

**Републичко такмичењење из хемије
за ученике средњих школа, 17–19. мај 2024.**

детаљна решења задатака

Први разред

1. Из снаге лампе можемо добити енергију утрошену у току 5,0 s:

$$E = P \cdot t = (10 \text{ W}) \cdot (5 \text{ s}) = (10 \frac{\text{J}}{\text{s}}) \cdot (5 \text{ s}) = 50 \text{ J}$$

На енергију која је одата као светлост отпада само $0,6 \cdot 50 \text{ J} = 30 \text{ J}$. Енергија једног фотона таласне дужине $\lambda = 589 \text{ nm}$ добија се као:

$$E_1 = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js})(3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1})}{5,89 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 3,37 \cdot 10^{-19} \text{ J}.$$

Број фотона у 30 J добијамо на следећи начин:

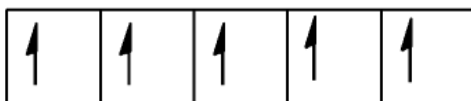
$$N = \frac{30 \text{ J}}{3,37 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = \frac{(6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js})(3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1})}{5,89 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = \boxed{8,9 \cdot 10^{19} \text{ фотона}}.$$

2. Електронска конфигурација елемента са $Z = 25$ је $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$.

а) Попуњена су четири електронска нивоа, па се елемент налази у .

б) Како је елемент прелазни метал, максималан оксидациони број је , јер се удаљавањем седам електрона добија конфигурација плементог гаса.

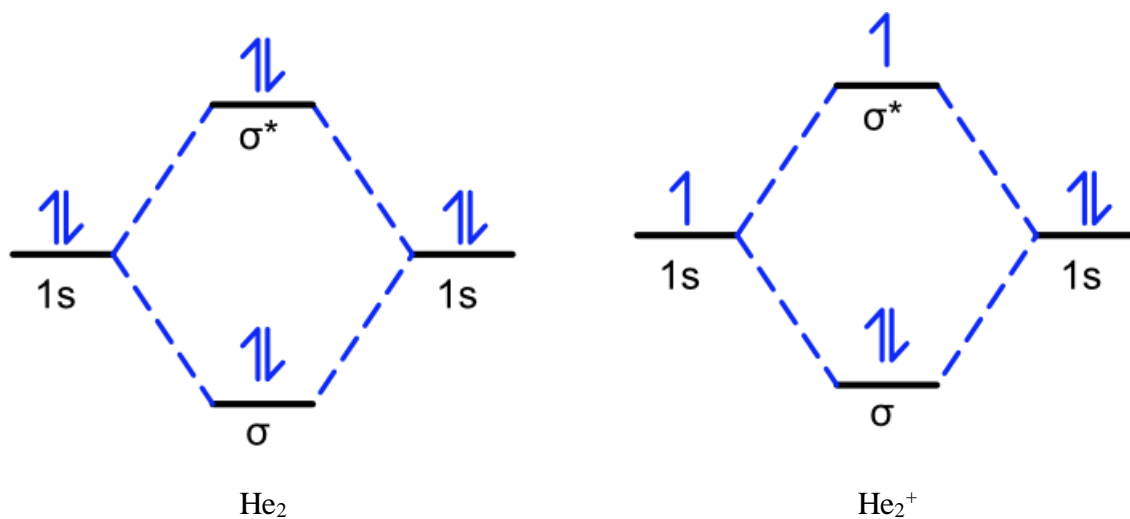
в) Поштујући Хундово правило долазимо до следећег распореда електрона у 3d-поднивоу:



$3d^5$

па је укупан спин $5 \cdot \frac{1}{2} = \boxed{\frac{5}{2}}$.

3. Молекулско-орбитални дијаграми за ове врсте су:



Ред везе (РВ) добија се као:

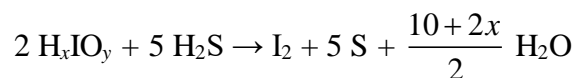
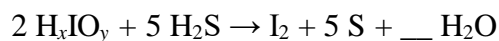
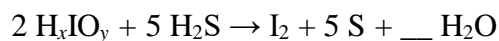
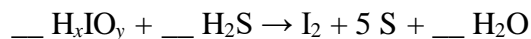
$$\text{РВ} = \frac{(\text{број везивних } e^-) - (\text{број антивезивних } e^-)}{2}$$

$$\text{РВ}(\text{He}_2) = \frac{2-2}{2} = \boxed{0}$$

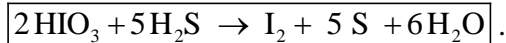
$$\text{РВ}(\text{He}_2^+) = \frac{2-1}{2} = \boxed{\frac{1}{2}}$$

4. Анализа пројекција јединичне ћелије даје следеће закључке. За еуропијум, два атома се налазе унутар јединичне ћелије и четири атома на bc страницама ($4/2 = 2$), што је четири атома укупно. За галијум и/или манган, четири атома налазе се унутар јединичне ћелије, а осам на bc страницама ($8/2 = 4$), што је осам атома укупно. Ово значи да на један атом еуропијума долазе два атома галијума и/или мангана, па је $\boxed{a=2}$.

