

**ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ И ВОСПИТАНИЯ (ПО ОБЛАСТЯМ И УРОВНЯМ ОБРАЗОВАНИЯ) /
THEORY AND METHODS OF TEACHING AND UPBRINGING (BY AREAS AND LEVELS OF EDUCATION)**

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.149.21>

АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ОГЭ ПО ХИМИИ

Научная статья

Мишина С.И.^{1,*}, Вилкова Н.Г.², Моряшов К.А.³

¹ ORCID : 0000-0003-1610-208X;

² ORCID : 0000-0002-0695-373X;

^{1,3} Пензенский государственный университет, Пенза, Российская Федерация

² Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (elancv[at]mail.ru)

Аннотация

В данной работе приведен методический анализ результатов ОГЭ по учебному предмету «Химия» в 2022-2023 годах, показавший актуальность разработки алгоритмов для выполнения экспериментальных заданий для девятиклассников г. Пензы. Разработано несколько алгоритмов для решения основных типов экспериментальных задач при сдаче основного государственного экзамена по химии в средней школе: алгоритм решения заданий с помощью таблицы растворимости (для заданий с выпадением осадка), алгоритм решения заданий с использованием знаний на качественные реакции, алгоритм решения заданий с использованием реакций с выделением газа, алгоритм решения заданий с использованием реакций с использованием индикатора. Для каждого алгоритма приведен пример его применения на конкретных заданиях, аналогичных используемым в реальном экзамене.

Ключевые слова: ОГЭ, химия, экспериментальная задача.

**ALGORITHMS FOR SOLVING EXPERIMENTAL PROBLEMS IN PREPARATION FOR THE BSE IN
CHEMISTRY**

Research article

Mishina S.I.^{1,*}, Vilkova N.G.², Moryashov K.A.³

¹ ORCID : 0000-0003-1610-208X;

² ORCID : 0000-0002-0695-373X;

^{1,3} Penza State University, Penza, Russian Federation

² Penza State University of Architecture and Construction, Penza, Russian Federation

* Corresponding author (elancv[at]mail.ru)

Abstract

This work presents a methodological analysis of the results of the BSE in the academic subject "Chemistry" in 2022-2023, which showed the relevance of the development of algorithms for experimental tasks for ninth-graders in Penza. Several algorithms for solving the main types of experimental tasks in the main state examination in chemistry at secondary school have been developed: an algorithm for solving tasks using the solubility table (for tasks with precipitation), an algorithm for solving tasks using knowledge of qualitative reactions, an algorithm for solving tasks using reactions with gas release, an algorithm for solving tasks using reactions with an indicator. For each algorithm, an example of its application on specific tasks similar to those used in the real exam is given.

Keywords: BSE, chemistry, experimental problem.

Введение

С 2019 по 2023 годы наблюдается существенное сокращение числа учащихся, выбирающих ОГЭ по химии для сдачи. Это явление может быть обусловлено множеством факторов. Одним из ключевых является перегруженность учебной программы. В средних школах обучение химии стартует с 8 класса, предусматривая всего два часа занятий в неделю. Как правило, почти на каждом новом уроке ученики изучают новую тему. Уже на этапе 8 класса заметна тенденция уменьшения интереса к предмету среди значительной части обучающихся, которая сохраняется из года в год. Плотность программы не дает возможности углубленно закреплять знания, в результате чего учащиеся сталкиваются с проблемами понимания и накоплением неясностей, что приводит к утрате интереса к химии. Для глубокого освоения, понимания и применения материала, полученного на уроках, требуется самостоятельная работа. Однако современные школьники испытывают снижение мотивации к обучению, страдают от недостатка самоорганизации, и дополнительная нагрузка, связанная с самостоятельными занятиями, не способствует повышению их образовательного интереса. Это, вероятно, является дополнительной причиной снижения числа девятиклассников, выбирающих химию для сдачи ОГЭ. Выпускники, определившиеся с медицинскими специальностями как приоритетными, могут предпочесть сдавать биологию вместо химии на выпускном экзамене в 9 классе. Кроме того, введение экспериментальной части в 2020 году могло стать еще одной причиной для отказа от выбора химии [1], [2].

Основная часть

Методический анализ результатов ОГЭ по учебному предмету «Химия» в 2022 году показал, что максимальный балл 40 набрали 8 человек (0,8% от общего количества), в 2019 году – 35 выпускников (2,6%). Работы с минимальным

баллом выполнения (0 баллов) в 2022 году отсутствовали. Наибольшее количество выпускников распределилось в диапазоне от 21 до 38 баллов. Средний балл ОГЭ по пятибалльной шкале равен 4,06, стабилен (по первичному баллу – 24) [3]. Задание 23 входит в десятку заданий с наименьшим процентом выполнения. При этом из учеников, получивших отметку «2», данное задание, наряду с заданием 21, имеет наименьший процент выполнения – 2,9%. Остальные задания выполнялись с гораздо большим успехом – 3,9% выполнили задание 20, 8,8% выполнили задание 17.

Задание 23 выполнено на среднем уровне (63,4%). Затруднения при выполнении данного задания связаны с отсутствием сформированного умения проводить мысленный эксперимент, самостоятельно осуществляя осознанный выбор необходимых реактивов из предложенного списка. Много неточностей экзаменуемые допускали при указании признаков реакции: цвет осадка, изменение окраски раствора и т.д. Это является подтверждением тому, что реальные химические эксперименты на уроках химии ограничены во времени в связи с большим объемом теоретического материала по предмету [3].

Если распределять участников экзамена на группы с неудовлетворительным, удовлетворительным, хорошим и отличным результатом, то показатели выполнения задания 23 следующие: среди группы участников с неудовлетворительным результатом – 29%; с удовлетворительным результатом – 34,2%; с хорошим результатом – 65,1; с отличным результатом – 85,6. Эти показатели свидетельствуют о несформированности у выпускников первых двух групп умений планировать эксперимент, описывать признаки реакций и показывать взаимосвязь между отдельными представителями неорганических веществ.

В 2023 году средний процент выполнения всех задания был выше, чем в 2022. Задание 23 по проценту выполнения вошло в 15 заданий с меньшим процентом выполнения [4]. Однако, процент выполнения данного задания в других регионах оказался выше, чем в Пензенской области. Например, в Ярославской области с этим заданием справились 83,1% учеников, а в Поволжском округе в целом – 90% учеников. Это означает, что, несмотря на улучшение результатов при выполнении задания, ученики Пензенской области пока что уступают ученикам из других областей при выполнении данного задания [4], [6], [7], [9]. В связи с этим разработка алгоритмов для выполнения задания 23 являются актуальными [9].

2.1. Алгоритм 1. Решение заданий с помощью таблицы растворимости

Этот алгоритм не является универсальным, но может помочь при выполнении задания, когда в ходе выявляется выпадение хотя бы одного осадка. Для того чтобы решить задание 23 с помощью таблицы растворимости, нужно выполнить следующие действия:

1. Определить, из каких ионов состоит заданное вещество.

2. Записать заданное вещество и все формулы реактивов в виде таблицы, представленной ниже, а затем, пользуясь таблицей растворимости солей, кислот и оснований, найти нерастворимые вещества. Отметить эти вещества в таблице. Например:

Таблица 1 - Решение заданий с помощью таблицы растворимости

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.149.21.1>

Ионы заданного вещества	Реактив 1	Реактив 2	Реактив 3	Реактив 4	Реактив 5
Катион	–	Осадок 1	–	–	–
Анион	–	–	Осадок 2	–	–

3. Записать реакцию между выбранными веществами.

4. Записать цвет полученного осадка, запомнив следующее правило: все осадки металлов, которые находятся левее хрома в ряду активности металлов, имеют белый цвет. Также белый цвет имеет AgCl. Все остальные осадки металлов, находящихся в ряду напряжений после хрома включительно – цветные.

Цвета часто используемых на ОГЭ осадков можно выучить. Приведем основные из них:

Таблица 2 - Цвета часто используемых осадков

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.149.21.2>

Желтые	Синий	Черные	Бурый	Зеленый
PbI ₂ , Ag ₃ PO ₄ , AgBr, AgI	Cu(OH) ₂	CuS, Ag ₂ S, PbS	Fe(OH) ₃	Fe(OH) ₂

Если выполняющий эксперимент забыл цвет осадка или не выучил все часто используемые цвета осадков, то цвет осадка можно будет вписать после выполнения эксперимента.

Рассмотрим применение данного алгоритма. Общую формулировку задания представим один раз:

Используя только реактивы из приведенного перечня, запишите молекулярные и ионные уравнения двух реакций, которые характеризуют химические свойства соляной кислоты и укажите признаки их протекания (наличие/отсутствие запаха у газа, цвет осадка или раствора).

2.1.1. Задание 23 (1)

Дан раствор бромида железа (III), а также набор реактивов: растворы серной кислоты, сульфата натрия, нитрата серебра, хлорида бария и гидроксида калия.

Решение:

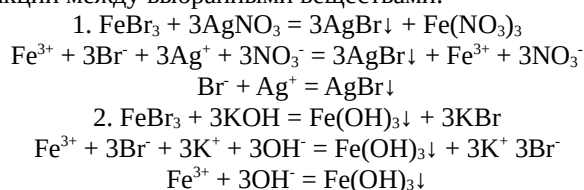
1. Заданное вещество – бромид железа (III) – состоит из катиона Fe^{3+} и трех анионов Br^- .
2. Запишем таблицу с заданным веществом и представленным набором реактивов:

Таблица 3 - Решение задания 23 (1)

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.149.21.3>

Ионы	H_2SO_4	Na_2SO_4	AgNO_3	BaCl_2	КОН
Fe^{3+}	–	–	–	–	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
Br^-	–	–	AgBr	–	–

3. Уравнения химических реакций между выбранными веществами:



4. В ходе первой реакции наблюдается выпадение бледно-желтого осадка. В ходе второй реакции наблюдается выпадение бурого осадка.

2.2. Алгоритм 2. Решение заданий с использованием знаний на качественные реакции

Данный алгоритм является более универсальным, но требует знаний большого количества качественных реакций. Этот алгоритм не подходит для случаев, когда ответом не будет классическая и привычная для ученика качественная реакция, но тем не менее упрощает решение задания [16].

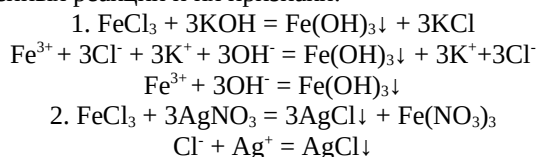
1. Оценить катион и анион в предложенном веществе и вспомнить качественные реакции на них.
2. Найти в предложенном перечне веществ, есть ли подходящие вещества для проведения данной качественной реакции.
3. Записать реакцию и признак этой реакции.

2.2.1. Задание 23 (2)

Дан раствор хлорида железа (III) и набор реактивов: медь, растворы соляной кислоты, нитрата кальция, гидроксида калия, нитрата серебра.

Решение задания:

1. Качественной реакцией на катион железа Fe^{3+} является реакция с растворами щелочей. В предложенном перечне веществ есть гидроксид калия, который подходит в качестве реагента на данный катион.
2. Качественная реакция на хлорид-анион – это реакция с растворимыми солями серебра. В перечне реактивов находим нитрат серебра, его и применим для второй реакции.
3. Запишем уравнения предложенных реакций и их признаки:



В ходе первой реакции наблюдается выпадение бурого осадка. В ходе второй реакции наблюдается выпадение белого осадка.

2.3. Алгоритм 3. Решение заданий с использованием реакций с выделением газа

Данный алгоритм выполнения задания пригодится в случае, когда в ходе реакции выделяется газ. Для выполнения задания необходимо выполнить следующие действия.

1. Записать формулы предложенного вещества и реактивов.
2. Оценить, какие из приведенных веществ потенциально могут давать в продукте реакции газ. Для этого можно воспользоваться следующей информацией:

- если в ходе реакции образуется вещество NH_4OH , то его нужно расписать как $\text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$;
- если в ходе реакции образуется вещество H_2CO_3 , то его нужно расписать как $\text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$;
- если в ходе реакции образуется вещество H_2SO_3 , то его нужно расписать как $\text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$;
- в ходе реакции может образоваться $\text{H}_2\text{S}\uparrow$, если в реакцию вступал растворимый сульфид и кислота;
- также в ходе реакций может образоваться $\text{H}_2\uparrow$ при реакции минеральных кислот с металлами, стоящими в электрохимическом ряду напряжений до H.

3. Записать уравнение найденных реакций.

4. Охарактеризовать цвет и запах выделяющегося газа.

Все вышеперечисленные газы не имеют цвета. Запах не имеют CO_2 и H_2 . Газы NH_3 и SO_2 имеют резкий запах, H_2S – неприятный запах.

Разберем примеры заданий с использованием данного алгоритма.

2.3.1. Задание 23 (3)

Дан раствор карбоната аммония и набор реактивов: железо, растворы серной кислоты, гидроксида натрия, хлорида натрия, лакмус.

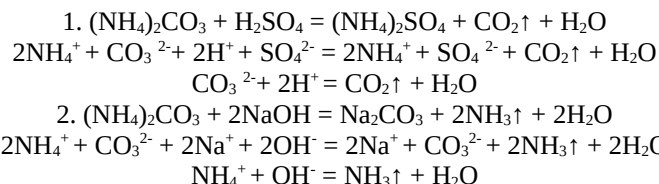
Решение:

1. Формула предложенного вещества – $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.

Формулы реактивов: Fe, H_2SO_4 , NaOH, NaCl. Формулу лакмуса не записываем, так как в школьной программе ее не проходят.

2. Исходя из предложенного перечня веществ, газ можно получить, добавив кислоту, а также добавив щелочь. При добавлении кислоты выделится углекислый газ. При добавлении щелочи – аммиак.

3. Уравнения реакций:



4. В ходе первой реакции выделяется бесцветный газ без запаха, окрашивающий лакмус в красный цвет. В ходе второй реакции выделяется бесцветный газ с резким запахом, окрашивающий лакмус в синий цвет.

2.4. Алгоритм 4. Решение заданий с использованием реакций с использованием индикатора

Самый сложный тип заданий линии 23 ОГЭ по химии – это эксперимент с использованием индикаторов. Известно, что индикатор меняет свою окраску при изменении типа среды раствора. Поэтому описать его окраску необходимо до и после протекания реакции.

Использование индикаторов в данном задании возможно только в случае реакции нейтрализации, поэтому в зависимости от предложенного вещества, к нему в пару стоит искать кислоту, если дана щелочь, и наоборот, щелочь, если дана кислота.

Запись признаков реакций и уравнения стоит записывать в следующем порядке:

1. Описать изменение окраски индикатора при добавлении к одному из веществ до реакции.
2. Записать уравнение реакции.
3. Описать изменение окраски индикатора после протекания реакции.

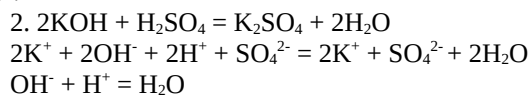
Для данного алгоритма подходят в основном реакции нейтрализации, поэтому в основном индикатор пригодится только для одной из предложенных реакций. Вторая реакция может быть записана с использованием алгоритма для реакций с выпадением осадка, к примеру.

2.4.1. Задание 23 (4)

Дан раствор гидроксида калия, а также набор следующих реактивов: железо, серная кислота, растворы хлорид бария, сульфата меди (II), фенолфталеин.

Решение:

1. При добавлении в раствор щелочи 1–2 капель фенолфталеина наблюдается окрашивание раствора в малиновый цвет.



3. После протекания реакции щелочи с кислотой наблюдается обесцвечивание раствора.

Заключение

Для повышения качества выполнения задания 23 можно рекомендовать систематически включать задания подобного типа с разнообразным набором веществ в учебный процесс, совершенствовать умение идентифицировать аналитические признаки реакций (растворение осадка, изменение окраски раствора или индикатора, выделение газа). Во время проведения лабораторных опытов и практических работ необходимо учить обучающихся точно указывать признаки происходящих реакций с опорой на знания физических свойств веществ [10].

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Сообщество рецензентов Международного научно-исследовательского журнала
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.149.21.4>

Conflict of Interest

None declared.

Review

International Research Journal Reviewers Community
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.149.21.4>

Список литературы / References

1. Кононенко Л.В. Опыт реализации ОГЭ по химии с реальным химическим экспериментом. Особенности апробации перспективных моделей КИМ ОГЭ по химии / Л.В. Кононенко, Н.Н. Калялина, С.В. Гаврилова. — Москва: Росучебник, 2019. — 58 с.

2. Решетникова О.А. Особенности перспективных моделей КИМ ОГЭ / О.А. Решетникова // Педагогические измерения. — 2019. — № 1. — С. 4–7.
3. Методический анализ результатов ОГЭ по учебному предмету «Химия» в Пензенской области // РЦОИ - 58. — 2022. — URL: http://rcoi58.ru/wp-content/uploads/2022/08/58_himija-3.pdf (дата обращения: 25.08.2024)
4. Методический анализ результатов ОГЭ по химии в Пензенской области // РЦОИ - 58. — 2023. — URL: <http://rcoi58.ru/wp-content/uploads/2023/08/himija-1.pdf> (дата обращения: 25.08.2024)
5. Анализ итогов ОГЭ 2023 по химии в Ярославской области // ДПО ЯО. — 2023. — URL: http://www.iro.yar.ru/fileadmin/iro/koo/2023/Analiz_itogov_OGЕH-2023_po_khi-mii.pdf (дата обращения: 25.08.2024)
6. Методический анализ результатов ОГЭ по химии в Иркутской области в 2023 году // ЦОПМКПиМКО. — 2023. — URL: <https://coko38.ru/documents/gia9/close/11.pdf> (дата обращения: 25.08.2024)
7. Статистико-аналитический отчет о результатах государственной итоговой аттестации по образовательным программам основного общего образования в 2023 году в Тамбовской области // РЦОИ68. — 2023. — URL: https://rcoi68.ru/wp-content/uploads/gia/2023/04_SAO_GIA9_Him_23.pdf (дата обращения: 25.08.2024)
8. Статистико-аналитический отчет о результатах государственной итоговой аттестации по образовательным программам основного общего образования в 2023 году в Калининградской области // КОИРО. — 2023. — URL: <https://koiro.edu.ru/wp-content/uploads/2023/08/sao-9-himiya-SAO-9-2023.pdf> (дата обращения: 25.08.2024)
9. Хатхоу С.Х. Методические рекомендации для образовательных организаций Республики Адыгея по совершенствованию преподавания учебного предмета «Химия» в 2023-2024 учебном году на основе анализа результатов ОГЭ / С.Х. Хатхоу. — Майкоп: АРИПК, 2023. — 19 с.
10. Добротин Д.Ю. Перспективная модель КИМ ОГЭ по химии / Д.Ю. Добротин, Г.Н. Молчанова // Педагогические измерения. — 2019. — № 1. — С. 10–13.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Kononenko L.V. Opyt realizatsii OGE po himii s real'nyim himicheskim eksperimentom. Osobennosti aprobatsii perspektivnykh modelej KIM OGE po himii [Experience of implementing the BSE in chemistry with a real chemical experiment. Features of testing promising models of CMM for the MSE in chemistry] / L.V. Kononenko, N.N. Kaljalina, S.V. Gavrilova. — Moscow: Rosuchebnik, 2019. — 58 p. [in Russian]
2. Reshetnikova O.A. Osobennosti perspektivnykh modelej KIM OGE [Features of promising models of CMM for the MSE] / O.A. Reshetnikova // Pedagogicheskie izmerenija [Pedagogical dimensions]. — 2019. — № 1. — P. 4–7. [in Russian]
3. Metodicheskij analiz rezul'tatov OGE po uchebnomu predmetu «Химия» v Penzenskoj oblasti [Methodological analysis of the results of the MSE in the subject "Chemistry" in the Penza region] // RIPC - 58. — 2022. — URL: http://rcoi58.ru/wp-content/uploads/2022/08/58_himija-3.pdf (accessed: 25.08.2024) [in Russian]
4. Metodicheskij analiz rezul'tatov OGE po himii v Penzenskoj oblasti [Methodological analysis of the results of the MSE in the subject "Chemistry" in the Penza region] // RIPC - 58. — 2023. — URL: <http://rcoi58.ru/wp-content/uploads/2023/08/himija-1.pdf> (accessed: 25.08.2024) [in Russian]
5. Analiz itogov OGE 2023 po himii v Jaroslavskoj oblasti [Analysis of the results of the MSE 2023 in chemistry in the Yaroslavl region] // APE YaR. — 2023. — URL: http://www.iro.yar.ru/fileadmin/iro/koo/2023/Analiz_itogov_OGЕH-2023_po_khi-mii.pdf (accessed: 25.08.2024) [in Russian]
6. Metodicheskij analiz rezul'tatov OGE po himii v Irkutskoj oblasti v 2023 godu [Methodological analysis of the results of the MSE in chemistry in the Irkutsk region in 2023] // CAPSQT&MEQ. — 2023. — URL: <https://coko38.ru/documents/gia9/close/11.pdf> (accessed: 25.08.2024) [in Russian]
7. Statistiko-analiticheskij otchet o rezul'tatah gosudarstvennoj itogovoj attestatsii po obrazovatel'nyim programmam osnovnogo obshchego obrazovanija v 2023 godu v Tambovskoj oblasti [Statistical and analytical report on the results of the state final certification for educational programs of basic general education in 2023 in the Tambov region] // RIPC68. — 2023. — URL: https://rcoi68.ru/wp-content/uploads/gia/2023/04_SAO_GIA9_Him_23.pdf (accessed: 25.08.2024) [in Russian]
8. Statistiko-analiticheskij otchet o rezul'tatah gosudarstvennoj itogovoj attestatsii po obrazovatel'nyim programmam osnovnogo obshchego obrazovanija v 2023 godu v Kaliningradskoj oblasti [Statistical and analytical report on the results of the state final certification for educational programs of basic general education in 2023 in the Kaliningrad region] // RIDE. — 2023. — URL: <https://koiro.edu.ru/wp-content/uploads/2023/08/sao-9-himiya-SAO-9-2023.pdf> (accessed: 25.08.2024) [in Russian]
9. Hathohu S.H. Metodicheskie rekomendatsii dlja obrazovatel'nyh organizatsij Respubliki Adygeja po sovershenstvovaniju prepodavanija uchebnogo predmeta «Химия» v 2023-2024 uchebnom godu na osnove analiza rezul'tatov OGE [Methodological recommendations for educational organizations of the Republic of Adygea to improve the teaching of the subject "Chemistry" in the 2023-2024 academic year based on the analysis of the results of the MSE] / S.H. Hathohu. — Majkop: АРИПК, 2023. — 19 p. [in Russian]
10. Dobrotin D.Ju. Perspektivnaja model' KIM OGE po himii [Prospective model of CMM for the SME in chemistry] / D.Ju. Dobrotin, G.N. Molchanova // Pedagogicheskie izmerenija [Pedagogical dimensions]. — 2019. — № 1. — P. 10–13. [in Russian]