

І РАЗРЕД

1. Реакција синтезе амоніяка: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$. Концентрације азота, водоника и амоніяка у равнотежи износе: $[\text{N}_2] = (0,9) \cdot (2,0 \text{ mol/dm}^3) = 1,8 \text{ mol/dm}^3$, $[\text{H}_2] = (6,0 \text{ mol/dm}^3) - 3 \cdot (0,2 \text{ mol/dm}^3) = 5,4 \text{ mol/dm}^3$ и $[\text{NH}_3] = 2 \cdot (0,2 \text{ mol/dm}^3) = 0,4 \text{ mol/dm}^3$. Укупна концентрација гасова у равнотежи је $7,6 \text{ mol/dm}^3$, док је укупна концентрација гасова на почетку реакције била $8,0 \text{ mol/dm}^3$. Притисак је при константној температури и у суду константне запремине сразмеран концентрацији, а како је у тренутку равнотеже нижи, притисак се смањује и то за $(8,0 - 7,6)/8,0 = 5,0\%$ мањи него на почетку реакције.
2. Концентрација натријум-хидроксида:
 $c = (\text{број молова КНА који се титрује})/(\text{запремина NaOH која се троши у титрацији})$
У случају под: а) не прави се грешка – троши се дупло више титранта, али за титрацију дупло више молова соли; б) такође, нема утицаја на стандардизацију, концентрација соли у раствору је небитна, важна је само количина КНА. Такође, небитно је да ли се бирета допуњује до нутлог подеока – при титрацији се бележи разлика запремина титранта на почетку реакције и на завршној тачки титрације. У случају под з) трошила би се мања запремина раствора NaOH јер је и мања количина соли, па би се добила већа вредност за концентрацију раствора базе. У случају под д) привидно би се трошило више раствора NaOH; следи да би се одредила нижа вредност моларности.
3. Константа равнотеже растварања калцијум-оксалата: $K = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$. Концентрације калцијумових и оксалатних јона у zasiћеном раствору су једнаке и износе $[\text{Ca}^{2+}] = [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = K^{1/2} = (2,3 \cdot 10^{-9} \text{ mol}^2\text{dm}^{-6})^{1/2} = 4,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$. Маса раствореног калцијум-оксалата у 1 dm^3 је $(4,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3) \cdot (128 \text{ g/mol}) \cdot (1 \text{ dm}^3) = 6,14 \text{ mg}$. Талог сме да се испере са највише $(1000 \text{ cm}^3) \cdot (0,4 \text{ mg})/(6,1 \text{ mg}) = 65,1 \text{ cm}^3$ воде.
4. Узмимо да је маса узорка била $x \text{ g}$. Маса наводно чистог измереног Fe_2O_3 добијеног из тог узорка је $\frac{1}{2} \cdot (160 \text{ g/mol}) \cdot 0,1011x \text{ g} / (56 \text{ g/mol}) = 0,1444x \text{ g}$. Ако је уствари 97% те масе $(0,1401x \text{ g}$, тј. $0,0008756x \text{ mol}$) Fe_2O_3 , а 3% $(0,004332x \text{ g}$, тј. $1,87 \cdot 10^{-5} x \text{ mol}$) Fe_3O_4 , онда је стварни садржај гвожђа у узорку $2 \cdot (0,0008756x \text{ mol}) + 3 \cdot (0,0000187x \text{ mol}) = 0,001807x \text{ mol}$, односно $0,1012x \text{ g}$. Удео гвожђа у узорку је према томе 10,12%.
5. Запремина јединичне ћелије кристалне решетке белог калаја износи $(5,832 \cdot 10^{-10} \text{ m})^2 \cdot (3,188 \cdot 10^{-10} \text{ m}) = 1,084 \cdot 10^{-28} \text{ m}^3$. Маса једног атома калаја је $(0,119 \text{ kg mol}^{-1})/(6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}) = 1,98 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$, па је густина белог калаја $4 \cdot (1,98 \cdot 10^{-25} \text{ kg})/(1,084 \cdot 10^{-28} \text{ m}^3) = 7306 \text{ kg m}^{-3} = 7,306 \text{ g cm}^{-3}$.
Јединична ћелија сивог калаја садржи 8 атома (осмина атома који се налазе на рогљевима, половина атома на страницама, као и још 4 атома унутар ћелије. Ћелија