5. Ако је моларна маса киселине 176 g/mol, она мора садржати један атом јода по молекулу (релативна атомска маса јода је 123). Можемо донети следеће закључке



Биланс кисеоника онда мора бити $2y = \frac{10+2x}{2} \Rightarrow x = \frac{4y-10}{2}$. За $x = 1$ добија се $y = 3$, што даје формулу HIO_3 и одговара моларној маси, па је сређена једначина:



До формуле киселине јода се могло доћи и знајући да је релативна атомска маса водоника непаран број, па број атома водоника у њој мора такође бити непаран, па се за један атом водоника добија да мора садржати три атома кисеоника ($127 + 1 = 128$, $176 - 128 = 48$), што је једина могућа комбинација бројева атома која даје задовољавајућу молекулску масу.

6. а) С графика видимо да је највеће одступање од $Z = 1$ при великим притисцима, па овај одговор није тачан. H

б) Једине међумолекулске интеракције које постоје између атома хелијума су Лондонове дисперзионе силе, што је тачно и за атоме азота. Оне су много слабије код хелијума, јер су атоми хелијума много мањи од молекула азота, чиме је могућност за тренутну поларизацију смањена. Крива 1 зато одговара хелијуму, а крива 2 азоту. T

в) Пошто константа b зависи од запремине честица гаса, мора бити мања за хелијум. H

7. Да би дошло до смртног исхода у крвотоку човека мора да се налази $0,035 \text{ nmol/mL} \cdot 5000 \text{ mL} = 175 \text{ nmol}$ олеандрина односно $175 \cdot 10^{-9} \text{ mol} \cdot 576 \text{ g/mol} = 1,008 \cdot 10^{-4} \text{ g}$ олеандрина. Пошто само 30% овог једиња прелази у крвоток, потребно је унети $1,008 \cdot 10^{-4} \text{ g} / 0,3 = 3,36 \cdot 10^{-4} \text{ g}$ олеандрина. Ову количину олеандрина садржи $3,36 \cdot 10^{-4} \text{ g} / 0,000082 = \boxed{4,10 \text{ g}}$ сувих листова олеандера.

$$8. n(\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 57 \text{ g} / (474 \text{ g/mol}) = 0,12025 \text{ mol}$$

$$n(\text{K}_2\text{SO}_4) = n(\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) / 2 = 0,060125 \text{ mol}, m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,06 \text{ mol} \cdot 174 \text{ g/mol} = \boxed{10,46 \text{ g}}$$

$$n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = n(\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) / 2 = 0,060125 \text{ mol},$$

$$m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 0,060125 \text{ mol} \cdot 342 \text{ g/mol} = \boxed{20,56 \text{ g}}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 500 \text{ g} + 57 \text{ g} - m(\text{K}_2\text{SO}_4) - m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = \boxed{525,98 \text{ g}}$$

9. Први начин решавања – прерачунавање на кристалохидрат

$$\text{Моларна маса } \text{Na}_2\text{SO}_4 = 142 \text{ g/mol}$$

$$\text{Моларна маса } \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O} = 322 \text{ g/mol}$$

Прво треба да нађемо шта се налази у 150 g раствора који је засићен на 80°C . То можемо добити из податка о растворљивости на 80°C : 43,7 g Na_2SO_4 раствара се у 100 g H_2O , односно 43,7 g Na_2SO_4 раствара се у $43,7 + 100 = 143,7 \text{ g}$ раствора, па из пропорције добијамо:

$$(x \text{ g } \text{Na}_2\text{SO}_4) : (150 \text{ g } \text{раствора}) = (43,7 \text{ g } \text{Na}_2\text{SO}_4) : (143,7 \text{ g } \text{раствора})$$

$$x = 45,616 \text{ g } \text{Na}_2\text{SO}_4$$

Како кристалише кристалохидрат, не можемо користити ову масу за рачунање Δm , већ морамо прерачунати на одговарајућу количину кристалохидрата:

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = n(\text{Na}_2\text{SO}_4)$$

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = n(\text{Na}_2\text{SO}_4)$$

$$\frac{m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O})}{M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O})} = \frac{m(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{M(\text{Na}_2\text{SO}_4)}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = \frac{M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O})}{M(\text{Na}_2\text{SO}_4)} \cdot m(\text{Na}_2\text{SO}_4) =$$

$$= \frac{322}{142} \cdot 45,616 = 103,439 \text{ g} = m_1$$

Ако смо ову масу одредили за фиктивну масу кристалохидрата у раствору засићеном на 80°C , у њему онда преостаје $150 - 103,439 = 46,561 \text{ g}$ воде.

