**Лабораторная работа № 3.** **Исследование кинетики взаимодействия тиосульфата натрия с серной кислотой**

**1. Молекулярность и порядок реакции**

*Молекулярность* реакции определяется числом частиц (молекул), одновременно участвующих в элементарном акте химического взаимодействия.

*Порядок реакции* – это число, равное сумме показателей степеней концентраций реагирующих веществ в уравнении ЗДМ для скорости реакции (напомнить ЗДМ):

аА+вВ→продукты реакции

Общий порядок химической реакции **а+b**.

Период полураспада – время, в течение которого концентрация исходных веществ уменьшается вдвое.

***Пример 1***

В реакции 2-го порядка *А + В → D* начальные концентрации веществ *А* и *В* равны, соответственно, 2,0 моль·л-1 и 3,0 моль·л-1. Скорость реакции равна 1,2·10-3 моль· л-1·с-1 при концентрации вещества *А=* 1,5 моль·л-1. Рассчитайте константу скорости и скорость реакции при концентрации *В =*1,5 моль·л-1.

***Решение:***

По закону действующих масс, в любой момент времени скорость реакции равна:

*ʋ = k*⋅ *C(А)*⋅ *C(В.)*

К моменту времени, когда *С(А)* = 1,5 моль·л-1, прореагировало по 0,5 моль·л-1 веществ *А* и *В* , поэтому

*С(В)* = *3 - 0,5 = 2,5 моль·л-1*

Константа скорости равна

== 3,2·10-4 *л*⋅ *моль-1*⋅ *с-1*

К моменту времени, когда *СВ* = 1,5 моль·л-1, прореагировало по 1,5 моль·л-1 веществ *А* и *В* , поэтому

*С(А)* = *2 - 1,5 = 0,5 моль·л-1*

Скорость реакции равна**:**

*ʋ = k*⋅ *C(А)*⋅ *C(В) = 3,2·10-40,51,5= 2,4·10-4 моль·л-1·с-1.*

**Ответ:** = 3,210-4 *л моль-1 с-1; ʋ = 2,4·10-4 моль·л-1·с-1.*

***Пример 2***

Для реакции изомеризации *NH4CNO → (NH2)2CO* установлена следующая зависимость времени полупревращения от начальной концентрации *NH4CNO* дана в таблице*:*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| С0(*NH4CNO)*, моль·л−1 | 0,05 | 0,10 | 0,20 |
| τ1/2, час | 37 | 19 | 9,5 |

Определите порядок реакции и константу скорости реакции.

***Решение:***

Из данных видно, что величина τ1/2 обратно пропорциональна начальной концентрации *NH4CNO.* Значит, это реакция 2-го порядка. Константа скорости реакции:

Для трёх опытов получим следующие значения *k:*

= 0,541*л моль-1 час-1;*

= 0,5260 *л моль-1 час-1;*

= 0,526 *л моль-1 час-1;*

Среднее значение константы скорости реакции:

*л моль-1 час-1.*

***Ответ:*** реакция 2-го порядка, 10-4 *л моль-1час-1.*

***Пример 3***

В необратимой реакции первого порядка при температуре 400 К распалось 60% диметилкетона за 24 секунды, а при температуре 420 К для достижения такой же степени превращения диметилкетона потребовалось 5,4 секунды. Вычислите константу скорости распада диметилкетона.

***Решение:***

Константа скорости реакции 1-го порядка

,

где С0·‒начальная концентрация исходного вещества,

С ‒ количество прореагировавшего вещества в единице объема.

При одинаковых степенях превращения в реакции 1-го порядка значение постоянно, отношения констант скорости при разных температурах обратно пропорционально времени:

= =

*k*= 4,44

**Ответ:**

**Цель:** определить порядок реакции взаимодействия тиосульфата натрия с серной кислотой

**Задачи работы**

1. Получить зависимость электропроводности раствора от времени протекания реакции

2. Определить порядок реакции

**Приборы и реактивы**

1. Учебно-лабораторный комплекс «Общая химия» в комплектации: центральный контроллер; модуль «Термостат» в комплекте со стаканчиком (100 мл), крышкой, термодатчиком, кондуктометрическим датчиком и мешалкой

2. Лабораторная посуда (стаканчик объёмом 250 мл, мерный цилиндр объёмом 100 мл, мерные колбы объёмом 250 мл и 25 мл, пипетка объёмом 5 мл)

3. Стандартный раствор серной кислоты

4. Сухая соль тиосульфата натрия

5. Дистиллированная вода

**Обоснование работы**

Процесс взаимодействия тиосульфата натрия с кислотой проходит по реакции, уравнение которой записано ниже:

Как видно из представленного ионно-молекулярного уравнения, при протекании реакции происходит уменьшение числа образующихся ионов, и, как следствие этого, в течение реакции общая электропроводность раствора уменьшается. В связи с этим возможно определение кинетических характеристик по изменению электропроводности.

Кинетическое уравнение реакции можно записать в виде:

Оценку порядка реакции можно провести в предположении о нулевом, первом или втором порядке реакции, для этого необходимо построить графики: «» (для нулевого порядка), «» (для первого порядка), «*1*/» (для второго порядка)

где ,

текущая электропроводность раствора,

– значение электропроводности раствора не меняющееся во времени после протекания реакции,

– время протекания реакции.