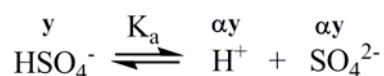
садржи $1/8 \cdot 8 + 1/2 \cdot 6 + 4 = 8$ атома). Запремина ћелије је $(6,490 \cdot 10^{-10} \text{ m})^3 = 2,734 \cdot 10^{-28} \text{ m}^3$, тако да је густина сивог калаја $8 \cdot (1,98 \cdot 10^{-25} \text{ kg}) / (2,734 \cdot 10^{-28} \text{ m}^3) = 5794 \text{ kg m}^{-3} = 5,794 \text{ g cm}^{-3}$.

a) Разлика у густинама сивог и белог калаја је $(7,306 \text{ g cm}^{-3}) - (5,794 \text{ g cm}^{-3}) = 1,512 \text{ g cm}^{-3}$.

б) По Ле-Шателејевом принципу положај равнотеже помера се тако да се систем супротстави повећању притиска – то јест помера се улево јер бели калај има мању моларну запремину (има већу густину) од сивог калаја.

6. Брзина реакције одређена је брзином најспоријег корака, то јест $v = k_1[\text{H}_2\text{O}_2][\text{HI}]$. Концентрација HI може да се изрази преко константе равнотеже првог корака: $K = [\text{HI}][\text{H}_3\text{O}^+]^{-1}[\text{I}^-]^{-1}$, односно $[\text{HI}] = K [\text{H}_3\text{O}^+][\text{I}^-]$. Тако да се добија израз за брзину: $v = k[\text{H}_2\text{O}_2][\text{I}^-][\text{H}_3\text{O}^+]$, где је $k = K \cdot k_1$.

7. У почетном раствору чији је pH 0,00, односно концентрација $[\text{H}^+] = 1 \text{ mol dm}^{-3}$, следеће две дисоцијације су биле потпуне:



док је други степен дисоцијације сумпорне киселине у јако киселим растворима ($[\text{H}^+] \geq 0,5 \text{ mol dm}^{-3}$) само делимичан. Уколико претпоставимо да је аналитичка концентрација HCl једнака x , а концентрација H_2SO_4 једнака y , тада је, концентрација водоничних јона: $x + y + \alpha y = 1 \text{ mol dm}^{-3}$ (1). Када се раствор разблажи 100 пута, добија се раствор чији је pH 1,92, а концентрација $[\text{H}^+] = 0,012 \text{ mol dm}^{-3}$, односно:

$$\frac{x}{100} + \frac{y}{100} + \frac{\alpha \times y}{100} = 0,012$$

Из вредности K_b сулфатног јона, може се израчунати вредност константе киселости хидрогенсулфатног јона:

$$K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{8,33 \times 10^{-13}} = 0,012 \quad K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{HSO}_4^-]}$$

Следи да је у разблаженом раствору

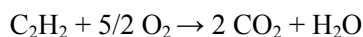
$$\frac{[\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{HSO}_4^-]} = \frac{K_a}{[\text{H}^+]} = \frac{0,012}{0,012} = 1$$

Како су концентрације SO_4^{2-} и HSO_4^- међусобно једнаке, следи да је степен дисоцијације $\alpha = 0,5$, па је укупна концентрација H^+ у

100 пута разблаженом раствору дата једначином, где је $\frac{\alpha \times y}{100}$ концентрација H^+

јона насталих дисоцијацијом хидрогенсулфата. Сређивањем једначине добија се да је $x + 1,5y = 1,2$ (2). Слично у неразблаженом раствору добија једначина (1) $x + 1,012y = 1$. Решавањем система једначина (1) и (2), добија се да је концентрација H_2SO_4 $y = 0,41 \text{ mol dm}^{-3}$, а концентрација HCl $x = 0,59 \text{ mol dm}^{-3}$.