Сада треба да израчунамо колико кристалохидрата раствара ова количина воде на 20°C . Неопходно је растворљивост на 20°C прерачунати на растворљивост кристалохидрата. Знамо да се на овој температури у 100 g воде раствара $19,5 \text{ g}$ безводне соли. Прерачунајмо ову масу безводне соли на кристалохидрат:

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = \frac{M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O})}{M(\text{Na}_2\text{SO}_4)} \cdot m(\text{Na}_2\text{SO}_4) =$$

$$= \frac{322}{142} \cdot 19,5 = 44,218 \text{ g}$$

Разлика у масама ($44,218 - 19,5 = 24,718 \text{ g}$) одговара маси кристалне воде. Ако се $19,5 \text{ g}$ безводне соли раствара у 100 g воде, онда можемо рећи и да се $44,218 \text{ g}$ кристалохидрата раствара у $100 - 24,718 = 75,282 \text{ g}$ воде. Знајући да имамо $46,516 \text{ g}$ воде, можемо израчунати масу кристалохидрата која се може растворити у њој:

$$(x \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) : (46,516 \text{ g H}_2\text{O}) = (44,218 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) : (75,282 \text{ g H}_2\text{O})$$

$$x = 27,348 \text{ g} = m_2$$

$$\Delta m = m_1 - m_2 = 103,439 \text{ g} - 27,348 \text{ g} \approx \boxed{76,1 \text{ g}}$$

Други начин решавања – Δm као непозната

Хлађењем раствора са 80 на 20°C маса раствора смањује се за Δm што одговара маси кристалохидрата која се издваја. На 20°C маса раствора је дакле $150 - \Delta m$. На сличан начин, маса растворене супстанце (безводне соли) се такође смањује, али будући да смо са Δm обележили масу кристалохидрата, морамо прерачунати Δm на безводу со:

$$\frac{m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O})}{M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O})} = \frac{m(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{M(\text{Na}_2\text{SO}_4)}$$

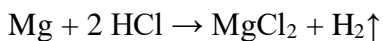
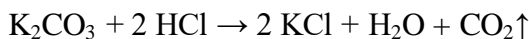
$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{M(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O})} m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = \frac{142}{322} \Delta m = 0,4410 \Delta m$$

Дакле, на 20 °C маса безводне соли је 45,616 – 0,5135Δm. Користећи податке за растворљивост на 20 °C добијамо једначину са једном непознатом:

$$(19,5 \text{ g Na}_2\text{SO}_4) : (119,5 \text{ g раствора}) = (45,616 \text{ g} - 0,4410\Delta m) : (150 - \Delta m)$$

$$\Delta m \approx \boxed{76,1 \text{ g}}.$$

10. Једначине реакција су:



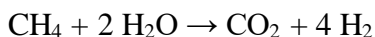
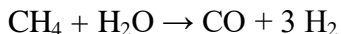
Узмимо да се смеша састојала од нпр. 24 g K₂CO₃ и 24 g Mg. Тада настаје 0,174 mol CO₂ и 1 mol H₂. Просечна моларна маса ове смеше је:

$$\overline{M}_{\text{смеше}} = \frac{m(\text{CO}_2) + m(\text{H}_2)}{n(\text{CO}_2) + n(\text{H}_2)} = \frac{7,656 \text{ g} + 2 \text{ g}}{0,174 \text{ mol} + 1 \text{ mol}} = 8,22 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

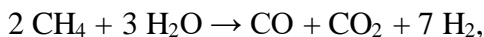
Пошто је за идеалне гасове $\rho \sim M$, важи:

$$\frac{\rho_{\text{смеше}}}{\rho_{\text{H}_2}} = \frac{\overline{M}_{\text{смеше}}}{M_{\text{H}_2}} = \frac{8,22}{2} \approx \boxed{4,1}.$$

11. Из услова задатка следи да на један мол метана мора доћи 1,5 мол водене паре (4 + 1,5·2 = 7). Да би се добила два гасовита оксида и једна гасовита проста супстанца из метана и водене паре, производи реакције могу бити једино CO, CO₂ и H₂. Реакције које се одигравају су:



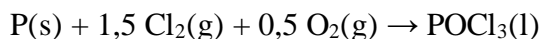
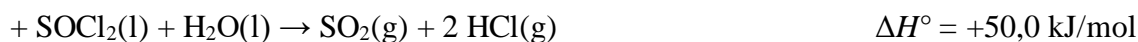
а укупна једначина реакције је:



одакле се види да су почетне количине биле стехиометријске и да се зато реакција одиграла до краја. Запремински удео водоника једнак је молском уделу и износи:

$$\varphi(\text{H}_2) = \frac{7}{1+1+7} = \boxed{77,8\%}.$$

12. До једначине реакције настајања POCl_3 из елемената долази се применом Хесовог закона:



$$\Delta H^\circ = -507,3 \text{ kJ/mol} + 50,0 \text{ kJ/mol} - 101,2 \text{ kJ/mol} = \boxed{-558,5 \text{ kJ/mol}}$$

13. Промена температуре после реакције износи $\Delta t = \Delta T = 5,85 \text{ K}$. Ослобођену топлоту (Q) упијају и вода и калориметар, па важи:

$$Q = mc_{\text{вода}} \Delta T + c_{\text{калориметар}} \Delta T = 3 \text{ kg} \cdot 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 5,85 \text{ K} + 1672 \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 5,85 \text{ K} = 83,14 \text{ kJ}$$

Сагорело је 4,60 g глицерола, односно $\frac{4,60 \text{ g}}{92 \text{ g/mol}} = 0,05 \text{ mol}$. У једначини реакције учествује

2 mol глицерола, па је количина топлоте која се ослобађа приликом сагоревања 2 mol глицерола: $\frac{2 \text{ mol}}{0,05 \text{ mol}} \cdot 83,14 \text{ kJ} = 3325,6 \text{ kJ}$, а $\Delta_r H \approx \boxed{-3326 \text{ kJ/mol}}$.

14. а) На овим температурама се реакција одвија у једном кораку, па је према Закону о дејству маса брзина реакције: $v = k[\text{NO}_2][\text{CO}]$.

б) На овим температурама се реакција одвија према датом механизму, у којем је најспорији корак први, па је брзина реакције једнака брзини најспоријег корака, односно

$$v = k[\text{NO}_2]^2.$$

15. Брзина реакције једнака је брзини најспоријег корака:

$$v = k_2[(\text{CH}_3)_3\text{C}^+][\text{N}_3^-].$$

Концентрација карбокатијонског интермедијера може се изразити из константе равнотеже првог корака:

$$K = \frac{k_1}{k_{-1}} = \frac{[(\text{CH}_3)_3\text{C}^+][\text{Br}^-]}{[(\text{CH}_3)_3\text{CN}_3]} \Rightarrow [(\text{CH}_3)_3\text{C}^+] = \frac{K[(\text{CH}_3)_3\text{CN}_3]}{[\text{Br}^-]}$$

па се брзина може изразити и као:

$$v = \frac{Kk_2[(\text{CH}_3)_3\text{CN}_3][\text{N}_3^-]}{[\text{Br}^-]}$$

Брзина реакције може се исказати и као брзина настајања производа, али и као брзина нестајања реактанта.

а) Концентрација *терц*-бутил-бромида појављује се у обрасцу за брзину тако даје овај исказ тачан. **Т**

б) Концентрација *терц*-бутил-азида не појављује се у обрасцу за брзину тако даје овај исказ нетачан. **Н**

а) Концентрација бромида појављује се у обрасцу за брзину тако даје овај исказ тачан. **Т**

16. а) Пошто је запремина суда $1,00 \text{ dm}^3$, концентрације реагујућих врста бројчано су једнаке количинама. Пошто су ове концентрације равнотежне, важи:

$$K = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} = \frac{(0,1)^2}{(0,65)(0,25)^3} = 0,98$$

б) Пошто су притисак и температура константни, уношењем додатне количине гаса у суд повећава се запремина. Према Авогадровом закону важи:

$$\frac{n_1}{V_1} = \frac{n_2}{V_2} \Rightarrow V_2 = \frac{n_2 V_1}{n_1} = \frac{(1,25 \text{ mol})(1 \text{ dm}^3)}{1,00 \text{ mol}} = 1,25 \text{ dm}^3$$

Концентрације врста по ремећењу равнотеже су с почетка:

$$[\text{NH}_3] = \frac{0,1 \text{ mol}}{1,25 \text{ dm}^3} = 0,08 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$[\text{N}_2] = \frac{0,9 \text{ mol}}{1,25 \text{ dm}^3} = 0,72 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$[\text{H}_2] = \frac{0,25 \text{ mol}}{1,25 \text{ dm}^3} = 0,2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Тренутни реакциони количник је тад:

$$Q = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} = \frac{(0,08)^2}{(0,72)(0,2)^3} = 1,1$$

те следи да се равнотежа мора померити улево, односно мора настати још азота и водоника како би равнотежна константа поново износила 0,98. Ово делује да је супротно Ле Шателјеовом принципу, али се строго гледано Ле Шателјеов принцип може применити само на бесконачно мале промене концентрације, те постоје изузеци конвенционалној формулацији Ле Шателјеовог принципа, попут овог примера.

17. а) Будући да вода није растварач, она није присутна у великом вишку, те њена концентрација улази у израз за равнотежу: $K_1 = \frac{[\text{CH}_3\text{CH}(\text{OCH}_3)_2][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CH}_3\text{CHO}][\text{CH}_3\text{OH}]^2}$.

б) Једина реагујућа врста којој се може дефинисати концентрација је угљен-диоксид, па је константа равнотеже: $K_2 = [\text{CO}_2]$.

18. За дисоцијацију слабе монобазне киселине HA важи:

	HA	\rightleftharpoons	H ⁺	+	A ⁻
почетна концентрација	<i>c</i>		0		0
промена	- <i>x</i>		+ <i>x</i>		+ <i>x</i>
крајња концентрација	<i>c</i> - <i>x</i>		<i>x</i>		<i>x</i>

и важи $K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{x^2}{c-x}$. Решавањем квадратне једначине може се добити да је за

услове овог задатка $x = 6,62 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$, односно да је $\text{pH} = -\log[H^+] = -\log x = \boxed{2,18}$.

Такође је могуће применити и апроксимацију $c-x \approx c$, приликом чега се добија једначина:

$4,7 \cdot 10^{-4} = \frac{x^2}{0,1}$ и $x = 6,86 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$, односно $\text{pH} = -\log[H^+] = -\log x = 2,16$.

19. После мешања раствора запремина је $V = 1,000 \text{ dm}^3$. Концентрације обе врсте тада су:

$$[C_6H_5CH_2NH_2] = \frac{(0,750 \text{ dm}^3) \cdot 0,500 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}{1,000 \text{ dm}^3} = 0,375 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

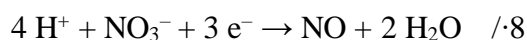
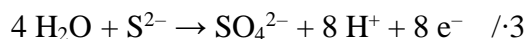
$$[C_6H_5CH_2NH_3^+Cl^-] = \frac{(0,250 \text{ dm}^3) \cdot 1,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}{1,000 \text{ dm}^3} = 0,250 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Хендерсон-Хаселбалхова једначина за овај систем је:

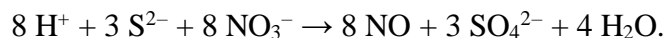
$$[H^+] = K_a \frac{[C_6H_5CH_2NH_3^+Cl^-]}{[C_6H_5CH_2NH_2]} = 4,30 \cdot 10^{-10} \frac{0,250 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}{0,375 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}} = 2,87 \cdot 10^{-10}$$

па је $\text{pH} = -\log(2,87 \cdot 10^{-10}) = \boxed{9,54}$

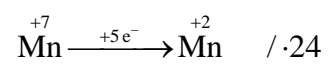
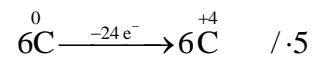
20. а) Полуреакције су:



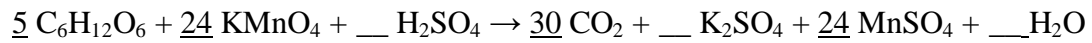
а укупна реакција:



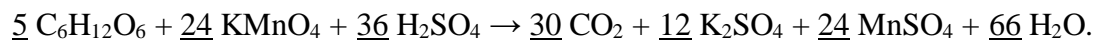
б) Следећи оксидациони бројеви се мењају:



одакле се коефицијенти могу унети у једначину:



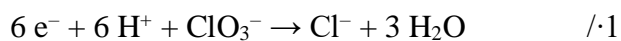
што даљим сређивањем даје:



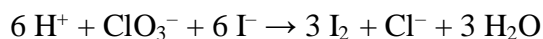
Други разред

- видети 18. задатак из првог разреда
- видети 10. задатак из првог разреда
- видети 12. задатак из првог разреда
- видети 9. задатак из првог разреда
- видети 6. задатак из првог разреда
- видети 4. задатак из првог разреда

