

# ЕГЭ-2024 по химии. Особенности подготовки. Трудные задания.

**Мария Михайловна Струкова,  
ведущий методист по химии и биологии  
ГК «Просвещение»  
Mstrukova@prosv.ru**

**На семинаре мы:**

- обсудим особенности подготовки к ЕГЭ-2024 по химии;**
- познакомимся с основными типами задач в линии 34;**
- рассмотрим алгоритмы решения задач линии 34.**

# СПЕЦИФИКАЦИЯ

Номер задания	Проверяемые элементы содержания	Коды проверяемых элементов содержания по кодификатору	Коды требований	Уровень сложности задания	Макс. балл за выполнение задания	Примерное время выполнения задания
34	Расчёты массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси). Расчёты массы (объёма, количества вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определённой массовой долей растворённого вещества. Расчёты с использованием понятий «массовая доля», «молярная концентрация», «растворимость»	5.4, 5.6, 5.7	10.4, 14	В	4	20-25 минут

# КОДИФИКАТОР

4

КОД	Проверяемый элемент содержания	Уровень программы	Наличие данного элемента содержания в кодификаторе ЕГЭ прошлых лет
<b>5. Типы расчётных задач</b>			
5.4	Расчёты массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси)	БУ	+
5.6	Расчёты массы (объёма, количества вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определённой массовой долей растворённого веществ	УУ	+
5.7	Расчёты с использованием понятий «массовая доля», «молярная концентрация», «растворимость»	БУ, УУ	+

# КОДИФИКАТОР

Код проверяемого требования	Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования на основе изменённого в 2022 г. ФГОС	Уровень предметных требований ФГОС	Мета-предметный результат	Обобщённые формулировки требований к предметным результатам из ФГОС 2012 г.
<b>10 Сформированность умения проводить расчёты по химическим формулам и уравнениям химических реакций с использованием физических величин</b>				
10.4	объёмных отношений газов	БУ, УУ	МП 1.2.5	Сформированность умений проводить расчёты по химическим формулам и уравнениям химических реакций с использованием физических величин, характеризующих вещества с количественной стороны: массы, объёма (н.у.) газов, количества вещества (в молях) (БУ)

# КОДИФИКАТОР

Код проверяемого требования	Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования на основе изменённого в 2022 г. ФГОС	Уровень предметных требований ФГОС	Метапредметный результат	Обобщённые формулировки требований к предметным результатам из ФГОС 2012 г.
14	Сформированность умения осуществлять целенаправленный поиск химической информации в различных источниках (научная и учебно-научная литература, средства массовой информации, сеть Интернет и другие), критически анализировать химическую информацию, перерабатывать её и использовать в соответствии с поставленной учебной задачей	БУ, УУ	МП 1.3.1; 1.3.3	Сформированность умений использовать полученные знания для принятия грамотных решений проблем в ситуациях, связанных с химией (УУ); сформированность умения вырабатывать собственную позицию по отношению к химической информации, получаемой из разных источников (СМИ, Интернет и др.) (БУ)

# КОДИФИКАТОР

Код проверяемого требования	Проверяемые требования к метапредметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования
1.2.5	Анализировать полученные в ходе решения задачи результаты, критически оценивать их достоверность, прогнозировать изменение в новых условиях
1.3.1	Владеть навыками получения информации из источников разных типов, самостоятельно осуществлять поиск, анализ, систематизацию и интерпретацию информации различных видов и форм представления
1.3.3	Оценивать достоверность, легитимность информации, её соответствие правовым и морально-этическим нормам

# СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

8

При решении задач линии 34 проверяются следующие умения и навыки:

- составление уравнений химических реакций (согласно данным условия задачи), необходимых для выполнения стехиометрических расчётов;
- выполнение расчётов, необходимых для нахождения ответов на поставленные в условии задачи вопросы;
- формулирование логически обоснованного ответа на все поставленные в условии задания вопросы (например, определить физическую величину – массу, объём, массовую долю вещества).



# СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

Из рекомендаций **ФИПИ** для членов предметных комиссий:

«... Максимальная оценка за выполнение задания составляет 4 балла. При проверке следует в первую очередь обращать внимание на логическую обоснованность выполненных действий, поскольку некоторые задачи могут быть решены несколькими способами. Вместе с тем в целях объективной оценки предложенного способа решения задачи необходимо проверять правильность промежуточных результатов, которые использовались для получения ответа».

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы: <ul style="list-style-type: none"><li>• правильно записаны уравнения реакций, соответствующих условию задания;</li><li>• правильно произведены вычисления, в которых используются необходимые физические величины, заданные в условии задания;</li><li>• продемонстрирована логически обоснованная взаимосвязь физических величин, на основании которой проводятся расчёты;</li><li>• в соответствии с условием задания определена искомая физическая величина</li></ul>	4
Правильно записаны три элемента ответа	3
Правильно записаны два элемента ответа	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	4

*Примечание.* В случае, когда в ответе содержится ошибка в вычислениях, которая привела к неверному ответу, оценка за выполнение задания снижается только на 1 балл.

# СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

Средний процент выполнения задания линии 34 за последние годы:

**23,8% - в 2019 году**

**12,7% - в 2020 году**

**9,0% - в 2021 году**

**9,5% - в 2022 году**

**29,5% - в 2023 году**

# Подготовка к ЕГЭ-2024 по химии. Задачи линии 34

11

## Внеурочная деятельность:

- ✓ «Решение задач по химии повышенной сложности»;
- ✓ «Использование математических методов при решении задач по химии».

## Работа на уроках:

- ✓ Решение расчетных задач разной степени сложности;
- ✓ Выполнение контрольных работ в тестовой форме, приближенной к ЕГЭ;
- ✓ Листы с подборкой заданий из ЕГЭ.

# Подготовка к ЕГЭ-2024 по химии. Задачи линии 34

12

Типы задач, встречающиеся в 34 задании:

1. Вычисление массовой доли реагентов в исходном растворе или смеси веществ
2. Вычисление массовой доли продуктов в полученном после цепочки реакций растворе (реакции могут быть разные: как обменные, так и окислительно-восстановительные)
3. Задача «на пластинку», в которой требуется составить материальный баланс (чаще всего там встречаются реакции на электролиз и вытеснение металлов из растворов солей)
4. Задача на растворимость
5. Задачи на атомизацию

# Подготовка к ЕГЭ-2024 по химии. Задачи линии 34

13

✓ *Формулы, которые необходимы для решения задач линии 34*

$$\nu = \frac{m}{M_r} = \frac{V}{V_m}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\omega = \frac{m_{\text{в.ва}}}{m_{\text{р.ра}}}$$

$$\eta = \frac{m_{\text{т}}}{m_{\text{пр.}}} = \frac{V_{\text{т}}}{V_{\text{пр.}}} = \frac{\nu_{\text{т}}}{\nu_{\text{пр.}}}$$

## Кристаллогидраты для ЕГЭ

Тривиальное название	Формула вещества	Систематическое название
Медный купорос	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	Пентагидрат сульфата меди (II)
Цинковый купорос	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	Гептагидрат сульфата цинка
Железный купорос	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	Гептагидрат сульфата железа (II)
Кристаллическая сода	$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$	Декагидрат карбоната натрия
Глауберова соль	$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$	Декагидрат сульфата натрия
Гипс	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Дигидрат сульфата кальция
Горькая соль	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	Гептагидрат сульфата магния

## Линия 34. Задачи на кристаллогидраты

В **реальных уравнениях** реакций исходные вещества обычно **не реагируют полностью**.

**Растворы** – это однородные смеси, состоящие из растворителя и растворённых веществ (от одного до нескольких веществ).

**Фильтрат** – продукт, частично или полностью очищенный от твёрдых частиц, представляющий собой прошедшую через фильтровальную перегородку сплошную фазу разделяемой дисперсной системы (жидкость – при фильтровании суспензий, газ – при фильтровании пыли и дыма).

**Кристаллогидраты** — являются соединениями, кристаллизующимися с молекулами воды. Вода, входящая в состав кристаллогидратов называется кристаллизационной водой.

## Линия 34. Задачи на кристаллогидраты

К раствору, содержащему 48 г сульфата меди (II), добавили раствор, содержащий 7,8 г сульфида натрия. Выпавший осадок отфильтровали, фильтрат осторожно выпарили. Определите количественный и качественный состав твёрдого остатка.

**Дано:**

$$m(\text{CuSO}_4) = 48 \text{ г}$$

$$m(\text{Na}_2\text{S}) = 7.8 \text{ г}$$

**Найти:**

Осадок?



## Линия 34. Задачи на кристаллогидраты

К раствору, содержащему 48 г сульфата меди (II), добавили раствор, содержащий 7,8 г сульфида натрия. Выпавший осадок отфильтровали, фильтрат осторожно выпарили. Определите количественный и качественный состав твёрдого остатка.

### Дано:

$$m(\text{CuSO}_4) = 48 \text{ г}$$

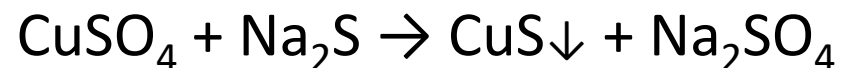
$$m(\text{Na}_2\text{S}) = 7.8 \text{ г}$$

### Найти:

Остаток?

### Решение:

1. Составляем уравнение реакции:



## Линия 34. Задачи на кристаллогидраты

К раствору, содержащему 48 г сульфата меди (II), добавили раствор, содержащий 7,8 г сульфида натрия. Выпавший осадок отфильтровали, фильтрат осторожно выпарили. Определите количественный и качественный состав твёрдого остатка.

### Дано:

$$m(\text{CuSO}_4) = 48 \text{ г}$$

$$m(\text{Na}_2\text{S}) = 7,8 \text{ г}$$

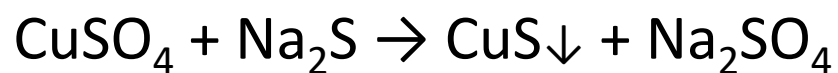
### Найти:

Остаток?

### **Решение:**

1. Составляем уравнение реакции:

$$48 \text{ г} \quad 7,8 \text{ г}$$



$$1 \text{ моль} \quad 1 \text{ моль}$$

2. Вычисляем количество исходных веществ:

$$M(\text{CuSO}_4) = 64 + 32 + 16 \cdot 3 = 144 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{CuSO}_4) = 48 / 144 = 0,3 \text{ моль}$$

$$M(\text{Na}_2\text{S}) = 23 \cdot 2 + 32 = 78 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{S}) = 7,8 / 78 = 0,1 \text{ моль}$$

## Линия 34. Задачи на кристаллогидраты

19

### Дано:

$$m(\text{CuSO}_4) = 48 \text{ г}$$

$$m(\text{Na}_2\text{S}) = 7.8 \text{ г}$$

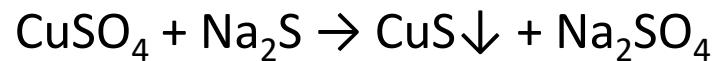
### Найти:

Осадок?

### Решение:

1. Составляем уравнение реакции:

$$48 \text{ г} \quad 7,8 \text{ г}$$



$$1 \text{ моль} \quad 1 \text{ моль}$$

2. Вычисляем количество исходных веществ:

$$M(\text{CuSO}_4) = 64 + 32 + 16 \cdot 3 = 144 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{CuSO}_4) = 48 / 144 = 0,3 \text{ моль}$$

$$M(\text{Na}_2\text{S}) = 23 \cdot 2 + 32 = 78 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{S}) = 7,8 / 78 = 0,1 \text{ моль}$$

3. Из вычислений мы видим, что  $\text{CuSO}_4$  находится в избытке, а  $\text{Na}_2\text{S}$  – в недостатке.

$$n(\text{CuSO}_4) > n(\text{Na}_2\text{S})$$

Значит часть сульфида натрия не прореагирует и останется в растворе.

Вычислим, какое количество  $n(\text{CuSO}_4)$  останется в растворе после реакции:

$$n(\text{CuSO}_4)_{\text{ост}} = n(\text{CuSO}_4)_{\text{исх}} - n(\text{CuSO}_4)_{\text{прореаг}}$$

$$0,3 - 0,1 = 0,2 \text{ моль } n(\text{CuSO}_4)_{\text{ост}}$$

## Линия 34. Задачи на кристаллогидраты

### Дано:

$$m(\text{CuSO}_4) = 48 \text{ г}$$

$$m(\text{Na}_2\text{S}) = 7.8 \text{ г}$$

### Найти:

Осадок?

### Решение:

4. Так как раствор отфильтровали, то  $\text{CuS}$  в твёрдом остатке отсутствует. После выпаривания остаются твердые соли кристаллогидратов  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (мы нашли ответ о качественном составе твёрдого остатка после выпаривания раствора).

5. Ищем ответ на вопрос о количественном составе твёрдого остатка после выпаривания раствора, то есть определяем массу кристаллогидратов.

