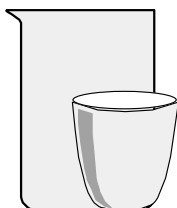


**МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЧЛЕНОВ ЖЮРИ
 (КЛЮЧИ, КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ)**

Максимальное количество баллов – 50 баллов

Задание 1

Всего за задание – 6 баллов



В 10 л воды содержится 2772 мг гидрокарбоната кальция, 1220 мг хлорида кальция и 960 мг хлорида натрия. Определите общую жесткость воды $J_{\text{общ}}$, карбонатную жесткость $J_{\text{к}}$, некарбонатную жесткость $J_{\text{нк}}$. Общая жесткость воды – это суммарная концентрация ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , выраженная в ммоль-экв/л:

$$J_{\text{общ}} = \frac{m_1}{M_{\text{э}1} \times V} + \frac{m_2}{M_{\text{э}2} \times V} + \dots$$

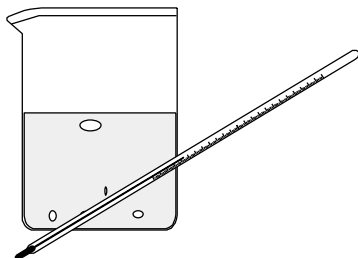
m_1 и m_2 – массы катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , $M_{\text{э}1}$ и $M_{\text{э}2}$ – молярные массы эквивалентов катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , V – объем воды, л.

Решение

Элементы решения	Баллы
$J_{\text{общ}} = \frac{m(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2)}{M_{\text{э}1} \times V} + \frac{m(\text{CaCl}_2)}{M_{\text{э}2} \times V} = \frac{2772}{81 \times 10} + \frac{1220}{55,5 \times 10} = 5,62 \text{ ммоль-экв/л}$	2 балла
$M_{\text{э}1}(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = 81 \text{ мг/ммоль}$	1 балл
$M_{\text{э}2}(\text{CaCl}_2) = 55,5 \text{ мг/ммоль}$	1 балл
$J_{\text{к}} = \frac{m(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2)}{M_{\text{э}1} \times V} = \frac{2772}{81 \times 10} = 3,42 \text{ ммоль-экв/л}$	1 балл
$J_{\text{нк}} = \frac{m(\text{CaCl}_2)}{M_{\text{э}2} \times V} = \frac{1220}{55,5 \times 10} = 2,2 \text{ ммоль-экв/л}$	1 балл
Всего	6 баллов
<i>Допускаются иные варианты ответа, соответствующие заданию и не искажающие его смысла</i>	

Задание 2

Всего за задание – 7 баллов



Проводили электролиз в 400г 20%-го раствора сульфата меди (II). Когда массовая доля соли и кислоты в растворе стали равны, электролиз прекратили. В полученный раствор добавили достаточное для полного взаимодействия количество 20%-го раствора гидрокарбоната натрия. Определите массовую долю соли в полученном после всех реакций растворе.

