

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ		Подпись
							Цифрой	Прописью	
Оценка	5	5	5	5	5	5	30	тридцать	<i>Евгень</i>

№ 1.

лист 1

Пусть простейшая формула искомого вещества - $\text{Col}_m \text{N}_n \text{O}_k$.
Массовая доля кадмия - W_1 , азота - W_2 , кислорода - W_3 ;
В пересчёте на 1 моль вещества, количество вещества кадмия -
- ν_1 , азота - ν_2 , кислорода - ν_3 (моль); общая масса - m , масса
кадмия - m_1 , азота - m_2 , кислорода - m_3 .

С одной стороны, $\nu_1 : \nu_2 : \nu_3 = m : n : k$ (определение простейшей формулы).

С другой: $\nu_1 : \nu_2 : \nu_3 = \frac{m_1}{M_{\text{Col}}} : \frac{m_2}{M_{\text{N}}} : \frac{m_3}{M_{\text{O}}} = \frac{W_1 m}{M_{\text{Col}}} : \frac{W_2 m}{M_{\text{N}}} : \frac{W_3 m}{M_{\text{O}}} = \frac{W_1}{M_{\text{Col}}} : \frac{W_2}{M_{\text{N}}} : \frac{W_3}{M_{\text{O}}}$

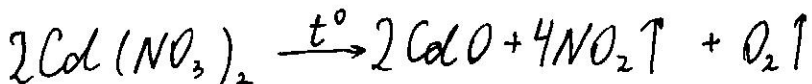
$W_1 = 47,46\% = 0,4746$; $W_2 = 11,86\% = 0,1186$; $W_3 = 40,68\% = 0,4068$.

(M_{Col} - молярная масса кадмия; M_{N} - азота; M_{O} - кислорода; $\nu = \frac{m}{M}$, $m = W m_{\text{вещ}}$)

Численно, молярная масса элемента = его относительной атомной
массе, поэтому $m : n : k = \frac{0,4746}{112} : \frac{0,1186}{14} : \frac{0,4068}{16} = 4,2775 \cdot 10^{-3} : 8,4714 \cdot 10^{-3} :$

$: 25,425 \cdot 10^{-3} \approx 1 : 2 : 6 \Rightarrow$ вещество $A = \text{Col N}_2 \text{O}_6$, или $\text{Col}(\text{NO}_3)_2$ - нитрат
кадмия (II).

Реакция термического разложения: (кадмий - металл средней активности):



Ответ: химическая формула вещества A : $\text{Col}(\text{NO}_3)_2$

Реакция термического разложения A : $2\text{Col}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{ColO} + 4\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$

/5

№ 2.

лист 2

Масса сульфата меди в первом растворе:

$$m_1 = 200_2 \cdot 0,1 = 20_2 \quad (10\% = 0,1)$$

(масса вещества в растворе $m_{в-ва} = W m_0$, где W - массовая доля вещества, в растворе, m_0 - масса раствора)

Во втором:

$$m_2 = 340_2 \cdot 0,16 = 54,4_2 \quad (16\% = 0,16)$$

Суммарная масса сульфата меди (в итоговом растворе):

$$m = m_1 + m_2 = 20_2 + 54,4_2 = 74,4_2$$

Суммарная масса растворов (масса итогового раствора):

$$m_c = 200_2 + 340_2 = 540_2$$

Массовая доля $CuSO_4$ в итоговом растворе:

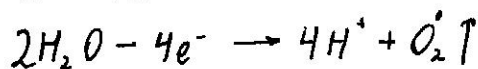
$$W_{CuSO_4} = \frac{m}{m_c} = \frac{74,4_2}{540_2} \approx 0,138 = 13,8\%$$

Ответ: массовая доля сульфата меди в образовавшемся растворе $W_{CuSO_4} \approx 13,8\%$.

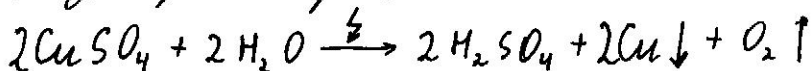
№ 3.

I. Катодный процесс: восстановление ионов Cu^{2+} до металлической меди: $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu^0 \downarrow$

Анодный процесс: окисление воды (не сульфат-анионов!) до кислорода и катионов H^+ :



II. Суммарный процесс:



(в ионном виде: $2Cu^{2+} + 2SO_4^{2-} + 2H_2O \rightarrow 4H^+ + 2SO_4^{2-} + 2Cu \downarrow + O_2 \uparrow$)

III. Из итогового уравнения реакции, количества вещества Cu и O_2 , выделяющихся на катод и аноде, относятся как 2:1 ($V_{Cu} = 2V_{O_2}$).

