



**СИСТЕМНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
СОДЕРЖАНИЯ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ**

Яблоков Вениамин Александрович

*д-р хим. наук, профессор, зав. кафедрой химии Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета, 603950, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65
E-mail: olga.zakhaolga2015@yandex.ru*

Захарова Ольга Михайловна

*канд. хим. наук, доцент, доцент кафедры химии Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета, 603950, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65
E-mail: olga.zakhaolga2015@yandex.ru*

**SYSTEM ORGANIZATION OF THE CONTENT
OF TEACHING CHEMISTRY**

Veniamin Yablokov

Doctor of chemical sciences, professor, holder of the chair of chemistry of Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, 603950, Russia, Nizhny Novgorod, Iljinskaya St., 65

Olga Zakharova

Candidate of chemical sciences, associate professor, associate professor of the chair of chemistry of Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, 603950, Russia, Nizhny Novgorod, Iljinskaya St., 65

АННОТАЦИЯ

В статье представлено содержание вузовского курса химии в форме системно организованных квантово-механических, термодинамических и кинетических взглядов. Такой подход позволяет сформировать у студентов понимание взаимосвязи физических, физико-химических и химических

процессов превращения материи, развивает абстрактное мышление. Рассмотрение многих моделей изучаемых объектов и явлений помогает разрешению проблемных ситуаций, возникающих на занятиях. Эффективное обучение требует развития интеллекта как способности к познанию и самообразованию в постоянно меняющихся условиях современного мира.

ABSTRACT

The article presents the content of high school chemistry course in the form of systematically organized quantum-chemical, thermodynamic and kinetic knowledge. This approach allows students to form an idea of relationship of physical, physico-chemical and chemical processes of transformation of matter, develops abstract thinking. Consideration of many models of studied objects and phenomena helps to solve problems that arise during the lessons. Effective training requires the development of mind as the ability to learn and educate themselves in the ever-changing conditions of the modern world.

Ключевые слова: структура курса химии, системный подход, протекание химических реакций, модели систем, абстрактное мышление.

Keywords: the structure of the chemistry course, systematic approach, chemical reactions, models of the systems, abstract thinking.

Химия является сложным общеобразовательным предметом для студентов-первокурсников инженерного вуза. У них слабо развито абстрактное мышление, которое так необходимо как в математике, так и в химии. Студенты не осознают связи между микро- (атомы, молекулы) и макросистемами (твердые тела, жидкости, газы), затрудняются объяснить наблюдаемые химические процессы и состояния вещества, опираясь на фундаментальные законы природы.

Изменив логику изложения материала и форму его представления в вузовском курсе общей химии, можно, хотя бы частично, улучшить подготовку студентов по предмету, необходимую для формирования культуры

естественно-научного мышления будущих инженеров. Для этого следует, во-первых, связать все крупные разделы курса воедино, подчинив их одной цели – дать целостное представление о квантово-химических, физико-химических и химических процессах. Во-вторых, сделать понятным и, следовательно, легко запоминающимся изучаемый материал путем использования различных моделей атомов, молекул, реакций, а не ограничиваться буквенными символами и уравнениями. В-третьих, необходимо в процессе изучения материала знакомить студентов с формами логического мышления [6].

Мы предлагаем построить курс химии, используя идеи Э. Боно для «нахождения лучшего способа действий» [2] и того, как организовать процесс мышления в направлении ответа на вопросы «куда?» или «к чему это приведет?» [1]. Знание особенностей строения и свойств микро- и макросистем, а также знание принципов и правил квантовой механики, законов термодинамики и кинетики дают возможность понять главное. Физико-химические процессы идут только тогда, когда они разрешены и квантовой механикой, и термодинамикой, и кинетикой. А на вопрос «К чему это приведет?» ответ дает термодинамика: конечным результатом превращения вещества является достижение устойчивого состояния, определяемого параметрами окружающей среды. Содержание обучения в курсе химии предложено нами в виде структуры (рис. 1) в соответствии с принципами системного анализа [5].

