



# ПЕДАГОГІКА

УДК [378.016+37.091.33]:54

## СПЕЦИФИКА СОДЕРЖАНИЯ И МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ С ПОЗИЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ НАГЛЯДНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ ОБЩЕЙ ХИМИИ

Е.А. Шатова, И.С. Борисевич, Е.Я. Аршанский

Учреждение образования «Витебский государственный  
университет имени П.М. Машерова»

*Сегодня все чаще говорят об особом стиле современных обучающихся, выделяя неспособность усвоить ими большое количество информации, проникнуть в суть изучаемых понятий, применить их для решения предметных задач.*

*Одним из направлений повышения уровня понимания химии является использование наглядного моделирования, позволяющего перенести характеристики реального объекта, черты его строения и функционирования на дубликат, модель.*

*Цель – теоретическое обоснование необходимости применения в образовательном процессе наглядного моделирования и разработка этой проблемы в контексте обучения общей химии.*

**Материал и методы.** *Материалом послужили нормативно-правовая и программно-методическая документация по проблеме исследования (образовательные стандарты Республики Беларусь, учебные программы и планы и др.), труды ученых по указанным вопросам, опыт работы авторов со студентами.*

**Результаты и их обсуждение.** *Приводится анализ содержания курса общей химии с позиции наглядного моделирования. Представлены классификация и виды учебных моделей, используемых при общелогических, общепедагогических и специфических методах обучения химии.*

*Приведены примеры, позволяющие внедрить модели практически во все методы обучения. Иллюстрируются возможности сочетания наблюдения, химического эксперимента, цифровых расчетов и моделирования в преподавании химии, способствующего повышению эффективности обучения химии.*

**Заключение.** *Таким образом, специфика применения наглядного моделирования заключается в том, что оно должно оптимально согласовываться с другими методами обучения, обеспечивая целостность представлений об изучаемых химических объектах и явлениях, способствуя лучшему пониманию и усвоению материала по общей химии.*

**Ключевые слова:** *наглядное моделирование, модель, моделирование, общелогические методы обучения, общепедагогические методы обучения, специфические методы обучения, общая химия.*

# SPECIFICS OF THE CONTENT AND METHODS OF TEACHING FROM THE POINT OF VIEW OF USING VISUAL MODELING IN TEACHING GENERAL CHEMISTRY

E.A. Shatova, I.S. Borisevich, E.Ya. Arshansky

*Education Establishment "Vitebsk State P.M. Masherov University"*

*Much Much is spoken today about the special style of modern students, pointing out the inability to assimilate a large amount of information, to delve into the essence of the studied concepts, to apply them to solve subject problems. One of the directions of increasing the level of understanding of chemistry is the use of visual modeling, which allows transferring the characteristics of a real object, the features of its structure and functioning to a duplicate, a model.*

*The purpose is a theoretical justification of the need to use visual modeling in the academic process and the development of this problem in the context of teaching general chemistry.*

**Material and methods.** *The research material was normative-legal and program-methodological documents on the research problem (academic standards of the Republic of Belarus, curricula and syllabuses, etc.), works of scientists on the use of visual modeling in the academic process, the experience of the authors with students.*

**Findings and their discussion.** *The analysis of the content of the general chemistry course from the perspective of visual modeling is given. The classification and types of academic models used in general logical, general pedagogical and specific methods of teaching chemistry are presented. Examples are given that allow models to be implemented in almost all teaching methods. The possibilities of combining observation, chemical experiment, digital calculations and modeling in the teaching of chemistry are illustrated, which contributes to improving the effectiveness of chemistry teaching.*

**Conclusion.** *Thus, the specificity of using visual modeling is that it should be optimally combined with other teaching methods, ensuring the integrity of ideas about the studied chemical objects and phenomena, contributing to a better understanding and assimilation of the material on general chemistry.*

**Key words:** *visual modeling, model, modeling, general logical teaching methods, general pedagogical teaching methods, specific teaching methods, general chemistry.*

**В** современных условиях происходит увеличение информационной нагрузки на сознание человека, как в образовательном процессе, так и за его пределами. Значительные изменения претерпевает и структура транслируемой информации. В общем информационном потоке увеличивается доля визуальной информации, отличающейся эмоциональностью, доступностью, образностью. В связи с этим обучающийся стал менее восприимчивым к рациональному стилю подачи материала, предлагаемому ему в традиционном образовательном процессе.

Сегодня все чаще говорят об особом стиле современных обучающихся, выделяя неспособность усвоить ими большое количество информации, проникнуть в суть изучаемых понятий и применить их для решения предметных задач. В обучении естественнонаучным дисциплинам это проявляется в возникновении затруднений, связанных с непониманием учебного материала. При освоении химии подобные затруднения вызывает высокий уровень абстрактности изучаемых процессов и явлений, поскольку нельзя потрогать атом, молекулу, увидеть разрыв или образование химической связи. Поэтому наиболее распространенная причина непонимания химии – отсутствие пространственного и визуального представления химической информации.

