Шифр Хк-6

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО

«Будущее Сибири»

2 этап (заключительный)

Письменная работа

на олимпиаде по ХИМИИ

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия: ДРАМОРЕЦКАЯ

Имя: ЯНА

Отчество: СЕРГЕЕВНА

Учащийся 11 Л класса школы № МБОУ технического лицея №176

Карасукского района

(города/села, района)

Новосибирской области

(области)

Дата рождения 23.01.2001г

Контактная информация – телефон(ы) : сот. 8-923-197-5786

E- mail: yana230101@gmail.com

Пункт проведения этапа Карасук

Дата проведения этапа 25.02.2018г.

Даю согласие на обработку моих персональных данных и информирование меня посредством sms и e – mail о моих результатах и всех дальнейших мероприятиях, связанных с олимпиадой

Личная подпись

Шифр Хк-6

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
69			

Часть 1 Задание №1

1.1. NaF: на катоде – $H_2\uparrow$, на аноде – $O_2\uparrow$ ✓ ✓ 1

1.2. в SO_2: S – sp-гибридиз; в SF_2 S – sp-гибридиз

1.3. внутримолекулярная – C_2H_4 (этилен) ✓; межмолек – $C_2H_5-O-C_2H_5$ (диэтиловый эфир) ✓

1.4. $\frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} = \gamma^{\frac{\Delta t}{10}} \Rightarrow 1,414 = \gamma^{\frac{1}{2}} \Rightarrow \gamma \approx 2$

$\frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} = \gamma^2 = 2^2 =$ в 4 р ✓ $\frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} = 2^3 =$ в 8 р ✓

1.5. $Na_2S \rightarrow 2Na^+ + S^{-}$ – ср. щелочная ⇒ ф/ф малиновый ✓ ✓

$Na_2SO_3 \rightarrow 2Na^+ + SO_3^{2-}$ – ср. щелочная ⇒ ф/ф малиновый ✓

1.6 H_3PO_4 – 3 атома H; H_5IO_6 – 5 атомов H ✓

1.7. BaO – связь ионная; CO – связь ковалентная полярная ✓ ✓

1.8. K_2CO_3 – ср. щелочная; $KHCO_3$ – ср. щелочная ✓ ✓

1.9. фенолы / многоатомные спирты ✓ ✓

18

1.10. синтез Вюрца / реакция Дюма ✓ ✓

Часть 2. задание №2,3

$$\begin{tikzcd}
\text{этилен} \arrow[r, "HBr"', "①"'] & A \arrow[r, "KOH", "H_2O ②"'] & B \arrow[r, "KMnO_4", "H^+ ③"'] & C \arrow[r, "Cl_2 ⑥", "\text{красн. P}"'] \arrow[d, "Cl_2 ④", "\text{уксусн. ангидрид}"'] & D \arrow[r, "KCN", "⑦"'] & E \; (NC_3H_3O_2) \arrow[r, "H_2O ⑧", "H^+"'] & F \; (\text{малоновая к-та}) \\
 & & & G & CCl_2=CCl_2 \arrow[l, "H_2O", "⑤ H_2SO_4"'] & &
\end{tikzcd}$$

Председатель жюри

а) Вещество A: $H_3C-\underset{Br}{CH_2}$ – бромэтан. 1

Вещество B: $H_3C-\underset{OH}{CH_2}$ – этанол. 1

Вещество C: $H_3C-C\begin{smallmatrix}=O\\ \diagdown OH\end{smallmatrix}$ – уксусная к-та 1

В-во D: $\underset{Cl}{H_2C}-C\begin{smallmatrix}=O\\ \diagdown OH\end{smallmatrix}$ – хлоруксусная к-та. 1

В-во E: $\underset{CN}{H_2C}-C\begin{smallmatrix}=O\\ \diagdown OH\end{smallmatrix}$ – цианоуксусная к-та 1

В-во F: $HOOC-CH_2-COOH$ – малоновая к-та 1

В-во G: $\underset{Cl}{\overset{Cl}{HC}}-C\begin{smallmatrix}=O\\ \diagdown OH\end{smallmatrix}$ – дихлоруксусная к-та

