

Лабораторная работа № 5

Изучение кинетики реакции взаимодействия хлорида железа (III) с иодидом калия

Цель работы: изучение кинетических характеристик реакции 2 порядка (случай одинаковых начальных концентраций реагентов).

Целевые задачи: овладение способом определения кинетических характеристик с использованием фотоколориметрии; освоение расчета кинетических характеристик реакции (порядок, энергия активации, время полупревращения).



является бимолекулярной и её скорость зависит от концентрации обоих реагентов:

$$v = k C_{\text{FeCl}_3} C_{\text{KI}}$$

Поскольку концентрации обоих реагентов в данном случае берутся равными друг другу ($C_{\text{FeCl}_3} = C_{\text{KI}} = C$), то можно записать $v = k C^2$. Кинетическое уравнение в этом случае выглядит так:

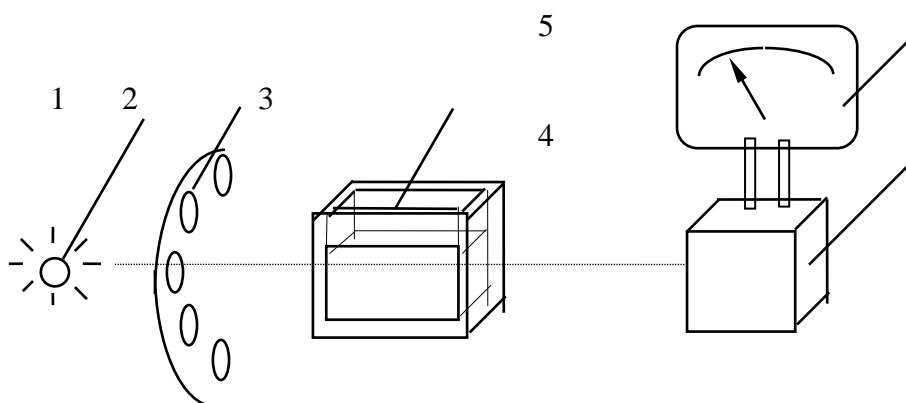
$$k = \frac{1}{t} \bullet \frac{x}{C_0 (C_0 - x)}$$

где C_0 – начальная концентрация реагентов; x – часть концентрации, на которую уменьшилось количество реагентов за время t ; $C_0 - x$ – концентрация исходных веществ, оставшихся по истечении времени t .

В ходе реакции выделяется иод, поэтому за ней удобно следить по его накоплению в реакционной смеси. Это делается с помощью фотоколориметра.

Устройство и принцип действия фотоколориметра

Принципиальная схема прибора изображена на рисунке.



Луч света от источника (1) проходит через светофильтр (2) и попадает в кювету с исследуемым раствором (3). В растворе часть светового потока поглощается. Ослабленный луч попадает на фотоэлемент (4), преобразующий световой сигнал в электрический, который передается на показывающий прибор (5).

Измерения с помощью фотоколориметра сводятся к следующему:

1. Прибор включается в сеть и прогревается в течение ≈ 20 мин. Во время прогрева крышка кюветного отделения должна быть открытой.
2. Специальным переключателем подбирается светофильтр, обеспечивающий максимальное поглощение света в исследуемом растворе. Как правило, цвет светофильтра должен быть дополнительным к цвету исследуемого раствора.

3. Перед началом работы прибор балансируется. Для этого в кюветодержатель помещается кювета с эталонным раствором и стрелка показывающего прибора устанавливается на нуль регуляторами «Установка нуля», «Грубо» и «Точно».
4. Кювета с исследуемым раствором помещается во второй кюветодержатель, вводится в световой луч и с помощью показывающего прибора определяется его оптическая плотность.

Оснащение рабочего места

Фотоколориметр	Мерная посуда
Стаканы на 100 мл	Салфетка
Растворы KI и FeCl_3 2×10^{-3} моль/л	Секундомер

