



3. Каклюгин, А.В. Лабораторный практикум по оценке свойств строительных материалов: учеб. пособие / А.В. Каклюгин, И.В. Трищенко; под общ. ред. А.Н. Юндина. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2010. – Часть 2. – 144 с.

УДК 544.473: 577.15

**Н.А. Клебанова, А.В. Клебанов, Н.И. Путникова**

Учреждение образования «Могилевский государственный университет имени А.А. Кулешова», г. Могилев

## **ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ «ФЕРМЕНТАТИВНЫЙ КАТАЛИЗ» В КУРСЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Физическая химия представляет собой одну из фундаментальных дисциплин химического цикла и является теоретической основой современной химии.

Изучение физической химии показывает, что универсальные физико-химические закономерности связывают воедино все области химии и естествознания независимо от объекта исследования и находят успешное применение для решения конкретных практических задач.

Одним из важных разделов физической химии является тема «Ферментативный катализ». Важность данной темы определяется как теоретической значимостью, так и широким применением ферментативного катализа в различных областях промышленности, медицины, ветеринарии, фармации. За последние годы достигнуты большие успехи в изучении кинетических механизмов сложных ферментативных процессов и использовании полученных знаний в области биотехнологии.

В связи с тем, что тема имеет междисциплинарный характер, она подробно изучается как в курсе физической химии для студентов специальности «Химия», так и в курсе биологической химии для студентов специальности «Биология».

Следует отметить, что тема «Ферментативный катализ» является одной из самых сложных в курсе физической химии. Для ее успешного освоения студентам необходимо знать основы химической кинетики, иметь общие представления о катализе и владеть математическим аппаратом. Традиционно основным вниманием уделяется изучению теоретического материала, большая часть которого излагается в лекционном курсе.

Лекционный материал по данному разделу физической химии включает рассмотрение общих вопросов ферментативного катализа, вывод уравнения Михаэлиса-Ментена, знакомство с основными типами ингибирования и определение кинетических параметров полученных математических закономерностей.

Однако наиболее сложным в методике преподавания является закрепление у студентов полученных теоретических знаний. Как правило, для этих целей используют решение задач и проведение лабораторных работ. Задачи по кинетике и катализу представляют собой экспериментально полученные зависимости, данные в табличном виде, на основании которых рассчитывают тот или иной кинетический параметр реакции [1,2]. В то же время организация лабораторных работ по данной теме представляет определенную трудность, так как для этого обычно требуется дорогостоящее оборудование и реактивы (ферменты) и большие временные затраты на проведение.

Поэтому для успешного освоения темы «Ферментативный катализ» студентам предлагаются лабораторные работы на ЭВМ. Лабораторный практикум на ЭВМ уже успешно используются при изучении физколлоидной химии [3]. Лабораторные работы на ЭВМ



проводятся с использованием программного обеспечения OriginPro (OriginLab Corporation). По результатам выполнения лабораторных работ студенты представляют отчет в электронном виде.

Для отработки полученных на лабораторных и практических занятиях навыков и умений студентам предлагаются многовариантные задания для самостоятельного выполнения.

Следует отметить, что для успешного применения компьютерных технологий в учебном процессе, кроме обязательного курса цикла естественнонаучных дисциплин «Основы информационных технологий» для студентов введен курс «Информационное обеспечение химических дисциплин», в рамках которого они знакомятся с принципами использования специализированных программных продуктов для обработки результатов химических исследований.

Примеры заданий подобного типа.

**Задание 1.** В таблице 1 приведены экспериментальные данные величин скорости ферментативной реакции ( $S + H_2O \rightarrow A + B$ ) при определенной концентрации субстрата (S). Известно, что концентрация фермента (E) равна  $4,0 \cdot 10^{-6}$  моль /л. На основании опытных данных и полагая, что процесс описывается уравнением Михаэлиса-Ментен, определите кинетические характеристики  $K_M$ ,  $v_{max}$  и  $K_2$  тремя способами: а) в координатах Лайнуивера-Берка 1; б) в координатах Лайнуивера-Берка 2; в) в координатах Эди-Хофсти. Приведите уравнения, описывающие полученные зависимости.

