

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра общей и физической химии

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

По дисциплине Химия, часть 2
(наименование учебной дисциплины согласно учебному плану)

Тема работы: Определение константы скорости реакции окисления иодида калия персульфатом натрия

Выполнил: студент гр. НД-21-2 Гришин Е.С.
(шифр группы) (подпись) (Ф.И.О.)

Оценка: _____

Дата: _____

Проверил: профессор Литвинова Т.Е.
(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Санкт-Петербург 2023

Цель работы: определить константу скорости реакции окисления иодида персульфатом аммония при заданных начальных концентрациях реагентов.

Ход эксперимента

1. Приготовление реакционной смеси.

Для этого нужно при помощи маркированных бюреток отмерить порции растворов иодида калия, персульфата натрия и дистиллированную воду в количествах, указанных в таблице в маркированные стаканы, а после этого налить в каждую из 5 колб. После этого пипеткой объемом 5мл отобрать порцию крахмала в каждую колбу и перемешать.

2. Следующим шагом нужно в маркированный химический стакан объемом 25 мл отмерить указанный объем персульфата натрия, вылить в колбу с приготовленной реакционной смесью и одновременно включить секундомер.

3. При появлении синего окрашивания секундомер остановить и записать время опыта. Выполнить для всех колб.

Экспериментальные данные

Содержание протокола лабораторной работы:

1. Концентрация раствора иодида калия 0,2 моль/л;
2. Концентрация раствора тиосульфата натрия 0,02 моль/л;
3. Концентрация раствора персульфата натрия 0,2 моль/л;
4. Часть таблицы, соответствующая номеру варианта с отмеченным временем протекания реакции №4.

Таблица 1. Экспериментальные данные

№	Объем растворов, мл						Время, с
	KI	Na ₂ S ₂ O ₃	H ₂ O	крахмал	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	V _{общ}	
Вариант 4							
1	16	2	16	5	16	55	114
2	16	4	14	5	16	55	205
3	16	6	12	5	16	55	328
4	16	8	10	5	16	55	421
5	16	10	8	5	16	55	543

Обработка экспериментальных данных

1. Концентрация иодида, израсходованного на реакцию с персульфатом натрия, рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{реакция}}(KI) = C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{C_{\text{исх}}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{V_{\text{общ}}},$$

где, $C_{\text{исх}}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ – концентрация тиосульфата натрия, указанная на емкости с реактивом, моль/л; $V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ – объем тиосульфата натрия, взятый на приготовление реакционной смеси согласно номеру варианта по табл. 1, мл; $V_{\text{общ}}$ – общий объем реакционной смеси согласно номеру варианта по табл., мл.

Пример расчёта для 1 колбы:

$$C_{\text{реакция}}(KI) = \frac{0,02 \text{ моль/л} \cdot 2 \text{ мл}}{55 \text{ мл}} = 0,00073 \text{ моль/л}$$

2. Концентрация иодида калия в реакционной смеси в начальный момент времени ($t = 0$ с.) рассчитывается по формуле:

$$C_0(KI) = \frac{C_{\text{исх}}(KI) \cdot V(KI)}{V_{\text{общ}}},$$

где $C_{\text{исх}}(KI)$ – концентрация иодида калия, указанная на емкости с реактивом, моль/л; $V(KI)$ – объем иодида калия, взятый на приготовление

реакционной смеси согласно номеру варианта по табл. 1, мл; $V_{\text{общ}}$ – общий объем реакционной смеси согласно номеру варианта по табл. 1, мл.

Пример расчёта:

$$C_0(KI) = \frac{0,2 \text{ моль/л} \cdot 16 \text{ мл}}{55 \text{ мл}} = 0,058 \text{ моль/л}$$

3. Концентрация иодида калия в данный момент времени, рассчитывается по формуле:

$$C_t(KI) = C_0(KI) - C_{\text{реакция}}(KI),$$

где $C_0(KI)$ – концентрация иодида калия в реакционной смеси в начальный момент времени ($t = 0$ с.), моль/л

Пример расчёта для 1 колбы:

$$C_t(KI) = 0,058 \text{ моль/л} - 0,00073 \text{ моль/л} = 0,05727 \text{ моль/л}$$

4. Константа скорости реакции рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{1}{t \cdot C_0(KI)} \ln \frac{C_0(KI) - 0,5 \cdot C_{\text{реакция}}(KI)}{C_t(KI)}$$

Пример расчёта для 1 колбы:

$$k = \frac{1}{114 \text{ с} \cdot 0,058 \text{ моль/л}} \ln \frac{0,058 \text{ моль/л} - 0,5 \cdot 0,00073 \text{ моль/л}}{0,05727 \text{ моль/л}} = 0,00096 \text{ моль}^{-1} \cdot \text{л} \cdot \text{с}^{-1}$$

5. Среднее значение константы скорости реакции:

$$\bar{k} = \frac{\sum k_i}{n},$$

где n – количество опытов, $n = 5$.

Пример расчёта:

$$\bar{k} = \frac{\sum k_i}{n} = \frac{0,0051 \text{ моль}^{-1} \cdot \text{л} \cdot \text{с}^{-1}}{5} = 0,00102 \text{ моль} \cdot \text{л} \cdot \text{с}^{-1}$$

По данным, рассчитанным по формулам, заполнить таблицу:

Таблица 2. Данные, рассчитанные по формулам

№	$C_{\text{реакция}}(KI)$, моль/л	$C_t(KI)$, моль/л	k_i , моль ⁻¹ ·л·с ⁻¹	$k_i - \bar{k}$	$(k_i - \bar{k})^2$
1	$7,3 \cdot 10^{-4}$	$5,727 \cdot 10^{-2}$	$9,6 \cdot 10^{-4}$	$-6,0 \cdot 10^{-5}$	$3,6 \cdot 10^{-9}$

2	$1,45 \cdot 10^{-3}$	$5,655 \cdot 10^{-2}$	$1,07 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-9}$
3	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$5,59 \cdot 10^{-2}$	$9,8 \cdot 10^{-4}$	$-4,0 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-9}$
4	$2,9 \cdot 10^{-3}$	$5,51 \cdot 10^{-2}$	$1,06 \cdot 10^{-3}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-9}$
5	$3,6 \cdot 10^{-3}$	$5,44 \cdot 10^{-2}$	$1,03 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$0,1 \cdot 10^{-9}$
			$\bar{k} = 1,02 \cdot 10^{-3}$		$\sum (k_i - \bar{k})^2 = 9,4 \cdot 10^{-9}$

6. Вероятная (для $t = 95\%$) ошибка определение константы скорости процесса рассчитывается по формуле:

$$\Delta k = t \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (k_i - \bar{k})^2}{n(n-1)}} = 0,95 \cdot \sqrt{\frac{9,4 \cdot 10^{-9} \text{ моль}^{-1} \cdot \text{л} \cdot \text{с}^{-1}}{5(5-1)}} = 0,00002059 \text{ моль}^{-1} \cdot \text{л} \cdot \text{с}^{-1}$$

7. Относительная погрешность рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon = \frac{\Delta k}{\bar{k}} \cdot 100\% = \frac{0,00002059 \text{ моль}^{-1} \cdot \text{л} \cdot \text{с}^{-1}}{0,00102 \text{ моль}^{-1} \cdot \text{л} \cdot \text{с}^{-1}} \cdot 100\% = 2\%$$

Вывод

В ходе лабораторной работы были приготовлены 5 растворов, в которые поочередно добавлялся персульфат натрия. В результате реакции окисления иодида калия персульфатом раствор, в котором содержался крахмал, приобретал синюю окраску. Это связано с тем, что крахмал является очень чувствительным реагентом на молекулярный йод. Поэтому, чтобы задержать появление слишком быстрой окраски, в систему был добавлен тиосульфат натрия строго определенного количества. В результате эксперимента было измерено время, когда весь тиосульфат израсходовался и стала появляться синяя окраска крахмала.

При обработке результатов эксперимента была определена константа скорости реакции окисления иодида калия персульфатом натрия. При этом относительная погрешность составила 2%, такая погрешность объясняется тем, что время было измерено по секундомеру вручную, и момент выключения секундомера при появлении синей окраски мог немного отличаться, а также неточность и в моем случае спешка при приготовлении смеси.