в) в порядке ↑ кислотных св-в: B–F–C–E–D–G

б) ① $H_2C=CH_2 + HBr \longrightarrow H_3C-\underset{Br}{CH_2}$ ✓

② $H_3C-\underset{Br}{CH_2} + \underset{(водный)}{KOH} \longrightarrow KBr + H_3C-\underset{OH}{CH_2}$ ✓

③ $5H_3C-\underset{OH}{CH_2} + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \longrightarrow 4MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 11H_2O + 5\,H_3C-C\begin{smallmatrix}=O\\ \diagdown OH\end{smallmatrix}$. ✓

④ $H_3C-C\begin{smallmatrix}=O\\ \diagdown OH\end{smallmatrix} + Cl_2 \xrightarrow{уксусн.\ ангидрид} \underset{Cl}{\overset{Cl}{HC}}-C\begin{smallmatrix}=O\\ \diagdown OH\end{smallmatrix} + H_2\uparrow$ ✓

⑤ $CCl_2=CCl_2 + 2H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} \underset{Cl}{\overset{Cl}{HC}}-COOH + 2HCl.$

⑥ $H_3C-C\begin{smallmatrix}=O\\ \diagdown OH\end{smallmatrix} + Cl_2 \xrightarrow[красный\ P]{h\nu} \underset{Cl}{H_2C}-C\begin{smallmatrix}=O\\ \diagdown OH\end{smallmatrix} + HCl$

⑦ $\underset{Cl}{H_2C}-C\begin{smallmatrix}=O\\ \diagdown OH\end{smallmatrix} + KCN \longrightarrow \underset{CN}{H_2C}-C\begin{smallmatrix}=O\\ \diagdown OH\end{smallmatrix} + KCl$ ✓

⑧ $\underset{CN}{H_2C}-COOH + 2H_2O \longrightarrow \underset{OH}{\overset{O}{\overset{\|}{C}}}-CH_2-C\begin{smallmatrix}=O\\ \diagdown OH\end{smallmatrix} + NH_3\uparrow$ ✓

9

Хк-6

Задание №2.2.

а) $Ca(NO_3)_2 + Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3\downarrow + 2NaNO_3$

$Ca^{2+} + \underline{2NO_3^-} + \underline{2Na^+} + CO_3^{2-} \rightarrow CaCO_3\downarrow + \underline{2Na^+} + \underline{2NO_3^-}$

$Ca^{2+} + CO_3^{2-} \rightarrow CaCO_3\downarrow$.

3 балла

$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2\uparrow$ – выделение газа

$CaCO_3 + 2H^+ + \underline{2Cl^-} \rightarrow Ca^{2+} + \underline{2Cl^-} + H_2O + CO_2\uparrow$

$2H^+ + CaCO_3 \rightarrow Ca^{2+} + H_2O + CO_2\uparrow$

б) $3Mg(NO_3)_2 + 2Na_3PO_4 \rightarrow Mg_3(PO_4)_2\downarrow + 6NaNO_3$ ① бесцветные

1,5

$Mg_3(PO_4)_2 + 6HCl \rightarrow 3MgCl_2 + 2H_3PO_4\cancel{\downarrow}$ – ② кристаллы (осадок)

не верно!

①: $3Mg^{2+} + \underline{6NO_3^-} + \underline{6Na^+} + 2PO_4^{3-} \rightarrow Mg_3(PO_4)_2\downarrow + \underline{6Na^+} + \underline{6NO_3^-}$

$3Mg^{2+} + 2PO_4^{3-} \rightarrow Mg_3(PO_4)_2\downarrow$

②: $Mg_3(PO_4)_2 + \underline{6H^+} + \underline{6Cl^-} \rightarrow 3Mg^+ + \underline{6Cl^-} + \underline{6H^+} + 2PO_4^{3-}$

$Mg_3(PO_4)_2 \rightarrow 3Mg^+ + 2PO_4^{3-}$

в) $Pb(CH_3COO)_2 + Na_2SO_4 \rightarrow PbSO_4\downarrow + 2NaCH_3COO$

1

$Pb^{2+} + \underline{2CH_3COO^-} + \underline{2Na^+} + SO_4^{2-} \rightarrow PbSO_4\downarrow + \underline{2Na^+} + \underline{2CH_3COO^-}$

$Pb^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow PbSO_4\downarrow$.

$PbSO_4 + 2HCl \rightarrow PbCl_2\downarrow + H_2SO_4$ – выпадение осадка.

