



- единство в интерпретации общенаучных понятий;
- осуществление единого подхода к организации учебного процесса во всех компонентах модуля.

Таким образом, в настоящее время существуют все предпосылки для реализации интегративного подхода в процессе профессионально-методической подготовки будущего учителя биологии и химии. Это обосновывается интегративными процессами в науке и образовании. Вследствие этого, структура содержания школьных курсов биологии и химии, несмотря на их специфику, имеет единый набор дидактических единиц (понятия, законы, теории, факты и методы исследования). Анализ методов обучения химии и биологии свидетельствует о единстве выполняемых ими дидактических функций, возможности использования единой классификации и подходов к выбору конкретного метода обучения. Результатом интеграции будет выступать: создание единой системы методической подготовки учителя (преподавателя) биологии и химии на основе интегративного подхода, устранение дублирования и разобщенности преподаваемых дисциплин, профессиональная готовность выпускника к будущей профессиональной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зверев, И.Д. Межпредметные связи в современной школе / И.Д. Зверев, В.Н. Максимова. – М.: Педагогика, 1981. – 160 с.
2. Безрукова, В.С. Интеграционные процессы в педагогической теории и практике / В.С. Безрукова. – Монография, Екатеринбург.: Изд-во гос. инж.-проект. ин-та, 1994. – 152 с.
3. Нарушевич, В.Н. Интегративный подход к методической подготовке будущих учителей биологии и химии / В.Н. Нарушевич, Е.Я. Аршанский // Веснік ВДУ. – 2011. – №3. – С. 120-124.
4. Нарушевич, В.Н. Интегративный подход как методологическая основа методической подготовки будущего учителя-естественника / В.Н. Нарушевич // Наука – образованию, производству, экономике: материалы XVI(63) Региональной научно-практической конференции преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, Витебск, 16-17 марта 2011 г. / Вит. гос. ун-т; редкол.: И.А. Щурок (гл. ред.), А.П. Солодков (гл. ред.) [и др.]. – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2011. – Т.2. – С. 157-159.

УДК 544.777:532.73

А.С. НЕВЕРОВ, И.В. ПРИХОДЬКО, Д.А. ВЛАСЕНКО

*УО «Белорусский государственный университет транспорта»,
г. Гомель*

ПРИНЦИПЫ ПОДБОРА СОСТАВА СМЕСИ РАСТВОРИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПОЛИМЕРОВ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО ХИМИЧЕСКИМ И ЭКОЛОГИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ

В лабораторных практикумах по химическим и экологическим дисциплинам и при проведении НИРС и УИРС используются растворы различных реагентов. При их приготовлении приходится сталкиваться с проблемой подбора растворителей. Для полимеров, в связи с особенностями их строения, решение этой проблемы является весьма актуальным. В то же время в учебной литературе для технических и, даже, классических университетов практически отсутствует необходимая для этого теоретическая база.



Как известно, среди задач, решаемых алхимиками, на второе место по важности после открытия «философского камня» они ставили создание универсального растворителя. Ни то, ни другое так и не было открыто и, что касается универсального растворителя, никогда, по-видимому, открыто не будет. Этому препятствует теми же алхимиками установленное правило «подобное растворяется в подобном». Невозможно создать вещество, подобное любым другим веществам. С другой стороны, теоретически возможно подобрать (точнее сконструировать) растворитель для любого вещества, имея инструмент (теорию) для «подгонки» состава и строения растворителя к аналогичным характеристикам растворяемого вещества, то есть, делая их «подобными» друг другу. Очевидно, что модифицировать индивидуальные растворители для достижения этой цели – задача выполнимая, но чрезвычайно сложная. Необходимо использовать методы синтеза для внедрения в молекулы растворителя требуемых функциональных групп и технологические методы придания молекулам определенной конфигурации, а материалу в целом – определенной надмолекулярной структуры. Гораздо проще задача решается с использованием смеси растворителей. Вводя в смесь в определенных пропорциях растворители, содержащие требуемые функциональные группы, можно создавать «модель» растворяемого вещества, удовлетворяющую «правилу подобия».

Естественно, на самом деле все обстоит гораздо сложнее. Чтобы создавать нечто, подобное чему-то, необходимо иметь критерии этого подобия. Такие критерии дают теории совместимости веществ. Применительно к системам полимер-низкомолекулярный растворитель в настоящее время существует несколько теорий, использование которых дает возможность количественно оценивать растворяющую способность растворителей по отношению к тем или иным полимерам.

Наиболее широкое применение получила теория регулярных растворов Гильдебранда-Скетчарда [1], которая связывает взаимную растворимость компонентов с так называемой «плотностью энергии когезии» (ПЭК), представляющей собой отношение энергии испарения к мольному объему вещества:

$$\text{ПЭК} = -E/V \text{ (Дж/м}^3\text{)}, \quad (1)$$

где E – мольная потенциальная энергия вещества; V – мольный объем.

ПЭК часто выражают через так называемый параметр растворимости $\delta = \sqrt{E/V}$, характеризующий способность вещества к взаимному растворению, т.е. образованию гомогенной термодинамически устойчивой системы. Обязательное условие образования такой смеси – уменьшение свободной энергии системы U при смешении компонентов:

$$U = \Delta H - T\Delta S < 0, \quad (2)$$

где ΔH – изменение энтальпии (тепловой эффект смешения); ΔS – изменение энтропии; T – абсолютная температура.

Особенность систем, включающих высокомолекулярный ингредиент, – большие значения ΔS , поэтому растворение полимера в растворителе или со-вмещение его с пластификатором или другим полимером происходит при $\Delta H > 0$, если $\Delta H < T\Delta S$. В отсутствие специфического взаимодействия между



компонентами смеси (сольватация, комплексообразование), согласно уравнению Гильдебранда-Скетчарда [2]:

$$\Delta H_m = V_m(\delta_1 - \delta_2)^2 \Phi_1 \Phi_2, \quad (3)$$

где ΔH_m – теплота смешения в Дж; V_m – объем смеси в м³; δ_1 и δ_2 – параметры растворимости компонентов в (Дж/м³)^{1/2}; Φ_1 и Φ_2 – объемные доли компонентов.

Из уравнений (2) и (3) следует, что наиболее благоприятные условия для смешения достигаются при $\Delta H \rightarrow 0$, т.е. при $\delta_1 \rightarrow \delta_2$. Таким образом, наилучшей совместимостью с полимером будет обладать компонент, для которого будет соблюдаться условие:

$$\delta_{\text{полимера}} = \delta_{\text{компонента}}. \quad (4)$$

Величина $(\delta_1 - \delta_2)^2$ называется параметром совместимости; чем она выше, тем менее совместимыми являются компоненты композиции. Значения параметра растворимости могут быть вычислены. При этом наиболее прямым и точным является вычисление δ по значениям теплот испарения веществ [3]:

$$\delta^2 = (\Delta H_{\text{исп}} - RT)/V, \quad (5)$$

где ΔH – теплота испарения; V – мольный объем; R – универсальная газовая постоянная. Теплота испарения $\Delta H_{\text{исп}}$ может быть найдена из прямых калориметрических данных, рассчитана по уравнению Клаузиуса-Клапейрона для температурной зависимости давления пара

$$\frac{\Delta H}{RT} = \frac{d \ln P}{dT}, \quad (6)$$

или вычислена по эмпирическому уравнению Гильдебранда для 25°C:

$$\Delta H_{\text{исп}} = -12350 + 99,27T_{\text{кип}} + 0,842T_{\text{кип}}^2. \quad (7)$$

Для определения параметра растворимости может быть также использован метод, основанный на измерении поверхностного натяжения γ с последующим расчетом по эмпирической формуле [3]:

$$\delta = 4,1(\gamma/V^{1/3})^{0,43}, \quad (8)$$

где δ , γ и V (мольный объем) выражены соответственно в (кал/см³)^{1/2}, дин/см и см³ (в данном источнике использованы внесистемные единицы).

Согласно данным [2], параметр растворимости полимера может быть вычислен по формуле:

$$\delta^2 = T\alpha/\beta, \quad (9)$$

где α – коэффициент теплового расширения; β – коэффициент изотермической сжимаемости.

При увеличении температуры на каждые 25°C δ уменьшается приблизительно на 0,1 (кал/см³)^{1/2}.

В случаях, когда известна структурная формула соединения, широко используют расчетный метод Смолла, основанный на предположении об аддитивности действия сил сцепления отдельных атомных групп и радикалов, входящих в состав молекулы низкомолекулярного вещества или элементарного звена молекулы. В расчетах используют так называемые константы молекулярного притяжения, значения которых для различных функциональных групп



приведены в специальной литературе [4]. Константы молекулярного притяжения F_i связаны с параметром растворимости δ следующим уравнением:

$$\sum F_i = \delta M/\rho, \quad (10)$$

где M и ρ – соответственно молекулярная масса и плотность.

Значения δ , рассчитанные для молекулярных полимеров по уравнению (10), находятся в хорошем соответствии с определенными экспериментально. Однако формулой Смолла не рекомендуется пользоваться, когда полимеры содержат гидроксильные, amino-, амидо- или карбоксильные группы, способные к образованию водородных связей.

Поскольку плотность энергии когезии складывается из взаимодействий трех различных типов (дисперсионного, диполь-дипольного и за счет водородных связей), было предложено [3] рассматривать параметр растворимости как квадратичную сумму трех параметров, относящихся соответственно к перечисленным типам взаимодействия:

$$\delta^2 = \delta_d^2 + \delta_p^2 + \delta_h^2. \quad (11)$$

Если оценивать вклад каждой из трех составляющих в величину параметра растворимости в долях единицы или процентах ($\sum \delta_i^2 = 1$ или $\sum \delta_i^2 = 100\%$), то трехмерный параметр растворимости может быть представлен в виде точки на концентрационном треугольнике, по осям которого отложены значения квадратов дисперсионной (δ_d^2), диполь-дипольной (δ_p^2) и «водородной» (δ_h^2) составляющих параметра растворимости [1]. Нанесение на треугольную диаграмму трехмерных параметров растворимости ряда наиболее широко применяемых растворителей позволяет выделить на концентрационном треугольнике три области (рис. 1). Область I характерна для неполярных и слабополярных растворителей (например, предельных и ароматических углеводородов); область II – для спиртов, производных карбоновых кислот и других веществ с ярко выраженной способностью образовывать водородные связи; область III – для сильно полярных растворителей, практически не способных образовывать водородные связи (в основном нитро- и сульфопроизводные). При этом увеличение молекулярной массы растворителя смещает положение точки, отвечающей его параметру растворимости, в сторону вершины A , увеличение же количества полярных групп смещает соответствующую точку в сторону вершины B или C в зависимости от характера этих групп.

Количественно совместимость компонентов полимерной системы может быть также оценена с помощью так называемого "параметра взаимодействия" χ , который характеризует энергию взаимодействия между компонентами, отнесенную к одному молю растворителя. Параметр взаимодействия определяют экспериментально для каждой пары полимер-растворитель и для оценки совместимости сравнивают его с величиной критического значения параметра, рассчитанной по формуле:

$$\chi_{кр} = 0,5(1 + m^{-0,5})^2, \quad (12)$$

где m – степень полимеризации, т.е. отношение мольных объемов полимера и мономера.

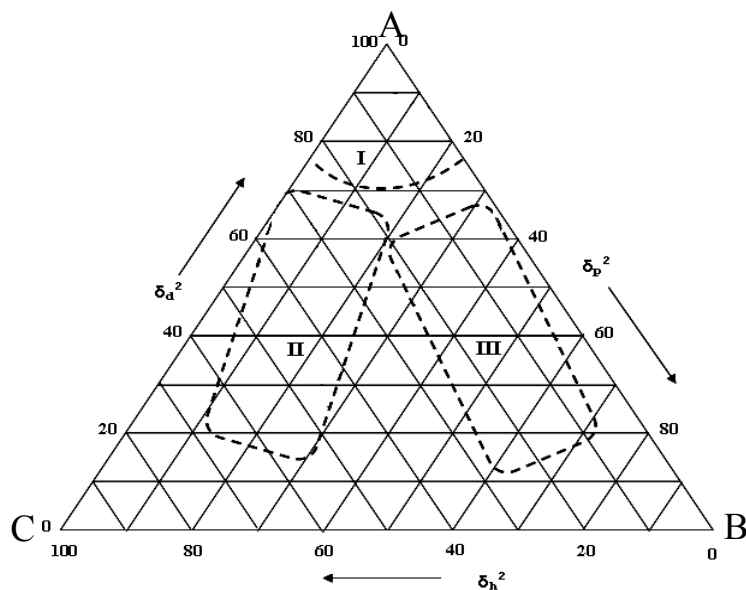


Рисунок 1 – Концентрационный треугольник с областями, соответствующими трехмерным параметрам растворимости органических растворителей неполярных (I), способных образовывать водородные связи (II) и сильно полярных (III)

Для полимеров величина $m^{-0,5}$ обычно мала, поэтому ею часто пренебрегают, принимая для систем полимер-растворитель $\chi_{кр} \approx 0,50 - 0,55$. Если величина χ превышает это значение, полное совмещение полимера и растворителя невозможно. Методики экспериментального определения параметра взаимодействия подробно описаны в специальной литературе. По мнению некоторых авторов, более точный прогноз совместимости позволяет использование не экспериментальных, а расчетных параметров растворимости [2]. В связи с этим Краузе [2] рекомендует следующий порядок расчета совместимости.

1. По уравнению (10) рассчитывается параметр растворимости полимера, входящего в состав композиции, если известны его плотность и химическое строение.

2. Рассчитывается параметр взаимодействия между компонентами по упрощенному уравнению Гильдебранда для температуры 25 °С:

$$\chi_{AB} \approx (\delta_A - \delta_B)^2, \quad (13)$$

где δ_A и δ_B – параметры растворимости компонентов, совместимость которых оценивается.

3. По уравнению (12) рассчитывается критическое значение параметра взаимодействия $\chi_{кр}$.

4. Значение χ_{AB} , найденное в п. 2, сравнивается со значением $(\chi_{AB})_{кр}$. Если $\chi_{AB} > (\chi_{AB})_{кр}$, то эти два компонента несовместимы при определенных условиях. Чем больше эта разница, тем меньше область составов, в которой данные компоненты будут совмещаться.

Данная схема может использоваться для расчета совместимости полимеров между собой и полимеров с растворителями.

В работе [5] предложена методика, позволяющая подбирать составы смесей растворителей, оптимальные по совместимости с данным полимером. Метод основан на предположении, что идеальной совместимостью обладают тот по-



лимер и растворитель, у которых совпадает положение точек на концентрационном треугольнике (рисунок 1), соответствующих их трехмерному параметру растворимости. Если такого совпадения нет, трехмерный параметр растворимости растворителя можно перемещать на диаграмме добавкой соответствующего количества другого растворителя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дринберг, С.А. Растворители для лакокрасочных материалов / С.А. Дринберг, Э.Ф. Ицко. – Л.: Химия, 1980. – 160 с.
2. Полимерные смеси: в 2 т. / Под ред. Д. Пола и С. Ньюмена; пер. с англ. – М.: Мир, 1981. – т.1, 549 с.; т.2, 453 с.
3. Калнинь, М.М. Адгезионное взаимодействие полиолефинов со сталью / М.М. Калнинь. – Рига: Зинатне, 1990. – 345 с.
4. Ван-Кревелен, Д.В. Свойства и химическое строение полимеров / Д.В. Ван-Кревелен. – М.: Химия, 1972. – 416 с.
5. Пинчук, Л.С. Полимерные пленки, содержащие ингибиторы коррозии / Л.С. Пинчук, А.С. Неверов. – М.: Химия, 1993. – 176 с.

УДК 54:72:75

З.А. НЕВЕРОВА¹, А.С. НЕВЕРОВ²

¹ УО «Белорусский торгово-экономический университет
потребительской кооперации», г. Гомель;

² УО «Белорусский государственный университет транспорта»,
г. Гомель

АЛХИМИЯ В ИСКУССТВЕ

Зародившись в глубокой древности, по-видимому, в Древнем Египте, алхимия не только заложила основы современной химии, но и оказала существенное влияние на многие другие стороны жизни людей не только того, но и гораздо более позднего времени. В частности, ее отголоски мы до сих пор встречаем в произведениях искусства, архитектурных шедеврах, символику которых современные исследователи, не зная основ этой науки, во многих случаях интерпретируют неверно.

Даже цвет, используемый в живописных произведениях, может иметь символическое значение. Об этом поведал *Джованни Паоло Ломацио* в "Трактате об искусстве живописи, скульптуры и архитектуры", опубликованном в Венеции в 1565 году.

«Так мы обнаруживаем, – писал он, – черные или землистые, свинцовые темные краски не могут обозначать для наших духовных очей ничего другого, как только печаль, усталость, грусть, меланхолию и т.п.; другие – зеленые, сапфирно-синие, некоторые красные или темные краски, как золото, смешанное с серебром, обозначают прелесть, миловидность и веселье; огненно-красная и пламенно-фиолетовая, пурпур или цвет раскаленного железа и кроваво-красная указывают на духовность, остроту глаза и обозначают радость, удовольствие и т.п. Желтые краски, золото, светлый пурпур и яркие краски привлекают взгляд. Розовая краска, светло-зеленая производят впечатление удовольствия, радости, живости и развлечения. Белый цвет означает известную простоту». Дело, конечно, не только в производимом эффекте тем или иным колором. Цвет во времена Возрождения, как и средние века, имел свою символику и вызывал определенные ассоциации.