



ИННОВАЦИИ В ПРОФИЛЬНОМ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОМ ОБРАЗОВАНИИ: ДИАЛОГ МЕЖДУ ШКОЛОЙ И ВУЗОМ

Выпуск 2

**Москва
2019**

**ИННОВАЦИИ В ПРОФИЛЬНОМ
ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОМ
ОБРАЗОВАНИИ:
ДИАЛОГ МЕЖДУ ШКОЛОЙ И ВУЗОМ**

Выпуск 2

Москва
2019

УДК 372.8

ББК 74

Р е д к о л л е г и я:

М.А. Ахметов, д.п.н. (УлГПУ имени И.Н. Ульянова)

С.С. Бердоносков, д.х.н. (МГУ имени М.В. Ломоносова)

А.Н. Григорьев, к.х.н. (МГУ имени М.В. Ломоносова)

О т в е т с т в е н н ы й р е д а к т о р

А.М. Банару (МГУ имени М.В. Ломоносова)

**Инновации в профильном естественно-научном образовании:
диалог между школой и вузом.** Вып. 2 / Отв. ред. А.М. Банару. –
М.: Белый ветер; Химический факультет МГУ, 2019. – 28 с.

ISBN 978-5-907155-50-3

В сборнике представлены педагогические разработки по различным направлениям профильного естественно-научного образования, главным образом, на стыке школьных и вузовских образовательных программ. Публикуемые материалы могут быть интересны специалистам в сфере образования, учителям и иным педагогическим работникам, задействованным в обучении химии, физике, биологии, естествознанию, информатике.

УДК 372.8

ББК 74

ISBN 978-5-907155-50-3

© Химический факультет МГУ, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Ахметов М.А.</i> ФАНТАЗИИ НА ХИМИЧЕСКУЮ ТЕМУ.....	4
<i>Банару А.М.</i> КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКАЯ ГРАМОТНОСТЬ.....	10
<i>Ступин Р.С.</i> ПРОЕКТНОЕ ОБУЧЕНИЕ В ПРОФОРИЕНТАЦИИ И СИСТЕМЕ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ	18

ФАНТАЗИИ НА ХИМИЧЕСКУЮ ТЕМУ

М.А. Ахметов

ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»

Даже в самых бессмысленных взглядах, которые когда-либо пользовались успехом у людей, всегда можно найти какую-то долю правды.

Иммануил Кант

Ранее мы обращались к проблеме изложения в школьных учебниках темы «Электролитическая диссоциация» [1], сегодня рассмотрим другие неточности в содержании школьного курса химии.

Наверное ни у кого не вызовет сомнение утверждение о том, что критерием истины является практика. Однако если обратиться к содержанию школьного химического образования, то появляется мысль, что подчас школьной химии практика не нужна. Предполагаемые химические свойства не требуют экспериментального подтверждения, они просто придумываются на основании рассуждений, и иногда искажают действительность. *Придуманные химические свойства, несуществующие химические реакции* нередко транслируются из авторитетных источников, поэтому с ними невозможно спорить, поскольку они являются условиями получения высоких экзаменационных баллов. Некоторые химические фантазии имеют исторические корни, приняты в системе химического образования давно. Другие являются новоделом, свежими методическими изысками. Эти «знания» искаженно отражают действительность, но зато, как кажется их авторам, *подтверждают* выявленные закономерности, *правильно иллюстрируют* свойства изученных классов неорганических и органических веществ.

Критерием правильности суждений является образец «знания», хранящийся в умах преподавателей и учебниках по которым

осуществляется преподавание, в пособиях для подготовки к ЕГЭ. Мы нередко руководствуемся принципом педагогической целесообразности. Появилось даже определение учебного предмета «химия» как *педагогически обоснованной системы знаний*. Иными словами ошибочные химические реакции мы обосновываем целесообразностью таких «знаний». Но правильно ли это? Должны ли мы привести содержание учебников и пособий в соответствие с фактами или оставаться на существующих позициях? Это мы можем решить лишь совместно.

Фантазия 1. Гидроксид меди (II) является основанием

В школьной практике по неизвестным для нас причинам гидроксид меди (II) относят к нерастворимым основаниям. Однако, каждый экспериментатор, который хоть раз в жизни проводил опыты с гидроксидом меди (II), знает, что это вещество хорошо растворяется в растворах щелочей с образованием ярко-синих купратов, например $K_2[Cu(OH)_4]$ [6, с.669]. Следовательно, он проявляет амфотерные свойства.

Учащиеся изучают и другие амфотерные гидроксиды, например гидроксид железа (III). Однако последний не растворяется в растворах щелочей, а реагирует с щелочами лишь при сплавлении [2, с.132]. Получается противоречивая ситуация. Гидроксид меди (II), растворимый в растворах щелочей, мы считаем основанием. А гидроксид железа (III), реагирующий с щелочами лишь при сплавлении относим к амфотерным гидроксидам.

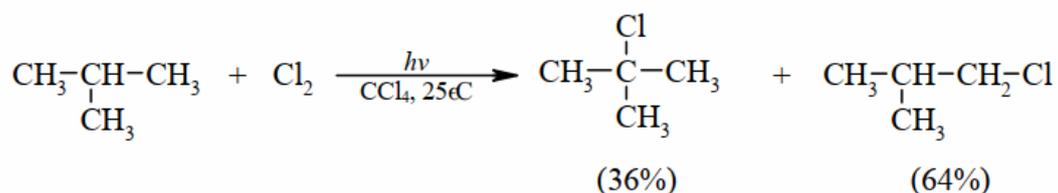
Фантазия 2. Оксид меди (II) позволяет идентифицировать спирты

Из школьного курса органической химии известно, что оксид меди (II) является реактивом на спирты. С его помощью можно идентифицировать спирты. Но так ли это на самом деле. Прокалим медную проволочку и внесем сначала в раствор спирта, а затем

в раствор ацетона. И в том, и в другом случае произойдет восстановление меди из оксида меди (II). Как же так? Дело состоит в том, что оксид меди (II) является достаточно сильным окислителем и может легко окислить даже алканы [7, с.670].