$PbSO_4 + \underline{2H^+} + 2Cl^- \rightarrow PbCl_2\downarrow + \underline{2H^+} + SO_4^{2-}$

$PbSO_4 + 2Cl^- \rightarrow PbCl_2\downarrow + SO_4^{2-}$

г) $ZnSO_4 + Na_2SO_3 \rightarrow ZnSO_3\downarrow + Na_2SO_4$

$Zn^{2+} + \underline{SO_4^{2-}} + \underline{2Na^+} + SO_3^{2-} \rightarrow ZnSO_3\downarrow + \underline{2Na^+} + \underline{SO_4^{2-}}$

$Zn^{2+} + SO_3^{2-} \rightarrow ZnSO_3\downarrow$.

3

$ZnSO_3 + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2O + SO_2\uparrow$ – выделение газа.

$ZnSO_3 + 2H^+ + \underline{2Cl^-} \rightarrow Zn^{2+} + \underline{2Cl^-} + H_2O + SO_2\uparrow$

$2H^+ + ZnSO_3 \rightarrow Zn^{2+} + H_2O + SO_2\uparrow$.

д) $BaCl_2 + K_2SO_4 \rightarrow BaSO_4\downarrow + 2KCl$

1

$Ba^{2+} + \underline{2Cl^-} + \underline{2K^+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4 + \underline{2K^+} + \underline{2Cl^-}$

$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4\downarrow$.

9,5

$BaSO_4 + 2HCl \cancel{\longrightarrow} BaCl_2 + H_2SO_4$ – реакция ~~нейтрализации~~ (растворения осадка)

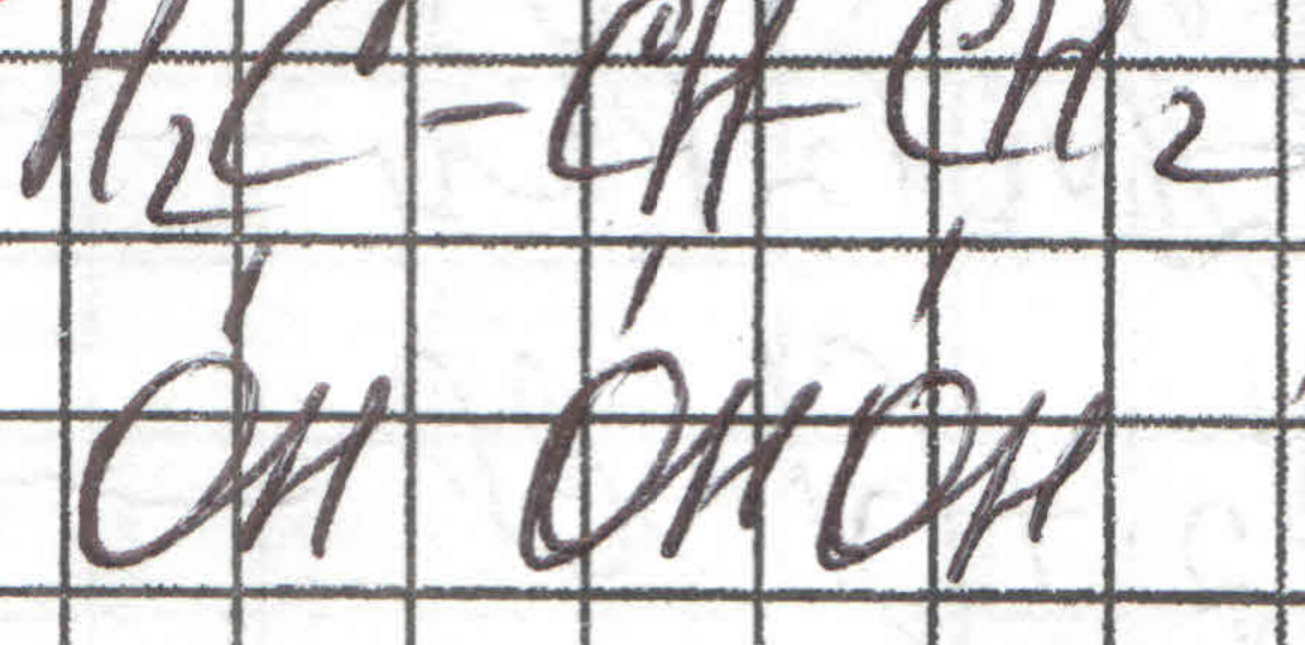
$BaSO_4 + \underline{2H^+} + \underline{2Cl^-} \longrightarrow Ba^{2+} + \underline{2Cl^-} + \underline{2H^+} + SO_4^{2-}$

