO_2 – naatriumnitrit; sool (6·0,25) 3
- c) Näiteks:
 i) $3\text{NaOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$
 ii) $3\text{Ba}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
 iii) $2\text{KOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{K}_2\text{HPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
 iv) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (4·1) $\frac{4}{10}$ p

2. a) Adeniin $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}_5$ Guaniin $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}_5\text{O}$
 Tsütosiin $\text{C}_4\text{H}_5\text{N}_3\text{O}$ (3·1) 3
- b) $\%(\text{N,adeniin}) = \frac{5 \cdot 14}{135} \cdot 100 = 52$ $\%(\text{N,guaniin}) = \frac{5 \cdot 14}{151} \cdot 100 = 46$
 $\%(\text{N,tsütosiin}) = \frac{3 \cdot 14}{111} \cdot 100 = 38$ (3·1)
 Suurim lämmastiku sisaldus on **adeniinis**. (1) 4
- c) Ammooniaak $\overset{-III}{\text{N}}\text{H}_3$ o.a(N) = -III (0,5)
 Vesinikkloriid $\overset{+1}{\text{H}}\overset{-1}{\text{Cl}}$ o.a(H) = I (0,5)
 Adeniin $\overset{+II}{\text{C}}_5\overset{+1}{\text{H}}_5\overset{-III}{\text{N}}_5$ o.a(C) = 10/5 = 2 (1) $\frac{2}{9}$ p

3. a)



- Korrektelt tähistatud x – telg (%) ja y-telg ($\rho / \text{g/cm}^3$). (2·0,5)
 Telgedel on toodud korrektelt välja suuruste väärtused
 (x-telg: 0, 5, 10, ...; y-telg: 1,00, 1,05, 1,10, ...). (2·0,5)
 x-teljel ja y-teljel on õige väärtuste vahemik
 (x-telg: 0-40% ; y-telg: 1-1,5 g/cm^3). (2·0,5)
 Punktid on ühendatud sujuva joonega. (0,5)
 Joonisel on selgelt tähistatud millisele kõverale vastab milline aine (NaOH, HNO_3). (0,5) 4
- b) Ühendite protsendilise sisalduse suurenedes **lahuse tihedus kasvab**. (0,5)
- NaOH lahuse** tihedus sõltub rohkem protsendilisest sisaldusest. (0,5)
 Lahuste tihedused on võrdsed, kui mõlema lahuse protsendiline sisaldus on 0% ja tihedus $1,00 \pm 0,01 \text{ g/cm}^3$. Tihedused on võrdsed, kuna mõlemal juhul on tegemist puhta veega. (2·0,5) 2
- c) $m(\text{NaOH } 10\% \text{ lahuse}) = 50 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1,109 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} = 55,45 \text{ g}$ (0,5)
 $m(\text{NaOH } 30\% \text{ lahuse}) = 25 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1,328 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} = 33,2 \text{ g}$ (0,5)
 $m(\text{NaOH lahuse}) = 55,45 \text{ g} + 33,2 \text{ g} = 88,65 \text{ g}$ (0,5)
 $m(\text{NaOH}) = 55,45 \text{ g} \cdot 0,1 + 33,2 \text{ g} \cdot 0,3 = 15,51 \text{ g}$ (0,5)

$$\%(\text{NaOH}) = \frac{15,51 \text{ g}}{88,65 \text{ g}} \cdot 100 = 17,5 \quad (0,5)$$

$$\rho(\text{NaOH}) = 1,19 \pm 0,01 \text{ g/cm}^3 \quad (\text{jooniselt}) \quad (0,5) \quad \mathbf{3}$$

d) Olgu mõlema lahuse ruumala V (võib võtta ka konkreetse väärtuse n.t 10 cm^3). Peale lahuste kokkusegamist saadava lahuse protsendiline koostis avaldub:

$$\%(\text{lõpplahus}) = \frac{V \cdot \rho_{1\text{lahus}} \cdot \%_{1\text{lahus}} + V \cdot \rho_{2\text{lahus}} \cdot \%_{2\text{lahus}}}{V \cdot \rho_{1\text{lahus}} + V \cdot \rho_{2\text{lahus}}}$$

$$\%(\text{lõpplahus}) = \frac{V \cdot (\rho_{1\text{lahus}} \cdot \%_{1\text{lahus}} + \rho_{2\text{lahus}} \cdot \%_{2\text{lahus}})}{V \cdot (\rho_{1\text{lahus}} + \rho_{2\text{lahus}})}$$

$$\%(\text{lõpplahus}) = \frac{\rho_{1\text{lahus}} \cdot \%_{1\text{lahus}} + \rho_{2\text{lahus}} \cdot \%_{2\text{lahus}}}{\rho_{1\text{lahus}} + \rho_{2\text{lahus}}}$$

Leiame nüüd mõlema lahuses HNO_3 protsendilise sisalduse:

$$\%_{1\% \text{ lahus}+30\% \text{ lahus}} = \frac{1,004 \text{ g/cm}^3 \cdot 0,01 + 1,180 \text{ g/cm}^3 \cdot 0,3}{1,004 \text{ g/cm}^3 + 1,180 \text{ g/cm}^3} \cdot 100 = 16,6 = 17$$

$$\%_{10\% \text{ lahus}+20\% \text{ lahus}} = \frac{1,054 \text{ g/cm}^3 \cdot 0,1 + 1,115 \text{ g/cm}^3 \cdot 0,2}{1,054 \text{ g/cm}^3 + 1,115 \text{ g/cm}^3} \cdot 100 = 15,1 = 15$$

