

11 класс (вариант 1)

Решения

Решение задачи 11.1:

1. Известно, что соединение **A** является комплексной солью, следовательно, должна состоять из комплексного иона, включающего комплексообразователь (чаще всего катион металла) и лиганды – заряженные ионы или молекулы, связанные с центральным атомом, и внешней сферы – катион или анион. Согласно условию задачи, в состав соли входит калий – он не является комплексообразователем, поэтому, скорее всего, является внешней сферой комплексной соли – противоионом. В составе соли есть углерод и кислород, которые также вряд ли могут являться координационным центром, и, вероятно, входят в состав лиганда (можно предположить CO , CO_3^{2-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$). Запишем исходные вещества в уравнении получения соли: $\text{BaC}_2\text{O}_4 + \text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

Видно, что наиболее подходящим центральным атомом, исходя из состава исходных соединений, может служить ион Fe^{3+} , являющийся d-элементом и хорошим комплексообразователем. Следовательно, четвертый элемент в составе соли **A** – железо.

2. Рассчитаем состав соли **A**:

Предполагаем состав:



Рассчитаем массовую долю железа в соли:

$$\omega(\text{Fe}) = 100 - 26,77 - 16,48 - 43,94 = 12,81 \%$$

Рассчитаем молярную массу соли **A** в расчёте на один атом железа

$$M(\text{A}) = 56 / 0,1281 = 437 \text{ г/моль}$$

Вычислим количество остальных атомов в соли в расчете на один атом комплексообразователя.

$$x = \frac{437 \cdot 0,2677}{39} = 3$$

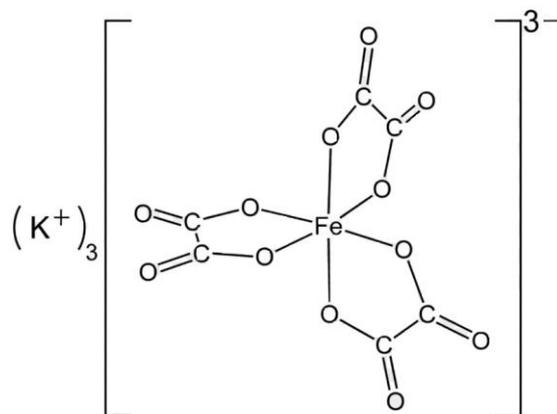
$$y = \frac{437 \cdot 0,1648}{12} = 6$$

$$z = \frac{437 \cdot 0,4394}{16} = 12$$

Получаем формулу:

$\text{K}_3\text{FeC}_6\text{O}_{12}$ или $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$ – формула соли **A**, триоксалатоферрат (III) калия (*принимается любой другой верный ход решения*).

Для иона Fe^{3+} характерно координационное число 6 и октаэдрическое строение комплексных ионов. Следовательно, оксалат ионы являются **бидентатными** хелатирующими лигандами, имеющими по две связи с центральным атомом каждый. А данный комплекс называется **хелатным**.



Структурная формула $K_3[Fe(C_2O_4)_3]$

Тогда уравнение реакции получения соли А:



А

3. При хранении на свету триоксалатоферрат (III) калия желтеет и переходит в диоксалатоферрат (II) калия (вещество **В**) вследствие реакции внутримолекулярного окислительно-восстановительного превращения, поскольку окислитель (Fe^{+3}) и восстановитель (C^{+3}) входят в состав одной и той же молекулы:



В

Оценивание:

1	Химическая формула вещества А	2 балла
2	Расчёт состава вещества А	3 балла
3	Структурная формула триоксалатоферрата (III)	4 балла
4	Отнесение комплекса к хелатным, лиганда к бидентатным	1 балл
5	Уравнение реакции 1	3 балла
6	Химическая формула вещества В	2 балла
7	Уравнение реакции 2	3 балла
8	Указание типа ОВР	2 балла
	Итого	20 баллов

Решение задачи 11.2:

1. Определяем равновесные концентрации реагентов:

$$C_C = 3; \quad C_A = 2-1; \quad C_B = 3-1.$$

$$K_p = \frac{[C_C]^2}{[C_A] \cdot [C_B]} = \frac{3^2}{(2-1) \cdot (3-1)} = 4,5$$

2. $K_p = \frac{\vec{k}}{\bar{k}}; \quad \bar{k} = \vec{k} \cdot K_p = 2,4 \cdot 4,5 = 10,8 \text{ (л/(моль·мин))}.$

3. Энергетическая кривая химической реакции.