$BaSO_4 \longrightarrow Ba^{2+} + SO_4^{2-}$

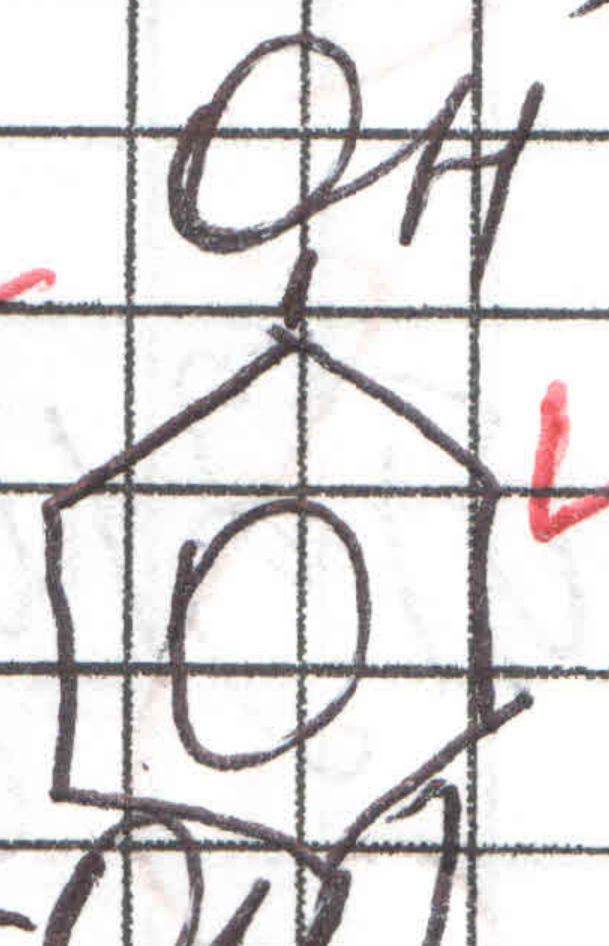
Задание № 2.1

а) неорганические в-ва: каустич. сода – $NaOH$, питьевая сода – $NaHCO_3$; ляпис – $AgNO_3$; нашатырь – NH_4Cl, сильвин – KCl, медный купорос – $CuSO_4$