(2-1)

Jooniselt saab nüüd määrata tihedused.

$$(\rho_{1\% \text{ lahus}+30\% \text{ lahus}} = 1,10 \pm 0,01 \text{ g/cm}^3, \rho_{10\% \text{ lahus}+20\% \text{ lahus}} = 1,08 \pm 0,01 \text{ g/cm}^3)$$

Kõrgema HNO_3 sisaldusega lahuses on ka tihedus suurem, s.t võrdsete ruumaladega **1% ja 30% HNO_3 lahuste segamisel** saadakse suurema tihedusega lahus. (1) $\frac{3}{12 \text{ p}}$

4. a) X – naatrium (0,5)

Soolades on elemendi o.a = 1.

Veast kergem leelismetall, millel on kolm elektronikihti.

Kolmanda perioodi metallidest on elektronide arv $23/11 = 2,09$ korda väiksem aatommassist ainult naatriumil.

A – NH_4HCO_3 , ammooniumvesinikkarbonaat

B – NaCl , naatriumkloriid

C – NaHCO_3 , naatriumvesinikkarbonaat

D – NaOH , naatriumhüdrosiid

E – Na_2CO_3 , naatriumkarbonaat (6-0,5) $\mathbf{3}$

b) i) $\text{NH}_4\text{HCO}_3 + \text{NaCl} = \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$ (0,5)

ii) $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{elektrolüüs}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow + \text{Cl}_2\uparrow$ (1)

iii) $\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3$ (0,5)

iv) $2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ (1)

v) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{CaCO}_3\downarrow$ (1)

vi) $2\text{NaOH} + \text{Br}_2 = \text{NaBr} + \text{NaBrO} + \text{H}_2\text{O}$ (1) $\frac{5}{8 \text{ p}}$

5. a) A – Ca D – CO F – H_2 X – CaC_2
B – CaO E – Ca(OH)_2 G – C_2H_2 (7-0,5)

Ülesande tekstist tuleneb, et sünteesitav metall on kaltsium ja sellele vastav oksiid on CaO .

$$n(\text{X}) = \frac{1}{1} \cdot 10 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{56,077 \text{ g}} = 0,17832 \text{ mol}$$

$$M(\text{X}) = \frac{11,43 \text{ g}}{0,17832 \text{ mol}} = 64,10 \text{ g/mol}$$

X valem on CaY_2 (Ca_2Y ei sobi, sest siis $M(\text{Ca}_2\text{Y}) > 64,10 \text{ g/mol}$)

$$A_r(\text{Y}) = \frac{64,10 - 40,08}{2} = 12,01 \quad \text{Y – C, süsinik} \quad (2,5)$$

G üldine valem on $(\text{CH})_n$.

Kergeim gaas on vesinik molekulmassiga $M_r(\text{H}_2) = 2$.

$$M_r(\text{G}) = 13 \cdot 2 = 26$$

$$n = \frac{26}{13} = 2 \quad \text{G – } \text{C}_2\text{H}_2 \quad (2) \quad \mathbf{8}$$

b) i) $2\text{Ca} + \text{O}_2 = 2\text{CaO}$ (0,5)

ii) $\text{CaO} + 3\text{C} = \text{CaC}_2 + \text{CO}$ (0,5)

iii) $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2\uparrow$ (0,5)

iv) $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2 + \text{C}_2\text{H}_2\uparrow$ (0,5) $\frac{2}{10 \text{ p}}$

6. a) Lähtume sellest, et Malle võttis aineid vahekorras:

2,00 g N : 3,00 g P_2O_5 : 1,00 g K_2O .

(üldjuhul suhtuvad massid $2x \text{N} : 3x \text{P}_2\text{O}_5 : 1x \text{K}_2\text{O}$)

Arvutame puhta fosfori ja kaaliumi massid:

$$m(\text{P}) = \frac{2}{1} \cdot 3 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{141,9 \text{ g}} \cdot \frac{30,97 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 1,31 \text{ g} \quad (1,5)$$

$$m(\text{K}) = \frac{2}{1} \cdot 1 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{94,2 \text{ g}} \cdot \frac{39,1 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 0,830 \text{ g} \quad (1,5)$$

N : P : K massid peavad olema vahekorras **2,00 : 1,31 : 0,830**.

(Võttes vähima massisuhte üheks saadaks 2,40 : 1,58 : 1,00) (1) $\mathbf{4}$

b) Kaaliumnitraat on nii kaalium- kui ka lämmastikväetis. Arvutused tuleb teha kaaliumi järgi, sest seda teistest väetistest ei lisandu.