4. Для эндотермической реакции, как видно из рисунка, энергия активации прямой реакции равна сумме энергии активации обратной реакции и теплового эффекта химической реакции.

$$E_{a(\text{прям})} = E_{a(\text{обр})} + \Delta H_{\text{реакц}}$$

$$E_{a(\text{обр})} = E_{a(\text{прям})} - \Delta H_{\text{реакц}} = 72 - 48 = 24 \text{ (кДж)}$$

Оценивание:

Расчет константы равновесия	6 баллов
<i>(Верная запись выражения константы, но неверное численное значение)</i>	3 балла
Расчет константы скорости обратной реакции \bar{k}	4 балла
За энергетическую кривую химической реакции с описанием,	8 баллов
<i>(Если рисунок без обозначений физических величин)</i>	4 балла
Расчет энергии активации обратной реакции	2 балла
Итого	20 баллов

Решение задачи 11.3:

Пусть $n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{CO}_2) = x$ моль, тогда $18x + 44x = 37,2$
 $x = 0,6$ моль

$$n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 1,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 0,6 \text{ моль}$$

$$m(\text{O}) = 13,2 - (1,2 + 0,6 \cdot 12) = 4,8 \text{ г}$$

$$n(\text{O}) = 4,8/16 = 0,3 \text{ моль}$$

Вещество А имеет молекулярную формулу $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$

$$x : y : z = n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 0,6 : 1,2 : 0,3 = 2 : 4 : 1$$

$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ – простейшая формула

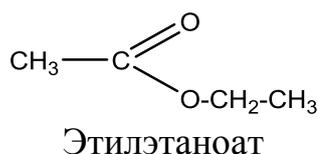
$$M(C_2H_4O) = 44 \text{ г/моль}$$

$$M(C_xH_yO_z) = 2,75 \cdot 32 = 88 \text{ г/моль}$$

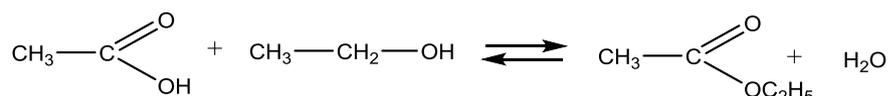
$C_4H_8O_2$ – истинная молекулярная формула вещества **A** (может быть сложным эфиром или карбоновой кислотой).

Вещества, из которых синтезируют **A**, содержат по 2 атома углерода. Т.е. **A** – сложный эфир, который синтезируют из спирта и карбоновой кислоты.

Структурная формула **A**:



Уравнение синтеза:



Рассчитаем тепловой эффект реакции

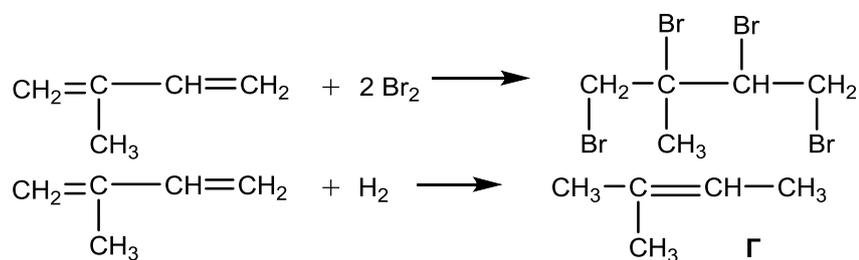
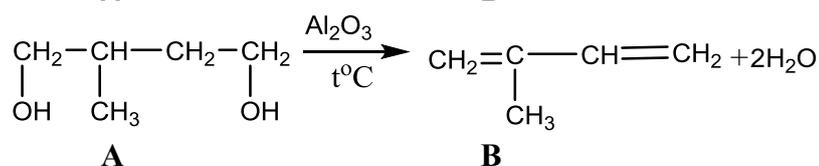
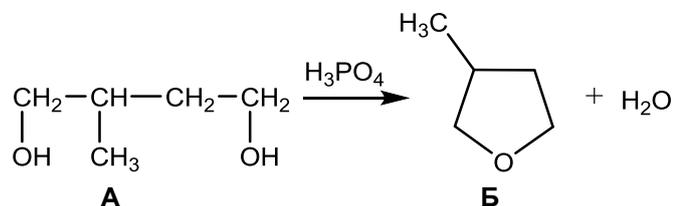
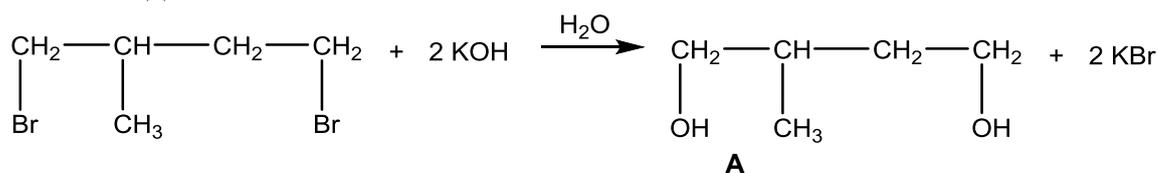
$$\Delta H_{\text{реакции}} = (\Delta H(A_{\text{(жид)}}) + \Delta H(\text{H}_2\text{O}_{\text{(жид)}})) - (\Delta H(\text{Ос1}_{\text{(ж)}}) + \Delta H(\text{Ос2}_{\text{(ж)}})) = ((-479,03) + (-285,83)) - ((-276,98) + (-434,84)) = -53,04 \text{ (кДж)}.$$

Расчет показывает, что данная реакция экзотермическая. Увеличение температуры сдвигает равновесие реакции в сторону исходных веществ. Значит, выход продукта при этом уменьшится.