Из графических зависимостей определяют порядок реакции. Критерием выбора в данном случае является наибольшее соответствие линейной зависимости в соответствующих координатах.

**Порядок выполнения работы**

Для проведения реакции готовят стандартный раствор серной кислоты с концентрацией 0,1 М. Методом разбавления готовят раствор серной кислоты с концентрацией 0,005 М из расчёта получения 250 мл раствора. Полученный раствор используется в качестве рабочего. Раствор тиосульфата натрия готовят перед работой из расчёта получения 25 мл раствора с концентрацией 0,25 М, растворением в дистиллированной воде расчётного количества сухой соли.

Термостат наполняют дистиллированной водой, устанавливают стаканчик с 50 мл 0,005М раствора серной кислоты. Уровень воды в термостате должен быть выше уровня раствора серной кислоты в стаканчике. Термостат закрывают крышкой и устанавливают кондуктометрический датчик для измерения электропроводности и термодатчик таким образом, чтобы их рабочая поверхность была ниже уровня раствора серной кислоты на 0,5-1,0 см. В стаканчик опускают магнитную мешалку.

Модуль «Термостат» подключается с помощью специального соединительного шнура к центральному контроллеру, контроллер соединяется с компьютером с помощью СОМ-порта. Контроллер включается в сеть.

При включенном контроллере запускается программа управления УЛК «Общая химия». В появившемся окне инициализации («Добро пожаловать в УЛК») выбирается вариант работы с УЛК – «Работа с контроллером». При правильно подсоединённом модуле и контроллере появятся надписи: «Контроллер активен» и «Модуль: Термостат». Затем осуществляется вход в программу управления УЛК путём нажатия кнопки «Вход».

После успешного входа в программу, соответствие между измерительными каналами и датчиками устанавливается автоматически, необходимо лишь включить используемые в работе датчики. Для этого устанавливается галочка напротив датчика 1 и 6 (при этом в столбце «Текущие значения» появится текущее значение температуры и электропроводности раствора).

Для работы кондуктометрического датчика включается источник переменного напряжения на вкладке «Исполнительные устройства». Для перемешивания раствора во время титрования включается магнитная мешалка и устанавливается необходимая скорость перемешивания.

Стакан с реакционным раствором необходимо термостатировать, для этого термостат включают на поддержание требуемой температуры. Для этого нажимают на кнопку напротив слова «Термостат» и записывают необходимое значение температуры.

В ходе работы необходимо периодически измерять проводимость раствора, поэтому устанавливается автоматический режим записи данных. Для этого в группе элементов «Параметры измерения» включается пункт «Автоматический режим» (необходимо поставить галочку). После этого настраиваются параметры одиночного измерения: включается пункт «Усреднение» (необходимо установить галочку), «Интервал измерений» ‒ 10 с.

Далее в специальное устройство наливают пипеткой 1,5 мл 0,25 М раствор тиосульфата натрия и устанавливают его в крышке. Ввод раствора тиосульфата натрия в раствор серной кислоты проводят при постоянном перемешивании.

Далее выключают перемешивание и начинают измерение электропроводности (нажатием кнопки «Измерение»). После нажатия кнопки «Измерение» начинается запись данных в банк. Далее появляется окно состояния измерения – «Обмен данными с контроллером». Проводят измерение электропроводности до тех пор, пока ее значение не станет постоянным. При построении графиков необходимо учитывать это значение, отнимая его от экспериментальных значений электропроводности.

После проведения измерения текущий эксперимент дополняется результатом измерения.

По окончании проведения эксперимента полученные значения электропроводности исследуемого раствора передаются на график и в таблицу. Для этого необходимо перейти в окно «Графики» и построить график. Добавление графика осуществляется после нажатия кнопки «Добавить график» (на панели инструментов). Далее, а специальном окне определяется соответствие между координатами графика и данными, полученными на измерительных каналах или временем (значением варьируемого параметра). Выбирается для оси абсцисс (х) «Время», а для оси ординат (у) – требуемый канал (в нашем случае – «6. Проводимость»).

Далее все точки значения проводимости передаются на результирующий график.

Y

(**Время), с**

Рис.1 ‒ Зависимость электропроводности раствора от времени протекания реакции в координатах «».

(**Время), с**

Рис.2 ‒ Зависимость электропроводности раствора от времени протекания реакции в координатах «».

*1*/

(**Время), с**

Рис.3 ‒ Зависимость электропроводности раствора от времени протекания реакции в координатах «*1*/».

***Пример определения взаимодействия тиосульфата натрия с серной кислотой***

В стаканчик с 50 мл 0,005 М раствором серной кислоты добавляют 1,5 мл 0,25 М раствор тиосульфата натрия при перемешивании. Выключают перемешивание и начинают измерение электропроводности каждые 10 с в течение 8 минут (48 точек).

Значения электропроводности изменялось до постоянного значения 3,48 мСм. По полученным данным построены графики зависимости: «» (для нулевого порядка), «» (для первого порядка), «» (для второго порядка)

где = ‒ 3,48,

– текущая электропроводности раствора,

3,48 – значение электропроводности раствора не меняющееся во времени после проведения реакции,

– время протекания реакции.

Из графиков определяется порядок реакции. В данном случае график в координатах «» показывает наилучшее соответствие линейной зависимости. Поэтому делается вывод о том, что порядок реакции взаимодействия тиосульфата натрия с серной кислотой первый.