Таблица 1 – Экспериментальные данные скорости ферментативной реакции

$[S]_0 \times 10^4$ , моль/л	2,5	5,0	10,0	15,0
$v_0 \times 10^8$ , моль/(л·с)	3,7	6,3	9,8	11,8

Решение:

а)

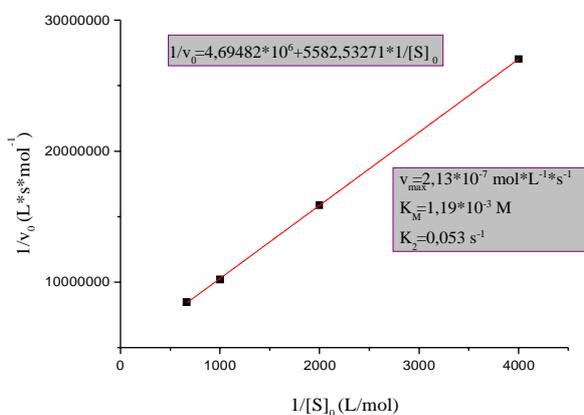


Рисунок 1 – Определение кинетических характеристик в координатах Лайнуивера-Берка 1

в)

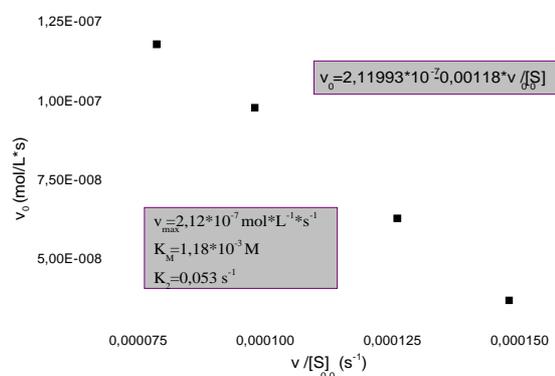


Рисунок 2 – Определение кинетических характеристик в координатах Эди-Хофсти

**Задание 2.** В таблице 2 приведены экспериментальные данные величин скорости ферментативной реакции окисления при определенной концентрации субстрата (S). Для данной реакции было изучено влияние ингибитора (I) на активность фермента и получены соответствующие экспериментальные значения  $v_0$  и  $[S]_0$  (таблица 3). Постройте график зависимости скорости реакции от концентрации субстрата. Используя любой из трех способов линеаризации (способы Лайнуивера-Берка 1, Лайнуивера-Берка 2, Эди-Хофсти), определите тип ингибирования и значения всех констант кинетических уравнений.

Таблица 2 – Экспериментальные данные скорости реакции в отсутствие ингибитора



[S] <sub>0</sub> , моль/л	0,01	0,002	0,001	0,0005	0,00033
v <sub>0</sub> *10 <sup>6</sup> , моль/(л·с)	1,17	0,99	0,79	0,62	0,5

Таблица 3 – Экспериментальные данные скорости реакции в присутствии ингибитора

[S] <sub>0</sub> , моль/л	0,0095	0,00373	0,00243	0,0009132	0,0005653
v <sub>0</sub> *10 <sup>6</sup> , моль/(л·с)	0,833	0,8	0,752	0,588	0,5

Решение:

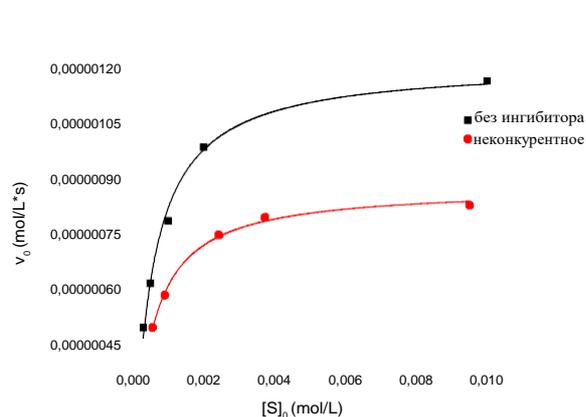


Рисунок 3 – Зависимости скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата без ингибитора (—■—) и в присутствии I (—●—)

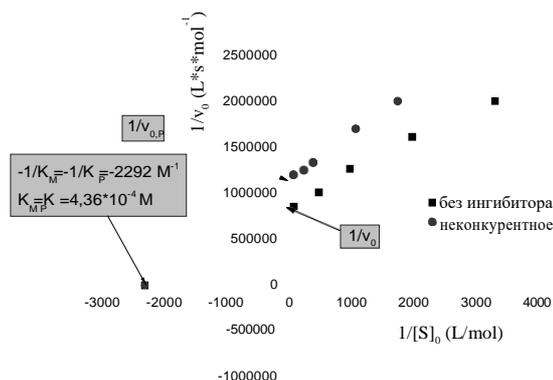


Рисунок 4 – Определение типа ингибирования и кинетических характеристик в координатах Лайнуивера-Берка I

