

Как видно из рисунка 1, зависимость, *a*, построенная по уравнению Аррениуса, остается прямолинейной во всем исследованном интервале температур, а зависимость *б*, построенная по результатам расчетов на основе правила Вант-Гоффа, является прямолинейной только в узком интервале температур.

Отклонение графика температурной зависимости скорости реакции от прямой линии в области высоких температур свидетельствует о том, что правило Вант-Гоффа допустимо применять лишь для приближенной оценки влияния температуры на скорость реакций (главным образом в растворах) в области температур, близких к комнатным.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Методические указания к лабораторным работам по общей химии* / В.В.Приседский, Е.И.Волкова, И.В.Мнускина, Л.И.Рублева / под. ред. В.В.Приседского. – Донецк: ДОННТУ, 2015. – 62 с.

### МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОРЯДКА ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

К.А. Венжега, Е.И. Волкова

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

*В экспериментальной работе проведен анализ точности определения времени протекания гомогенной реакции методом визуального контроля. Для сравнения использован стандартный метод фиксирования количества продукта реакции и метод «исчезающей полоски». Предложен метод усовершенствования лабораторной работы по кинетическим измерениям.*

*Ключевые слова: КИНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ПОРЯДОК РЕАКЦИИ, ЛОГАРИФМИЧЕСКИЕ КООРДИНАТЫ.*

*The experimental work analyzed the accuracy of determining the time of a homogeneous reaction by the method of visual control. For comparison, the standard method of fixing the amount of the reaction product and the method of "vanishing strip" were used. A method for improving laboratory work on kinetic measurements is proposed.*

*Keywords: KINETIC RESEARCH, RESPONSE ORDER, LOGARIFMIC COORDINATES.*

Зависимость скорости процессов, протекающих в ходе превращения веществ, от концентрации реагирующих веществ устанавливает основной закон кинетики - закон действующих масс: скорость одностадийного процесса пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ. Математическое уравнение, определяющее зависимость скорости реакции от концентраций реагентов, называется кинетическим уравнением. Важной характеристикой процессов, протекающих с определенной скоростью в том или ином направлении, является порядок реакции, указывающий на степенную зависимость скорости от концентраций реагирующих веществ.

Экспериментальное определение порядка реакции проводят графическим методом. При заданных внешних условиях (температура, давление, среда, в которой протекает процесс) скорость является функцией концентрации реагирующих веществ. Изменяя концентрацию одного из реагентов при неизменных прочих условиях, в каждом опыте определяют время протекания реакции и строят график зависимости скорости реакции от концентрации в логарифмических координатах. Такой прием построения графиков называют линеаризацией зависимости. Численное значение порядка реакции находят как тангенс угла наклона прямой линии, построенной по экспериментальным данным.

Точное соответствие величины тангенса угла наклона, построенного графика величине порядка реакции зависит от точности определения времени протекания реакции. Если в реакции образуется малорастворимое вещество, отсчет времени в каждом опыте прекращают, когда образуется одно и то же количество продукта. Скорость приравнивают величине, обратно пропорциональной времени протекания реакции. Поэтому очень важно установить момент образования одинакового количества продукта.

В данной работе предложена простая конструкция прибора, позволяющая повысить точность кинетических измерений при исследовании зависимости скорости реакции от концентраций реагирующих веществ.

Была изучена зависимость скорости реакции между тиосульфатом натрия и серной кислотой в растворах от концентрации  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ :



Белый осадок образующейся мелкодисперсной серы становится заметным для глаза наблюдателя после накопления определенной её концентрации  $\Delta c$ . Для того, чтобы фиксировать время протекания реакции до накопления одинакового количества продукта, отсчет времени прекращают, когда визуально степень помутнения раствора кажется такой же, как в предыдущем опыте.

Были проведены две серии повторяющихся опытов при постоянной концентрации реагентов. В таблице 1 приведены данные опытов по стандартной методике фиксирования времени протекания реакции (серия 1): до одинаковой степени помутнения раствора, определяемой визуально, и с использованием метода «исчезающей полоски» (серия 2).

Таблица 1 – Время протекания реакции, зафиксированное по двум методикам

№ серии	Время протекания реакции, с									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Серия 1	40	42	40	40	41	43	41	42	44	43
Серия 2	40	40	40	40	41	40	41	41	41	40

Как видно из таблицы, разброс данных практически не заметен, если используется метод «исчезающей полоски».

Для определения порядка исследуемой реакции по тиосульфату натрия проводили три опыта при разных концентрациях этого реагента и постоянной концентрации серной кислоты (Таблица 2 и Таблица 3).

Таблица 2 – Результаты кинетических измерений, полученных по стандартной методике фиксирования времени протекания реакции

№	Объём растворов веществ, мл			Время $\Delta\tau$ , с	Скорость $v = \frac{100}{\Delta\tau}$ , с <sup>-1</sup>	lg v	"c"	lg "c"
	1 пробирка		2 пробирка					
	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>					
1	7,5	–	2,5	56	1,78	0,26	7,5	0,88
2	5	2,5	2,5	77	1,30	0,11	5	0,70
3	2,5	5	2,5	134	0,75	-0,13	2,5	0,40

Таблица 3 – Результаты кинетических измерений, полученных по методу «исчезающей полоски»

№	Объём растворов веществ, мл			Время $\Delta\tau$ , с	Скорость $v = \frac{100}{\Delta\tau}$ , с <sup>-1</sup>	lg v	"c"	lg "c"
	1 пробирка		2 пробирка					
	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>					
1	7,5	–	2,5	54	1,86	0,27	7,5	0,88
2	5	2,5	2,5	85	1,18	0,07	5	0,70
3	2,5	5	2,5	169	0,59	-0,23	2,5	0,40

По экспериментальным данным были построены графики температурной зависимости скорости реакции в аррениусовых координатах (рис.1).