органические: глицерин –

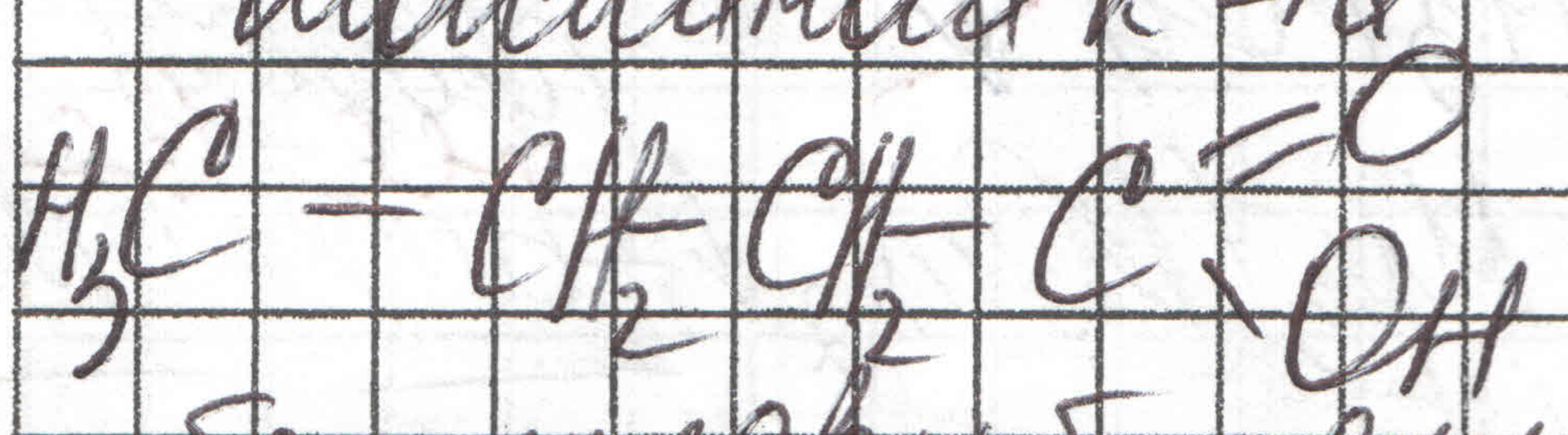


$\underset{OH}{H_2C}-\underset{OH}{CH}-\underset{OH}{CH_2}$, фенол –



(C_6H_5-OH)

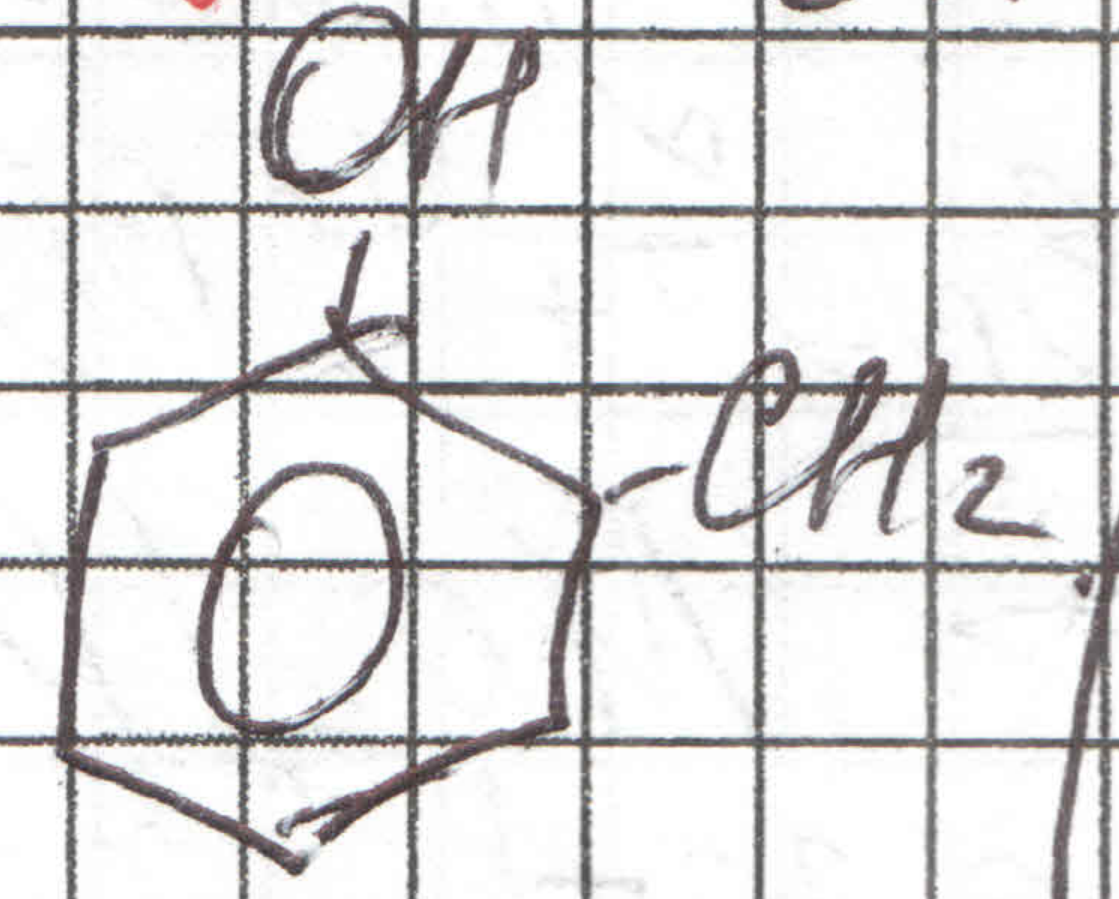
масляная к-та:



$H_3C-CH_2-CH_2-C{=O \atop -OH}$

4,5

бензиловый спирт:



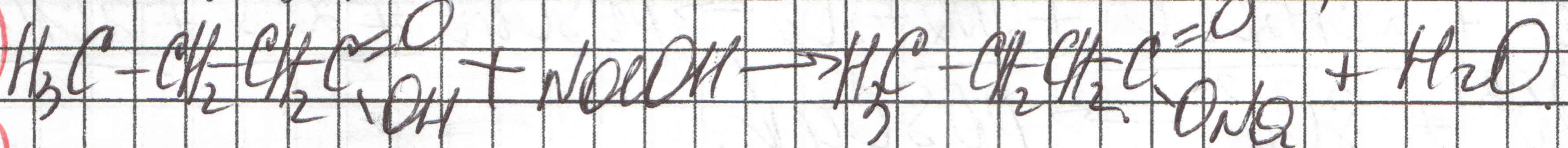
$(C_6H_5-\underset{OH}{CH_2})$

б) 1) $AgNO_3 + KCl \longrightarrow AgCl\downarrow + KNO_3$

2) $AgNO_3 + NH_4Cl \longrightarrow AgCl\downarrow + NH_4NO_3$

3) $CuSO_4 + 2NaOH \longrightarrow Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$

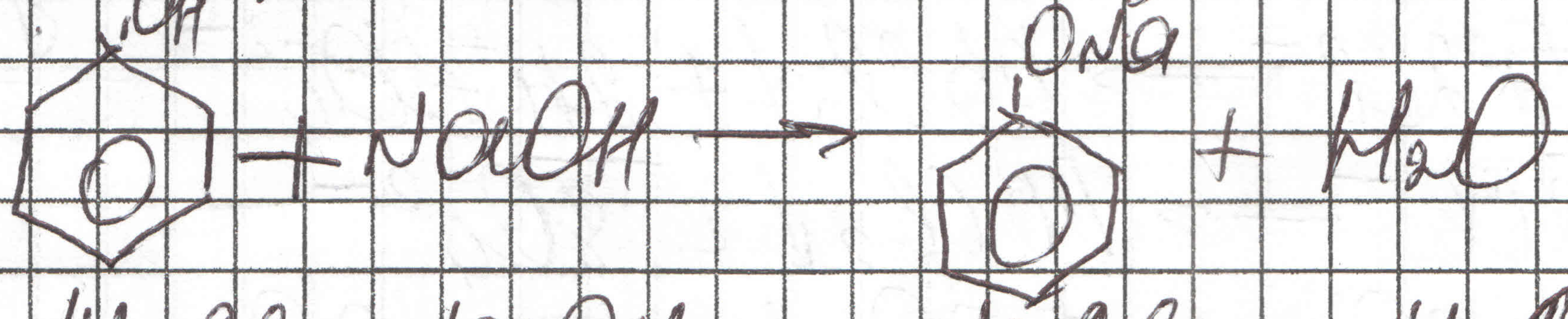
4)



$H_3C-CH_2-CH_2-C{=O \atop -OH} + NaOH \longrightarrow H_3C-CH_2-CH_2-C{=O \atop -ONa} + H_2O$

5) $NaHCO_3 + NaOH \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O$

6)



7

7) $NH_4Cl + NaOH \longrightarrow NaCl + NH_3\uparrow + H_2O$

Часть 3. Задание № 3.1

а) Дано:

Кравн = 17,78

$C(CO) = 0,3$ моль/л

$C(CO_2) = 0,4$ моль/л

$c(O_2)$ – ?

Решение

$2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$

$$K_{равн} = \frac{[CO_2]^2}{[CO]^2 \cdot [O_2]} \Rightarrow [O_2] = \frac{[CO_2]^2}{K_{равн} \cdot [CO]^2}$$

$$[O_2] = \frac{(0,4)^2}{17,78 \cdot (0,3)^2} \approx 0,1 \text{ моль/л}$$

Ответ: $c(O_2) \approx 0,1$ моль/л

Шифр Хм-6

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри

Задание № 3.1.

в) Дано:

$c(CO_2) = 0,4$ моль/л

$c(CO) = 0,3$ моль/л.

$D(H_2)$ – ?

Решение:

$$D(H_2) = \frac{[CO_2]\cdot M(CO_2) + M(CO)\cdot[CO]}{M(H_2)} \Rightarrow$$

$$D(H_2) = \frac{0,4\cdot 44 + 0,3\cdot 28}{2} = \frac{8,4+17,6}{2} = 13.$$

Ответ: $D(H_2) = 13$

г) Дано:

$c(CO_2) = 0,4$ моль/л

$c(CO) = 0,3$ моль/л.