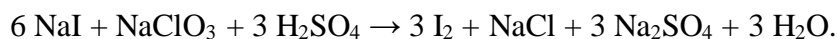
7. а) Полуреакције су:



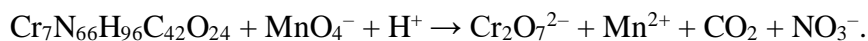
њиховим сабирањем се добија:



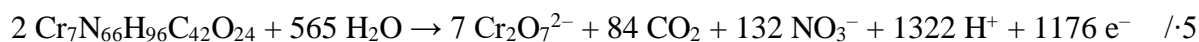
а уврштавањем коефицијената у молекулску једначину добија се:



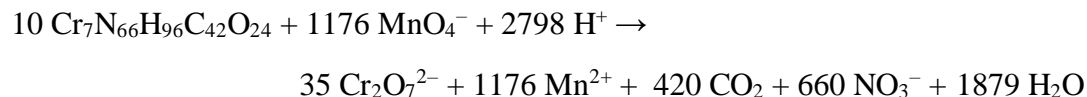
б) Упрошћена реакција је:



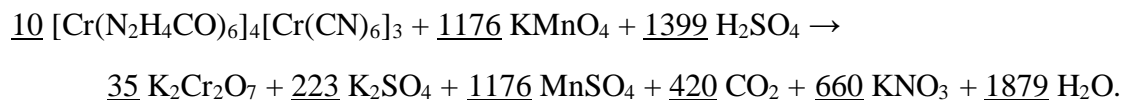
Полуреакције су:



Укупна јонска реакција је:



а молекулска реакција:



- видети 1. задатак из првог разреда

9. а) У реакцији с сумпор-диоксидом, осмијум прелази из оксидационог стања +8 у +6. Тиоуреа (неутрални молекул) игра улогу лиганда, а калај(II)-хлорид изазива додатну редукцију осмијума из +6 у +3. Тачан одговор је $\boxed{3}$.

б) Како је апсорбанца пропорционална концентрацији, можемо поставити следећу пропорцију и добити концентрацију осмијумовог комплекса у финалном раствору:

$$\left(1,12 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right) : 0,448 = c : 0,737 \Rightarrow c = 1,8425 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} .$$

Будући да у комплексном катјону постоји један атом осмијума, можемо добити количину осмијума у финалном раствору:

$$n_2(\text{Os}) = c \cdot V = \left(1,8425 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right) \cdot (100,0 \text{ cm}^3) = 1,8425 \cdot 10^{-5} \text{ mol} .$$

У иницијалном раствору било је:

$$n_1(\text{Os}) = \frac{1000 \text{ cm}^3}{100 \text{ cm}^3} n_2(\text{Os}) = \frac{1000 \text{ cm}^3}{100 \text{ cm}^3} 1,8425 \cdot 10^{-5} \text{ mol} = 1,8425 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

што одговара маси од:

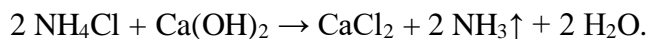
$$m(\text{Os}) = n_1(\text{Os}) \cdot M(\text{Os}) = 350 \text{ mg} .$$

Масени удели метала су:

$$w(\text{Os}) = \frac{m(\text{Os})}{m_{\text{узорак}}} = \frac{350 \text{ mg}}{650 \text{ mg}} = \boxed{53,8\%}$$

$$w(\text{Ir}) = \frac{m(\text{Ir})}{m_{\text{узорак}}} = \frac{300 \text{ mg}}{650 \text{ mg}} = \boxed{46,2\%} .$$

10. Једначина реакције је:



Количине реактаната су:

$$n(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{m}{M} = \frac{10,7 \text{ g}}{53,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,2 \text{ mol}$$

$$n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{m}{M} = \frac{6,0 \text{ g}}{74 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,081 \text{ mol}$$

одакле се види да је амонијум-хлорид у вишку. Запремина гасовитог амонијака је:

$$V(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_3) \cdot V_m = 2 \cdot n(\text{Ca}(\text{OH})_2) \cdot V_m = \boxed{3,6 \text{ dm}^3}$$

11. видети 16. задатак из првог разреда

12. видети 5. задатак из првог разреда

13. видети 7. задатак из првог разреда

14. видети 10. задатак из првог разреда

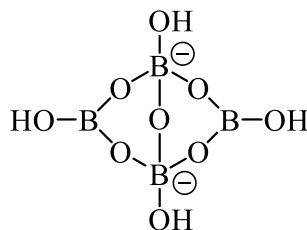
15. видети 13. задатак из првог разреда

16. видети 19. задатак из првог разреда

17. видети 14. задатак из првог разреда

18. а) Формула боракса исказана преко хидратисаног тетраборатног јона је $\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot x\text{H}_2\text{O}$, а поређењем са уобичајеном формулом добијамо да је $x = 2$, односно да је формула $\boxed{\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}}$.

