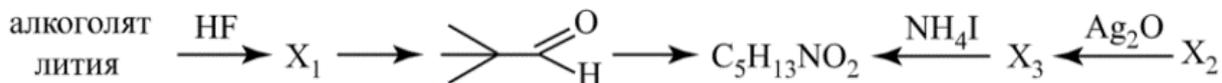


11 КЛАСС

Задача 11.1 (10 баллов). Используя структурные формулы органических веществ, напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Решение.

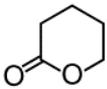
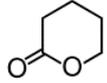
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\text{>C-OLi} + \text{HF} \longrightarrow \text{>C-OH} + \text{LiF}$ <div style="text-align: right;">(1)</div>	2
$\text{>C-OH} + \text{CuO} \longrightarrow \text{>C=O} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ <div style="text-align: right;">(2)</div>	2
$\text{>C=O} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \longrightarrow \text{>C=O} + 2\text{Ag} + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ <div style="text-align: right;">(3)</div>	2
$2 \text{>C=O} + \text{Ag}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{>C=O} + \text{H}_2\text{O}$ <div style="text-align: right;">(4)</div>	2
$\text{>C=O} + \text{NH}_4\text{I} \longrightarrow \text{>C=O} + \text{AgI}$ <div style="text-align: right;">(5)</div>	2
Итого:	10

Задача 11.2 (10 баллов). Неизвестное органическое соединение состоит из трех элементов и содержит 60% углерода по массе. При этом массовая доля кислорода в 4 раза больше, чем водорода. Известно, что данное соединение при гидролизе дает единственный продукт, обладающий линейным строением.

На основании данных условия задания:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 2) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение взаимодействия этого вещества с гидроксидом калия.

Решение.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$C_xH_yO_z$, $M = (12x + y + 16z)$ г/моль	1
$\omega(H) = y/(12x + y + 16z)$; $\omega(O) = 16z/(12x + y + 16z)$; $\omega(O) = 4 \omega(H)$; $16z/(12x + y + 16z) = 4 y/(12x + y + 16z)$; $16z = 4y$; $y = 4z$	1 1 1
$C_xH_{4z}O_z$	1
$\omega(C) = 12x/(12x + y + 16z)$; $0,6 = 12x/(12x + 20z)$; $8x = 20z$; $x = 2,5z$; $C_{2,5z}H_{4z}O_z$;	1
Так как вещество подвергается гидролизу, следовательно, оно содержит сложноэфирную группу, т.е. $z = 2$. Тогда: $C_5H_8O_2$	1
Продукт гидролиза только один и имеет линейное строение. Следовательно, определяемое вещество имеет циклическое строение:	1
	
 + KOH \rightarrow HO-CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ COOK	2
Итого:	10

Задача 11.3 (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. Напишите уравнения описанных реакций. К окислительно-восстановительным реакциям составить 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 гексагидрохромата(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 зеленой 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) Гексагидрохромат(III) калия в данной реакции – восстановитель, а пероксид водорода – окислитель (0,5

		баллов)
<p><i>Опыт «Получение гидроксида тетраамминмеди(II) и его взаимодействие с пероксидом водорода»</i></p> <p>К раствору сульфата меди(II) приливают концентрированный раствор аммиака и затем к полученной смеси добавляют раствор пероксида водорода</p>	<p>Изменение окраски раствора с голубой на синюю (0,5 баллов).</p> <p>Под действием пероксида водорода происходит образование осадка тёмно-красного цвета и выделение газа (1 балл)</p>	<p>$CuSO_4 + 6NH_3 \cdot H_2O = [Cu(NH_3)_4](OH)_2 + (NH_4)_2SO_4 + 4H_2O$ (1 балл)</p> <p>$[Cu(NH_3)_4](OH)_2 + H_2O_2 = Cu \downarrow + O_2 + 4NH_3 + 2H_2O$ (2 балла)</p> <p>Гидроксид тетраамминмеди(II) в данной реакции – окислитель, а пероксид водорода – восстановитель (0,5 баллов)</p>

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) - $Cr_2(SO_4)_3$, гексагидрохромат(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 11.4 (10 баллов). В реакторе смешали диоксид азота количеством 100 моль и диоксид серы количеством 80 моль. После установления равновесия в продуктах реакции оказалось 70% всех электронов системы. Рассчитайте константу химического равновесия реакции.

Решение.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Расчет количества (моль) электронов в исходной смеси: $n_1(e) = 23 \cdot 100 + 32 \cdot 80 = 4860$ (моль)	2
Уравнение реакции: $NO_2 + SO_2 \leftrightarrow NO + SO_3$	1
Расчет количества (моль) электронов в продуктах реакции: $n_2(e) = 4860 \cdot 0,7 = 3402$ (моль)	1
Вступило в реакцию x моль диоксида азота, осталось (100-x) моль; Вступило в реакцию x моль диоксида серы, осталось (80-x) моль; Образовалось x моль монооксида азота и x моль триоксида серы.	1
Составлено алгебраическое уравнение и найдено значение x: $15x + 40x = 3402, x = 61,85$	2

Вычислена константа равновесия реакции: $K = \frac{[NO][SO_3]}{[NO_2][SO_2]}$ $K = \frac{61,85 \cdot 61,85}{(100-61,85) \cdot (80-61,85)} = 5,52$ Ответ: 5,52	3
Итого:	10