

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

**Перечень и содержание научных тем,  
классы предлагаемых задач и литература  
Межрегиональной олимпиады школьников  
«Высшая проба» по химии для  
учащихся 11 классов**

**Москва, 2018**

## **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, состав и строение электронных оболочек атомов, предельное количество элементов в периодах периодической системы. История Периодического закона и Периодической системы элементов.

*Связь структура атома – свойства.*

Причина связи положения элемента в Периодической системе и его свойств, а также свойств его соединений. Предсказание свойств существующих и еще не открытых элементов и их 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, симметрия орбиталей, электронная структура химической связи.

Ионная связь. Соединения со сложными катионами и анионами.

Природа ковалентности. 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.**

*Введение в химическую термодинамику. 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. Теплоемкость. Теплоты кипения и плавления, зависимость от межмолекулярных взаимодействий. Кристо- и эбуллиоскопия.

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. Концентрация ионов водорода. pH.

Гидролиз солей, образованных сильной кислотой и слабым основанием. Факторы, влияющие на степень гидролиза. Гидролиз солей, образованных слабой кислотой и сильным основанием. Гидролиз солей слабых кислот и оснований.

### ***Кинетика химических реакций***

Скорость реакции. Закон действующих масс. Константа скорости.

Зависимость скорости реакции от температуры.

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

*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. Размеры атомов в молекулах.

Закономерности строения и поведения соединений с одинарными ковалентными связями.

### ***Химия неметаллов***

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

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

Элементы VI группы. Кислород. Халькогены. Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений: а) строение атомов, 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 ЭО<sub>2</sub> строение молекул, физические свойства, химические свойства, получение; д) кислородные соединения халькогенов. Необычные свойства воды; водородная связь. Соединения с водородной связью. Протонные и апротонные растворители. Неполарные растворители. Соединения серы со связью S—S: S<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>2-</sup>, S<sub>4</sub>O<sub>6</sub><sup>2-</sup>. Оксид серы (VI), серная кислота, сульфаты.

Элементы V группы. Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений: а) строение атомов, радиусы атомов, 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 IV группы. Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений:

- а) строение атомов, 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 III группы. Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений. Кислоты и бораты, строение, получение и свойства. Сравнение свойств соединений бора и кремния. Алюминий, получение, свойства, условия реакции с водой, кислотами и щелочами.

Элементы VIII группы. Благородные газы. Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений: строение атомов, 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) строение атомов

б) простые вещества, физические и химические свойства, способы получения;

в) гидроксиды. Растворимость солей. Причины сходства свойств соединений Li-Mg, Be-Al.

Особенности свойств d-элементов и их соединений.

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.

d-Элементы I и II групп. Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений, степени окисления. Комплексные соединения. Сопоставление свойств элементов главных и побочных подгрупп.

**Окислительно-восстановительные процессы** и степень окисления. Сопряженные окислительно-восстановительные процессы в растворах. «Ряды напряжений» (стандартные электродные потенциалы). Определение направления окислительно-восстановительных реакций. 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 вещества к классу органических.

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

Номенклатура и стереохимия органических соединений.

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

Алкены. Строение, от4ичия  $sp^2$ -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.

Понятие спектроскопии и ее связь с строением органических соединений. Химические свойства производных бензола.

Алкил- и арилгалогениды, методы получения и свойства.

Спирты. 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 гидролиз.

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

### ***Литература:***

Новошинский И. И. Органическая химия. Углубленный уровень. 11(10) класс. М.: Русское слово. 2018.

Моррисон Р., Бойд Р. Органическая химия. М., Мир, 1974.

Терней А., Современная органическая химия, пер. с англ., т. 1-12, М., 1981.

Органическая химия. Интерактивный мультимедиа учебник. <http://orgchem.ru/>

Березин Д., Березин Б. Органическая химия. Учебное пособие. М., 2014.

## **Классификация 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)**

---

Примеры задач – по ссылкам в списке литературы, базовая подборка в ссылке 5.

#### **Рекомендуемые задачки и дополнительная научная литература для решения задач для самостоятельного изучения:**

1. Сорокин В.В., Загорский В.В., Свитанько И.В. Задачи химических олимпиад. М., МГУ, 1989. *В свободном доступе: <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. *Выходила позже под другой обложкой: Сорокин В.В., Свитанько И.В., Сычев Ю.Н., Чуранов С.С. Химия. Сборник задач с решениями и ответами. Школьный задачник, 10–11 классы. М., «Астрель», 2004.*
3. Свитанько И.В. Нестандартные задачи по химии. МИРОС, 1993.
4. Лисицын А.З., Зейфман А.А. Очень нестандартные задачи по химии. М., МЦНМО, 2015.
5. Свитанько И.В., Кисин В.В., Чуранов С.С. Стандартные алгоритмы решения нестандартных химических задач. М., Химический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова; М., Высший химический колледж РАН; М., Издательство физико-математической литературы (ФИЗМАТЛИТ). 2012. *В свободном доступе: <http://www.chem.msu.ru/rus/school/svitanko-2012/welcome.html>*
6. Свитанько И.В., Кисин В.В., Чуранов С.С. Олимпиадные задачи по химии. М., ИОХ РАН, 2017.
7. 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.
8. Лунин В.В. (ред.). Задачи Всероссийских олимпиад по химии. М., «Экзамен», 2004.
9. Задачи Всероссийских и Менделеевских химических олимпиад – *в свободном доступе: <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>*

#### **Научная литература для внеклассного изучения:**

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. Турова Н.Я. Неорганическая химия в таблицах. Высший химический колледж РАН, М., 1997. *В свободном доступе: <http://funchem.org/wp-content/uploads/2014/04/Turova.pdf>*.
4. Турова Н.Я. Таблицы-схемы по неорганической химии. М., МЦНМО, 2009. *Упрощенный (для школьника) вариант*
5. Смит В. А., Дильман А. Д. Основы современного органического синтеза. М.: БИНОМ, 2012. *Учебник написан сотрудниками Института органической химии РАН.*