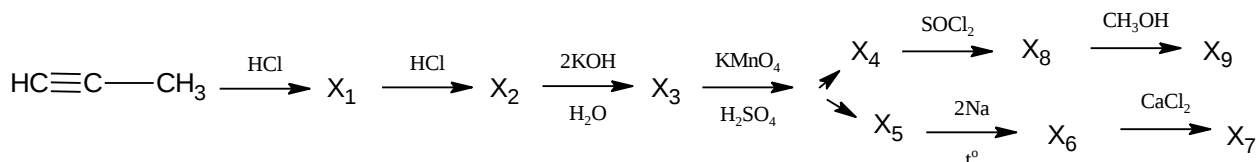
Решение

Элементы решения	Баллы
I $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Cu}\downarrow + \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ электролиз	1,5 балла
II $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	
III $2\text{CuSO}_4 + 4\text{NaHCO}_3 \rightarrow (\text{CuOH})_2\text{CO}_3\downarrow + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	
$m_{\text{в}}(\text{CuSO}_4) = 400 \times 20 : 100 = 80\text{г}$ было $v = 0,5$ моль	0,5 балла
Пусть $v(\text{CuSO}_4)$ израсходовалось, тогда $v(\text{H}_2\text{SO}_4)$ получилось $m_{\text{в}}(\text{CuSO}_4)_{\text{изр}} = 160\text{ г}$ $m_{\text{в}}(\text{CuSO}_4)_{\text{осталось}} = 80 - 160\text{ г}$	0,5 балла
$m_{\text{в}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98$ $v = m_{\text{в}}(\text{CuSO}_4)_{\text{остаток}}$, т.к. масса раствора одинаковая и массовые доли тоже одинаковые $80 - 160\text{ г} = 98\text{ г}$ $v = 0,31$ моль	0,5 балла
В первом уравнении $v(\text{H}_2\text{SO}_4) = v(\text{Cu}) = v(\text{CuSO}_4)_{\text{изр}} = 0,31$ моль $v(\text{O}_2) = 0,155$ моль	0,5 балла
$v(\text{CuSO}_4)_{\text{ост}} = 0,5 - 0,31 = 0,19$ моль	0,5 балла
Во втором уравнении $v(\text{H}_2\text{SO}_4) = v(\text{Na}_2\text{SO}_4) = v(\text{CO}_2) = 0,31$ моль $v(\text{NaHCO}_3) = 0,62$ моль	0,5 балла
В третьем уравнении $v(\text{CuSO}_4) = v(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,19$ моль $v(\text{CO}_2) = 0,285$ моль $v(\text{NaHCO}_3) = 0,38$ моль $v((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 0,095$ моль	0,5 балла
$v(\text{Na}_2\text{SO}_4)_{\text{всего}} = 0,5$ моль $m_{\text{в}}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 71\text{г}$ $v(\text{CO}_2)_{\text{всего}} = 0,595$ моль $m_{\text{в}}(\text{CO}_2) = 26,18\text{г}$	0,5 балла
$m_{\text{в}}((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 222 \times 0,095 = 21,09\text{г}$ $m_{\text{в}}(\text{O}_2) = 4,96\text{г}$ $m_{\text{в}}(\text{Cu}) = 19,84\text{г}$	0,5 балла
$v(\text{NaHCO}_3)_{\text{всего}} = 1$ моль $m_{\text{в}}(\text{NaHCO}_3) = 84\text{г}$ $m_{\text{р}}(\text{NaHCO}_3) = 420\text{г}$	0,5 балла
$m_{\text{р}} = 400 + 420 - 4,96 - 19,84 - 26,18 - 21,09 = 747,93\text{г}$ $\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 71 : 747,93 \times 100 = 9,49\%$	0,5 балла
Всего	7 баллов
<i>Допускаются иные варианты ответа, соответствующие заданию и не искажающие его смысла</i>	

Задание 3

Всего за задание – 11 баллов

Осуществите цепочку превращений органических веществ. составьте уравнения реакций, используя структурные формулы веществ.



Решение

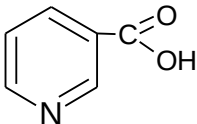
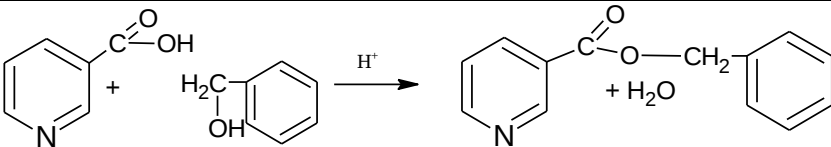
Элементы решения	Баллы
$\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{H}_2\text{C}=\underset{\text{Cl}}{\text{C}}-\text{CH}_3$	1 балл
$\text{H}_2\text{C}=\underset{\text{Cl}}{\text{C}}-\text{CH}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{Cl}}{\overset{\text{Cl}}{\text{C}}}-\text{CH}_3$	1 балл
$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{Cl}}{\overset{\text{Cl}}{\text{C}}}-\text{CH}_3 + 2\text{KOH} \xrightarrow[t^\circ]{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\overset{\text{OH}}{\text{C}}}-\text{CH}_3 \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{O}}{\overset{\text{O}}{\text{C}}}-\text{CH}_3 + 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$	2 балла
$5\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{O}}{\overset{\text{O}}{\text{C}}}-\text{CH}_3 + 8\text{KMnO}_4 + 12\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 5\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\overset{\text{O}}{\text{C}}} + 5\text{CO}_2 + 8\text{MnSO}_4 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 17\text{H}_2\text{O}$	2 балла
$2\text{CO}_2 + 2\text{Na} \xrightarrow[t^\circ]{} \text{Na}-\text{O}-\underset{\text{O}}{\overset{\text{O}}{\text{C}}}-\underset{\text{O}}{\overset{\text{O}}{\text{C}}}-\text{O}-\text{Na}$	1 балл
$\text{Na}-\text{O}-\underset{\text{O}}{\overset{\text{O}}{\text{C}}}-\underset{\text{O}}{\overset{\text{O}}{\text{C}}}-\text{O}-\text{Na} + \text{CaCl}_2 \longrightarrow 2\text{NaCl} + \begin{matrix} \text{O} & \text{O} \\ \parallel & \parallel \\ \text{C} & - & \text{C} \\ \diagup & \diagdown \\ \text{O} & \text{O} \\ \diagdown & \diagup \\ \text{C} & \text{O} \\ \parallel & \\ \text{O} & \text{Ca} \end{matrix}$	1 балл
$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\overset{\text{O}}{\text{C}}} + \text{SOCl}_2 \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{Cl}}{\overset{\text{O}}{\text{C}}} + \text{SO}_2 + \text{HCl}$	2 балла
$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{Cl}}{\overset{\text{O}}{\text{C}}} + \text{H}_3\text{C}-\text{OH} \xrightarrow[t^\circ]{} \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{O}-\text{CH}_3}{\overset{\text{O}}{\text{C}}} + \text{HCl}$	1 балл
Всего	11 баллов
<i>Допускаются иные варианты ответа, соответствующие заданию и не искажающие его смысла</i>	

Задание 4

Всего за задание – 6 баллов

Органическое вещество А, массовая доля атомов углерода в котором составляет 58,535 %, кислорода – 26,02 %, азота – 11,38 %, является провитамином, а ее амид – витамином РР. Недостаток этого витамина вызывает заболевание кожи – пеллагру. Определите молекулярную формулу вещества А. составьте структурную формулу, назовите вещество. Составьте уравнение реакции его взаимодействия с бензиловым спиртом.

Решение

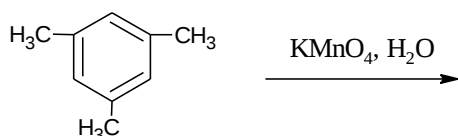
58,535 + 26,02 + 11,38 = 95,935 % 100 – 95,935 = 4,065 % это (H)	1 балл																																			
<table><tr><td>O</td><td>:</td><td>C</td><td>:</td><td>N</td><td>:</td><td>H</td></tr><tr><td>26,02</td><td>:</td><td>58,535</td><td>:</td><td>11,38</td><td>:</td><td>4,065</td></tr><tr><td>16</td><td></td><td>12</td><td></td><td>14</td><td></td><td>1</td></tr><tr><td>1,626</td><td>:</td><td>4,878</td><td>:</td><td>0,813</td><td>:</td><td>4,065</td></tr><tr><td>2</td><td>:</td><td>6</td><td>:</td><td>1</td><td>:</td><td>5</td></tr></table>	O	:	C	:	N	:	H	26,02	:	58,535	:	11,38	:	4,065	16		12		14		1	1,626	:	4,878	:	0,813	:	4,065	2	:	6	:	1	:	5	2 балла
O	:	C	:	N	:	H																														
26,02	:	58,535	:	11,38	:	4,065																														
16		12		14		1																														
1,626	:	4,878	:	0,813	:	4,065																														
2	:	6	:	1	:	5																														
C ₆ H ₅ O ₂ N																																				
 НИКОТИНОВАЯ КИСЛОТА	2 балла																																			
	1 балл																																			
Всего	6 баллов																																			
Допускаются иные варианты ответа, соответствующие заданию и не искажающие его смысла																																				

Задание 5

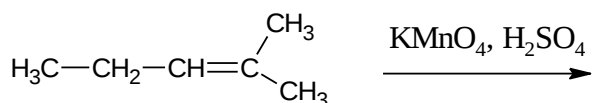
Всего за задание – 5 баллов

Составьте и уравняйте уравнения окислительно-восстановительных реакций, используйте структурные формулы органических веществ.

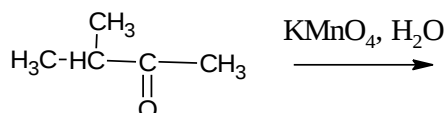
1.



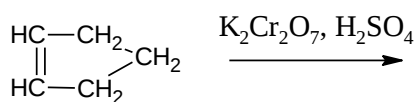
2.



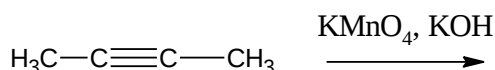
3.



4.



5.



Решение

Элементы решения	Баллы
$\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3 + 6 \text{KMnO}_4 \longrightarrow \text{KOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOK} + 6 \text{MnO}_2 + 3 \text{KOH} + 3 \text{H}_2\text{O}$	1 балл
$5 \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)_2 + 6 \text{KMnO}_4 + 9 \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 5 \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OH} + 5 \text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3 + 6 \text{MnSO}_4 + 3 \text{K}_2\text{SO}_4 + 9 \text{H}_2\text{O}$	1 балл
$3 \text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3 + 4 \text{KMnO}_4 \longrightarrow 3 \text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3 + 3 \text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})\text{OK} + 4 \text{MnO}_2 + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O}$	1 балл
$3 \text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3 + 8 \text{KMnO}_4 + \text{KOH} \longrightarrow 3 \text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}(=\text{O})\text{OK} + 3 \text{K}_2\text{CO}_3 + 8 \text{MnO}_2 + 5 \text{H}_2\text{O}$	1 балл
$3 \begin{array}{c} \text{HC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \quad \quad \quad \diagup \\ \text{HC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array} + 4 \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 16 \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 3 \begin{array}{c} \text{O}=\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}=\text{O} \\ \diagup \quad \quad \quad \diagdown \\ \text{HO} \quad \quad \quad \text{OH} \end{array} + 4 \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 4 \text{K}_2\text{SO}_4 + 16 \text{H}_2\text{O}$	1 балл

$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 + 6 \text{KMnO}_4 + 8 \text{KOH} \longrightarrow 2 \text{H}_3\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OK} \end{array} + 6 \text{K}_2\text{MnO}_4 + 4 \text{H}_2\text{O}$	1 балл
Всего	5 бал лов
<i>Допускаются иные варианты ответа, соответствующие заданию и не искажающие его смысла</i>	