Шифр Х11-20

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО
«Будущее Сибири»
2 этап (заключительный)

Письменная работа

на олимпиаде по химии

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия: УСОВА

Имя: АНАСТАСИЯ

Отчество: ИГОРЕВНА

Учащийся 11 „Б" класса лицей школы № 22 „Надежда Сибири"

г. Новосибирска, Железнодорожного района
(города/села, района)

Новосибирской области
(области)

Дата рождения 28 июня 2000 г.

Контактная информация – телефон(ы) : 8-962-841-40-89

E- mail: nus14@mail.ru

Пункт проведения этапа НГТУ

Дата проведения этапа 25 февраля 2018 год

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 Усов

Шифр Х11-20

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
85			

Часть 1. 1.1) водород, кислород

1.2) sp^2, sp^3; 1.3) этилен ($CH_2=CH_2$), диэтиловый эфир ($CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$)

1.4) в 4 раза, в 8 раз; 1.5) аминовая, аминовая

1.6) 3 (H_3PO_4), 1 (HIO_4); 1.7) ионная, ковалентная полярная (в CO связь тройная: 2 связи по обменному механизму и одна по донорно-акцепторному)

1.8) щелочная (pH>7), щелочная (pH>7)

1.9) фенолы, многоатомные спирты

19 1.10) реакция Вюрца, реакция Дюма

Часть 2. 2.1)

а) Сода каустическая – NaOH, глицерин $CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$ $C_3H_5(OH)_3$, сода питьевая – $NaHCO_3$, ляпис – AgCl, нашатырь – NH_4Cl, сильвин – KCl, фенол , медный купорос – $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, масляная кислота $CH_3-CH_2-CH_2-C(=O)OH$, бензиловый спирт

5 б) 1.

$$\begin{array}{l} CH_2-OH \\ | \\ CH-OH \\ | \\ CH_2-OH \end{array} + 3\,CH_3-CH_2-CH_2-C(=O)OH \xrightarrow{H^+} \begin{array}{l} CH_2-O-C(=O)-CH_2-CH_2-CH_3 \\ | \\ CH-O-C(=O)-CH_2-CH_2-CH_3 \\ | \\ CH_2-O-C(=O)-CH_2-CH_2-CH_3 \end{array} + 3\,H_2O$$

с.1

Председатель жюри

2. $NaOH + NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$

3. $CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH) + 3NaOH \rightarrow CH_2(ONa)-CH(ONa)-CH_2(ONa) + 3H_2O$

4. $NaOH + NH_4Cl \rightarrow NaCl + NH_3\uparrow + H_2O$

5. $NaOH +$ $\rightarrow$ $+ H_2O$

6. $CH_3-CH_2-CH_2-C(=O)OH + NaOH \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-C(=O)ONa + H_2O$

7. $CH_3-CH_2-CH_2-C(=O)OH + NaHCO_3 \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-C(=O)ONa + CO_2\uparrow + H_2O$

5

2.2)

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

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

2

$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$ – Растворение осадка и выделение бесцветного газа без запаха

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

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

выпадение белого осадка $Mg_3(PO_4)_2\downarrow$

3

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

$Mg_3(PO_4)_2 + 6HCl \rightarrow 3MgCl_2 + 2H_3PO_4$ растворение осадка в соляной кислоте

$Mg_3(PO_4)_2 + 6H^+ \rightarrow 3Mg^{2+} + 2H_3PO_4$

в) $Pb(CH_3COO)_2 + Na_2SO_4 \rightarrow PbSO_4\downarrow + 2CH_3COONa$

выпадение белого осадка $PbSO_4\downarrow$

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

2

$PbSO_4 + HCl \not\rightarrow$ осадок не растворится ($PbCl_2$ – малорастворим)

$CH_3COONa + HCl \rightarrow CH_3COOH + NaCl$

$CH_3COO^- + H^+ \rightarrow CH_3COOH$ появление характерного запаха уксусной кислоты

