

Eesti koolinoorte 43. keemiaolümpiaad

Koolivooru ülesannete lahendused

9. klass

1. Võrdsetes tingimustes on kõikide gaaside ühe mooli ruumala ühesugune. Loetletud gaaside ühe molaarruumala mass on järgmine:

$$\begin{array}{lll} \text{a) } 12 + 16 = 28 \text{ g} & \text{b) } 12 + 2 \cdot 16 = 44 \text{ g} & \text{c) } 20,2 \text{ g} \\ \text{d) } 2 \cdot 19 = 38 \text{ g} & \text{e) } 14 + 3 \cdot 1 = 17 \text{ g} & \text{f) } 2 \cdot 12 + 2 \cdot 2 = 26 \text{ g} \end{array}$$

Õhust (29 g) on kergemad: a) süsinikmonooksiid, c) neon, e) ammoniaak ja f) etüün.

2. $M(\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ g/mol}$

$$M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ g/mol}$$

$$250 \text{ g } (\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}) \quad | \quad 160 \text{ g } \text{CuSO}_4$$

Lahustunud aineks on CuSO_4 , mille mass on:

$$m(\text{CuSO}_4) = 100 \text{ g } (\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) \cdot \frac{160 \text{ g}(\text{CuSO}_4)}{250 \text{ g}(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = 64 \text{ g}(\text{CuSO}_4)$$

Lahustatavaks aineks on $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, mida on 100 g.

Lahust on $(100 + 500) \text{ g} = 600 \text{ g}$.

Saadud lahuse protsendiline sisaldus on :

$$p(\text{CuSO}_4) = \frac{64 \text{ g}(\text{lahustunud ainet})}{600 \text{ g}(\text{lahust})} \cdot 100 = 10,7\%$$

3. Reaktsioonivõrrandite koefitsiendid on

$$\text{a) } 1,1 - 2,1 \quad \text{b) } 1,6 - 2,3 \quad \text{c) } 2,1 - 1,2 \quad \text{d) } 2 - 1,3 \quad \text{e) } 3,2 - 1,3$$

4. 10 %-lise lahuse saamiseks lisame vett x g. Lahustunud ainet on 50 g 30 %-lises lahuses ja $50 + x \text{ g}$ 10 %-lises lahuses võrdselt. ($50 \text{ g} \cdot 0,3 = 15 \text{ g}$)

$$10 = \frac{50 \text{ g} \cdot 0,3}{50 + x} \cdot 100$$

$$5 + 0,1x = 15$$

$$x = 100 \text{ g}$$

5. $\text{MgO} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

$$m_1 \text{ g} \quad 25 \text{ g} \cdot 0,29$$

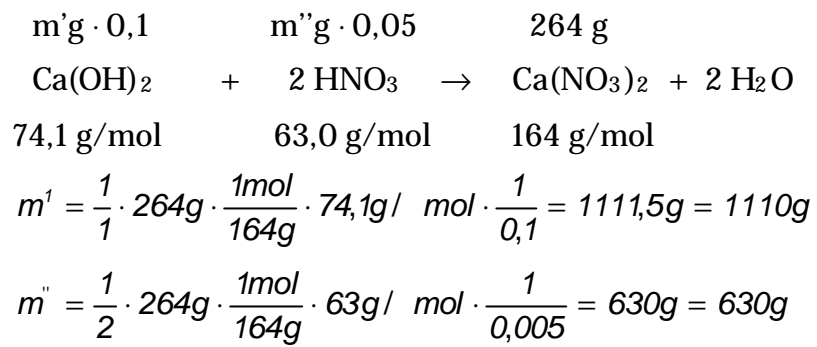
$$\text{MgO} \quad | \quad 2\text{HCl}$$

$$40,3 \text{ g/mol} \quad 36,5 \text{ g/mol}$$

$$m_1 = \frac{1}{2} \cdot 25 \text{ g} \cdot 0,29 \frac{1 \text{ mol}}{36,5 \text{ g}} \cdot 40,3 \text{ g/mol} = 4,0 \text{ g}$$

Märkus: kui MgO molaarmassiks võetakse 40 g/mol, siis tuleb ka HCl-i molaarmass ümardada 36 g/mol-le. Lähteandmed suuremat täpsust ei nõua.

6. Tähistame lahuste massid vastavalt m' ja m'' -ga.

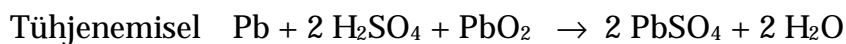


Eesti koolinoorte 43. keemiaolümpiaad

Koolivooru ülesannete lahendused

10. klass

- $2\text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CaO}$
 - $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$
 - $\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{CO}_2 \text{ (liias)} \rightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2$
 - $\text{Ca} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$
 - $\text{CaO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 - $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \emptyset + \text{H}_2\text{O}$
(liias)
 - $\text{Ca(HCO}_3)_2 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow 2\text{CaCO}_3 \emptyset + \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
 - $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4 \emptyset + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- a) vastab laetud, b) vastab tühjale ja c) vastab pooltühjale pliiakule, kuna a) korral on nii oksüdeerijat kui redutseerijat võrreldes reaktsioonisaadusega (PbSO_4) suures ülehulgas, b) korral on vastupidi ja c) korral on veel poolel lähteainest võimalik reageerida.



red-ja oks-ja saadus



IV II

Tühjenemisel: Katoodil $\text{Pb} + 2\text{e} \rightarrow \text{Pb}$ (+) toimub redutseerimine

0 II

Anoodil $\text{Pb} - 2\text{e} \rightarrow \text{PbO}_2$ (-) toimub oksüdeerumine

II 0

Laadimisel Katoodil $\text{Pb} + 2\text{e} \rightarrow \text{Pb}$ (-) toimub redutseerimine

II IV

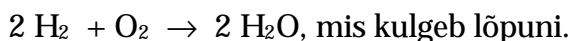
Anoodil $\text{Pb} - 2\text{e} \rightarrow \text{PbO}_2$ (-) toimub oksüdeerumine

- Leia, milline on ühe mooli ruumala 0°C juures enne gaasisegu süütamist

$$20,16\text{dm}^3 \cdot \frac{1}{(0,3 + 0,6)\text{mol}} \cdot 1\text{mol} = 22,4\text{dm}^3$$

järelikult peab rõhk olema 1 atm.

Süütamisel toimub reaktsioon



Et 0°C juures vesi kondenseerub, siis on balloonis lõpprõhk võrdne küllastatud veeauru rõhuga, mis on $4,58\text{mmHg} \cdot \frac{1\text{atm}}{760\text{mmHg}} = 0,00603 = 6,03 \cdot 10^{-3}\text{atm}$.

4. Soola mass (kuumas) - soola mass (külmas) = x. Ümberkristalliseerimise käigus vee hulk ei muutu. 25°C juures kulus küllastunud lahuse saamiseks

$$\frac{100\text{g(vett)}}{38\text{g(soola)}} \cdot 335\text{g(soola)} = 882\text{g(vett)}.$$

$$335\text{g(soola)} - \frac{15\text{g(soola)}}{100\text{g(vett)}} \cdot 882\text{g(vett)} = x$$

$$x = 103\text{g}$$

5. 1,00 dm³ vee mass on:

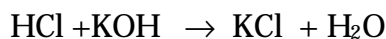
$$1,00\text{dm}^3 \cdot \frac{1000\text{g}}{\text{dm}^3} = 1000\text{g} = 1,00 \cdot 10^3\text{g}$$

0,500 dm³ HCl-i mass on

$$0,500\text{dm}^3 \cdot \frac{1\text{mol}}{22,4\text{dm}^3} \cdot 36,5\text{g/mol} = 8,15\text{g}$$

$$p(\text{HCl}) = \frac{8,15}{1000 + 8,15} \cdot 100 = 8,08\%$$

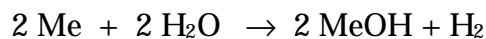
$$0,5\text{dm}^3 \cdot \frac{1\text{mol}}{22,4\text{dm}^3} = \frac{V\text{cm}^3 \cdot 1\text{dm}^3}{1000\text{cm}^3} \cdot 1,074 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$



$$V = \frac{1}{1} 0,5\text{dm}^3(\text{g}) \cdot \frac{1\text{mol}}{22,4\text{dm}^3(\text{g})} \cdot \frac{1\text{dm}^3(\text{l})}{1,074\text{mol}} \cdot \frac{1000\text{cm}^3(\text{l})}{1\text{dm}^3(\text{l})} = 20,8\text{cm}^3$$