Одним из направлений повышения уровня понимания химии является использование наглядного моделирования, позволяющего перенести характеристики реального объекта, черты его строения и функционирования на дубликат, модель. Применение моделей – необходимая и важная часть изучения курса общей химии. Учебные модели можно разделить на две группы: 1) статические (знаково-символические, таблично-схематические, иллюстративно-графические), основанные на стационарных характеристиках, установившихся процессах и объектах, не изменяющихся во времени; 2) динамические (иллюстративно-динамические), в которых происходит переход из одного состояния в другое, изменение параметров с течением времени. Знаково-символические модели представляют собой запись моделируемых объектов с помощью специальных знаков (символов). Табличные и схематические модели помогают эффективно трансформировать наглядно-образное мышление в наглядно-схематическое, которое во многих случаях способно выступать в качестве логического мышления. Использование

иллюстративно-динамических моделей позволяет глубже разобраться в последовательности элементарных стадий, описать сложные превращения, совместить иллюстрацию и динамику и, наконец, в яркой форме представить сложнейшие аспекты химии [1].

Цель статьи – теоретическое обоснование необходимости применения в образовательном процессе наглядного моделирования и разработка этой проблемы в контексте обучения общей химии.

**Материал и методы.** Материалом послужили нормативно-правовая и программно-методическая документация по проблеме исследования (образовательные стандарты Республики Беларусь, учебные программы и планы и др.), труды ученых по указанным вопросам, опыт работы авторов со студентами. При этом использовались следующие методы: системный анализ литературы по рассматриваемой проблеме, изучение опыта работы преподавателей учреждений высшего образования, педагогическое наблюдение, пилотажный педагогический эксперимент. В основу разработки данной методической темы положены системный, интегративный, компетентностный и личностно-деятельностный методологические подходы.

**Результаты и их обсуждение.** Курс общей химии является связующим звеном между доуниверситетским и университетским этапами химического образования. Содержание учебной дисциплины основывается на знаниях по химии, физике и математике в объеме программы учреждений общего среднего образования и сочетается со смежными дисциплинами химического блока (введением в органическую химию, химией элементов, органической химией, аналитической химией, биологической химией, физической и коллоидной химией, методикой преподавания химии) в учреждениях высшего образования.

В соответствии с требованиями нового образовательного стандарта [2] учебная дисциплина «Общая химия» относится к блоку государственного компонента и находится в модуле «Общая и органическая химия». Изучение данного модуля должно обеспечить формирование у студентов базовых профессиональных компетенций, таких как: интерпретировать основные закономерности периодичности свойств элементов и их соединений, строения, свойств и способов получения химических веществ, протекания химических процессов с их участием, владеть методикой решения расчетных и экспериментальных химических задач.

С опорой на новый типовой учебный план для специальности 6-05-0113-03 Природоведческое образование (биология и химия) (дата утверждения 02.12.2022 г.; регистрационный № 6-05-01-004/пр.) дисциплина «Общая химия» изучается на первом курсе в первом семестре. Целью освоения данной дисциплины является формирование у студентов фундаментальных естественнонаучных знаний и химического мышления, необходимых для понимания физико-химических основ развития природных объектов.

При обучении общей химии в полной мере можно реализовать одну из задач, указанных в Концепции развития системы образования Республики Беларусь до 2030 года, в которой говорится о применении методик обучения, направленных на формирование у студентов критического и творческого мышления [3]. Для решения этой задачи перспективно использовать наглядное моделирование.

Частоту применения моделей в процессе обучения можно оценить, проведя анализ содержания курса общей химии с позиции наглядного моделирования (табл.).

При освоении курса общей химии используются общелогические (сравнение, анализ, обобщение, систематизация), общепедагогические (лекция, беседа, самостоятельная работа) и специфические (наблюдение, эксперимент, моделирование) методы обучения. Многогранные возможности наглядного моделирования применяются при подготовке к лабораторным занятиям по общей химии и на всех этапах их проведения (проверка теоретических знаний и практических навыков; решение расчетных задач; проведение химического эксперимента).

Все эти методы на практике используются в комплексе, взаимно интегрируются и дополняют друг друга. Неограниченными возможностями для такой интеграции обладает наглядное моделирование, позволяющее внедрять модели практически во все методы обучения. Более подробно рассмотрим классификацию и виды учебных моделей, применяемых при общелогических, общепедагогических и специфических методах обучения химии.

Изложение лекционного материала по общей химии подразумевает постоянное использование *знаково-символических моделей* [4]. Общеизвестно, что формулы химических соединений могут быть изображены по-разному. *Простейшая (эмпирическая) формула* представляет собой соотношение атомов разных элементов в составе вещества и находит применение для большинства веществ молекулярного строения.