8. Сагоревање етина се одвија према следећој хемијској једначини:



Енталпија реакције сагоревања етина је $\Delta_r H = (2 \times \Delta_f H(\text{CO}_2) + \Delta_f H(\text{H}_2\text{O})) - \Delta_f H(\text{C}_2\text{H}_2) = (2 \times (-393,5) + (-241,8)) - 227,4 = -1256,2 \text{ kJ/mol}$. Како се ова топлота ослободи при сагоревању једног мола етина, количина топлоте од 3900 kJ се ослободи при сагоревању $n = 3900/1256,2 = 3,105 \text{ mol}$ етина, коме одговара запремина $V = n \times V_m = 3,105 \times 22,4 = 69,54 \text{ dm}^3$.

9. ☒ а) Према Ле Шателјеов принципу додаток гасовитог реактанта помера равнотежу у десно.
☒ б) Бактерије, хранећи се тетрафлуороетиленом, уклањају гасовити производ из равнотеже и на тај начин (према Ле Шателјеов принципу) померају равнотежу у десно.
 (в) Количина чврстог графита нема утицај на положај равнотеже, јер се његова површина, где се реакција одвија, занемарљиво мења са повећањем његове количине.
☒ г) Како се реакција одиграва у затвореном суду, смањење запремине, доводи до повећања притиска чиме се (према Ле Шателјеов принципу) равнотежа помера на страну снижења притиска, односно у овом конкретном случају у десно (на левој страни равнотеже су две молекула F_2 , а на десној један молекул C_2F_4).
 (д) Како је реакција егзотермна, повећање температуре помера положај равнотеже у лево.
10. Претпоставимо да су оксидациона бројеви: фосфора x , молибдена y и ванадијума z . Како су оксидациони бројеви водоника +1 и кисеоника -2, за оксидациона стања елемената у хетерополикикселинама важе следеће једначине (електронеутралност једињења):

$$\text{H}_4[\text{PMo}_{11}\text{VO}_{40}]: \quad 4 \times 1 + x + 11y + z + 40 \times (-2) = 0, \text{ односно } x + 11y + z = 76 \text{ (1)},$$

$$\text{H}_5[\text{PMo}_{10}\text{V}_2\text{O}_{40}]: \quad 5 \times 1 + x + 10y + 2z + 40 \times (-2) = 0, \text{ односно } x + 10y + 2z = 75 \text{ (2)},$$

$$\text{H}_6[\text{PMo}_9\text{V}_3\text{O}_{40}]: \quad 6 \times 1 + x + 9y + 3z + 40 \times (-2) = 0, \text{ односно } x + 9y + 3z = 74 \text{ (3)},$$

$$\text{H}_7[\text{PMo}_8\text{V}_4\text{O}_{40}]: \quad 7 \times 1 + x + 8y + 4z + 40 \times (-2) = 0, \text{ односно } x + 8y + 4z = 73 \text{ (4)}.$$

Одузимањем било које две узастопне једначине (нпр. једначине (2) од једначине (1)) добијамо да је $y - z = 1$, односно $y = z + 1$, чијом сменом у било којој од једначина добијамо да је $x + 12z = 65$. Како су два најчешћа оксидациона стања фосфора оксокикселинама и њиховим солима +3 и/или +5, заменом ових вредности уместо x добијамо да је смислено решење за:

за $x = +3$ $12z = 62$, односно $z = +5,166...$,
за $x = +5$ $12z = 60$, односно $z = +5$ (V), а одатле следи да је $y = +6$ (Mo).

11. У води у акваријуму је растворено $n(\text{O}_2) = c(\text{O}_2) \times V_{\text{базена}} = 220 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3} \times 31 \times 10^6 \text{ dm}^3 = 6820 \text{ mol}$ кисеоника. Према првој једначини:
 $2 \text{CH}_3\text{OH} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$
број молова метанола који се потроши током процеса деоксигенације је $n(\text{CH}_3\text{OH})_1 = 2/3 \times n(\text{O}_2) = 2/3 \times 6820 = 4546,7 \text{ mol}$.
Укупан број молова нитрата у води у акваријуму је $n(\text{NO}_3^-) = c(\text{NO}_3^-) \times V_{\text{базена}} = 8100 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3} \times 31 \times 10^6 \text{ dm}^3 = 251100 \text{ mol}$. Број молова метанола који се потроши у реакцији (2): $3 \text{NO}_3^- + \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow 3 \text{NO}_2^- + \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
је $n(\text{CH}_3\text{OH})_2 = n(\text{NO}_3^-)/3 = 251100/3 = 83700 \text{ mol}$. Како је на основу реакције (2) $n(\text{NO}_2^-) = n(\text{NO}_3^-)$, број молова метанола потребан за трећу реакцију:
 $2 \text{NO}_2^- + \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{N}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{OH}^-$
је $n(\text{CH}_3\text{OH})_3 = n(\text{NO}_2^-)/2 = 251100/2 = 125550 \text{ mol}$.
Број молова метанола који је потрошен у све три реакције је $n(\text{CH}_3\text{OH}) = n(\text{CH}_3\text{OH})_1 + n(\text{CH}_3\text{OH})_2 + n(\text{CH}_3\text{OH})_3 = 4546,7 + 83700 + 125550 = 213796,7 \text{ mol}$. Овај број молова треба увећати за 30%, јер су још толико утрошиле бактерије за свој раст, па је за денитрификацију воде укупно потрошено $n(\text{CH}_3\text{OH})_{\text{укупно}} = 213796,7 + 213796,7 \times 0,3 = 277935,71 \text{ mol}$. Одатле, можемо наћи запремину утрошеног метанола

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{n(\text{CH}_3\text{OH})_{\text{укупно}} \times M(\text{CH}_3\text{OH})}{\rho(\text{CH}_3\text{OH})} = \frac{277935,71 \times 32}{0,791} = 11243922 \text{ cm}^3 \approx 11,2 \times 10^3 \text{ dm}^3$$

12. С обзиром да јон наелектрисања $2+$ има укупно 18 електрона, тада сам атом елемента има 20 електрона и електронску конфигурацију: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$. Валентни електрони су $4s^2$, а за њих је:
 $n=4$; $l=0$; $m_l=0$; $m_s=+1/2$ и $n=4$; $l=0$; $m_l=0$; $m_s=-1/2$.
13. **А:** Ова енергија представља прву и другу енергију јонизације метала тј. елемента 2. групе Периодног система елемената. $E_{i,1} + E_{i,2}$
Б: Ова енергија представља вредност првог афинитета према електрону елемента 7. групе Периодног система елемената. $E_{a,1}$
В: Ова енергија представља енергију кристалне решетке једињења MX_2 .
14. Из израза
 $v = k[\text{A}]^x[\text{B}]^y$.
 $8v = k \cdot (2[\text{A}])^x \cdot (2[\text{B}])^y$
 $4v = k \cdot [\text{A}]^x \cdot (2[\text{B}])^y$
долази се до једначина $2^x \cdot 2^y = 8$ и $2^y = 4$, то јест $y = 2$ и $x = 1$. Израз за брзину је $v = k[\text{A}][\text{B}]^2$.
15. Активитети воде и чврстих супстанци износе 1 тако да они не улазе у изразе за константу равнотежа.

