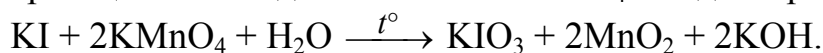


Десятый класс

(Авторы: К.А. Коваленко, М.А. Ильин)

1. Уравнение реакции взаимодействия KI и KMnO₄ в водном растворе:



2. Рассчитаем количества веществ-реагентов, взятых для синтеза:

$$v(KI) = 0,75 / 166 = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль};$$

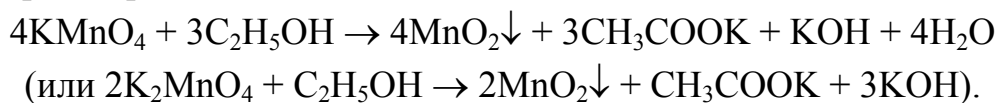
$$v(KMnO_4) = 1,5 / 158 = 9,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль}.$$

Учитывая стехиометрические соотношения реагентов в уравнении реакции получения KIO₃, можно заключить, что в недостатке находится KI, а KMnO₄ взят в избытке. Максимальное количество получаемого KIO₃ составляет $4,5 \cdot 10^{-3}$ моль, что соответствует $4,5 \cdot 10^{-3} \cdot 214 = 1,0$ г.

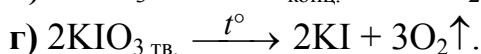
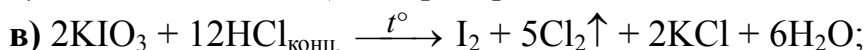
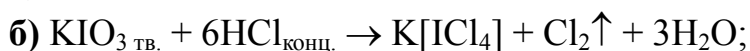
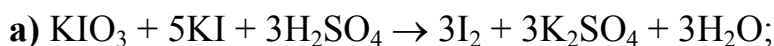
Выход полученного соединения рассчитывается следующим образом:

$$\eta(KIO_3) = \frac{m_{\text{практическая}}}{m_{\text{теоретическая}}} \cdot 100\% = \frac{m_{\text{практическая}}}{1,0} \cdot 100\%.$$

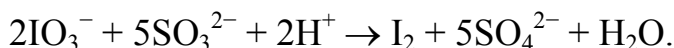
3. Этиловый спирт в конце синтеза добавляли для того, чтобы восстановить избыточное количество перманганат-ионов (или манганат-ионов, которые могут также образоваться при проведении реакции) и осадить весь марганец из раствора в виде MnO₂:



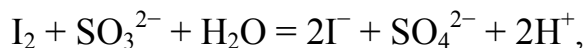
4. Уравнения приведенных реакций, характеризующих свойства полученного иодата калия:



5. Уравнение реакции Ландольта в ионном виде:



Катализатором этой реакции, как было отмечено в задании, является иод, который окисляет сульфит-ион:



а иодид-ион, в свою очередь, восстанавливает иодат-ион:



6. Реакция Ландольта не может являться элементарной реакцией, поскольку стехиометрическое отношение иодата к сульфиту 2 : 5, а молекулярность реакции (т.е. порядок элементарного акта химического превращения) не может превышать 3. Следовательно, реакция протекает по

сложному механизму в несколько стадий.

7. Ожидаемые времена появления окраски при использовании рекомендуемых растворов приведены в таблице:

№ опыта	В стакан объемом 100 мл		В стакан объемом 50 мл	Конечные концентрации (после смешения растворов)		Время индукции (τ), секунды
	$V(\text{KIO}_3)$, мл	$V(\text{H}_2\text{O})$, мл	$V(\text{Na}_2\text{SO}_3)$, мл	$C(\text{KIO}_3)$, М	$C(\text{Na}_2\text{SO}_3)$, М	
1	40 (4 аликвоты)	0	10	$3,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	17,7
2	30 (3 аликвоты)	10	10	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	32,9
3	20 (2 аликвоты)	20	10	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	70,8

8. Согласно закону действия масс, скорость реакции пропорциональна концентрациям реагирующих веществ, взятых в степень порядка по этому компоненту:

$$v = k \cdot C^a(\text{IO}_3^-) \cdot C^b(\text{SO}_3^{2-}),$$

где k – константа скорости химической реакции,

a – порядок реакции по иодат-иону,

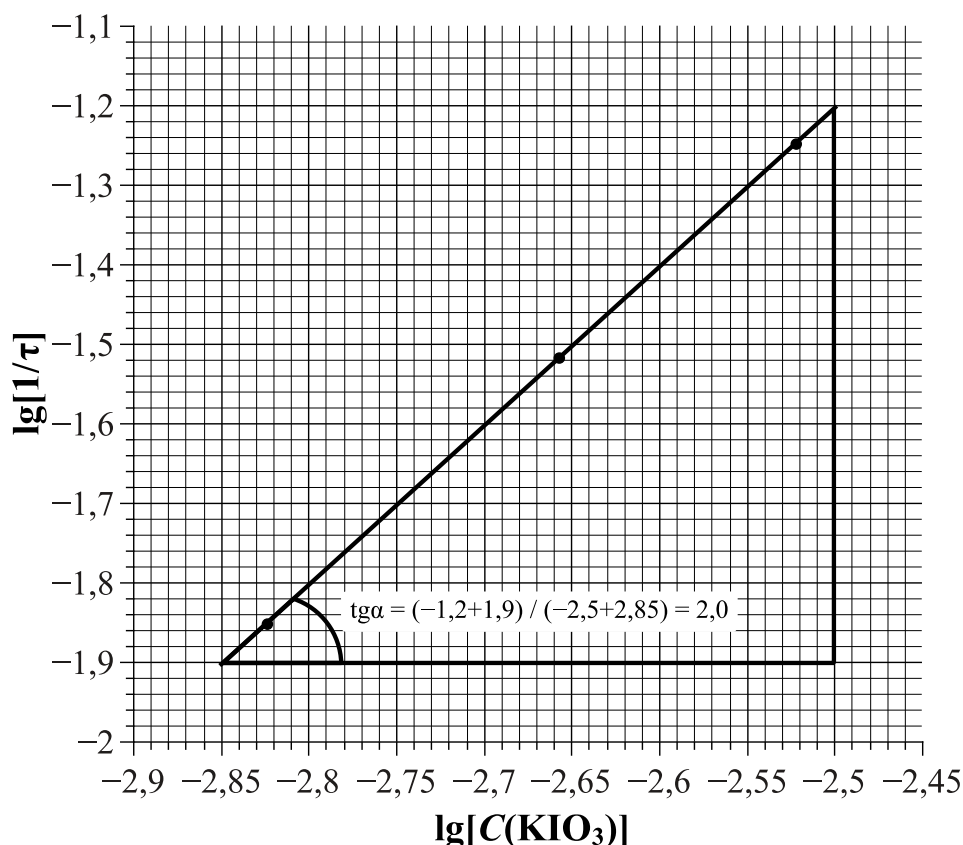
b – порядок реакции по сульфит-иону.

Поскольку концентрация сульфита не изменялась в ходе экспериментов, при логарифмировании данного уравнения получаем:

$$\lg v \sim \lg(1/\tau) = \lg(k \cdot C^b(\text{SO}_3^{2-})) + a \lg(C(\text{IO}_3^-)) \Rightarrow y = \text{const} + ax.$$

Следовательно, тангенс угла наклона прямой равен порядку a по иодат-иону.

Зависимость $\lg[1/\tau]$ от $\lg[C(\text{KIO}_3)]$, полученная для указанных в пункте 7 значений, приведена ниже.



Таким образом, порядок реакции по иодат-иону равен 2,0.

Система оценивания:

- | | |
|---|--------------|
| 1. Уравнение реакции получения KIO_3 | 1 балл |
| 2. Расчет теоретической массы и выхода продукта | 3 балла |
| 3. Объяснение добавления этанола с уравнением реакции | 1 + 1 = 2 |
| балла | |
| 4. Уравнения реакций | 1 б. × 4 = 4 |
| балла | |
| Выход KIO_3 (результат эксперимента в части 1) | 20 баллов |
| (более 50 % – 20 баллов; баллы за выход менее 50 % выставляются из расчета
оценка = выход (в %) / 2,5, округленная до полуцелого значения,
но в целом за этот раздел – не менее 5 баллов) | |
| 5. Уравнение реакции Ландольта | 1 балл |
| 6. Объяснение "неэлементарности" реакции | 1 балл |
| 7. Заполнение пропусков в таблице | 0,5 б. × 9 = |
| 4,5 балла | |
| 8. Построение графика по экспериментальным точкам | 2 балла |
| Расчет порядка по компоненту | 1,5 балла |
| Значение порядка (результат эксперимента в части 2) | 10 баллов |
| (отличие не более 5 % (интервал 1,9-2,1) – 10 баллов; | |

отличие не более 10 % (интервал 1,8-2,2) – 9 баллов;

отличие не более 15 % (интервал 1,7-2,3) – 8 баллов;

отличие не более 20 % (интервал 1,6-2,4) – 7 баллов;

отличие не более 25 % (интервал 1,5-2,5) – 6 баллов);

отличие более 25 % (не укладывается в интервал 1,5-2,5) – 5 баллов.

Всего **50 баллов**