Обзор содержания курса общей химии с точки зрения применения наглядного моделирования

№	Основные темы и разделы	Понятия, изучаемые на основе моделирования	Применяемая учебная модель	Вид учебной модели		
				знаково-символическая	таблично-схематическая	иллюстративно-графическая или динамическая
1.	Основные химические понятия и законы	Типы химических частиц. Основные законы химии. Структурные единицы в химии	Символ химического элемента, химическая формула, химическое уравнение	+		
			Схематический рисунок атома, молекулы, иона, макромолекулы		+	
2.	Классификация и номенклатура неорганических веществ	Основные классы неорганических веществ: оксиды, гидроксиды, кислоты, соли. Общие химические свойства представителей этих классов и генетическая связь между ними	Виды химических формул (молекулярная, электронная, структурная)	+		
			Шаровая и шаростержневая модели молекул простых и сложных веществ		+	+
			Общие химические свойства классов неорганических веществ и генетическая связь между ними (таблица или схема)		+	
3.	Химические реакции. Термодинамика химических реакций	Химическая реакция как процесс. Гомогенные и гетерогенные системы. Основные понятия и законы термодинамики. Термохимия. Закон Гесса. Изобарно-изотермический потенциал (энергия Гиббса)	Типы уравнений химических реакций (молекулярное, ионное, термохимическое)	+		
			Схемы для определения направления химических реакций на основе изменения термодинамических показателей		+	
			Графики состояния идеального газа. Диаграммы реакций (экзо- и эндотермические). Графики зависимости энергии Гиббса от температуры и давления		+	
			Схема, иллюстрирующая сущность закона Гесса		+	
4.	Состояние вещества. Дисперсные системы	Понятие агрегатного состояния вещества: плазма, газ, жидкость, твердое (кристаллическое и аморфное). Характеристика дисперсных систем и их классификация	Классификация дисперсных систем (кластер)		+	
			Схема строения коллоидных частиц		+	
			Анимации движения молекул и их взаимодействия в каждом агрегатном состоянии			+
5.	Растворы	Истинные растворы. Механизм процесса растворения. Сольватация (гидратация) при растворении. Энергетика процесса растворения. Растворимость и коэффициент растворимости. Кривые растворимости. Насыщенный и пересыщенный раствор. Кристаллогидраты. Очистка веществ перекристаллизацией из растворов. Способы выражения состава растворов	Растворы (кластер). Классификация смесей (таблица)		+	
			Анимация процесса растворения			+
			Графики зависимостей растворимости твердых веществ от температуры, растворимости газов от температуры и их парциального давления			+
			Модель кристаллогидрата			+
			Схематический рисунок перекристаллизации из растворов			+

Продолжение табл.

6.	Химическая кинетика и катализ	Скорость химической реакции. Факторы, влияющие на скорость химической реакции. Основной постулат химической кинетики. Константа скорости химической реакции. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Катализ	Энергетические диаграммы химических реакций		+	
			Графики скорости прямой и обратной химических реакций. Кинетические кривые химических реакций. Энергетическая диаграмма химической реакции			+
7.	Химическое равновесие	Необратимые и обратимые процессы. Константа химического равновесия. Принцип Ле-Шателье. Смещение химического равновесия при изменении концентраций реагентов, давления и температуры. Определение константы равновесия химической реакции	Химическое равновесие (схема)		+	
			Смещение химического равновесия при изменении концентраций реагентов, давления и температуры (таблица)		+	
			Химическое равновесие (график)			+
8.	Растворы электролитов	Электролиты и неэлектролиты. Электролитическая диссоциация. Теория электролитической диссоциации С. Аррениуса. Степень электролитической диссоциации и константа. Кислоты, основания, соли с точки зрения ТЭД. Реакции ионного обмена. Гидролиз	Схематический рисунок и анимация процесса электролитической диссоциации			+
			Ионные уравнения реакции в растворах электролитов	+		
			Химические свойства растворов электролитов (опорный конспект)		+	
			Гидролиз солей (таблица)		+	
9.	Окислительно-восстановительные реакции (ОВР)	Степень окисления. Окислители и восстановители. Метод электронного баланса и ионно-электронный метод (метод полуреакций) Понятие о гальваническом элементе. Стандартные окислительно-восстановительные потенциалы и их связь с изменением энергии Гиббса. Уравнение Нернста. Прогнозирование направления ОВР в растворах. Электролиз	Схематический рисунок определения степени окисления, процессов окисления и восстановления			+
			Метод электронного баланса и ионно-электронный метод (метод полуреакций)	+	+	
			Схема гальванического элемента		+	
			Таблица ряда стандартных электродных потенциалов (напряжений)		+	
			Схема электролиза		+	
10.	Строение атома и периодическая система элементов	Строения атома. Устойчивость ядер. Явление радиоактивности. Теория атома водорода по Бору, ее внутреннее противоречие. Волны де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм. Принцип неопределенности Гейзенберга. Квантовые числа. Понятие об электронном облаке. Атомные орбитали. Многоэлектронные атомы. Периодический закон в свете представлений о строении атома. Периодическая система химических элементов	Схематический рисунок и анимация строения атома и атомного ядра			+
			Модель атома по Бору (анимация)			+
			Корпускулярно-волновой дуализм частиц (анимация)			+
			Схемы строения электронных оболочек атомов		+	
			Электронная формула атома элемента	+		
			Таблица распределения электронов в атоме по энергетическим уровням и подуровням, главные квантовые числа		+	
			Схематический рисунок атомных орбиталей и перекрывания электронных облаков			+
			Диаграмма энергетических уровней многоэлектронных атомов			+
Схематический рисунок устойчивости ядер, явления радиоактивности			+			