**Фантазия 3. Третичный галогеналкан
является основным продуктом
радикального хлорирования изобутана**

На самом деле при радикальном монохлорировании изобутана образуется 36% 2-хлор-2-метилпропана и 64% 1-хлор-2-метилпропана [5, с.341]:



Действительно, замещение атома водорода у третичного атома углерода происходит в 5 раз быстрее, чем у первичного. Однако следует учесть, что атомов водорода, находящихся у третичного атома углерода в 9 раз больше. Это и приводит к тому, что распределение между первичным и вторичным моногалогеналканом кажется нелогичным. Если мы учтем соотношение между первичным и вторичным атомами углерода, то получим соотношение скоростей замещения 5:1 [5, с.341]:

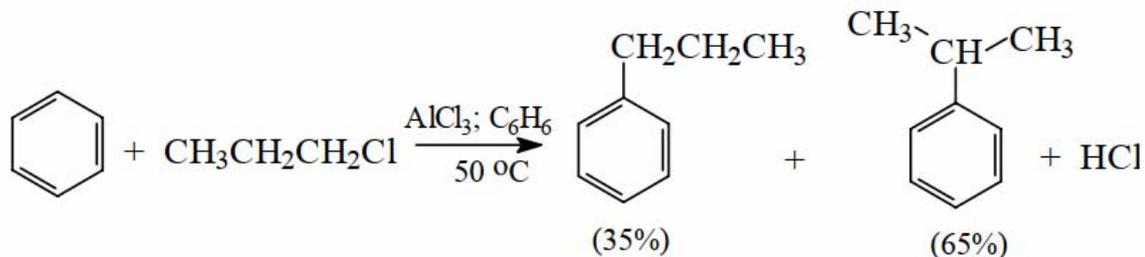
$$\frac{\text{третичный}}{\text{первичный}} = \frac{36:1}{64:9} = 5:1$$

Зависимость селективности свободнорадикального хлорирования от температуры

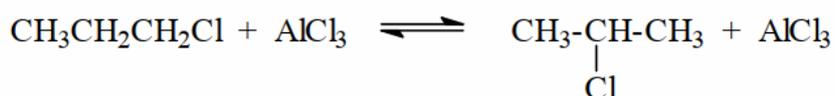
Температура, °C	Водород при первичном углероде в CH ₃ -группе	Водород при вторичном углероде в CH ₂ -группе	Водород при третичном углероде в CH-группе
200	1	3,9	5,1
300	1	3,3	4,4
600	1	1	1

Фантазия 4. Алкилирование бензола 1-хлорпропаном приводит к образованию пропилбензола

На самом деле основным продуктом этой реакции является кумол:

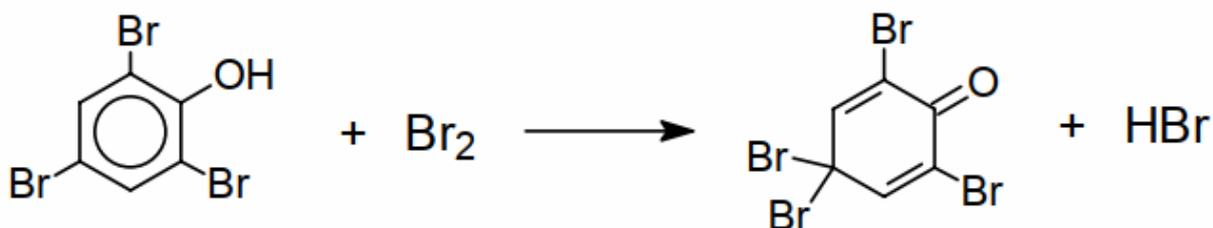


Изопропилбензол образуется в результате изомеризации 1-хлорпропана в 2-хлорпропан под действием кислоты Льюиса [5, с.1085].



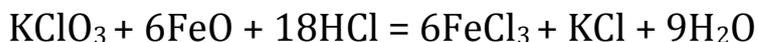
Фантазия 5. В результате реакции фенола с избытком бромной воды образуется 2,4,6-трибромфенол

Из школьного курса органической химии известно, что в результате реакции фенола с бромной водой образуется 2,4,6-трибромфенол. Это вещество, действительно может образоваться, однако в условиях избытка бромной воды образуется 2,4,4,6-тетрабромциклогекса-2,5-диенон [5, с.1742]:

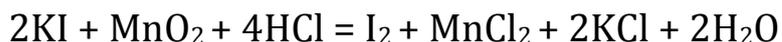


Фантазия 6. Неокисляемая соляная кислота

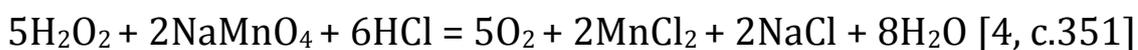
Не так давно составителями ЕГЭ по химии был выведен особый вид, неокисляемой соляной кислоты. Например, реакцию бертолетовой соли с оксидом железа (II) предлагают проводить в солянокислой среде. [4, с.318].



Также соляная кислота не вступает в реакцию с оксидом марганца (IV) [4, с.323]:



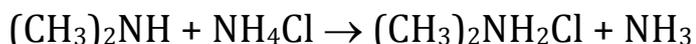
Отказывается эта соляная кислота взаимодействовать и с перманганатами:



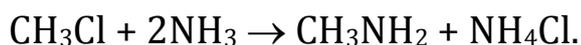
Вот уж действительно не позавидуешь экспериментаторам, решившимся провести эти химические реакции.

Фантазия 7. Амины, потерявшие основные свойства

Как известно основные свойства аминов в сравнении с аммиаком увеличиваются в ряду: анилин → аммиак → метиламин → диметиламин. Однако с точки зрения составителей ЕГЭ Диметиламин не реагирует с хлоридом аммония [4, с.88], хотя, без всякого сомнения, более сильное основание должно вытеснять более слабое из его солей.



Это заблуждение привело к ошибочному мнению, что для синтеза, например, первичного амина из галогеналкана, следует взять избыточное количество аммиака:

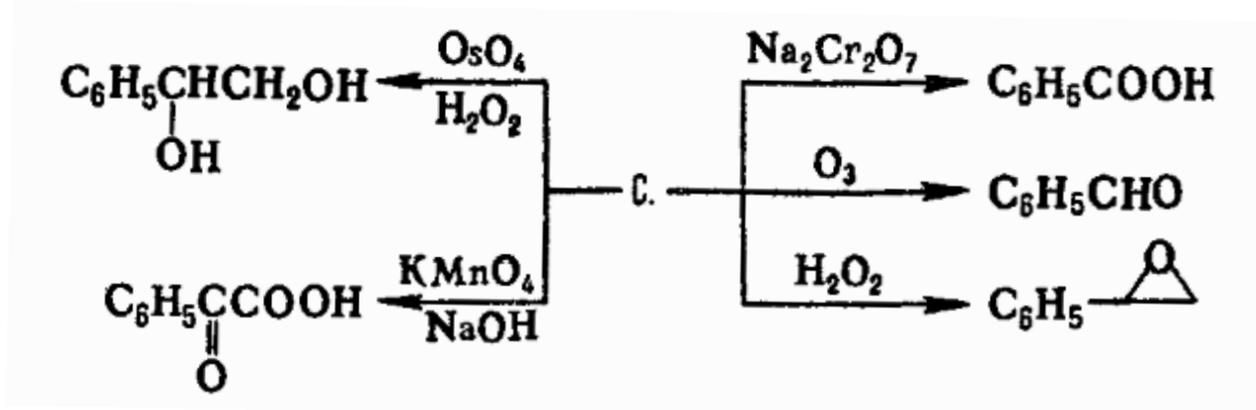


Избыточное количество аммиака брать нужно, но для синтеза аминокислот, из галогенпроизводных. Но и в этом случае аминокислота образуется в форме соли:



Фантазия 8. Окисление стирола перманганатом до двухатомного спирта

В материалах ЕГЭ распространено мнение, что в результате окисления стирола и его производных перманганатом калия образуются, подобно этилену двухатомные спирты [4, с.322], но это не совсем так. Составители заданий не учитывают мощный электроноакцепторный эффект фенильного заместителя. Ожидаемый продукт в этом случае соль 2-оксо-2-фенилуксусной кислоты.



В настоящее время учащийся может использовать в подготовке по предмету любые источники информации, поэтому как никогда остро встает вопрос объективности имеющихся знаний, как у самих выпускников, так и экспертов, проверяющих их работы. Следует ли дальше фантазировать на предмет химических свойств веществ или внести коррективы в учебники и учебные пособия, решать нам вместе.

Литература

1. Ахметов М.А. К вопросу об изучении теории электролитической диссоциации // Химия в школе. – 2019. – №3. – С. 43–47.
2. Вегман Е.В. Железа оксиды // Химическая энциклопедия: В 5 т. Т.2 / Ред. кол. Кнунянц И.Л. и др. – М.: Сов. энцикл., 1990.
3. Гембицкий П.А. Стирол // Химическая энциклопедия: В 5 т. Т.2 / Ред. кол. Кнунянц И.Л. и др. – М.: Сов. энцикл., 1990.
4. ЕГЭ. Химия: типовые экзаменационные варианты: 30 вариантов / Под ред. Д.Ю. Добротина. – М.: Национальное образование, 2019.

5. Реутов О.А. Органическая химия / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. Электронный ресурс: <https://in-chemistry.ru/skachat-organicheskaya-himiya-tom-1-reut>.

6. Чукуров П.М. Гидроксиды меди // Химическая энциклопедия: В 5 т. Т.2 / Ред. кол. И.Л. Кнунянц и др. – М.: Сов. энцикл., 1990.

7. Чукуров П.М. Меди оксиды // Химическая энциклопедия: В 5 т. Т.2 / Ред. кол. И.Л. Кнунянц и др. – М.: Сов. энцикл., 1990.

КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКАЯ ГРАМОТНОСТЬ

А.М. Банару

Химический факультет МГУ

В Примерной основной образовательной программе основного общего образования [1] по химии в разделе «Строение вещества. Химическая связь» указаны *«Типы кристаллических решеток (атомная, молекулярная, ионная, металлическая). Зависимость физических свойств веществ от типа кристаллической решетки»*. В разделе о предметных результатах среди прочего указано, что выпускник научится *«характеризовать зависимость физических свойств веществ от типа кристаллической решетки»*.

В Примерной основной образовательной программе среднего общего образования по химии и на базовом, и на углубленном уровне в разделе «Теоретические основы химии» указано практически то же самое, что для основного общего образования: *«Кристаллические и аморфные вещества. Типы кристаллических решеток (атомная, молекулярная, ионная, металлическая). Зависимость физических свойств вещества от типа кристаллической решетки. Причины многообразия веществ»*. Небольшая разница между базовым и углубленным уровнем в этой части Программы состоит в том, что на углубленном уровне добавлены *«Современные представления о строении твердых, жидких и газообразных веществ. Жидкие кристаллы»*. На углубленном уровне выпускник должен научиться *«характеризовать физические свойства неорганических*

и органических веществ и устанавливать зависимость физических свойств веществ от типа кристаллической решетки», в то время как на базовом уровне среди предметных результатов это не указано.

Обтекаемость формулировок в Примерных программах не позволяет достоверно установить, предполагается ли знакомство школьника с конкретными типами кристаллических структур или достаточно только самого общего плана, например, умения отличить кристаллическую решетку металла от молекулярной. Если верно второе, то полноценно «характеризовать зависимость физических свойств веществ от типа кристаллической решетки» у выпускника не получится, потому что, к примеру, легко- и тугоплавкость металлов во многом зависит от их структурного типа. То же самое касается физических свойств молекулярных и атомных кристаллов.

Среди заданий ЕГЭ по химии в настоящее время не встречается тестовых вопросов, где бы от ученика требовалось знать конкретные структурные типы. Однако, во-первых, это не означает, что так будет всегда, во-вторых, ЕГЭ является далеко не единственной возможностью реализовать предметные результаты обучения химии, особенно для учеников профильных классов. В Программе вступительных экзаменов по химии для поступающих в МГУ имени М.В. Ломоносова [2, с.105-109] прямо указаны «основные типы кристаллических решеток: кубические и гексагональные». Так что абитуриент тех факультетов МГУ, при поступлении на которые сдается дополнительное вступительное испытание по химии (факультеты химический, фундаментальной медицины, фундаментальной физико-химической инженерии), рискует попасть в неприятную ситуацию, будучи не готов к заданию на знание структурных типов в экзаменационном варианте. Непрерывно растущее влияние в методической и экзаменационной комиссиях МГУ специалистов в области чисто математической химии естественным образом увеличивает эти риски.

На олимпиадах школьников по химии тоже встречаются кристаллохимические задачи. На школьном, муниципальном

и региональном этапах Всероссийской олимпиады школьников они являются редкостью, однако в теоретический тур заключительного этапа включаются с определенной периодичностью. То же самое относится и к Международной олимпиаде по химии [3]. Одна из самых высоко оцениваемых задач на Международной олимпиаде 2007 г., проходившей в Москве (в МГУ), была связана с кристаллохимией силикатов, структурная классификация которых в прошлом была разработана крупнейшим советским кристаллохимиком, академиком Н.В. Беловым. Разумеется, задачи теоретического тура предваряются кратким теоретическим пояснением, которого школьники знать не обязаны, однако первоначальное знакомство с простейшими структурными типами сильно упрощает решение таких задач.

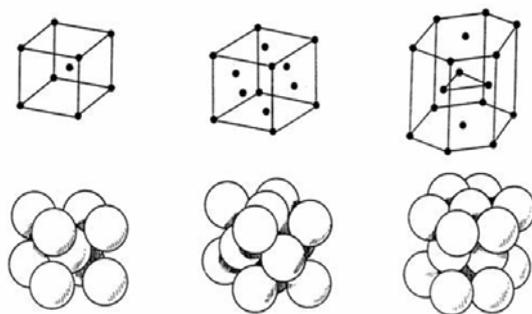
Центральными понятиями кристаллохимии являются кристаллическая решетка и элементарная ячейка. Всякий кристалл при параллельном переносе вдоль некоторых направлений в пространстве переходит сам в себя, то есть все атомы как бы остаются на месте. Точки пространства, переходящие при таком переносе друг в друга, бесконечно повторяются в трех измерениях и называются *кристаллической решеткой*. Если несколько этих точек соединить между собой так, что они станут вершинами параллелепипеда, то весь кристалл будет повторением содержимого параллелепипеда в трех измерениях. Этот параллелепипед повторяемости можно выбирать бесконечным числом способов, но между кристаллохимиками давно существуют договоренности, каким именно способом его следует выбирать. Подобно тому, как химические договоренности и обозначения утверждаются комиссиями Международного союза химии и химической технологии (IUPAC), кристаллохимические договоренности и обозначения регулируются Международным союзом кристаллографии (IUCr). Параллелепипед повторяемости, выбранный в кристалле в соответствии с утвержденными правилами IUCr, называется *элементарной ячейкой* кристалла. Более детально

с основополагающими кристаллохимическими понятиями можно ознакомиться в удачно адаптированном для школьников пособии сотрудников геологического факультета МГУ [4].

Кристаллы можно различать по преимущественному типу химических связей между его структурными единицами. Так, если в кристалле содержатся только атомы металла, его решетку обычно называют металлической. На самом деле решетка как абстрактный объект (множество точек) принципиально не может соответствовать тому или иному типу химической связи, но по устоявшейся традиции и в России, и за рубежом говорят о металлической, атомной, ионной, молекулярной кристаллической решетке. Поскольку граница между типами химической связи в известной степени размыта, то нет и четкой границы между типами кристаллической решетки. Например, атомы алюминия и кислорода обладают такой разницей электроотрицательностей ($\approx 1,8$ по шкале Полинга), которая не позволяет однозначно считать связь Al–O ковалентной или ионной. Некоторые авторы считают эту связь ионной, другие ковалентной. В кристаллической структуре корунда ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) каждый атом Al окружен шестью атомами O, а каждый атом O четырьмя атомами Al, при этом все связи имеют одинаковую длину. Поскольку атом O не бывает более чем трехвалентным, то скорее правы те, кто считает кристалл корунда ионным.

Простейшие структуры металлов

Самыми распространенными структурными типами металлов являются тип $\alpha\text{-Fe}$ (ОЦК-решетка, рис. слева), тип Cu (ГЦК-решетка, рис. в центре) и тип Mg (ГПУ, рис. справа).

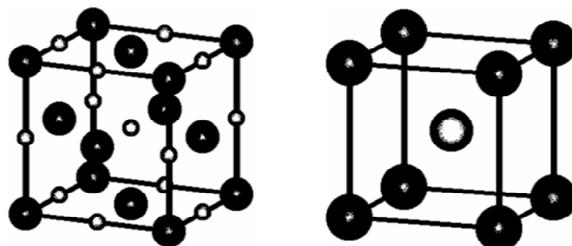


В типе α -Fe помимо железа при обычных условиях кристаллизуется большинство тугоплавких металлов, щелочные металлы и барий. Тип Cu характерен для щелочноземельных металлов (кроме бария), благородных металлов, алюминия, свинца и некоторых других. Тип Mg встречается у бериллия, цинка, кадмия и большинства редкоземельных элементов. Хотя последние, строго говоря, часто отличаются по структуре от магния тем, что упаковка атомов в них тоже гексагональная и плотнейшая (ГПУ), но имеет другую слоистость. Например, основная модификация лантана не двухслойная, как магний, а четырехслойная.

Соединения металлов друг с другом (интерметаллиды) могут повторять простейшие структурные типы. К примеру, интерметаллид Cu_3Au относится к типу Cu, потому что в этом типе кристаллизуются оба металла по отдельности, а размеры их атомов близки, так что совместная упаковка не искажена.

Простейшие ионные соединения

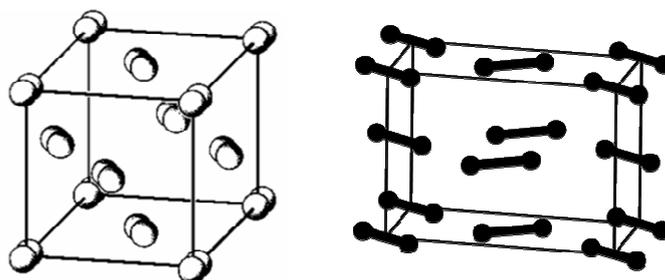
Самыми простыми структурными типами ионных соединений традиционно считаются NaCl (рис. слева) и CsCl (рис. справа), причем второй на самом деле проще, чем первый.



Структура CsCl отдаленно напоминает α -Fe, однако решетка здесь отнюдь не является объемно-центрированной (ОЦК). Дело в том, что трансляции (векторы между симметрически одинаковыми частицами в кристалле) в принципе не могут связывать ионы разного сорта (Cs^+ и Cl^-). Поэтому решетка в структуре CsCl тоже кубическая, но *примитивная* (ПК, а не ОЦК!).

Простейшие молекулярные кристаллы

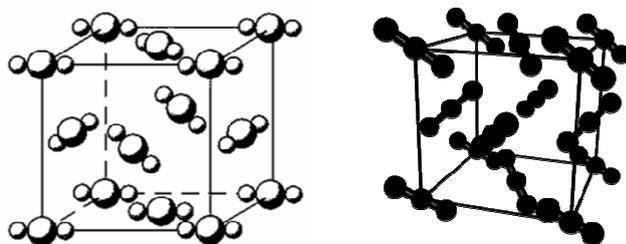
Простые вещества-неметаллы молекулярного строения из-за слабых межмолекулярных взаимодействий часто газообразны при обычных условиях. Однако белый фосфор P_4 , желтый мышьяк As_4 , красный селен Se_8 , ромбическая (α -) и моноклинная (β -) сера S_8 , а также I_2 представляют собой кристаллы. Прочие молекулярные неметаллы кристаллизуются при охлаждении и/или высоком давлении. В школьной учебной литературе в качестве примера молекулярного кристалла чаще всего приводится иод, однако его структура, как правило, иллюстрируется не верно (рис. слева). Такая иллюстрация замечена нами даже в учебнике для 7-го класса [5, с.32]. Ошибочно в подобных иллюстрациях то, что элементарная ячейка иода, изображенная на них, имеет форму куба. Действительно, центры масс молекул I_2 расположены, как в ГЦК, но элементарная ячейка иода при этом *ромбическая* (как у α - S_8) и имеет форму разностороннего прямоугольного параллелепипеда (рис. справа).



Необходимо отметить, что сочетание разных авторских коллективов с одним и тем же издательством свидетельствует скорее о редакторских недочетах при подготовке книг, а не об авторских неточностях. Совсем иначе дело обстоит с другой линией учебников для основной школы [6-7], в которых приводится иллюстрация кристаллической структуры сухого льда (CO_2).

Сухой лед имеет такую же структуру, как азот, замерзший при температуре ниже 36 К (α - N_2). Разница между этими структурами – только в самих «гантелях» молекул, но не в их взаимном расположении. Центры масс «гантелей» расположены по ГЦК-мотиву,

подобно атомам в структуре меди. При этом направлены «гантели» совсем не так, как это следует из рисунка в учебниках для 8-го класса [6, с.204] и 9-го класса [7, с.168] (рис. слева). В действительности молекулы направлены вдоль объемной (телесной) диагонали кубической ячейки и скрещиваются; ни одна молекула не лежит на грани куба и ни одна молекула не направлена вдоль его ребра (рис. справа). Кстати, азот имеет и другую структуру ($\beta\text{-N}_2$), устойчивую при температуре от 36 до 63 К (до температуры плавления). Эта модификация похожа по структуре на магний, только роль шаровых атомов здесь играют «гантели», которые за счет быстрого вращения вокруг центра масс создают сферический шлейф и поэтому упаковываются как шары (такое явление называют сферическим разупорядочением молекул).



Простейшие атомные кристаллы

В школьных учебниках обычно приводится иллюстрация структуры алмаза, причем из кристаллической структуры обычно вырезают произвольный фрагмент атомного каркаса, не имеющий никакого отношения к элементарной ячейке. Мы не приводим здесь подобный рисунок ввиду отсутствия у него методической ценности. Однако стоит иметь в виду, что другие элементы IV группы Периодической таблицы (Si, Ge, Sn) тоже имеют структуру алмаза, хотя в этом ряду химическая связь становится все менее ковалентной. Со структурным аспектом тесно связаны некоторые очень интересные явления, недостаточно хорошо освещаемые в школьном курсе химии, в частности, превращение белого (β -) олова в алмазоподобное серое (α -), в обиходе называемое «оловянной чумой».

В одном из учебников 11-го класса углубленного уровня сказано, что «кристаллы алмаза имеют форму тетраэдра» [8, с.47]. Несмотря на бросающуюся в глаза неуклюжесть формулировки (потому что автор, скорее всего, имел в виду координационный полиэдр в структуре алмаза, а не кристалл, лежащий на ладони), она лишена смысла не полностью. Внешняя форма кристаллов, безусловно, взаимосвязана с их внутренней структурой. Симметрия кристаллической решетки в конечном счете определяет симметрию внешней формы. Однако проявления одной и той же симметрии во внешней форме могут быть разными. Конкретно алмазы (не ограненные!) имеют симметрию куба: это может быть октаэдр, ромбододекаэдр и другие, еще более сложные геометрические тела, но тетраэдра среди них нет.

В целом, кристаллоструктурные аспекты химических явлений задействованы в школьном курсе химии не настолько широко и профессионально, насколько это позволяет обширная кристаллохимическая фактура, накопленная за более чем столетний период существования рентгеноструктурного анализа кристаллических веществ. Модели кристаллических структур вынесены на лицевую сторону книжной обложки у очень многих школьных учебников. В настоящее время следует прикладывать усилия к тому, чтобы у школьников не складывалось впечатление, что такие модели имеют только декоративную ценность.

Литература

1. Реестр примерных основных общеобразовательных программ Минобрнауки, <http://www.fgosreestr.ru>.
2. Рыжова О.Н., Теренин В.И., Кузьменко Н.Е., Агафонов А.А., Антипин Р.Л., Афанасов М.И., Гулевич Д.Г., Демидова Е.Д., Еремин В.В., Карпова Е.В., Карпюк Е.А. МГУ – школе. Экзаменационные и олимпиадные задания по химии: 2017. – М.: Химический ф-т МГУ, 2017.
3. Банару А.М. Кристаллохимические задачи международных химических олимпиад. – М.: Белый ветер, 2017.

4. *Еремина Т.А., Еремин Н.Н.* Занимательная кристаллография. – М.: МЦНМО, 2014.

5. *Габриелян О.С., Остроумов И.Г., Ахлебинин А.К.* Химия: вводный курс. 7 класс: учебник. – М.: Дрофа, 2016.

6. *Кузнецова Н.Е., Титова И.М., Гара Н.Н.* Химия: 8 класс: учебник. – М.: Вентана-Граф, 2016.

7. *Кузнецова Н.Е., Титова И.М., Гара Н.Н.* Химия: 9 класс: учебник. – М.: Вентана-Граф, 2016.

8. *Кузнецова Н.Е., Литвинова Т.Н., Левкин А.Н.* Химия. Углубленный уровень: 11 класс: учебник. – М.: Вентана-Граф, 2016.

ПРОЕКТНОЕ ОБУЧЕНИЕ В ПРОФОРИЕНТАЦИИ И СИСТЕМЕ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

Р.С. Ступин

Кафедра менеджмента инноваций
НИУ «Высшая школа экономики»

Важным условием эффективности проектно-технологического обучения в университете является мотивация студентов на активное участие в проектной деятельности. Часто основой мотивации на результат работы в проектных командах является правильно построенная предпрофессиональная подготовка, а также реализация программ профориентации и профессионального самоопределения. Стоит отметить, что часто проектная работа в университете является продолжением школьной проектной деятельности. Например, высока вероятность того, что школьники, посещающие кружки робототехники в учреждениях дополнительного образования или в процессе внеурочной деятельности учреждений общего образования, выберут те направления подготовки университета, которые связаны с робототехникой, мехатроникой, конструированием, прикладной математикой и компьютерной

инженерией. В данной ситуации высока вероятность того, что учащиеся продолжат развивать начатые в школе проекты на более высоком профессиональном уровне. Такая ситуация является идеальной и развивает концепцию непрерывного образования.

Стоит отметить, что сегодня профориентация в России не является процессом, носящим непрерывный характер. Государственная политика в этой области не ориентирована на запросы предприятий приоритетных отраслей промышленности, территорий опережающего развития и не учитывает прогнозные векторы технологического развития. Сегодняшние ученики 6–7-х классов общеобразовательных школ выбирают профессиональное будущее, основываясь на опыте родителей и педагогов, тем самым, часто выбирая профессии, которые не будут востребованы на рынке труда уже через 5–10 лет. Сегодня необходимо сформировать национальную модель непрерывной профориентации детей и молодежи с задействованием потенциала всех участников этого процесса: институтов развития, высокотехнологичных предприятий, ведущих вузов и ссузов, центров дополнительного образования детей, детских технопарков и так далее. Уже сегодня в России проблема становления опережающей модели профориентации является весьма актуальной. Наши ведущие предприятия уже нуждаются в специалистах, которых еще не готовят наша система образования и о существовании которых даже не знают дети, которые сегодня выбирают свой жизненный путь. Многие родители и педагоги также ошибочно относятся к профориентации, как к краткосрочному процессу, который завершается после того, как ребенок поступил в институт или колледж. Сегодня необходимо сформировать четкое понимание у всех участников процесса: профориентация – это непрерывный процесс, неотъемлемая часть Lifelong Learning (англ. обучение на протяжении всей жизни). Как дети, так и взрослые, на протяжении всей жизни должны следить за технологическими процессами, изменениями в различных отраслях экономики, достижениями науки.

Сегодняшняя модель профориентации носит общий характер, когда используется единый инструментарий для всех школьников, без учета личностных и психологических особенностей. Да и сами региональные практики профессиональной ориентации часто носят формальный характер. Решением данных проблем является развитие проектно-технологического обучения, методики профессиональных проб и профессиографии, основанной на всестороннем изучении требований, предъявляемых различными специальностями к личным качествам работника. При передаче накопленных знаний школьникам, у тех появляются знания и навыки определения необходимости и востребованности специальности, перспективы карьерного роста, личностного развития, предполагаемой заработной платы, должностных обязанностях. Тесты на профпригодность, создание индивидуальных профессиональных карт-траекторий совместно с профессиональными пробами не только позволят избежать разочарований от выбора «неправильного» профессионального пути, но и позволят направить обучаемых на работу в приоритетные отрасли экономики.

Еще одной задачей, которую необходимо решить в ближайшее время, является совершенствование системы ранней профориентации детей. Сегодня в учреждениях дошкольного, общего и дополнительного образования слишком мало времени уделяется знакомству детей с миром профессий, с отраслями промышленности. Проектная деятельность школьников часто носит формальный характер. В целях повышения ключевых показателей эффективности деятельности педагогов и образовательных учреждений проектами часто именуются сочинения, доклады учащихся и домашние задания.

На сегодняшний день важной задачей для системы образования и всего общества является определение вектора развития опережающей профориентации. Учреждения образования, высокотехнологичные предприятия и институты развития должны сформировать перечень технологий и отраслей промышленности, которые будут наиболее интенсивно развиваться в ближайшие

20 лет в глобальном масштабе. Все эти технологии являются сквозными, охватывают или являются перспективными для большинства отраслей промышленности. Именно поэтому профилизация детей и подростков в данных сферах является особенно важной.

Таким образом, на сегодняшний день остро назрел вопрос о формировании эффективной непрерывной модели опережающей профориентации для обеспечения опережающего развития приоритетных отраслей экономики и российских территорий в соответствии с основными тенденциями развития научно-технического прогресса, развития технологий будущего.

Примером эффективной модели проектно-технологического обучения в системе предпрофессиональной подготовки является реализация комплекса практик «Предуниверситет» на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Всероссийский детский центр «Смена» (далее – ВДЦ «Смена»). ВДЦ «Смена» с января 2019 года является бюджетным учреждением, подведомственным Правительству Российской Федерации. Центр находится на территории Краснодарского края, в городе-курорте Анапа. «Смена» является нетиповой образовательной организацией, работает круглогодично и принимает более 20 000 детей в год из всех субъектов РФ и зарубежных стран.

В 2016 году по поручению Президента РФ Владимира Путина на базе Всероссийского детского центра «Смена» создан Всероссийский учебно-тренировочный центр профессионального мастерства и популяризации престижа рабочих профессий – уникальная площадка, на которой представлены лучшие программы, методики и практики ранней профориентации и повышения интереса детей к трудовой деятельности. Инфраструктура Центра состоит из тренировочного комплекса национальной сборной по профессиональному мастерству WorldSkills (англ. Ворлдскиллс) и Центра профессий «Парк Будущего», который состоит из

6 тематических кластеров: «Строительство», «Транспорт», «Информационные технологии», «Сервис и дизайн», «Промышленность» и «Профессии будущего». В настоящее время мы проводим профориентацию и погружение в профессию по 32 направлениям подготовки. Каждый кластер состоит из главного павильона и павильона профессий. Основная целевая аудитория – дети в возрасте 11–17 лет, прошедшие отбор для участия в профильных сменах ВДЦ «Смена».

Проектная деятельность ВДЦ «Смена» направлена на то, чтобы через разработку групповых проектов помочь детям сделать осознанный выбор профессии, попробовать себя в различных профессиях, прикоснуться к профессиональным ритуалам и поработать на современном оборудовании.

С 2017 года в ВДЦ «Смена» проводится профориентационная смена «Город мастеров», которая включает в себя адаптированные образовательные модули, направленные на:

- выявление индивидуальных предрасположенностей и способностей к занятию различными видами профессиональной деятельности;
- профессиональную ориентацию по наиболее востребованным рабочим и инженерным профессиям;
- проведение профессиональных проб по 6-и отраслевым направлениям;
- разработку реального группового проекта, инициированного индустриальным (предприятие) или образовательным (университет) партнерами Центра.

Погружение учащихся в профессию в рамках профильной проектной смены осуществляется по следующему сценарию:

- первичное профориентационное тестирование;
- прохождение профессиональных проб по представленным компетенциям;
- посещение музея профессий, просмотр фильмов по современным востребованным рабочим профессиям;

- прохождение предпрофессиональной подготовки по одной компетенции;
- освоение надпрофессиональных компетенций (управление проектами, работа в команде, стрессоустойчивость);
- разработка и публичная защита проектов, связанных с выбранной профессией;
- формирование рекомендаций по профессиональной траектории для родителей (центры дополнительного образования, программы бакалавриата и магистратуры, профильные предприятия).

Образовательная программа «Город мастеров» реализуется совместно с образовательными партнерами (профильные вузы или колледжи) и индустриальными партнерами (предприятиями).

Профориентация в ВДЦ «Смена» является сквозным процессом, который затрагивает всех детей, пребывающих в Центре:

- участники всех образовательных программ знакомятся с профессиями, представленными в «Парке Будущего» и участвуют в тематических мероприятиях и проектных сессиях (фестиваль профессий, конкурсы, соревнования, шоу-программы);
- образовательная программа всех тематических смен имеет профориентационную и проектную направленность («Киноакадемия» – на кинопрофессии, спортивные смены – на профессии, связанные со спортом).

Еще одним направлением профориентационной деятельности ВДЦ «Смена» является обучение специалистов по проектной деятельности и профориентационной работе. В Центре проводятся конференции, мастер-классы, программы повышения квалификации.

Еще одним направлением проектной деятельности ВДЦ «Смена» является вовлечение студентов высших учебных заведений в проектную работу со школьниками в качестве наставников. Кроме того, студенты приезжают работать по специальности в Центр профессий «Парк Будущего», одновременно продолжая обучаться под началом опытным мастерам производственного обучения.

Проектный метод обучения во Всероссийском детском центре «Смена» базируется на методике опережающего отражения действительности. Как правило, проект является долгосрочным заданием, которое выполняется на протяжении всего времени пребывания обучающихся в Центре индивидуально или в малой группе. Планирование, разработка, реализация и защита проекта курируется наставниками из числа преподавателей и представителей индустриальных партнеров. Обучающиеся самостоятельно осуществляют выбор тему, проработку теоретического материала, проводят социологические исследования, создают прототип и проводят математические расчеты.

Обучаемые могут реализовывать проекты индивидуально или коллективно. Основное преимущество индивидуальной работы заключается в развитии навыков планирования и ответственности за результат, в то время как групповая работа формирует навыки командообразования, управления и презентации.

В рамках тематических кластеров Центра профессий «Парк Будущего» проектная деятельность реализуется по каждой из представленных профессий. Например, в рамках компетенции «Ландшафтный дизайн» может быть осуществлена подготовка проекта ландшафтного дизайна частного сада или общественной территории (пляж, парк и т.д.). В рамках компетенции «Мобильная робототехника» проводится подготовка проекта системы дополнительного навесного оборудования для робота, включая структурные схемы, механические, электрические и информационные системы сбора данных, соответствующие требованиям технических заданий. В рамках компетенции «Подводная робототехника» примером перспективного для продолжения разработки в университете является проект по разработке модели телеуправляемого или автономного обитаемого подводного аппарата для сбора экологических данных, поиска затонувшей техники и габаритного мусора [6].

Кроме того, проектный подход во Всероссийском детском центре «Смена» применяется и при проведении кратковременных детских и молодежных форумов.

Образовательная программа всех проходящих на территории ВДЦ «Смена» форумов предполагает разработку участниками, собранными в малые группы проектов по тематике проводимых мероприятий. Все проекты направлены на решение конкретных проблем отраслевого рынка. Оценка проекта и работа с участниками реализуются на основе технологии конвейера школьных проектов – методики сопровождения и диагностики школьных инициатив, обучения проектной команды технологиям эффективной работы. Конвейер школьных проектов – это методика, оценивающая и развивающая различные проектные навыки, необходимые для выстраивания работы школьников над проектной инициативой в соответствии с тематическими направлениями центра профессий «Парк Будущего». Во время прохождения конвейера обучаемые получают необходимые компетенции в вопросах проектного менеджмента, анализа рынка, клиентоориентированности и командообразования, получают экспертные рекомендации и советы по улучшению проекта. К прохождению школьного конвейера допускаются обучаемые, зарегистрировавшие свой проект предварительно в организационном комитете. Этапы конвейера школьных проектов определяются экспертно-организационной группой ВДЦ «Смена». Тестирование участников конвейера школьных проектов осуществляется по пяти тематическим станциям:

- личная и командная эффективность (навыки самопрезентации, коммуникации, командообразования);
- анализ окружения проекта (проблемная область);
- технологическая проработка (знание технологии осуществления процесса);
- управление проектами (менеджмент проектов, работа с рисками);

– оптимизация и результат (методологии повышения эффективности и работы по достижению результата).

Экспертная группа Всероссийского детского центра «Смена» ежегодно собирает статистические данные о поступлении выпускников образовательных программ в учреждения высшего образования. В настоящее время примерно 5–10 человек в год поступают в инженерно-технические вузы и продолжают работу над проектами на более профессиональном уровне.

Литература

1. *Евстратова Е.А.* и др. Проектное обучение: практики внедрения в университетах. – Сколково: Открытый университет, 2018.

2. *Крицын А.А., Ступин, Р.С.* Методологические аспекты вовлечения молодежи в технологическое предпринимательство на примере программы IT-Start // Материалы четвертой международной научно-практической конференции «Социальный компьютинг: основы, технологии развития, социально-гуманитарные эффекты» (ISC-15): Сборник статей и тезисов [Электронное издание] / Отв. ред. Е.В. Бродовская. – Москва: МПГУ, 2015. С. 432-442.

3. *Ступин Р.С.* Зарубежный опыт и практика модернизации образования. – Москва: Открытый Мир, 2012.

4. *Ступин Р.С.* Как запустить систему работы с инновационными проектами в университете: комплекс методических материалов / под ред. Р. Ступина и А. Семенова – М.: АО «РВК», 2018.

5. *Ступин Р.С., Крицын А.А.* Развитие предпринимательской среды в системе университетов естественно-научной и инженерно-технической направленности // Экономика и управление в машиностроении. Вып. 3. М.: МАИ, 2018.

6. *Солодихина А.А., Ступин Р.С.* Необитаемый подводный аппарат для сбора экологических данных, поиска затонувшей техники и габаритного мусора // Физика для школьников. 2019. № 1. С. 44–48.

**ИННОВАЦИИ В ПРОФИЛЬНОМ
ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОМ ОБРАЗОВАНИИ:
ДИАЛОГ МЕЖДУ ШКОЛОЙ И ВУЗОМ**

Выпуск 2

Ответственный редактор
А.М. Банару

Подписано в печать 22.06.2019.
Формат 60x90/16. Объем 1,75 п.л.
Печать офсетная. Бумага офсетная.
Тираж 100 экз. Заказ № 379.

Отпечатано в типографии «Белый ветер»
Москва, ул. Щипок, д. 28