

А. И. Павлютенко | pavlyuand@mail.ru

Учитель химии высшей квалификационной категории

МАОУ г. Калининграда лицей № 23

Методист кафедры естественно-математических дисциплин

Калининградский областной институт развития образования

Председатель (руководитель) Ассоциации учителей

и преподавателей химии Калининградской области

Реализация причинно-следственных связей и внутрипредметной интеграции как основы методологического аспекта в преподавании на примере учебного предмета «Химия» в общеобразовательной школе

Аннотация. В статье раскрываются некоторые особенности методологии химии как науки и как учебного предмета в контексте трансформации теории растворов через такие структурные элементы, как понятия, термины и система понятий. Осуществлена попытка установления научного содержания основных понятий теории растворов в школьном курсе химии в свете методологического аспекта в преподавании через реализацию причинно-следственных связей и внутрипредметной интеграции.

Ключевые слова: причинно-следственные связи, интегративный подход, внутрипредметная интеграция, понятие, система понятий, дисперсная система, раствор, истинный раствор, растворитель, растворенное вещество, растворение, растворимость.

Важной составляющей профессиональной деятельности учителя является изучение, отбор и применение необходимых методов, приемов и средств обучения к конкретному учебному предмету. В методике обучения естественнонаучных предметов в силу специфики изучаемых объектов действительности отбор соответствующих элементов дидактики осуществляется не только исходя из общих принципов, законов и закономерностей науки об обучении, но и из методологии естествознания. Так вводится понятие методологического аспекта в преподавании.

Методологический аспект в преподавании — это выявление и осознание тактических действий и тактических задач обучения, практическая реализация которых состоит в выборе конкретных

методов, приемов и средств преподавания предмета [4].

Одним из ключевых компонентов методологического аспекта в преподавания естественных наук является *интегративный подход*, обусловленный, прежде всего, единством изучаемого объекта – природы.

Его основная задача – осуществление некоего перехода от отдельных единиц обучения к сложной системе, направленной на интеграцию дидактических элементов обучения. Этот переход реализуется посредством *внутрипредметной и межпредметной интеграции* через *внутрипредметные и межпредметные связи* соответственно.

Рассмотрим применение внутрипредметной интеграции и реализацию причинно-следственных связей и осуществим попытку проанализировать изучение теории растворов через дефиницию основных понятий по данному разделу в школьном курсе химии.

Теория растворов является одной из фундаментальных теорий химических наук не только в школьном курсе химии, но и в системе химических дисциплин высшей школы.

Одной из важных задач федеральных государственных стандартов является требование к минимуму предметного содержания каждого учебного предмета. Согласно Примерной программе по химии [8] на уровне основного общего

образования изучение растворов обязательно: «... *Растворы. Электролитическая диссоциация. Электролиты и неэлектролиты. Катионы и анионы. Диссоциация солей, кислот и оснований в водных растворах. Реакции ионного обмена в растворах электролитов...*»

Следует отметить, что химический эксперимент является обязательной частью программного содержания, и в Примерной программе он вынесен в отдельный раздел – Экспериментальная химия. Основное внимание по данному разделу химии в химическом эксперименте уделяется реакциям, протекающим в водных растворах.

Если обратиться к Примерной программе по химии [9] на уровне среднего общего образования, то изучение теории растворов с использованием средств внутрипредметной и межпредметной интеграции выходит на иной уровень содержания: «... *Растворение как физико-химический процесс. Тепловые эффекты при растворении. Истинные и коллоидные растворы. Способы выражения концентрации веществ. Сильные и слабые электролиты. Кислотность растворов, понятие о водородном показателе. Понятие о качественных реакциях...*»

Одним из научных и методических рисков при обучении является последовательное формирование понятий и системы понятий. Ярким примером представляется введение понятия «химический элемент», которое с реализацией внутрипредметной интеграции переходит

от «определенного вида атомов» к «виду атомов с одинаковым зарядом ядра».

Химия — сложная наука. Ее особенности предопределяют не только реализацию общедидактических принципов, но и тех, которые продиктованы методологией естествознания. Это, прежде всего, принцип научности, принцип достаточной степени трудности, принцип единства логического и исторического, интегративный подход к обучению, принцип экологизации и химический эксперимент.

Примерная программа задает предметное содержание на определенный период обучения. Представление его авторской программой — это творческий подход самих авторов. Важно, что по окончании каждого периода обучения должны быть достигнуты и продиагностированы планируемые результаты обучения.

Как правило, понятие растворов начинает формироваться в восьмом классе.

Согласно учебнику Г. Е. Рудзитиса, Ф. Г. Фельдмана «Химия. 8 класс» [11] тема «Растворы» занимает место в разделе «Вода. Растворы». Авторы считают, что понятие растворов должно вводиться на основе свойств сложного вещества — воды.

Растворами (по Г. Е. Рудзитису, Ф. Г. Фельдману) называют однородные смеси, состоящие из растворителя, растворенного в нем вещества и продуктов их взаимодействия.

Это определение приводится для бинарных (двухкомпонентных) растворов. Важно отметить, что данная формулировка подчеркивает важнейший признак растворов — *однородность*. Однако понятие однородности не раскрывается должным образом.

Словосочетание в дефиниции растворов «продукты их взаимодействия» отражает сложный физико-химический процесс — *растворение*. Указанная формулировка понятия «растворение» также приведена в учебнике.

При толковании понятия «растворимость» происходит подмена способом представления этого понятия [4]:

Растворимость (коэффициент растворимости) (по Г. Е. Рудзитису, Ф. Г. Фельдману) — максимально возможное число граммов вещества, которое может раствориться в 100 г. растворителя при данной температуре.

Из анализа определения видно, что понятие растворимости подменяется физико-математическим способом представления — коэффициентом растворимости. Это связано со сложностью восприятия данного понятия у обучающихся подросткового возраста. Авторы учебника перешли к количественной интерпретации, используя ее как средство осознания понятия «раствор» и процессов, происходящих при его образовании.

Другой автор, О. С. Габриелян, в своем учебнике [1] дает определение растворам,

исходя из причинно-следственных связей физической и химической теории растворов:

Раствор (по О. С. Габриеляну) – однородная система, состоящая из частиц растворенного вещества, растворителя и продуктов их взаимодействия.

Здесь осуществлена попытка интерпретации понятия однородности: «Отличие раствора от других смесей в том, что частицы составных частей распределяются в нем равномерно, и в любом микрообъеме такой смеси состав одинаков».

Понятия «растворение», «растворимость» не раскрываются. Данная тема вынесена в отдельный раздел «Растворение. Растворы. Реакции ионного обмена и окислительно-восстановительные реакции».

Наиболее полно раскрываются основные понятия теории растворов в свете ярко выраженных принципов научности и интегративного подхода в учебнике Н. Е. Кузнецовой «Химия. 8 класс» [7].

Тема растворов занимает место в разделе «Чистые вещества и смеси», что, прежде всего, предопределено природой раствора как одного из видов однородных смесей.

Раствором (по Н. Е. Кузнецовой) называется однородная система, состоящая из двух или более компонентов (растворителя, растворенных веществ и продуктов их взаимодействия), относительные

количества которых могут изменяться в широких пределах.

Следует отметить, что определение еще раз подчеркивает природу растворов как смесей и выделяет два важных их признака: переменный состав и однородность.

Помимо этого вводятся понятия «растворитель» и «растворенное вещество».

Особенность проявляемых растворами свойств позволяет им занимать промежуточное положение между механическими смесями и химическими соединениями. Используя такие общеучебные методы, как классификация и сравнение, автор отмечает признаки сходства и различия растворов с вышеуказанными объектами.

Также в учебнике приводится корректное определение понятия «растворимость» – способность веществ растворяться в каком-либо растворителе.

Как видно из приведенных основных понятий теории растворов, единства в формулировке и отборе содержания у авторов не наблюдается. Каждый из них по-своему определяет место темы в изучаемом разделе, полноту и количество раскрываемых понятий.

Прежде чем раскрывать основные понятия вышеуказанной теории, следует выстроить логическую цепочку тех из них, которые в той или иной степени характеризуют изучаемые объекты. Затем нужно определить,

какие причинно-следственные связи возникают, какими дидактическими принципами нужно руководствоваться в первую очередь (рисунок 1).

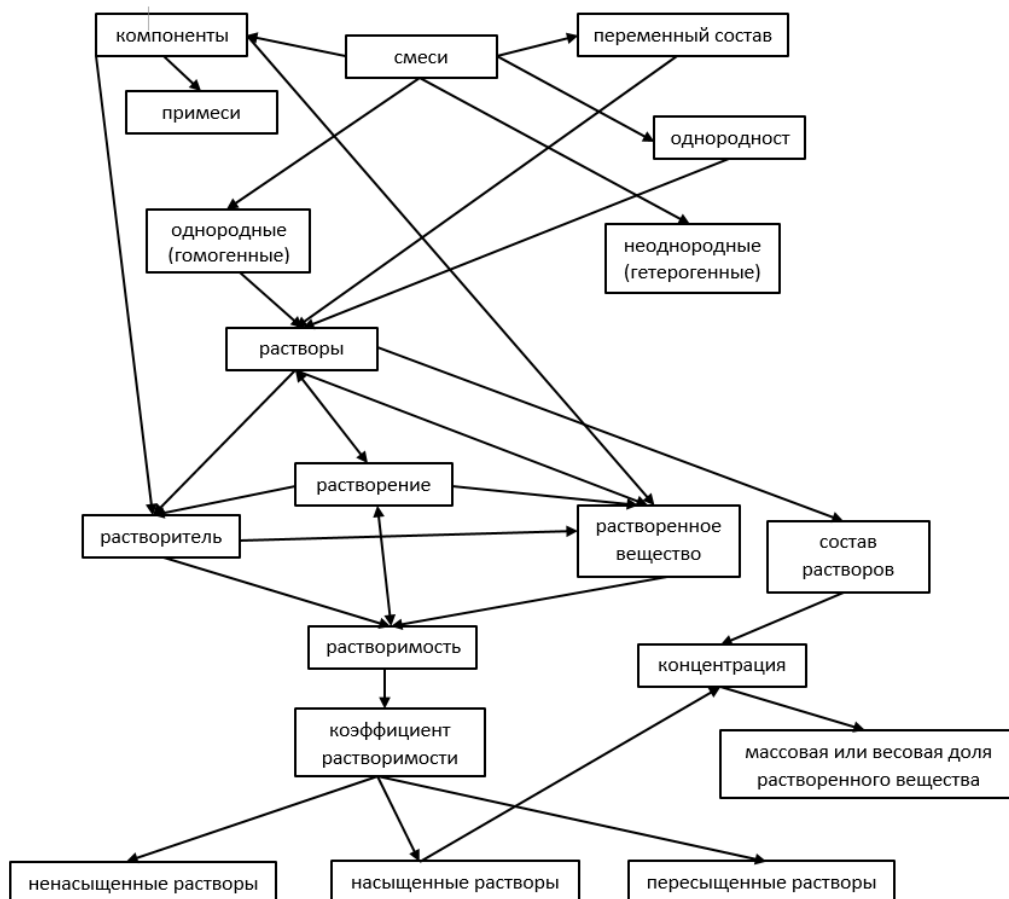


Рисунок 1 – Система понятий «Растворы» в 8 классе

Раствор – гомогенная (однородная) система, образованная из двух и более компонентов и продуктов их взаимодействия, состав которого можно изменять непрерывно в определенных пределах.

Важнейшей характеристикой растворов как однородных смесей является *однородность* или гомогенность. Это означает, что число частиц распределенного

вещества (растворенного) одинаково в любой взятой точке объема раствора.

Растворитель – компонент раствора, который в процессе растворения не изменил свое агрегатное состояние. Если оба компонента в чистом виде находятся в одинаковом агрегатном состоянии, то растворителем является то, чего больше.

Растворенное вещество — компонент раствора, содержащийся обычно в меньшем по сравнению с растворителем количестве.

Растворение — физико-химический процесс образования раствора, завершающийся равномерным распределением частиц одного вещества между частицами другого вещества и сопровождающийся изменением объема и (или) тепловыми эффектами, а иногда и изменением окраски.

Растворимость — способность вещества растворяться в том или ином растворителе с образованием однородной системы.

Абсолютно нерастворимых веществ не существует.

При повышении температуры растворимость большинства твердых веществ возрастает. При повышении температуры растворимость газов уменьшается, но возрастает с увеличением давления.

Раствор, содержащий максимально возможное количество растворенного вещества при данных условиях (температуре, давлении), называют *насыщенным*, с меньшим содержанием этого вещества — *ненасыщенным*, с большим — *пересыщенным*.

Состав раствора определяется не только числом компонентов, но и их содержанием. На практике удобно измерять и вычислять отношения содержаний

компонентов относительно друг друга. В качестве объединения таких величин вводят понятие *концентрации* раствора. Отсюда растворимость как способность можно представить любым типом концентрации насыщенного раствора при заданной температуре и давлении (в случае для газов).

В восьмом классе вводится только понятие массовой доли растворенного вещества в растворе.

Важно показать, что доля содержания элемента системы (химического элемента, газа, растворенного вещества) в какой-либо системе (сложном веществе, смеси, растворе) показывает отношение одноименных величин: конкретная величина, показывающая содержание элемента системы в данной системе к сумме всех величин, из которых складывается система. То есть сущность доли заключается в том, чтобы показать, какой вклад вносит данный элемент системы по отношению ко всей системе. Если такая величина — масса, то эта доля — доля по массе или массовая доля, если объем — объемная доля, количество вещества — мольная или молярная доля.

Применение методов индукции и дедукции должно показать, что массовая доля растворенного вещества есть один из примеров применения понятия «доля» в химии, так как на этот момент школьники имеют представление о массовой доле элемента в сложном веществе, а также знакомятся (в восьмом классе) с понятием «объемная доля газа в смеси».

Если на данном этапе обучения учащихся знакомят с таким важным средством обучения, как таблица растворимости кислот, оснований и солей в воде, то целесообразно ввести качественный критерий оценки растворимости веществ на практике:

- *растворимое вещество Р* — в 100 г воды растворяется > 10 г вещества;
- *малорастворимое вещество М* — в 100 г воды растворяется < 1 г вещества;
- *практически нерастворимое вещество Н* — в 100 г воды растворяется < 0,001 г вещества.

Дефиниция понятий по каждому разделу химии требует знания не только научных основ содержания, но и основных принципов интегративного подхода к обучению. Многие понятия в химии претерпевают качественные и количественные изменения, что должно выводиться логически с установлением причинно-следственных связей и реализацией внутрипредметных связей как ведущего средства внутрипредметной интеграции. Так, на небольшом примере создаются условия для методологического аспекта в преподавании химии.

Согласно содержанию Примерной программы по химии на ступени среднего общего образования и соответственно научной логике изложения материала растворы должны определяться как частный случай дисперсных систем.

Если мы обратимся к большинству авторских программ по химии, то увидим, что изучение дисперсных систем приходится

на 11 класс, где изучаются основы общей химии.

На основе анализа учебников по химии таких авторов, как Г. Е. Рудзитиса и Ф. Г. Фельдмана [10], О. С. Габриеляна [2, 3], Н. Е. Кузнецовой [5, 6] видно, что растворы рассматриваются как частный случай дисперсных систем.

Система понятий «Растворы» претерпевает значительные изменения и выходит на новый качественный уровень осмысления (рисунок 2).

Основные определения по данному разделу остаются такими же, но в некоторых случаях дополняются или вытекают одни из других как частные случаи.

Истинный раствор — гомогенная (однородная) система, образованная из двух и более компонентов и продуктов их взаимодействия, состав которых можно изменять непрерывно в определенных пределах.

Это такие дисперсные системы, в которых степень «дробления» вещества дисперсной фазы соответствует размерам ионов или молекул: $\approx 10^{-9} \text{ м} - 10^{-10} \text{ м}$.

Дисперсионной средой в растворах является *растворитель*, а дисперсной фазой — *растворенное вещество*.

Дефиниции понятий «растворитель», «растворенное вещество», «растворение», «растворимость» и понятия по типологии растворов остаются прежними.