б) Луисова формула мора да садржи два центра негативног наелектрисања, четири хидроксилне групе, два атома бора с четири просте везе и два атома бора с три просте везе. Ово захтева затварање два циклуса преко кисеоникових атома. Формула хидратисаног тетраборатног анјона је:



19. видети 15. задатак из првог разреда

20. **B** је по свој прилици сулфид метала, M_2S_x , где је x оксидациони број метала M . Одавде можемо добити зависност x од моларне масе M :

$$m(\text{M}, \text{M}_2\text{S}_x) = 0,96 \text{ g}$$

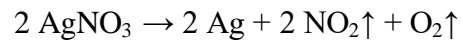
$$m(\text{S}, \text{M}_2\text{S}_x) = 1,10 \text{ g} - 0,96 \text{ g} = 0,14 \text{ g}$$

$$n(\text{M}) : n(\text{S}) = 2 : x$$

$$\frac{0,96 \text{ g}}{M} : \frac{0,14}{32} = 2 : x$$

$$\frac{M}{x} \approx 109$$

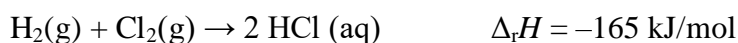
што за $x = 1$ приближно одговара сребру, а за $x \geq 2$ нема реалних решења. Тада би једињење **A** било AgNO_3 , који у базној средини даје Ag_2O (**B**), где масени удео кисеоника одговара оном из условима задатка. Загревањем сребро-нитрат се распада према реакцији:



где губитак масе такође одговара оном из услова задатка.

Трећи и четврти разред

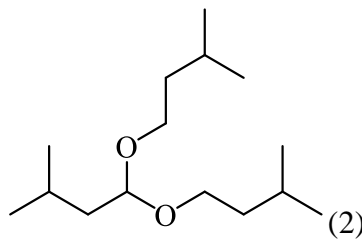
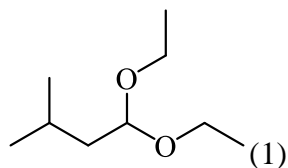
- видети 4. задатак из првог разреда
- видети 1. задатак из првог разреда
- видети 10. задатак из првог разреда
- видети 10. задатак из другог разреда
- При бесконачном разблажењу $n \rightarrow \infty$, при чему се Q своди на $72,6 \text{ kJ/mol}$, па је:

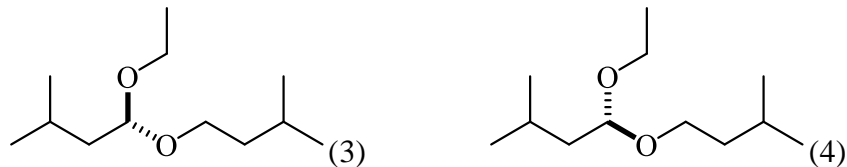


а онда је:



- видети 13. задатак из првог разреда
- видети 16. задатак из првог разреда
- видети 14. задатак из првог разреда
- видети 19. задатак из првог разреда
- видети 7. задатак из другог разреда
- видети 18. задатак из другог разреда
- видети 9. задатак из другог разреда
- видети 20. задатак из другог разреда
- видети 7. задатак из првог разреда
- Како ацетали настају реакцијом једног мола карбонилног једињења и два мола алкохола, с једним молем изовалералдехида могу реаговати два мола етанола, два мола изоамил-алкохола, или по један мол оба алкохола. Овај последњи мешовити ацетал је хирално једињење и поседује два енантиомера:





Количинске заступљености алкохола у ракији су:

$$x(\text{етанол}) = \frac{\frac{30 \text{ g}}{46 \text{ g/mol}}}{\frac{30 \text{ g}}{46 \text{ g/mol}} + \frac{0,15 \text{ g}}{88 \text{ g/mol}}} = 99,74\%$$

$$x(\text{изоамил-алкохол}) = 100\% - 99,74\% = 0,26\%$$

а заступљеност појединих ацетала је:

$$x(1) = 0,9974^2 = 99,48\%$$

$$x(2) = 0,0026^2 = 0,000676\%$$

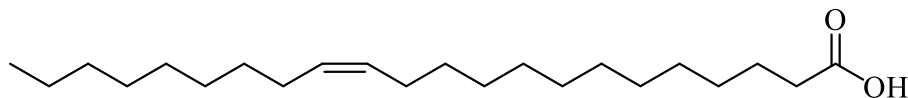
$$x(3) = 0,9974 \cdot 0,0026 = 0,26\%$$

$$x(4) = 0,9974 \cdot 0,0026 = 0,26\%$$

16. Реакцијом ацетанхидрида и морфина врши се естерификација секундарне алкохолне и фенолне групе. Хероин је диацетиловани производ, а нечистоће су два моноацетилована производа. Од та два производа, онај који се може уклонити екстракцијом базним раствором је једињење које има слободну фенолну групу (у присуству амонијака фенол се преводи у водорастворни феноксид). Зато су решења: **I:** в, **II:** а, **III:** д.

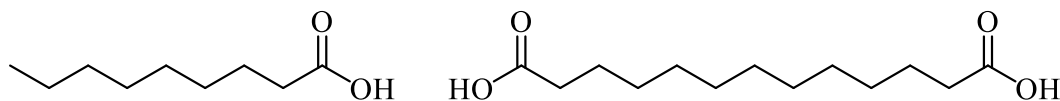
17. Једињење X је незасићена масна киселина везана у уљу у облику различитих ацилглицерола. Како озонлизом даје два производа, она има једну двоструку везу, а из јодног броја могуће је добити њену моларну масу која износи 338 g/mol (јод реагује с двоструким везама са стехиометријом 1:1 уз настајање). Озонлизом настаје монокарбоксилна киселина (чији естар има пријатан мирис) и дикарбоксилна киселина (прекурсор за полимера). Из садржаја угљеника у метил-етру монокарбоксилне киселине добија се да је у питању нонанска киселина, а онда је дикарбоксилна киселина тридекан-дикарбоксилна. Једињење X је еручна киселина, 13-докозенска киселина.

X =



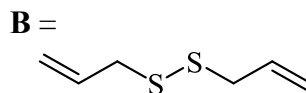
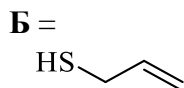
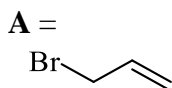
Y =

Z =



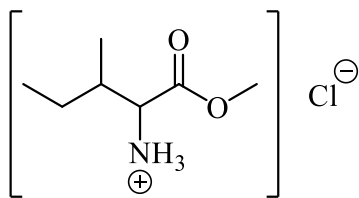
18. Пошто се у кораку у којем се добија **Б** ослобађа и уреа, **Б** мора бити тиол. Једињење **А** је алил-бромид, што се види по контрајону соли. Јод је благо оксидационо средство које

оксидује тиол до дисулфида, којег на крају перкиселина оксидује до алицина. Дисулфид је симетричан што се види из броја сигнала у ^{13}C НМР-спектру.

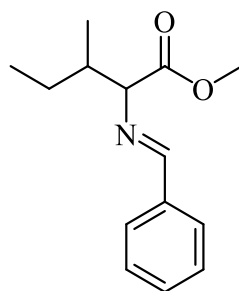


19. Тионил-хлорид са изолеуцином гради одговарајући хлорид киселине, који реагује с растварачем дајући метил-естар. Пошто се у овој реакцији ослобађа хлороводонична киселина, амино-група изолеуцината је протонована. У присуству триетиламина она се депротонује и гради се имин с бензалдехидом, које је релативно нестабилно једињење.

A =



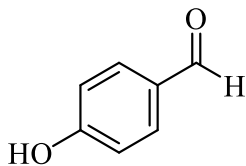
X =



(стереохемија на двострукој вези није важна)

20. Једињење **B** даје позитиван јодоформски тест што указује да је реч о етаналу или неком метил-кетону. На основу моларне масе закључујемо да је реч о ацетону. На основу удела елемената добијамо да је емпиријска формула једињења **A** $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$. Једињење **A** садржи бензеново језгро и на основу броја сигнала у ^1H -NMR спектру, закључујемо да су групе у *para*-положају. Једињење **A** садржи 5 незасићења $((2 \cdot 7 + 2 - 6) / 2 = 5)$ од којих 4 потичу од бензеновог језгра. Закључујемо да је једињење **A** 4-хидроксибензалдехид. У присуству натријум-хидроксида долази до алдолне реакције, а производ се затим хидрогенизује (**Ф**).

A =



B =



B =

