

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,
г. Могилев, Республика Беларусь

Аннотация. Рассматривается способ организации дистанционного преподавания дисциплин химического профиля. Предлагается организации лабораторного практикума по физической и коллоидной химии с использованием современных образовательных технологий. Темы практикума были выбраны из представлений об актуальности изучаемого раздела при подготовке инженера-технолога. В качестве примера приводятся расчетные лабораторные работы по теме кинетика сложных химических реакций.

Ключевые слова: дистанционное обучение; физическая химия; коллоидная химия; кинетика

В настоящее время динамично развиваются различные варианты дистанционного получения знаний. Это связано с актуальным запросом общества на получение возможности жить, работать, учиться без привязки к геолокации, а современные средства связи, обмена информацией, общения позволяют обществу выйти на новый уровень коммуникаций. В определенной степени сложнее организовать дистанционное преподавание дисциплин, предполагающих получение практических навыков в специально оборудованных лабораториях. К таким дисциплинам относятся химические дисциплины. Нами предлагается дистанционный вариант организации лабораторного практикума, который может быть использован для организации учебного процесса как для студентов очной формы получения образования, например, как управляемая самостоятельная работа, так и для студентов заочной формы получения образования, как непосредственно лабораторный практикум.

В практикуме по физической и коллоидной химии первоочередной является задача получения студентами устойчивых навыков в выполнении сложных физико-химических расчетов. Непосредственное получение экспериментальных данных зачастую практически невозможно даже в рамках классического аудиторного практикума из-за сложности необходимого оборудования и техники эксперимента. Однако, эти сложности в организации традиционного практикума оказались плюсами в организации дистанционного варианта лабораторных работ, в основу которого ложится непосредственно получения навыков в выполнении сложных расчетов.

В данной работе приводится пример лабораторных работ по кинетике химических реакций, в которых рассматриваются сложные химические реакции – параллельные и последовательные. В качестве программного обеспечения выбрана программа офиса Microsoft – Excel. Наш выбор объясняется простотой и доступностью для каждого студента данного программного продукта.

Примером простейшего случая параллельных реакций может быть следующая схема:



В данном случае реакции необратимы и относятся к реакциям первого порядка. Кинетику таких реакций можно описать следующими уравнениями [1]:

$$\frac{dx_1}{d\tau} = k_1(n_0(A) - x); \quad \frac{dx_2}{d\tau} = k_2(n_0(A) - x)$$

$$\frac{dx}{d\tau} = \frac{dx_1}{d\tau} + \frac{dx_2}{d\tau} = (k_1 + k_2)(n_0(A) - x)$$

где x – общее число моль вещества А, превратившегося к моменту времени τ , $n_0(A)$ – начальное число моль вещества А.

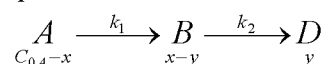
Представленные уравнения являются стартовыми, их дальнейшие математические преобразования позволяют рассчитать количества продуктов реакций на данный момент времени при заданных количестве начального вещества и константах скорости k_1 и k_2 . В Excel создается таблица, аналогичная таблице 1.

Таблица 1 – Таблица данных для расчета кинетики параллельных реакций

A	B	C	D	E	F	G	H	I
№	n0(A), моль	k ₁ , мин ⁻¹	k ₂ , мин ⁻¹	τ, мин	n(A), моль	n(B) = x ₁ , моль	n(D) = x ₂ , моль	n(A), моль
1	3,0	0,2	0,3	0	3,0	0,0	0,0	

Ячейки **F2, G2, H2, I2** – защищены от изменений и содержат расчетные формулы. В ячейки **B2, C2, D2** вносятся значения в соответствии с заданными характеристиками реакции, они постоянны для любого момента времени. Также задается шаг изменения ячейки **E3**, начиная со значения 0. Число рассчитанных точек определяется в зависимости от необходимой степени протекания реакции. Можно проанализировать только ее начальный этап, а можно весь ход реакции до полного превращения начального компонента А (рисунок 1).

В последовательных химических реакциях образующееся на первой стадии промежуточное вещество превращается затем в конечный продукт. Кинетика наиболее простого случая из двух последовательных мономолекулярных реакций может быть записана следующим образом:



где C_{0A} – начальная концентрация компонента А, (x – y) – концентрация компонента В к моменту времени τ, у – концентрация компонента D к моменту времени τ.