С2

X_{11} - 20

г) $ZnSO_4 + Na_2SO_3 \rightarrow ZnSO_3\downarrow + Na_2SO_4$ выпадение белого осадка $ZnSO_3\downarrow$

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

3

$ZnSO_3 + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + SO_2\uparrow + H_2O$ выделение сернистого газа с резким запахом (бесцветный)

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

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

2

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

$BaSO_4 + HCl \not\rightarrow$ осадок не растворяется в кислотах

14

2.3) а) (A) CH_3-CH_2-Br (бромэтан) 1

(B) CH_3-CH_2-OH (этанол) 1

(C) $CH_3-C(=O)OH$ (уксусная кислота) 1

(D) $CH_2Cl-C(=O)OH$ (хлоруксусная кислота) 1

(E) $CH_2(CN)-C(=O)OH$ (цианоуксусная кислота) 1

(F) $HO-C(=O)-CH_2-C(=O)OH$ (малоновая кислота) 1

(G) $Cl_2CH-C(OH)Cl_2$ (1-гидрокси-1,1,2,2-тетрахлорэтан)

б) 1. $CH_2=CH_2 + HBr \rightarrow CH_3-CH_2-Br$ 0,5

2. $CH_3-CH_2-Br + KOH \xrightarrow{H_2O} CH_3-CH_2-OH + KBr$ 0,5

3. $5CH_3-CH_2-OH + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3-C(=O)OH + 2K_2SO_4 + 4MnSO_4 + 11H_2O$

$C^{-1} - 4e^- \rightarrow C^{+3}$ | 20 | 5 | ок-ие, в-ль 0,5

$Mn^{+7} + 5e^- \rightarrow Mn^{+2}$ | | 4 | вос-ие, о-ль

4. $CH_3-C(=O)OH + Cl_2 \xrightarrow{P_{красн.}} CH_2Cl-C(=O)OH + HCl$ 0,5

5. $CH_2Cl-C(=O)OH + KCN \rightarrow CH_2(CN)-C(=O)OH + KCl$ 0,5

6. $NC-CH_2-C(=O)OH + 2HOH \xrightarrow{H^+} HO-C(=O)-CH_2-C(=O)OH + NH_3\uparrow$ 0,5

7. $CH_3-C(=O)OH + 3Cl_2 \xrightarrow{(CH_3CO)_2O} Cl_2CH-C(OH)Cl + 2HCl$

8. $Cl_2C=CCl_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} Cl_2CH-C(OH)Cl_2$

С3

в) Возрастание кислотных свойств:

Часть 3 3.1) а) $K = \frac{[CO_2]^2}{[CO]^2 \cdot [O_2]} \Rightarrow 17,78 = \frac{0,16}{0,09 \cdot x}$, где $x - C(O_2)$

11

$1,6x = 0,16$ $x = 0,1 \frac{моль}{л}$ $C(O_2) = 0,1 \frac{моль}{л}$

Ответ: $C_{равн.}(O_2) = 0,1 \frac{моль}{л}$

2) $p = CRT$ $p = (0,1+0,3+0,4) \cdot 0,082 \cdot 1000 = 65,6$ атм

Ответ: $p = 65,6$ атм.

3

б) $2CO_{(г)} + O_{2(г)} \rightarrow 2CO_{2(г)} + Q$

1) При увеличении давления равновесие сместится в сторону меньшего объёма: $3V \rightarrow 2V \Rightarrow$ в сторону продуктов (→)

2) При увеличении t° равновесие сместится в сторону эндотермической реакции, прямая реакция экзотермическая, значит обратная - эндотермическая ⇒ в сторону исходных веществ (←)

3) Катализатор не влияет на смещение равновесия

4) $CaO + CO_2 \rightarrow CaCO_3$

Концентрация продукта реакции CO_2 будет уменьшаться ⇒ в сторону продуктов (→)

0

3.2) а) А - медь (Cu) 1

Б - золото (Au) 1

В - (Zn) цинк 1

б) 1. $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$ 1

$Cu + HCl \not\rightarrow$ / $Au + HCl \not\rightarrow$ } нерастворённая часть сплава

2. $3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$ 1
(разб.)

