

Тула – 2023

10 К Л А С С

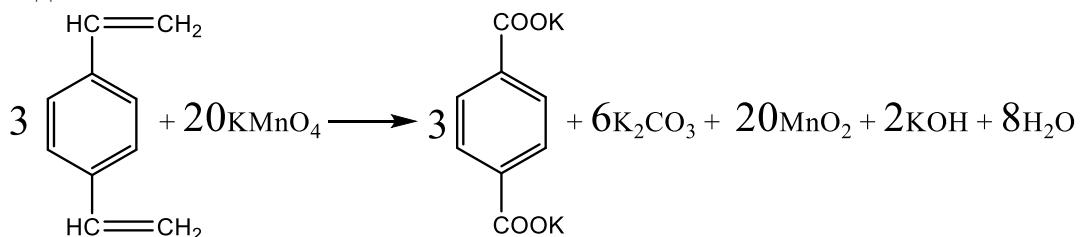
Задача 10.1 (20 баллов). Безводные соли А, В, С представляют собой сульфаты различных металлов. Их окраска зачастую отличается от окраски образуемых кристаллогидратов и водных растворов. Каковы возможные причины этих изменений окраски? Что означают термины «купорос» и «купоросное масло»?

На основании данных, приведённых в таблице, определите формулы веществ А, В, С и внесите недостающие сведения, характеризующие состав этих солей и продуктов их превращений. Составьте уравнения упоминаемых в таблице химических реакций.

	<i>Безводная соль</i>	<i>Кристаллогидрат</i>	<i>Продукт взаимодействия раствора соли с избытком раствора щёлочи</i>	<i>Продукт взаимодействия раствора соли с избытком раствора аммиака</i>
1. Формула в-ва и окраска	А - ? белая	А·5Н ₂ О - ? Голубая	? голубая	? Синяя
2. Формула в-ва и окраска	В - ? красновато-фиолетовая	В·18Н ₂ О - ? сине-фиолетовая	? серо-зелёная	? Фиолетовая
3. Формула в-ва и окраска	С - ? светло-жёлтая	С·7Н ₂ О - ? Зелёная	? зелёная	? Фиолетовая

Решение:

<i>Элементы ответа</i>	<i>Баллы</i>
Указаны формулы 12 веществ, по 1 баллу за каждое вещество: 1. CuSO ₄ CuSO ₄ ·5H ₂ O Cu(OH) ₂ [Cu(NH ₃) ₄](OH) ₂ 2. Cr ₂ (SO ₄) ₃ Cr ₂ (SO ₄) ₃ ·18H ₂ O Cr(OH) ₃ [Cr(NH ₃) ₆](OH) ₃ 3. NiSO ₄ NiSO ₄ ·7H ₂ O Ni(OH) ₂ [Ni(NH ₃) ₄](OH) ₂	12
Составлены уравнения шести химических реакций, по 1 баллу за каждое уравнение: CuSO ₄ + 2KOH → Cu(OH) ₂ + K ₂ SO ₄ CuSO ₄ + 2NH ₃ ·H ₂ O + 4NH ₃ → [Cu(NH ₃) ₄](OH) ₂ + (NH ₄) ₂ SO ₄ Cr ₂ (SO ₄) ₃ + 6KOH → 2Cr(OH) ₃ + 3K ₂ SO ₄ Cr ₂ (SO ₄) ₃ + 6NH ₃ ·H ₂ O + 12NH ₃ → 2[Cr(NH ₃) ₆](OH) ₃ + 3(NH ₄) ₂ SO ₄ NiSO ₄ + 2KOH → Ni(OH) ₂ + K ₂ SO ₄ NiSO ₄ + 2NH ₃ ·H ₂ O + 4NH ₃ → [Ni(NH ₃) ₄](OH) ₂ + (NH ₄) ₂ SO ₄	6
Названа причина изменения окраски безводных солей при их растворении: гидратация ионов и образование аквакомплексов.	1
Дано разъяснение терминов: купоросы – кристаллогидраты сульфатов некоторых двухвалентных металлов, купоросное масло – концентрированная серная кислота.	1
Итого:	20

