Номинация «Общее образование»

Методическая разработка
«Настольный конструктор химических веществ
для развития инженерного мышления в рамках предмета химия»

Мельник Анатолий Алексеевич
Учитель химии
ЧОУ «Школа экономики и права», Санкт-Петербург

При изучении в химии таких тем как «Строение вещества», «Валентность», «Формулы химических веществ», «Химическая связь» школьники не всегда правильно запоминают формулы сложных веществ.

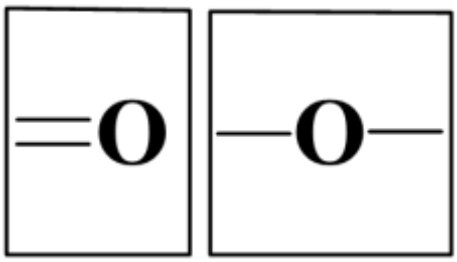
Решить эту проблему может внедрение на уроках химии конструирования химических веществ. Конструирование является важнейшим видом деятельности по формированию инженерного мышления.

Предлагаемый комплекс включает в себя несколько видов конструкторов химических веществ:
1. Валентность-1 (неорганическая химия).
2. Валентность-2 (органическая химия).
3. Ковалентная связь.
4. Ионная связь.
5. Игра «Химическое домино».

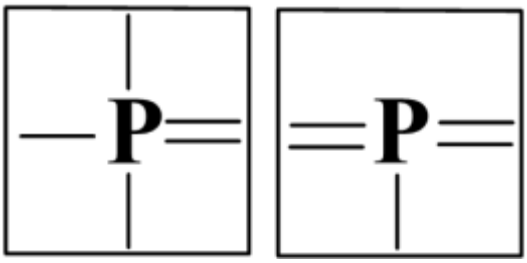
Конструктор «Валентность-1».
Конструкторы «Валентность-1» и «Валентность-2» предназначены для визуализации понятия «валентность» и создания структурных формул химических веществ по их брутто-формулам, а также выведения химических брутто-формул по количеству атомов в моделях.
Как известно, связи между атомами в веществах обозначаются чёрточкой, одна чёрточка обозначает общую электронную пару между атомами неметаллов.
Применение конструктора «Валентность-1» будет эффективным на уроках по изучению понятия «валентность» (8 класс), а также при изучении различных классов неорганических веществ для закрепления знаний формул веществ.

Примеры деталей конструктора «Валентность-1» (неорганическая химия):

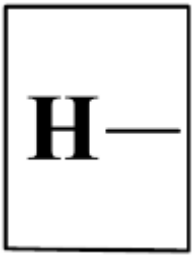
Атом кислорода (валентность II)



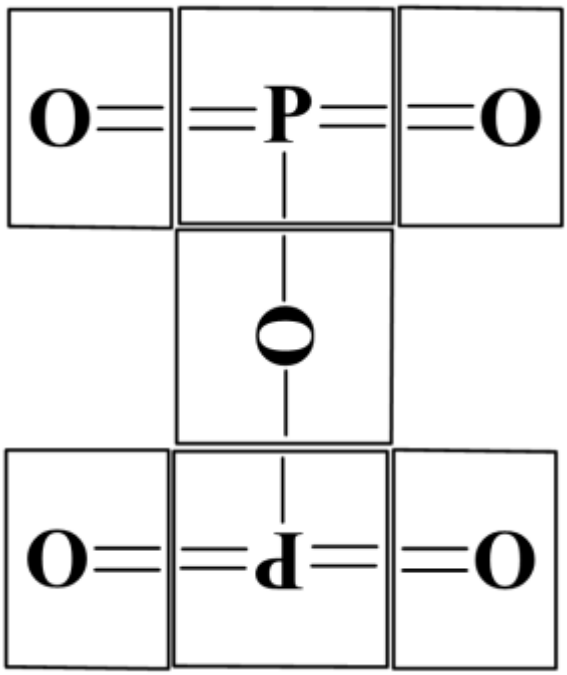
Атом фосфора (валентность V)



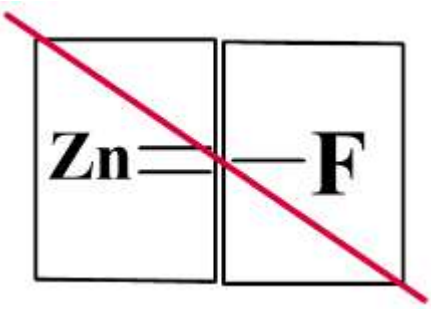
Атом водорода (валентность I)



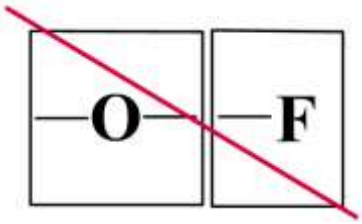
Правила конструирования вещества.
1. Количество химических связей между двумя атомами должно совпадать:



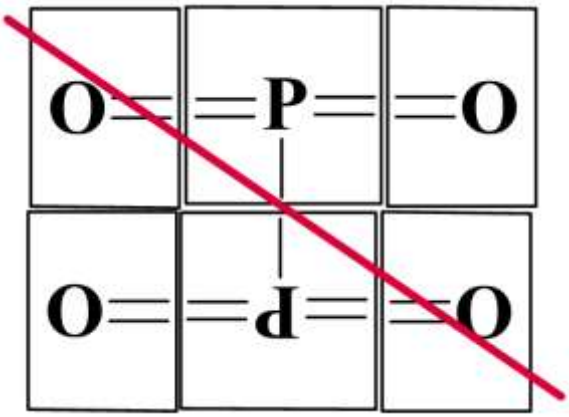
Пример ошибочного построения модели химической формулы:



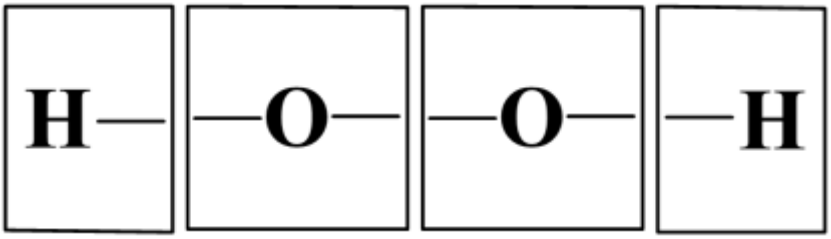
2. После построения модели химической формулы не должно оставаться химических связей, пример ошибки:



3. В большинстве случаев не допускаются химические связи между атомами одного и того же химического элемента в сложных веществах.
Пример ошибки:

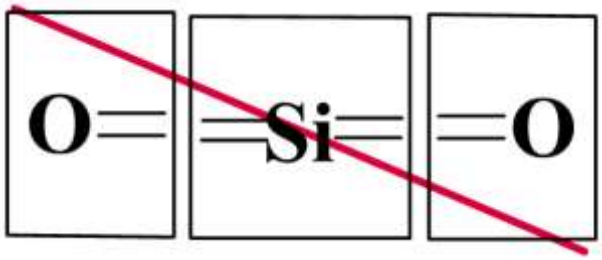


Однако для некоторых элементов такие химические связи возможны. Пример:



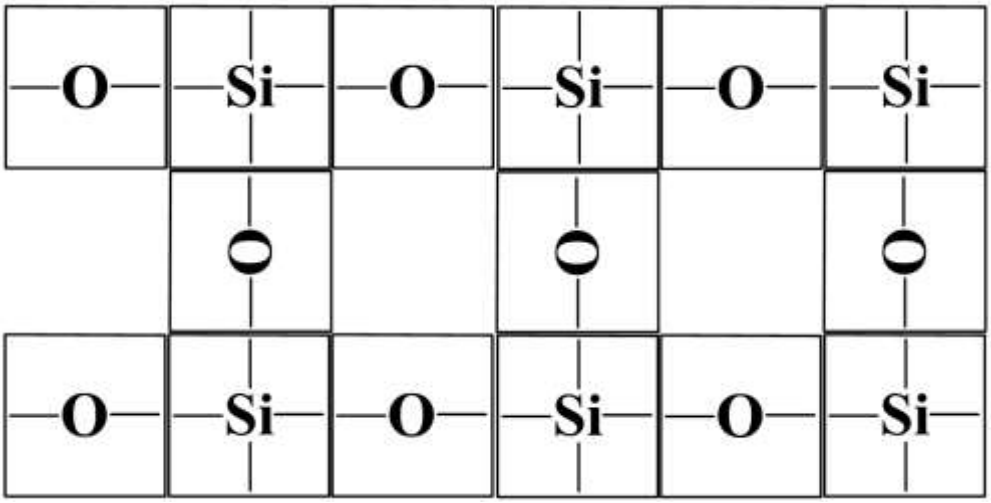
4. Модель вещества отражает минимально возможное количественное соотношение атомов и не учитывает возможные варианты, пример: P_2O_5 – P_4O_{10}

Для некоторых веществ необходимо выбрать верный вариант конструирования. Пример – оксид кремния (IV) SiO_2. В отличие от оксида углерода (IV) CO_2 у оксида кремния полимерная структура. Поэтому вариант:



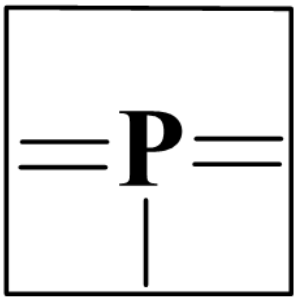
является неверным.

Верный вариант:

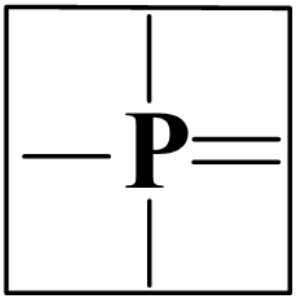


Творческое мышление развивается благодаря наличию нескольких вариантов одного и того же атома, пример – атом фосфора с валентностью V:

Для разных соединений требуются разные варианты, что и должен понять ученик.
Для построения модели молекулы оксида фосфора (V) требуется деталь:

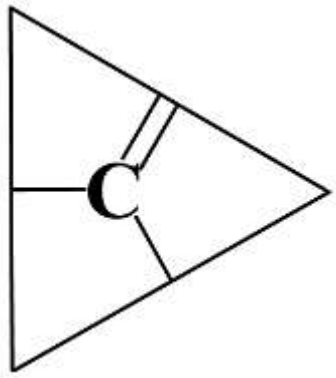


Для построения модели молекулы ортофосфорной кислоты

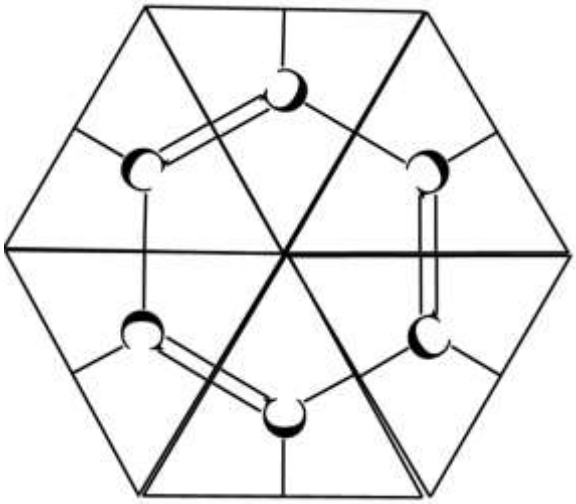


Конструктор «Валентность-2».
Применение конструктора «Валентность-2» будет эффективным на уроках органической химии для построения моделей молекул органических веществ, обладающих ковалентной химической связью: алканов, алкенов, алкинов, алкадиенов, аренов, спиртов, фенола, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот, аминов, углеводов, аминокислот.

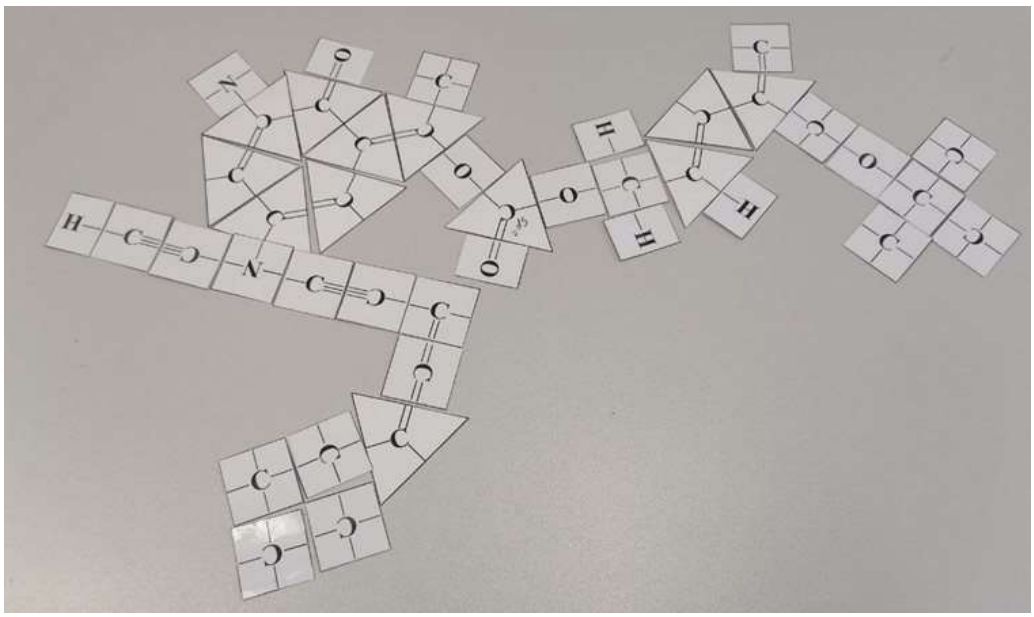
В данном конструкторе имеются деталь «Углерод» с двойной связью, которая отражает геометрические особенности взаимного расположения химических связей и имеет следующий вешний вид:



Такие детали позволяют строить циклические структуры, основой которых является бензольное кольцо:



Примеры моделей молекул, построенных учениками:



Данный конструктор будет полезно использовать на первых уроках по изучению органических веществ, на которых можно предложить школьникам самим сконструировать молекулу органического вещества, при этом не давать ограничений в креативности. Далее в ходе рефлексии сделать разбор построенной молекулы, указав на химические связи, которые реально возможны, и на химические связи, которые в органических веществах невозможны, и пояснить причины этого.

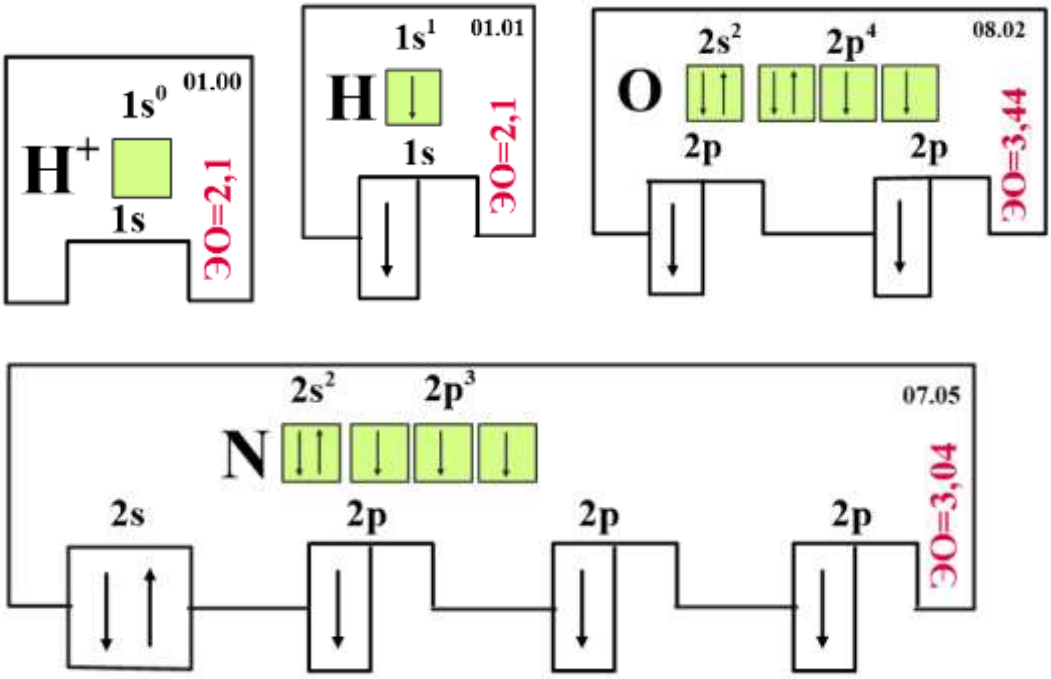
Конструктор «Ковалентная связь».

Конструктор «Ковалентная связь» содержит детали, представляющие условные модели атомов неметаллов с изображением спаренных и непарных электронов на внешнем энергетическом уровне. Атомы могут соединяться друг с другом только в определённой последовательности с учётом наличия спаренных и неспаренных электронов по обменному или донорно-акцепторному механизму. В этом случае учитываются особенности строения некоторых атомов и строения молекул веществ: атома азота, катиона аммония, азотной кислоты.

Также на каждой модели атома указано значение электроотрицательности химического элемента, что позволяет определить тип ковалентной связи (неполярная или полярная) и степень окисления элементов.

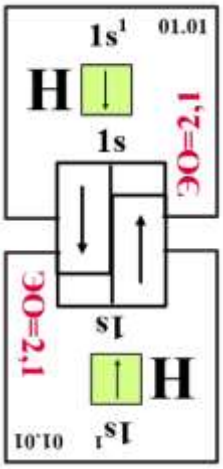
Данный конструктор позволяет конструировать как сложные, так и простые вещества.

Примеры деталей конструктора «Ковалентная связь»:

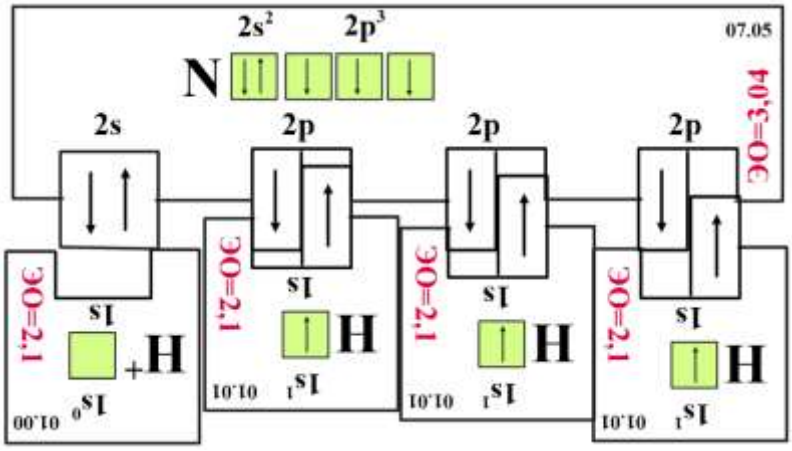


Примеры моделей молекул веществ:

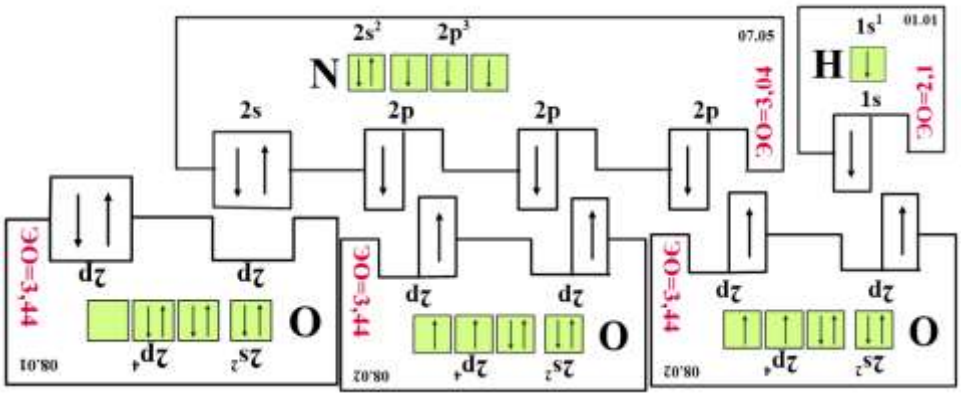
Водород H_2:



Катион аммония NH_4^+:

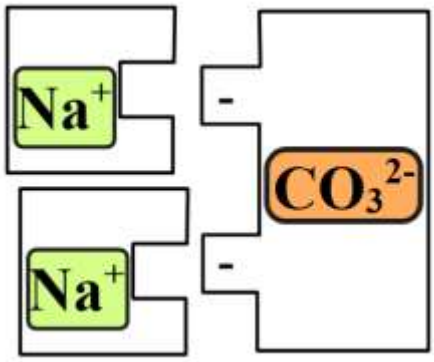


Азотная кислота HNO_3:



Конструктор «Ионная связь».
Конструктор «Ионная связь» содержит детали, которые уже были приведены в учебниках химии [1].

Каждая деталь конструктора представляет собой модель катиона или аниона. Модель катиона имеет вогнутости, символизируя недостаток электронов, а модель аниона имеет выпуклости, символизирующие избыток электронов. По закону физики количество положительных и отрицательных зарядов в ионном соединении должно совпадать.



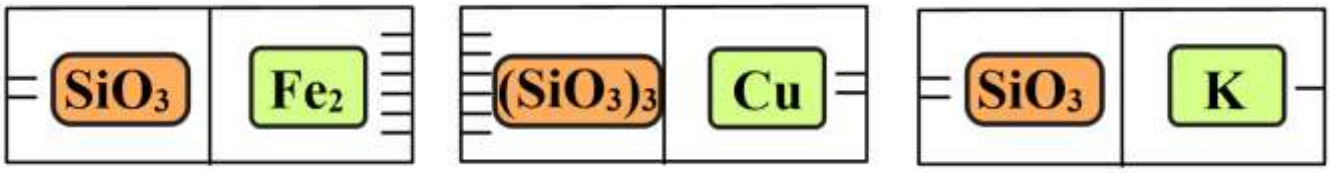
С использованием данного конструктора можно моделировать и химические реакции обмена между веществами ионного строения: кислотами, основаниями, солями.

Пример: $\mathbf{Al_2S_3 + 6H_2O = 2Al(OH)_3 + 3H_2S}$

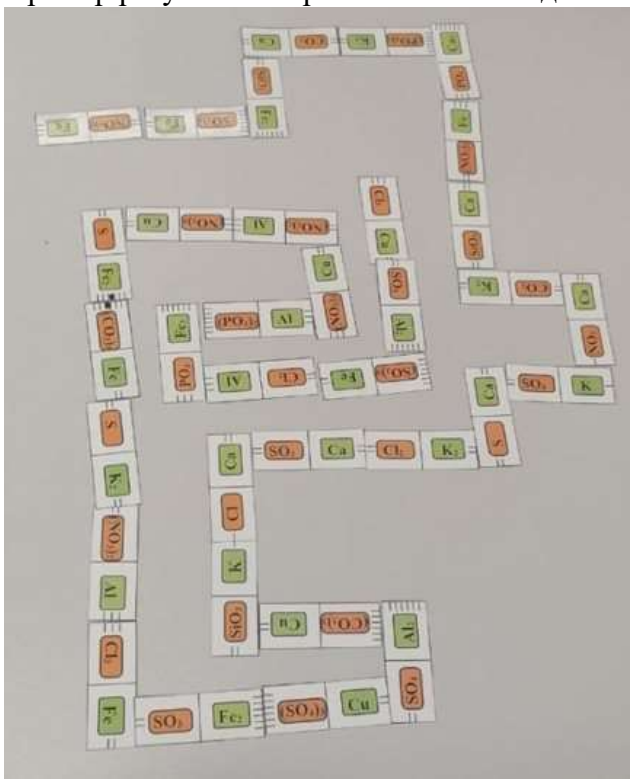
Данный конструктор развивает творческое мышление, поскольку позволяет ученику конструировать химические формулы самых разных веществ, в том числе содержащих несколько видов катионов и анионов (например, двойные и смешанные соли, кислые и основные соли).

Настольная игра «Химическое домино» позволяет закрепить знания химических формул в игровой форме.
Каждая деталь домино представляет собой изображение аниона и катиона, от которых отходит определённое количество чёрточек, обозначающих заряд иона. Также встречаются детали, содержащие несколько катионов и анионов, при этом величина заряда соответственно увеличивается. Это необходимо в тех случаях когда

Для игры в химическое домино игроку необходимо сопоставить края деталей таким образом, чтобы совпало число валентностей и получилась формула вещества:



Пример результата игры в химическое домино:



1. Еремин В.В. Химия: 8 класс: учебник / В.В. Еремин и др. ; под ред. В.В. Лунина. – 10-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2020. – 287