Хемијска једначина	Израз за константу
$\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ (може и $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{CO}_3^{2-}$)	$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]}$
$\text{CN}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCN} + \text{OH}^-$	$K_b = \frac{[\text{HCN}][\text{OH}^-]}{[\text{CN}^-]}$
$2\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Zn}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{Ag}(\text{s}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$	$K = \frac{[\text{Zn}^{2+}]}{[\text{Ag}^+]^2}$

16. Енергија сваког, појединачног фотона је $E = hc/\lambda = (6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}) \cdot (3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}) / (6,50 \cdot 10^{-7} \text{ m}) = 3,06 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Сноп садржи $(1,00 \times 10^{-2} \text{ J}) / (3,06 \cdot 10^{-19} \text{ J}) = 3,27 \cdot 10^{16}$ фотона.
17. Из једначине $\text{KClO}_4 + 2\text{C} \rightarrow \text{KCl} + 2\text{CO}_2$ се види да калијум-перхлорат и угљеник треба да се помешају у односу 1 : 2. У 1000 g KClO_4 има $(1000 \text{ g}) / (138,5 \text{ g mol}^{-1}) = 7,22 \text{ mol}$, што значи да је потребно $(14,44 \text{ mol}) \cdot (12 \text{ g mol}^{-1}) = 173 \text{ g}$ угљеника.
18. $2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$. Ако је почетна концентрација HI била c_0 , равнотежне концентрације учесника у реакцији износе $[\text{HI}] = (1-2x) \cdot c_0$, $[\text{H}_2] = [\text{I}_2] = x \cdot c_0$. Израз за константу равнотеже је $K = [\text{H}_2][\text{I}_2][\text{HI}]^{-2}$, односно $K = x^2/(1-2x)^2$. Решавањем се добија $x = 0,108$, односно, разложило се $2 \cdot x \cdot 100\% = 21,6\%$ HI.
19. У једном граму бакар-сулфата има $(1\text{g}) / (160 \text{ g mol}^{-1}) = 6,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol CuSO}_4$. $c = (6,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol}) / (0,1 \text{ dm}^3) = 0,0625 \text{ mol dm}^{-3}$.
20. У 25 cm^3 хлороводоничне киселине концентрације $0,500 \text{ mol/dm}^3$ се налази $0,500 \text{ mol/dm}^3 \times 0,025 \text{ mol} = 0,125 \text{ mol}$. Разблажењем киселине број молова остаје исти, али се мења њена концентрација у новом раствору, $c = 0,125 \text{ mol} / 0,5 \text{ dm}^3 = 0,25 \text{ mol/dm}^3$. Хлороводонична киселина је јака киселина, па је концентрација H^+ јона једнака концентрацији киселине, а $\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = 1,60$.

II РАЗРЕД

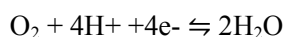
3. Једначина реакције неког оксида (M_2O_x) са бромоводоничном киселином уз издвајање елементарног брома се одвија уз промену оксидационог стања тог метал и може да се напише на следећи начин:
 $\text{M}_2\text{O}_x + 2x \text{HBr} \rightarrow 2\text{MBr}_y + (x-y) \text{Br}_2 + x \text{H}_2\text{O}$
Однос броја молова бромоводоничне киселине која је изреаговала и воде која је настала је увек 2 : 1 (без обзира на оксидациона стање метала). На основу закона о одржању масе може да се постави следећа једначина: $2,61 + 2x \cdot 81 = 6,45 + 4,8 + 18 \cdot x$. Решавањем се добија да је број молова воде $x = 0,06$. Маса кисеоника (који потиче од кисеоника из оксида) у води је 0,96 g. Проценат кисеоника у оксиду је

36,8%. Од могућих оксида (MO , M_2O_3 , MO_2 , MO_3 итд.) само у случају да је оксидациона стање метала у оксиду било +4 добија се смислен резултат. Молекулска маса метала је $32/0,368 - 32 = 55$ што одговара мангану, тако да је формула оксида MnO_2 .

7. Број протона и електрона је исти тако да узорак садржи $1823 \cdot 0,2904 \text{ g} = 529,3992 \text{ g}$ протона и $1000 - 529,3992 - 0,2904 = 470,3104 \text{ g}$ неутрона. Ако претпоставимо да су масе протона и неутрона једнаке, можемо да израчунамо однос броја протона и молекулске масе узорка: $n_p/n_M = 529,3992 / (529,3992 + 470,3104) = 0,5296$, односно приближно 9/17 или 18/34. Овај однос постоји код водоник-сулфида и водоник-пероксида (оба једињења имају по 18 протона и молекулску масу 34). H_2S не може да буде оксидационо средство јер је сумпор у најнижем оксидационом стању. Према томе, једино решење је водоник-пероксид, који може да буде и оксидационо (нпр. у реакцији са гвожђе(II)-јонима) и редукционо (нпр. у реакцији са калијум-перманганатом) средство.