$$m(\text{K, väetises}) = m(\text{K, KNO}_3\text{-s}) = \frac{1}{1} \cdot 500 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{101,1 \text{ mol}} \cdot \frac{39,1 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 193,4 \text{ g} \quad (1)$$

$$m(\text{N, KNO}_3\text{-s}) = \frac{1}{1} \cdot 500 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{101,1 \text{ mol}} \cdot \frac{14,01 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 69,29 \text{ g} \quad (1)$$

$$m(\text{P, väetises}) = 193,4 \text{ g} \cdot \frac{1,31 \text{ g}}{0,83 \text{ g}} = 305,2 \text{ g} \quad (0,5)$$

$$m(\text{N, väetises}) = 193,4 \text{ g} \cdot \frac{2 \text{ g}}{0,83 \text{ g}} = 466,0 \text{ g} \quad (0,5)$$

$$m[(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4] = \frac{1}{1} \cdot 305,2 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{30,97 \text{ g}} \cdot \frac{132,1 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = \mathbf{1302 \text{ g}} \quad (1)$$

$$m[\text{N, } (\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4\text{-s}] = \frac{2}{1} \cdot 1302 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{132,1 \text{ g}} \cdot \frac{14,01 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 276,2 \text{ g} \quad (1)$$

$$m[\text{N, Ca(NO}_3)_2\text{-s}] = 466 \text{ g} - 69,29 \text{ g} - 276,2 \text{ g} = 120,5 \text{ g} \quad (1)$$

$$m[\text{Ca(NO}_3)_2] = \frac{1}{2} \cdot 120,5 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{14,01 \text{ g}} \cdot \frac{164,1 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 705,9 \text{ g} \approx \mathbf{706 \text{ g}} \quad (1) \quad \underline{\mathbf{7}}$$

11 p

2010/2011 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesannete lahendused

10. klass

1. a) Veele annavad aluselise keskkonna K_2CO_3 ja $NaOH$. (2·0,5) 1
(kaks õiget – 1; üks õige, üks vale – 0,5; kaks õiget, üks vale – 0,5; muud variandid – 0)

b) $T = (-78 + 273)K = 195 K$

$T = (20 + 273)K = 293 K$ (2·0,5) 1

c) i) $1 \text{ \AA} = 1 \text{ \AA} \cdot \frac{10^{-1} \text{ nm}}{1 \text{ \AA}} \cdot \frac{1 \text{ cm}}{10^7 \text{ nm}} \cdot \frac{1 \text{ toll}}{2,54 \text{ cm}} \cdot \frac{1 \text{ jalg}}{12 \text{ toll}} \cdot \frac{1 \text{ jard}}{3 \text{ jalg}} = 1,09 \cdot 10^{-10} \text{ jard}$

ii) $1 \text{ v.a} = 1 \text{ v.a} \cdot \frac{365,25 \text{ päev}}{1 \text{ v.a}} \cdot \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ päev}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ päev}} \cdot \frac{3 \cdot 10^5 \text{ km}}{1 \text{ s}} = 9,47 \cdot 10^{12} \text{ km}$

$1 \text{ v.a} = 9,47 \cdot 10^{12} \text{ km} \cdot \frac{10^5 \text{ cm}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ jard}}{91,44 \text{ cm}} = 1,04 \cdot 10^{16} \text{ jard}$ (1+2) 3

c) $m(\text{CaCl}_2) = 250 \text{ g} \cdot 0,06 = 15 \text{ g}$

$m(\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{1} \cdot 15 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{110,9 \text{ g}} \cdot \frac{219,1 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 29,6 \text{ g}$

$m(\text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ g} - 29,6 \text{ g} = 220 \text{ g}$ 2

d) Kristallhüdraadi valemil võib esitada kujul $\text{LiNO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. Sel juhul avaldub hapniku sisaldus järgmiselt:

$\%(\text{O}) = \frac{3 \cdot M(\text{O}) + x \cdot M(\text{O})}{M(\text{LiNO}_3) + x \cdot M(\text{H}_2\text{O})} = 0,718 \quad \frac{3 \cdot 16 + 16x}{69 + 18,02x} = 0,718 \quad x = 0,504$

Kristallhüdraadi valem on seega $\text{LiNO}_3 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ehk $2\text{LiNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 3
10 p

2. a) $m(\text{sahharoos pirukas}) = 70 \text{ g} \cdot \frac{2,59 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 1,813 \text{ g}$

$m(\text{glükoos pirukas}) = 70 \text{ g} \cdot \frac{0,794 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 0,5558 \text{ g}$

$n(\text{sahharoos pirukas}) = 1,813 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{342 \text{ g}} \cdot \frac{1000 \text{ mmol}}{1 \text{ mol}} = 5,30 \text{ mmol}$ 5

$n(\text{glükoos pirukas}) = 0,5558 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{180 \text{ g}} \cdot \frac{1000 \text{ mmol}}{1 \text{ mol}} = 3,09 \text{ mmol}$

$n(\text{glükoos pirukast verre}) = \frac{1}{1} \cdot 5,30 \text{ mmol} + 3,09 \text{ mmol} = 8,39 \text{ mmol}$

