

ИНТЕГРАЦИЯ НАУЧНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС ПУТЁМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.

Синяков Г.Н.

Институт информационных технологий БГУИР, Минск, Беларусь, G.Sinyakov@mail.ru

Научный эксперимент является составной частью процесса познания мира. В процессе обучения эксперимент является многофункциональным средством методического обеспечения образовательного процесса на всех уровнях преподавания естественнонаучных дисциплин [1]. В курсе физики и химии высшей школы изложению сути экспериментальных исследований выдающихся учёных уделяется значительное внимание. В ходе выполнения лабораторных работ учащиеся имеют возможность овладевать экспериментальными навыками, что, несомненно, благотворно сказывается на становлении познавательной самостоятельности учащихся и повышении качества их знаний и умений [1].

Современное оборудование, используемое в научных лабораториях, к сожалению, по многим причинам не всегда может быть использовано в лабораторном практикуме. Вместе с тем знание современных методов изучения структуры вещества - необходимое звено в курсах физики и химии высшей школы. В настоящее время экспериментальные исследования, проводимые в научных центрах, немыслимы без использования компьютеров, как в процессе проведения эксперимента, так и при обработке экспериментальных данных. Именно возможность компьютерной обработки экспериментальных данных навела нас на мысль использовать для обучения студентов данные, полученные на современном оборудовании в академическом институте. В качестве задачи было выбрано исследование структуры молекул с применением метода электронной абсорбционной спектроскопии.

Известно, что поглощение света растворённым веществом определяется законом Бугера

$$I_l = I_0 e^{-kl},$$

где k – коэффициент поглощения вещества, l – толщина поглощающего слоя, I_0 – интенсивность света, падающего на раствор, I_l – интенсивность света прошедшего через слой раствора [1].

В случае слабопоглощающих растворов при непоглощающем растворителе коэффициент поглощения пропорционален концентрации (закон Бера):

$$k_\lambda = c \cdot \varepsilon_\lambda,$$

где c – концентрация растворённого вещества, ε_λ – молярный коэффициент экстинкции, зависящей от длины волны (частоты) света и от свойств молекул растворенного вещества.

При небольших концентрациях взаимодействие молекул в растворе мало и закон Бера обычно выполняется. Для растворов, подчиняющихся закону Бера, математическая формулировка закона Бугера принимает вид:

$$I_{l\lambda} = I_0 \exp(-\varepsilon_\lambda cl),$$

где l – длина кюветы.

При этом появляется возможность определения концентрации поглощающего вещества с помощью измерения спектров поглощения света в растворе. Этот прием нередко используется в лабораторной и производственной практике для быстрого измерения концентрации веществ, химический анализ которых оказывается очень сложным или требует много времени. Этим же приемом мы воспользовались в данной работе.

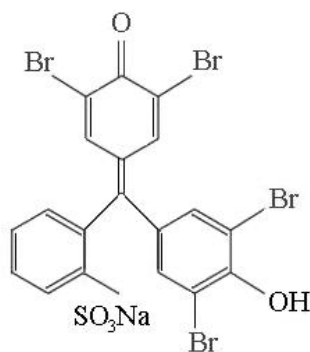
Цели работы состояли в:

- ознакомлении студентов с методом электронной абсорбционной спектроскопии;

- практическом освоении ими методики определения концентрации растворенного вещества по спектрам поглощения;
- исследовании трансформации молекул при изменении кислотно-основных свойств (рН) раствора

Исследовались два вещества – красители бромфеноловый синий и фенолфталеин, структурные формулы которых приведены на рис.1.

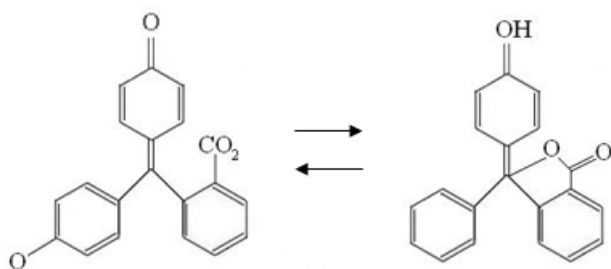
Бромфеноловый синий



Фенолфталеин (дианион)

pH = 11

pH = 10.1



Дианион

Бесцветная лактоидная форма

Рисунок 1- Структурные формулы исследуемых соединений.

По спектрам поглощения можно сделать определенные выводы о структуре молекул, а по изменениям спектра – контролировать течение химических, фотохимических и других реакций, в которых принимают участие взаимодействующие молекулы.

Спектры поглощения регистрировались на спектрофотометре Cary 500 (Varian, США) в виде компьютерного файла в Институте физики им. Б.И.Степанова Национальной Академии Наук Беларуси. Внешний вид спектрофотометра представлен на фотографии.



При изменении кислотно-основных свойств среды (рН среды) молекулы красителей подвергаются химическим превращениям (Рис.1), что приводит к изменениям в электронных абсорбционных спектрах (Рис.2,3).

Напомним, что рН – водородный показатель. Он показывает концентрацию ионов водорода в растворе и определяется: $pH = -\log_{10} C_{H^+}$. По значению рН судят о кислотности среды: рН=7 – нейтральная, рН>7 – щелочная, рН<7 – кислая среда.

