

10 К Л А С С

Задача 10.1 (20 баллов). Приведите недостающие сведения в таблице о проведении опытов по изучению окислительно-восстановительных свойств пероксида водорода. С участием бесцветного пероксида водорода и других веществ в опытах удалось получить 7 цветов «химической радуги». Укажите названия и формулы веществ, соответствующих «химической радуге» в данном эксперименте. Составьте уравнения реакций. К окислительно-восстановительным реакциям составьте электронный баланс.

Таблица

Исследование окислительно-восстановительных свойств пероксида водорода

<i>Название опыта и описание условий его проведения</i>	<i>Наблюдения</i>	<i>Уравнения реакций. Выводы</i>
<i>Опыт «.....»</i>	Изменение окраски раствора с фиолетовой на бесцветную, выделение газа	
<i>Опыт «.....»</i>	Изменение окраски раствора с оранжевой на зелёную, выделение газа	
<i>Опыт «Получение гексагидроксохромата(III) калия и его взаимодействие с пероксидом водорода»</i> К раствору сульфата хрома(III) приливают избыток раствора гидроксида калия и затем к полученной смеси добавляют раствор пероксида водорода		
<i>Опыт «Получение гидроксида тетраамминмеди(II) и его взаимодействие с пероксидом водорода»</i> К раствору сульфата меди(II) приливают концентрированный раствор аммиака и затем к полученной смеси добавляют раствор пероксида водорода		

Решение.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Приведены недостающие сведения в таблице	16
Указаны названия и формулы веществ, соответствующих «химической радуге» в данном эксперименте	4
Итого:	20

Исследование окислительно-восстановительных свойств пероксида водорода

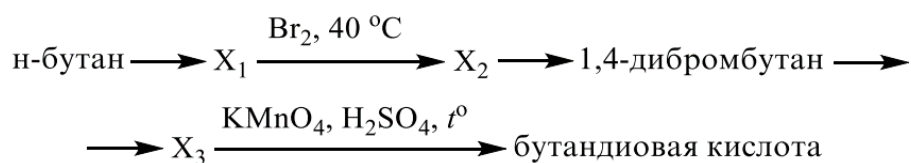
Название опыта и его описание	Наблюдения	Уравнения реакций. Выводы
<i>Опыт «Взаимодействие пероксида водорода с перманганатом калия в кислой среде»</i> К раствору перманганата калия приливают растворы серной кислоты и пероксида водорода (1 балл)	Изменение окраски раствора с фиолетовой на бесцветную, выделение газа	$2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{O}_2 + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$ (2 балла) Перманганат калия в данной реакции - окислитель, а пероксид водорода – восстановитель (0,5 баллов)
<i>Опыт «Взаимодействие пероксида водорода с дихроматом калия в кислой среде»</i> К раствору дихромата калия приливают растворы серной кислоты и пероксида водорода (1 балл)	Изменение окраски раствора с оранжевой на зелёную, выделение газа	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{O}_2 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ (2 балла) Дихромат калия в данной реакции – окислитель, а пероксид водорода – восстановитель (0,5 баллов)
<i>Опыт «Получение гексагидроксохромата(III) калия и его взаимодействие с пероксидом водорода в щелочной среде»</i> К раствору сульфата хрома(III) приливают избыток раствора гидроксида калия и затем к полученной смеси добавляют раствор пероксида водорода	Изменение окраски раствора с зелёной на жёлтую (0,5 баллов)	$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{KOH} = 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{Cr}(\text{OH})_3$ $\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{KOH} = \text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$ или суммарно: $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 12\text{KOH} = 2\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 3\text{K}_2\text{SO}_4$ (1 балл) $2\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 3\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 2\text{KOH} + 8\text{H}_2\text{O}$ (2 балла) Гексагидроксохромат(III) калия в данной реакции – восстановитель, а пероксид водорода – окислитель (0,5 баллов)
<i>Опыт «Получение гидроксида тетраамминмеди(II) и его взаимодействие с пероксидом водорода»</i> К раствору сульфата меди(II) приливают концентрированный раствор аммиака и затем к полученной смеси добавляют раствор пероксида водорода	Изменение окраски раствора с голубой на синюю (0,5 баллов) . Под действием пероксида водорода происходит образование осадка тёмно-красного цвета и выделение газа (1 балл)	$\text{CuSO}_4 + 6\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ (1 балл) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{Cu} \downarrow + \text{O}_2 + 4\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ (2 балла) Гидроксид тетраамминмеди(II) в данной реакции – окислитель, а пероксид водорода – восстановитель (0,5 баллов)