11. а) Будући да је структурни сегмент NSi_3 планаран, све три везе N-Si леже у истој равни максимално удаљене једна од друге (под углом од 120°), што одговара геометрији око атома азота који је sp^2 хибридисован.
б) Како је Si sp^3 хибридисован (гради четири просте везе), слободан електронски пар азота се бочно преклапа са једино доступном (празном) и повољно оријентисаном $3d$ -орбиталом Si .
12. Парамагнетне супстанце имају непаран број валентних електрона, тј. имају неспарене електроне. Овај услов испуњавају супстанце под б, г и д.
15. На основу полуреакције редукције кисеоника до воде:



потребна су 4 електрона да се редукује 1 mol кисеоника. Одрасла особа утроши 16 mol кисеоника на сагоревање хране што значи да је том приликом учествовало $16 \times 4 = 64 \text{ mol}$ електрона. Јачина струје која потиче од протока електрона $I = (64 \times 96500 \text{ C}) / (24 \times 3600) \text{ s} = 71,5 \text{ A}$.

III И IV РАЗРЕД

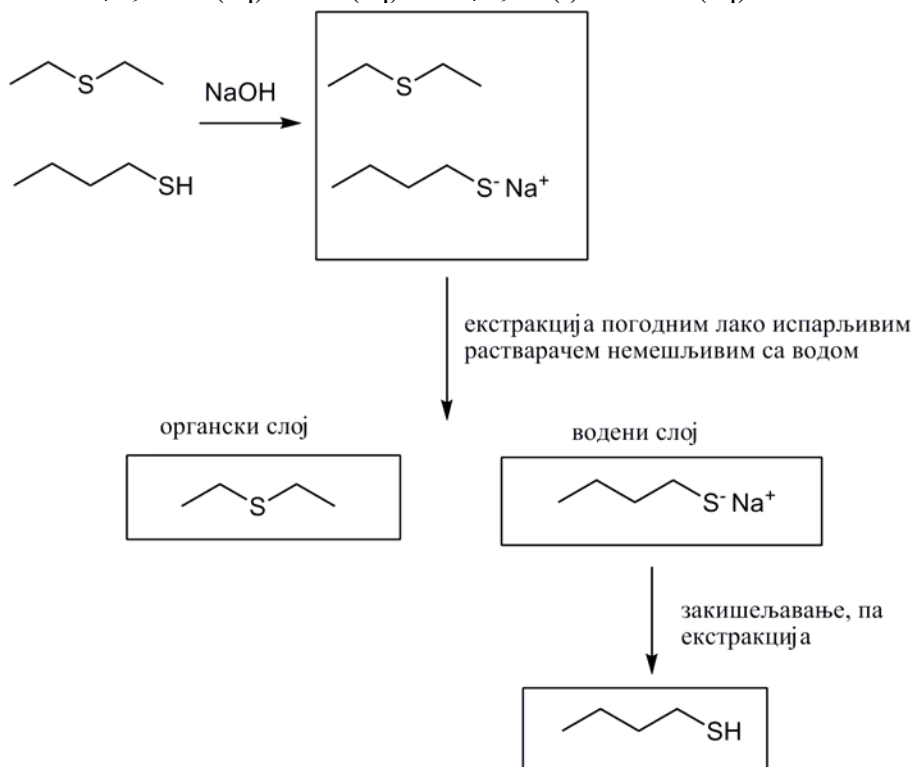
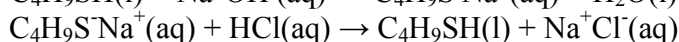
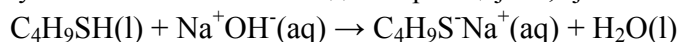
15. а) Молекулска маса ПАА је $100 \cdot (72 \text{ g mol}^{-1}) = 7200 \text{ g mol}^{-1}$. Број молова ПАА у раствору је $(10 \text{ g}) / (7200 \text{ g mol}^{-1}) = 1,39 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$, а концентрација $(1,39 \cdot 10^{-3} \text{ mol}) / (0,5 \text{ dm}^3) = 2,78 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$. Према томе, укупна концентрација карбоксилних група у раствору је сто пута већа: $2,78 \cdot 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$. Ако претпоставимо да свака карбоксилна група дисосује независно од осталих,

