



# **Всероссийская олимпиада школьников по химии**

*решение задач*

**Долженко Владимир Дмитриевич**

доцент кафедры неорганической химии химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

Н. Л. ГЛИНКА

# ОБЩАЯ ХИМИЯ

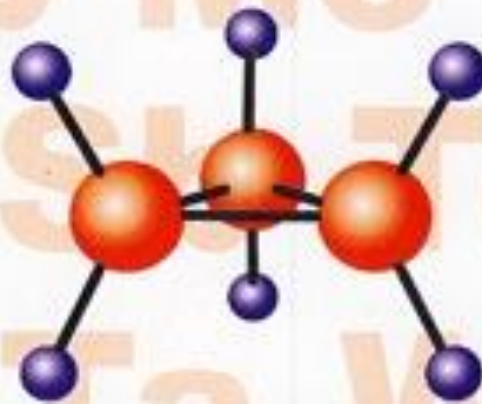
---



Г. П. ХОМЧЕНКО

## ПОСОБИЕ ПО ХИМИИ

для  
ПОСТУПАЮЩИХ  
В ВУЗЫ



Н. Е. Кузьменко

В. В. Еремин

В. А. Попков

# НАЧАЛА ХИМИИ

Для поступающих в вузы



ozon.ru



**АБИТУРИЕНТ**

Н.Е. КУЗЬМЕНКО, В.В. ЕРЕМИН, В.А. ПОПКОВ

# НАЧАЛА ХИМИИ

ИЗДАНИЕ ДЕСЯТОЕ,  
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ



Ф. КОТТОН  
ДЖ. УИЛКИНСОН

# СОВРЕМЕННАЯ НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Н.С. АХМЕТОВ

# ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ВЫСШАЯ ШКОЛА

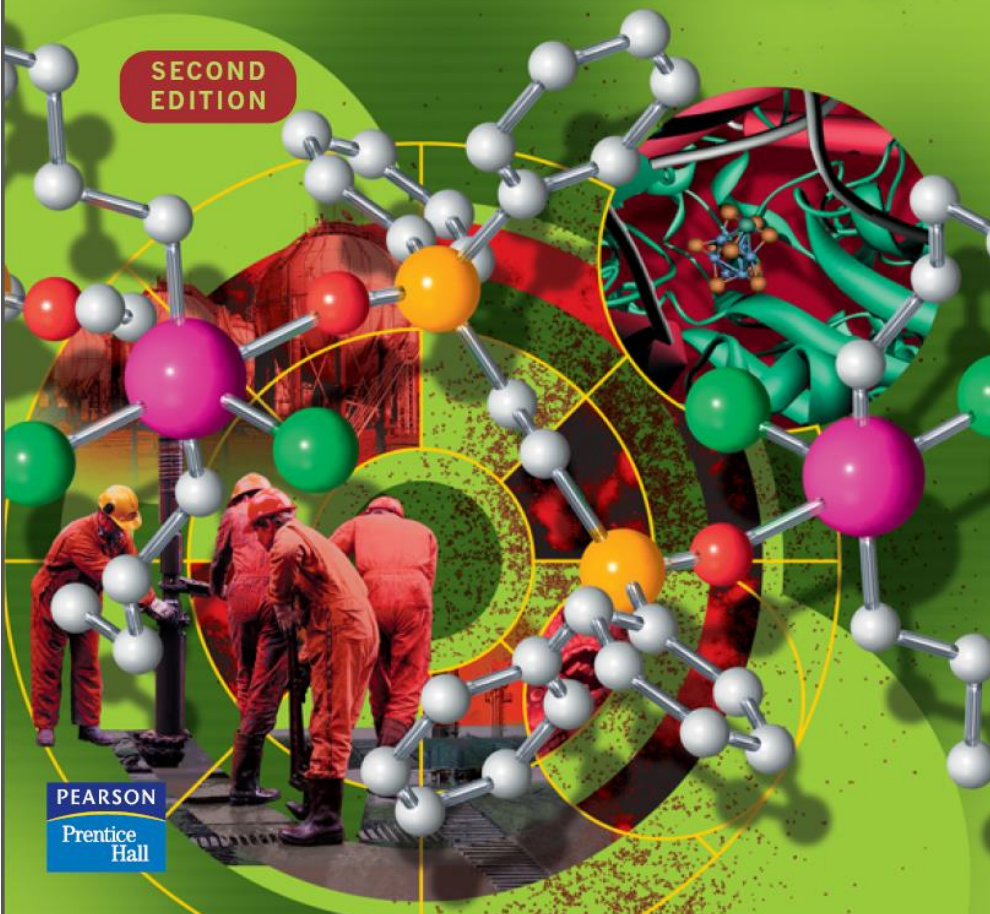
24au.ru

CATHERINE E. HOUSECROFT AND ALAN G. SHARPE

# INORGANIC CHEMISTRY

SECOND  
EDITION

PEARSON  
Prentice  
Hall

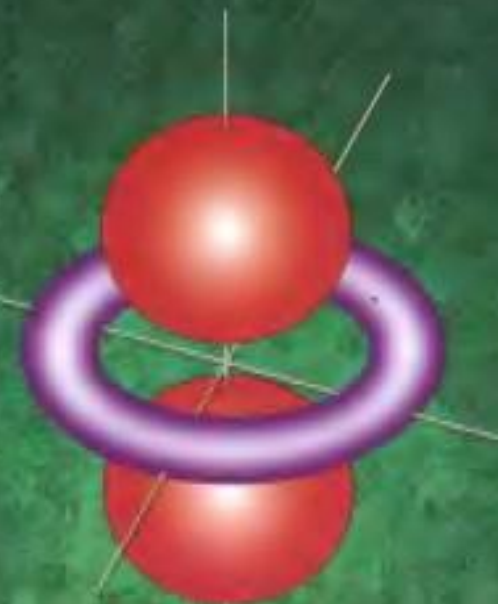


ЛУЧШИЙ  
ЗАРУБЕЖНЫЙ  
УЧЕБНИК

Д. Шрайвер, П. Эткинс

# НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

1



Издательство «МИР»

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
КЛАССИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТСКИЙ УЧЕБНИК



Ю.Д. Третьяков, А.И. Мартыненко, А.Н. Григорьев,  
А.Ю. Цивадзе

# НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ

Том 1



Высшее профессиональное образование

Г1я7  
Н-52

# НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В трех томах

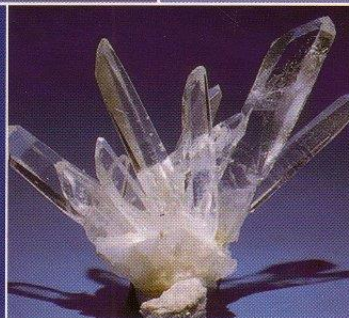
Под редакцией Ю.Д. Третьякова

Том 1

Физико-химические основы  
неорганической химии

3-е издание

Учебник



Естественные  
науки

Н.Я. Турова

# Неорганическая химия в таблицах



*Высший химический колледж Российской академии наук*

Москва 1997

РУ  
НЕО  
СИ

РУ  
НЕО  
СИ

РУ  
НЕО  
СИ

РУ  
НЕО  
СИ

РУКОВОДСТВО ПО  
НЕОРГАНИЧЕСКОМУ  
СИНТЕЗУ



Том 2

Мир

РУКОВОДСТВО ПО  
НЕОРГАНИЧЕСКОМУ  
СИНТЕЗУ



Том 1

Мир

А.Н.НЕСМЕЯНОВ, Н.А.НЕСМЕЯНОВ

# НАЧАЛА ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

КНИГА ПЕРВАЯ

*А.Е.Агрономов*

## Избранные главы органической химии

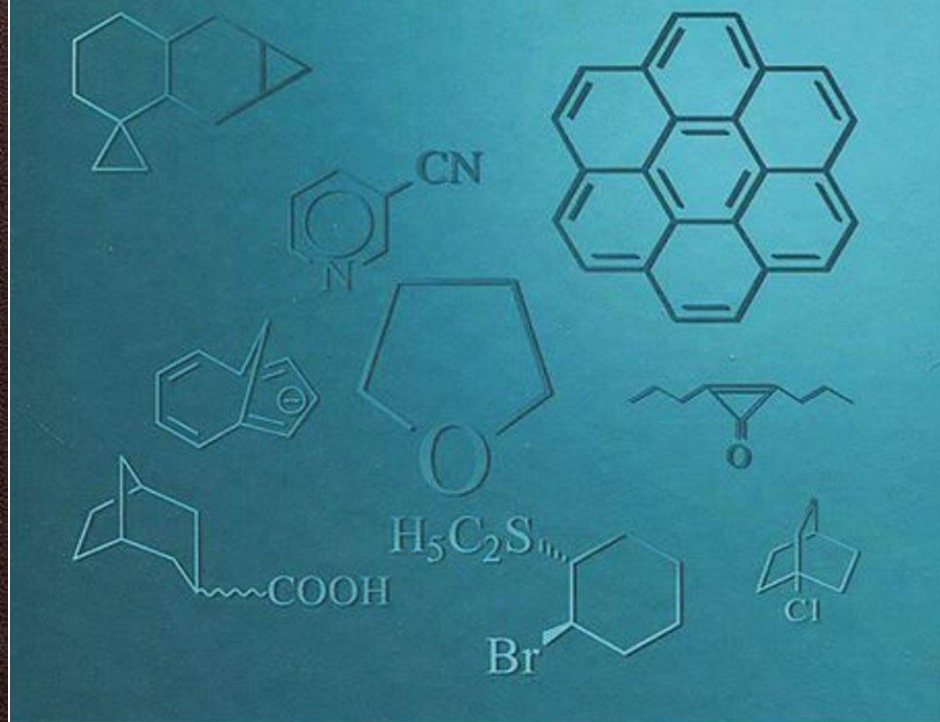
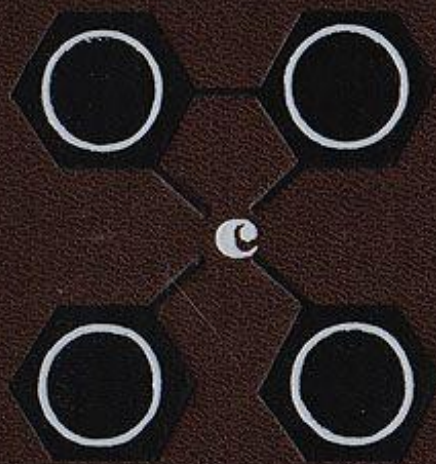
14579/



