

Задача 1 (5 баллов)

Железный купорос ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) широко применяется садоводами и как удобрение, и как фунгицид. С помощью этого вещества производится также дезинфекция деревянных рам в парнике, овощехранилище или погребе. Определите массу железного купороса и объем воды, которые необходимо взять для приготовления 5 % по массе раствора сульфата железа объемом 10 л (плотность раствора - 1,02 г/мл).

Критерии оценки (допускаются любые другие способы решения)

1. Определение массы конечного раствора $m_{\text{р-ра}} = 1,02 \cdot 10000 = 10200$ г	1
2. Определение массы соли в растворе $m_{\text{с}} = 0,05 \cdot 10200 = 510$ г	1
3. Определение массы кристаллогидрата $M((\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})) = 278$ г/моль В 278 г кристаллогидрата содержится 152 г безводной соли, а в X г кристаллогидрата - 510 г соли $X = 278 \cdot 510 / 152 = 932,8$ г	2
4. Масса воды $m(\text{H}_2\text{O}) = 10200 - 932,8 = 9267,2$ г или 9,267 л	1

Задача 2 (10 баллов)

Соль X при прокаливании до 450 °C разлагается, при этом теряет 28,7% по массе; остаток после прокалывания растворим в воде, образует желтоватый осадок с раствором нитрата серебра и окрашивает пламя в фиолетовый цвет. Расшифруйте соединение X.

Решение:

Реакция с нитратом серебра и окраска пламени указывают на бромид калия.	1 балл
Следовательно, X – калиевая соль кислородсодержащей кислоты брома.	1 балл
$\text{KBrO}_n \rightarrow \text{KBr} + n/2 \text{O}_2$ Пусть масса образца 1 г. Составляем пропорцию и решаем $\frac{1}{M(\text{KBrO}_n)} = \frac{1 - 0,287}{M(\text{KBr})}$ $\frac{1}{119 + 16n} = \frac{0,713}{119}$ n=3	1 балл 5 баллов

Реакция с нитратом серебра и окраска пламени указывают на бромид калия.	1 балл
Следовательно, X – калиевая соль кислородсодержащей кислоты брома.	1 балл
X – бромат калия KBrO_3	
$2 \text{KBrO}_3 \rightarrow 2 \text{KBr} + 3 \text{O}_2$	1 балл
$\text{KBr} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgBr} + \text{KNO}_3$	1 балл

Ответ: X – бромат калия KBrO_3

Задача 3 (10 баллов)

Газообразный углеводород объемом 22,4 л последовательно ввели в реакции с 1 моль хлора на свету, металлическим натрием и 1 моль брома на свету, при этом получили только одно жидкое монобромпроизводное. Назовите конечный продукт по номенклатуре IUPAC и определите его массу, если известно, что исходный углеводород содержит 83,33% углерода по массе. Считайте, что все реакции протекают с количественным (100%) выходом.

Решение:

<p>Определяем молекулярную формулу углеводорода $83,33/12 : 16,67/1$ $1 : 2,4$ $5 : 12$ C_5H_{12} – простейшая формула</p>	1 балл
<p>Молекулярная формула C_5H_{12} 3 изомера – пентан, 2-метилбутан и 2,2-диметилпропан (неопентан)</p>	1 балл
<p>Реакция радикального хлорирования протекает менее селективно, чем реакция бромирования, поэтому исходная молекула должна быть симметричной (в противном случае образуется смесь монохлорпроизводных), следовательно, исходное соединение - неопентан</p>	2 балла (1 балл при отсутствии аргументов)
$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2\text{Cl} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} + \text{HCl} $	1 балл
$ 2 \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2\text{Cl} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} + 2 \text{Na} \rightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} + 2 \text{NaCl} $	1 балл

Задача 5 (10 баллов)

В лаборатории имеются неподписанные склянки с карбидами алюминия, кальция и кремния. Предложите метод распознавания этих веществ, используя 0,5% водный раствор перманганата калия. С помощью предложенного вами метода определите содержимое неподписанных склянок с карбидом натрия (Na_2C_2), карбидом магния (Mg_2C) и карбидом бора (B_4C).

Решение и ответ:

$\text{Al}_4\text{C}_3 + 12 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{CH}_4 + 4 \text{Al}(\text{OH})_3$ - выделяется газ, не обесцвечивающий раствор перманганата калия	1 балл
$\text{CaC}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HC}\equiv\text{CH} + \text{Ca}(\text{OH})_2$ - выделяется газ, обесцвечивающий раствор перманганата калия	1 балл
$3 \text{HC}\equiv\text{CH} + 8 \text{KMnO}_4 \rightarrow 3 \text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} + 8 \text{MnO}_2 + 2 \text{KOH}$	2 балла
Карбид кремния SiC не реагирует с водой или раствором перманганата калия.	1 балл
Карбид бора B_4C аналогично SiC является ковалентным карбидом и не вступает в реакции с водой или раствором перманганата калия.	1 балл
В карбиде магния Mg_2C С.О. углерода равна -4, следовательно, это метанид $\text{Mg}_2\text{C} + 4 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_4 + 2 \text{Mg}(\text{OH})_2$ - выделяется газ, не обесцвечивающий раствор перманганата калия	2 балла
В карбиде натрия Na_2C_2 С.О. углерода равна -1, следовательно, это ацетиленид $\text{Na}_2\text{C}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HC}\equiv\text{CH} + 2 \text{NaOH}$ - выделяется газ, обесцвечивающий раствор перманганата калия	2 балла