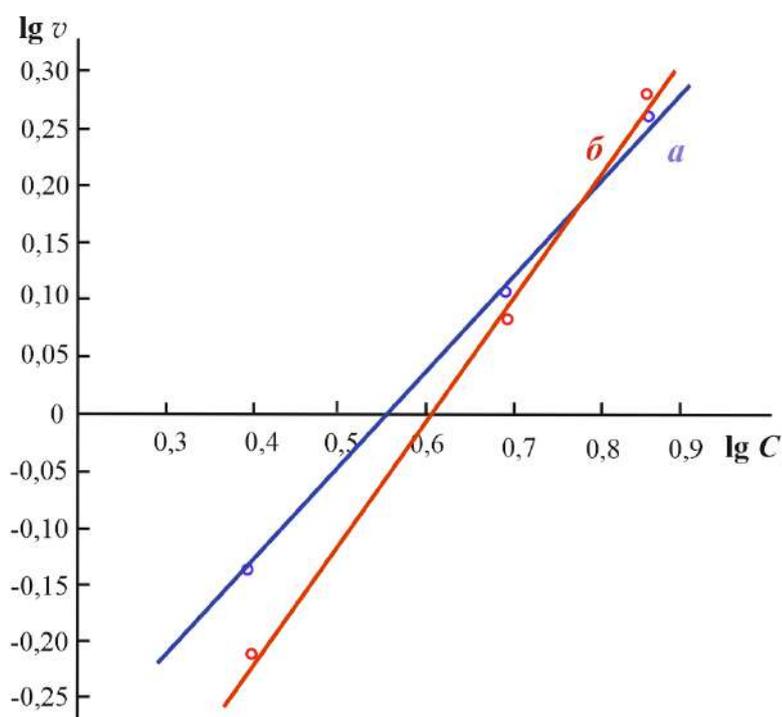


Рисунок 1 – Зависимость lg v от lg c для двух экспериментальных серий:  
 а) стандартный метод определения времени; б) определение времени по методу «исчезающей полоски»

Тангенс угла наклона прямой в координатах  $\lg v - \lg c$  соответствует порядку реакции по исследуемому веществу.

Порядок реакции по тиосульфату натрия, определенный по стандартной методике, равен 0,82. Метод «исчезающей полоски» дает значение  $n = 1$ , что соответствует литературным данным для исследуемой реакции.

Таким образом, предложенный метод определения времени протекания гомогенной реакции дает значительно меньшую погрешность в определении порядка реакции графическим методом.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. *Методические указания к лабораторным работам по общей химии* / В.В. Приседский, Е.И. Волкова, И.В. Мнускина, Л.И. Рублева / под. ред. В.В.Приседского. – Донецк : ДОННТУ, 2015. – 62 с.

### СЖИМАЕМОСТЬ ЖИДКОЙ ФАЗЫ В СИСТЕМЕ ДИОКСИД УГЛЕРОДА - $\gamma$ -БУТИРОЛАКТОН

С.Г.Краснокутский, В.Г.Матвиенко

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

*Исследована сжимаемость жидкой фазы двухкомпонентной системы диоксид углерода -  $\gamma$ -бутиролактон во всем диапазоне составов при температурах 0 – 40<sup>0</sup>С и давлениях до 9 МПа. Установлена аномально высокая сжимаемость жидкой фазы для растворов с высоким содержанием диоксида углерода при температурах, близких к его критической температуре.*

*Ключевые слова: ДИОКСИД УГЛЕРОДА,  $\gamma$ -БУТИРОЛАКТОН, ЖИДКАЯ ФАЗА, СЖИМАЕМОСТЬ.*

*Liquid phase compressibility in two-component carbon dioxide- $\gamma$ -butirolactone system at temperatures 0-40<sup>0</sup>С and pressures up to 9 МПа was studied. Abnormal high compressibility for solutions with high carbon dioxide content at temperatures close to its critical temperature is stated.*

*Key words: CARBON DIOXIDE,  $\gamma$ -BUTIROLACTONE, LIQUID PHASE, COMPRESSIBILITY.*

Для очистки природного газа от кислых компонентов (сероводорода и диоксида углерода) при их высоком содержании рационально использовать абсорбенты, которые хорошо растворяют эти компоненты, не вступая с ними в химическое взаимодействие. В качестве одного из таких абсорбентов может быть рекомендован  $\gamma$ -бутиролактон. Он представляет собой жидкость с нормальной температурой кипения 204<sup>0</sup>С и низкой температурой замерзания -44,0<sup>0</sup>С. Малая летучесть этого поглотителя позволяет свести к минимуму потери его в виде пара с очищенным газом, а низкая температура кристаллизации позволяет применять его в районах крайнего севера. Исследованиями, проведенными на кафедре физической и органической химии ДонНТУ, было установлено, что  $\gamma$ -бутиролактон хорошо растворяет сероводород и диоксид углерода.