$T = 1000K$

$c(O_2) \approx 0,1$ моль/л

P – ?

Решение:

$PV = \nu RT$ – формула Менделеева Клапейрона.

$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$.

$C = \frac{\nu}{V} \Rightarrow \nu = C\cdot V$.

$$P = \left(\frac{\nu(CO_2)}{V} + \frac{\nu(CO)}{V}\right)\cdot RT$$

~~Пусть $\nu(O_2) = \nu(CO_2) = \nu(CO) = 1$ м.~~, тогда

$$P = \frac{\nu_{см}\cdot RT}{V_{смеси}} = \frac{C_{смеси}\cdot \cancel{V_{смеси}}\cdot RT}{\cancel{V_{смеси}}} =$$

$$= C_{см}RT = (0,4+0,3+0,1)\cdot 8,31\cdot 1000 = 6648 \text{ Па}$$

Ответ: $P = 6648$ Па

3

Председатель жюри

д) $2CO_{(г)} + O_{2(г)} \rightarrow 2CO_2\uparrow_{(г)} + Q$

1 1) по правилу Ле Шателье при ↑р системы, равновесие смещается в сторону меньшего V, т.е. в сторону продуктов реакции

1 2) при ↑t равновесие смещается в ст. −Q, т.е. в сторону исходных в-в.

1 3) наличие катализатора не влияет на смещение хим. равновесия

4 1 4) при добавлении CaO, произойдёт в з/д $CaO + CO_2$ => уменьшится концентрация CO_2, т.е. равновесие сместится в ст. продуктов.

Задание 3.2

а) Металлы, входящие в состав сплава:

А – Cu (медь) 1; Б – Au (золото) 1; В – Zn (цинк) 1

б) $Cu + HCl \not\rightarrow$ Cu не вытесняет H.

$Au + HCl \not\rightarrow$

2
$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$

$3Cu + 8HNO_{3(разб)} \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$

$Au + HNO_3 \not\rightarrow$

в) Дано:

$m_{сплава} = 10$ г.

$V(HCl) = 20$ мл

$C(HCl) = 2,9$ моль/л

$\rho_{р-ра}(HCl) = 1,043$ г/мл.

$V(H_2) = 0,4032$ л (н.у.)

$V_{р-ра}(HNO_3) = 500$ мл

$\omega(HNO_3) = 5\%$

$\rho_{р-ра}(HNO_3) = 1,028$ г/мл

$V(NO) = 2,061$ л (н.у.)

m(Au)-? m(Zn)-? m(Cu)-?

ω(Au)-? ω(Zn)-? ω(Cu)-?

Решение: 0,018 моль

$\underset{1\,моль}{\overset{x\,моль}{Zn}} + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + \underset{1\,моль}{H_2}\uparrow$

$C = \frac{\nu}{V} \Rightarrow \nu(HCl) = 2,9 \cdot \frac{20}{1000} = 0,058$ моль

$\nu(H_2) = \frac{V(H_2)}{V_m} = \frac{0,4032}{22,4} = 0,018$ моль.

$\frac{\nu_р(HCl)}{\nu_{ур}(HCl)} = \frac{0,058}{2} = 0,029$ – избыток

$\frac{\nu_р(H_2)}{\nu_{ур}(H_2)} = \frac{0,018}{1} = 0,018$ – недостаток

$\nu(Zn) = x = 0,018$ моль.

$m(Zn) = \nu(Zn) \cdot M(Zn) = 65,38 \cdot 0,018 = 1,1768$

Хк-6

y моль $\qquad\qquad\qquad\qquad$ 0,092 моль

$\underset{3\,моль}{3Cu} + 8HNO_{3(разб)} \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + \underset{2\,моль}{2NO\uparrow} + 4H_2O$

$\nu(HNO_3) = \frac{V_{р-ра} \cdot \rho_{р-ра} \cdot \omega(HNO_3)}{M(HNO_3)} = \frac{500 \cdot 1,028 \cdot 0,05}{63} \approx 0,4079$ моль.

$\nu(NO) = \frac{V(NO)}{V_m} = \frac{2,061\,л}{22,4\,л/моль} \approx 0,092$ моль.

$\frac{\nu_р(HNO_3)}{\nu_{ур}(HNO_3)} = \frac{0,4079}{8} \approx 0,051$ – избыток

$\frac{\nu_р(NO)}{\nu_{ур}(NO)} = \frac{0,092}{2} = 0,046$ – недостаток.

$\nu(Cu) = y = 0,138$ моль, $m(Cu) = M(Cu) \cdot \nu(Cu) =$
$= 63,55 \cdot 0,138 = 8,7699$ г

2

$m(Au) = m_{смеси} - m(Zn) - m(Cu) = 10г - 8,7699 - 1,17684 =$
$= 0,05326$ г.

2

$\omega(Zn) = \frac{m(Zn)}{m_{смеси}} = \frac{1,17684}{10} \approx 0,12$ или 12%

$\omega(Au) = \frac{0,05326}{10} \approx 0,0053$ или 0,53 %

$\omega(Cu) = \frac{m(Cu)}{m_{смеси}} = \frac{8,7699}{10} \approx 0,877$ или 87,7%

2

Ответ: $m(Zn) = 1,17684$ г, $\omega(Zn) = 12\%$
$m(Cu) = 8,7699$ г, $\omega(Cu) = 87,7\%$
$m(Au) = 0,05326$ г, $\omega(Au) = 0,53\%$

3

g) $Au + HNO_3 + 4HCl \rightarrow HAuCl_4 + NO\uparrow + 2H_2O$

смесь к-т: HNO_3 и HCl.

1

1. Найти: $m(ZnCl_2)$ - ? $m(Cu(NO_3)_2)$ - ?
$\omega(ZnCl_2)$ - ? $\omega(Cu(NO_3)_2)$ - ?

$m_{р-ра}(ZnCl_2) =$

$$Zn + 2HCl \longrightarrow \underset{1\,моль}{\overset{z\,моль}{\underline{ZnCl_2}}} + \underset{1\,моль}{\overset{0{,}018\,моль}{\underline{H_2\uparrow}}}$$

$m_{р-ра}(HCl) = V_{р-ра} \cdot \rho_{р-ра} = 1{,}043\ г/мл \cdot 20 = 20{,}86\ г$

$m(H_2) = M(H_2) \cdot \nu(H_2) = 0{,}018 \cdot 2 = 0{,}036\ г$

$z = \nu(ZnCl_2) = 0{,}018\ моль \Rightarrow m(ZnCl_2) = M(ZnCl_2) \cdot \nu(ZnCl_2) = 136{,}28 \cdot 0{,}018 = 2{,}45304\ г$

$$\omega(ZnCl_2) = \frac{m(ZnCl_2)}{m_{р-ра}} = \frac{m(ZnCl_2)}{m(Zn) + m_{р-ра}(HCl) - m(H_2)} =$$

$$= \frac{2{,}45304}{20{,}86 + 1{,}17684 - 0{,}036} = 0{,}11 \text{ или } 11\%$$

+2

$$3Cu + 8HNO_3 \longrightarrow \underset{3\,моль}{\overset{f\,моль}{\underline{3Cu(NO_3)_2}}} + \underset{2\,моль}{\overset{0{,}092\,моль}{\underline{2NO\uparrow}}} + 4H_2O$$

$$f = \nu(Cu(NO_3)_2) = \frac{0{,}092 \cdot 3}{2} = 0{,}138\ моль$$

$m(Cu(NO_3)_2) = 0{,}138 \cdot 187{,}55 = 25{,}8819\ г$

$m(NO) = \nu(NO) \cdot M(NO) = 0{,}092 \cdot 30 = 2{,}76\ г$

$$\omega(Cu(NO_3)_2) = \frac{m(Cu(NO_3)_2)}{m(Cu) + m_{р-р}(HNO_3) - m(NO)} = \frac{25{,}8819}{514 + 8{,}7699 - 2{,}76} \approx 0{,}05 \text{ или } 5\%$$

$m_{р-ра}(HNO_3) = V_{р-ра} \cdot \rho_{р-ра} = 500 \cdot 1{,}028 = 514\ г$

Ответ: $\omega(Cu(NO_3)_2) = 5\%$, $\omega(ZnCl_2) = 11\%$.

17