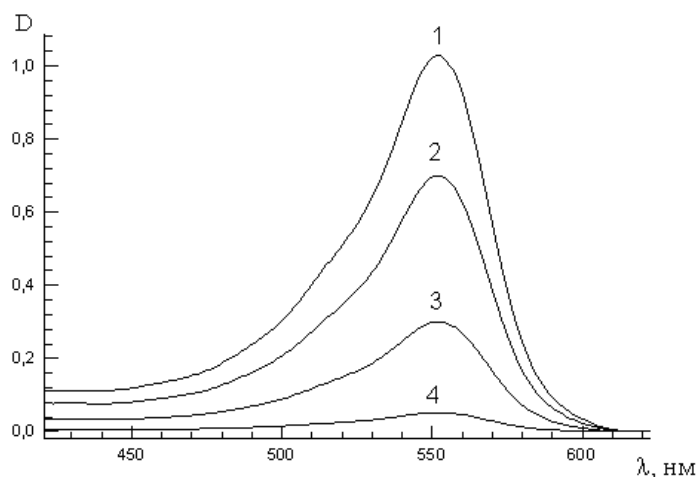


Рисунок 2 - Изменение спектров поглощения фенолфталеина в *Tris* буферном растворе при различных рН: 1 -10,5; 2 – 10,4; 3 – 10,3; 4 – 10,1

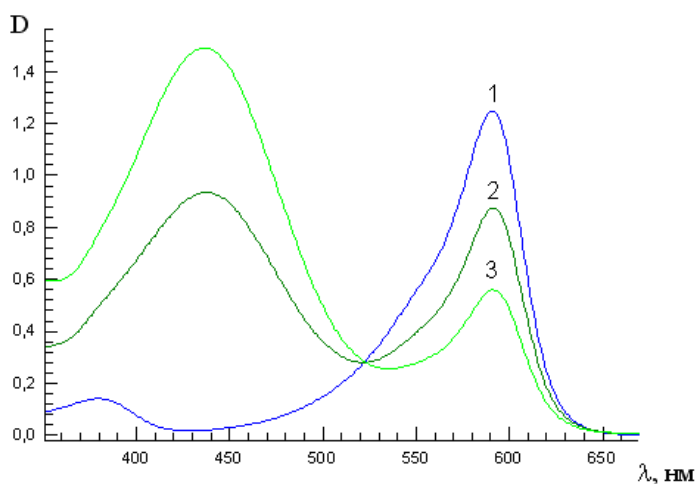


Рисунок 3 - Изменение спектров поглощения бромфенолового синего в *Tris* буферном растворе при различных *pH*: 1 – 8,0; 2 – 5,0; 3 – 3,0;

Спектры поглощения, зарегистрированные на спектрофотометре, обработаны с помощью программы Excel 2003. Используя компьютерную обработку спектров, студенты выполняют следующее:

- определение длины волны λ_m (нм), на которую приходится максимум в спектре поглощения фенолфталеина, и величину оптической плотности при λ_m для каждого из спектров 1-4 (рис.2);
- по компьютерной обработке рисунка 3 определение точного положения изобестической точки (λ_{iso}), то есть найти при какой длине волны в области 520-530 нм величина оптической плотности D для всех спектров одинакова (с учетом погрешностей в обработке спектров);
- расчёт доли молекул, испытавших превращения, а также массовой концентрации молекул $\gamma \left(\frac{\%}{\text{дм}^3} \right)$ и количество вещества n (моль) в растворе.

Молярные коэффициенты экстинкции ϵ , необходимые для расчетов, взяты из литературных данных [3,4].

Таким образом, использование компьютеров в учебном процессе даёт возможность представить результаты оригинальных научных исследований в лабораторной практике студентов. Этот вывод в работе продемонстрирован на примере компьютерной обработки данных экспериментального исследования спектров поглощения молекул красителей, а также трансформаций спектров при изменении кислотно-основных свойств среды. Данная работа была апробирована в учебном процессе в курсах изучения оптики, молекулярной физики и физической химии. Она продемонстрировала новые возможности использования компьютерных средств в учебном процессе и позволила интегрировать научный эксперимент в учебный процесс. Описанный подход может быть использован при организации учебных исследований учащихся общеобразовательных учреждений.

Литература.

1. Богдан, В.И., Вабищевич, И.А., Комяк, Е.Н. Физический эксперимент как метод учебного познания / В.И.Богдан, И.А.Вабищевич, Е.Н.Комяк // Весці БДПУ. Серыя 3.- 2007.- № 4. С. 5- 9.
2. Ландсберг, Г.С. Оптика / Г.С.Ландсберг. - М., 1976.
3. Georgiou, M.E., Georgiou, C.A., Koupparis, M.A. The identification of hydrophobic sites on the surface of proteins using absorption difference spectroscopy of bromophenol blue / M.E. Georgiou, C.A. Georgiou, M.A.Koupparis // Anal. Chemistry. – 1995- Vol.67. - P.114-123
4. Berch, M., Maybarol, A.L., Kassner, R.J. Flow injection gradient technique in spectrophotometric determination of formalin constants of micromolecule – cyclodextrin complexes / M. Berch, A.L. Maybarol, R.J. Kassner // Anal. Biochemistry. – 2003. Vol.313 - P.187-195.