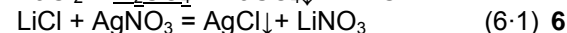
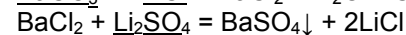
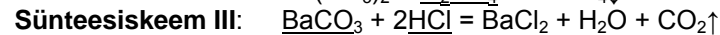
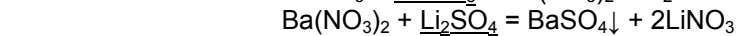
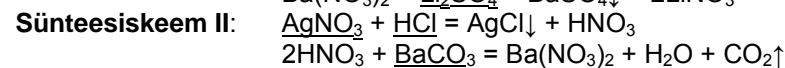
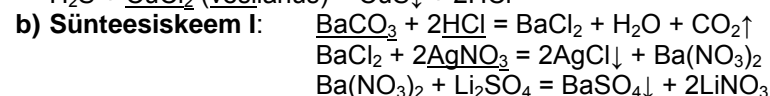
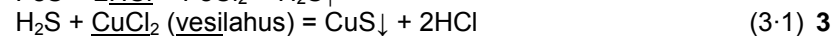
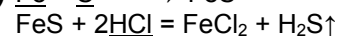
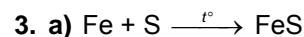
$c(\text{veresuhkur}) = c(\text{glükoos veres}) = \frac{4,1 \text{ mmol}}{1 \text{ dm}^3} + \frac{8,39 \text{ mmol}}{5 \text{ dm}^3} = 5,8 \frac{\text{mmol}}{\text{dm}^3}$

b) $N(\text{pirukas}) = \frac{(40 - 5,78) \text{ mmol}}{1 \text{ dm}^3} \cdot 5 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1}{8,39 \text{ mmol}} = 18,4 \approx 18$ 3

c) $E(\text{pirukas}) = \left[(35,2 + 6,46) \text{ g} \cdot \frac{4 \text{ kcal}}{100 \text{ g}} + 4,82 \text{ g} \cdot \frac{9 \text{ kcal}}{100 \text{ g}} \right] \cdot 70 \text{ g} = 146 \text{ kcal}$

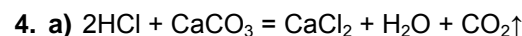
$t = 146 \text{ kcal} \cdot \frac{1 \text{ h}}{240 \text{ kcal}} \cdot \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = 42 \text{ min} \approx 40 \text{ min}$ 4

12 p



c) Pürotehnilistes segudes saab kasutada oksüdeerijana liitiumnitraati.

Liitiumnitraat annab leegile värvuse (roosa). (2·1) 2
11 p



b) Oletame, et lahust on 1 dm^3 .

$c(\text{HCl}) = 1 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3} \cdot \frac{1,048 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} \cdot 0,1 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{36,46 \text{ g}} \cdot \frac{1}{1 \text{ dm}^3} = 2,874 \text{ mol/dm}^3 \approx 2,87 \text{ M}$ 3

c) Enne munakoortega reageerimist oli hapet:

$n_{\text{enne}}(\text{HCl}) = 25 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} \cdot \frac{2,874 \text{ mol}}{1 \text{ dm}^3} = 0,07185 \text{ mol}$

Peale munakoorte happega reageerimist jäi lahusesse alles:

$n_{\text{peale}}(\text{HCl}) = \frac{1}{1} \cdot 18,7 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} \cdot \frac{0,203 \text{ mol}}{1 \text{ dm}^3} = 0,0038 \text{ mol}$

Seega pidi kaltsiumkarbonaadiga ära reageerima:

$n(\text{HCl}) = (0,07185 - 0,0038) \text{ mol} = 0,06805 \text{ mol}$

$$\% = \frac{1}{2} \cdot 0,06805 \cdot \frac{100,1 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \cdot \frac{1}{3,59 \text{ g}} \cdot 100 = \mathbf{94,9}$$

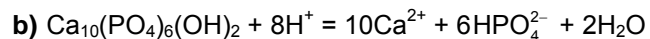
5

9 p

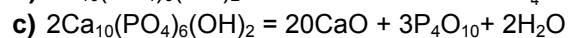


$$M = 40 \cdot 10 + (31 + 16 \cdot 4) \cdot 6 + (16 + 1) \cdot 2 = 1004 \text{ g/mol}$$

1



2

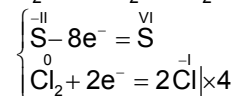
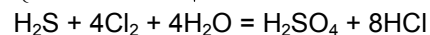
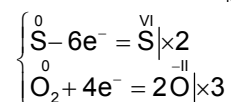
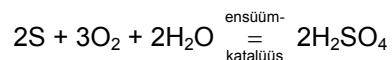
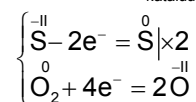
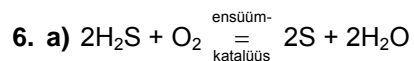


2

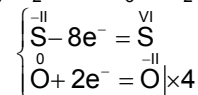
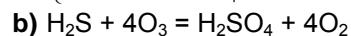
d) $\rho = \frac{1004 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{6,02 \cdot 10^{23}} \cdot \frac{1}{(8,15 \cdot 10^{-10} \text{ m})^3} = \mathbf{3080 \text{ kg/m}^3}$

2

7 p



(3·2) 6



2

c) $n(\text{Cl}_2) = 2,68 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{22,4 \text{ dm}^3} \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} = 1,196 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

$$m(\text{H}_2\text{S}) = \frac{1}{4} \cdot 1,196 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \frac{34 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \cdot \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} = \mathbf{1,02 \text{ mg}}$$