6. Metall redutseerib vees sisalduva oksüdeerunud vesiniku gaasiliseks lihtaineks (H₂). Toatemperatuuril on vees olevat vesinikku võimelised redutseerima kõik esimese ja mõned teise pealarühma elemendid. Oletame, et metalliks on esimese rühma element.

$$10,0\text{g} \qquad 4,87\text{dm}^3$$



$$\text{M g/mol} \qquad 22,4 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}$$

Avaldame metalli massi

$$10,0\text{g} = \frac{2}{1} \cdot 4,87\text{dm}^3 \cdot \frac{1\text{mol}}{22,4\text{dm}^3} \cdot \text{Mg/mol}$$

Teisendame

$$\text{Mg/mol} = 10,0\text{g} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4,87\text{dm}^3} \cdot \frac{22,4\text{dm}^3}{\text{mol}} = 23,0\text{g/mol}, \quad \text{mis vastab Na}$$

molaarmassile.

Märkus: Sama tulemuseni jõuame, kui lähtume molaarmassi definitsioonist $M = \frac{\text{mass}(\text{Me})}{n(\text{Me})}$.

Eesti koolinoorte 43. keemiaolümpiaad

Koolivooru ülesannete lahendused

11. klass

1. Ooleumis on lahustunud aineks SO_3 ja lahustiks H_2SO_4 . 100 g 10 %-lises H_2SO_4 lahuses on 90 g vett, mille sidumiseks väävelhappeks kulub

$$90g(\text{vett}) \cdot \frac{80g(\text{SO}_3)}{18g(\text{vett})} = 400g(\text{SO}_3)$$

$$0,08 = \frac{m_g(\text{SO}_3)}{100g(10\% \text{H}_2\text{SO}_4) + 400g(\text{SO}_3) + m_g(\text{SO}_3)}$$

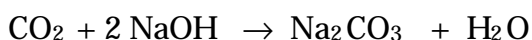
$$0,08 = \frac{m_g(\text{SO}_3)}{500g + m_g(\text{SO}_3)}$$

$$m = 53,5g(\text{SO}_3)$$

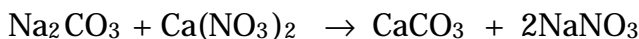
Lisada tuleb veel $400 + 53,5 = 453 \text{ g}(\text{SO}_3)$

2. $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$

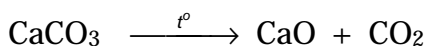
(A) (B)



liias (C)

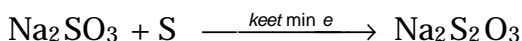
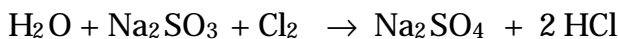
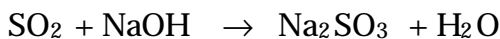
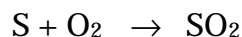


(D)



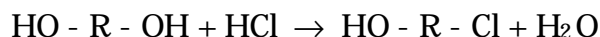
(B)

3. $2 \text{Na} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaOH} + \text{H}_2$



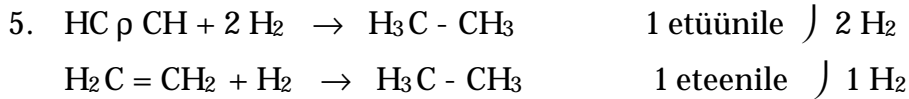
4. Kuna $0,1 \text{ mol}$ orgaanilise aine reageerimisel metallilise Na-ga eraldus $2,24 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{22,4 \text{ dm}^3} = 0,1 \text{ mol}$ vesinikku, siis peab see aine sisaldama kaks

hüdrosüülrühma $\text{HO} - \text{R} - \text{OH} + 2 \text{Na} \rightarrow \text{NaORONa} + \text{H}_2$. Et orgaanilise aine ja HCl kogused olid ekvimolekulaarsed, siis reageeris ainult üks hüdrosüülrühmadest.



$$\frac{6,2g}{[M(R) + 2 \cdot 17]g/mol} = \frac{8,05}{[M(R) + 17 + 35,5]}$$

$M(R) = 28 \text{ g/mol}$ ja sellise molaarmassiga radikaalile vastab $-\text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$. Aine A on etaandiool e. etüleenglükool.



