

# Химический эксперимент: от иллюстраций теорий к их введению

Д.М.ЖИЛИН,  
канд. хим. наук, доцент МИОО,  
учитель химии  
средней школы № 192,  
г. Москва

Универсален ли путь введения понятий и теорий через химический эксперимент? Нет, многие эксперименты слишком сложны как технически, так и в смысле интерпретации результатов. И все-таки основная роль эксперимента в школе не может быть только иллюстративной.

В выступлении на Московском марафоне учебных предметов 28 марта 2012 г. автор публикуемой статьи предлагает возможные пути применения химического эксперимента для введения теорий и понятий и иллюстрирует их конкретными примерами.

Статья сопровождается презентацией,  
помещенной на прилагаемый к номеру компакт-диск.

Наше опросы показывают, что при всем негативном отношении современных школьников к химии их очень интересует химический эксперимент. Они по-разному относятся к химии и к необходимости ее учить, однако единодушны в том, что «эксперимента должно быть больше». Химического эксперимента в школе мало. Причины этого были подробно разобраны в статье [1]. Одна из них: наша методическая (советская и российская) традиция отводит химическому эксперименту иллюстративную роль [2]. Поскольку иллюстрация всегда находится в стороне от основного логически связного текста, ее исключение не нарушает логики текста и проходит внешне безболезненно. Иллюстративная роль эксперимента приводит к его выхолащиванию из процесса преподавания химии.

Познание окружающей действительности (причем как при развитии индивидуума, так и при развитии цивилизации) начинается с тех или иных манипуляций с объектами, а только потом происходит подведение под результаты наблюдений какой-то теоретической базы. Именно так и должна строиться логика обучения химии: школьник ставит понятный ему эксперимент, и по результатам этого эксперимента формулируются понятия или вводятся теории.

Приведем несколько примеров. Экспериментально (и при том просто!) можно ввести понятие «кислота» как вещество, окрашивающее лакмус в красный цвет (рис. 1). После этого школьники могут выявить общий признак в формулах всех кислот: атома Н в начале

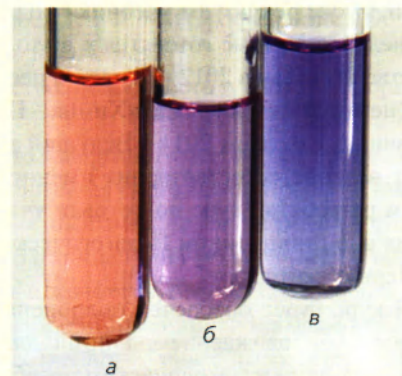


Рис. 1. Окраска индикатора (лакмус) в разных средах: а – кислая; б – нейтральная; в – щелочная

формулы. Далее это понятие развивается и усложняется, но, опять-таки, экспериментально: вводится свойство кислот реагировать с металлами (и заодно вводится понятие «сильных и слабых кислот» по интенсивности выделения водорода), свойство реагировать с основными оксидами и основаниями (признак реакции – изменение окраски лакмуса). И так далее. Как показывает наш опыт, этот путь в отличие от «бумажного» пути: *строение атома – ион – электролитическая диссоциация – кислота как электролит, образующий ион  $H^+$* , по крайней мере, не вызывает у школьников отторжения химии.

Экспериментально можно ввести такие понятия, как «фазовые переходы», «раствор», «массовая доля», «металлы и неметаллы», «активность металлов» и др.



Более сложный путь введения понятий и обоснования теорий – то, что в западной традиции называют *когнитивный конфликт*, а в российской – *проблемное обучение*. Школьники ставят эксперимент, результаты которого противоречат их ожиданиям на имеющемся у них уровне знаний. Для снятия наблюдаемого противоречия приходится вводить новую теорию. Так, например, можно ввести теорию электролитической диссоциации. Эксперимент заключается в том, что учащиеся сравнивают электропроводность дистиллированной воды, твердой соли и раствора соли в воде. Вода и соль не проводят ток, а раствор проводит (рис. 2, 3, 4). На уровне имеющихся у них знаний школьники этого объяснить не могут.

Также путем организации когнитивного конфликта можно обосновать, что не все соединения имеют молекулярную кристаллическую решетку, т.е. не все они в твердом виде содержат частицы, связанные слабыми межмолекулярными связями. Для этого эксперимента требуется цифровая лаборатория с возможностью измерения температуры до  $1000^{\circ}\text{C}$ .

Эксперимент заключается в следующем. По температурам плавления и кипения веществ с молекулярной решеткой (например, воды) оценивают, до какой температуры нужно нагреть вещество, чтобы порвать межмолекулярные связи (около  $100^{\circ}\text{C}$  и ниже). Далее нагревают сахар, измеряя его температуру, и обнаруживают, что при температуре  $200\text{--}250^{\circ}\text{C}$  в нем начинается химическая реакция (он коричневеет, и его запах изменяется). Это значит, что при этих температурах начинают рваться внутримолекулярные (т.е. ковалентные) связи. А далее нагревают песок и обнаруживают, что с ним ничего не происходит по крайней мере до  $600^{\circ}\text{C}$ . Все связи в песке весьма прочные – прочнее, чем некоторые ковалентные связи, значит, слабых межмолекулярных связей в песке нет, а следовательно, нет и молекул. Можно нагреть и саму термопару в пламени спиртовки до  $800\text{--}900^{\circ}\text{C}$ , и она при этом не расплавится. Значит, в материале термопары тоже нет слабых связей.

Третий путь введения теорий через эксперимент – *постановка задачи предсказания чего-либо на основе имеющихся наблюдений*. Например: одни металлы реагируют с кислотами, другие нет (экспериментальный факт). Как предсказать, какие будут реагировать, а какие – не будут?

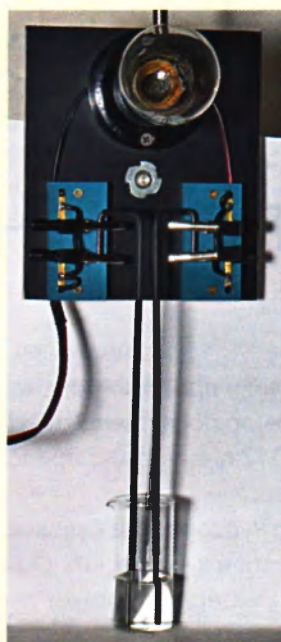


Рис. 2. Исследование воды на электропроводность

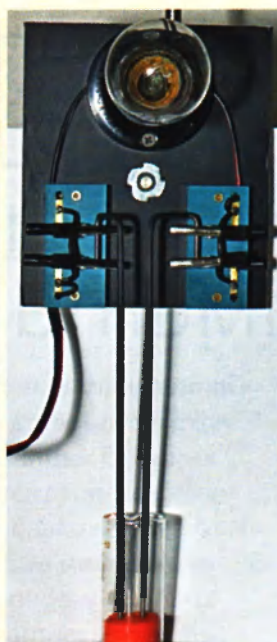


Рис. 3. Исследование твердой соли на электропроводность

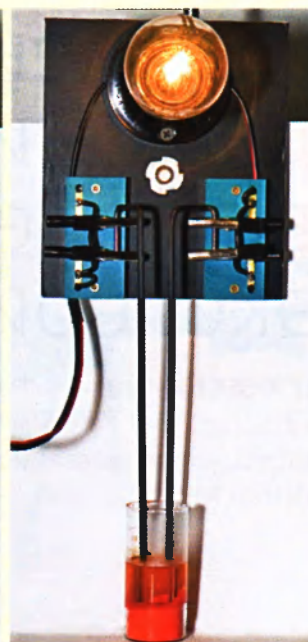


Рис. 4. Исследование раствора соли в воде на электропроводность: горящая лампочка подтверждает, что раствор соли в воде проводит ток

И, наконец, важнейшая роль химического эксперимента – это *усложнение границ имеющихся теорий* (что отчасти смыкается с когнитивным конфликтом). Например, школьники знают, что металлы реагируют с кислотами с выделением водорода. Однако при изучении темы «Азотная кислота» им демонстрируют реакцию металлов с азотной кислотой, и они наблюдают выделение бурого газа. Значит, азотная кислота реагирует с металлами иначе, чем остальные.

Универсален ли путь введения понятий и теорий через химический эксперимент? Нет. Во многих случаях эксперименты, формирующие те или иные теории, слишком сложны как технически, так и для интерпретации. Это касается, например, теории строения атома, понятия «моль» и др. Такие теории приходится вводить «на бумаге» и использовать химический эксперимент для иллюстрации. Существование в атоме электронных уровней иллюстрируется окраской, которую придают соли разных металлов пламени (эффективнее наблюдать это пламя в спектроскоп, в котором видны четкие цветные линии).

Кроме того, введение понятий «через эксперимент» плохо воспринимается школьниками, мыслящими «от общего к частному», в частности продвинутыми математиками. Но универсальных инструментов, как известно, не существует.

#### ЛИТЕРАТУРА

Жилин Д.М. Химический эксперимент в российских школах. Российский химический журнал, 2011, № 4, с. 48–56; Чернобельская Г.М. Методика обучения химии в средней школе. М.: Владос, 2000.