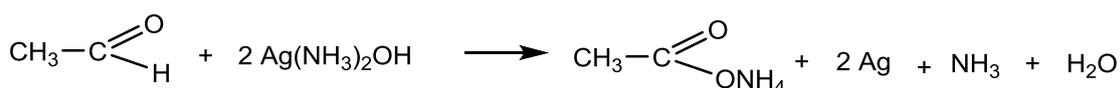
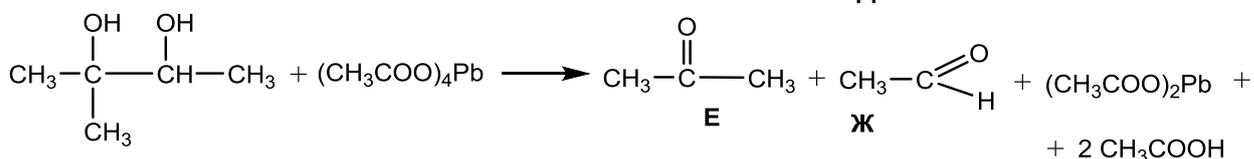
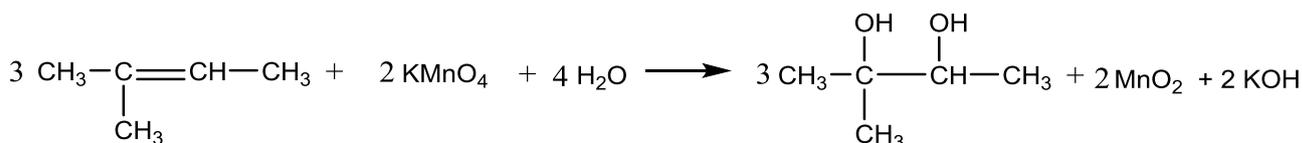
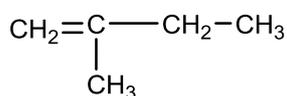
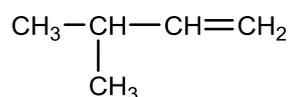
Оценивание:

Расчет и вывод простейшей формулы вещества A	6 баллов
Определение истинной молекулярной формулы вещества A	3 балла
Структурная формула A	2 балла
Название A	1 балл
Уравнение синтеза A	3 балла
Расчет теплового эффекта реакции	3 балла
Вывод о влиянии температуры	2 балла
Итого	20 баллов

Решение задачи 11.4:



Изомеры вещества Г:

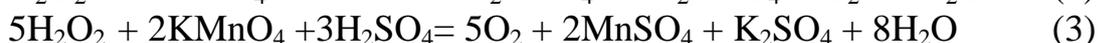
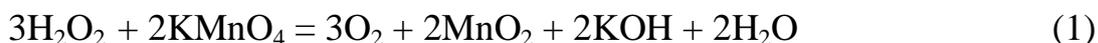


Оценивание:

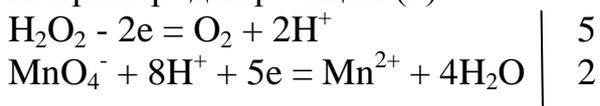
Структуры веществ А, Б, В, Г и уравнения реакций, в которых они образуются (за каждую структуру по 1 баллу, за каждое уравнение по 1 баллу)	8 баллов
Структура соединения Д и уравнение, в котором оно образуется (за структуру 1 балл, за уравнение 2 балла)	3 балла
Структуры соединений Е, Ж и уравнение их получения (за каждую структуру по 1 баллу, за уравнение 2 балла)	4 балла
Взаимодействие В с бромной водой	1 балл
Взаимодействие Ж с аммиачным раствором оксида серебра	2 балла
Структуры изомеров соединения Г (по 1 баллу за изомер)	2 балла
Итого	20 баллов

Решение задачи 11.5:

Пробирка с раствором	После добавления KMnO_4
$\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$	Выпадает бурый осадок
$\text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaOH}$	Образуется зеленое окрашивание раствора
$\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$	Раствор обесцвечивается



Например: для реакции (3)



Оценивание:

Признаки реакций (3 балла за каждый признак)	$3 \cdot 3 = 9$ баллов
Уравнения химических реакций (3 балла за каждое уравнение)	$3 \cdot 3 = 9$ баллов
Оценивается расстановка коэффициентов методом электронного баланса или полуреакций. (если указаны балансы для всех реакций – не более 2 баллов)	2 балла
Итого	20 баллов