МОСКВА 1969

П. Сайкс

# МЕХАНИЗМЫ РЕАКЦИЙ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ



## ЗАДАЧИ ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ с решениями

Сальников О. Г., Конев В. Н.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ ДЛЯ ОЛИМПИАДНИКОВ

Учебно-методическое пособие

(в разработке)

Новосибирск  
2019



Л. Титце  
Т. Айхер

# ПРЕПАРАТИВНАЯ ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ



Издательство «МИР»

А. Ленинджер

# ОСНОВЫ БИОХИМИИ

О.М. Полторак,  
Л.М. Ковба

# ФИЗИКО- ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МОСКОВСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА

УЧЕБНИК ДЛЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

# ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ


## 1 ТЕОРИЯ



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
**БИНОМ**

# Электронные ресурсы

[http://www.inorg.chem.msu.ru/index\\_r.php?topic=lit](http://www.inorg.chem.msu.ru/index_r.php?topic=lit)



## Учебная литература

### Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

#### КАФЕДРА НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Главная	Руководство	Годовой отчёт кафедры	История кафедры	Ю.Д. Третьяков
Учебная работа ▶	Аспиранты	Сотрудники	Документы	Адрес
Научный коллоквиум кафедры	Финансирование НИР	Центр коллективного пользования	Научное оборудование	Электронный буклет о кафедре
Лаборатории ▶		Неорганическая химия в ВУЗах России		Проверка почты (старый сервер)

## Учебная литература

[http://www.inorg.chem.msu.ru\](http://www.inorg.chem.msu.ru)

## Учебная работа\

## Учебная литература

<http://periodictable.ru/> – элементы, фото и видео

1. Ю.Д. Третьяков, А.А. Дроздов, В.П. Зломанов, Г.Н. Мазо, Ф.М. Спиридонов. Теоретическая химия. Химия элементов. Учебник в 2 томах. М.: МГУ и ИКЦ «Академкнига», 2007.
2. М.Е. Тамм, Ю.Д. Третьяков. Неорганическая химия. Т. 1. Физико-химическая теория. М.: Изд. центр «Академия», 2004
3. А.А. Дроздов, В.П. Зломанов, Г.Н. Мазо, Ф.М. Спиридонов. Под ред. Ю.Д. Третьякова. Химия непереходных элементов. М.: Изд. центр «Академия», 2004.
4. А.А. Дроздов, В.П. Зломанов, Г.Н. Мазо, Ф.М. Спиридонов. Под ред. Ю.Д. Третьякова. Химия переходных элементов. Кн. 1. М.: Изд. центр «Академия», 2007.
5. А.А. Дроздов, В.П. Зломанов, Г.Н. Мазо, Ф.М. Спиридонов. Под ред. Ю.Д. Третьякова. Химия переходных элементов. Кн. 2. М.: Изд. центр «Академия», 2007.
6. Е.И. Ардашникова, Г.Н. Мазо, М.Е. Тамм. Под ред. Ю.Д. Третьякова. Сборник задач. М.: Мир, 2004.
7. Ю.М. Коренев, А.Н. Григорьев, Н.Н. Желтиговская, К.М. Дунаева. Задачи и химии с ответами и решениями. М.: Мир, 2004.
8. Е.И. Ардашникова, Г.Н. Мазо, М.Е. Тамм. Вопросы и задачи к курсу неорганической химии. М.: Мир, 2004.

### Дополнительная литература

1. Н.С. Ахметов. Общая и неорганическая химия. М.: Высшая школа, 2001.
2. Ф. Коттон, Дж. Уилкинсон. Современная неорганическая химия: в 3 т. М.: Химия, 1990.
3. Дж. Хьюз. Неорганическая химия. Строение вещества и реакционная способность. М.: Мир, 1990.
4. Д. Шрайвер, П. Этлингс. Неорганическая химия. М.: Мир, 2004.
5. В.В. Скопенко, А.Ю. Цивадзе, Л.И. Савровский, А.Д. Гарновский. Координатно-химическая связь. М.: Мир, 1997.
6. Г.Грей. Электроны и химическая связь. М.: Мир, 1967.

Электронные пособия для студентов 1 курса

- Шевельков А.В., Гудилин Е.А.  
Неорганическая химия  
*Лекции для студентов 1-го курса*
- Шевельков А.В.  
Периодичность свойств и особенности химической связи. Наиболее полный преподавателями закономерности неорганической химии  
*Лекция для студентов и преподавателей (файл в формате PDF, размером 1,5 Мб)*
- И.В.Морозов, А.И.Болталкин, Е.В.Карпова  
Окислительно-восстановительные процессы  
*Пособие для студентов 1-го курса*
- Жиров А.И.  
Химия элементов с основами качественного анализа

# Электронные ресурсы

<http://vos.olimpiada.ru>

## ЭТАПЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ В Г.МОСКВЕ



### Новости

- Приказ об итогах заключительного этапа всероссийской олимпиады 2021/22 учебного года
- Итоги пригласительного (пробного) этапа
- Сбор сведений о составе оргкомитета от организаторов школьного этапа 2022/23 учебного года
- Результаты пригласительного (пробного) этапа по информатике
- Результаты пригласительного (пробного) этапа по искусству (МХК)

### Москвичи в финале 2022

Прошло 24 олимпиады из 24

**248**  
победителей

**1069**  
призеров

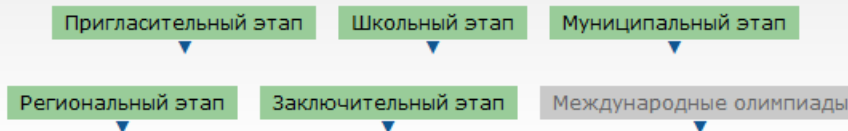
### Контакты

При обращении на указанные адреса следует указывать следующие данные: ФИО (полностью), школу, класс, предмет, этап и суть обращения. Сотрудникам школ также необходимо указать свою должность.

Контактный адрес городского оргкомитета [vos@olimpiada.ru](mailto:vos@olimpiada.ru)

Ответственный секретарь городского оргкомитета  
**Петровская Наталья Вячеславовна**  
[np@mosolymp.ru](mailto:np@mosolymp.ru)

Контакты координаторов первого и второго этапов  
в межрайонных советах директоров.



### Химия 2021-2022 учебного года | Главная

О работе со школьниками и региональном этапе:  
<http://moschem.olimpiada.ru/>

Городская предметно-методическая комиссия и региональный оргкомитет:  
[vos-chem@olimpiada.ru](mailto:vos-chem@olimpiada.ru)

### Расписание

Школьный этап	Муниципальный этап	Региональный этап	Заключительный этап
22 октября	7 декабря	18, 19 января	18-24 марта (г. Москва)

### Текущее состояние

Команда **Москвы** на заключительном этапе

### Новости

### Итоги

# Электронные ресурсы

<https://siriusolymp.ru/school2021/chemistry>

ВСОШ

Сириус  
Образовательный центр



ОБ ОЛИМПИАДЕ

ПРАВИЛА

УЧАСТНИКАМ

ОРГАНИЗАТОРАМ

НОВОСТИ

FAQ

КОНТАКТЫ

Разбор заданий

Расписание

Выбрать регион

Авторы заданий

## Химия

12 октября – 15 октября 2021 года

Тур завершен. В олимпиаде приняли участие 373 281 школьник. Результаты доступны в системе [uts.sirius.online](https://uts.sirius.online) по индивидуальному коду участника.

# Электронные ресурсы

<https://olimpiada.ru/activity/76/tasks/2020>

**OLIMPIADA**

Олимпиады Новости Журнал

Москва 🔍 ⭐



< Всероссийская олимпиада по химии

Участвовать

⭐ Следить

## Задания

За 2020 год ▾

Для 7 8 9 10 11 классов

Школьный этап (Москва ▾)

10 лайфхаков от

# Электронные ресурсы

<http://www.chem.msu.su/rus/olimp/welcome.html>



*Химические наука и образование  
в России*

## Школьные олимпиады по химии

### Международная Менделеевская олимпиада

#### Об олимпиаде

- [XXXI 1997 год, г. Ереван \(Республика Армения\)](#)
- [XXXII 1998 год, г. Чолпон-Ата \(Кыргызская Республика\)](#)
- [XXXIII 1999 год, г. Минск \(Республика Беларусь\)](#)
- [XXXIV 2000 год, г. Баку](#)
- [XXXV 2001 год, г. Москва](#)
- [XXXVI 2002 год, г. Алматы](#)
- [XXXVII 2003 год, г. Москва](#)
- [XXXVIII 2004 год, г. Кишинэу](#)
- [XXXIX 2005 год, г. Душанбе](#)
- [XXXX 2006 год, г. Ереван](#)
- [XXXXI 2007 год, г. Минск](#)
- [XXXXII 2008 год, г. Ташкент](#)
- [XXXXIII 2009 год, г. Ашгабат](#)
- [XXXXIV 2010 год, г. Баку](#)
- [XXXXV 2011 год, г. Москва](#)
- [XXXXVI 2012 год, г. Астана](#)
- [XXXXVII 2013 год, г. Ташкент](#)
- [XXXXVIII 2014 год, г. Москва](#)
- [XXXXIX 2015 год, г. Ереван](#)
- [L 2016 год, г. Москва](#)
- [LI 2017 год, г. Астана](#)
- [LII 2018 год, г. Минск](#)
- [LIII 2019 год, г. Санкт-Петербург](#)
- [LIV 2020 год, online](#)
- [LV 2021 год, online](#)
- [LVI 2022 год, г. Ташкент](#)

### Международные олимпиады

- [1997 год, г. Леноксвилль \(Монреаль\), Канада](#)
- [2000 год, г. Копенгаген, Дания](#)
- [2001 год, г. Мумбай \(Бомбей\), Индия](#)
- [2002 год, Гронинген, Нидерланды](#)
- [2003 год, г. Афины, Греция](#)
- [2004 год, г. Киль, Германия](#)
- [2005 год, г. Тайпей, Тайвань](#)
- [2006 год, г. Кёнсан, Корея](#)
- [2007 год, г. Москва, Россия](#)
- [2008 год, г. Будапешт, Венгрия](#)
- [2009 год, Кембридж, Англия](#)
- [2010 год, Токио, Япония](#)
- [2011 год, Анкара, Турция](#)
- [2012 год, Вашингтон, США](#)
- [2013 год, Москва, Россия](#)
- [2014 год, Ханой, Вьетнам](#)
- [2015 год, Баку, Азербайджан](#)
- [2016 год, Тбилиси, Грузия](#)
- [2017 год, Накхонпатхом, Таиланд](#)
- [2018 год, Словакия и Чешская республика](#)
- [2019 год, Париж, Франция](#)
- [2020 год, Стамбул, Турция \(дистанционная олимпиада\)](#)
- [2021 год, Осака, Япония \(дистанционная олимпиада\)](#)

Учебно-тренировочные сборы по химии

[О сборах](#)

# Простые задачи

1. Определите элемент по его доле в бинарном соединении
2. Определите элементы **X** и **Y** по доле одного из них в серии бинарных соединений
3. Определите вещество по изображению структуры, параметрам ячейки и плотности
4. Определите вещество по результатам количественного анализа
5. Определите вещество по косвенным количественным данным



# 1. Элемент по доле в бинарном соединении

Определите металл, если известна массовая доля кислорода в оксиде:

а) 31.58%; б) 23.12%; в) 27.64%; г) 59.51%

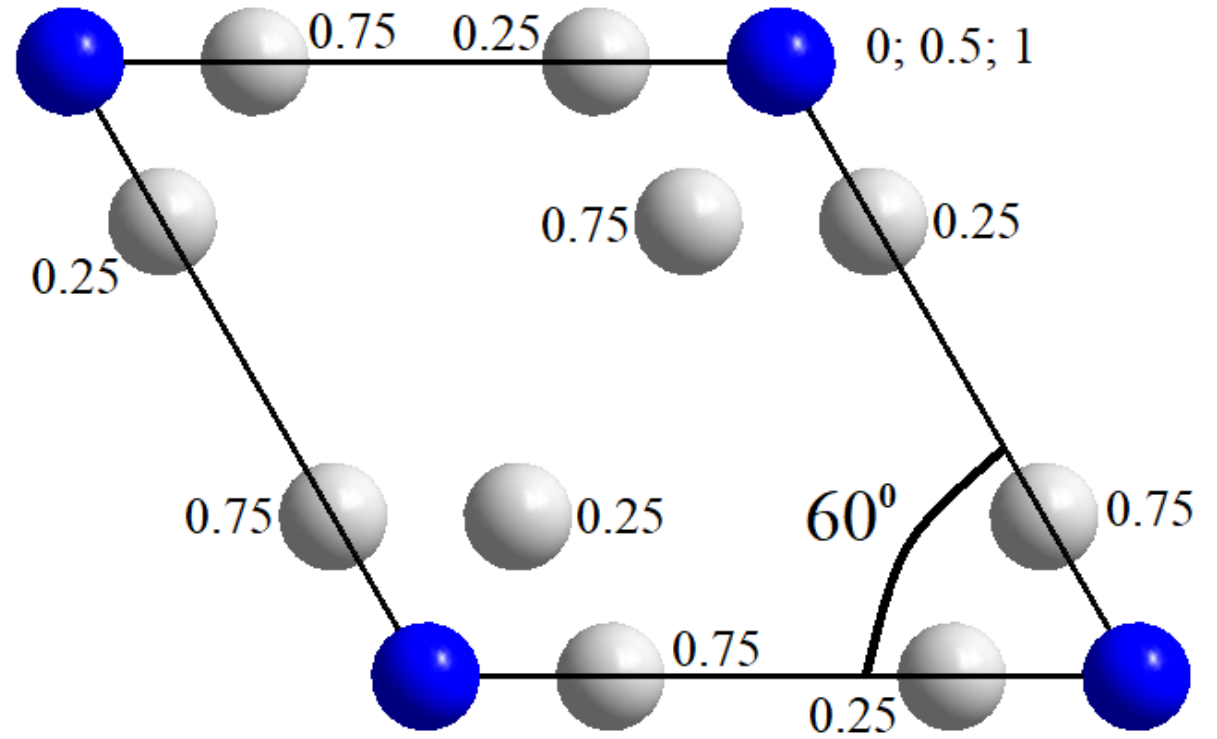
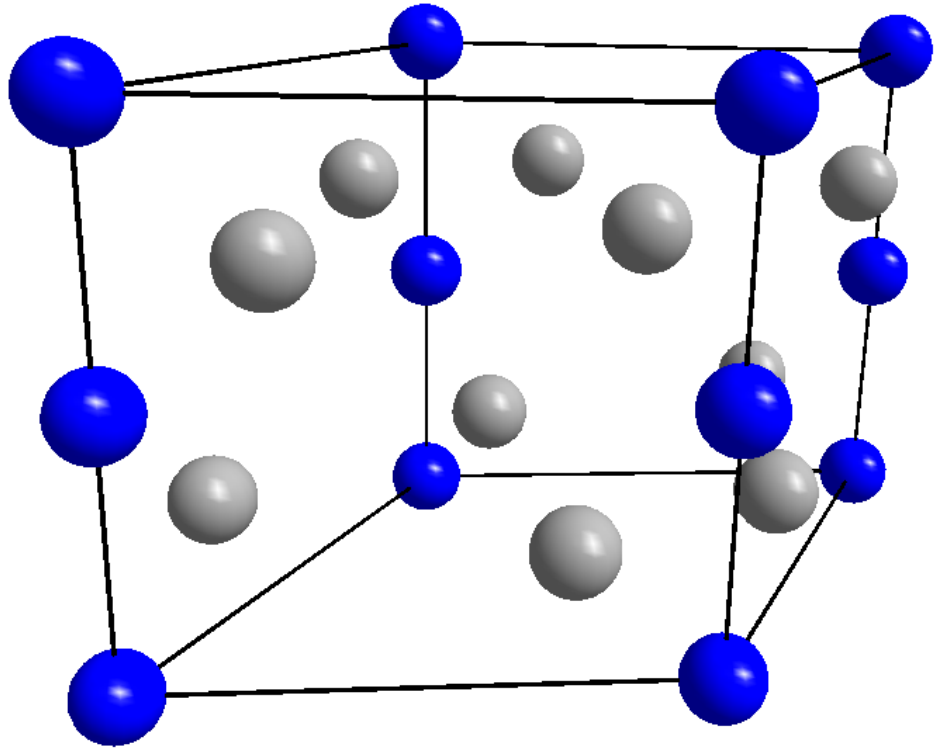
## 2. Определите элементы X и Y по доле одного из них в серии бинарных соединений

Элементы X и Y образуют ряд бинарных соединений A - D,  
Определите неизвестные вещества.

	A	B	C	D
$\omega(X),\%$	64.38	57.54	52.02	47.47

	A	B	C	D	E
$\omega(X),\%$	50.23	33.54	22.38	21.90	20.15

### 3. Определите вещество по изображению структуры, параметрам ячейки и плотности



На рисунке приведена элементарная ячейка соединения **X**, в основании ячейки находится ромб со стороной 779.8 пм, а высота ячейки составляет 752.9 пм (грани ячейки -прямоугольники), плотность вещества 1.10 г/мл.

## 4. Определите вещество по результатам количественного анализа

Навеску кристаллогидрата хлорида некоторого металла массой 1.10 г прокалили до постоянной массы (232 мг). Газообразные продукты количественно поглотили 50мл 0.364М раствора NaOH, полученный раствор перенесли в мерную колбу на 100мл, довели до метки. На титрование аликвоты 10мл этого раствора было израсходовано в трех экспериментах 10.9; 10.7, 10.8 мл 0.021 М серной кислоты.

Определите формулу исходного кристаллогидрата.

## 5. Определите вещество по косвенным количественным данным

Газы **X** и **Y** в незначительных количествах присутствуют в атмосфере Земли. Содержание **X** равно  $5.0 \cdot 10^{-5} \%$  по объёму и  $3.5 \cdot 10^{-6} \%$  по массе, для **Y** значения этих же величин составляют  $3.0 \cdot 10^{-5} \%$  и  $5.0 \cdot 10^{-5} \%$  соответственно.

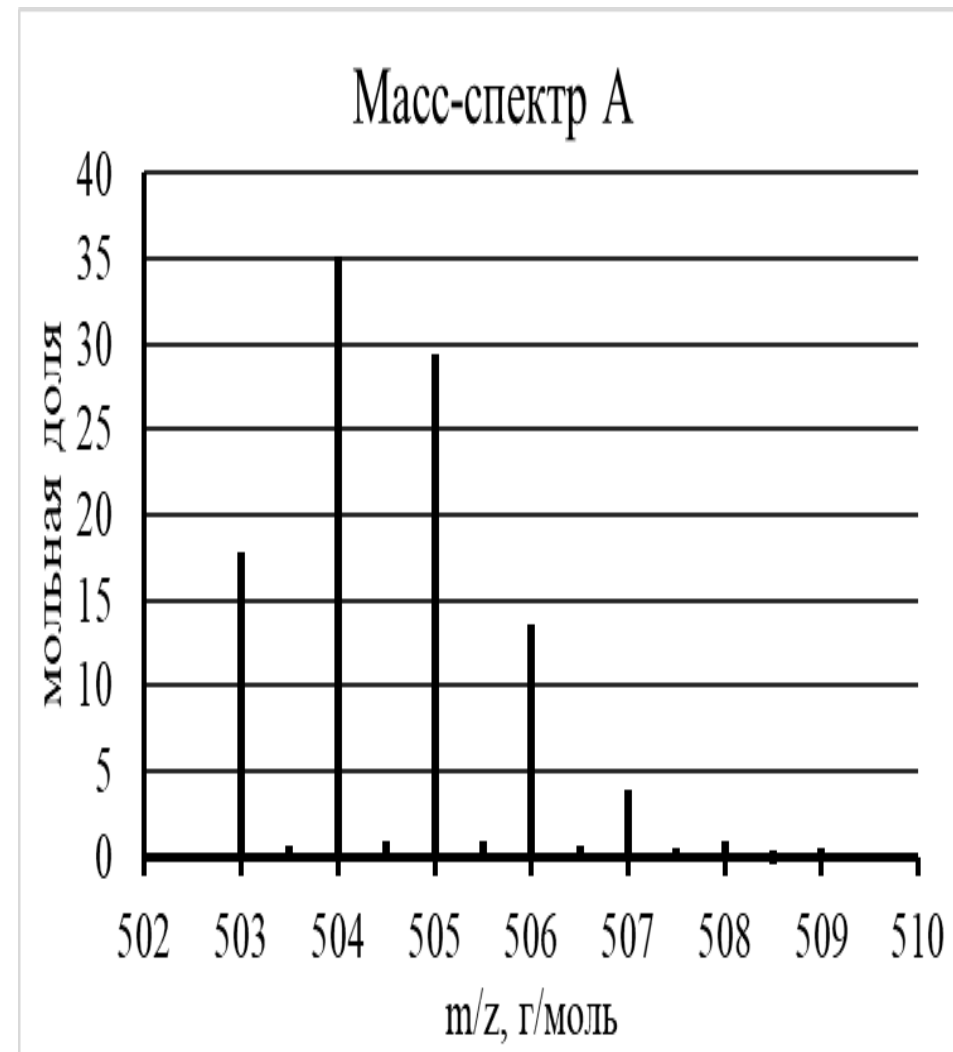
Определите неизвестные вещества **X** и **Y**. Ответ подтвердите расчётом.

## 5. Определите вещество по косвенным количественным данным

В 0.2 М растворе хлорида цирконила в сильноокислой среде в растворе преобладает двухзарядный катион **A**. На рисунке приведён его масс-спектр.

Для исследований использовали чистый изотоп  $^{93}\text{Zr}$ . В природе хлор встречается в виде двух изотопов  $^{35}\text{Cl}$  и  $^{37}\text{Cl}$ ,  $M(^{35}\text{Cl}) = 34.967$  г/моль,  $M(^{37}\text{Cl}) = 36.964$  г/моль.

Определите количество атомов хлора в катионе **A**  
Определите состав катиона



# Типы задач

## «Что у меня в руке?»

### Задача 9-3

Вещество **X** представляет собой белый порошок, хорошо растворимый в воде и легко разлагающийся при нагревании с выделением газа (*р-ция 1*). Действием на 10,0 г вещества **X** избытком горячего раствора вещества **Y**, дающего белый

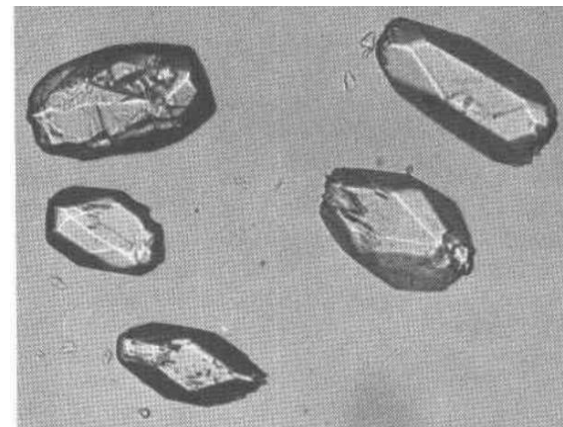
творожистый осадок с нитратом серебра (*р-ция 2*), получили 5,0 г вещества **Z** в виде белого осадка (*р-ция 3*). Вещество **Z** встречается в природе в виде многочисленных минералов и входит в состав горных пород. Длительным выдерживанием в автоклаве при 55°C 20 г насыщенного при этой температуре раствора **X** с суспензией 3.6 г **Z** получили 7,2 г кристаллического вещества **N** с выходом 84% (*р-ция 4*). Вещество **N** обнаружено в природе в виде редкого минерала. При действии воды кристаллы **N** разрушаются. Так, при внесении 11,9 г **N** в 93,1 г воды выпадает осадок **Z** и образуется раствор массой 100 г. При добавлении к 10 г этого раствора избытка соляной кислоты выделяется 111,8 мл газа (н.у.).

Растворимость вещества **X** при 55°C равна 56,25 г в 100 г воды.

При нагревании твердого **Y** потеря массы в виде газообразных продуктов составляет примерно 49,3%.

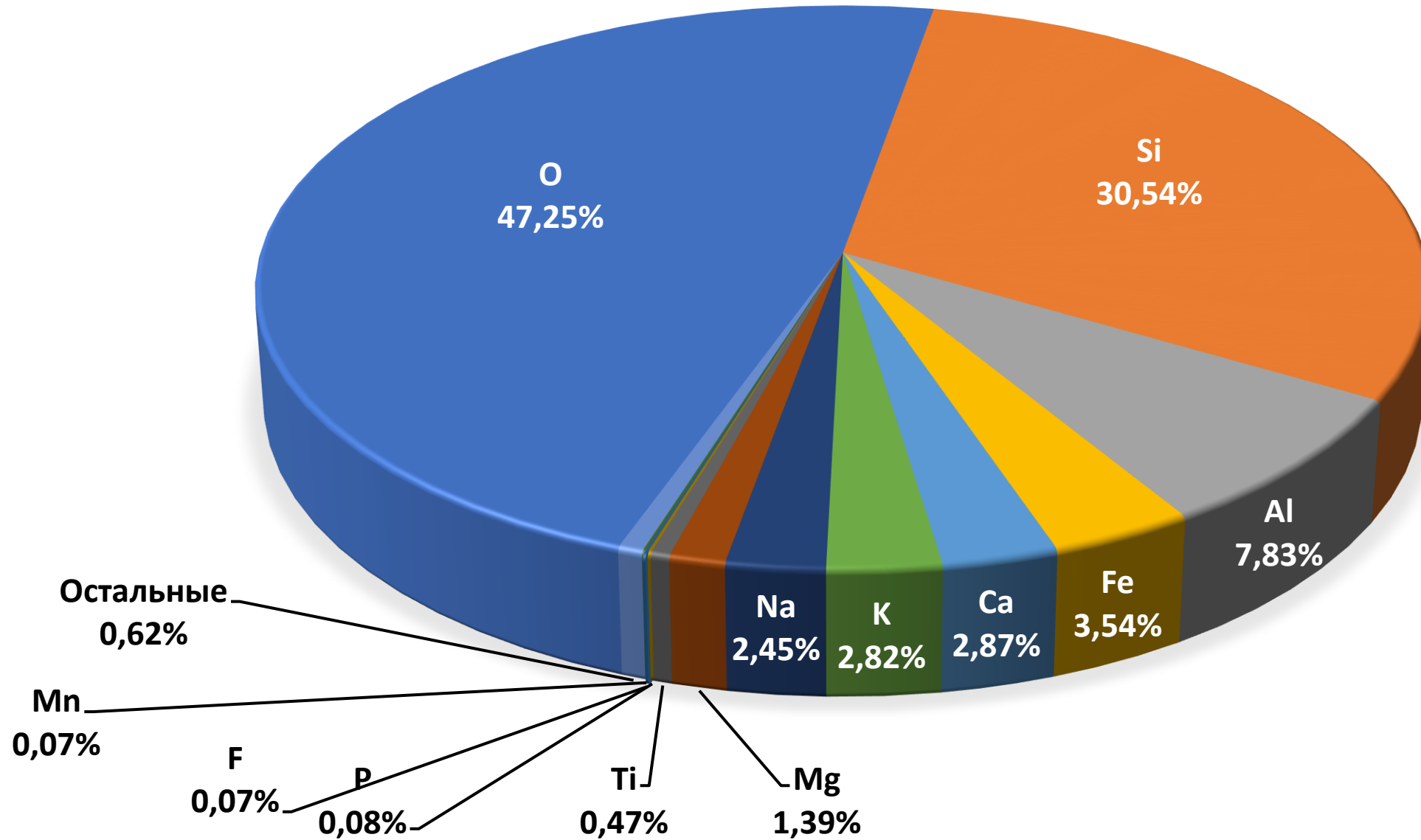
### **Вопросы:**

- Определите неизвестные вещества **X**, **Y**, **Z** и **N**. Ответ обоснуйте, подтвердите расчетами.
- Запишите уравнения реакций 1 – 4.



Кристаллы **N**

# Содержание элементов в земной коре



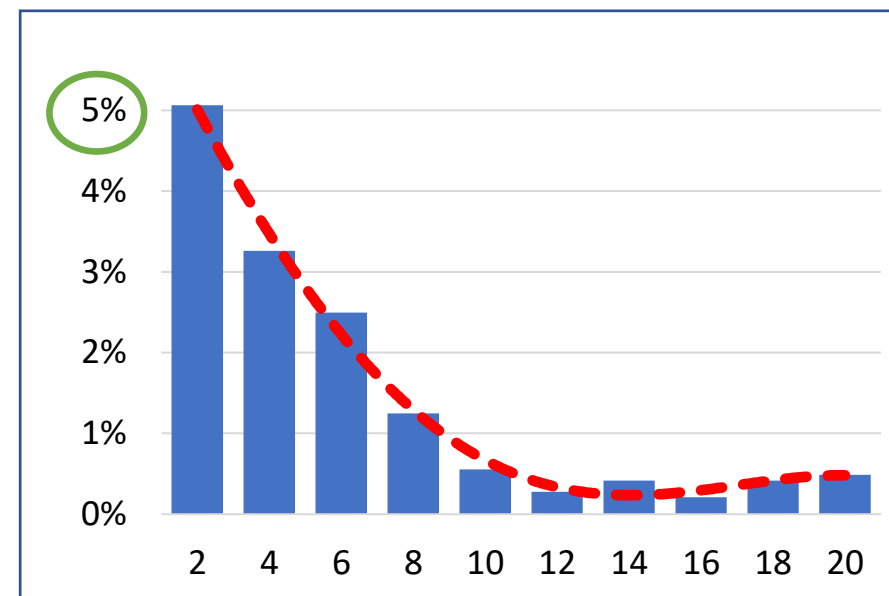
# Типы задач

## «Что у меня в руке?»

	X	Y	Z	N
вещества	$\text{KHCO}_3$	$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	$\text{CaCO}_3$	$\text{K}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2$

### Уравнения реакций:

- 1)  $2\text{KHCO}_3 \xrightarrow{t} \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{CaCl}_2 + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow 2\text{AgCl}\downarrow + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
- 3)  $2\text{KHCO}_3 + \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{KCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 4)  $2\text{KHCO}_3 + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$



1.	Вещества X, Y, Z, N по 3 балла	12 баллов
2.	Уравнения реакций по 2 балла	8 баллов
ИТОГО:		20 баллов

# Типы задач

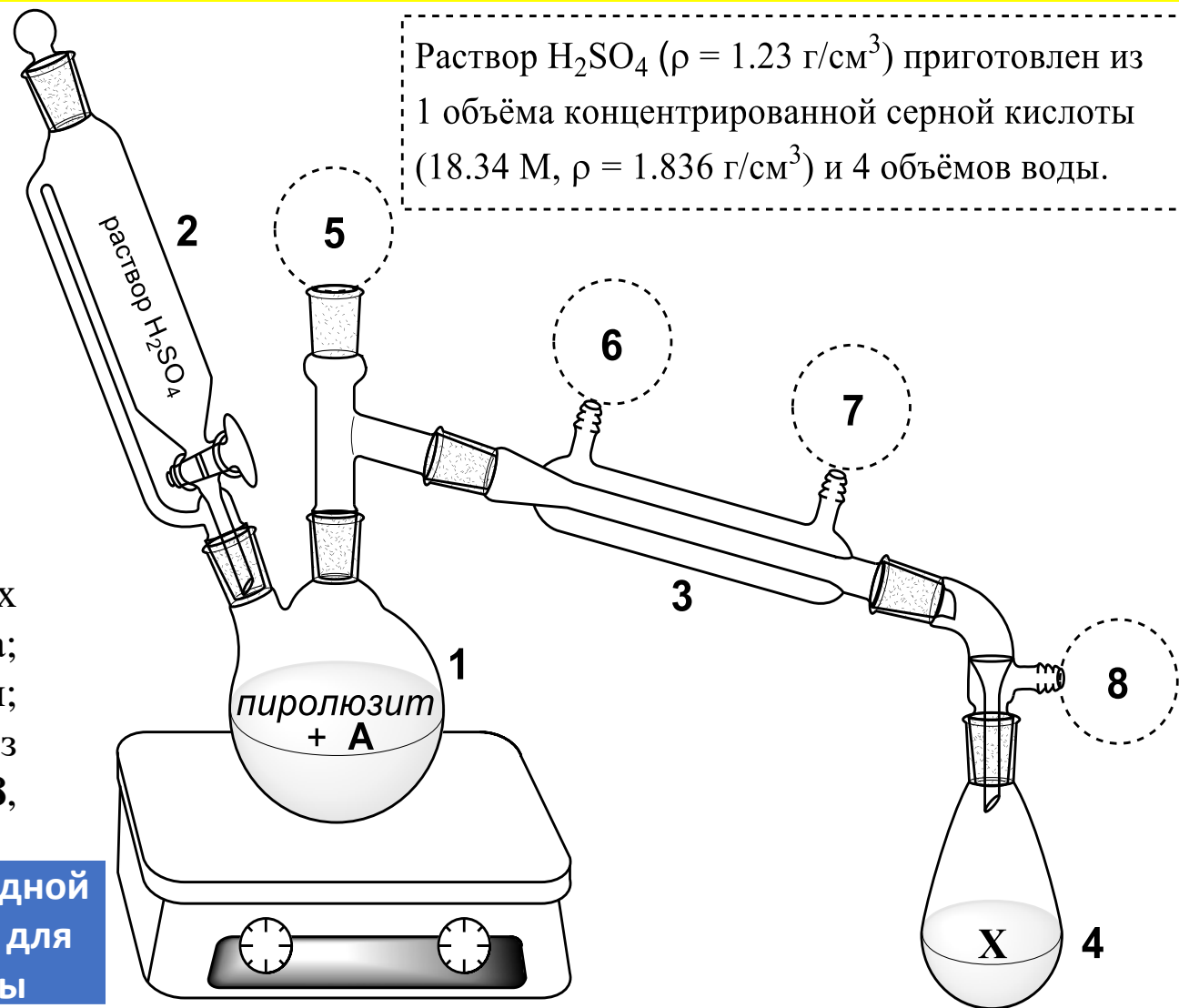
## «Мысленный эксперимент»

### Задача 9-2

Для получения простого вещества **X** Юный химик смешал 500 г раствора безводной натриевой соли **A** (содержание соли в растворе составляет 35 масс. %) и 90 г измельчённого минерала *пиролюзита* в двугорлой колбе **1**. Затем из капельной воронки **2** при нагревании он начал добавлять раствор серной кислоты, при этом реакционная смесь потемнела, а установку начали заполнять тёмно-красные пары **X** (*р-ция 1*). Пары постепенно достигли холодильника **3**, в котором сконденсировались в тёмную жидкость и по каплям начали поступать в охлаждаемую льдом колбу-приёмник **4**.

**1.** На приведённом рисунке не хватает следующих частей: *а)* ловушки с тиосульфатом натрия; *б)* термометра; *в)* входного шланга с проточной водой для охлаждения; *г)* выходного шланга для воды. Определите, какие из недостающих частей установки соответствует позициям **5 – 8**, заполните таблицу:

	а) Ловушка с $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	б) Термометр	в) Входной шланг для воды	г) Выходной шланг для воды
Позиция				



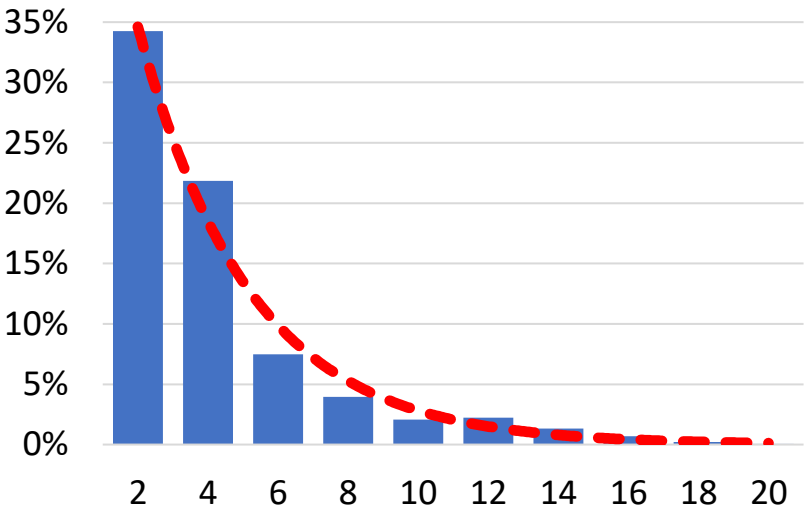
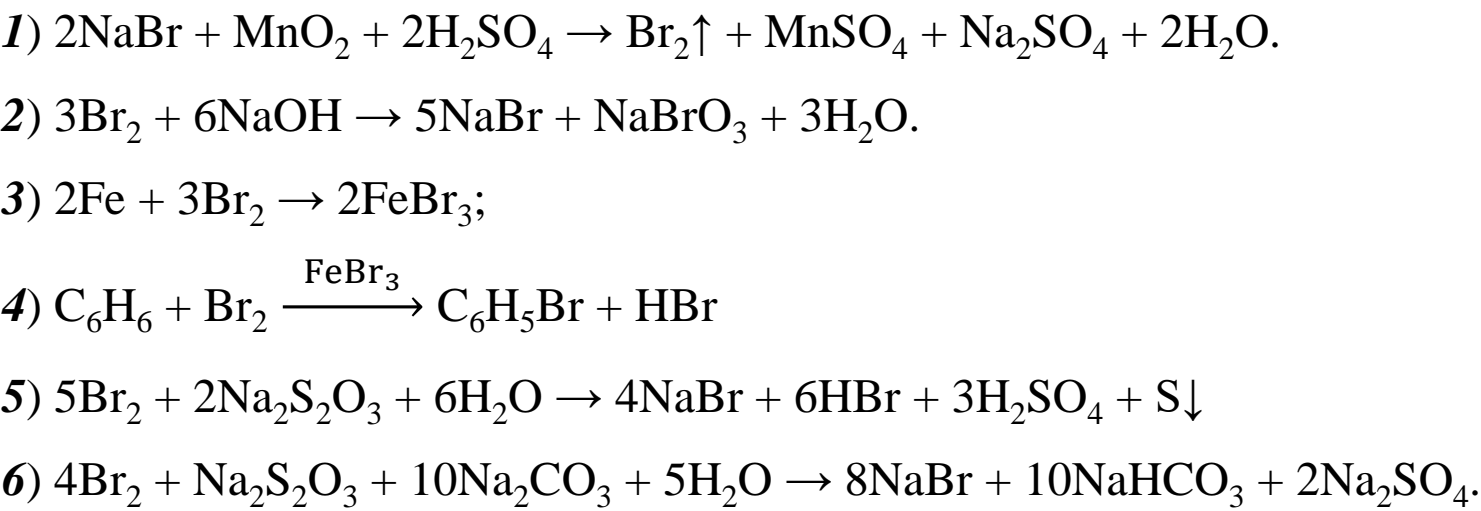
# Типы задач

## «Мысленный эксперимент»

В тёплой воде **X** растворяется ограниченно, при этом раствор окрашивается в красно-коричневый цвет. При добавлении щёлочи происходит обесцвечивание водного раствора (*р-ция 2*). **X** хорошо растворяется в бензоле  $C_6H_6$ , при добавлении небольшого количества металлического железа этот раствор постепенно обесцвечивается (*р-ции 3 и 4*). Один из продуктов *р-ции 4* содержит 45,9 масс. % углерода.

После завершения опыта в ловушке с тиосульфатом образовалась взвесь простого вещества (*р-ция 5*). Юный химик разобрал прибор промыл всю посуду от **X** раствором тиосульфата натрия, в который добавил карбонат натрия (*р-ция 6*).

2. Напишите формулу вещества, являющегося основным компонентом минерала *пиролюзита*.
3. Определите вещества **A** и **X**.
4. Напишите уравнения реакций **1** – **6**. Зачем для мытья посуды Юный химик добавил в раствор тиосульфата карбонат натрия?
5. Рассчитайте теоретический минимальный объём раствора серной кислоты, необходимый для количественного протекания реакции **1**. При расчётах учтите, что используемый Юным химиком *пиролюзит* кроме основного вещества содержит 8 масс. % оксида кремния.
6. Опишите, какие правила безопасности соблюдал Юный химик при:  
*а)* приготовлении раствора серной кислоты; *б)* проведении синтеза.



1.	Соотнесение частей установки цифрам 5 – 8 – по 1 баллу	4 балла
2.	Основной компонент пиролюзита	1 балл
3.	Формулы веществ А и Х – по 1 баллу	2 балла
4.	Уравнения реакций 1 – 6 – по 1 баллу Цель добавления карбоната натрия в раствор – 1 балл достаточно указать хотя бы одну из двух причин – нейтрализацию кислот или недопущение образования серы	7 баллов
5.	Минимальный объём серной кислоты – 4 балла, из них расчёт количеств вещества NaBr и MnO <sub>2</sub> – по 0.5 балла NaBr находится в недостатке – 1 балл расчёт концентрации серной кислоты – 1 балл расчёт минимального объёма – 1 балл	4 балла
6.	а) необходимость наливать кислоту в воду б) использование вытяжного шкафа и средств индивидуальной защиты – по 0.5 балла	1 балл 1 балл
	ИТОГО:	20 баллов

# Типы задач

## 2. «Сказка»

### Задача 11-1

**X** — простое вещество, образованное элементом **X**. При его взаимодействии со щелочью при нагревании образуется смесь веществ **A** и **B** (*р-ция 1*), а если реакцию проводить при пониженной температуре ( $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), то образуется смесь веществ **A** и **C** (*р-ция 2*).

Добавление дифторида ксенона к водному раствору **B** (*р-ция 3*) приводит к образованию вещества **D** с тем же качественным, но иным количественным составом. Вещество **D** в одну стадию можно превратить в вещество **A** (*р-ция 4*). При взаимодействии **X** со фтором в  $\text{CCl}_3\text{F}$  при  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  удастся получить вещество **E** (*р-ция 5*), а дальнейшее фторирование 1 эквивалентом  $\text{F}_2$  приводит к образованию вещества **F** (*р-ция 6*), причем его масса на 27,76 % больше массы **E**. Вещество **F** можно в одну стадию превратить в вещество **B** (*р-ция 7*). **E** — летучая жидкость соломенного цвета ( $T_{\text{кип.}} = 125,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), способная растворять золото (*р-ция 9*) с образованием соединения **G** (см. рисунок). Взаимодействие смеси **X** и **F** с избытком  $\text{SbF}_5$  (*р-ция 10*) происходит без изменения степени окисления сурьмы и приводит к образованию ярко-красных кристаллов вещества **H** ( $T_{\text{пл.}} = 85,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), содержащего два атома **X** на формульную единицу. Массовая доля **X** в **H** составляет  $\omega(\text{X}) = 19,28\%$ , а катион в 4,188 раза легче аниона. Кроме того, известно, что ни один из элементов не входит одновременно в состав катиона и аниона.

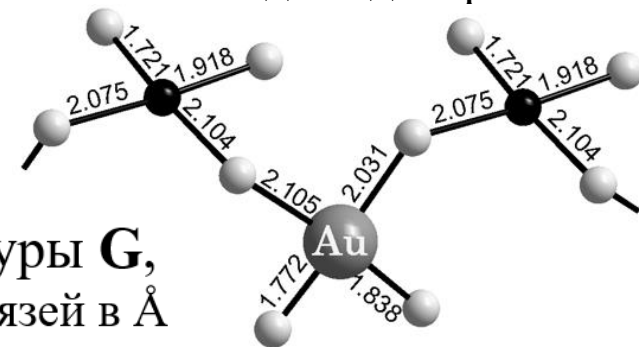
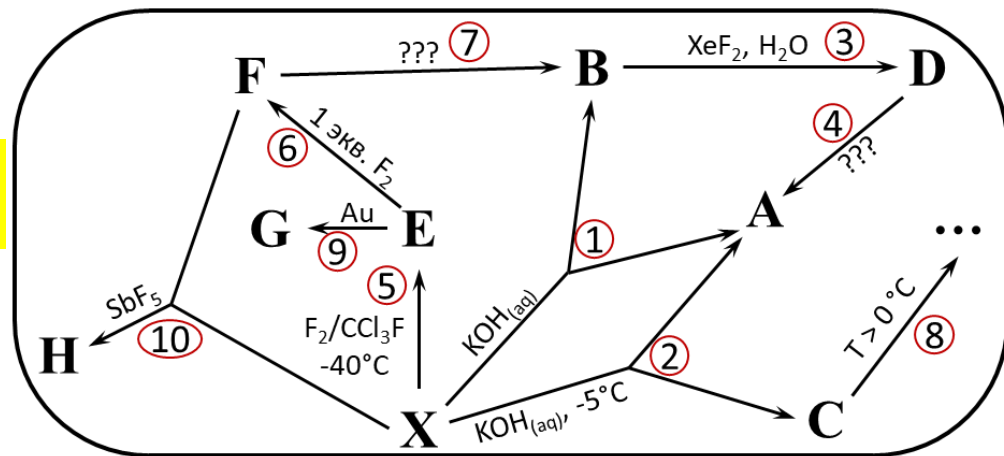
### Вопросы:

1. Определите неизвестные вещества **X** и **A** — **H**.

Ответ обоснуйте, подтвердите расчетами.

Изобразите строение аниона вещества **H**.

2. Напишите уравнения реакций 1–10.



Фрагмент структуры **G**,  
приведены длины связей в Å

# Типы задач

## 2. «Сказка»

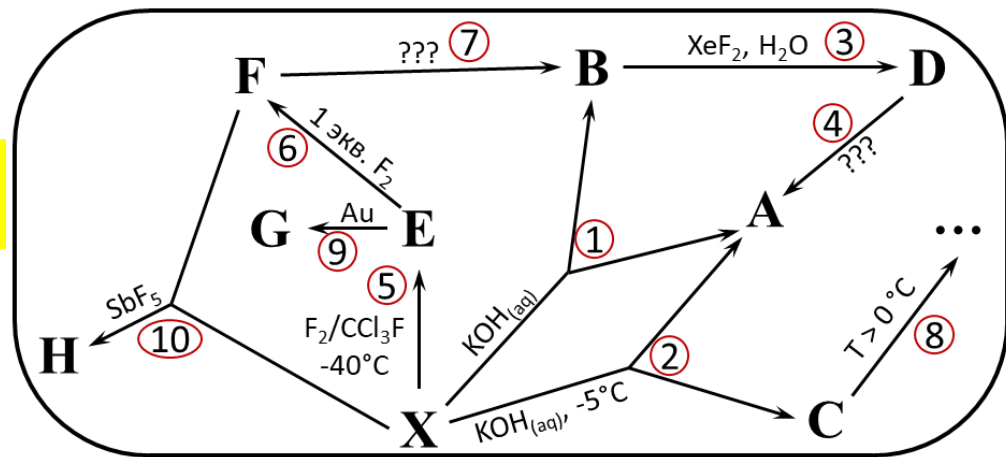
### Задача 11-1

**X** — простое вещество, образованное элементом **X**. При его взаимодействии со щелочью при нагревании образуется смесь веществ **A** и **B** (*р-ция 1*), а если реакцию проводить при пониженной температуре ( $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), то образуется смесь веществ **A** и **C** (*р-ция 2*).

Добавление дифторида ксенона к водному раствору **B** (*р-ция 3*) приводит к образованию вещества **D** с тем же качественным, но иным количественным составом. Вещество **D** в одну стадию можно превратить в вещество **A** (*р-ция 4*). При взаимодействии **X** со фтором в  $\text{CCl}_3\text{F}$  при  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  удастся получить вещество **E** (*р-ция 5*), а дальнейшее фторирование 1 эквивалентом  $\text{F}_2$  приводит к образованию вещества **F** (*р-ция 6*), причем его масса на 27,76 % больше массы **E**. Вещество **F** можно в одну стадию превратить в вещество **B** (*р-ция 7*). **E** — летучая жидкость соломенного цвета ( $T_{\text{кип.}} = 125,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), способная растворять золото (*р-ция 9*) с образованием соединения **G** (см. рисунок). Взаимодействие смеси **X** и **F** с избытком  $\text{SbF}_5$  (*р-ция 10*) происходит без изменения степени окисления сурьмы и приводит к образованию ярко-красных кристаллов вещества **H** ( $T_{\text{пл.}} = 85,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), содержащего два атома **X** на формульную единицу. Массовая доля **X** в **H** составляет  $\omega(\text{X}) = 19,28\%$ , а катион в 4,188 раза легче аниона. Кроме того, известно, что ни один из элементов не входит одновременно в состав катиона и аниона.

### Вопросы:

1. Определите неизвестные вещества **X** и **A** – **H**. Ответ обоснуйте, подтвердите расчетами. Изобразите строение аниона вещества **H**.
2. Напишите уравнения реакций 1–10.

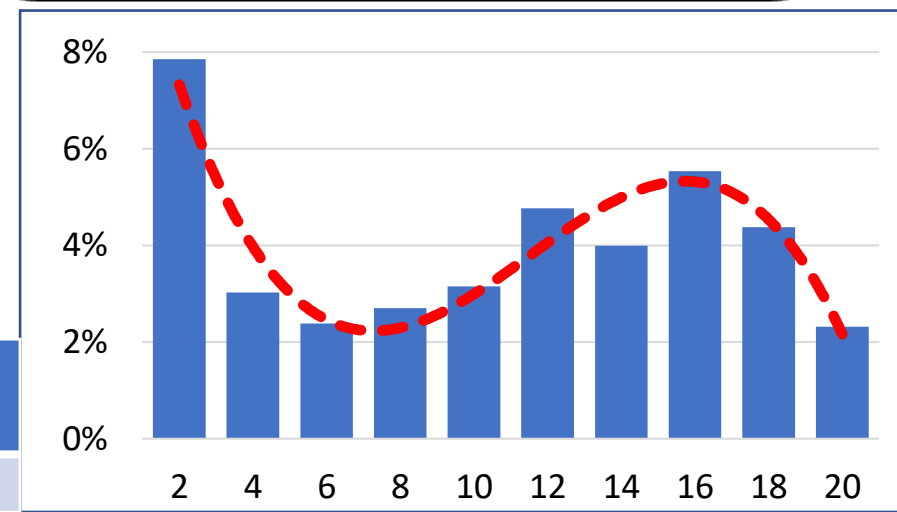
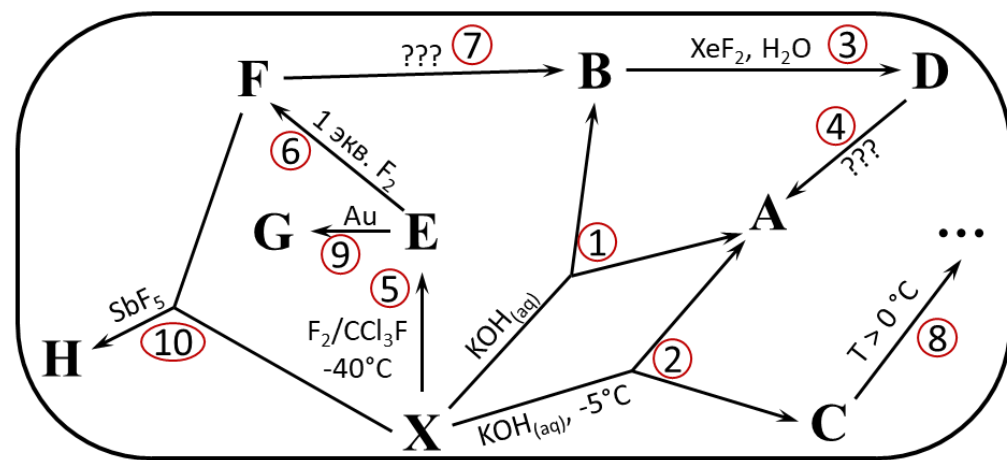
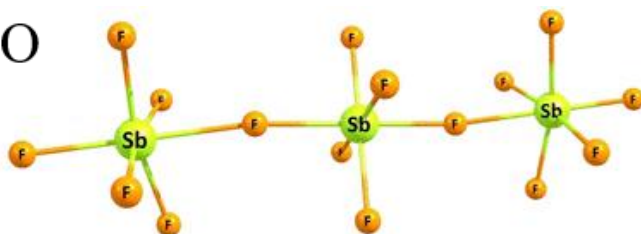