Химическая радуга

Цвет	Названия и формулы веществ данного цвета (по 0,5 баллов за каждую формулу и название вещества с учётом окраски; всего 4 балла)
Красный	Медь – Cu

Оранжевый	Дихромат калия - $K_2Cr_2O_7$
Жёлтый	Хромат калия - K_2CrO_4
Зелёный (серо-зелёный)	Сульфат хрома(III) - $Cr_2(SO_4)_3$, гексагидроксохромат(III) калия - $K_3[Cr(OH)_6]$
Голубой	Сульфат меди(II) - $CuSO_4$
Синий	Гидроксид тетраамминмеди(II) - $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$
Фиолетовый	Перманганат калия - $KMnO_4$

Задача 10.2 (10 баллов). Используя структурные формулы органических веществ, напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Решение.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 \xrightarrow{кат., t^\circ} CH_2=CH-CH=CH_2 + 2H_2$	2
$CH_2=CH-CH=CH_2 + Br_2 \longrightarrow \begin{array}{c} CH_2-CH=CH-CH_2 \\ \qquad \qquad \\ Br \qquad \qquad Br \end{array}$	2
$\begin{array}{c} CH_2-CH=CH-CH_2 \\ \qquad \qquad \\ Br \qquad \qquad Br \end{array} + H_2 \xrightarrow{Ni, t^\circ} \begin{array}{c} CH_2-CH_2-CH_2-CH_2 \\ \qquad \qquad \\ Br \qquad \qquad Br \end{array}$	2
$\begin{array}{c} CH_2-CH_2-CH_2-CH_2 \\ \qquad \qquad \\ Br \qquad \qquad Br \end{array} + 2KOH \xrightarrow{водн. p-p} \begin{array}{c} CH_2-CH_2-CH_2-CH_2 \\ \qquad \qquad \\ OH \qquad \qquad OH \end{array} + 2KBr$	2
$5 \begin{array}{c} CH_2-CH_2-CH_2-CH_2 \\ \qquad \qquad \\ OH \qquad \qquad OH \end{array} + 8KMnO_4 + 12H_2SO_4 \xrightarrow{t^\circ} 5 \begin{array}{c} O \qquad \qquad O \\ \qquad \quad \\ HO-C-CH_2-CH_2-C-OH \end{array} + 8MnSO_4 + 4K_2SO_4 + 22H_2O$ Электронный баланс написать обязательно.	2
Итого:	10

Задача 10.3 (10 баллов). Плотность паров некоторого спирта А в пересчете на н.у. составляет 3,39 г/л. Известно, что данный спирт может быть получен при окислении алкена Б нейтральным холодным раствором перманганата калия.

На основании данных условия задачи:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите возможную молекулярную формулу вещества А;
- 2) составьте возможную структурную формулу вещества А, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) запишите уравнение образования спирта А при взаимодействии алкена Б с нейтральным холодным раствором перманганата калия (используйте структурные формулы органических веществ).

Решение.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вывод молекулярной формулы спирта А. $M(\text{спирта}) = 3,39 \text{ г/л} \times 22,4 \text{ л/моль} = 76 \text{ г/моль}.$ Формула алкена Б - C_nH_{2n}. При окислении алкенов нейтральным холодным раствором перманганата калия образуются вицинальные диолы, которые отличаются по составу от исходных алкенов на две гидроксильные группы. То есть, формулу спирта А можно записать как $C_nH_{2n}(OH)_2$ или $C_nH_{2n+2}O_2$. Тогда молярная масса спирта А может быть выражена следующим образом: $M(C_nH_{2n+2}O_2) = 12n + 2n + 2 + 32 = (14n + 34) \text{ г/моль}.$ $14n + 34 = 76, 14n = 42, n = 3, C_3H_8O_2.$	4
Структурная формула спирта А: $CH_3-CH(OH)-CH_2OH$	2
Уравнение реакции окисления алкена с балансом $3CH_3-CH=CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow 3CH_3-CH(OH)-CH_2OH + 2MnO_2 + 2KOH$	4
Итого:	10

Задача 10.4 (10 баллов). При пропускании тока водорода через 9,6 г оксида железа(III) при нагревании получена смесь твёрдых веществ, в которой массовая доля кислорода составляет 25%. При действии на данную смесь 200 мл соляной кислоты с массовой долей HCl плотностью 1,09 г/мл 10% выделилось 448 мл газа. Определите массовую долю веществ в полученном растворе.