			Видеофрагмент открытия периодического закона			+
			Периодическая система химических элементов (таблица)		+	
			Электронная и электронно-графическая конфигурация атомов химических элементов	+		
			Графики изменения электроотрицательности атомов, изменения свойств атомов и их соединений по периодам и группам			+
11.	Химическая связь и межмолекулярное взаимодействие	Основные типы химической связи. Ковалентная связь и ее свойства. Механизмы образования ковалентной связи. Понятие о межмолекулярном взаимодействии. Водородная связь. Ионная связь. Металлическая связь	Электронно-графическая схема перекрывания электронных облаков		+	
			Метод валентных связей: гибридизация атомных орбиталей.			+
			Метод молекулярных орбиталей			
			Схематические рисунки процессов образования химических связей (ковалентная, ионная, металлическая, водородная)			+
			Модель образования ковалентной связи (обменный и донорно-акцепторный механизмы)			+
			Шаростержневые, полусферические модели Стюарта–Бриггса молекул, модель Драйдинга			+
			Модели кристаллов			+
			Кристаллическая решетка веществ с разным типом химической связи			+
12.	Комплексные соединения	Природа химической связи в комплексных (координационных) соединениях. Внешняя и внутренняя сферы комплексов. Характеристика лигандов. Координационное число и заряд комплексообразователя. Основные классы комплексных соединений. Электролитическая диссоциация комплексных соединений (первичная и вторичная). Устойчивость комплексных ионов в растворах. Химические свойства комплексных соединений	Модели молекул комплексных соединений			+
			Таблица названий лигандов, определения степени окисления и координационного числа комплексообразователя, пространственной конфигурации комплексов, описание химической связи в комплексных соединениях по методу валентных связей		+	
			Схема состава комплексного соединения		+	
			Диссоциация и выражения констант нестойкости комплексных ионов		+	
			Классификация комплексных соединений (кластер)		+	

Молекулярные формулы моделируют качественный и количественный состав вещества молекулярного строения, например, аммиака, серной кислоты, ортофосфорной кислоты ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ). Для большей наглядности химические соединения изображают *графически*, показывая последовательность, в которой атомы соединены друг с другом в молекуле данного вещества. При этом символ каждого элемента снабжается количеством черточек, равным валентности элемента в этом соединении (рис. 1).

Следует иметь в виду, что графическое изображение формул не всегда отражает действительное расположение и связи атомов в молекуле вещества. Поэтому нельзя отождествлять графическое изображение со *структурной формулой*. Структурные модели, изображая порядок соединения атомов в молекуле, не отражают однако их действительного пространственного расположения. С помощью *пространственных (функциональных) моделей* можно наглядно представить связи между атомами и их взаимное расположение. *Шаростержневые модели* молекул делают наглядным относительное

положение атомов в пространстве, но не соответствуют действительному соотношению атомных радиусов и длин химических связей. Они собираются из шариков, символизирующих отдельные атомы. Шарики-атомы расположены на некотором расстоянии и скреплены друг с другом стержневой основой. Общепринято использовать одни и те же цвета для обозначения атомов элементов (рис. 2).

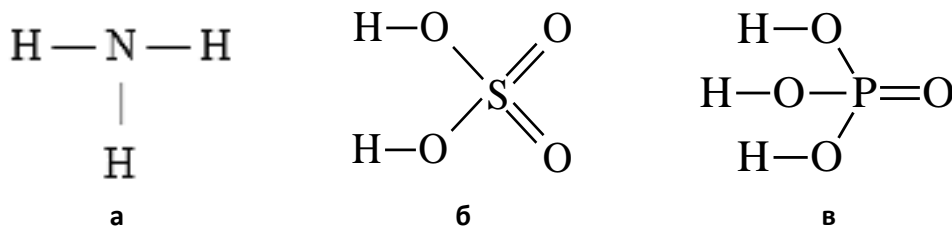


Рис. 1. Графические формулы

Правильное представление о заполнении внутримолекулярного пространства можно получить при помощи *полусферических моделей* молекул. В полусферических моделях Стюарта–Бриглеба атомы представлены в виде усеченных сфер с учетом их размеров. Эти модели часто называют *масштабными* и широко используются для установления возможной степени сближения сфер в молекуле (рис. 3).

Но часто возникает необходимость изобразить пространственное строение молекулы на плоскости. Понятно, что пользоваться рисунками моделей неудобно, да и не всем это под силу. В подобных случаях прибегают к помощи различных *проекционных моделей*, *перспективных* или *клиновидных формул*. На таких формулах сплошные линии представляют связи в плоскости бумаги, сплошной клин – связь, которая выходит из плоскости бумаги, а пунктирные линии – связи за бумагой (рис. 4).



Рис. 2.

Шаростержневая модель молекулы



Рис. 3.

Полусферическая модель молекулы

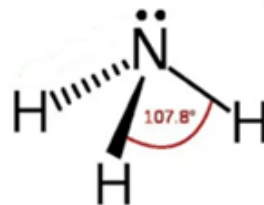


Рис.4.

Проекционная модель молекулы

*Таблично-схематичные модели* лежат в основе методов сопоставления, анализа, систематизации, классификации. Такие модели позволяют структурировать химическую информацию, находить взаимосвязи между отдельными объектами, предсказывать химические свойства изучаемых веществ. Для систематизации теоретических знаний удобно использовать табличные модели «Фундаментальные понятия и законы в структуре содержания общей химии», «Классификация неорганических веществ», «Качественные реакции на катионы и анионы». Лучшему усвоению материала, оформлению его в определенную структуру способствует составление опорных конспектов «Термодинамика химических реакций», «Химическое равновесие», «Химическая кинетика», «Электролитическая диссоциация».

*Иллюстративно-графические* и *иллюстративно-динамические* модели незаменимы при изучении строения атома и периодической системы химических элементов, так как данный материал характеризуется высокой степенью абстрактности. При подготовке к занятиям по общей химии можно предложить студентам изучить компьютерные анимации осваиваемых процессов, подобрать наиболее удачные с их точки зрения иллюстративно-динамические модели, например, процессов электролитической диссоциации, электролиза, образования комплексных соединений. Кроме вышеперечисленных моделей здесь можно использовать комиксы, компьютерные анимации, виртуальные лаборатории.

На современном этапе обучения из *общелогических методов* в преподавании химии выделяют дедуктивный (от понятия к моделированию); индуктивный (от моделирования к понятию); аналогии (с оригинала на модель и наоборот) и др. Так, в начале изучения темы «Классификация и номенклатура неорганических веществ» важно актуализировать знания о составе оксидов, кислот, оснований, солей, видах химической связи в указанных соединениях. Для этого им можно предложить выполнить следующее задание.

Составьте формулы бинарных (состоящих из двух химических элементов) соединений, используя предложенные символы химических элементов: N, O, Si, S, Cl, I. Соберите шаростержневые модели этих соединений.

Решение задания может быть представлено в виде модели (рис. 5).

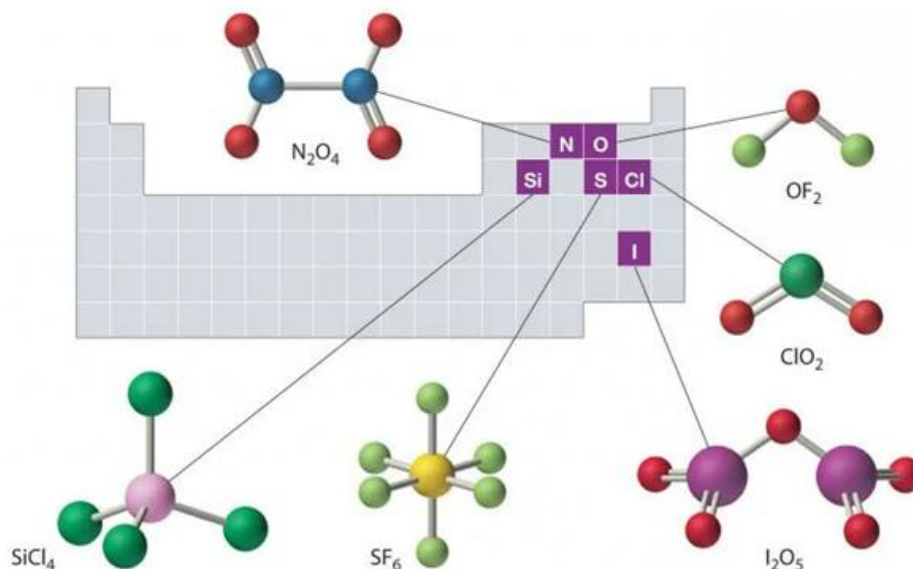


Рис. 5. Модель решения задачи по теме «Классификация и номенклатура неорганических веществ»

К общепедагогическим методам в преподавании химии относится самостоятельная работа студентов. При организации самостоятельной работы большое значение имеет работа с графическими наглядными моделями. Например, на наглядном моделировании может базироваться решение расчетных задач.

С целью формирования у студентов навыков решения расчетных задач при обучении общей химии используются задачи с визуальным содержанием. Построение схематического рисунка наглядно иллюстрирует группу словесно-наглядно-практических методов обучения. Так, в теме «Растворы» разбирается тип задач на вычисление массовой доли растворенного вещества в растворе. Приведем пример решения такой задачи с применением схематического рисунка.

При взаимодействии металлического натрия с водой образовался раствор гидроксида натрия массой 100 г и водород объемом 1,12 дм<sup>3</sup> (н.у.). Вычислите массовую долю гидроксида натрия в растворе.

Вначале строим иллюстративно-графическую модель химического процесса (рис. 6). Далее составляем уравнение химической реакции:  $2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2 \uparrow$ . Находим химическое количество выделившегося водорода (0,05 моль), а также химическое количество (0,1 моль) и массу гидроксида натрия (4 г). В результате получим, что массовая доля гидроксида натрия в растворе равна 0,04 (4%).

Из специфических методов в обучении химии наиболее актуальны такие, как наблюдение химических объектов и их изображений, моделирование химических объектов, описание химических объектов, объяснение химических явлений. Объектами наглядного моделирования в химическом эксперименте по общей химии являются атомы, молекулы, кристаллы, химические установки, а также процессы и явления.

Приведем пример использования наглядного моделирования при выполнении эксперимента на этапе освоения темы «Химическое равновесие». Вначале занятия ставим перед студентами вопросы: «Что происходит в равновесной газовой системе при изменении температуры?»; «Каким правилом определяется направление, в котором смещается равновесие в данной системе?». Далее показываем опыт, где в два химических стакана (один – с горячей, другой – с холодной водой со льдом) одновременно осторожно опускаем прибор, состоящий из двух сообщающихся сосудов, заполненных оксидом азота (IV) (рис. 7).

В ходе наблюдения студенты убеждаются, что усиление окраски газа происходит в горячей воде и обесцвечивание в холодной. В данном случае имеет место обратимая реакция полимеризации диоксида азота  $NO_2$  бурого цвета, протекающая с образованием бесцветного димера азота  $N_2O_4$ . На основании результатов опыта просим студентов смоделировать химическое уравнение реакции с учетом закона сохранения массы и предлагаем следующее задание.



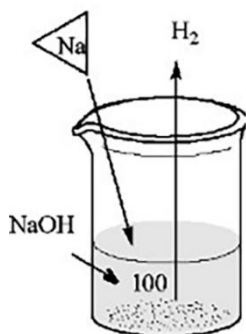


Рис. 6. Иллюстративно-графическая модель

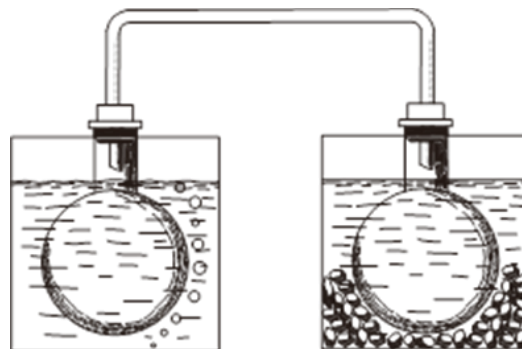


Рис. 7. Прибор для изучения смещения химического равновесия при изменении температуры

На рисунке представлена обратимая химическая реакция димеризации оксида азота (II), светлые сферы – это атомы кислорода, а темные – атомы азота. Дополните схему моделями молекул продукта реакции (рис. 8).

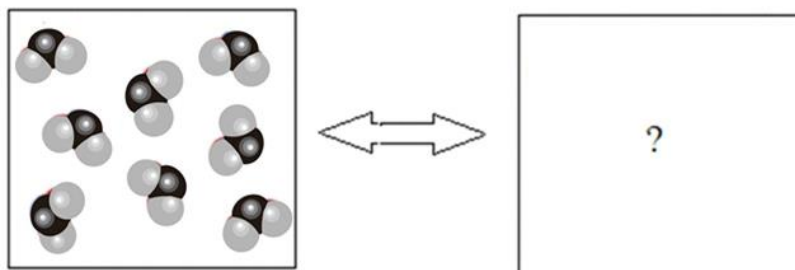


Рис. 8. Моделирование процесса, протекающего в ходе эксперимента

Химический эксперимент как ведущий метод обучения общей химии применяется для иллюстрации и подтверждения научных фактов. Как было продемонстрировано выше, для эффективного использования реального химического эксперимента необходимо применять его в комплексе с моделями и наглядным моделированием.

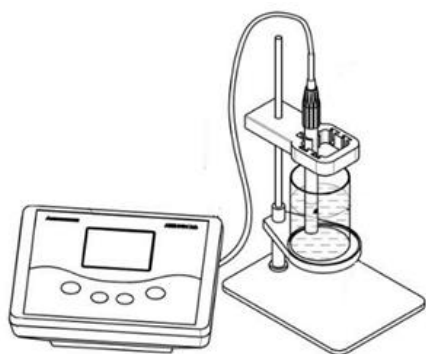


Рис. 9. Прибор для определения электропроводности растворов

Приведем пример использования моделирования при изучении темы «Растворы электролитов» при проведении лабораторного опыта по определению электропроводности водных растворов электролитов различной концентрации. В качестве оборудования применим модуль «Общелaborаторный» с кондуктометрическим датчиком учебно-laborаторного комплекса «Химия» (рис. 9). Для проведения опыта возьмем растворы кислот различной концентрации.

В ходе эксперимента студенты убеждаются в том, что величина электропроводности растворов зависит от концентрации последних. Обучающиеся приходят к выводу, что в растворе содержатся не только свободные ионы, от количества которых зависит электрическая проводимость, но и молекулы. Преподаватель сообщает, что в растворе происходят обратимые процессы диссоциации молекул с образованием ионов и ассоциации ионов с образованием молекул.

Далее выполняется задание по наглядному моделированию.

На следующих диаграммах (моделях) представлены водные растворы трех кислот (HX, HY и HZ) с молекулами воды для наглядности (рис. 10). Расположите их от самых сильных к самым слабым.

При изучении моделей электролитической диссоциации в водных растворах кислот студенты определяют относительное количество присутствующих незаряженных молекулярных частиц. Самая сильная

кислота – это кислота с наибольшим количеством ионов  $H^+$  и наименьшим количеством недиссоциированных молекул кислоты в растворе. Самая слабая кислота – это та, в которой наибольшее количество недиссоциированных молекул. Сильная кислота –  $HY$ , потому что она полностью ионизирована (в растворе нет молекул  $HY$ ), тогда как  $HX$  и  $HZ$  являются слабыми кислотами, растворы которых состоят из смеси молекул и ионов. Кислота  $HZ$  содержит больше ионов  $H^+$  и меньше молекул, чем  $HX$ , поэтому более сильная кислота. Порядок таков  $HY > HZ > HX$ .