Скорость изменения концентрации промежуточного компонента В будет определяться уравнением [1]:

$$\frac{d(x-y)}{d\tau} = \frac{dx}{d\tau} - \frac{dy}{d\tau} = k_1 C_A - k_2(x-y) = k_1 C_{0A} \cdot e^{-k_1\tau} - k_2(x-y)$$

Решение этого уравнения с заданными концентрацией начального вещества и константами скорости k₁ и k₂ позволяет рассчитать концентрацию промежуточного вещества и концентрацию образовавшегося продукта реакции. В Excel создается таблица, аналогичная таблице 2.

Таблица 2 – Таблица данных для расчета кинетики последовательных реакций

A	B	C	D	E	F	G	H
№	C ₀ (A), моль/л	k ₁ , мин ⁻¹	k ₂ , мин ⁻¹	τ, мин	C(A), моль/л	C(B), моль/л	C(D), моль/л
1	3,0	0,8	0,5	0,0	3,0	0,0	0,0

Ячейки **B2, C2, D2** содержат постоянные для данной реакции значения – начальную концентрацию компонента А и константы реакций. В ячейку **E2** вносится время, начиная со значения 0 (реакция еще не началась). Изменение времени задается с любым шагом. Выше перечисленные ячейки заполняются студентом, а значения в ячейках **F2, G2, H2** рассчитываются по кинетическим уравнениям. Они защищены от изменений. В таблице значений может быть произвольное количество строк. Студент может произвольно задавать шаг изменения времени, константы и начальную концентрацию вещества А, анализируя, как изменение этих условий влияет на кинетику изучаемого процесса. Одновременно изменения происходят в листе с размещенной диаграммой (рисунок 2).

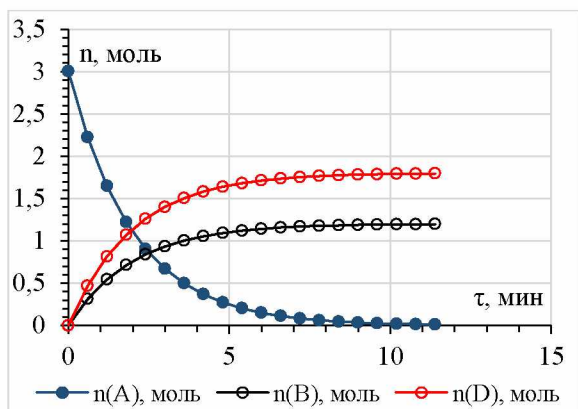


Рисунок 1 – Кинетические кривые для параллельных реакций

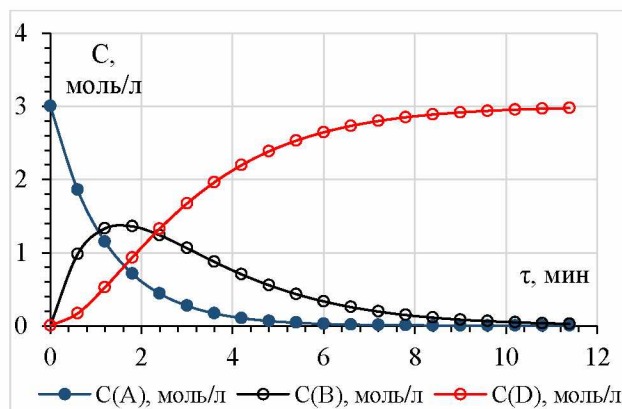


Рисунок 2 – Кинетические кривые для последовательных реакций

Данные лабораторные работы также, как и другие работы в разработанном цикле лабораторных работ, предполагают исследовательский подход к их выполнению. Задача студента – сделать вывод о факторах, которые влияют на выход продуктов и вид кинетических кривых. Поставленная задача определяется требованием к будущему инженеру-технологу уметь прогнозировать и анализировать технологический процесс, знать и понимать факторы, влияющие на его протекание.

Список литературы:

1. Основы физической химии. Теории и задачи: Учеб. пособие для вузов / В.В. Еремин, С.И. Каргов, И.А. Успенская, Н.Е. Кузьменко, В.В. Лунин. – М.: Издательство «Экзамен», 2005. – 480 с.

E. N. Dudkina

Organization of distance learning when teaching chemical disciplines

Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Mogilev, Republic of Belarus

Abstract. A method for organizing distance teaching of chemical disciplines is considered. It is proposed to organize a laboratory workshop on physical and colloidal chemistry using modern educational technologies. The topics of the workshop were chosen based on ideas about the relevance of the section being studied in the preparation of a process engineer. As an example, calculation laboratory work on the topic of kinetics of complex chemical reactions is given.

Keywords: distance learning; physical chemistry; colloid chemistry; kinetics