$Au + HNO_3 \not\rightarrow$ } нерастворённый металл - Au

(продолжение на другом листе)

Шифр Х11-20

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

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

в) 1) $\overset{n=0,018}{Zn} + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + \overset{n=0,018}{H_2}$

20 мл – x моль

1000 мл – 2,9 моль | $x = 0,058$ $n(HCl) = 0,058$ моль

$n(H_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{0,4032 л}{22,4 л/моль} = 0,018$ моль

H_2 в недостатке, расчёт по H_2 => $n(Zn) = 0,018$ моль

$m(Zn) = n \cdot M = 0,018$ моль $\cdot$ 65,38 г/моль = 1,177 г (1,17684 г)

2) $3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$
(разб.)

$m(HNO_3)_{р-р} = \rho \cdot V = 500 мл \cdot 1,028$ г/мл = 514 г

$m(HNO_3) = 514 г \cdot 0,05 = 25,7 г$; $n(HNO_3) = \frac{m}{M} = \frac{25,7 г}{63,018 г/моль} = 0,4078$ моль

$n(NO) = \frac{V}{V_m} = \frac{2,06 л}{22,4 л/моль} = 0,092$ моль

NO в недостатке, расчёт по NO => $n(Cu) = \frac{0,092 \cdot 3}{2} = 0,138$ моль

$m(Cu) = n \cdot M = 0,138$ моль $\cdot$ 63,55 г/моль = 8,77 г (8,7699 г)

3) $m(Au) = 10 г - 1,177 г - 8,77 г = 0,053 г$ (0,05326 г)

4) $\omega(Zn) = \frac{m(Zn)}{m(навеска)} \cdot 100\% = \frac{1,177 г}{10 г} \cdot 100\% = 11,77\%$

$\omega(Cu) = \frac{8,77 г}{10 г} \cdot 100\% = 87,7\%$

$\omega(Au) = \frac{0,053 г}{10 г} \cdot 100\% = 0,53\%$

С.5

Председатель жюри

Ответ: $m(Cu) = 8,77г$; $\omega(Cu) = 87,7\%$

$m(Au) = 0,053г$; $\omega(Au) = 0,53\%$

$m(Zn) = 1,177г$; $\omega(Zn) = 11,77\%$

г) Бесцветный раствор: (после удаления нерастворённого остатка)

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

$m(р\text{-}ра) = m(Zn) + m(HCl) - m(H_2)$

$m(HCl) = \rho \cdot V = 1,043 г/мл \cdot 20мл = 20,86 г$

$m(H_2) = 0,018 моль \cdot 2,016 г/моль = 0,0363 г$

$m(р\text{-}ра) = 1,177г + 20,86г - 0,0363г = 22,5937г$ ($\approx 22,6г$)

Голубой р-р:

$3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$

$m(р\text{-}ра) = m(Cu) + m(HNO_3) - m(NO)$

$m(HNO_3) = \rho \cdot V = 1,028 г/мл \cdot 500мл = 514г$

$m(NO) = 0,092 моль \cdot 30,01 г/моль = 2,761г$

$m(р\text{-}ра) = 8,77г + 514г - 2,761г = 520г$

Ответ: m(б/ц р-ра) $= 22,5937г$ ($\approx 22,6г$)

m(голубого р-ра) $= 520г$.

д) Оставшийся металл – золото.

Золото растворяется в „царской водке" – смеси HCl и HNO_3

$Au + 4HCl + HNO_3 \rightarrow H[AuCl_4] + NO + 2H_2O$

Также золото растворяется в селеновой кислоте H_2SeO_4

$2Au + 6H_2SeO_4 \rightarrow Au_2(SeO_4)_3 + 3SeO_2 + 6H_2O$

22