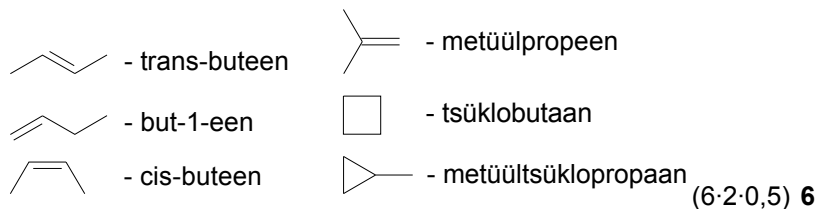
3

11 p

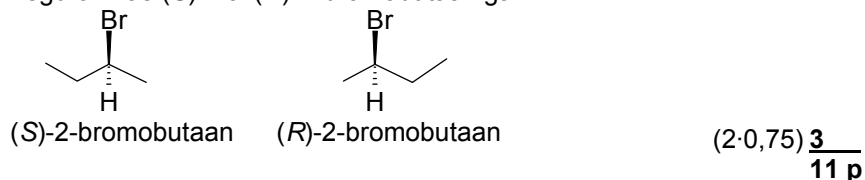
2010/2011 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesannete lahendused
11. klass

Metallide oksiidid ja süsivesinikud

1. a) Õiged on kõik raua oksiidid, milles raua keskmine o.a ei ületa III.
i), ii), iv), vi) **1**
b) iii), v), vi), viii) **1**
(a) ja b) punktis iga õige 0,25; iga vale -0,5; miinus punkte ei anta)
c)



- d) Kiraalse ühendi annavad trans- ja cis-buteen ning but-1-een. (3·0,5)
Tegu on kas (S)- või (R)-2-bromobutaaniga.



Vaskvitriol

2. a) $M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249,7$ $M_r(\text{CuSO}_4) = 159,6$ **(2·0,5)**
 $\%(\text{CuSO}_4) = \frac{159,6}{249,7} \cdot 100 = \mathbf{63,92}$
 $\%(\text{H}_2\text{O}) = 100 - 63,92 = \mathbf{36,08}$ **(2·0,5) 2**
 b) i) $m(\text{vesi}) = 65 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} = 65 \text{ g}$ **(0,5)**
 $m(\text{CuSO}_4) = 18 \text{ g} \cdot 0,6392 = 11,51 \text{ g}$ **(0,5)**
 $\%(\text{CuSO}_4) = \frac{11,51 \text{ g}}{65 \text{ g} + 18 \text{ g}} \cdot 100 = \mathbf{13,9}$ **(1)**
 ii) Leiame kõigepealt, kui palju tuleks lisada 65 cm^3 puhtale veele vaskvitrioli, et saada küllastunud lahus. Seejärel arvutame vaskvitrioli koguse, mis tuleks lisada valmistatud lahusele juurde.
 $m(\text{CuSO}_4, \text{puhtas vees}) = 65 \text{ cm}^3 \cdot \frac{320 \text{ g}}{1 \text{ dm}^3} \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} = 20,8 \text{ g}$ **(1)**
 $m(\text{CuSO}_4, \text{lisada}) = 20,8 \text{ g} - 18 \text{ g} = 2,8 \text{ g} \approx \mathbf{3 \text{ g}}$ **(0,5) 3,5**

- c) Olgu klaasi ruumala V , siis ühes klaasis oleva vaskvitrioli mass on $2,3 \text{ g/cm}^3 \cdot V$. Kogu võetud vaskvitrioli massi saamiseks tuleb ühe klaasi mass korrutada läbi kõikide klaaside arvuga N . Vaskvitrioli mass on $N \cdot 2,3 \text{ g/cm}^3 \cdot V$. Leiame nüüd sellele vastava vee hulga:

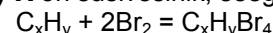
$$V(\text{vesi}) = N \cdot \frac{2,3 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} \cdot V \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{320 \text{ g}} \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3} = 7,19NV \approx 7,2NV$$

Kuna ühe klaasitäie vee ruumala on V , siis klaaside arv on $7,2NV/V$ ehk **7,2N**. Kui võeti üks klaasitäis vaskvitrioli, siis sellele tuleb lisada 7,2 klaasi vett, et saada sademeta küllastunud lahus.

2,5
8 p

Küllastumata süsivesiniku reaktsioonid

3. a) **X** on süsivesinik, seega valem on C_xH_y . Reaktsioonivõrrand broomiga:

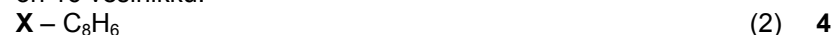


Leiame süsivesiniku molekulmassi:

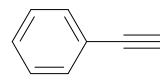
$$M_r(\text{C}_x\text{H}_y) = 4 \cdot 79,9 \cdot \frac{1 - 0,758}{0,758} = 102 \quad (2)$$

Selles ühendis saab olla maksimaalselt kaheksa süsinikku, sest $102/12 = 8,5$. Sel juhul on brutovalemiks C_8H_6 .

Väiksema süsinike arvuga ühendid ei sobi lahenduseks. Kui oletada, et molekulis on seitse süsinikku, siis vesinike arv peab olema 18. Samas on seitsme süsiniku korral küllastunud süsivesiniku valemiks C_7H_{16} , milles on 16 vesinikku.



- b) Kuna sellele süsivesinikule saab liituda ainult neli broomi aatomit, siis peab väljaspool „tsükli“ olema kas üks kolmikside või kaks kaksikside. Kuna sobivad ainult tsükliid, milles kordsed sidemed on üle ühe üle kogu „tsükli“, siis peab tsükkel sisaldama neli või kuus süsinikku. Lahenduseks sobib ainult kuuelüliline „tsükkel“ (tegu on aromaatses tuumaga), millega on seotud kolmikside läbi üksiksideme.