концентрација хидронијум јона је $[H^+] = (0,278 \cdot 1,32 \cdot 10^{-5})^{1/2} = 1,92 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$, односно pH раствора је 2,72.

б) $pH = pK_a + \log([A^-]/[HA])$. Када је дисосовало 50% киселине, онда је $[A^-] = [HA]$, односно $pH = pK_a = 4,88$.

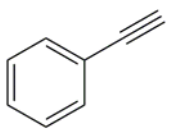
16. Да би се успешно раздвојила ова два једињења, може се искористити чињеница да су тиоли слабе киселине које са јаким базама граде одговарајуће соли, растворне у води. Након превођења тиола у со, исти се од тиетра може одвојити простом екстракцијом одговарајућим органским растварачем (нпр. диетил-етар). Закишељавањем воденог слоја поново се може добити тиол.

Дакле, поступак се може описати следећим реакцијама, тј. шемом:



17. Полазно једињење, *trans*-1-бром-2-фенилетен, има молекулску масу 183 и у њему је удео угљеника 52,49%, брома 43,65% и водоника 3,85%. Удео угљеника у једињењу А је 94,08%. Имајући на уму услове извођења синтезе (јако базна средина), структуру полазног једињења и веома високи масени удео угљеника у производу, може се претпоставити да је у току реакције дошло до елиминације брома. У том случају, А садржи само С и Н атоме (удео Н атома се лако израчунава: $100 - 94,08 = 5,92$), и то у следећем међусобном односу: $n(C) : n(H) = 94,08/12 : 5,92/1 = 4:3 = 8 : 6$ (број С атома у полазном једињењу је 8). На основу овога, може се закључити да је структура једињења А следећа:

a)

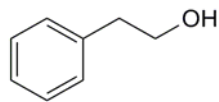


б) За ову синтезу коришћено је 0,546 mol *trans*-1-бром-2-фенилетена ($n=m/V=100/183=0,546$ mol), те је теоријски исто толико молова фенилетина (А) требало да се добије. Ово одговара маси фенилетина 55,7 g. У реакцији је добивено 37 g производа. Дакле, принос је $37/55,7 = 0,664$, тј. 66,4%.

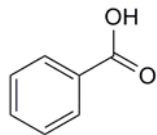
в) Производ из реакционе смеше дестилује заједно са водом. Дакле, доњи слој је вода (тј. вода са траговима фенилетина).