Разделы курса общей химии взаимосвязаны и позволяют дать представление о квантово-механических, термодинамических и кинетических факторах, управляющих превращениями веществ. Такая последовательность построения содержания предполагает сокращение объема лекционных часов в силу того обстоятельства, что интернет, электронные варианты учебников, учебных пособий, лекционных курсов доступны практически любому студенту.

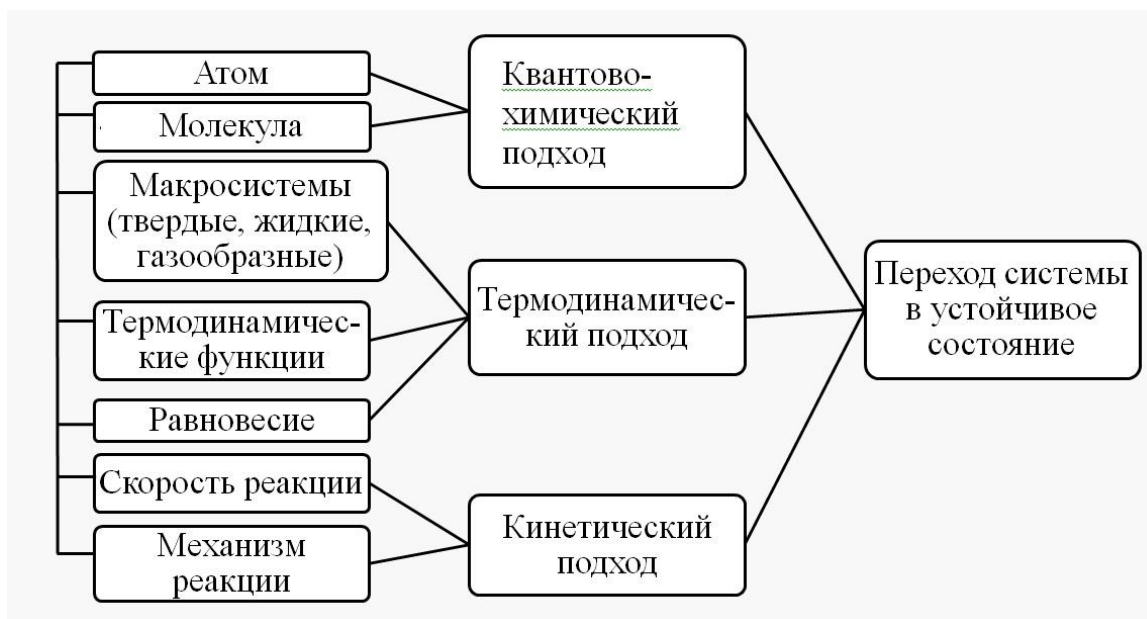


Рисунок 1. Структура курса химии

Следует сосредоточить основное внимание студентов на выполнении практических заданий. Занятия должны быть организованы так, чтобы студенты постоянно оказывались в проблемной ситуации. Под проблемной ситуацией подразумевается такое стечение обстоятельств, когда на основании знаний (понятий и суждений), которыми студент располагает, требуется самостоятельно делать умозаключения. Требуется решать (разрешать) поставленные перед ним вопросы или задачи, в том числе расчетные. Проведение практических занятий предполагает интенсивное включение мышления – процесса, с помощью которого мы можем опосредствованно судить о том, что скрыто от нашего чувственного восприятия [4]. Это возможно, если студент развивает абстрактное мышление – умение переводить информацию о реальных объектах и явлениях в модели и применять их на практике. Для этого используют практические занятия. На них в диалоговом режиме с преподавателем обсуждаются возможные пути решения проблем экспериментального и теоретического характера.

Ниже показаны приемы применения и развития абстрактного мышления. Абстрактная модель – идеальная конструкция, построенная средствами мышления, сознания. В частности – языковая модель (речь, текст) [3]. Модель, как объект-заменитель объекта-оригинала сохраняет некоторые свойства

оригинала и обладает удобством использования. Она не отражает все свойства оригинала, поэтому создаются несколько моделей. Для каждого конкретного случая берётся та из них, которая содержит необходимые свойства для решения теоретических и практических задач. В качестве примера обратимся к атому водорода, представленному моделями различной степени обобщённости (рис. 2).