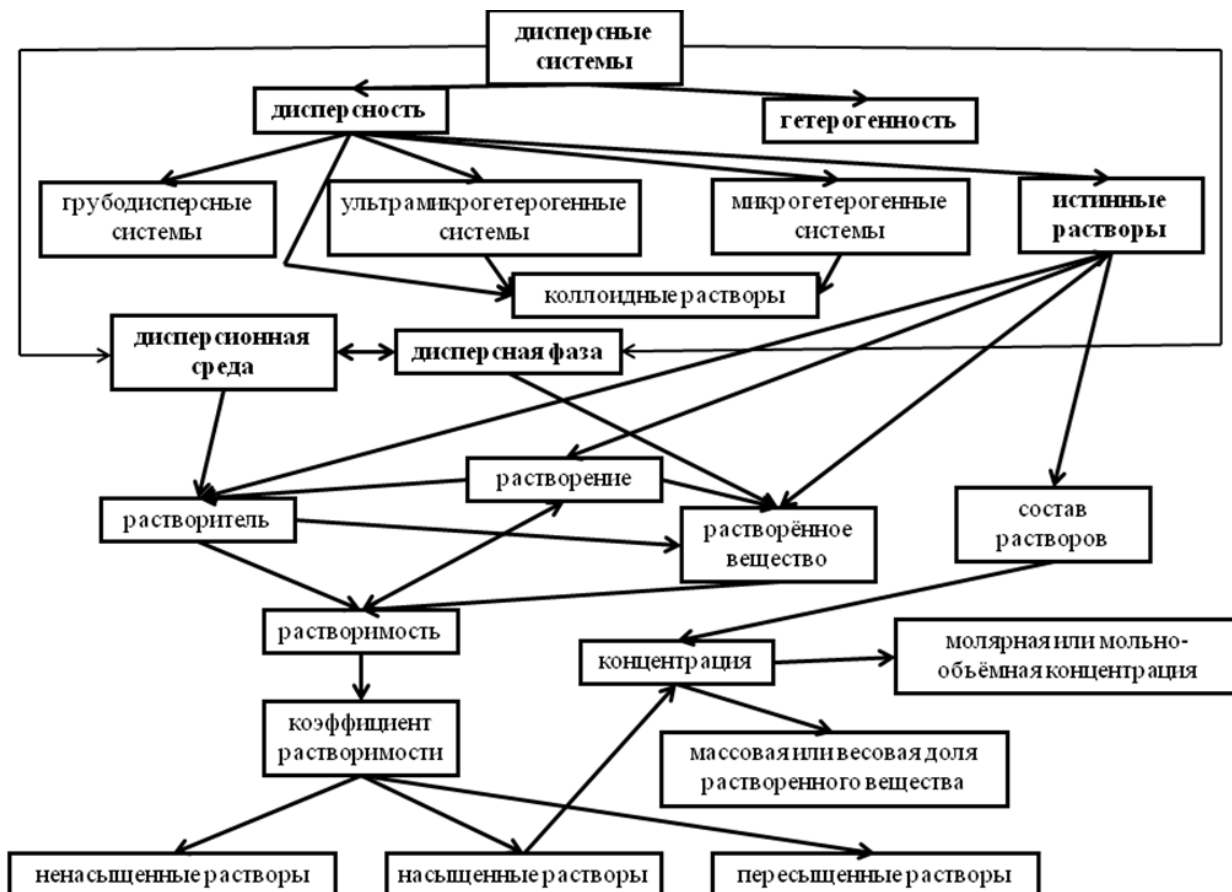


Рисунок 2 – Система понятий «Растворы» в 11 классе

Новый уровень изучения растворов позволяет обратить внимание на некоторые особенности истинных растворов как частный случай дисперсных систем.

Прежде всего, первая особенность кроется в объяснении важного признака дисперсных систем – гетерогенности. Так как в истинных растворах степень «дробления» вещества соответствует размерам молекул (ионов), следовательно, исчезает поверхность раздела, и система становится гомогенной (однородной).

Устойчивость дисперсных систем – это вторая особенность, являющаяся следствием размеров частиц в дисперсных системах.