18. На основу података везаних за сагоревање једињења Φ добија се да је однос броја угљеникових и водоникових атома у овом једињењу једнак 4 : 5 (коришћењем формуле $pV=nRT$ лако се може израчунати да је број молова угљен-диоксида који је ослобођен при сагоревању једнак 0,094 mol, док се из масе воде долази до тога да је одговарајући број молова $n(H_2O) = 0,059$ mol; следи да је $n(C) = n(CO_2) = 0,094$ mol, а $n(H) = 2n(H_2O) = 0,1178$ mol; дакле, $n(C) : n(H) = 0,094 : 0,1178 = 4 : 5$). Уз ову и информацију да је 1,439 g Φ дало поменути количину угљен-диоксида и воде, може се доћи до молекулске масе једињења Φ , тј. до одговарајуће молекулске формуле. Наиме, уколико се узме да једињење садржи само 4 C- и 5 H-атома (минимални целобројни однос), добија се да је молекулска маса једињења Φ 61 (за овај број C-атома у једињењу, број молова Φ у 1,439 g мора да буде $n(C)/4=0,0235$ mol, тј. $M_\Phi = 1,439/0,0235 = 61$). У том случају, у молекулу је поред C и H присутан и атом чије је $A_r=61-4 \times 12-5 \times 1=8$. Ово није могуће решење. Следећа могућност је да молекул садржи двоструко више C- и H-атома (тј. 8 и 10), при чему се на аналогни начин добија да је $M_\Phi=122$, а да је у молекулу присутан и атом са $A_r=16$. Ово се уклапа за O (кисеоник). Значи, молекулска формула једињења је $C_8H_{10}O$. Притом, из формуле се лако може израчунати број незасићења ($n_C - n_H/2 + 1 = 8-5+1 = 4$). Ово указује на то да би једињење могло да садржи бензеново језгро: 3 двоструке везе + прстен = 4 незасићења. Значи, једињење има бензеново језгро, етарску или алкохолну групу. Даље информације о структури се могу добити на основу података везаних за оксидацију. Оксидација калијум-перманганатом под жустрим условима оксидовала би ароматично једињење (која имају α -водоников атом) до одговарајуће киселине (K_1) са карбоксилном групом директно везаном за прстен. Најпростија таква киселина је бензоева киселина, и, што је и у складу са условима задатка, она има молекулску масу једнаку молекулској маси полазног једињења (122). Ово истовремено значи да полазно једињење мора имати моно супституисан бензенов прстен (иначе би се поменутом оксидацијом добила супституисана бензоева киселина или бензендикарбоксилна киселина). Чињеница да оксидација под блажим условима даје, такође, киселину (K_2) хомологу киселини K_1 потврђује да једињење Φ не садржи етарску, већ алкохолну функционалну групу, и то примарну (иначе не би постојала могућност настанка 2 различите киселине). Дакле, решење задатка је следеће:

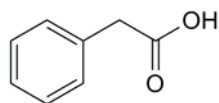
$\Phi =$



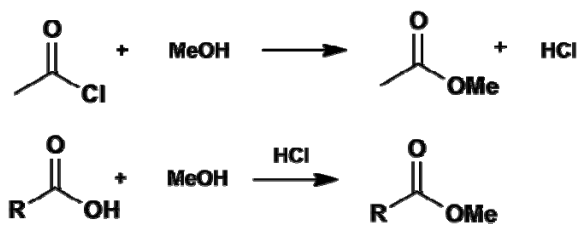
$K1 =$



$K2 =$



19. а) У реакцији ацетил-хлорида и метанола настају метил-ацетат и хлороводоник, то јест, на тај начин се припрема метанолни раствор хлороводоника. HCl затим катализује реакцију киселине и метанола.



б) HCl

20. Када се на фенол делује разблаженом азотном киселином долази до нитровања бензеновог језгра, тј. увођења једне или више нитро група (електрофилна ароматична супституција). Пошто производ садржи 51,8% угљеника и 3,6% водоника, лако се може израчунати да је однос броја угљеникових и водоникових атома 6 : 5 ($N_C : N_H = 51,8/12 : 3,6/1 = 4,31 : 3,6 = 6 : 5$; код полазног фенола овај однос износи 6 : 6), што значи да је дошло до моно-супституције (један водоников атом замењен је једном нитро-групом). Сада је потребно утврдити о коме од три могућа нитрофенола се ради (*орто*-, *мета*- или *пара*-). Резултати $^{13}\text{C-NMR}$ експеримента указују на то да постоје 4 различита типа угљеникових атома у производу. Ово је могуће једино у случају симетричног *пара*-изомера (сигнали C-NO₂ и C-OH угљеника се разликују од свих осталих, док су по два C-атома *орто* у односу на C-NO₂ тј. C-OH еквивалентни и њима одговара по један сигнал у спектру); несиметрични *орто*- и *мета*-изомери немају еквивалентних C-атома, те њихови $^{13}\text{C-NMR}$ спектри садрже по 6 различитих сигнала.

Дакле, структурна формула једињења је:

