

вышением своего профессионально-культурного уровня. Помощь в саморазвитии участников профессиональной культуры последние 15 лет оказывает журнал «Химия: проблемы преподавания», который выполняет такие функции, как фиксации, хранения, трансляции и преобразования профессиональной культуры учителя химии.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Свірыдаў В. В.* Перспективы развіцця часопіса // *Хімія: праблемы выкладання*. 1995. № 1. С. 4—5.
2. *Свиридов В. В.* Каким должно быть химическое образование в средней и высшей школе? // *Хімія: праблемы выкладання*. 1996. № 3. С. 61—64.
3. *Свиридов В. В.* О принципах отбора материала, подлежащего изучению в различных химических курсах // *Хімія: праблемы выкладання*. 1996. № 3. С. 65—76.
4. *Свиридов В. В.* Школа нуждается в новых учебниках // *Хімія: праблемы выкладання*. 1997. № 7. С. 95—101.
5. *Свиридов В. В.* Обсуждаем проект Стандарта // *Хімія: праблемы выкладання*. 1999. № 1. С. 68—70.
6. *Свиридов В. В.* О целях изучения химии в средней школе // *Хімія: праблемы выкладання*. 2002. № 1. С. 18—24.
7. *Свиридов В. В.* Валентность // *Хімія: праблемы выкладання*. 1996. № 2. С. 4—27.
8. *Свиридов В. В.* Химическая связь // *Хімія: праблемы выкладання*. 2000. № 3. С. 26—66; № 4. С. 3—34.
9. *Мычко Д. И.* Методологические вопросы языка науки при изучении химии // *Хімія: праблемы выкладання*. 2000. № 6. С. 28—58.
10. *Мычко Д. И.* Каким быть школьному химическому образованию? (Размышления на II съезде учителей) // *Хімія: праблемы выкладання*. 2001. № 6. С. 59—73.
11. *Браницкий Г. А., Воробьева Т. Н.* Решение, принятое на научно-методической конференции по проблемам развития и усовершенствования химического образования // *Хімія: праблемы выкладання*. 2002. № 2. С. 3—4.

Поступила в редакцию 10.06.2010.

УДК 544.4'7

О. Г. ПОЛЯЧЕНОК, Е. Н. ДУДКИНА,
Л. Д. ПОЛЯЧЕНОК

ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ НА ЭВМ ПО КУРСУ ФИЗИЧЕСКОЙ И КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ КАК ФОРМА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Могилевский государственный университет продовольствия, Могилев, Беларусь

Вопросам компьютеризации учебного процесса в средней и высшей школе большое внимание уделяется уже свыше 20 лет [1]. Это направление педагогической деятельности активно развивается и в Беларуси [2]. Как было отмечено в [3], современные персональные ЭВМ позволяют моделировать многие лаборатор-

ные работы в химических практикумах. Они дают возможность получить быстро и практически без материальных затрат «экспериментальные» данные, а их математическая и физико-химическая обработка производится точно так же, как и в условиях реального эксперимента. Компьютерное моделирование лабораторных работ в химических практикумах, в особенности в практикуме по физической и коллоидной химии, может рассматриваться как важное направление развития современных образовательных технологий в обучении химии будущих инженеров пищевой и химической промышленности. Оно особенно важно в современных условиях быстрого роста научных знаний и постоянного сокращения объема аудиторных часов для изучения химических дисциплин.

Компьютерные лабораторные работы позволяют существенно экономить учебное время за счет исключения длительной и трудоемкой подготовительной работы, необходимости тщательных и многократных экспериментальных измерений. Тем самым они дают возможность студентам нехимических специальностей использовать сэкономленное время для более глубокого освоения физико-химических основ изучаемого явления. Эти работы позволяют дополнить практикум по физической и коллоидной химии разнообразными работами, которые по тем или иным причинам не могут быть реализованы на практике. При этом может быть легко осуществлен фронтальный метод изучения программы практикума, когда все студенты выполняют одну и ту же лабораторную работу, и при этом каждый имеет индивидуальное задание, что особенно важно для студентов младших курсов.

Очень важно, что выполнение таких лабораторных работ студентами может быть легко организовано на их домашнем компьютере (при этом можно использовать интернет и электронную почту), т. е. студенты получают уникальную возможность проработать значительную часть программы практикума у себя дома. Таким образом, эти работы можно рассматривать как важную форму управляемой самостоятельной работы студентов как дневной, так и заочной форм обучения.

Для студентов нехимических технологических специальностей, для которых химическая подготовка носит в значительной степени общеобразовательный характер и часто не требует приобретения навыков экспериментальных химических исследований, такая форма организации многих лабораторных работ может оказаться наиболее целесообразной и эффективной.

Ниже представлены три лабораторные работы, разработанные авторами для практикума по физической и коллоидной химии: две работы по химической кинетике (определение порядка реакции, кинетика последовательных реакций) и работа по изучению адсорбции газов на твердой поверхности. Ход выполнения этих работ изложен в пособии [4], здесь же мы сосредоточимся на основных методических аспектах этих работ.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРЯДКА ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

До начала работы студентам даются исходные «экспериментальные» данные — зависимость концентрации реагирующего вещества от времени: 6 пар величин t (время) — C (концентрация, моль/дм³), включая начальное значение C_0 при $t = 0$; 100 вариантов этих заданий разработаны на ЭВМ, номер указывает преподавателем. В отличие от существующих пособий и задачников, в которых порядок реакции принимается равным 1 или 2, здесь он не является целочисленным; студентам предлагается определить порядок с точностью до 0,01.

В такой форме эта задача, ввиду ее трудоемкости, практически не может быть решена без применения ЭВМ.

Использованный нами принцип определения порядка реакции (n) основан на следующем. Если порядок реакции определен правильно, то найденные по уравнениям (1) или (2) для всех 5 экспериментальных точек величины константы скорости k должны быть одинаковыми:

$$n = 1: \quad k = \frac{1}{t} \ln \frac{C_0}{C}, \quad C = C_0 e^{-kt}, \quad \ln C = \ln C_0 - kt, \quad (1)$$

$$n - \text{любое число:} \quad k = \frac{1}{t(n-1)} \left(\frac{1}{C^{n-1}} - \frac{1}{C_0^{n-1}} \right), \quad \frac{1}{C^{n-1}} = \frac{1}{C_0^{n-1}} + k t (n-1). \quad (2)$$

При неправильном определении порядка рассчитанные значения k будут систематически изменяться со временем (с изменением концентрации). С учетом того, что экспериментальные данные всегда имеют естественный разброс, речь идет о подборе такого значения n , при котором разброс k для всех экспериментальных точек относительно среднего значения $\bar{k}$ будет минимальным.

По программе производится варьирование порядка реакции n с шагом Δn в пределах от минимального значения $n(1)$ до максимального $n(r)$: $n(2) = n(1) + \Delta n$, $n(3) = n(2) + \Delta n$ и т. д. Для каждого заданного значения порядка $n(i)$ по уравнению (2) вычисляются 5 значений констант $k_1(i) - k_5(i)$, при этом для $n = 1$ расчеты производятся по уравнению (1). Находятся средние величины

$$\bar{k}(i) = \frac{\sum_{m=1}^5 k_m(i)}{5}. \quad (3)$$

Затем вычисляются величины дисперсии s^2 :

$$s(i)^2 = \frac{\sum (k_m(i) - \bar{k}(i))^2}{4} \quad (4)$$

и, наконец, величины стандартного отклонения $s(i)$:

$$s(i) = \sqrt{s(i)^2}. \quad (5)$$

При поиске значения $n(i)$, обеспечивающего наименьший разброс $k(i)$ относительно среднего значения $\bar{k}(i)$, используются относительные величины $s(i)/\bar{k}(i)$. Этот поиск может выполняться как по таблице, выводимой на экран монитора, так и путем построения графика в координатах $s(i)/\bar{k}(i) - n(i)$. На этих графиках (рис. 1) просматривается четкий минимум, соответствующий оптимальному значению величины порядка реакции n .

Важно, что в результате выполнения этой работы студенты лучше понимают смысл понятия «порядок реакции» как эмпирического параметра и знакомятся с самым общим принципом его определения по экспериментальным данным.

После определения порядка реакции студенты вычисляют, в соответствии с уравнениями (2) или (1), величины $C^{-(n-1)}$ или $\ln C$ и строят на миллиметровой

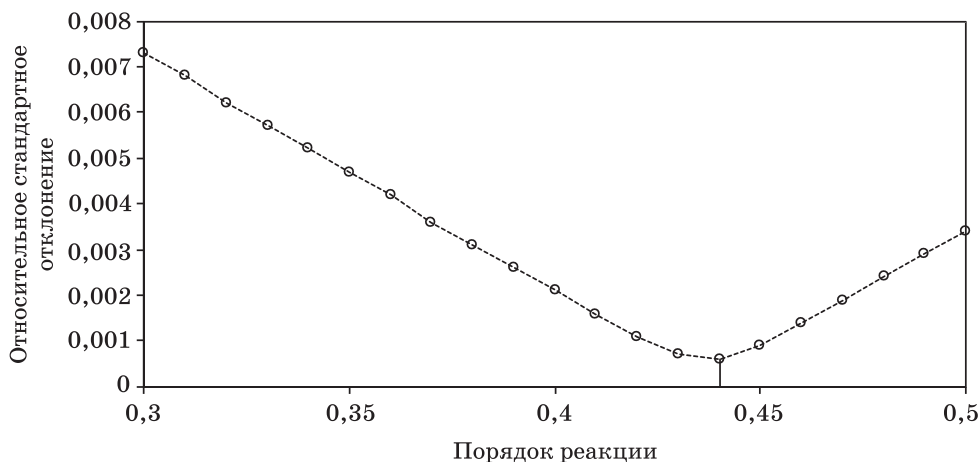


Рис. 1. Зависимость стандартного отклонения $s(i)/\bar{k}(i)$ от порядка реакции n

бумаге формата А4 прямолинейный график зависимости этих величин от времени t . По этому графику они самостоятельно определяют константу скорости реакции k и сравнивают ее с величиной, рассчитанной на ЭВМ методом наименьших квадратов.

Хотя исходные данные в этой лабораторной работе соответствуют постоянной температуре и полученный график является изотермой, он дает возможность обсудить со студентом и влияние температуры на скорость химической реакции. Для этого ему предлагается изобразить на том же графике линию, соответствующую более высокой или более низкой температуре. Правильный ответ предполагает знание студентом уравнения Аррениуса, из которого следует быстрое увеличение константы скорости и, соответственно, тангенса угла наклона на этом рисунке при повышении температуры.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ

В данной лабораторной работе рассмотрены основные особенности последовательных химических реакций простейшего типа, включающих два мономолекулярных превращения с заданными константами скорости k_1 и k_2 :



Здесь C_0 — начальная концентрация вещества А, x — концентрация вещества А, превратившегося к настоящему времени (t) в В, y — концентрация образовавшегося D (столько же исчезло вещества В).

Данная лабораторная работа является примером работ, которые вообще не могут быть осуществлены в студенческом лабораторном практикуме. Изучение особенностей таких химических реакций, а они очень поучительны, возможно только при использовании ЭВМ.

Расчеты величин концентраций всех трех веществ $C(A)$, $C(B)$ и $C(D)$ производятся на ЭВМ по известным уравнениям [4]. При выполнении работы на экран

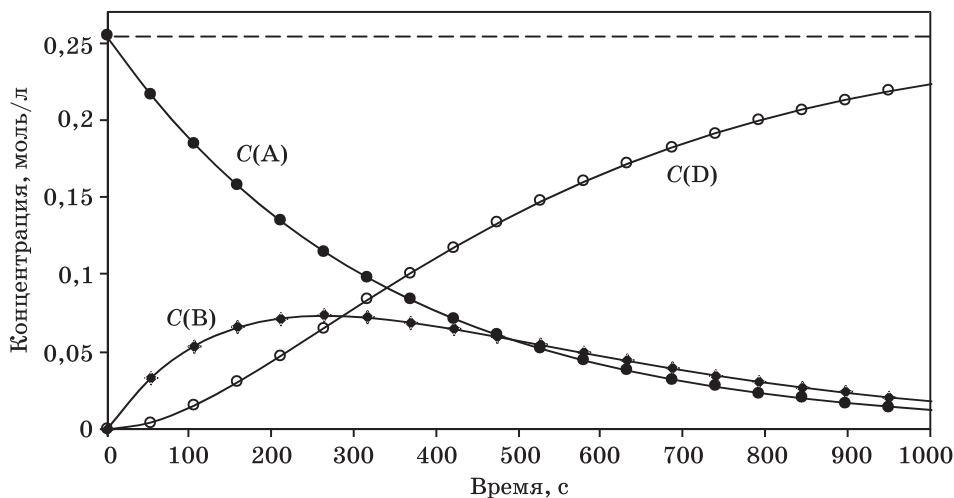


Рис. 2. Зависимость концентрации веществ А, В и D от времени, реакция (6)

монитора выводится рис. 2, а также соответствующая таблица для построения такого рисунка студентами на миллиметровой бумаге формата А4.