Следует отметить, что из всех дисперсных систем именно истинные растворы – системы весьма устойчивые.

После объяснения однородности и устойчивости истинных растворов следует осуществить логический переход к сравнению признаков истинных растворов с механическими смесями и химическими

соединениями. Обращая внимание на определение растворов, а именно на возможность изменения их состава в определенных условиях, важно указать на нарушение стехиометрических законов. Это сближает растворы с механическими смесями. А определение растворения (изменение объема и окраски, тепловые эффекты) еще раз показывает, что растворы занимают промежуточное положение между механическими смесями и химическими соединениями.

При переходе к количественным соотношениям в химии в одиннадцатом классе вводится новый тип концентрации — молярная или мольно-объемная.

Понятия химии не формулируются спонтанно, единично и изолированно. Каждый раз это требует знаний научных основ, места конкретной темы в разделе или блоке изучаемых тем. Работа с понятийно-терминологической системой требует применения принципа научности и достаточной степени трудности для научного обоснования и отбора необходимого материала.

Интегративный подход к обучению, установление причинно-следственных связей позволяют выстраивать систему понятий, а также трансформировать и усложнять определения с возрастанием познавательной нагрузки учащихся, качественно и (или) количественно выводя их на новый уровень.

Список литературы

1. Габриелян, О. С. Химия. 8 класс / О. С. Габриелян. — М.: Дрофа, 2013. — 286 с.
2. Габриелян, О. С. Химия. Базовый уровень, 11 кл.: Учебник / О. С. Габриелян. — М.: Дрофа, 2016. — 223 с.
3. Габриелян, О. С. Химия. Углубленный уровень, 11 кл.: Учебник / О. С. Габриелян, Г. Г. Лысова — М.: Дрофа, 2015. — 397 с.
4. Долгань, Е. К. Инновации и современные технологии в обучении химии: В 2 ч. Ч. 2 / Е. К. Долгань. — Калининград: Изд-во КГУ, 2001. — 71 с.
5. Кузнецова, Н. Е. Химия: 11 класс: базовый уровень / Н. Е. Кузнецова, А. Н. Левкин, М. А. Шаталов — М.: Вентана-Граф, 2012. — 208 с.
6. Кузнецова, Н. Е. Химия: 11 класс: базовый уровень / Н. Е. Кузнецова, Т. Н. Литвинова, А. Н. Левкин — М.: Вентана-Граф, 2016. — 432 с.
7. Кузнецова, Н. Е. Химия: 8 класс / Н. Е. Кузнецова, И. М. Титова, Н. Н. Гара. — М.: Вентана-Граф, 2012. — 256 с.
8. Примерные программы основного общего образования. Химия. — М.: Просвещение, 2010. — 48 с.
9. Примерные программы по учебным предметам. Химия. 10-11 классы: проект. — М.: Просвещение, 2011. — 88 с.
10. Рудзитис, Г. Е. Химия. 11 класс: базовый уровень / Г. Е. Рудзитис, Ф. Г. Фельдман. — М.: Просвещение, 2014. — 224 с.
11. Рудзитис, Г. Е. Химия. 8 класс / Г. Е. Рудзитис, Ф. Г. Фельдман. — М.: Просвещение, 2016. — 207 с.

A. I. Pavlyutenko

Lyceum No 23 of Kaliningrad
Kaliningrad Regional Institute of the
educational development

**Implementation of cause-
and-effect relationships and
intrasubject integration as the
basis of the Methodological
aspect in teaching, exemplified
by the «Chemistry» academic
subject in the general education
school**

Abstract. This article reveals some features of the methodology of chemistry as

a science and as an academic subject in the context of the transformation of the theory of solutions through such structural elements as concepts, terms and system of concepts. Current papers discusses an attempt to establish the scientific content of the solutions theory basic concepts in the general education school chemistry course within the methodological aspect of teaching through realization of cause-and-effect relationships and intrasubject integration.

Keywords: cause-effect relations, integrative approach, intrasubject integration, concept, system of concepts, disperse system, solution, true solution, solvent, solute, dissolution, solubility.