Korrutame etüüni ja eteeni moolide arvu teguriga, mis teeks orgaanilise aine ja vesinku moolide arvud võrdseks

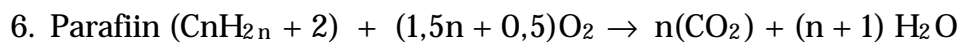
$$2 \text{ etüüni} + 1 \text{ eteen} = \text{H}_2$$

$$2 \cdot X \text{ dm}^3 + 1 \cdot (10 - X) \text{ dm}^3 = 15 \text{ dm}^3$$

etüüni on 5 ja eteeni on 5 dm³

$$m(\text{etüün}) = 5 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{22,4 \text{ dm}^3} \cdot 26 \text{ g/mol} = 5,8 \text{ g}$$

$$m(\text{eteen}) = 5 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{22,4 \text{ dm}^3} \cdot 28 \text{ g/mol} = 6,2 \text{ g}$$



Parafiini moolide arv võrdub H₂O ja CaCO₃ moolide vahega

$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{4,25 \text{ g}}{100 \text{ g/mol}} = 0,0425 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,8 \cdot 10 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 0,0450 \text{ mol}$$

$$\Delta n = 0,0450 - 0,0425 = 0,0025 \text{ mol}$$

$$M(\text{Parafiin}) = \frac{0,6 \text{ g}}{0,0025 \text{ mol}} = 240 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{C}) = \frac{0,0425 \text{ mol}}{0,0025 \text{ mol}} = 17$$

Küllastunud süsivesinik on C₁₇H₃₆.

Eesti koolinoorte 43. keemiaolümpiaad

Koolivooru ülesannete lahendused

12. klass

1. Gaaside molaarruumala 20°C ja 5 atm juures on

$$V_m = 1 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 293 \text{ K} \cdot \frac{1}{5 \text{ atm}} = 4,81 \text{ dm}^3$$

$$m(\text{H}_2) + m(\text{He}) = 0,485 \text{ g}$$

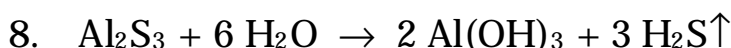
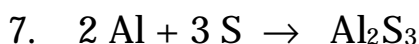
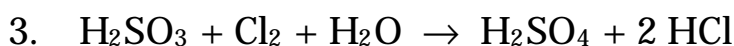
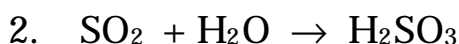
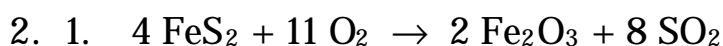
$$\frac{1 \text{ dm}^3 \cdot 0,01 p(\text{H}_2)}{4,81 \text{ dm}^3 / \text{mol}} \cdot 2 \text{ g/mol} + \frac{1 \text{ dm}^3 \cdot (1,00 - 0,01 p(\text{H}_2))}{4,81 \text{ dm}^3 / \text{mol}} \cdot 4 \text{ g/mol} = 0,485 \text{ g}$$

$$4,16 \cdot 10^{-3} p(\text{H}_2) + 0,832 - 8,32 \cdot 10^{-3} p(\text{H}_2) = 0,485$$

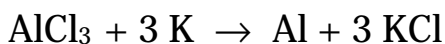
$$p(\text{H}_2) = 83,4 \% = 83\%$$

$$p(\text{He}) = 17\%$$

Märkus: Et gaasi universaalkonstandil teame kahte tüvenumbrit, siis saame vastuse anda ka kahe tüvenumbri täpsusega.



(A)



(A)

4. Ained a), e) ja f) lahustuvad NaOH vesilahuses. Need ained on fenoolid (happelised), mis moodustavad soola. Saadakse ioonne ühend, mis lahustub hästi polaarses lahustis - vees.



