



РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧАСТНИКОВ

**Всероссийской олимпиады школьников «Высшая проба»
по профилю «Химия» для 9, 10, 11 классов**

2025/2026 уч. г.



ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Рекомендации для участников олимпиады «Высшая проба» по профилю «Химия»

1. Аннотация профиля

Всероссийская олимпиада «Высшая проба» по химии проводится для школьников 9-11 классов. Олимпиада призвана развить способности к творческому и нестандартному мышлению, привить интерес к химии и привлечь в современную фундаментальную науку.

Тематика заданий охватывает программные разделы школьного курса химии, однако предполагается, что участники знакомы с ними более углубленно. Перечень тем заданий приведены в Разделе №3 настоящих Рекомендаций.

Для успешного решения заданий также необходимы знания по математике, элементарной физике в пределах школьной программы, необходимых для понимания химических процессов и расчетов их энергии, скорости и количественных параметров реакций.

Олимпиада проводится в два этапа. Первый этап проходит заочно, в ноябре. Принять участие в состязании можно в один из двух дней на выбор участника, даты проведения указываются в расписании по адресу <https://olymp.hse.ru/mmo/timetable>. Второй этап проводится очно январе-феврале в НИУ ВШЭ и на нескольких десятках площадок вузов-партнеров.

2. Структура вариантов и типы олимпиадных заданий

Принципы составления и решения олимпиадных задач, которыми руководствуется методическая комиссия:

Олимпиадная задача – это прежде всего тренировка логического мышления. Не будет задач, в которых нужно кропотливо и долго считать количественные данные очевидных химических реакций. Не будет задач, в которых нужно знать существенно выходящие за необходимую эрудицию химию борсодержащих гетероциклов или ответить на вопрос, как синтезировать ауриновый краситель из резорцина.

А, например, будут задачи, в которых очевидные процессы в описанных в задаче условиях становятся не настолько очевидными – просто не учтены побочные реакции или невнимательно прочтено условие задачи; в которых необходимо найти формулу соединения (в том числе и не описанного в школьном учебнике) на основе школьных знаний. Уравнять окислительно-восстановительные реакции с неизвестными продуктами так, чтоб эти «неизвестные продукты» не были одновременно кислотой и щелочью (или кислой и основной солью), или не получался в результате натрий в водном растворе. Не приветствуется селективное получение хлорметана хлорированием метана на свету (см. школьный учебник) или, например, получение K_2O сжиганием калия в кислороде. Совсем плохо отнесемся к пятивалентному углероду (в обычных условиях – но если есть внятное объяснение этому, прочитаем с удовольствием).

Задачи по химии обычно делят на количественные и качественные. Постулируется, что для решения первых надо уметь считать, для вторых – знать химию. В корне неверно, химия и там, и там, и такое разделение очень поверхностно. В олимпиадных «количественных» всегда есть реакции, без написания которых никакие расчеты не сделать, а в «качественных» - задачи, ключиком к решению которых задан предварительный расчет, и без него никак.

В качественных задачах может также потребоваться: объяснение экспериментальных фактов, описанных в условии; распознавание веществ по их физическим или химическим свойствам, разделение смесей веществ; написать схему получения новых соединений (например, получения органических веществ из неорганических), предсказание химических свойств простых веществ и их соединений. Например, предсказать на основе Периодической системы свойства селена и его соединений. Ну и что, что он не изучается в школьной программе? Ведь прогнозирование свойств на основе периодичности не требует изначальных знаний о данном элементе, а требует только логики и знания химии серы.

Резюмируя, можно расписать классы предлагаемых на олимпиаде задач по типам и методам решения

I. Расчетные задачи

1. Расчеты без химических реакций

- 1.1. Аддитивные смеси
- 1.2. Определение формулы химического соединения по явно заданным количественным параметрам

2. Расчеты с использованием уравнений химических реакций

- 2.1. Определение формулы вещества по количественным данным о его превращениях
- 2.2. Расчет по одному уравнению реакции
 - 2.2.1. Простая пропорция с явно заданными количественными параметрами
 - 2.2.2. Избыток (недостаток) одного из реагентов
 - 2.2.3. Неявно заданные количественные параметры
 - 2.2.4. Расчеты с использованием разности масс реагентов и продуктов реакции
- 2.3. Расчеты по нескольким уравнениям химических реакций
 - 2.3.1. Сравнение количественных данных нескольких процессов
 - 2.3.2. Последовательно протекающие реакции (составление «стехиометрических схем»)
 - 2.3.3. Расчеты по уравнениям одновременно протекающих реакций («задачи на смеси»)

II. Качественные задачи

1. Ключи-подсказки к решению

- 1.1. «Ключики» к решению «качественных» задач
- 1.2. Органолептические свойства, идентификация по цвету и запаху, аналитические качественные определения
- 1.3. Агрегатное состояние
- 1.4. Ключевое химическое свойство
- 1.5. Расчет как ключевой фактор в решении качественных задач
- 1.6. Уникальные физические свойства. Структурные, изотопные или спектральные особенности соединений как ключевой фактор логики решения задачи

2. Задачи, требующие эрудиции и/или сообразительности

- 2.1. Статические задачи

2.2. Цепочки и методы синтеза

2.3. Динамические задачи

III. Задачи-эссе (научные проблемы в олимпиадных задачах)

Рекомендуется ознакомиться с демонстрационными версиями заданий: <https://olymp.hse.ru/mmo/materials-chemistry> и задачами прошлых лет (там же) – как данной олимпиады, так и других олимпиад, вплоть до международных 70-80-х.

Первый этап длится 3 ч, участникам предлагается 10 заданий, каждое оценивается отдельно, в зависимости от уровня сложности, а максимальная сумма баллов 100. Этап позволяет школьнику понять, какие направления собственной эрудиции необходимо подтянуть, почитать книги с расширенным (не количеством фактов, а расширенными пояснениями) материалом.

Одно из заданий в каждом из классов – эссе. Постарайтесь не растекаться мыслью по древу, и писать самое важное, то, что необходимо и достаточно для решения-объяснения.

Второй этап рассчитан на 4 ч работы и включает 6 заданий. Максимальная сумма баллов – 100.

Вся методкомиссия олимпиады по химии состоит из сотрудников Российской академии наук, их главная цель – прополнение научных школ фундаментальной химии. Из чего следует *основное отличие второго этапа*: большинство заданий содержат в том или ином виде содержат описания научных экспериментов, а задача – либо на основе этих данных построить собственную теорию происходящих процессов, либо рассчитать требуемые параметры. Ничего выходящего за пределы здравого смысла и математики в объеме программы для младших классов там нет, а данные (даже если их нет в школьном учебнике) приводятся в достаточном количестве, чтоб сформировать свое представление об описанном процессе, и сделать необходимые выводы. Работая в институтах РАН, мы стремимся прогрессировать сами, чтоб соответствовать научному уровню современной химической науки, и поэтому в составлении (и решении) задач больше ценим как раз научную составляющую. Поэтому победители «Высшей пробы» приходят на факультет химии НИУ ВШЭ без вступительных экзаменов, чтоб с 1 курса реально включиться в научную работу в лабораториях РАН.

3. Темы олимпиадных заданий и список литературы

ТЕМА 1. ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА, ТЕОРИЯ СТРОЕНИЯ ВЕЩЕСТВА И СВЯЗЬ МЕЖДУ ПОЛОЖЕНИЕМ В ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ И СВОЙСТВАМИ ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ СОЕДИНЕНИЙ. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ.

Сущность, базовые основы периодичности химических элементов и формулировки периодического закона.

Причины периодичности свойств химических элементов. Структура атома, предельное количество элементов в периодах периодической системы. Изотопы. Стабильность изотопов. Ядерные реакции. Группы, подгруппы, s-, p-, d-, f-элементах Периодическое изменение радиусов атомов в периодах и группах. История Периодического закона и Периодической системы элементов. Предсказание свойств существующих и еще не открытых элементов и их соединений.

Связь структура атома – свойства.

Причина связи положения элемента в Периодической системе и его свойств, а также свойств его соединений.

Атомы и химическая связь.

Представления о электронном строении атома, атомных орбиталях, s-, p-, d-орбитали. Энергия ионизации, сродства к электрону. Электроотрицательность. Теория валентности. Валентность и степень окисления – различия, в частности, в органических соединениях. Представление об орбиталях, форма атомных орбиталей, способы перекрывания атомных орбиталей при образовании химической связи. Метод валентных связей. Метод Гиллеспи

Ионная связь. Соединения со сложными катионами и анионами.

Понятие валентности. Соединения с типичными ковалентными связями.

Литература

1. А. В. Мануйлов, В. И. Родионов. Основы химии. Интернет-учебник. 2016 г., <http://www.hemi.nsu.ru/>
2. Ф. Коттон, Дж. Уилкинсон, «Современная неорганическая химия», в трех томах, «Общая теория», М, Мир, 1969.

ТЕМА 2. ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ, РАСТВОРЫ И РАСТВОРИМОСТЬ, ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ДИССОЦИАЦИЯ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И ТЕПЛОВЫЕ ЭФФЕКТЫ.

Химическая термодинамика. Химическое равновесие

Теплоты образования и сгорания. Энергия разрыва химической связи. Расчет тепловых эффектов реакций по теплотам сгорания, образования и энергиям разрыва связи. Закон Гесса и термохимия. Теплостойкость. Теплоты кипения и плавления, зависимость от межмолекулярных взаимодействий.

Второй закон термодинамики. Обратимые и необратимые процессы.

Обратимость химических реакций. Химическое равновесие. Константа равновесия. Факторы, влияющие на величину константы равновесия. Смещение положения равновесия. Принцип Ле Шателье-Брауна.

Насыщенный раствор и растворимость. Концентрация вещества в растворе. Зависимость растворимости от температуры. Факторы, влияющие на растворимость. Взаимодействие растворителя с веществом. Свойства растворов электролитов.

Степень электролитической диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Растворы сильных электролитов. Малорастворимые соли. Произведение растворимости. Способы понижения и повышения растворимости.

Теории кислот и оснований. Сильные и слабые кислоты. Факторы, определяющие силу кислот и оснований. Концентрация ионов водорода. pH.

Гидролиз солей, образованных сильной кислотой и слабым основанием. Гидролиз солей, образованных слабой кислотой и сильным основанием. Гидролиз солей слабых кислот и

оснований. Факторы, влияющие на степень гидролиза.

Кинетика химических реакций

Скорость реакции. Закон действующих масс. Константа скорости.

Зависимость скорости реакции от температуры.

Цепные реакции. Катализ. Катализаторы. Гетерогенный и гомогенный катализ.

Электрохимия

Основные понятия электрохимии. Электропроводность растворов. Активность электролитов. Изотонический коэффициент. Гальванический элемент. Электродные потенциалы. Уравнение Нернста.

Литература:

1. Эткинс П. Физическая химия М, Мир, 1980
2. Ярославцев А.Б. Основы физической химии. Изд. 4-е, испр. и доп. М.: Научный мир, 2018. – 264 с.
3. В.В.Загорский. Трудные темы школьного курса химии. 2015,
<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/Zagorskii/welcome.html>

ТЕМА 3. ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ СОЕДИНЕНИЙ. ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ И РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ. ОКИСЛЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ. УРАВНЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ.

Распределение электронов в молекулах; степени окисления атомов. Закономерности строения и поведения соединений с одинарными ковалентными связями.

Химия неметаллов

Водород, строение атома, изотопный состав. Гидриды, свойства. Вода, строение, свойства.

Элементы III группы. Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений.

Кислоты бора и бораты, строение, получение и свойства. Сравнение свойств соединений бора и кремния. Алюминий, получение, свойства, условия реакции с водой, кислотами и щелочами.

Элементы IV группы. Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений:

- а) радиусы атомов, проявляемые степени окисления;
- б) простые вещества, строение молекул, физические и химические свойства, способы получения;
- в) кислородные соединения элементов IV группы. Оксид углерода (II), строение, свойства, получение. Соединения Si(IV), строение оксида и силикатов. Галогениды элементов IV группы.

Элементы V группы. Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений: а) проявляемые степени окисления; б) простые вещества, строение молекул, физические и химические свойства, способы получения; в) водородные соединения, строение молекул, физические свойства, химические свойства, получение; г) кислородные соединения элементов. Оксиды азота, строение молекул, физические свойства, химические свойства, получение. Азотная и азотистая кислоты. Соли азотной кислоты, их свойства, термическое

разложение. Окислительно-восстановительные реакции соединений азота. Фосфорные кислоты, строение молекул, физические свойства, химические свойства, получение.

Элементы VI группы. Кислород. Халькогены. Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений: а) проявляемые степени окисления; б) простые вещества, строение молекул, физические и химические свойства, способы получения; в) водородные соединения, строение молекул и физические свойства, химические свойства, получение; г) оксиды ЭО₂ строение молекул, физические свойства, химические свойства, получение; д) кислородные соединения халькогенов. Аномальные свойства воды (температура плавления и кипения); водородная связь. Соединения с водородной связью. Протонные и апротонные растворители. неполярные растворители. Соединения серы со связью S—S: S₂O₃²⁻, S₄O₆²⁻. Оксид серы (VI), серная кислота, сульфаты.

Элементы VII группы. Галогены. Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений: а) проявляемые степени окисления; б) простые вещества, строение молекул, физические и химические свойства молекул галогенов, способы получения; в) галогеноводороды, строение молекул, физические свойства, химические свойства, получение; г) кислородные соединения галогенов.

Элементы VIII группы. Благородные газы. Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений: проявляемые степени окисления. Фториды ксенона.

Химия металлов

Обзор физических и химических свойств металлов. Особенности свойств s-элементов. Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений:

- а) простые вещества, физические и химические свойства, способы получения;
 - б) гидроксиды. Растворимость солей. Причины сходства свойств соединений Li-Mg, Be-Al.
- Особенности свойств d-элементов и их соединений.

d-Элементы I и II групп. Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений, степени окисления.

d-Элементы VI группы. Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений, проявляемые степени окисления.

d-Элементы VII группы. Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений, проявляемые степени окисления. Окислительно-восстановительные реакции в воде.

d-Элементы VIII группы (железо, кобальт, никель) Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений, степень окисления.

Элементы d-блока. Обзор ключевых физических и химических свойств.

Сопоставление свойств элементов главных и побочных подгрупп.

Комплексные соединения, координационное число.

Окислительно-восстановительные процессы и степень окисления. Сопряженные окислительно-восстановительные процессы в растворах. «Ряды напряжений» (стандартные электродные потенциалы). Зависимость состава продуктов окислительно-восстановительных реакций от силы окислителя или восстановителя. Влияние pH. Методы уравнивания окислительно-восстановительных реакций. Степени окисления и уравнивание окислительно-восстановительных реакций в органической химии.

Источники тока. Гальванические элементы.

Литература:

1. Шрайвер Д., Эткинс П. Неорганическая химия. М, Мир 2004
2. Хьюи Дж. Неорганическая химия. М. Химия 1987
3. Суворов А.В., Никольский А.Б. Общая и неорганическая химия. В 2 Т. Том 1, 2. 6-е изд., испр. и доп.) С-Пб. Санкт-Петербургский государственный университет, 2018.

ТЕМА 4. ОСНОВЫ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Строение и свойства органических веществ. Формальное и фактическое отнесение веществ к классу органических. Теория химического строения в органической химии. Метод гибридизации атомных орбиталей. sp -, sp^2 -, sp^3 - атомные орбитали.

Принципы номенклатуры органических соединений. Изомеры, виды изомеризации.

Алканы. Строение и получение. Замещение водорода галогенами, соединение и расщепление углеродных цепей. Окисление sp^3 -атома углерода.

Алкены. Строение, отличия sp^2 -гибридизованного атома, получение, стереохимия. Реакции двойной углерод-углеродной связи.

Алкины и диены. Реакции тройной связи: замещение и присоединение при sp -гибридизованном атоме углерода. Сопряженные связи. Степень двоевязности одинарной связи между двойными связями. Реакции сопряженных кратных связей. Каучуки, получение и свойства.

Циклические алифатические углеводороды. Сходство и различие химических свойств с алканами. Стереохимия насыщенных циклов. Химические свойства. Гетероциклические соединения.

Полное сопряжение связей. Ароматические углеводороды, бензол. Ароматичность, ее признаки. Гомологи бензола, гетероатомные аналоги бензола. Электрофильное замещение в ароматическом ряду. Химические свойства производных бензола.

Алkil- и арилгалогениды, методы получения и свойства.

Спирты, одноатомные и многоатомные. Получение и физические свойства, реакции.

Фенолы, получение и идентификация

Амины, методы получения и химические свойства.

Простые эфиры. Альдегиды и кетоны, включая ароматические; методы получения, химические свойства. Карбоновые кислоты. Функциональные производные карбоновых кислот, взаимные превращения. Сложные эфиры, методы получения и их гидролиз.

Углеводы. Моносахариды, дисахариды и полисахариды. Аминокислоты и белки.

Окислительно-восстановительные процессы в органической химии.

Методы получения органических веществ из неорганических. Реакции оксида углерода (II). Способы удлинения углеродной цепи.

Литература:

3. Новошинский И. И. Органическая химия. Углубленный уровень. 11(10) класс. М.,: Русское слово. 2018.
4. Моррисон Р., Бойд Р. Органическая химия. М., Мир, 1974.
5. Терней А., Современная органическая химия, пер. с англ., т. 1-12, М., 1981.

6. Органическая химия. Интерактивный мультимедиа учебник. <http://orgchem.ru/>
7. Березин Д., Березин Б. Органическая химия. Учебное пособие. М., 2014.

Последний (но не по важности) пункт: Как упомянуто выше, в условиях задач может быть приведена информация о химических процессах и явлениях, не описанная в школьном учебнике. Но объема этой информации достаточно, чтобы на основании школьных знаний и элементарной логики решить такую задачу.

Литература по всему курсу химии:

1. Джуа М., История химии. М.: «Мир», 1975.
2. Реми Г. Курс неорганической химии. Том 1. М.: ИИЛ, 1963. Том 2. М.: Мир, 1966.
3. Смит В. А., Дильман А. Д. Основы современного органического синтеза. М.: БИНOM, 2012. *Учебник написан сотрудниками Института органической химии РАН.*
4. Н.Я. Турова. Неорганическая химия в таблицах. Изд-во Высшего химического колледжа РАН, 2007. *В свободном доступе на сайте НИУ ВШЭ: <https://olymp.hse.ru/mmo/materials-chemistry>. Практически вся неорганическая химия в структурированных таблицах. Издано на 4 языках, неорганики всего мира пользуются этими таблицами как справочником.*
5. Турова Н.Я. Таблицы-схемы по неорганической химии. М., МЦНМО, 2009. *Упрощенный (для школьника) вариант.*

Рекомендуемая литература по решению задач:

1. Сорокин В.В., Загорский В.В., Свитанько И.В. Задачи химических олимпиад. М., МГУ, 1989. *В свободном доступе на сайте химфака МГУ, <http://www.chem.msu.ru/rus/school/sorokin/welcome.html>.*
2. Сорокин В.В., Свитанько И.В., Сычев Ю.Н., Чуранов С.С. Современная химия в задачах международных олимпиад. М., «Химия», 1993. *Выходил позже под другой обложкой: Те же авторы, Химия. Сборник задач с решениями и ответами. Школьный задачник (это издательство так пошутило), 10–11 классы. М., «Астрель», 2004.*
3. Лисицын А.З., Зейфман А.А. Очень нестандартные задачи по химии. М., МЦНМО, 2015. *Авторы весьма сложного задачника – великий учитель, много лет выпускавший победителей олимпиад всех уровней; и его ученик, единственный в СССР и России дважды золотой медалист международных химических олимпиад.*
4. Свитанько И.В., Кисин В.В., Чуранов С.С. Олимпиадные задачи по химии: учебное пособие. ИОХ РАН, 2017 г. *В свободном доступе на сайте НИУ ВШЭ: <https://olymp.hse.ru/mmo/materials-chemistry>*
5. Лунин В.В., Кузьменко Н.Е., Рыжова О.Н., Ненайденко В.Г. Химия 21 века. Международные Менделеевские олимпиады школьников по химии / Chemistry of 21st: International Mendeleev Chemistry Olympiad. М., 2007.