Использование такого подхода при изучении темы «Ферментативный катализ» имеет ряд преимуществ:

- глубина проработки учебного материала;
- экономия учебного времени;
- относительно низкая стоимость получения результата – не используются дорогостоящие реактивы и оборудование;
- формирование навыка современной обработки и анализа экспериментальных результатов, что является одной из важных компетенций выпускника университета [4];
- возможность внеаудиторной самостоятельной работы;
- наличие индивидуальных заданий;
- реализация принципа интегрированного обучения - наглядно прослеживаются междисциплинарные связи физхимии, биохимии и информатики.

Таким образом, включение лабораторных работ с использованием ЭВМ существенно обогащает химические практикумы и повышает их научно-образовательный уровень, главное – приводит к более глубокому и успешному освоению сложных разделов физической химии.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Atkins, P. Physical Chemistry, Eighth edition / Peter Atkins and Julio de Paula. – New York: W.H. Freeman and Company, 2006. – 1053 p.
2. Байрамов, В.М. Химическая кинетика и катализ: Примеры и задачи с решениями: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.М. Байрамов. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 320 с.
3. Поляченко, О.Г. Физическая и коллоидная химия: практикум / О.Г. Поляченко, Л.Д. Поляченко. – Мн.: БГТУ, 2006. – 380 с.



4. Образовательный стандарт Республики Беларусь ОС РБ 1-31 05 01-2008. Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-31 05 01 Химия (по направлениям): введ. 01.09.2008. – Минск: Министерство образования РБ, 2008 – 39 с.

УДК 373.5.016

**Л.А. Кобринец**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест

## **ИЗУЧЕНИЕ ТЕМЫ «КОЛЛОИДНЫЕ РАСТВОРЫ» С ПРИМЕНЕНИЕМ МУЛЬТИМЕДИЙНОЙ ПРЕЗЕНТАЦИИ**

Стремительный рост объема и плотности информации ставит перед преподавателем в современном вузе при чтении лекций противоречивое требование: большой объем знаний за короткий промежуток времени.

При использовании традиционных методов (наглядные пособия, лекционный химический эксперимент, натуральные объекты) во время лекционной подачи материала в большой группе студентов возможны технические моменты, такие как: шум в аудитории, плохая видимость с доски, плохая слышимость преподавателя. Возможны сложности преподнесения лекции преподавателем для студентов: быстрая подача материала (не успевают записывать), плохое (неполное) объяснение материала, сложность темы лекции снижает заинтересованность студентов. Часто при чтении традиционной лекции отсутствует обратная связь студента с преподавателем, а все возникающие у студентов вопросы должны рассматриваться на семинарах [1].

Общеизвестно, что учащиеся лучше усваивают учебный материал, если он преподносится в определенной логической последовательности с воздействием на максимальное число органов чувств [2]. Повысить усвоение учебного материала на лекциях возможно при применении современных средств мультимедиа и компьютерных технологий. Это может быть медиа- или мультимедиалекция, учебная компьютерная презентация, а так же презентация с помощью Microsoft Power Point (PP). Для чтения лекций оптимальным является применение презентации с помощью PP. Презентация PP может содержать текстовые материалы, фотографии, рисунки, слайд-шоу, звуковое оформление и дикторское сопровождение, видеофрагменты и анимацию, трехмерную графику [3]. Программа PP позволяет полностью собрать необходимые материалы к лекции. «Текстовый редактор» позволяет включить информацию в виде текста [2]. «Графический редактор» позволяет включить в презентацию аудио- и видеофрагменты, карты, рисунки, диаграммы, таблицы.

При использовании PP достигается оптимизация таких дидактических принципов, как научность, систематичность, последовательность в обучении, системность, преемственность, доступность, наглядность, информативность. Применением презентаций PP достигается оптимальное сочетание словесных, наглядных, практических и репродуктивных методов обучения.

В пособии «Электронные средства обучения химии: разработка и методика использования» А.А. Белохвостова и Е.Я. Аршанского рассматриваются следующие рекомендации к созданию и оформлению презентаций PP [2, с. 107–109]:

1.  $7\pm 2$  – универсальный принцип презентаций. Именно столько элементов может удержать в кратковременной памяти средний человек.  $7\pm 2$  – максимальное количество разделов презентации.