2. Найти соотношение количеств веществ органического вещества и продуктов реакции окисления: $n(C_xH_yO_z) : n(C_8H_4O_4K_2) : n(K_2CO_3) : n(MnO_2) : n(KOH) = 0,03:0,03:0,06:0,2:0,02 = 3:3:6:20:2$.	4
3. В молекуле исходного органического вещества два радикала находятся в положениях 1,4- (т.к. образуется терефталат калия). Угледородные радикалы могут быть разной степени насыщенности, но не могут содержать атомы кислорода, т.к. были бы другие продукты окисления. Поэтому исходное вещество C_xH_y . Тогда: $3C_xH_y + 20KMnO_4 \rightarrow 3C_8H_4O_4K_2 + 6K_2CO_3 + 20MnO_2 + 2KOH + aH_2O$ $3x = 30, x = 10, 80 = 72 + a, a = 8, 3y = 14 + 2a, y = 10, C_{10}H_{10}$	4
4. Уравнение окисления исходного вещества раствором перманганата калия имеет вид: 	4
5. Составлен электронно-ионный баланс.	4
Итого:	20

Задача 10.4 (20 баллов). В герметично закрытом стеклянном сосуде емкостью 2150 мл с внутренней перегородкой раздельно находятся 50 мл раствора сульфата железа(II) и 100 мл раствора NaOH при нормальных условиях. Перегородку удалили, и указанные вещества полностью прореагировали. Через некоторое время отмечено падение давления до 0,9 атм. при той же температуре. Напишите уравнения химических реакций. Рассчитайте молярные концентрации веществ в исходных растворах перед смешиванием.

Решение:

<i>Элементы ответа</i>	<i>Баллы</i>
Составлены уравнения химических реакции 1-5 (по 1 баллу за каждое уравнение): $FeSO_4 + 2NaOH \rightarrow Fe(OH)_2 + Na_2SO_4$ (1) $4 Fe(OH)_2 + O_2 + 2 H_2O \rightarrow 4 Fe(OH)_3$ (2) $Fe(OH)_2 + OH^- - 1 e \rightarrow Fe(OH)_3$ (3) $O_2 + 2 H_2O + 4 e \rightarrow 4 OH^-$ (4) Суммарное уравнение: $4FeSO_4 + 8NaOH + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_3 + 4Na_2SO_4$ (5)	5
Объем и количество вещества прореагировавшего O_2 : $V(O_2) = (2,150 - 0,05 - 0,10) \cdot (1 - 0,9) = 0,2$ (л); $n(O_2) = 0,2 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,0089$ моль.	5
$n(FeSO_4) = 4n(O_2) = 0,0356$ моль; $c(FeSO_4) = n(FeSO_4)/V(p\text{-ра}); c(FeSO_4) = 0,0356 \text{ моль} / 0,05 \text{ л} = 0,712 \text{ моль/л}$	5
$n(NaOH) = 2 n(FeSO_4) = 0,0712$ моль; $c(NaOH) = n(NaOH)/V(p\text{-ра}); c(NaOH) = 0,0712 \text{ моль} / 0,10 \text{ л} = 0,712 \text{ моль/л}$.	5
Итого:	20

Задача 10.5 (20 баллов). Рассчитайте массовую долю (%) MnO_2 в руде иодометрическим титрованием, если известно, что при взаимодействии руды массой 0,3710 г с избытком раствора иодида калия, подкисленного серной кислотой, выделяется иод, на титрование которого расходуется 24,41 мл 0,2217 М раствора тиосульфата натрия.

1. Напишите уравнения химических реакций в молекулярном и молекулярно-ионном виде. К окислительно-восстановительным реакциям составить электронно-ионный баланс.

2. Проведите соответствующие расчеты (с использованием физических величин и единиц их измерения) с соответствующей точностью.

Решение:

<i>Элементы ответа</i>	<i>Баллы</i>
<p>Составлены уравнения реакций 1-2:</p> $\text{MnO}_2 + 2\text{KI} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \quad (1)$ $\text{MnO}_2 + 2\text{I}^- + 4\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 \quad (2)$ $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$	8
<p>Из уравнений видно, что $n(\text{MnO}_2) = x$ моль, тогда $n(\text{MnO}_2) = n(\text{I}_2) = 2n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$; $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,02441 \text{ л} \cdot 0,2217 \text{ моль/л} = 0,005412 \text{ моль}$; $2x = 0,005412$; $x = 0,002706$; $n(\text{MnO}_2) = 0,002706 \text{ моль}$;</p>	4
<p>$m(\text{MnO}_2) = 86,94 \text{ г/моль} \cdot 0,002706 \text{ моль} = 0,2353 \text{ г}$</p>	4
<p>$\omega(\text{MnO}_2) = 0,2353 \text{ г} / 0,3710 \text{ г} = 0,6341 = 63,41\%$.</p>	4
Итого:	20