3

- c) $5\text{C}_6\text{H}_5\text{—C}\equiv\text{CH} + 8\text{KMnO}_4 + 12\text{H}_2\text{SO}_4 =$
 $= 5\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + 5\text{CO}_2 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{MnSO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$

Leiame lähteainetes ja saadustes keskmised o.a:

$$\text{C}_6\text{H}_6 \quad \text{redutseerija, o.a(C)} = -\frac{6}{8} = -3/4 \quad \text{CO}_2 \quad \text{o.a(C)} = \text{IV}$$

$$\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2 \quad \text{o.a(C)} = -\frac{6 - 2 \cdot 2}{7} = -2/7$$

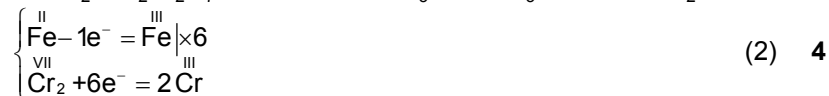
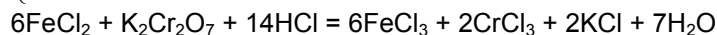
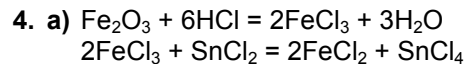
$$\text{KMnO}_4 \quad \text{oksüdeerija, o.a(Mn)} = \text{VII} \quad \text{MnSO}_4 \quad \text{o.a(Mn)} = \text{II}$$

(5·0,5 + 2·0,5)



13 p

Raumaagi analüüs



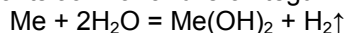
b) $n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{6}{1} \cdot \frac{1}{1} \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,65 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{294,2 \text{ g}} \cdot \frac{37,3 \text{ cm}^3}{250 \text{ cm}^3} \cdot \frac{159,7 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 0,1579 \text{ g}$

$$\%(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{0,1579 \text{ g}}{0,4 \text{ g}} \cdot 100 = \underline{39,5} \quad 4$$

8 p

Aine massi jäävuse seadus

5. Lihtaine **2** koosneb kaheaatomilistest molekulidest –tegu on gaasiga, mis eraldub metalli **1** (Me) reageerimisel kolmeaatomilise molekuliga **3**. Metallide reageerimisel eraldub gaas näiteks metalli reageerimisel vee või happega. Sel juhul peab **2** olema H_2 ja **3** on H_2O . Vastavalt reaktsioonivõrrandile on tegu metalliga o.a-s II ja ühend **5** on hüdroksiid:



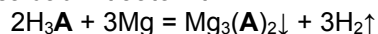
Leiame nüüd vastava metalli aatommassi:

$$A_r(\text{Me}) = 2 \cdot (1 + 16) \cdot \frac{0,417}{(1 - 0,417)} = 24,3$$

Tegu on magneesiumiga ja sellele vastab magneesiumhüdroksiid.

On teada, et **4** on gaas, mille lahustumisel vees moodustub alus. See gaas peab sisaldama vesinikku, sest see eraldub pärast reaktsiooni magneesiumiga. Selle kirjeldusega sobib ainult ammoniaak.

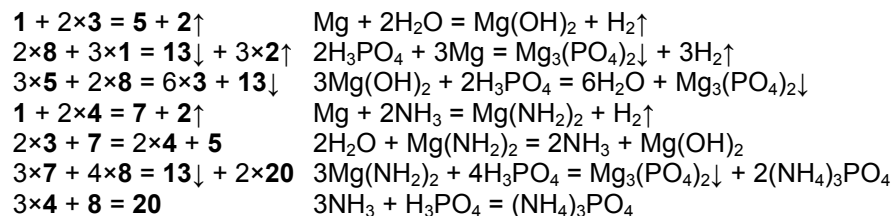
Aine **8** on hape, mis reageerib kolme NH_3 molekuliga. Seega hape **8** on kolmeprootoniline hape. Aine **20** on selle happe ja NH_3 sool ning **13** on selle happe ja magneesiumi sool. Vastavalt võrrandile sisaldab sool **13** kolme magneesiumi aatomit. Seega soola **13** valem on $\text{Mg}_3(\text{A})_2$, kus anioon **A** sisaldab viit aatomit



Leiame nüüd aniooni aatommassi:

$$A_r(\text{A}) = 3 \cdot 24,3 \cdot \frac{1 - 0,277}{0,277} = 95$$

Tegu on fosfaatiooniga, siis **8** on H_3PO_4 , **13** – $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ ja **20** – $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$.