При зачете этой лабораторной работы студенту предлагается ответить на следующие основные вопросы по этому рисунку.

1. Объяснить, почему концентрация каждого из трех веществ $C(A)$, $C(B)$ и $C(D)$ изменяется со временем так, как это показано на рисунке. При этом особое внимание обращается на наличие максимума на кривой $C(B) - t$ и индукционного периода на кривой $C(D) - t$.

2. Как и почему изменяется скорость изменения этих концентраций вдоль соответствующих кривых, где она максимальна, а где — минимальна. Ответы на эти вопросы вызывают у многих студентов наибольшие трудности, т. к. у них отсутствует образное представление о скорости как крутизне линий на рис. 2.

Эта работа дает возможность студенту провести, при желании, своего рода исследования: можно изменить масштаб по оси времени и рассмотреть подробнее начальный участок кривой $C(D) - t$ (индукционный период); можно изменить соотношение между константами скорости k_1 и k_2 и наблюдать изменение высоты максимума $C(B)$ и времени его достижения.

АДСОРБЦИЯ ГАЗОВ НА ТВЕРДОЙ ПОВЕРХНОСТИ

До начала работы каждому студенту даются исходные «экспериментальные» данные: 5 пар величин P (давление газа) — a (адсорбция, г/г), M — молярная масса адсорбата, s_1 — посадочная площадка молекул адсорбата. Таким образом, сам процесс измерений адсорбции в данной работе не моделируется, осуществляется лишь весьма трудоемкая обработка «экспериментальных» данных на ЭВМ.

Эта обработка производится по уравнению Лэнгмюра

$$a = a_{\text{пред}} \frac{bP}{1 + bP}, \quad (7)$$

преобразованному в линейное уравнение

$$1/a = 1/a_{\text{пред}} + 1/(a_{\text{пред}}b) \cdot 1/P. \quad (8)$$

Данные обрабатываются в координатах $1/a - 1/P$ методом наименьших квадратов. В то же время при подготовке к этой лабораторной работе студенты решают аналогичную задачу вручную, графическим методом.

На экране монитора студенты могут увидеть графики, соответствующие уравнениям (7) и (8) (см. рис. 3, 4). Для отчетов они строят такие графики на миллиметровой бумаге формата А4 по данным таблиц, также выводимых на экран. По найденной величине $a_{\text{пред}}$ студенты рассчитывают удельную поверхность исследованного адсорбента.

При сдаче зачета по этой лабораторной работе от студентов требуется понимание особенностей равновесия адсорбции, влияния на него как давления, так и температуры. Поэтому им предлагается показать на рис. 3 и 4 положение

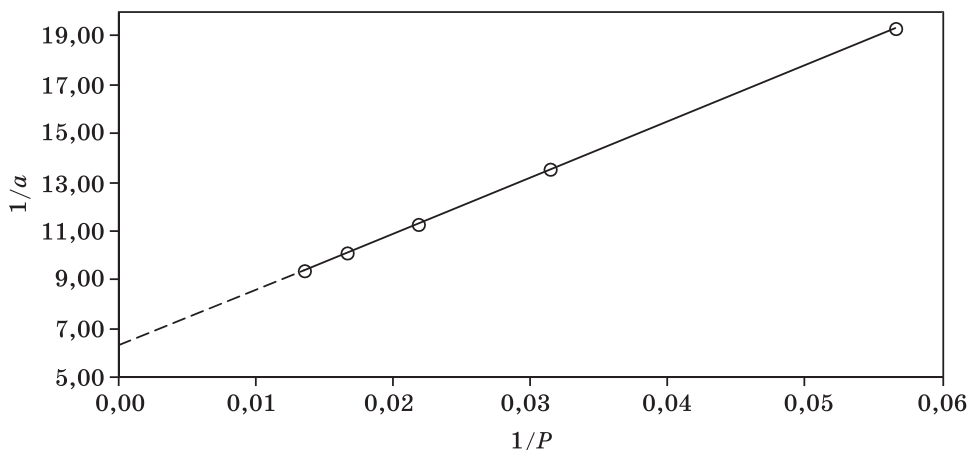


Рис. 3. Изотерма адсорбции Лэнгмюра в обратных координатах

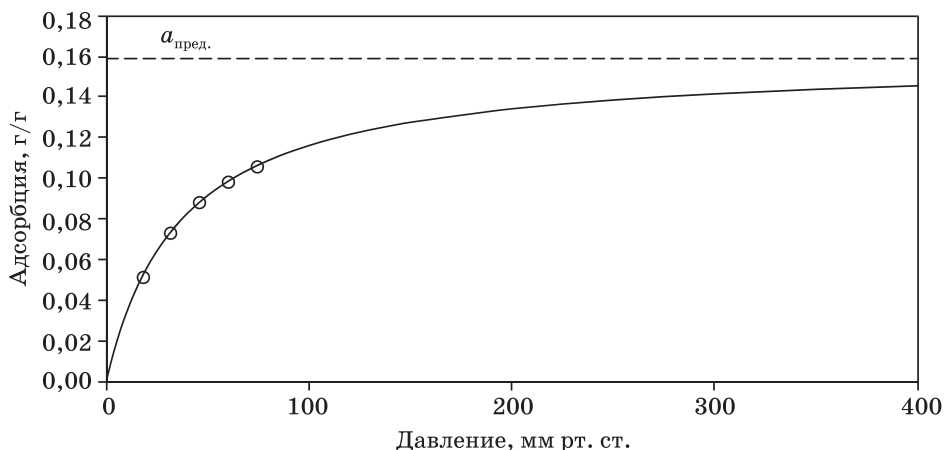


Рис. 4. Изотерма адсорбции Лэнгмюра с учетом $a_{\text{пред}}$

изотермических линий при более высоких или более низких температурах. Кроме того, требуется пояснить физический смысл констант уравнения Лэнгмюра и их зависимость от температуры; нарисовать общий вид графиков — изобары и изостеры адсорбции, исходя из принципов смещения равновесия; нарисовать кинетические кривые адсорбции и показать их зависимость от температуры. Таким образом, эта лабораторная работа, несмотря на ее кажущийся ограниченный характер, позволяет студенту проработать все основные вопросы теории адсорбции газов на твердой поверхности.

ВЫВОДЫ

1. Разработаны три лабораторные работы для практикума по физической и коллоидной химии, которые выполняются на ЭВМ: две работы по химической кинетике и одна — по адсорбции газа на твердой поверхности. Многолетний опыт практического использования этих работ показал их высокую эффективность.

2. Выполнение таких работ можно рассматривать как важную форму управляемой самостоятельной работы студентов как дневной, так и заочной формы обучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фролова Г. В. Педагогические возможности ЭВМ. Опыт. Проблемы. Перспективы. Новосибирск : Наука, 1988. 173 с.

2. Кудырко Т. Г., Мальевская Е. В. // Свиридовские чтения: сб. ст. Минск, 2008. Вып. 4. С. 239—246.

3. Дудкина Е. Н., Поляченко Л. Д., Поляченко О. Г. // Свиридовские чтения: сб. ст. Минск, 2005. Вып. 2. С. 223—227.

4. Поляченко О. Г., Поляченко Л. Д. Физическая и коллоидная химия. Практикум: учеб. пособие. Минск : БГТУ, 2006. 380 с.

Поступила в редакцию 16.06.2010.

УДК 372:54

Б. В. РУМЯНЦЕВ

СЕМАНТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ В РЕШЕНИИ РАСЧЕТНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Московский государственный педагогический университет, Москва, Россия

Методика обучения школьников решению расчетных задач насчитывает порядка семидесяти лет, т. е. все время существования систематических курсов химии для общеобразовательной школы. Все это время решение расчетных задач было одним из проблемных вопросов и в текущем обучении, и в олимпиадах, и при сдаче вступительных экзаменов.