Решение.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Проведена проверка и обоснование состава смеси с учётом массовой доли кислорода: $\omega(O) \text{ в } Fe_2O_3 = \frac{48}{160} = 0,30$ $\omega(O) \text{ в } FeO = \frac{16}{72} = 0,22$	

Следовательно, смесь содержит Fe ₂ O ₃ и FeO, так как 0,22 < 0,25 < 0,30. Выделение газа при действии соляной кислоты указывает на присутствие в смеси железа.	1
Рассчитан состав полученной смеси: $n_1(\text{исх. Fe}_2\text{O}_3) = \frac{9,6}{160} = 0,06 \text{ (моль);}$ $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \quad (1)$ $n(\text{H}_2) = \frac{0,448}{22,4} = 0,02 \text{ моль; } n(\text{Fe}) = 0,02 \text{ моль; } n(\text{FeCl}_2) = 0,02 \text{ моль (по ур-ию 1);}$ $m(\text{Fe}) = 1,12 \text{ г; } m(\text{H}_2) = 0,04 \text{ г}$ $0,01 \text{ моль} \quad 0,02 \text{ моль}$ $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 = 2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O} \quad (2)$ $n_2(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,5n(\text{Fe}) = 0,01 \text{ моль (по ур-ию 2)}$ $0,5x \text{ моль} \quad x \text{ моль}$ $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2 = 2\text{FeO} + \text{H}_2\text{O} \quad (3)$ Пусть $n(\text{FeO}) = x \text{ моль, } n_3(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,5n(\text{FeO}) = 0,5x \text{ моль (по ур-ию 3).}$ $n(\text{ост. Fe}_2\text{O}_3) = 0,06 - 0,01 - 0,5x = (0,05 - 0,5x) \text{ моль;}$ Составлено и решено уравнение для расчёта массовой доли кислорода в смеси: $\frac{16x + 48 \cdot (0,05 - 0,5x)}{72x + 160 \cdot (0,05 - 0,5x) + 1,12} = 0,25$ $x = 0,02; \quad n(\text{FeO}) = 0,02 \text{ моль}$ $m(\text{FeO}) = 72 \cdot 0,02 = 1,44 \text{ (г);}$ $n(\text{ост. Fe}_2\text{O}_3) = 0,05 - 0,5 \cdot 0,02 = 0,04 \text{ моль; } m(\text{ост. Fe}_2\text{O}_3) = 160 \cdot 0,04 = 6,4 \text{ (г);}$	0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5
Составлены уравнения реакций и проведены расчёты: $\text{FeO} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \quad (4)$ $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \quad (5)$ $n(\text{HCl}) = \frac{200 \cdot 1,09 \cdot 0,1}{36,5} = 0,60 \text{ (моль) (в избытке)}$ $n(\text{всего FeCl}_2) = 0,02 + 0,02 = 0,04 \text{ (моль); } m(\text{FeCl}_2) = 127 \cdot 0,04 = 5,08 \text{ (г)}$ $n(\text{FeCl}_3) = 0,08 \text{ моль; } m(\text{FeCl}_3) = 0,08 \cdot 162,5 = 13 \text{ (г)}$	0,5 0,5 0,5 0,5
Определена масса полученного раствора и массовые доли растворённых веществ: $m(\text{полученного р-ра}) = m(\text{р-ра HCl}) + m(\text{Fe}) + m(\text{FeO}) + m(\text{ост. Fe}_2\text{O}_3) - m(\text{H}_2)$ $m(\text{полученного р-ра}) = 218 + 1,12 + 1,44 + 6,4 - 0,04 = 226,92 \text{ (г)}$ $n(\text{ост. HCl}) = 0,60 - 0,02 \cdot 2 - 0,02 \cdot 2 - 0,04 \cdot 6 = 0,28 \text{ (моль)}$ $m(\text{ост. HCl}) = 36,5 \cdot 0,28 = 10,22 \text{ (г)}$ $\omega(\text{ост. HCl}) = \frac{10,22}{226,92} = 0,0450 \text{ или } 4,50\%$ $\omega(\text{FeCl}_2) = \frac{5,08}{226,92} = 0,0223 \text{ или } 2,23\%$ $\omega(\text{FeCl}_3) = \frac{13}{226,92} = 0,0573 \text{ или } 5,73\%$	0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5
Итого:	10