1 – Mg, magneesium

2 – H_2 , vesinik

3 – H_2O , vesi

4 – NH_3 , ammoniaak

5 – $\text{Mg}(\text{OH})_2$, magneesiumhüdroksiid

7 – $\text{Mg}(\text{NH}_2)_2$, magneesiumamiid

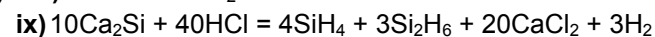
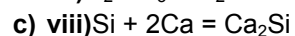
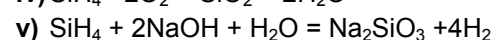
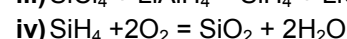
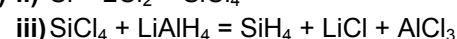
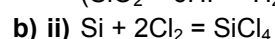
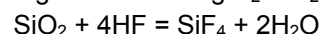
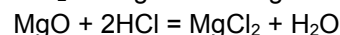
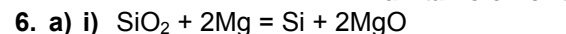
8 – H_3PO_4 , fosforhape

13 – $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, magneesiumfosfaat

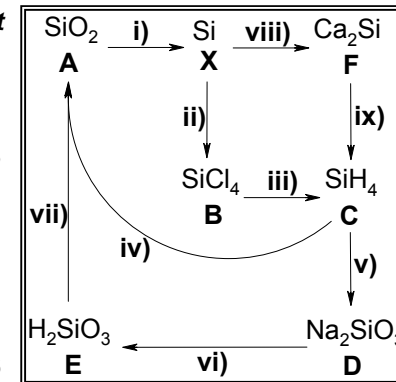
20 – $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, ammooniumfosfaat

(2·9·0,5) $\underline{\underline{9}}$
9 p

Huvitav element



(2·1) $\underline{\underline{2}}$
11 p



2010/2011 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesannete lahendused

12. klass

1. a) Redutseerijad: Fe^{2+} , S^{2-} , HO^- , HOO^- , C_2^{2-} (5·0,5)
 Oksüdeerijad: Fe^{2+} , Sn^{4+} , HOO^- , (C_2^{2-}) . (3·0,5)
 (iga õige – 0,5; iga vale - -0,5; miinuspunkte ei anta) **4**
 b) vask(II)sulfaat, süsinikdioksiid, ränidioksiid, tina (4·0,5)
 (iga õige – 0,5; iga vale - -0,5; miinuspunkte ei anta) **2**
 c) $\text{Be}(\text{OH})_2 < \text{Mg}(\text{OH})_2 < \text{Ca}(\text{OH})_2 < \text{Ba}(\text{OH})_2$ (1)
 (eksitud on ühe aluse paigutusega – 0,5) **1**
 d) SO_2 , NH_3 , HCOOCH_3 , $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$, NH_2NH_2 , HCl (6·0,5)
 (iga õige – 0,5; iga vale - -0,5; miinuspunkte ei anta) **3**
10 p

2. A – Hg (1)
 B – Galinstan (Ga, In, Sn) (sulami nimetus – 0,5)
 C – Ga (1)
 D – Sn (1)
 E – In (1)
 F – Al (1)
 G – NaK (Na, K) (sulami eest punkte ei anta)
 H – Na (1)
 I – K (1) **7,5**

Tähistame sulami G massi m -iga (M ja % tähistavad vastavalt molaarmassi ja metalli protsendilist sisaldust sulamis). Sulami reageerimisel veega eraldub vesinik vahekorras kaks ühele:



Võime kirjutada eraldunud vesiniku kohta võrrandi:

$$n(\text{Na}) + n(\text{K}) = \frac{2}{1} n(\text{H}_2)$$

$$\frac{\%(\text{Na}) \cdot m}{M(\text{Na})} + \frac{[1 - \%(\text{Na})] \cdot m}{M(\text{K})} = \frac{M(\text{K})\%(\text{Na}) \cdot m + M(\text{Na})[1 - \%(\text{Na})]m}{M(\text{Na}) \cdot M(\text{K})} = \frac{2V}{V_M}$$

Viimasest saab avaldada naatriumi protsendilise sisalduse: **1,5**

$$\%(\text{Na}) = \frac{2M(\text{Na}) \cdot M(\text{K})V/V_M - M(\text{Na})m}{M(\text{K})m - M(\text{Na})m} = \frac{[2M(\text{K})V/(mV_M) - 1]M(\text{Na})}{M(\text{K}) - M(\text{Na})}$$

$$\%(\text{Na}) = \frac{[2 \cdot 39,1 \text{ g/mol} \cdot 0,332 \text{ dm}^3 / (1 \text{ g} \cdot 22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}) - 1] 23 \text{ g/mol}}{39,1 \text{ g/mol} - 23 \text{ g/mol}} = 23$$

$$\%(\text{K}) = 77 \quad (\text{Eutektilise sulami valem on } \text{NaK}_2.) \quad (2 \cdot 0,5) \underline{1}$$

10 p

$$3. \text{ a) } c(\text{O}_2) = \frac{1000 \text{ g/dm}^3 \cdot 0,00001}{32 \text{ g/mol}} = 3,125 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 3,13 \cdot 10^{-4} \text{ M} \quad 1$$

b) Sügisel

$$\Delta T = (5 - 15)^\circ\text{C} = -10^\circ\text{C}$$

$$v = v_0 3^{\Delta T/10} \quad v_{5^\circ\text{C}} = v_{15^\circ\text{C}} 3^{-1} = v_{15^\circ\text{C}}/3 \quad (0,5)$$