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 160 + 18 \cdot 5 = 250 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250 \cdot 0,2 = 50 \text{ г}$$

$$M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 142 + 180 = 322 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 322 \cdot 0,1 = 32,2 \text{ г}$$

**Ответ:** После выпаривания остаются твердые соли кристаллогидратов  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ;  $m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 50 \text{ г}$ ,  $m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 32,2 \text{ г}$

## Линия 34. Задачи на кристаллогидраты

Фосфид кальция массой 18,2 г растворили в 182,5 г 20%-ной соляной кислоты. К полученному раствору добавили 200,2 г кристаллической соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ). Определите массовую долю карбоната натрия в конечном растворе.

**Дано:**

$$m(\text{CaP})=18,2 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{HCl})=182,5 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Hl})=20\%$$

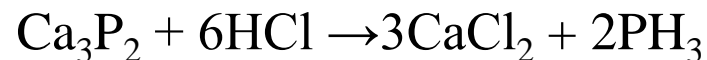
$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})=200,2 \text{ г}$$

**Найти:**

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = ?$$

**Решение:**

Составим уравнение реакции.



Далее следует понять, весь ли фосфид кальция прореагировал с кислотой. Если кислота закончилась, то фосфид кальция продолжит реагировать с водой.

## Линия 34. Задачи на кристаллогидраты

**Дано:**

$$m(\text{CaP})=18,2 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{HCl})=182,5 \text{ г}$$

$$\omega(\text{HCl})=20\%$$

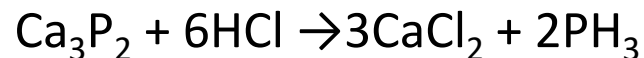
$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})=200,2 \text{ г}$$

**Найти:**

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = ?$$

**Решение:**

Составим уравнение реакции.



Далее следует понять, весь ли фосфид кальция прореагировал с кислотой. Если кислота закончилась, то фосфид кальция продолжит реагировать с водой.

Вычислим количество вещества исходных продуктов и выясним, что находится в избытке, а что в недостатке.

$$M(\text{Ca}_3\text{P}_2) = 40 \cdot 3 + 31 \cdot 2 = 182 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{Ca}_3\text{P}_2) = 18,2/182 = \mathbf{0,1 \text{ моль}}$$

вычисляем массу соляной кислоты в растворе:

$$m(\text{HCl})=0,2 \cdot 182,5 = 36,5 \text{ г}$$

$$M(\text{HCl})= 1+35,5= 36,5 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{HCl})= 36,5/36,5 = \mathbf{1 \text{ моль}}$$

В недостатке находится фосфид кальция.

## Линия 34. Задачи на кристаллогидраты

**Дано:**

$$m(\text{CaP})=18,2 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{HCl})=182,5 \text{ г}$$

$$\varphi(\text{H})=20\%$$

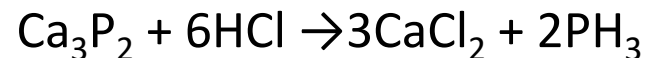
$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})=200,2 \text{ г}$$

**Найти:**

$$\varphi(\text{Na}_2\text{CO}_3) = ?$$

**Решение:**

1. Составим уравнение реакции.



2.  $M(\text{Ca}_3\text{P}_2) = 40 \cdot 3 + 31 \cdot 2 = 182 \text{ г/моль}$

$$n(\text{Ca}_3\text{P}_2) = 18,2/182 = \mathbf{0,1 \text{ моль}}$$

вычисляем массу соляной кислоты в растворе:

$$m(\text{HCl})=0,2 \cdot 182,5 = 36,5 \text{ г}$$

$$M(\text{HCl})= 1+35,5= 36,5 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{HCl})= 36,5/36,5 = \mathbf{1 \text{ моль}}$$

3. Посчитаем, какое количество соляной кислоты осталось после реакции:

$$n_{\text{ост}}(\text{HCl}) = 1-0,6 \text{ моль} = 0,4 \text{ моль}$$

## Линия 34. Задачи на кристаллогидраты

### Дано:

$$m(\text{CaP})=18,2 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{HCl})=182,5 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Hl})=20\%$$

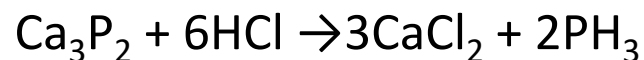
$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})=200,2 \text{ г}$$

### Найти:

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = ?$$

### Решение:

1. Составим уравнение реакции.



2.  $M(\text{Ca}_3\text{P}_2) = 40 \cdot 3 + 31 \cdot 2 = 182 \text{ г/моль}$

$$n(\text{Ca}_3\text{P}_2) = 18,2/182 = \mathbf{0,1 \text{ моль}}$$

вычисляем массу соляной кислоты в растворе:

$$m(\text{HCl})=0,2 \cdot 182,5 = 36,5 \text{ г}$$

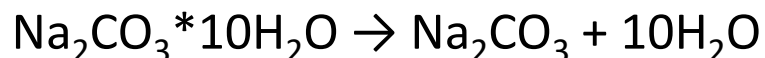
$$M(\text{HCl})= 1+35,5= 36,5 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{HCl})= 36,5/36,5 = \mathbf{1 \text{ моль}}$$

3. Посчитаем, какое количество соляной кислоты осталось после реакции:

$$n_{\text{ост}}(\text{HCl}) = 1-0,6 \text{ моль} = \mathbf{0,4 \text{ моль}}$$

4. Растворяем кристаллогидрат карбоната натрия в воде:





## Линия 34. Задачи на кристаллогидраты

25

### Дано:

$$m(\text{CaP})=18,2 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{HCl})=182,5 \text{ г}$$

$$\omega(\text{HCl})=20\%$$

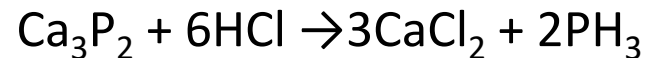
$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})=200,2 \text{ г}$$

### Найти:

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = ?$$

### Решение:

1. Составим уравнение реакции.



2.  $M(\text{Ca}_3\text{P}_2) = 40 \cdot 3 + 31 \cdot 2 = 182 \text{ г/моль}$

$$n(\text{Ca}_3\text{P}_2) = 18,2/182 = \mathbf{0,1 \text{ моль}}$$

вычисляем массу соляной кислоты в растворе:

$$m(\text{HCl})=0,2 \cdot 182,5 = 36,5 \text{ г}$$

$$M(\text{HCl})= 1+35,5= 36,5 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{HCl})= 36,5/36,5 = \mathbf{1 \text{ моль}}$$

3. Посчитаем, какое количество соляной кислоты осталось после реакции:

$$n_{\text{ост}}(\text{HCl}) = 1 - 0,6 \text{ моль} = \mathbf{0,4 \text{ моль}}$$

4. Растворяем кристаллогидрат карбоната натрия в воде:



5. Вычислим количество вещества кристаллогидрата натрия:

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 23 \cdot 2 + 12 + 16 \cdot 3 + 10 \cdot 18 = 286 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 200,2/286 = \mathbf{0,7 \text{ моль}}$$

## Линия 34. Задачи на кристаллогидраты

**Дано:**

$$m(\text{CaP})=18,2 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{HCl})=182,5 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Hl})=20\%$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})=200,2 \text{ г}$$

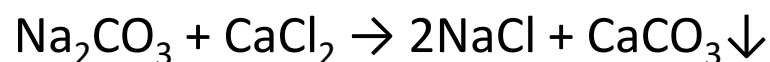
**Найти:**

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = ?$$

6. Запишем какие реакции протекают после добавления в раствор гидрокарбоната натрия:



$$0,2 \text{ моль} \quad 0,4 \text{ моль}$$



$$0,3 \text{ моль} \quad 0,3 \text{ моль}$$

Вычисляем какое количество вещества осталось после реакции:

$$n_{\text{ост}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,7 - 0,2 - 0,3 = 0,2 \text{ моль}$$

## Линия 34. Задачи на кристаллогидраты

**Дано:**

$$m(\text{CaP})=18,2 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{HCl})=182,5 \text{ г}$$

$$\varphi(\text{Hl})=20\%$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})=200,2 \text{ г}$$

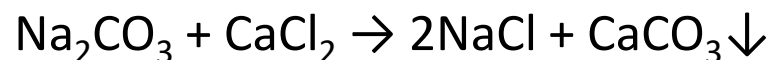
**Найти:**

$$\varphi(\text{Na}_2\text{CO}_3) = ?$$

6. Запишем какие реакции протекают после добавления в раствор гидрокарбоната натрия:



$$0,2 \text{ моль} \quad 0,4 \text{ моль}$$



$$0,3 \text{ моль} \quad 0,3 \text{ моль}$$

Вычисляем какое количество вещества осталось после реакции:

$$n_{\text{ост}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,7 - 0,2 - 0,3 = 0,2 \text{ моль}$$

7. Вычисляем массу раствора, который образовался в конце всех реакций:

$$m(\text{CO}_2) = 0,2 * 44 = 8,8 \text{ г}$$

$$m(\text{PH}_3) = 34 * 0,2 = 6,8 \text{ г}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 0,3 * 100 = 30 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}} = 18,2 + 182,5 + 200,2 - 8,8 - 6,8 - 30 = 355,3 \text{ г}$$

## Линия 34. Задачи на кристаллогидраты

**Дано:**

$$m(\text{CaP})=18,2 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{HCl})=182,5 \text{ г}$$

$$\varphi(\text{Hl})=20\%$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})=200,2 \text{ г}$$

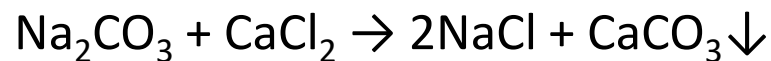
**Найти:**

$$\varphi(\text{Na}_2\text{CO}_3) = ?$$

6. Запишем какие реакции протекают после добавления в раствор гидрокарбоната натрия:



$$0,2 \text{ моль} \quad 0,4 \text{ моль}$$



$$0,3 \text{ моль} \quad 0,3 \text{ моль}$$

Вычисляем какое количество вещества осталось после реакции:

$$n_{\text{ост}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,7 - 0,2 - 0,3 = \mathbf{0,2 \text{ моль}}$$

7. Вычисляем массу раствора, который образовался в конце всех реакций:

$$m(\text{CO}_2) = 0,2 * 44 = 8,8 \text{ г}$$

$$m(\text{PH}_3) = 34 * 0,2 = 6,8 \text{ г}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 0,3 * 100 = 30 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}} = 18,2 + 182,5 + 200,2 - 8,8 - 6,8 - 30 = 355,3 \text{ г}$$

Вычисляем массу карбоната натрия, оставшегося в растворе и его массовую долю:

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 * 0,2 = 21,2 \text{ г}$$

$$\varphi(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{21,2}{355,3} * 100\% = \mathbf{5,96\%}$$

Каждый раздел  
содержит:

- ✓ пояснения,
- ✓ примеры решения задач,
- ✓ задачи для самостоятельного решения.



ТЕМЫ ШКОЛЬНОГО КУРСА

ВИИХ

О. С. Gabriелян, П. В. Решетов,  
И. Г. Остроумов

Задачи по химии  
и способы  
их решения

8-9 классы

$2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$

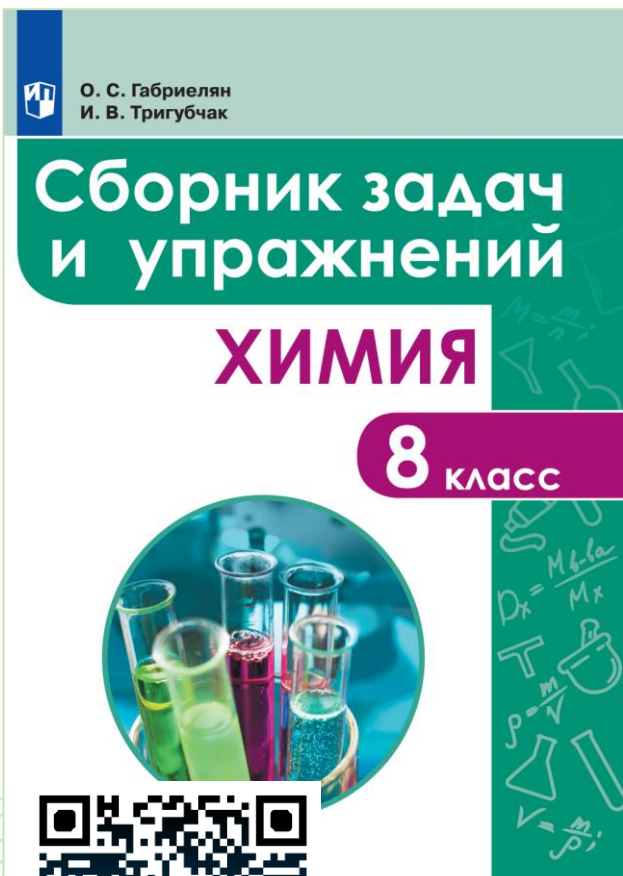
$\text{Cl}_2 + 2\text{NaBr} = 2\text{NaCl} + \text{Br}_2$

Mg Au

NaOH H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> H<sub>2</sub>O

Предисловие . . . . .	3
<b>Количественные характеристики вещества . . . . .</b>	8
Основные количественные характеристики вещества: количество вещества, масса и объем	8
Массовая, объемная и молярная доля вещества в смеси. Массовая доля элемента в соединении	17
Вывод формул соединений . . . . .	31
<b>Количественные характеристики химического процесса</b>	46
Расчет количества вещества, массы или объема исходных веществ и продуктов реакции . . . . .	46
Расчет массы, объема продукта реакции, если одно из реагирующих веществ дано в избытке	62
Расчеты, связанные с использованием доли выхода продуктов реакции . . . . .	77
Расчеты, связанные со скоростью химической реакции и химическим равновесием . . . . .	92
Расчеты, связанные с концентрацией растворов, растворимостью веществ, электролитической диссоциацией. . . . .	109
Расчеты, связанные с положением металлов в электрохимическом ряду напряжений металлов . . . . .	132
<b>Приложения . . . . .</b>	151
Приложение 1. Задачи различных типов по теме «Водород» . . . . .	151
Приложение 2. Задачи различных типов по теме «Галогены» . . . . .	154

## В помощь педагогу



Сборники содержат задачи и упражнения разного уровня сложности, соответствующие курсу химии 8-9 класса.

Сборник включает алгоритмы решения различных задач и задания для их отработки.

В конце каждого раздела предлагается контрольный тест, который может быть использован как учителем для проверки уровня усвоения темы, так и самими обучающимися для самоконтроля.





## Содержание

Предисловие .....	3
<b>Тема 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ХИМИИ</b> .....	5
1.1. Вещества и их превращения .....	5
1.2. Химические элементы. Атомы и молекулы .....	10
1.3. Химические формулы. Валентность .....	14
1.4. Уравнение реакции .....	19
<b>Тема 2. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ СООТНОШЕНИЯ В ХИМИИ (основы химической стехиометрии)</b> .....	29
2.1. Количество вещества .....	29
2.2. Химические формулы и расчёты по ним .....	33
2.3. Расчёты по уравнениям реакций .....	42
2.4. Идеальные газы. Закон Авогадро .....	48
2.5. Смеси веществ .....	58
<b>Тема 3. ВОЗДУХ. КИСЛОРОД</b> .....	73
<b>Тема 4. ВОДОРОД. КИСЛОТЫ. СОЛИ</b> .....	79
<b>Тема 5. ВОДА. РАСТВОРЫ</b> .....	86
5.1. Вода .....	86
5.2. Растворы. Растворимость .....	88
5.3. Массовая доля растворённого вещества. Кристаллогидраты .....	91
5.4. Приготовление растворов .....	94
5.5. Молярная концентрация .....	98
<b>Тема 6. ОСНОВНЫЕ КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЬ</b> .....	101
<b>Тема 7. СТРОЕНИЕ АТОМА И ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН</b> .....	108
7.1. Ядро атома. Изотопы .....	108
7.2. Электронная конфигурация атома .....	115
7.3. Периодичность свойств элементов .....	122
<b>Тема 8. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ И СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА</b> .....	125
8.1. Виды химической связи. Ковалентная связь и её характеристики .....	125
8.2. Валентность и степень окисления .....	133
8.3. Ионная связь. Металлическая связь. Строение твёрдых веществ .....	141

<b>Тема 9. ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ДИССОЦИАЦИЯ. ИОННЫЕ РЕАКЦИИ В РАСТВОРАХ</b> .....	149
9.1. Электролиты .....	149
9.2. Кислотность среды .....	157
9.3. Ионные реакции в растворах. Гидролиз солей .....	161
<b>Тема 10. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ</b> .....	175
10.1. Окислители и восстановители .....	175
10.2. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций .....	183
10.3. Электролиз и источники тока .....	193
<b>Тема 11. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ</b> .....	197
11.1. Тепловые эффекты химических реакций .....	197
11.2. Химическое равновесие .....	205
11.3. Скорость химических реакций .....	211
<b>Тема 12. ГАЛОГЕНЫ</b> .....	218
<b>Тема 13. СЕРА</b> .....	227
<b>Тема 14. АЗОТ. ФОСФОР</b> .....	235
14.1. Азот .....	235
14.2. Фосфор .....	243
<b>Тема 15. УГЛЕРОД. КРЕМНИЙ</b> .....	249
15.1. Углерод .....	249
15.2. Кремний .....	256
<b>Тема 16. МЕТАЛЛЫ ГЛАВНЫХ ПОДГРУПП</b> .....	261
16.1. Металлы I и II групп .....	261
16.2. Алюминий .....	269
<b>Тема 17. ЖЕЛЕЗО КАК ПРЕДСТАВИТЕЛЬ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ</b> .....	276
<b>Тема 18. НАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВАХ</b> .....	282
18.1. Основные понятия органической химии .....	282
18.2. Углеводороды .....	289
18.3. Кислородсодержащие органические вещества .....	295
<b>Тема 19. КОМБИНИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ</b> .....	302
Ответы и указания к решению задач .....	310

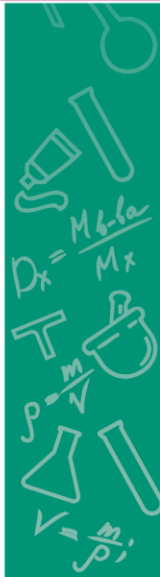


В. В. Червина  
А. В. Варламова  
Т. В. Хасянова

# ХИМИЯ

10–11 классы

Сборник задач  
и упражнений



## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
<b>РАЗДЕЛ I. Типовые и контекстные задачи .....</b>	<b>5</b>
1.1. Применение понятий «моль», «молярная масса», «молярный объём», «число Авогадро» .....	6
1.2. Смеси газов и реакции с участием газов (применение следствий закона Авогадро) .....	7
1.3. Растворы и сплавы .....	13
1.4. Особые случаи задач на растворы .....	23
1.5. Решение задач по уравнению реакции .....	29
1.6. Как простая задача становится сложной .....	33
1.7. Тепловой эффект реакции .....	39
1.8. Контекстные (практико-ориентированные) задачи .....	44
<b>РАЗДЕЛ II. Задачи по органической химии .....</b>	<b>51</b>
2.1. Установление молекулярной и структурной формул вещества .....	52
2.2. Установление молекулярной формулы вещества по химическому уравнению .....	54
2.3. Нахождение молекулярной формулы вещества по известному количеству продуктов горения .....	59
<b>РАЗДЕЛ III. Задачи по общей и неорганической химии .....</b>	<b>61</b>
3.1. Расчёт массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке, на примере задач по теме «Реакции ионного обмена между солями в растворе» .....	63
3.2. Взаимодействие серного ангидрида с раствором серной кислоты .....	75
3.3. Установление состава реагирующей (исходной) смеси (сплава) с одинаковым способом реагирования на примере задач по теме «Свойства металлов и их соединений» .....	84

3.4. Установление состава реагирующей (исходной) смеси (сплава) с разным способом реагирования на примере задач по теме «Свойства металлов и их соединений» .....	98
3.5. Установление типа соли .....	114
3.6. Разложение солей .....	131
3.7. Электролиз .....	143

Раздел 1 «Типовые и контекстные задачи»

Раздел 2 «Задачи по органической химии»

Раздел 3 «Задачи по общей и неорганической химии»





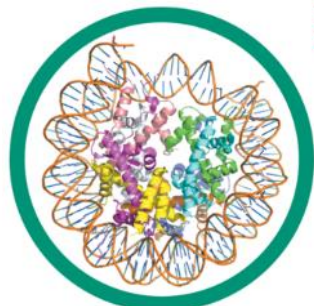
С. А. Пузаков  
В. А. Попков  
И. В. Барышова

## Сборник задач и упражнений

# ХИМИЯ

## 10–11

УГЛУБЛЁННЫЙ  
УРОВЕНЬ



### СОДЕРЖАНИЕ

#### Раздел I. Органическая химия

1. Алканы
2. Алкены
3. Алкадиены
4. Алкины
5. Циклоалканы
6. Ароматические углеводороды
7. Спирты
8. Фенолы
9. Альдегиды и кетоны
10. Карбоновые кислоты
11. Сложные эфиры и жиры
12. Углеводы
13. Амины
14. Аминокислоты и белки
15. Азотсодержащие гетероциклические соединения
16. Полимеры

#### Раздел II. Общая и неорганическая химия

17. Строение атома и периодический закон. Химическая связь
18. Скорость реакции
19. Термодинамика химических реакций. Химическое равновесие
20. Растворы. Способы выражения состава раствора
21. Реакции в растворах электролитов. Водородный показатель. Гидролиз
22. Окислительно-восстановительные реакции
23. Галогены
24. Кислород и сера
25. Азот и фосфор
26. Углерод и кремний
27. Благородные газы

28. Металлы IA—IIIA-групп и их соединения
29. Металлы B-групп (медь, цинк, марганец, хром, железо) и их соединения

#### Раздел III. Химия и жизнь

30. Химия в повседневной жизни, медицине и промышленности

#### Ответы

#### Приложения

- Значения относительной электроотрицательности элементов (по Л. Полингу)
- Периодическая таблица химических элементов Д. И. Менделеева
- Растворимость кислот, оснований и солей в воде
- Ряд стандартных электродных потенциалов
- Относительные молекулярные массы некоторых неорганических веществ
- Относительные молекулярные массы некоторых органических соединений
- Качественные реакции на катионы и анионы

80

83

87

90

95

99

103

107

109

**Большое число заданий, различные формы их представления, нестандартные формулировки и разный уровень сложности.**



**Внутри каждой темы задания выстроены по усложнению и завершаются олимпиадным уровнем.**

## 1. Алканы

1-1. С 2-метилбутаном могут взаимодействовать

- |                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| 1) кислород          | 4) вода            |
| 2) бром              | 5) азотная кислота |
| 3) перманганат калия | 6) хлороводород    |

1-2. Определите вещества X и Y в схеме превращений



- |                    |                     |
|--------------------|---------------------|
| 1) O <sub>2</sub>  | 4) HNO <sub>3</sub> |
| 2) NO <sub>2</sub> | 5) HNO <sub>2</sub> |
| 3) H <sub>2</sub>  |                     |

1-3. Запишите уравнения реакций (с указанием условий), с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

а) метан → ацетилен → этан → хлорэтан → гексан → бензол

1-19. При сжигании 11,2 л смеси метана и этана (н. у.) выделилось 646 кДж теплоты. Образовавшийся углекислый газ пропустили через 440 г раствора гидроксида натрия с концентрацией 2,75 моль/л и плотностью 1,1 г/мл. Вычислите массовые доли веществ, содержащихся в полученном растворе, если теплота сгорания метана 890 кДж/моль, а теплота сгорания этана 1560 кДж/моль.

1-20. Смесь, содержащую 1 л этана и 25 л воздуха (объемы измерены при одинаковых условиях), полностью сожгли. Вычислите объемные доли газов в смеси, полученной после конденсации паров воды.

## Олимпиадные задания

1-21. При хлорировании хлорэтана в полученной смеси среди органических веществ оказались только изомерные дихлорэтаны и трихлорэтаны. Общая масса этих соединений составила 50 г. Установлено, что суммарная масса дихлорэтанов в смеси на 10 г больше суммарной массы трихлорэтанов. Вычислите объем хлора (н. у.), вступившего в реакцию.

1-22. Смесь, состоящая из пропана и его ближайшего гомолога неразветвленного строения, вступила в реакцию радикального хлорирования. Выход реакции монохлорирования условно считайте равным 100%. Относительная плотность по водороду паров смеси образовавшихся монохлоралканов составила 41. Установите, какие монохлоралканы образовались. Вычислите объемные доли алканов в исходной смеси.

## Содержание

Предисловие .....	
<b>Тема 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ</b> .....	
1.1. Структурная теория органических соединений .....	
1.2. Основные классы органических соединений. Номенклатура .....	
1.3. Электронное строение атома углерода. Электронные эффекты в органической химии .....	
<b>Тема 2. УГЛЕВОДОРОДЫ</b> .....	
2.1. Предельные углеводороды .....	
2.2. Углеводороды с двойной связью .....	
2.3. Углеводороды с тройной связью .....	
2.4. Ароматические углеводороды .....	
2.5. Галогенпроизводные углеводородов .....	
<b>Тема 3. КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ</b> .....	
3.1. Спирты и фенолы .....	
3.2. Карбонильные соединения .....	
3.3. Карбоновые кислоты .....	
3.4. Производные карбоновых кислот .....	
<b>Тема 4. АЗОТ- И СЕРОСОДЕРЖАЩИЕ СОЕДИНЕНИЯ</b> .....	
4.1. Алифатические амины .....	
4.2. Ароматические амины .....	
4.3. Серосодержащие органические соединения* .....	
4.4. Гетероциклические соединения* .....	152
<b>Тема 5. ПРИРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ</b> .....	159
5.1. Углеводы .....	159
5.2. Жиры и липиды .....	169
5.3. Аминокислоты и белки .....	175

## Тема 6. СИНТЕТИЧЕСКИЕ ПОЛИМЕРЫ И ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....

187

## Тема 7. ЭЛЕМЕНТЫ-НЕМЕТАЛЛЫ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ .....

192

7.1. Элементы VII группы .....	192
7.2. Элементы VI группы .....	199
7.2.1. Кислород. Пероксид водорода .....	201
7.2.2. Сера .....	203
7.3. Элементы V группы .....	209
7.3.1. Азот .....	210
7.3.2. Фосфор .....	217
7.4. Элементы IV группы .....	221
7.4.1. Углерод .....	223
7.4.2. Кремний .....	225

## Тема 8. МЕТАЛЛЫ ГЛАВНЫХ ПОДГРУПП И ИХ СОЕДИНЕНИЯ .....

228

8.1. Металлы I и II групп .....	229
8.2. Алюминий .....	233

## Тема 9. ПЕРЕХОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ. КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ .....

237

9.1. Хром и марганец .....	238
9.2. Железо .....	241
9.3. Медь и цинк .....	244

## Тема 10. СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА .....

247

10.1. Строение атома и Периодический закон .....	
10.1.1. Ядро атома. Изотопы. Ядерные реакции .....	
10.1.2. Электронная конфигурация атома. Периодические свойства элементов .....	
10.2. Строение молекул. Химическая связь .....	
10.3. Строение твёрдых веществ. Кристаллические структуры .....	

## Тема 11. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ .....

283

11.1. Тепловые эффекты химических реакций .....	283
11.2. Энтропия и энергия Гиббса. Химическое равновесие .....	296
11.2.1. Энтропия и энергия Гиббса .....	298
11.2.2. Химическое равновесие в газовой фазе .....	302
11.2.3. Электролитическая диссоциация. Равновесия в растворе .....	309
11.3. Электрохимия. Электролиз и химические источники тока .....	320
11.4. Скорость химических реакций. Катализ .....	329
Ответы и указания к решению задач .....	340
Литература .....	348

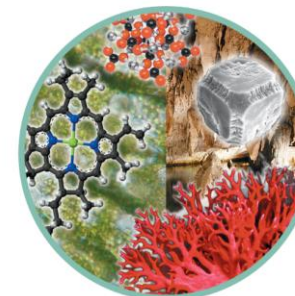


В. В. Еремин  
А. А. Дроздов  
Л. В. Ромашов

# ХИМИЯ

## Задачник

10–11 классы



Учитель  
большой  
страны



**Сборник включает как типовые качественные и расчётные задачи (1-й уровень), так и задачи повышенной сложности (2-й уровень).**

**В сборнике приведены алгоритмы решения типовых задач, а также даны ответы ко всем расчётным заданиям.**

### Задачи и упражнения для самостоятельного решения

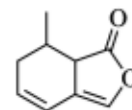
#### Уровень 1

- 1.1. Что такое органическая химия? Что она изучает? Как она связана с другими разделами химии?
- 1.2. Каких веществ известно больше: органических или неорганических? Назовите примерное количество и тех и других.
- 1.3. Какие элементы могут входить в состав органических веществ? Какие элементы встречаются в органических соединениях чаще всего?
- 1.4. Что послужило причиной деления веществ на органические и неорганические?

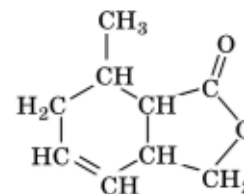
#### Уровень 2

- 1.25. Перечислите основные причины многообразия органических соединений.
- 1.26. Кроме углерода цепочечные структуры могут образовывать также фосфор, кремний и бор. Почему эти элементы не дают такого многообразия соединений, как углерод?
- 1.27. Циановодородную (синильную) кислоту иногда относят к органическим, а иногда к неорганическим веществам. Приведите аргументы в пользу каждой точки зрения.
- 1.28. Приведите десять примеров органических соединений, полученных человеком.

■ **Пример 1-2.** Преобразуйте скелетную формулу в свернутую структурную и молекулярную.



**Решение.** Атомы, не обозначенные символами, представляют собой атомы углерода. Количество связанных с ними атомов водорода можно определить по количеству связей — общая валентность углерода равна четырём, следовательно, атомы водорода занимают все оставшиеся валентности.



Молекулярная формула —  $C_9H_{12}O_2$ .

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	3
<b>ЧАСТЬ 1. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОТЕКАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ</b> .....	4
1.1. Тепловые эффекты химических реакций. Экзотермические и эндотермические реакции. Термохимические расчёты .....	4
1.2. Скорость химических реакций. Факторы, влияющие на скорость химической реакции .....	7
1.3. Обратимость химических реакций. Химическое равновесие .....	14
<b>Задания для самостоятельной работы</b> .....	20
<b>ЧАСТЬ 2. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ. ЭЛЕКТРОЛИЗ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ</b> .....	25
2.1. Окислительные свойства азотной кислоты и её солей .....	29
2.2. Окислительные свойства концентрированной серной кислоты .....	33
2.3. Окислительные свойства перманганата калия .....	37
2.4. Окислительные свойства хромата калия и дихромата калия .....	44
2.5. Окислительно-восстановительная двойственность пероксида водорода .....	46
2.6. Электролиз растворов электролитов .....	50
<b>Задания для самостоятельной работы</b> .....	53
<b>Часть 3. ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ ДИССОЦИАЦИИ. РЕАКЦИИ ИОННОГО ОБМЕНА. ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ</b> .....	56
3.1. Теория электролитической диссоциации. Реакции ионного обмена .....	56
Свойства кислых солей .....	59
Определение признаков реакций ионного обмена. Качественные реакции на ионы .....	60
Получение и свойства амфотерных гидроксидов .....	64
3.2. Гидролиз солей .....	68
Полный гидролиз солей. Совместный гидролиз .....	70
Необратимый гидролиз бинарных соединений .....	71
Взаимодействие металлов с растворами гидролизующихся солей .....	72
Гидролиз органических веществ .....	72
<b>Задания для самостоятельной работы</b> .....	74
<b>Часть 4. МЕТАЛЛЫ</b> .....	79
4.1. Металлы А-групп .....	79
Щелочные металлы и их соединения .....	79
Металлы IIA-группы .....	82
Алюминий и его соединения .....	84

Книга содержит детальное описание реальных химических опытов, превращений одних веществ в другие.

4.2. Металлы Б-групп .....	86
Железо .....	86
Соединения железа в степени окисления +2 .....	88
Свойства железной окалины .....	89
Соединения железа в степени окисления +3 .....	90
Хром .....	92
Соединения хрома в степени окисления +3 .....	92
Соединения хрома в степени окисления +6 .....	93
Медь .....	93
Соединения меди в степени окисления +1 .....	94
Соединения меди в степени окисления +2 .....	95
Цинк .....	98
<b>Задания для самостоятельной работы</b> .....	101
<b>Часть 5. НЕМЕТАЛЛЫ</b> .....	103
5.1. Галогены и их соединения .....	103
5.2. Сера и её соединения .....	104
5.3. Подгруппа азота .....	106
5.4. Подгруппа углерода .....	109
<b>Задания для самостоятельной работы</b> .....	113
<b>ОТВЕТЫ К ЗАДАНИЯМ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ</b> .....	115
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	
Приложение 1. Правила техники безопасности при работе в кабинете химии .....	119
Приложение 2. Правила оказания первой медицинской помощи .....	120
Приложение 3. Электрохимический ряд напряжений металлов. Растворимость кислот, солей и оснований в воде .....	121
Приложение 4. Массовая доля растворённого вещества и плотность растворов кислот и оснований при 20 °С .....	122
Приложение 5. Плотность растворов хлорида натрия при 20 °С в зависимости от массовой доли растворённого вещества .....	124
Приложение 6. Цвет индикаторов в различных средах .....	125
Приложение 7. Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева .....	126



Выполнение химических опытов на основании этой книги позволит ученику лучше подготовиться к экзамену, так как подобная практика помогает понять суть химических явлений, использовать полученные знания при решении разноплановых учебных задач, активизировать все виды памяти, позволяет в полной мере реализовать деятельностный подход в обучении.

## Наличие катализатора

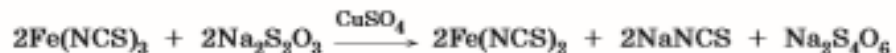
Катализаторами называют вещества, изменяющие скорость химической реакции. Однако под изменением скорости чаще всего подразумевают её увеличение. Но иногда требуется не увеличить, а уменьшить скорость нежелательной химической реакции, например замедлить процесс окисления пищевых продуктов или коррозию стальных конструкций. Вещества, замедляющие химическую реакцию, называют ингибиторами.

**ОПЫТ 17.** Влияние сульфата меди(II) на скорость реакции роданида железа(III) с тиосульфатом натрия

В стакан с 10 мл воды добавьте по одной капле растворов роданида калия и хлорида железа(III). Образующийся раствор роданида железа(III) красного цвета перелейте в две пробирки, заполняя их поровну. В две другие пробирки налейте по 3 мл раствора тиосульфата натрия. В одну из них добавьте 2—3 капли раствора сульфата меди(II) — катализатора. Далее параллельно проведите две реакции:

- раствор роданида железа(III) + раствор тиосульфата натрия;
- раствор роданида железа(III) + 2—3 капли сульфата меди(II) + раствор тиосульфата натрия.

Реакция протекает согласно уравнению:



Исчезновение красной окраски в пробирках происходит с разной скоростью.

**ОПЫТ 230.** Разложение гидрокарбоната натрия

В две пробирки поместите приблизительно по 1 г твёрдой пищевой соды. Первую пробирку закрепите в держателе и нагрейте в пламени спиртовки, пропустите выделяющийся газ через известковую воду — она помутнеет. Во вторую пробирку прилейте 3—4 мл кипящей воды. Происходит бурное выделение углекислого газа. Гидрокарбонат натрия легко разлагается при температуре ниже 100 °С:



Наличие углерода и водорода в органических соединениях в большинстве случаев можно доказать, подвергая их полному окислению (горению) или нагреванию с оксидом меди(II). Углерод при этом включается в состав углекислого газа; это можно доказать, пропуская образовавшийся газ через известковую воду. Выпадет белый осадок карбоната кальция. Водород, входящий в состав органического вещества, при окислении образует воду. Обнаружить воду можно с помощью полоски бумаги, пропитанной раствором хлорида кобальта. Её цвет меняется с синего на розовый из-за изменения состава кристаллогидрата (синий моногидрат  $\text{CoCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  превращается в розовый гексагидрат хлорида кобальта(II)  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ). Другим доступным способом доказать наличие паров воды может быть пропускание продуктов горения над белым безводным сульфатом меди(II): появится голубая окраска из-за образования кристаллогидрата — медного купороса.

Анализ органических соединений на присутствие отдельных элементов (углерода, водорода, кислорода и др.) называют **элементным анализом**.



## Цифровой сервис «Я сдам ЕГЭ».

39

The screenshot shows the LECTA website interface. At the top, there is a navigation bar with the LECTA logo and tabs for 'Учитель', 'Ученик', 'Родитель', 'Школа', 'Все продукты', and 'Интернет-магазин'. Below this is a secondary navigation bar with links for 'Учебник', 'Домашнее задание', 'Внеурочная деятельность', 'ГИА', 'Функциональная грамотность', and 'Профориентация'. The main content area is titled 'Мой портфель' and has three tabs: 'Все продукты', 'Цифровые сервисы' (which is selected), and 'Электронные учебники'. Under the 'Цифровые сервисы' tab, there are three filter buttons: 'Все классы', 'Все предметы', and 'Все сервисы'. Below the filters, there are two service cards. The first card is green and titled 'Я сдам ЕГЭ Биология'. It includes the text 'Подписка: до 27.08.2024' and 'Я сдам ЕГЭ. Биология'. The second card is blue and titled 'Я сдам ЕГЭ Химия'. It includes the text 'Подписка: до 27.08.2024' and 'Я сдам ЕГЭ. Химия'.

Поможет успешно самостоятельно подготовиться к ЕГЭ по наиболее сложным вопросам экзамена\*

Охватывает 7 предметов для подготовки: русский язык, математика (профильная), история, обществознание, физика, химия, биология

250+ заданий по каждому предмет



**Результат:** школьники самостоятельно готовятся к экзаменам и получают более высокий балл за счет углубленной подготовки к трудным заданиям

\* - включает не все типовые задания экзамена, а наиболее сложные, в которых сдающие допускают ошибки чаще всего (по исследованию ФИПИ)

# Группа компаний «Просвещение»

127473, г. Москва,  
ул. Краснопролетарская, д. 16, стр. 3,  
подъезд 8, бизнес-центр «Новослободский»

Горячая линия: [vorpros@prosv.ru](mailto:vorpros@prosv.ru)



Все права защищены. Никакая часть презентации не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая размещение в Интернете и в корпоративных сетях, а также запись в память ЭВМ, для частного или публичного использования, без письменного разрешения владельца авторских прав. © АО «Издательство «Просвещение», 2023 г.