Большое значение для повышения эффективности обучения общей химии с позиции применения наглядного моделирования имеет сочетание наблюдения, химического эксперимента, цифровых расчетов и моделирования. Повышается восприятие показа эксперимента, если имеются иллюстративно-графические модели, раскрывающие суть реально происходящих процессов и явлений. Демонстрацию химического эксперимента следует сочетать с наглядным моделированием и учебными моделями.

При изучении темы «Термодинамика химических реакций» студенты знакомятся с калориметрическим методом анализа [5]. Для проведения эксперимента по определению тепловых эффектов химических реакций используется модуль «Термостат» в пассивном режиме (калориметр) с термодатчиком учебно-лабораторного комплекса «Химия». Работа выполняется с помощью компьютерной программы, что позволяет следить за текущим значением температуры в реальном времени. С помощью этой же программы строится график и по нему определяется изменение температуры, которое применяется в дальнейшем для расчета тепловых эффектов (рис. 11). Поскольку сам процесс протекает в закрытом сосуде, можно предложить студентам смоделировать его, чтобы объяснить, почему в одних случаях химические реакции идут с выделением тепла, а в других – с поглощением. Модели, составленные студентами, могут быть различными, предлагаем вариант одной из них (рис. 12).

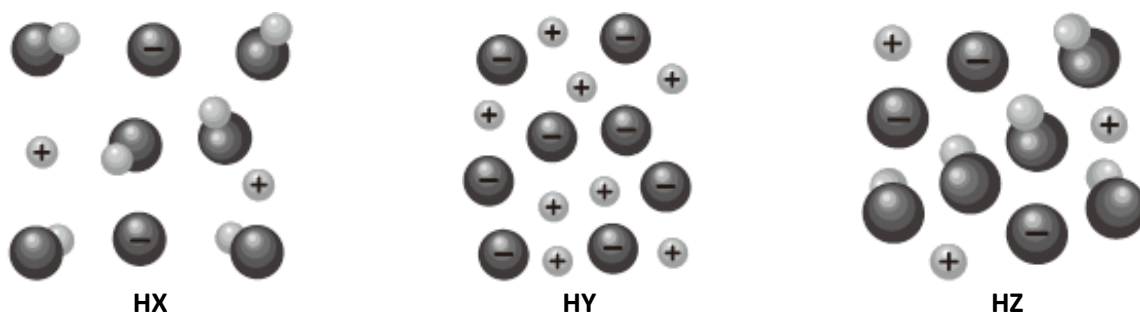


Рис. 10. Модели водных растворов кислот

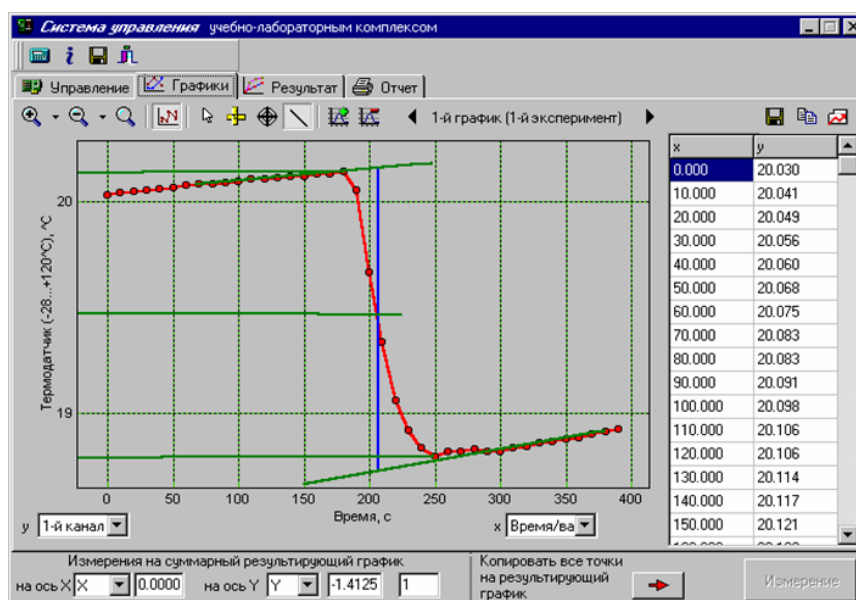


Рис. 11. Нахождение изменения температуры по данным калориметрических измерений

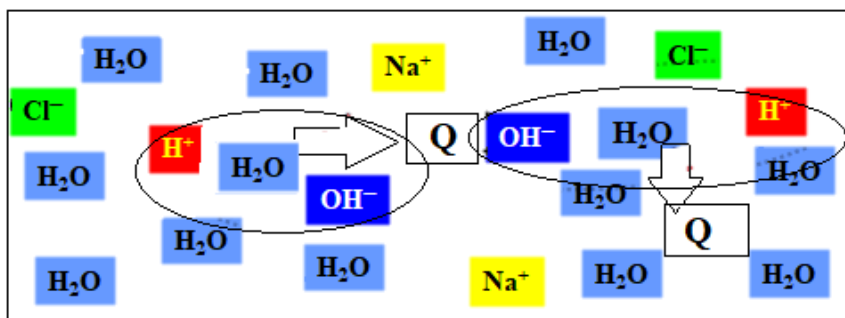


Рис. 12. Моделирование процесса, протекающего при определении теплового эффекта

Таким образом, при отборе содержания и методов обучения с позиции применения наглядного моделирования при обучении общей химии необходимо опираться на следующие требования: отбор тех или иных видов учебных моделей должен вестись с учетом целей занятия, соответствовать программе и учебному материалу; структура курса общей химии должна быть многоуровневой; при изложении отобранного содержания преимущественно важно использовать сочетание традиционных методов обучения и наглядного моделирования; при использовании моделей следует учитывать имеющиеся в этом отношении достижения и современный уровень развития информационно-коммуникационных технологий.

Применение наглядного моделирования при обучении общей химии позволяет придавать учебной информации рациональную форму: обеспечивает точность и краткость ее выражения, структурирование, кодирование, быстроту передачи и переработки учебного материала, минимальность объема с необходимой широтой значения, вариативность формата, эмоциональность, наличие визуальных метафор.

**Заключение.** Специфика применения наглядного моделирования заключается в том, что оно должно оптимально согласовываться с другими методами обучения, обеспечивая целостность представлений о химических объектах и явлениях, способствуя лучшему усвоению материала по общей химии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Отвалко, Е.А. Наглядное моделирование как средство обучения химии [Электронный ресурс] / Е.А. Отвалко, Е.Я. Аршанский // Химия в школе. – 2021. – № 3. – С. 11–20. – Режим доступа: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/26526>. – Дата доступа: 22.10.2022.
2. Образовательный стандарт Республики Беларусь. Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-02 04 01 Биология и химия: ОСРБ 1-02 04 01-2021: утв. и введ. в действие постановлением М-во образования РБ от 20.04.2022 № 85 [разраб. БГПУ]. – Взамен ОСРБ 1-02 04 01-2013; введ. 2013-08-3. – Минск: М-во образования Респ. Беларусь, 2013. – 14 с.
3. Концепция развития педагогического образования в Республике Беларусь на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] // Национальный образовательный портал. – Режим доступа: <https://adu.by/images/2021/06/konceptsiya-razvitiya-pedagogicheskogo-obrazovaniya.pdf>. – Дата доступа: 20.08.2022.
4. Белохвостов, А.А. Система методической подготовки будущего учителя химии к использованию информационно-коммуникационных технологий: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / А.А. Белохвостов; Белорус. гос. пед. ун-т имени Максима Танка. – Минск, 2014. – 29 с.
5. Борисевич, И.С. Профессионально-педагогическая направленность вузовского курса физической и коллоидной химии / И.С. Борисевич // Наука – образованию, производству, экономике: материалы XIX(66) Регион. науч.-практ. конф. преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, Витебск, 13–14 марта 2014 г.: в 2 т. / Витеб. гос. ун-т; редкол.: И.М. Прищепа (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2014. – Т. 2. – С. 121–123.

#### REFERENCES

1. Otvalko E.A., Arshanski E.Ya. *Khimiya v shkole* [Chemistry in School], 2021, 3, pp. 11–20. – Available at: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/26526>. – Accessed: 22.10.2022.
2. *Obrazovatelny standart Respubliki Belarus. Vyssheye obrazovaniye. Pervaya stupen. Spetsialnost 1-02 04 01 Biologiya i khimiya: OSRB 1-02 04 01-2021* [Academic Standard of the Republic of Belarus. Higher Education. First Stage. Qualification 1-02 04 01 Biology and Chemistry: OSRB 1-02 04 01-2021], Minsk: M-vo obrazovaniya Resp. Belarus, 2013, 14 p.
3. *Kontseptsiya razvitiya pedagogicheskogo obrazovaniya v Respublike Belarus na 2021–2025 gody* [Concept of the Development of Pedagogical Education in the Republic of Belarus for 2021–2025], Natsionalny obrazovatelny portal, Available at: <https://adu.by/images/2021/06/konceptsiya-razvitiya-pedagogicheskogo-obrazovaniya.pdf>. – Accessed: 20.08.2022.
4. Belokhvostov A.A. *Sistema metodicheskoi podgotovki budushchego uchitelia khimii k ispolzovaniyu infopmatsionno-kommunikatsionnykh tekhnologii: avtoref. dis. ... kand. ped. nauk* [System of Methodological Training of Would-be Chemistry Teacher to Use Information and Communication Technologies: PhD (Education) Dissertation Summary], Belarus. gos. ped. un-t imeni Maksima Tanki, Minsk, 2014, 29 p.
5. Borisovich I.S. *Nauka – obrazovaniyu, proizvodstvu, ekonomike: materialy XIX(66) Region. nauch.-prakt. konf. prepodavatelei, nauchnykh sotrudnikov i aspirantov, Vitebsk, 13–14 marta 2014 g.* [Science – to Education, Industry, Economy: Proceedings of the XIX(66<sup>th</sup>) Regional Scientific and Practical Conference of Teachers, Researchers and Postgraduate Students, Vitebsk, March 13–14, 2014], Vitebsk State University, Vitebsk, 2014, 2, pp. 121–123.

Поступила в редакцию 02.02.2023

Адрес для корреспонденции: e-mail: elena.otvalcko@yandex.by – Шатова Е.А.