Temperatuuri vähenedes 10°C võrra väheneb reaktsiooni kiirus kolm korda. Arvestades seda, et reaktsiooni kiirus on võrdeline kontsentratsiooniga ($v = kc(\text{O}_2)$), saab leida reaktsiooni kiiruse hapniku kontsentratsioonil $3,16 \cdot 10^{-4} \text{ M}$:

$$v = 0,000140 \frac{\text{mm}}{\text{p}} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{0,000316 \text{ M}}{0,0003125 \text{ M}} = 4,72 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mm}}{\text{p}} \quad (1)$$

$$d_{\text{sügis}} = 4,72 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mm}}{\text{p}} \cdot 90 \text{ p} = 0,0042 \text{ mm} \quad (0,5)$$

Suvel

$$v_{20^\circ\text{C}} = v_{15^\circ\text{C}} 3^{1/2} = \sqrt{3}v_{15^\circ\text{C}} - \text{kiirus kasvab } \sqrt{3}\text{-korda} \quad (0,5)$$

$$v = 0,000140 \frac{\text{mm}}{\text{p}} \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{0,000241 \text{ M}}{0,0003125 \text{ M}} = 1,87 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mm}}{\text{p}} \quad (1)$$

$$d_{\text{suvi}} = 1,87 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mm}}{\text{p}} \cdot 90 \text{ p} = 0,0168 \text{ mm} \approx 0,017 \text{ mm} \quad (0,5)$$

Kevadel

$$v_{10^\circ\text{C}} = v_{15^\circ\text{C}} 3^{-1/2} = v_{15^\circ\text{C}}/\sqrt{3} - \text{kiirus väheneb } \sqrt{3}\text{-korda} \quad (0,5)$$

$$v = 0,000140 \frac{\text{mm}}{\text{p}} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{0,000291 \text{ M}}{0,0003125 \text{ M}} = 7,53 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mm}}{\text{p}} \quad (1)$$

$$d_{\text{kevad}} = 7,53 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mm}}{\text{p}} \cdot 90 \text{ p} = 0,0068 \text{ mm} \quad (0,5)$$

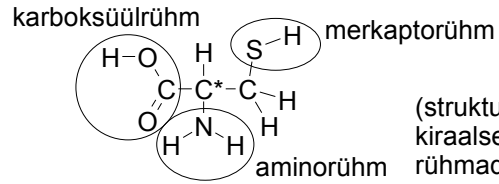
Aasta vältel

$$d = (0,0042 + 0,0168 + 0,0068) \text{ mm} = 0,028 \text{ mm} \quad (1) \quad 7$$

- c) i) Kiirendavad: Sn, Cu (iga õige – 0,5) (2·0,5)
 ii) Aeglustavad: Zn, Mg (2·0,5) **2**
10 p

4. A – $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}^+$ F – SOCl_2
 B – NaOH vesilahus G – Mg(t)/eeter
 C – NaOH, °t H – CH_2O
 D – $\text{Cl}_2/h\nu$ (valgus) I – H_2O
 E – NaOH vesilahus J – $(\text{CH}_2)_2\text{O}/\text{H}_2\text{O}, \text{H}^+$ (10·1) **10**
10 p

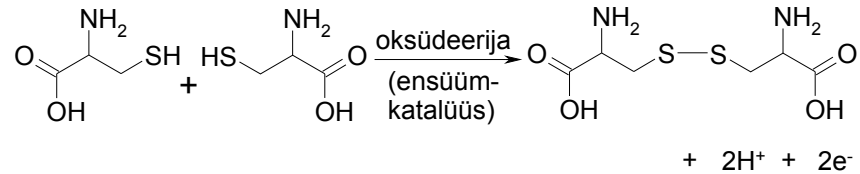
5. a)



(struktuurivalem - 1;
kiraalse süsiniku tähistamine - 1;
rühmade tähistamine - 0,5)

3,5

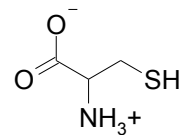
b)



(lugeda õigeks ka võrrandid, kus tingimusi pole täpsustatud ning on jäätud võrrandis näitamata prootonid ja elektronid) 2

c) Amino- ja merkptorühm on protoneeritud (vastavalt RNH₃⁺ ja RSH), kuna pH on madalam vastavate rühmade pK_a-st (pH < pK_a). (2·0,5)
Karboksüülrühm on protoneerimata (RCOO⁻), kuna selle pK_a on organismi pH-st madalam (pH > pK_a). (0,5) 1,5

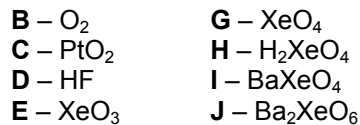
d)



$\frac{1}{8}$ p

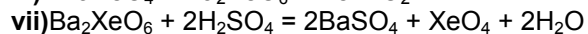
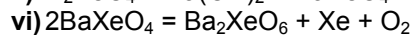
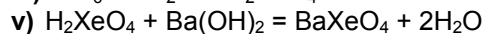
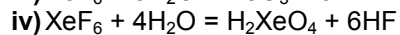
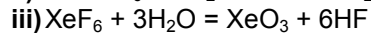
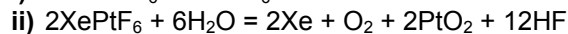
6. Element X on ksenoon.

a) A – XePtF₆ F – XeF₆ % (Xe) = $\frac{131}{131+6 \cdot 19} \cdot 100 = 53,5$



(10·0,5) 5

b) i) Xe + PtF₆ = XePtF₆



(7·1) $\frac{7}{12}$ p