

**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 <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	крахмал	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	V <sub>общ</sub>	
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 <sup>-1</sup> ·л·с <sup>-1</sup>	$k_i - \bar{k}$	$(k_i - \bar{k})^2$
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.