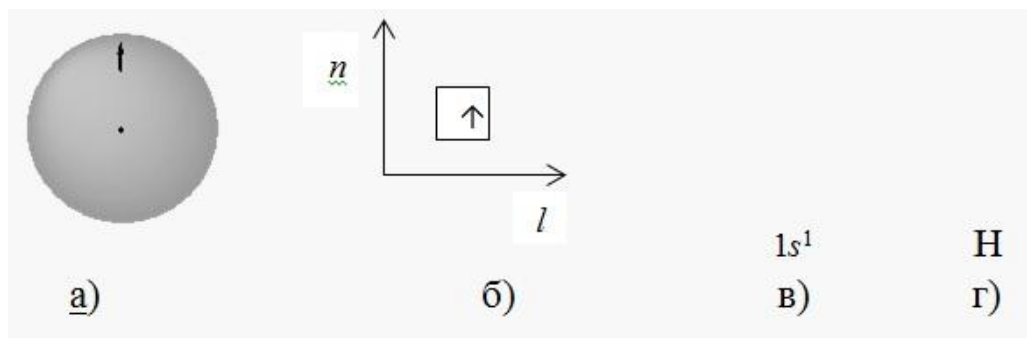


Рисунок 2. Модели атома водорода с возрастающей степенью обобщенности

Среди представленных моделей атома водорода высокой степенью обобщенности обладает буквенный символ Н (рис. 2, г), в котором скрыты все характеристики атома и не показано ничего.

Модели, представленные на рис. 3, демонстрируют свойство атомов изменять размеры и геометрическую конфигурацию с увеличением заряда ядра атома. В этих моделях отражены также квантовые принципы и правила заполнения орбиталей электронами.

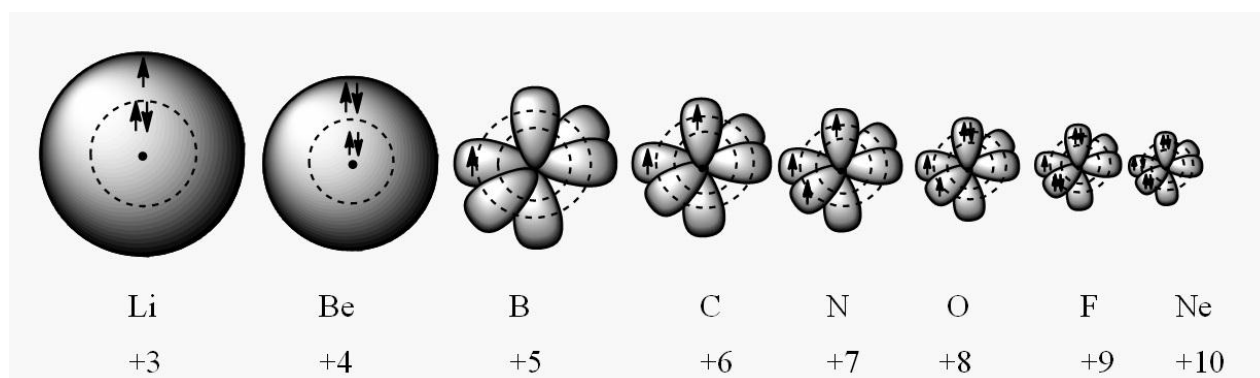


Рисунок 3. Модель изменения атомных радиусов элементов 2 периода

Свойство атомов образовывать ковалентные и ионные связи иллюстрируется наглядными схемами (рис. 4), которые раскрывают

то, что совершенно скрыто в моделях H_2 и LiF , с высокой степенью обобщённости.

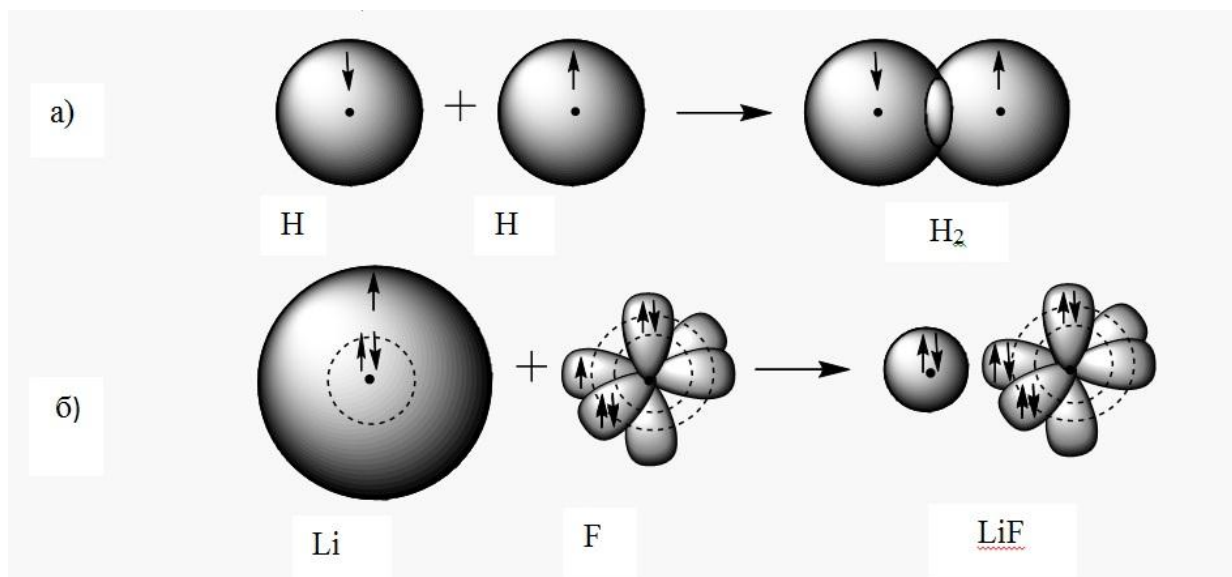


Рисунок 4. Модели образования (а) ковалентной и (б) ионной связей

Среди моделей молекул требуется уделить особое внимание воде. Это соединение участвует в большинстве химических реакций живой и неживой природы. Свойства воды как макросистемы определяются строением её молекулы. Поэтому для студентов необходимо абстрактную модель высокой степени обобщённости (H_2O) раскрыть в моделях, которые позволяют понять, почему молекулы воды представляют собой диполи (рис. 5) и почему жидкое и твердое состояния воды обладают уникальными свойствами.

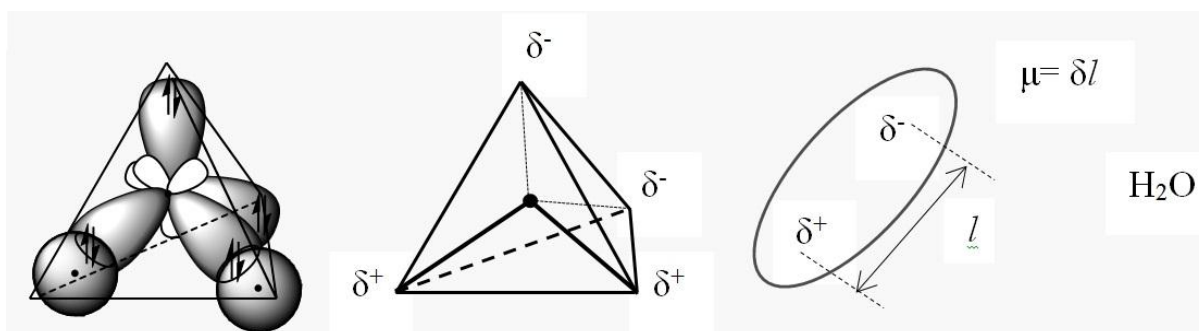


Рисунок 5. Модели молекулы воды

Когда введены понятия и суждения, раскрывающие структуру атомов и молекул, сформулированы квантовые правила, закономерности

взаимодействия составляющих их электрических зарядов, основные идеи метода валентных связей, логично перейти к свойствам макросистем, иллюстрируемым моделями, доступными обозрению (рис. 6)

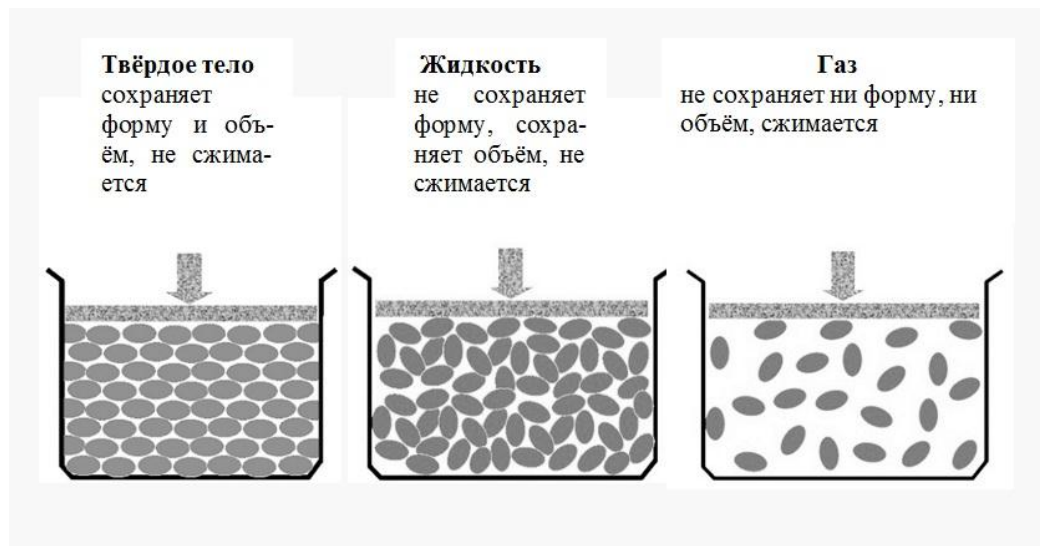


Рисунок 6. Модели вещества в разных агрегатных состояниях

Термодинамический подход к объяснению химических превращений начинается с рассмотрения основных характеристик вещества, находящегося в твердом, жидком или газообразном состоянии. Понятия температуры (T), теплоты (Q), работы (A), внутренней энергии (U), энтропии (S) раскрываются не только языковыми моделями, но и моделями прямого, косвенного и условного подобия. На рис. 7 представлена модель обмена энергией в форме теплоты (Q) горячего (T_1) и холодного (T_2) тел.

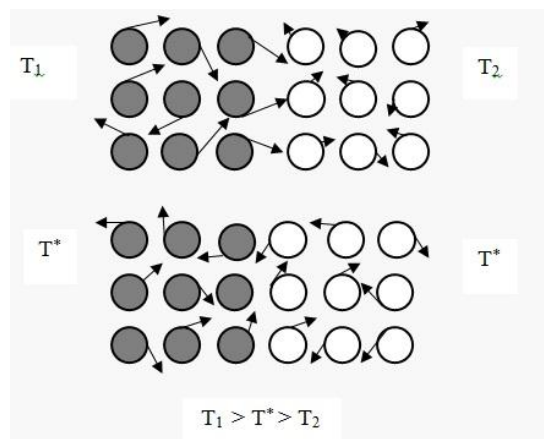


Рисунок 7. Модель процесса обмена горячего и холодного тел энергией посредством соударения микрочастиц, составляющих тела

Процесс превращения энергии нагревателя в работу (A) движущегося под поршнем газа представлен на рис. 8.

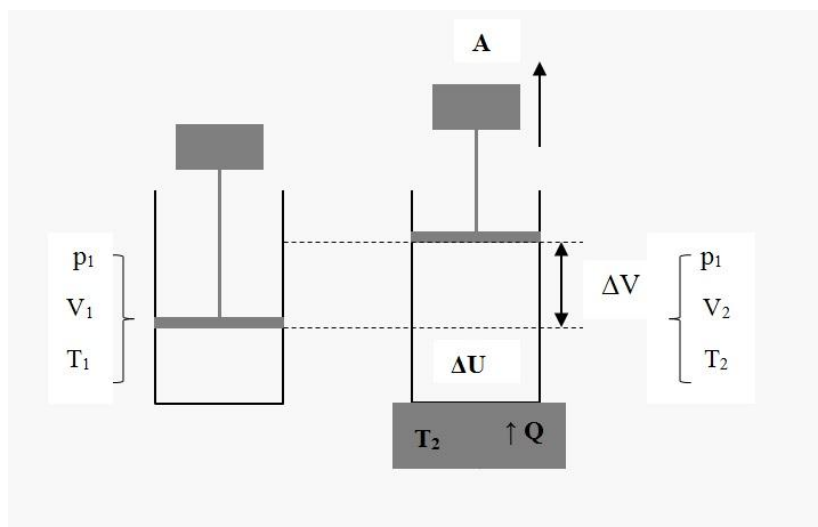


Рисунок 8. Модель процесса превращения энергии движения микрочастиц нагревателя в работу, совершаемую направленным движением микрочастиц газа под поршнем

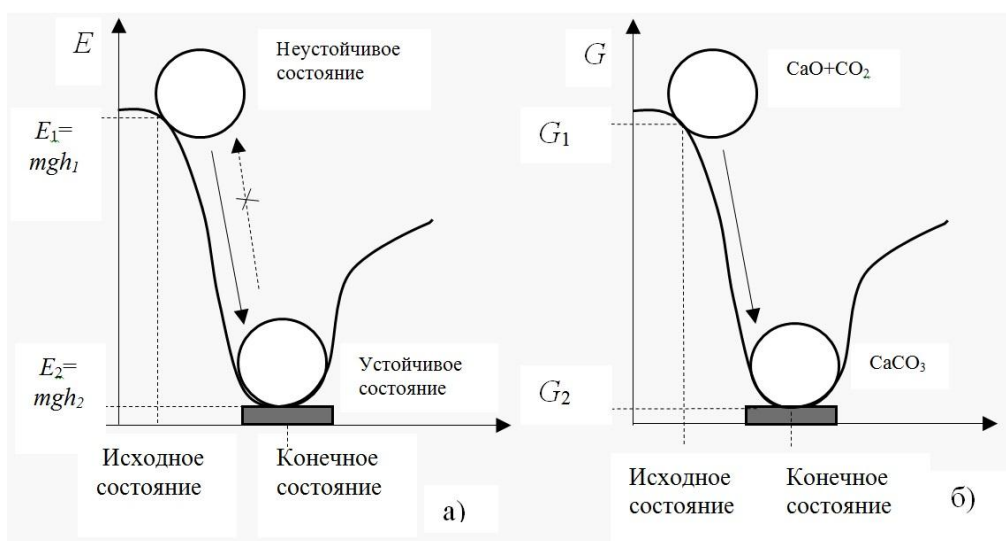
Когда выяснено содержание основных понятий термодинамики и высказаны суждения, раскрывающие их смысл, дана формулировка закона сохранения энергии при осуществлении тепловых процессов (первый закон термодинамики как частный случай закона сохранения энергии), открывается путь объяснения причин, вызывающих физико-химические превращения вещества.

Физико-химические процессы разрешены, если они не противоречат второму закону термодинамики. Одна из формулировок закона гласит, что невозможно построить машину, действующую циклически, единственным результатом которой было бы превращение энергии в форме теплоты в работу. Для студентов можно привести в качестве примера автомобиль, в котором двигатель работает по четырехтактному циклу. В нем за два оборота коленчатого вала совершаются четыре хода поршня (впуск и сжатие топливной смеси, расширение и выпуск горячих продуктов сгорания). Автомобиль совершает работу, перемещая себя и груз, и в то же время выхлопными газами, горячим двигателем «нагревает» окружающую среду в соответствии со вторым

законом термодинамики. К химическим превращениям приведенный пример имеет прямое отношение. В термодинамике о направлении естественных (самопроизвольных) изменений в физико-химической системе судят по изменению функции Гиббса (G).

$$dG = dH - TdS \quad \text{при } p, T = \text{const}$$

Графические модели позволяют понять причину самопроизвольно протекающих процессов. Механическая система (рис. 9, а) и химическая реакция (рис. 9, б) стремятся к устойчивому состоянию.



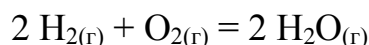
**Рисунок 9. Модели самопроизвольных процессов:
(а) механическая система, (б) химическая реакция**

На основании полученной информации студентам предлагаются не только тривиальные задачи для определения направления химической реакции, но и расчеты условий, при которых смещение термодинамического равновесия произойдет в заранее заданном направлении.

Обладая системно организованными знаниями, студенты способны эффективно использовать аналитические и синтетические операции мышления для получения соответствующих умозаключений и доказательств. Им не составляет большого труда обосновать, что в изолированной системе расширение газа в вакуум сопровождается рассеянием энергии и возрастанием энтропии системы. Доказать, пользуясь табличными значениями энтальпии образования исходных веществ и продуктов реакции и соответствующими

абсолютными значениями энтропии, что графит – устойчивая, а алмаз – неустойчивая аллотропная модификация углерода при комнатной температуре. Объяснить, почему алмазы лежат миллионы лет в горных породах и не превращаются самопроизвольно в графит, несмотря на то, что этот процесс термодинамически разрешен. Или прийти к умозаключению, что резка железной пластины ацетиленовой горелкой легко происходит при температуре пламени существенно ниже температуры плавления металла.

Понимание того, что все химические процессы протекают во времени и развиваются в пространстве, достигается изучением химической кинетики, изучением скорости и механизма химических процессов. Например, реакция горения водорода может быть представлена несколькими моделями. Химическое уравнение демонстрирует химический состав реагентов и продуктов,



участвующих в реакции, их агрегатное состояние. Развитие процесса в пространстве и его механизм представлен моделью на рис. 10. Цифры указывают, как по мере развития процесса возрастает количество активных частиц (атомов кислорода и водорода) и радикалов (HO·), продолжающих цепь.

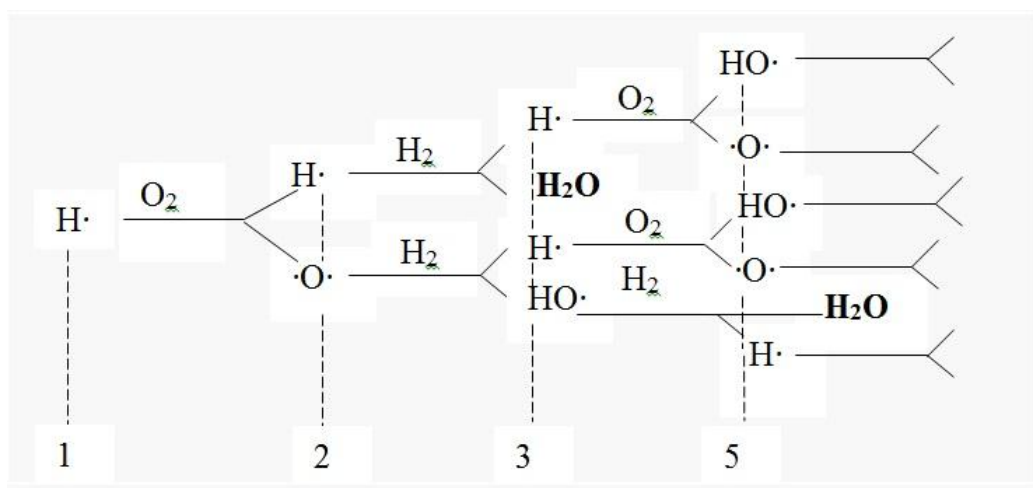
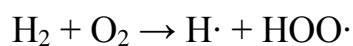


Рисунок 10. Модель радикальной разветвлённой химической реакции горения водорода

Последовательность элементарных стадий разветвлённого цепного процесса начинается со стадии зарождения цепи. Толчком реакции зарождения может служить обыкновенная зажжённая спичка:



Атом водорода служит началом химического превращения. И если этот процесс неконтролируемый, например, водород смешан с воздухом в здании, произойдет взрыв от искры или зажженной спички. Такой взрыв можно показать студентам в маленьком «помещении», в пробирке.

Представление содержания кинетических параметров химической реакции через различные графические модели должно завершить формирование целостного представления о химических процессах. Это даст возможность студентам за абстрактными формулами химических соединений и уравнениями химических реакций увидеть материальную сущность физико-химических процессов. Объяснить некоторые часто встречающиеся явления.

Вернемся к структуре курса общей химии (рис. 1). Для того чтобы физико-химический процесс произошел, он должен быть разрешен квантовой механикой, термодинамикой и кинетикой. Конечным состоянием системы будет состояние устойчивое или метастабильное, как в случае алмаза. Подчеркнем, студенты должны знать квантовые правила и принципы, законы термодинамики и кинетики, чтобы применять химические знания на практике.

Представляемые студентам, например, будущим инженерам-строителям, знания в области химии, математики, физики, философии, информатики, психологии и др. способствует развитию абстрактного мышления. Формирование и развитие культуры естественно-научного мышления открывает выпускникам вузов дорогу для реализации своих способностей во всех сферах человеческой деятельности независимо от выбранной специальности. Как отмечается в работе [7, p. 22], более половины дипломированных инженеров в США «либо становятся администраторами разного уровня через 10–15 лет после окончания вуза, либо совсем оставляют инженерную профессию, чтобы ввязаться в рискованный бизнес. Даже если получившие образование специалисты остаются верными своей профессии, они должны заменить или пополнить многое, если не большинство из своих знаний, полученных в вузе, если желают оставаться эффективными».

В заключение отметим, что смена профессии диктуется, прежде всего, потребностями рынка труда. Что может сделать преподаватель для лучшей адаптации студента в условиях, которые ждут его после окончания вуза? На первое место выдвигается развитие интеллекта как способности к познанию, способности к самообразованию в постоянно меняющихся ситуациях современного мира. Практика под руководством специалистов, другими словами, ученичество у мастера и производственная практика являются примерами эффективных методов побуждения студентов к учебе, позволяют им научиться, как пользоваться тем, что они знают, как обнаружить нехватку знаний и как изучать то, что им следует знать. А это в будущем позволяет менять, при необходимости, профессию без особых затруднений.

И последнее. Интеллектуальные способности преподавателя на порядок выше, чем у начинающего первокурсника. Эффективное обучение осуществляет педагог, который демонстрирует на примере учебной дисциплины, как следует адаптироваться к новым реальным ситуациям, как самостоятельно обучаться, как применять полученные знания в практической деятельности.

Список литературы:

1. Боно Э. Водная логика. – Минск: Попурри, 2006. – 240 с.
2. Боно Э. Серьезное творческое мышление. – Минск: Попурри, 2005. – 416 с.
3. Выготский Л.С. Мышление и речь. – М.: Лабиринт, 1999. – 352 с.
4. Леонтьев А.Н. Лекции по общей психологии: Учеб. пособие. – М.: Смысл, 2000. – 512 с.
5. Перегудов Ф.И. Введение в системный анализ: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. завед. – М.: Высшая школа, 1989. – 367 с.
6. Челпанов Г.И. Учебник логики. – М.: Научная 2010. – 128 с.
7. Gharajedaghi J., Ackoff R.L. Toward systemic education of systems / J. Gharajedaghi, R.L. Ackoff // Systems Research. – 1985. – Vol. 2, № 1. – P. 21–27.