Проведение опыта

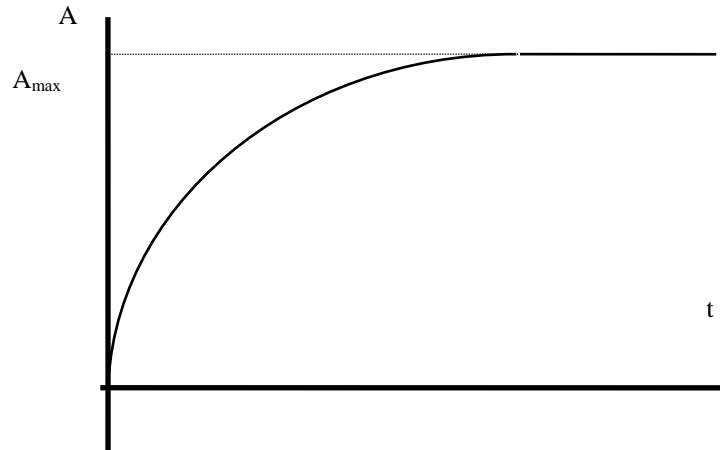
1. Проверить оснащение рабочего места. Измерить и записать температуру, при которой проводится опыт.
2. Подготовить фотоколориметр к работе в соответствии с инструкцией. Включить прибор и дать ему прогреться не менее 20 мин. Установить светофильтр с длиной волны света 490 нм.
3. Приготовить эталонный раствор для балансировки прибора. Для этого смешать равные объёмы исходного раствора FeCl_3 и дистиллированной воды.
4. Залить эталонный раствор в кювету и установить её в один из кюветодержателей фотоколориметра так, чтобы луч света проходил сквозь кювету. Закрывать крышку кюветного отделения и регуляторами «Установка нуля», «Грубо» и «Точно» установить стрелку показывающего прибора на нуль шкалы оптической плотности A .
5. Отмерить по указанию преподавателя равные объёмы растворов хлорида железа (III) и иодида калия. Слить эти растворы и тщательно перемешать. В момент сливания начать отсчет времени.
6. Полученной смесью заполнить кювету и установить её во второй кюветодержатель прибора. С помощью соответствующего рычажка ввести его в луч света. Измерить величину оптической плотности A точно на 2-й минуте от начала реакции.
7. Измерять оптическую плотность раствора через каждые 2 минуты до полного прекращения реакции. Сигналом её окончания служит получение трех одинаковых значений A подряд. Все данные занести в таблицу.

Примечание. Для коррекции показаний прибора необходимо время от времени (с интервалом ≈ 6 мин) вводить в луч света кювету с эталонным раствором и проверять, стоит ли при этом стрелка прибора на нулевом делении шкалы.

Температура $T =$ °C		Объёмы растворов реагентов, $V_1 = V_2 =$ мл Концентрация реагентов $C_1 = C_2 =$ $\times 10^3$ моль/л		
Время от начала реакции t , мин.	Оптическая плотность A	Концентрация иода C , моль/л	Константа скорости, л/моль•мин	
			k_t	$k_{\text{средн}}$
2				
4				
6				
...				
∞				

Сверить полученные данные у преподавателя.

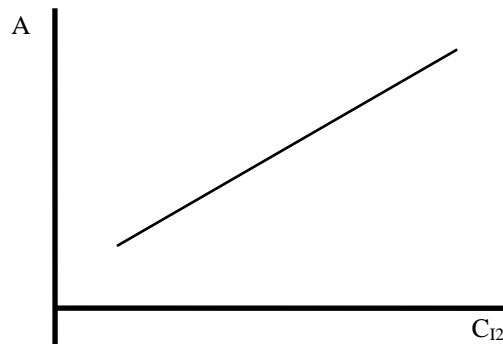
9. Выключить прибор. Привести в порядок рабочее место. По экспериментальным данным построить график зависимости $A = f(t)$ (см. рисунок) и определить по нему $A_{\text{макс}}$.



10. По данным, приведенным ниже, построить градуировочный график зависимости $D = f(C)$ (см. рис.). С его помощью методом интерполяции

Концентрация иода, $C \times 10^3$, моль/л	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Оптическая плотность, D	0,12	0,20	0,28	0,37	0,44	0,52	0,59	0,66	0,74	0,81

лляции определить концентрации иода в момент окончания реакции ($C_{\text{макс}}$) и в моменты времени, указанные преподавателем. Занести их значения в соответствующие строки таблицы экспериментальных данных.



11. Пользуясь уравнением

$$k = \frac{1}{t} \cdot \frac{C_t}{C_{\text{макс}}(C_{\text{макс}} - C_t)},$$

рассчитать константу скорости реакции в каждый момент времени и вычислить среднее арифметическое. Занести результат в таблицу.

12. Рассчитать время полупревращения для изучаемой реакции по уравнению:

$$t_{1/2} = \frac{1}{k_{\text{ср}} C_{\text{макс}}}.$$

13. Рассчитать энергию активации реакции, принимая, что при температуре $T_2 = 320$ К константа скорости $k_2 = 2,8 \times 10^2$:
где T_1 – температура опыта.

$$E_{\text{акт}} = \frac{R T_2 T_1}{T_2 - T_1} \ln \frac{k_2}{k_{\text{сп}}},$$

14. Сформулировать выводы.