

## 2019/20 õ.a keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesannete lahendused

### 9. klass

#### Ülesanne 1. Keemia akvaariumis (12 p)

- a) i) järv jäävabal talvel; (0,5)  
ii) Peipsi järv (30 m merepinnast) (0,5)  
iii) Võrtsjärv (soolasisaldus vees 0,7%) (0,5)
- b) i)  $V(\text{O}_2) = 1 \text{ dm}^3 \cdot 1 \text{ kg} / 1 \text{ dm}^3 \cdot 8,3 \text{ mg} / 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ mmol} / 32,00 \text{ mg} \cdot 22,4 \text{ cm}^3 / 1 \text{ mmol} = 5,81 \text{ cm}^3 \approx 5,8 \text{ cm}^3$  (1,5)  
ii) 1 liitris leidub vett:  $m(\text{vesi}) = 1000 \text{ g} \cdot (1 - 3,5 / 100) = 965 \text{ g}$  (0,5)  
 $n(\text{H}_2\text{O}) = 965 \text{ g} \cdot 1 \text{ mol} / 18,016 \text{ g} = 53,56 \text{ mol}$  (0,5)  
 $n(\text{O}_2) = 7,0 \text{ mg} \cdot 1 \text{ mmol} / 32,00 \text{ mg} = 0,21875 \text{ mmol} = 2,1875 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$  (0,5)  
Vee molekulide arvu suhe hapniku molekulide arvu on võrdne nende moolide suhtega:  
 $N(\text{H}_2\text{O})/N(\text{O}_2) = n(\text{H}_2\text{O})/n(\text{O}_2) = 53,56 \text{ mol} / 2,1875 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \approx 240\,000$  (0,5)
- c) i)  $\text{CO}_2, \text{HNO}_3, \text{Li}_2\text{O}, \text{H}_2\text{S}, \text{SO}_3, \text{SrO}$  (3)  
ii)  $\text{CO}_2$  – süsinikdioksiid;  $\text{HNO}_3$  – lämmastikhape;  $\text{H}_2\text{S}$  – divesiniksulfiid(hape);  
 $\text{SO}_3$  – vääveltrioksiid (2)  
iii)  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$  (0,5)  
 $\text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{LiOH}$  (0,5)  
 $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$  (0,5)  
 $\text{SrO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Sr}(\text{OH})_2$  (0,5)

#### Ülesanne 2. Keemia valgustab teed (10 p)

- a) C – kaltsiumhüdroksiid,  
D – süsinikdioksiid,  
E – kaltsiumkarbonaat,  
F – vesi (divesinikoksiid, oksidaan),  
G – kaltsiumoksiid,  
H – kloor,  
J – vesinikkloriid,  
K – süsinik(mono)oksiid (4)
- b) reaktsioon 1:  $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2$  (1)  
reaktsioon 2:  $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  (1)  
reaktsioon 3:  $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  (0,5)  
reaktsioon 4:  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$  (0,5)  
reaktsioon 5:  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$  (0,5)  
reaktsioon 6:  $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{C} + 2\text{HCl}$  (1)  
reaktsioon 7:  $\text{C} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO}$  (0,5)  
reaktsioon 8:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$  (1)

#### Ülesanne 3. Puhas töö (10 p)

- a) Ühendi B üldvalem on  $\text{SiX}_n$ .  
Räni molaarmass on 28,085 g/mol.  
Räni massiprotsent ühendis avaldub kui  
 $M(\text{Si}) / (M(\text{Si}) + n \cdot M(\text{X})) = 0,1653$  (1)  
Seega saame avaldada  $M(\text{X}) = 141,78 / n$   
Kõige paremini sobib perioodilisustabeli elementide molaarmassidega kokku  $n = 4$   
korral saadud  $M(\text{X}) = 35,45 \text{ g/mol}$  ja vastav element on kloor. (1)

Ka vesinikuühendi valem HX ning Si paiknemine IVA rühmas viitab sellele, et  $n = 4$ .

B valem on seega  $\text{SiCl}_4$



c) Mooliprotsendi arvutamiseks võime näiteks leida täpselt 100 g sisalduva moolide arvu kõigi ainete kohta.

$$n(\text{Si}) = 100 \text{ g} \cdot 0,9999958 \cdot 1 \text{ mol} / 28,09 \text{ g} = 3,559971 \text{ mol}$$

$$n(\text{Al}) = 100 \text{ g} \cdot 0,0000017 \cdot 1 \text{ mol} / 26,98 \text{ g} = 6,30 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

$$n(\text{Ca}) = 100 \text{ g} \cdot 0,0000014 \cdot 1 \text{ mol} / 40,08 \text{ g} = 3,49 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

$$n(\text{Mn}) = 100 \text{ g} \cdot 0,0000009 \cdot 1 \text{ mol} / 54,94 \text{ g} = 1,64 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

$$n(\text{Mg}) = 100 \text{ g} \cdot 0,0000002 \cdot 1 \text{ mol} / 24,30 \text{ g} = 8,23 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \quad (1,5)$$

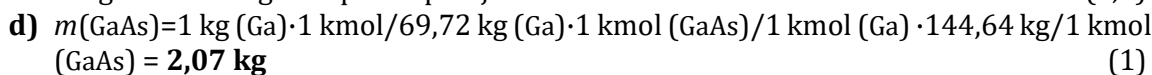
Mooliprotsent on:

$$\% \text{mol}(\text{Si}) = n(\text{Si}) / (n(\text{Si}) + n(\text{Al}) + n(\text{Ca}) + n(\text{Mn}) + n(\text{Mg})) \cdot 100\% = \mathbf{99,99966} \quad (0,5)$$

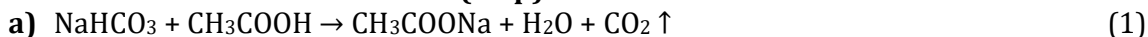
Miljardi aatomi puhul on mooliprotsent:

$$\% \text{mol}(\text{Si}) = n(\text{Si}) / (n(\text{Si}) + n(\text{ebapuhtused})) \cdot 100\% = 10^9 / (10^9 + 1) \cdot 100\% = 99,9999999\% \quad (0,5)$$

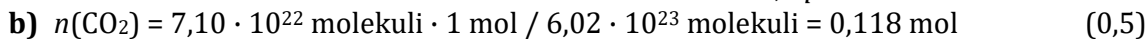
Seega on räni liiga ebapuhas pooljuhtelektroonikas kasutamiseks. (0,5)



#### Ülesanne 4. Teeme ise vulkaani! (10 p)

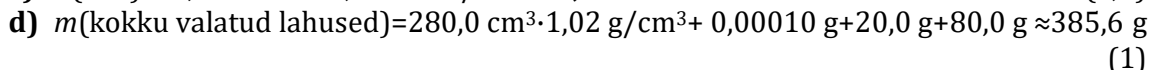
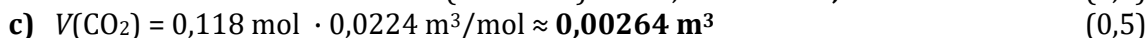


$\text{NaHCO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{CO}_3$  annab ainult 0,5 p.



Teisi saadusi tekib sama palju kui  $\text{CO}_2$ , järelikult tekib ka 0,118 mol  $\text{CH}_3\text{COONa}$  ja 0,118 mol  $\text{H}_2\text{O}$ .

$$\text{Saaduste moolide summa on } n(\text{saadused}) = 3 \cdot 0,118 \text{ mol} = \mathbf{0,354 \text{ mol}} \quad (0,5)$$



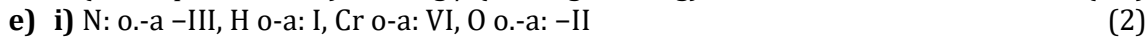
Kokku valatud lahuste mass väheneb ainult eralduva  $\text{CO}_2$  arvel. (0,5)

Vastavalt reaktsioonivõrrandile tekib sama palju  $\text{CO}_2$  moole, kui on söögisoodat:

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{NaHCO}_3) = 280 \text{ cm}^3 \cdot 1,02 \text{ g/cm}^3 \cdot 0,0200 \cdot 1 \text{ mol} / 84,0 \text{ g} = 0,068 \text{ mol} \quad (1)$$

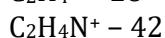
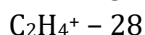
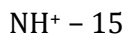
$$m(\text{CO}_2) = 0,068 \text{ mol} \cdot 44,01 \text{ g/mol} = 2,99 \text{ g} \quad (0,5)$$

$$\%(\text{nõudepesuvahend}) = 20,0 \text{ g} / (385,6 \text{ g} - 2,99 \text{ g}) \cdot 100\% = 5,23\% \quad (0,5)$$



#### Ülesanne 5. Paadiretke mõrvamüsterium (8 p)

a) Mürk leiti vanemlaborandi juurest. (1)



b) Mürgi intensiivseima ja kõige nõrgema signaali suhe on  $N = 40/10 = 4$  (1)

c) 1 p iga struktuur, mis vastab **B** molekulmassile ja sisaldab 9. klassi teadmiste kohaselt õiget aatomite sidemete arvu (nt HNCO). 1 p ka iga reaalselt eksisteeriva struktuuri eest,

mis ei sisalda 9. klassi teadmiste kohast sidemete arvu (nt  $\text{HN}_3$ ). (2)

d)  $\text{ND}^+ - 16$

$\text{C}_2\text{D}_4^+ - 32$

$\text{C}_2\text{D}_4\text{N}^+ - 46$

$\text{C}_2\text{D}_5\text{N}^+ - 48$

(2)

### Ülesanne 6. Komplekside kirju maailm (20 p)

a) i) Valguse lainepikkus kahaneb. (0,5)

ii) Valguse energia kasvab. (0,5)

iii)  $5 \cdot 10^6$  (0,5)

iv) ultraviolettkiirgus (0,5)

b)

Aine	N, $\text{cm}^{-1}$	$\lambda$ , nm	värv
$[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$	20300	493	Punane
$[\text{V}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$	12600	794	Roheline
$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$	17400	575	Sinine

(1,5)

c) Ligand 1 -  $\text{Cl}^-$

Ligand 2 -  $\text{NH}_3$  (etteantud)

Ligand 3 -  $\text{CN}^-$

Ligand 4 -  $\text{Br}^-$

Ligand 5 -  $\text{F}^-$

Metalliioon A -  $\text{Cr}^{3+}$

Metalliioon B -  $\text{Mn}^{2+}$

Metalliioon C -  $\text{V}^{3+}$

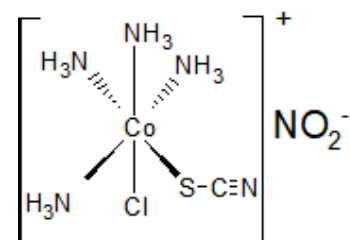
Metalliioon D -  $\text{Co}^{2+}$

Metalliioon E -  $\text{Co}^{3+}$

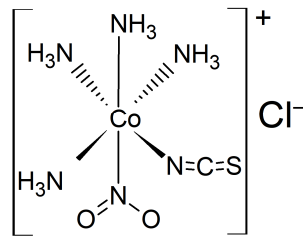
(3,5)

d)

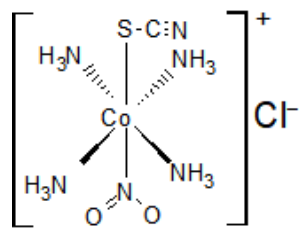
i) koordinatsioonisfääri isomeer



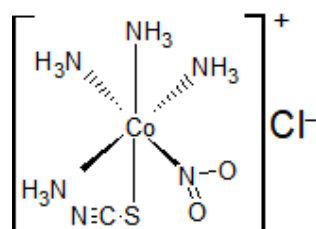
ii) sidemeisomeer



iii) geometriline isomeer

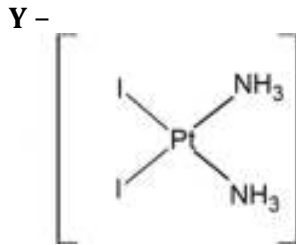


iv) optiline isomeer



(2)

e) X -  $\text{NH}_3$



Z - AgNO<sub>3</sub> (1,5)

f) S:  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{NH}_2)_2\text{CS}]_2\text{Cl}_2$  %S) =  $(6 \cdot 14,01) / (6 \cdot 14,01 + 14 \cdot 1,008 + 2 \cdot 32,06 + 2 \cdot 12,01 + 195,1 + 2 \cdot 35,45) \cdot 100\% = 18,58\%$

L:  $[\text{Pt}((\text{NH}_2)_2\text{CS})_4]\text{Cl}_2$  %S) =  $(8 \cdot 14,01) / (8 \cdot 14,01 + 16 \cdot 1,008 + 4 \cdot 32,06 + 4 \cdot 12,01 + 195,1 + 2 \cdot 35,45) \cdot 100\% = 19,65\%$  (2)

g) i) A - Fe

B - FeCl<sub>2</sub>

C - HCN

D - Ca(OH)<sub>2</sub>

E - Ca<sub>2</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]\*11 H<sub>2</sub>O

F - KCl

G - CaK<sub>2</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]

H - K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

I - K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]

J - K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]

(5)

ii) Reaktsioonid:

