

УДК:378.1

доктор педагогических наук, профессор РАЕ Камалеева Алсу Рауфовна

Казанский федеральный университет, Институт педагогики, психологии и социальных проблем (г. Казань);

доктор педагогических наук, профессор Гильманшина Сурия Ирековна

Казанский федеральный университет (г. Казань)

КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ НА ОСНОВЕ ЭЛЕМЕНТОВ КВАНТОВОЙ ХИМИИ

Аннотация. В статье рассматривается история введения понятия "межпредметные связи", как одной из форм всеобщего принципа системности; описываются функции (образовательная, воспитательная, методологическая) и типы межпредметных связей (хронологическая и содержательная); делается акцент на том, что успешного изучения дисциплины «Основы строения вещества и квантовая химия» студентам необходимо усвоить определенные дисциплины: химии, физики, математики.

Ключевые слова: межпредметные связи, функции и типы межпредметных связей, принцип системности, студенты.

Annotation. In article the history of introduction of the concept "intersubject communications" as one of forms of the general principle of systemacity is considered; functions (educational, educational, methodological) and types the mezhredmetnykh of communications are described (chronological and substantial); the emphasis is placed that successful studying of discipline "Bases of a structure of substance and quantum chemistry" students need to acquire certain disciplines: chemistry, physics, mathematics.

Keywords: intersubject communications, functions and tipymez hpredmetnykh of communications, principle of systemacity, students.

Введение. Тесную связь химии, физики и математики М.В. Ломоносов красочно выразил в следующих словах "Химия руками, математика очами физическими по справедливости назваться может" [7].

И чтобы подчеркнуть, что эта иерархическая связь между естественными науками обуславливает их единство, т. е. целостность всего естествознания как одной системы, Ф. Энгельс прибег к таким определениям отраслей естествознания, которые указывают на происхождение высших форм из низших, — одну из другой. Физику он назвал механикой молекул, химию — физикой атомов, а биологию — химией белка. При этом Ф. Энгельс отметил, что такого рода прием не имеет ничего общего с механистической попыткой сведения одной формы к другой, что это — лишь демонстрация диалектической связи между разными уровнями как материальной организации, так и ее познания, и вместе с тем это — демонстрация скачков от одного дискретного уровня научных знаний к другому и качественного отличия этих уровней между собой [5, с. 538, 545].

На необходимость взаимосвязей между учебными предметами для отражения целостной картины мира, создания системы знаний о природе указывали в свое время еще А. Дистервег, Я.А. Коменский, Н.К. Крупская, И.Г. Песталоцци, К.Д. Ушинский. Дальнейшее развитие проблема межпредметных связей получила в работах И.Д. Зверева, В.Н. Максимовой, А.В. Усовой, В.Н. Федоровой, а также в диссертационных исследованиях А.А. Боброва, В.С. Елагиной, А.Ф. Зубова, С.А. Крестникова, И.Б. Николаевой, М.Ж. Симоновой, М.А. Чувьириной, В.Н. Янцена и других. В докторских и кандидатских диссертациях С.Н. Бабиной, И.Л. Беленок, М.Н. Берулавы, А.И. Гурьева, И.С. Карасовой, В.Е. Медведева, В.А. Основиной, А.В. Петрова, Р.П. Петровой, С.А. Старченко, Н.С. Файзуллаевой, О.А. Яворука и других рассмотрены проблемы реализации межпредметных связей в процессе обучения предметам естественнонаучного цикла в средней школе и в вузе. Практически все эти авторы указывают на актуальность и значимость этой проблемы для современной школы, а значит и для педагогических вузов, призванных готовить для школы учителей, способных осуществлять межпредметные связи.

История развития межпредметных связей в XX веке структурируется на три качественно различных этапа [3]: рубеж XIX-XX веков (20-годы) - проблемно-комплексное обучение на межпредметной основе (трудовая школа - А.К.Гастев, Г.Кершенштейнер); 50-60-е годы – межпредметные связи (преимущественно на уровне средней школы - О.А.Абасаде, Н.А.Лошкарева, С.Н. Никонова, В.Н.Янцен); 70-е годы – межпредметные связи, в том числе в среднем профессиональном образовании (Ш.М.Касабов, П.Н.Новиков, Н.А.Розенберг, В.А Скакун, А.З.Шакирзянов); 80-90 годы - начало этапа развития интеграции (В.Ф.Ефименко, И.Д.Зверев, В.Н.Максимова, М.М.Махмутов, Н.И.Резник, А.В.Усова и др.).

Формулировка цели статьи и задач. В настоящее время в научной литературе «межпредметные связи» (МПС) рассматриваются как *дидактическое средство* повышения эффективности усвоения знаний, умений и навыков (И.Д. Зверев, М.М. Левина и др.); как *условие развития* познавательной активности и самостоятельности школьников в учебной деятельности, формирование их познавательных интересов (Г.И.Беленький, В.Н.Федорова, А.В.Усова); как *средство реализации* принципов системности и научности обучения, условие повышения роли обучения в формировании научного мировоззрения, самостоятельный принцип обучения (А.И.Гурьев, И.Д.Зверев, Н.А.Лошкарева, В.Н.Максимова, М.М.Махмутов, Е.Е.Минченков, А.В.Петров и др.); как *средство реализации* единства общего, политехнического и профессионального образования (М.Н.Берулава, П.Н.Новиков); как одно из *условий повышения* научного уровня знаний (Д.М.Киришин, А.В.Усова, В.Н.Федорова); как *средство формирования* профессиональных знаний и умений (М.А.Горяинов, П.Н.Новиков).

Очевидно, что сама проблема межпредметных связей многоаспектна. Если анализировать эту проблему с философских позиций, то межпредметные связи возможно рассматривать как одну из форм всеобщего принципа системности. По мнению С.И.Архангельского, «...система не может ограничиваться рассмотрением даже в частном случае, и в оптимальной форме одного обособленного предмета. Рациональная система обучения требует установления и рассмотрения взаимосвязи и отношений всех предметов и видов обучения. Это значит, что система требует такого построения функционирования, которое бы обеспечивало не только усвоение определенных знаний, но и неперенные навыки их использования для дальнейшего самостоятельного приобретения новых знаний, а также их применения в определенной целесообразной деятельности (учебной, научной, общественной и т.д.)» [1, с. 57].

Изложение основного материала статьи. Как отмечает П.Г.Кулагин, «опасность изучения явлений и предметов вне их естественной взаимосвязи будет увеличиваться в связи с накоплением знаний и дифференциацией наук. Поэтому, чтобы ликвидировать разрыв между отдельными учебными дисциплинами, нужно такое обучение, при котором смежные предметы органически дополняли бы друг друга, опирались бы один на другой, способствовали анализу изучаемых событий, явлений и законов» [4, с. 58].

Многие педагоги и методисты обращают внимание на то, что в высшей школе проблема развития межпредметных связей требует своего разрешения, так как в вузах существует изолированное изучение дисциплин различных циклов и использование полученных знаний в профессиональной деятельности. Частным случаем реализации принципа межпредметных связей в высшей школе является применение при изучении общеобразовательных дисциплин задач прикладного характера. Различные аспекты этой проблемы рассматриваются в работах Ю.К. Бабанского, Г.Л. Луканкина, В.М. Монахова, Г.И. Саранцева и др. В них рассматриваются либо общедидактические аспекты профессиональной подготовки студентов вузов, либо реализация принципа межпредметных связей через построение системы прикладных задач и упражнений.

В связи с вышесказанным при формировании содержания курса «Основы строения вещества и квантовая химия» необходимо понимать, что предмет изучения не имеет четко очерченных границ, особенно между химией и физикой.

Учебные дисциплины – физика и химия – взаимосвязаны, причем взаимосвязи их обусловлены общими объектами познания (тела, процессы, закономерности в живой и неживой природе) и общими методами научного познания (теоретические, экспериментальные, математические).

Межпредметные связи должны выполнять образовательную, воспитательную, развивающую и методическую функции. *Образовательная* – формирование у учащихся общей системы знаний о мире, отражающей взаимосвязь различных форм движения материи. *Воспитательная* – формирование системы знаний и основ научного мировоззрения. *Развивающая* – развитие всесторонне гармонично развитой личности ученика. *Методологическая* – это обобщенная форма отношений между элементами структуры учебных предметов, обеспечивающая реализацию их мировоззренческих функций.

На разных этапах своего развития физика снабжала химию понятиями и теоретическими концепциями, оказавшими сильное воздействие на развитие химии. При этом, чем больше усложнялись химические исследования, тем больше аппаратура и методы расчетов физики проникали в химию. Необходимость измерения тепловых эффектов реакции, развитие спектрального и рентгеноструктурного анализа, изучение изотопов и радиоактивных химических элементов, кристаллических решеток вещества, молекулярных структур потребовали создания и привели к использованию сложнейших физических приборов спектроскопов, дифракционных решеток, электронных микроскопов... [2].

Развитие современной науки подтвердило глубокую связь между физикой и химией. Связь эта носит генетический характер, то есть образование атомов химических элементов, соединение их в молекулы вещества произошло на определенном этапе развития неорганического мира. Также эта связь основывается на общности строения конкретных видов материи, в том числе и молекул веществ, состоящих в конечном итоге из одних и тех же химических элементов, атомов и элементарных частиц. Возникновение химической формы движения в природе вызвало дальнейшее развитие представлений об электромагнитном взаимодействии, изучаемом физикой. На основе периодического закона ныне осуществляется прогресс не только в химии, но и в ядерной физике, на границе которой возникли такие смешанные физико-химические теории, как химия изотопов, радиационная химия.

Химия и физика изучают практически одни и те же объекты, но только каждая из них видит в этих объектах свою сторону, свой предмет изучения. Так, молекула является предметом изучения не только химии, но и молекулярной физики. Если первая изучает ее с точки зрения закономерностей образования, состава, химических свойств, связей, условий ее диссоциации на составляющие атомы, то последняя статистически изучает поведение масс молекул,

обуславливающее тепловые явления, различные агрегатные состояния, переходы из газообразной в жидкую и твердую фазы и обратно, явления, не связанные с изменением состава молекул и их внутреннего химического строения.

Сопровождение каждой химической реакции механическим перемещением масс молекул реагентов, выделение или поглощение тепла за счет разрыва или образования связей в новых молекулах убедительно свидетельствуют о тесной связи химических и физических явлений. Так, энергетика химических процессов тесно связана с законами термодинамики. Химические реакции, протекающие с выделением энергии обычно в виде тепла и света, называются экзотермическими. Существуют также эндотермические реакции, протекающие с поглощением энергии. Все сказанное не противоречит законам термодинамики: в случае горения энергия высвобождается одновременно с уменьшением внутренней энергии системы. В эндотермических реакциях идет повышение внутренней энергии системы за счет притока тепла. Измеряя количество энергии, выделяющейся при реакции (тепловой эффект химической реакции), можно судить об изменении внутренней энергии системы. Они измеряются в килоджоулях на моль (кДж/моль).

С возникновением теории относительности, квантовой механики и учения об элементарных частицах раскрылись еще более глубокие связи между физикой и химией. Оказалось, что разгадка объяснения существа свойств химических соединений, самого механизма превращения веществ лежит в строении атомов, в квантово-механических процессах его элементарных частиц и особенно электронов внешней оболочки. Именно новейшая физика сумела решить такие вопросы химии, как природа химической связи, особенности химического строения молекул органических и неорганических соединений и т.д.

В сфере соприкосновения физики и химии возник и успешно развивается такой сравнительно молодой раздел из числа основных разделов химии как физическая химия, которая оформилась в конце XIX в. в результате успешных попыток количественного изучения физических свойств химических веществ и смесей, теоретического объяснения молекулярных структур. Экспериментальной и теоретической базой для этого послужили работы Д.И. Менделеева (открытие Периодического закона), Вант-Гоффа (термодинамика химических процессов).

Со второй половины XX в. в связи с интенсивной разработкой проблем ядерной энергии возникли и получили большое развитие новейшие отрасли физической химии - химия высоких энергий, радиационная химия (предметом ее изучения являются реакции, протекающие под действием ионизирующего излучения), химия изотопов. Особый интерес вызывают ядерные реакции, энергетический выход этих реакций в виде поглощения или выделения энергии.

Оглядываясь на историю взаимоотношений физики и химии, мы видим, что физика играла важную, подчас решающую роль в развитии теоретических концепций и методов исследования в химии. Степень признания этой роли можно оценить, просмотрев, например, список лауреатов Нобелевской премии по химии. Не менее трети в этом списке авторы крупнейших достижений в области физической химии. Среди них - те, кто открыл радиоактивность и изотопы (Резерфорд, М. Кюри, Содди, Астон, Жолио-Кюри и др.), заложил основы квантовой химии (Полинг и Малликен) и современной химической кинетики (Хиншелвуд и Семенов), развил новые физические методы (Дебай, Гейеровский, Эйген, Норриш и Портер, Герцберг). Наконец, следует иметь в виду и то решающее значение, которое начинает играть в развитии науки производительность труда ученого. Физические методы сыграли и продолжают играть в этом отношении в химии революционизирующую роль. Достаточно сравнить, например, время, которое затрачивал химик-органик на установление строения синтезированного соединения химическими средствами и которое он затрачивает теперь, владея арсеналом физических методов. Несомненно, что этот резерв применения достижений физики используется далеко недостаточно.

Подведем некоторые итоги. Мы видим, что физика во все большем масштабе и все более плодотворно вторгается в химию. Физика вскрывает сущность качественных химических закономерностей, снабжает химию совершенными инструментами исследования. Растет относительный объем физической химии, и не видно причин, которые могут замедлить этот рост.

Преподаватели дисциплин естественнонаучного цикла в своей практической работе решают проблемы реализации как межпредметных, так и внутриспредметных связей, выявляют общие научные закономерности, фундаментальные понятия, принципы, находят точки соприкосновения содержания курсов математики, физики, химии и так далее. Проблемы не новы, и существуют различные подходы к их решению. Необходимо выбрать оптимальные.

Межпредметные связи классифицируют по разным основаниям [8]. Главным образом их делят на группы по временному и информационному признакам. Поэтому выделяют хронологические и содержательные межпредметные связи (см. рис. 1) [6].



Рисунок 1. Схема классификаций межпредметных связей

Хронологические межпредметные связи по временному признаку классифицируют на предшествующие, сопутствующие и перспективные.

Предшествующие связи – это связи курса физики с материалом, изучавшимся в других предметах раньше. Например, в процессе изучения гидро- и аэростатики в курсе физики устанавливаются связи с материалом, изученным раньше в курсах природоведения и географии (сообщающиеся сосуды, шлюзы, воздухоплавание, атмосфера, атмосферное давление и др.).

Сопутствующие связи – это связи между понятиями, законами, теориями, одновременно изучаемыми в разных учебных предметах. Например, сопутствующими являются связи курсов физики и химии при формировании понятий об атоме и его характеристиках, связи курсов физики и математики при изучении понятия гармонического колебания. Названные вопросы изучаются в разных учебных дисциплинах параллельно.

Перспективные связи – это такие связи, при которых материал курсов физики и химии является базой для изучения других предметов. Например, понятия материи, пространства, времени, движения, взаимодействия рассматриваются сначала в курсах физики и химии, а затем обобщаются в курсе обществознания.

Исходя из содержания учебного материала **содержательные** межпредметные связи классифицируют на фактические, понятийные и теоретические.

Фактические связи – связи на уровне фактов. Например, факт дробления вещества изучают в физике и химии, движение планет – в физике и астрономии.

Понятийные связи – связи на уровне понятий. Например, общими для физики и химии являются понятия атома, молекулы, иона и т.д., для физики и математики – понятие вектора, производной, интеграла и т.д., для физики и обществознания – материи, движения, пространства, времени и др.

Теоретические связи – связи на уровне законов и теорий. Примерами могут служить молекулярно-кинетическая теория строения вещества в физике и химии, классическая механика и законы движения тел в физике и астрономии и т.д.

Для изучения дисциплины «Основы строения вещества и квантовая химия» студентам необходимо усвоить следующие дисциплины: Химия (разделы: «Основные законы химии», «Химическая связь», «Химическая кинетика», «Термодинамика»); Физика (разделы: «Атомная физика», «Статистическая физика и термодинамика»); Математика (разделы: «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Дифференциальные уравнения», «Численные методы», «Теорию вероятности и математическую статистику»).

Именно эти дисциплины являются основополагающими для успешного изучения основ квантовой химии. По хронологии именно они осуществляют предшествующие связи, а такие факты и понятия как элементарные частицы, атом, молекула, относительная молекулярная масса и т.д. лежат в основе осуществления содержательных фактических и понятийных связей, объединенных Периодическим законом Менделеева с выходом на квантово-механические процессы.

Рассмотренный в курсе квантовой химии материал является теоретической базой для изучения дисциплины «Строение вещества», а также курсов блока «Специальные дисциплины».

В последние годы большое внимание уделяется межпредметным связям на уровне межнаучных обобщений или обобщений на уровне общенаучных методологических принципов, таких, как принцип соответствия, дополнительности, причинности, симметрии [6]. Методологической основой реализации межпредметных связей именно на этом уровне способствует выработке у обучающихся представлений о единстве материального мира и взаимосвязи природы, общества и мышления, позволяет использовать современную научную методологию для решения различных проблем.

Выводы. Таким образом, различные науки о природе и обществе связаны между собой. Отражением этих межнаучных связей является связь между учебными дисциплинами. Межпредметные связи – это важнейший фактор оптимизации процесса обучения, повышения его результативности, устранения перегрузки преподавателей и обучающихся.

Литература:

1. Архангельский С.И. Лекции по научной организации учебного процесса в высшей школе. М. 1976. 105 с.
2. Взаимосвязь химии с физикой <http://core.underref.ru/001344893.html> (дата обращения 12.01.2018)
3. Крель Н.А. Межпредметные связи как дидактическая основа для формирования междисциплинарного практикума https://superinf.ru/view_helpstud.php?id=4033 (дата обращения 15.01.2018).
4. Кулагин П.Г. Межпредметные связи в процессе обучения. М.: Просвещение. 1982. 189 с.
5. Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 20 С. 538, 545
6. Межпредметная интеграция в курсе физики :учебно-методическое пособие / авт.-сост. Н.Б. Федорова, О.В. Кузнецова, А.С. Поляков. Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. Рязань. 2010. 108 с.
7. Слово о пользе химии, в публичном собрании императорской академии наук сентября 6 дня 1751 года говоренное Михайлом Ломоносовым <http://lomonosov.niv.ru/lomonosov/nauka/po-fizike-i-himii-1747-1752/science-15.htm> (дата обращения 10.01.2018)
8. Смирнова М.А. Теоретические основы межпредметных связей - М.,2006. - С. 30-45