По: $V_{O_2} = \frac{V_{O_2}}{V_m}$, где $V_{O_2} = 2,25$ л - данные условия; $V_m = 22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}$ (считано, что

объём кислорода измерен при нормальных условиях).

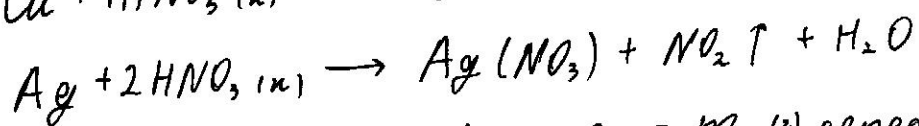
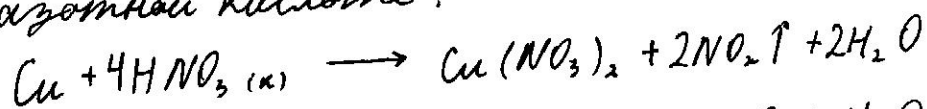
$V_{Cu} = 2 \frac{V_{O_2}}{V_m}$; массы выделившейся меди $m_{Cu} = V_{Cu} \cdot M_{Cu} = 2 \frac{V_{O_2}}{V_m} \cdot M_{Cu}$ ($M_{Cu} = 64 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ - молярная масса меди).

$$m_{Cu} = 2 \cdot \frac{2,25 \text{ г}}{22,4 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} \cdot 64 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \approx 12,92$$

Ответ: масса меди, выделившейся на катоде $m_{Cu} \approx 12,92$
(процессы описаны выше, уравнение реакции электролиза приведено
выше).

№4.

Уравнения растворения меди и серебра в концентрированной
азотной кислоте:



Пусть масса меди в сплаве = $m_{Cu}^{(2)}$, серебра - $m_{Ag}^{(2)}$;
масса нитрата меди в итоговой смеси = $m_{Cu(NO_3)_2}^{(2)}$, нитрата серебра -
 $m_{AgNO_3}^{(2)}$. Количество вещества меди - $\nu_{Cu}(\text{моль})$, серебра - $\nu_{Ag}(\text{моль})$,
нитрата меди - $\nu_{Cu(NO_3)_2}(\text{моль})$, нитрата серебра - $\nu_{AgNO_3}(\text{моль})$, и из
уравнений реакций $\nu_{Cu} = \nu_{Cu(NO_3)_2}$, $\nu_{Ag} = \nu_{AgNO_3}$. Молярная масса меди
 $M_{Cu} = 64 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$; $M_{Ag} = 108 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$, нитрата меди - $M_{Cu(NO_3)_2} = 64 \frac{\text{г}}{\text{моль}} +$

$$+ (14 + 16 \cdot 3) \cdot 2 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 188 \frac{\text{г}}{\text{моль}}, \text{ нитрата серебра - } M_{AgNO_3} = 108 \frac{\text{г}}{\text{моль}} + 14 \frac{\text{г}}{\text{моль}} +$$

$$+ 3 \cdot 16 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 170 \frac{\text{г}}{\text{моль}}. \quad \nu_{Cu} = \frac{m_{Cu}}{M_{Cu}} = \nu_{Cu(NO_3)_2} = \frac{m_{Cu(NO_3)_2}}{M_{Cu(NO_3)_2}};$$

$$\nu_{Ag} = \frac{m_{Ag}}{M_{Ag}} = \nu_{AgNO_3} = \frac{m_{AgNO_3}}{M_{AgNO_3}}. \text{ Итак,}$$

$$\begin{cases} m_{Cu} + m_{Ag} = 2,8 \\ m_{Cu(NO_3)_2} + m_{AgNO_3} = 5,28 \\ \frac{m_{Cu}}{64} = \frac{m_{Cu(NO_3)_2}}{188}; \frac{m_{Ag}}{108} = \frac{m_{AgNO_3}}{170} \end{cases} \quad \text{в молях}$$

$$\begin{cases} m_{Cu} + m_{Ag} = 2,8 \\ m_{Cu(NO_3)_2} + m_{AgNO_3} = 5,28 \\ m_{Cu(NO_3)_2} = \frac{47}{16} m_{Cu} \\ m_{AgNO_3} = \frac{85}{54} m_{Ag} \end{cases}$$

$$\begin{cases} m_{Cu} + m_{Ag} = 2,8 \quad | \cdot \frac{47}{16} \\ \frac{47}{16} m_{Cu} + \frac{85}{54} m_{Ag} = 5,28 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{47}{16} m_{Cu} + \frac{47}{16} m_{Ag} = 8,225 \\ \frac{47}{16} m_{Cu} + \frac{85}{54} m_{Ag} = 5,28 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{589}{432} m_{Ag} = 2,945; m_{Ag} = 2,16(2)$$

$$\text{Следовательно, } m_{Cu} = 2,8 - m_{Ag} = 0,64(2).$$

√ 4 (продолжение)

лист 4.

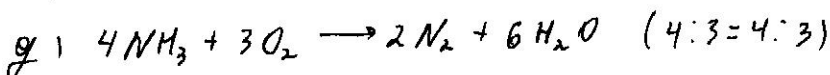
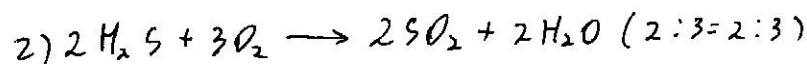
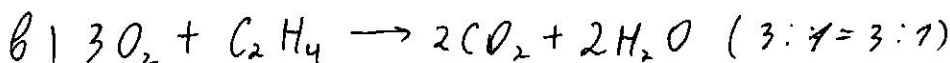
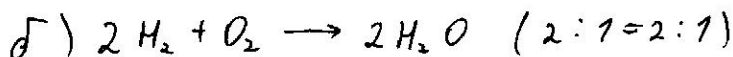
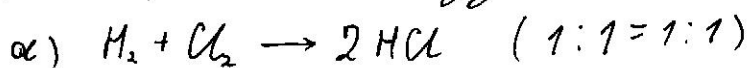
Массовая доля меди в сплаве $W_{Cu} = \frac{m_{Cu}}{m_{Cu} + m_{Ag}} = \frac{0,642}{2,82} = \frac{8}{35} \approx 0,229 = 22,9\%$
массовая доля серебра:

$$W_{Ag} = \frac{m_{Ag}}{m_{Cu} + m_{Ag}} = \frac{2,162}{2,82} = \frac{27}{35} \approx 0,771 = 77,1\%$$

Ответ: в данном сплаве массовая доля меди равна $W_{Cu} \approx 22,9\%$;
массовая доля серебра - $W_{Ag} \approx 77,1\%$.

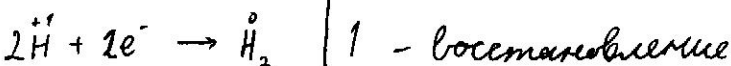
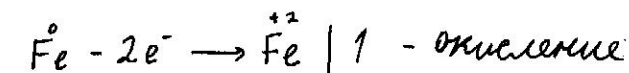
√ 5

Для газов, находящихся в одинаковых условиях, объемное соотношение $\approx$ молярному соотношению (молярный объем газов $\approx$ одинаков).
В свою очередь, молярное соотношение реагирующих веществ = отношению коэффициентов перед этими веществами в уравнении реакции между ними. Поэтому:

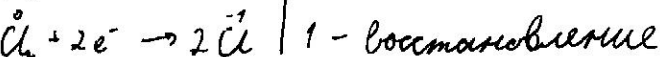
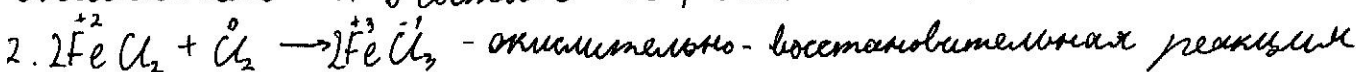


Водород, хлор, кислород, этилен, сероводород и аммиак при обычных условиях точно газообразны.

√ 6



Окислитель - H в составе HCl; восстановитель - металлическое Fe.



Окислитель - газообразный Cl_2 ; восстановитель - Fe в составе $FeCl_2$



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа,
обратная сторона не проверяется!

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$

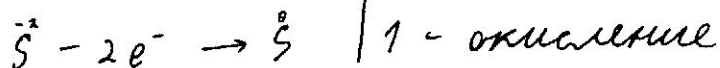
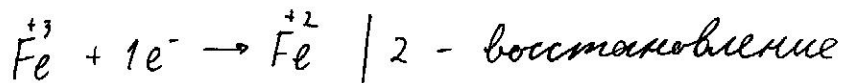
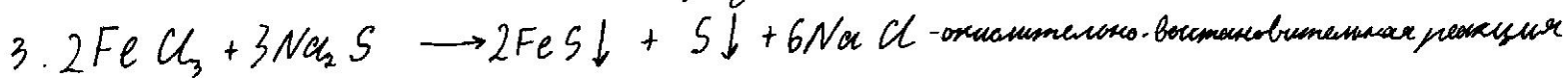


ШИФР

16592

№ 6 (продолжение)

лист 5.



Окислитель - Fe^{3+} в составе FeCl_3 ; восстановитель - S^{-2} в составе Na_2S .

15