

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ЗАДАНИЙ ПО ХИМИИ НА ПЛАТФОРМЕ «ФОКСФОРД»

Жуков Ф.А., Матвеева М.В.

Центр онлайн обучения «Фоксфорд»

Задания олимпиадного уровня предполагают отсутствие строгих алгоритмов решения, возможность реализации нестандартного подхода, получение множества вариантов решения, которые соответствуют условиям задания. Всё это реализуемо при использовании заданий с открытым ответом, который оценивает эксперт. В то же время использование автоматически проверяемых заданий предполагает ряд проблем и ограничений, связанных с процедурой ввода ответа, однозначности решения, проверки конечного результата, а не хода решения. Создание автоматически проверяемых олимпиадных задач без потери качества является сложным и творческим процессом.

На платформе Центра онлайн-обучения «Фоксфорд» (<https://foxford.ru/>) мы пытаемся найти подходы к разработке олимпиадных заданий по химии, реализация которых позволит решить обозначенные проблемы.

Существует несколько типов вопросов, которые можно использовать при конструировании заданий, предназначенных для выполнения в онлайн-режиме. Среди них можно выделить вопросы, предполагающие:

- выбор одного ответа из предложенных;
- выбор нескольких ответов из предложенных;

- использование поля ввода (числа, текста);
- использование текста с пропусками (ввод текста и выбор ответа из выпадающего списка);
- пересечение множеств;
- группировку;
- составление фразы;
- выделение текста;
- программирование.

Такой вариативности типа вопросов вполне достаточно для того, чтобы обеспечить ученику комфортные условия выполнения заданий в соответствии с их методическим замыслом.

Приведём примеры некоторых типов вопросов на платформе «Фоксфорд».

- *Поле ввода – текст*

Запишите химическую формулу неизвестной соли строго латиницей (английская раскладка клавиатуры), без пробелов и других лишних знаков. Пример ответа: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

Ваш ответ...

- *Поле ввода – число*

Запишите минимальный объём (в мл) раствора $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, необходимый для реакции окисления X , числом с точностью до десятых, без единицы измерения, пробелов и других дополнительных символов, например, 25,5

Введите целое число или десятичную дробь...

- *Текст с пропусками* (фрагмент инструкции по заполнению полей при составлении уравнений реакций и пример уравнения реакции с пропусками)

Исходный вид полей ввода ответа в задании

$$3 \square + \square \square \rightarrow \square NH_3$$

$$\square \square + \square O_2 \rightarrow \square Al_2O_3$$

здесь ставится коэффициент (1 не ставится, в этом случае оставьте поле пустым) →

здесь пишется формула латиницей (английская раскладка клавиатуры) ←

например

$\square \square \rightarrow \boxed{4} \boxed{Al}$ в первом поле коэффициент, во втором поле - формула

$\square O_2 \rightarrow \boxed{3} O_2$ здесь нужно внести только коэффициент (1 не ставим)

$3 \square \rightarrow 3 \boxed{H2}$ здесь нужно внести только формулу (латиница!)

Так будет выглядеть запись ответа

$$3 \boxed{H2} + \square \boxed{N2} \rightarrow \boxed{2} NH_3$$

$$\boxed{4} \boxed{Al} + \boxed{3} O_2 \rightarrow \boxed{2} Al_2O_3$$

Запишите уравнение реакции 2:



К новым задачам по химии на платформе «Фоксфорд» в настоящее время предъявляются следующие требования:

- 1) задача должна быть интересной ученику (содержать связь с жизнью, иметь актуальный современный контекст);
- 2) задача должна быть удобной для восприятия (содержать структурированный материал в виде схем, диаграмм, таблиц, быть наглядной);
- 3) вопросы должны иметь развивающий характер (предполагать развитие навыков XXI века);
- 4) задания должны быть направлены на формирование функциональной грамотности (читательской, естественнонаучной и др.);
- 5) если позволяет содержание, желательно, чтобы задача включала элементы, направленные на профессиональное самоопределение ученика;

- б) ввод ответа должен быть удобным и/или методически обоснованным.

В соответствии с этими требованиями, каждая олимпиадная задача превращается в маленькую историю, увлекательный химический детектив, в котором раскрываются особенности строения и свойств веществ, области их применения, история открытий в области химии, правильное и безопасное применение веществ в быту и промышленности.

Приведём пример задачи, составленной для онлайн-курса подготовки школьников к олимпиадам по химии, при разработке которой мы постарались учесть рассмотренные требования.

Задача «Химчистка металлических изделий»

Металлы **X** и **Y** известны человечеству с древних времён. Это связано прежде всего с тем, что эти металлы могут встречаться в природе в самородном виде. Кроме того, древние люди научились добывать металл **X** из руды. Поэтому **X** и **Y** играли значимую роль в развитии культур многих стран мира. Они издавна использовались в чеканке монет, в ювелирном деле, для изготовления посуды и других предметов обихода. Не потеряли они актуальность и в современном мире. Однако на воздухе изделия из металлов **X** и **Y** и их сплавов довольно быстро темнеют, так как воздух – сложная смесь газов, в которой кроме кислорода и азота всегда содержатся углекислый газ, пары воды, а также небольшая примесь сероводорода. Некоторые из этих газообразных веществ вызывают образование на поверхности изделий из металла **X** веществ **A** и **B** чёрного цвета. На поверхности изделий из металла **Y** также образуется тонкий слой серо-чёрного соединения **C**. Известно, что бинарные соединения **B** и **C** являются солями одной и той же двухосновной кислоты, причём содержание **X** и **Y** в них составляет 66,51 и 87,09% соответственно.

Чтобы удалить с поверхности изделия из металла **X** соединение **A** в быту используют 5%-ый нашатырный спирт, при этом образуется растворимое комплексное основание **D**. Для удаления **B** применяют 3%-ый раствор перекиси водорода, реакция протекает с образованием средней соли **E**, водный раствор которой имеет синюю окраску.

Для чистки изделия из металла **Y** опытные ювелиры рекомендуют залить его очень горячим водным раствором пищевой соды с добавлением кусочков алюминиевой фольги, при этом наблюдается

бурное выделение газа **F** без цвета и запаха. В этом растворе изделие из металла **Y** следует выдержать в течение нескольких часов, в результате в конечный раствор переходят средняя соль **G** и тетрагидрококомплекс **H**. После химической обработки очищенные металлические изделия тщательно промывают водой, насухо вытирают и полируют мягкой шерстяной тканью.

Определите металлы **X** и **Y**, вещества **A**, **B** и **C**, вызывающие почернение изделий из этих металлов, а также соединения **D** – **H**, образующиеся в процессе очистки металлических изделий. В поля ответов введите химические формулы веществ, используйте только латинские символы (на английской раскладке клавиатуры).

Сложные, комплексные задачи по химии олимпиадного уровня могут иметь несколько вариантов решений. Платформа «Фоксфорд» позволяет указывать в задаче любое количество альтернативных правильных ответов. Можно также сузить количество вариантов решения, добавив в условие задачи дополнительные сведения и граничные условия. Уточняющая информация может быть в тексте задачи, а также в ответе, например, за счёт использования формы вопроса с выбором ответов. Приведём пример подобной задачи, содержащей уточняющую информацию в виде указания на возможность образования дисульфидных мостиков, и аминокислоты кодируются генетическим кодом.

Задача «Состав трипептида»

Трипептид массой 140,7 мг, состоящий из остатков трёх разных аминокислот, которые кодируются генетическим кодом, сожгли. Газообразные продукты и пары воды пропустили через трубку с безводным сульфатом меди(II), масса трубки с содержимым увеличилась при этом на 79,38 мг. Оставшуюся газовую смесь пропустили через избыток баритовой воды, при этом выпал осадок массой 1084,02 мг. Известно, что такое же количество газовой смеси может обесцветить 2,24 г 3%-ного раствора бромной воды. Оставшийся после пропускания через баритовую воду газ был поглощён 26,46 мг лития.

Каков состав трипептида, если известно, что между его молекулами возможно образование дисульфидных мостиков? При каком значении pH растворимость трипептида будет самой низкой при прочих равных условиях?

В расчётных задачах существует вариант ввода ответа в виде числа. При этом в системе задаётся интервал значений, в пределах которого ответ принимается как верный, например:

Правильный ответ *
<input type="text" value="7.48"/>
Точность
<input type="text" value="0.04"/>

Чтобы минимизировать риски грубых округлений при вычислении искомой величины, в задаче указываются значения постоянных величин и точность округления. Приведём пример подобной расчётной задачи.

Задача «Энергия активации каталитической реакции»

Энергия активации некоторой реакции в отсутствие катализатора равна 64,3 кДж/моль, а в присутствии катализатора энергия активации уменьшается до значения 51,8 кДж/моль. Во сколько раз возрастает скорость реакции в присутствии катализатора, если реакция протекает при 25 °С? В вычислениях примите $R = 8,314$ Дж/(моль·К). Ответ запишите с точностью до десятых.

К сожалению, в автоматически проверяемых задачах не удаётся проследить путь, по которому шли размышления ученика. Однако есть возможность оставить «маяки» – подсказки (рис. 2). Задача может содержать несколько подсказок, которые могут натолкнуть ученика на правильное решение. Если он ввёл ошибочный ответ, но не использовал все подсказки, открывается очередная подсказка и можно вновь попробовать решить задание. Использование подсказок делает самостоятельную работу ученика с задачами более комфортной, ошибка не карается полной потерей баллов, а позволяет получить дополнительную информацию, которая важна для правильного понимания хода решения задачи.

Подсказка 1

Тщательный анализ условия задачи позволяет предположить, что металлами **X** и **Y** являются медь и серебро соответственно.

Это предположение можно подтвердить расчётами.

Бинарные соединения **B** и **C** очевидно являются солями сероводородной кислоты.

Подсказка 2

При очищении медных изделий протекают следующие реакции:

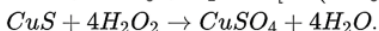
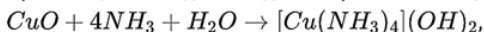
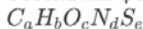


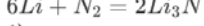
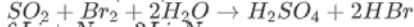
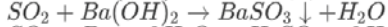
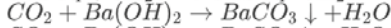
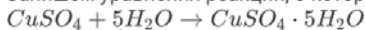
Рис. 1. Подсказки к решению задачи на платформе «Фоксфорд»

Все новые задания на платформе «Фоксфорд» обязательно сопровождаются вариантом решения (рис. 2). После ввода окончательного ответа, ученик может сравнить свой ход решения с тем, который заложен в базе. Это позволяет ему рефлексивно оценить свой поиск ответа, отметить иной подход к решению отдельных фрагментов задачи, или, быть может, увидеть, что предложенное им решение более рационально.

Обозначим формулу трипептида как



Запишем уравнения реакций, о которых идёт речь в задании:



1) вода поглощается безводным сульфатом меди(II)

$$\nu(H_2O) = \frac{79.38}{18} = 4.41 \text{ ммоль}$$

$$\nu(H) = 8.82 \text{ ммоль}$$

2) бромная вода обесцвечивается сернистым газом

$$m(Br_2) = 2240 \cdot 0.03 = 67.2 \text{ мг}$$

$$\nu(Br_2) = \frac{67.2}{160} = 0.42 \text{ ммоль}$$

$$\nu(SO_2) = \nu(Br_2) = 0.42 \text{ ммоль}$$

$$\nu(S) = 0.42 \text{ ммоль}$$

Рис. 2. Фрагмент решения задачи на платформе «Фоксфорд»

Ученики имеют возможность вводить варианты решения в систему несколько раз, получая при необходимости подсказки, анализировать заложенное на платформе решение, сравнивая его со своим ответом. Платформа «Фоксфорд» обладает вариативностью вариантов ввода ответа, достаточной для того, чтобы учитывать точность вычислений и альтернативные правильные решения, ограничения по вводу ответов.

Таким образом, реализация рассмотренных нами подходов к конструированию и автоматизированной проверке задач для онлайн-курсов по подготовке к олимпиадам позволяет разрабатывать их без существенной потери качества.