Размышления на тему «Математика в химии»

Никулина Евгения Олеговна, учитель химии высшей квалификационной категории МБОУ «СОШ № 1» города Нефтеюганска ХМАО-Югры

В современном мире к образованию предъявляются новые требования. Они нашли отражение в законе об образовании, в федеральном государственном стандарте. У учащихся появляется широкое поле деятельности, когда они имеют право выбора профильных предметов, получения образования по индивидуальным образовательным траекториям, имеют возможность принять участие в разработке проектов и попробовать свои силы в научной деятельности, и пусть пока только на школьном уровне. В этом случае учебная дисциплина – химия – идеальный предмет для формирования навыков научно-познавательной деятельности. Химия – не изолированная наука, она находится в тесной связи не только с биологией, физикой и математикой. В ней находят отражения философские законы, химические предметы и явления описаны в литературе, истории. А значит, всегда есть место для размышления и рассуждения. Как своим ученикам, так и сегодняшним читателям предлагаю к обсуждению тему «Выполнение математических закономерностей в химии». В ней рассматриваются некоторые математические законы и справедливость их выполнения в химии.

Математика для ученых - химиков – это, в первую очередь, полезный инструмент решения химических задач. Очень трудно найти какой-либо раздел математики, который совсем не используется в химии. Функциональный анализ и теория групп широко применяются в квантовой химии, теория вероятностей составляет основу статистической термодинамики, теория графов используется в органической химии для предсказания свойств органических молекул, дифференциальные уравнения – инструмент химической кинетики.

Хоть химия и связана с математикой, она все-таки накладывает на нее определенные ограничения! К примеру, в химии нет понятия «бесконечность». Число атомов в наблюдаемой части вселенной очень велико, но в природе нет больших величин стремящихся к бесконечности. Каковы же самые большие числа, используемые химиками? Число атомов во Вселенной оценивается как 10^{50}, на Земле – 10^{80} атомов, в человеческом организме их примерно 10^{27}.

Так же в химии нет иррациональных чисел. Иррациональное число содержит бесконечное число знаков в десятичной записи. Химия – наука экспериментальная, она оперирует с результатами измерений, которые выражаются или целыми числами, или дробными, но полученными с конечной точностью, как правило, не более 4 значащих цифр. Например, показатель преломления вещества может быть равен 1,414, но не бывает равным $\sqrt{2}$. поэтому числа π, часто возникающего в химических расчетах, обычно округляют до 3,14. Это лишь малая часть тех самых ограничений. Действуют ли математические законы в химии безраздельно, или между науками существуют противоречия?

В литературе описывается спор между немецким ученым математиком Карлом Гауссом и итальянским ученым химиком Амедео Авогадро о сущности научных законов. Гаусс утверждал, что законы существуют только в математике, а потому химия почитаться за науку не может. В ответ Авогадро сжег 2 л водорода в 1 литре кислорода и, получив два литра водяного пара, торжествующе воскликнул: «Вот видите! Если химия захочет, то два плюс один окажутся равны двум. А что скажет на это ваша математика?»

Математические уравнения и методы, используемые в химии, имеют дело не с абстрактными величинами, а с конкретными свойствами атомов и молекул, которые подчиняются естественным природным ограничениям. Иногда эти ограничения бывают жесткими и приводят к резкому уменьшению числа возможных решений математических уравнений. Математические уравнения, применяемые в химии, а также их решения должны иметь химический смысл. И начать надо с того, что химическое уравнение и математическое уравнение это разные понятия.

Под математическим уравнением понимается равенство вида:

$f(x_1, x_2\ldots)=g(x_1,x_2\ldots)$, где в качестве g и f выступают числовые функции.

Химическое уравнение представляет из себя краткий способ описания химической реакции. Поэтому фраза, столь не принимаемая математиками, «уравнять уравнение» в химии имеет значение. Так как в химическом уравнении при уравнивании ставят коэффициенты, которые показывают мольные соотношения веществ на основании закона сохранения масс.

Предлагаю проверить справедливость некоторых математических законов для химии на практике. Для учащихся можно организовать практическую работу со следующими ниже описанными опытами.

Опыт первый: каждый ребенок знает, что 1+1 будет 2. Однако в химии этот закон не всегда выполним. Например, если смешать спирт и воду равных объемов по 50 мл мы получим не 100 мл, а только 98 мл. Это происходит из-за того, что молекулы спирта образуют водородные связи с молекулами воды, в результате чего они притягиваются друг к другу и объем становится меньше.

Опыт второй: проверьте действие еще одного правила: «от перемены мест слагаемых сумма не меняется». Что произойдет, если мы поменяем местами набор веществ при проведении реакции. В качестве эксперимента была проведена реакция обмена между KOH + $AlCl_3$. В первый раз в пробирку сначала добавили KOH, а затем $AlCl_3$, и наблюдали выпадение осадка. Во второй раз порядок добавления изменили, и осадок уже не образовался.

Порядок имеет место и при смешивании таких веществ как вода и кислота. Казалось бы, ничего сложного, прилить одну жидкость в другую. Но и в таком простом опыте существует определённое правило, от которого может зависеть ваше здоровье. Важно знать, что добавлять нужно кислоту в воду, а не наоборот. Следует помнить, что такие кислоты, как серная концентрированная, во-первых, чрезвычайно гигроскопичны, т.е. активно поглощают воду и её пары, а во-вторых, имеют плотность, в разы превышающую плотность воды. В-третьих, эта реакция сопровождается выделением огромного количества тепла. Поэтому, исходом будет выброс серной кислоты. Итогом такой ошибки в лучшем случае может быть полученная “двойка”, а в худшем повреждение кожного покрова и глаз.

В заключении хочется отметить, что целью данной статьи не являлось противопоставление двух наук математики и химии. Представленные эксперименты демонстрирует исключения из общих правил, и тем самым раскрывают горизонты познания мира.

История развития науки говорит о том, что самые интересные события происходят на стыке разных наук. Ученые химики и ученые математики мыслят разными категориями, но, те случаи, когда им удается взаимодействовать, приводят к появлению красивых и нетривиальных результатов и способствуют обогащению обеих наук.

Список используемой литературы:

1. Г.Д. Харлампович, А.С.Семенов «Многоликая химия», Москва, Просвещение, 1992 год.

2. В.Н.Алексенский «Занимательные опыты по химии», Москва, Просвещение – АО «Учебная литература», 1995 год.

3. Джим Уиз «Занимательная химия, физика, биология», Москва АСТ «Астрель», 2007 год.