# Типы задач

## 2. «Сказка»

X	A	B	C	D	E	F	G	H
Br <sub>2</sub>	KBr	KBrO <sub>3</sub>	KBrO	KBrO <sub>4</sub>	BrF <sub>3</sub>	BrF <sub>5</sub>	AuBrF <sub>6</sub> или AuF <sub>3</sub> ·BrF <sub>3</sub> или BrF <sub>2</sub> [AuF <sub>4</sub> ]	[Br <sub>2</sub> ][Sb <sub>3</sub> F <sub>16</sub> ]

- $3\text{Br}_2 + 6\text{KOH} \xrightarrow{t^\circ\text{C}} 5\text{KBr} + \text{KBrO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- $\text{Br}_2 + 2\text{KOH} \xrightarrow{-5^\circ\text{C}} \text{KBr} + \text{KBrO} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{KBrO}_3 + \text{XeF}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KBrO}_4 + \text{Xe}\uparrow + 2\text{HF}$
- $\text{KBrO}_4 \xrightarrow{t^\circ\text{C}} \text{KBr} + 2\text{O}_2$
- $\text{Br}_2 + 3\text{F}_2 \xrightarrow{-40^\circ\text{C}, \text{CCl}_3\text{F}} 2\text{BrF}_3$
- $\text{BrF}_3 + \text{F}_2 \rightarrow \text{BrF}_5$
- $\text{BrF}_5 + 6\text{KOH} \rightarrow \text{KBrO}_3 + 5\text{KF} + 3\text{H}_2\text{O}$
- $3\text{KBrO} \xrightarrow{T>0^\circ\text{C}} 2\text{KBr} + \text{KBrO}_3$
- $2\text{Au} + 4\text{BrF}_3 \rightarrow 2\text{AuF}_3 \cdot \text{BrF}_3 + \text{Br}_2$
- $9\text{Br}_2 + 2\text{BrF}_5 + 30\text{SbF}_5 \rightarrow 10[\text{Br}_2][\text{Sb}_3\text{F}_{16}]$



1.	Вещества X, A- H по 1 баллу Структура аниона H – 1 балл	10 баллов
2.	Уравнения реакций 1- 10 по 1 баллу	10 баллов

# Типы задач

## 7. Серия бинарных соединений

### Задача 10-3

В таблице приведены составы газовых смесей бинарных соединений:

Смесь	Компоненты	Массовая доля первого компонента, %	Объёмная доля первого компонента, %	Окраска смеси
I	A + B	26,91	30,00	желтоватая
II	B + C	?	?	бесцветная
III	C + D	91,95	94,74	бесцветная

Все эти смеси при данных температуре и давлении имеют одинаковую плотность. Компоненты смеси образованы двумя элементами **X** и **Y**.

Известно, что молекулы **A-C** четырёхатомные. Химические свойства соединений **A-D** изучены слабо. Известно, что они термически нестабильны и достаточно легко разлагаются до простых веществ. При осторожном нагревании разложение идёт не до конца: **A** превращается в **C** (*p-ция 1*), а **D** превращается в **B** (*p-ция 2*). Между тем, **D** можно получить из **B** пропусканием **B** над раскалёнными железными стружками (*p-ция 3*). Смеси данных соединений с водородом взрывоопасны (*p-ции 4-7*). Кроме того, все они в той или иной степени гидролизуются, однако в описании продуктов гидролиза встречаются некоторые противоречия.

### Вопросы:

- 1) Какова окраска соединений **A-D**?
- 2) Расположите газы **A-D** в порядке возрастания их молярных масс.
- 3) Заполните ячейки с вопросительными знаками в таблице.
- 4) Установите формулы соединений **A-D**.
- 5) Напишите уравнения реакций **1-7**.

# Типы задач

## 7. Серия бинарных соединений

### Задача 10-3

В таблице приведены составы газовых смесей бинарных соединений:

Смесь	Компоненты	Массовая доля первого компонента, %	Объёмная доля первого компонента, %	Окраска смеси
I	A + B	26,91	30,00	желтоватая
II	B + C	?	?	бесцветная
III	C + D	91,95	94,74	бесцветная

Все эти смеси при данных температуре и давлении имеют одинаковую плотность. Компоненты смеси образованы двумя элементами **X** и **Y**.

Известно, что молекулы **A-C** четырёхатомные. Химические свойства соединений термически нестабильны и достаточно легко разлагаются до простых веществ. Реакция идёт не до конца: **A** превращается в **C** (*р-ция 1*), а **D** превращается в **B** (*р-ция 2*). При пропускании **B** над раскалёнными железными стружками (*р-ция 3*). Соединения взрывоопасны (*р-ции 4-7*). Кроме того, все они в той или иной степени гидролизуются. При гидролизе встречаются некоторые противоречия.

### Вопросы:

- 1) Какова окраска соединений **A-D**?
- 2) Расположите газы **A-D** в порядке возрастания их молярных масс.
- 3) Заполните ячейки с вопросительными знаками в таблице.



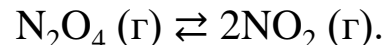


# Типы задач

## 6. «Давайте сложно посчитаем» - задача по арифметике

### Задача 10-5

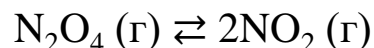
1. Оксид азота  $\text{NO}_2$  находится в равновесии со своим димером:



**Выразите** степень диссоциации ( $\alpha$ ) оксида  $\text{N}_2\text{O}_4$  через общее давление ( $P$ ) в реакторе и константу равновесия этой реакции, выраженную через давления ( $K_p$ ).

Как изменятся константа равновесия и степень диссоциации при увеличении давления? Как изменятся константа равновесия и степень диссоциации при увеличении температуры? Объясните свой ответ в каждом случае.

2. Константа равновесия реакции



при  $25^\circ\text{C}$  равна  $K_p = 0,142$ .

Примечание: При расчёте констант равновесия  $K_p$  давления газов следует выражать в барах ( $1 \text{ бар} = 10^5 \text{ Па}$ ).

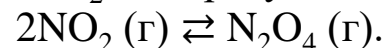
В вакуумированный сосуд объёмом 5 л поместили 4,6 г  $\text{N}_2\text{O}_4$  и выдержали при  $25^\circ\text{C}$  до у

**Рассчитайте** степень диссоциации  $\text{N}_2\text{O}_4$ , состав смеси газов в сосуде (в мольных долях (в бар), среднюю молярную массу и плотность смеси. Газы считайте идеальными.

3. Оксид азота  $\text{N}_2\text{O}_3$  в газовой фазе подвергается термической диссоциации по реакции



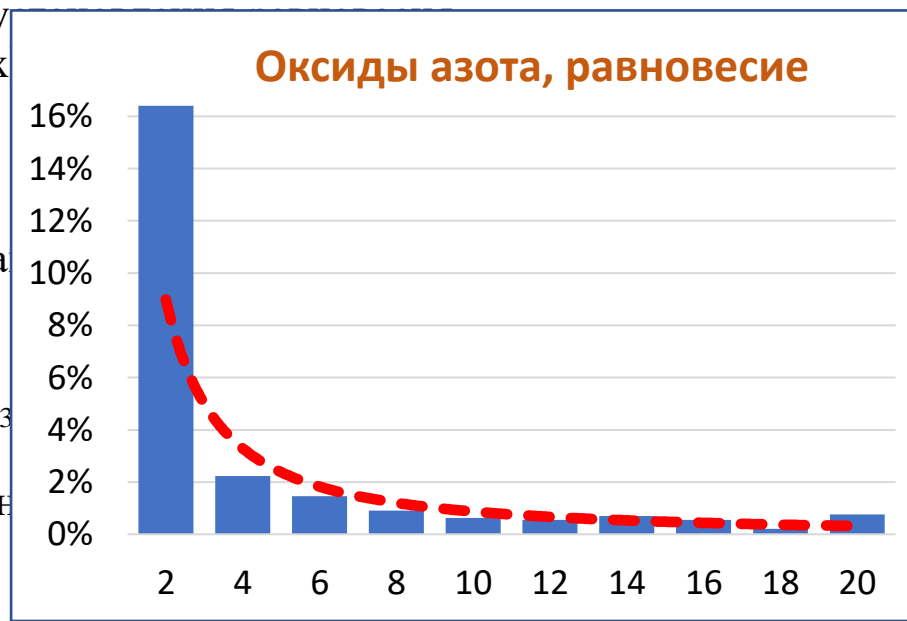
В свою очередь, образующийся в этой реакции оксид азота  $\text{NO}_2$  димеризуется с образова



При температуре  $33^\circ\text{C}$  константа равновесия первой реакции равна  $K_{p1} = 3,0$ .

В вакуумированный реактор объёмом 1,25 л поместили 15,7 г чистого оксида  $\text{N}_2\text{O}_3$  равновесия. Равновесное давление  $\text{NO}$  оказалось равно 3,5 бар.

**Рассчитайте** равновесные парциальные давления всех газов (в бар) и общее равновесное давление второй реакции  $K_{p2}$ . Считайте все газы идеальными.

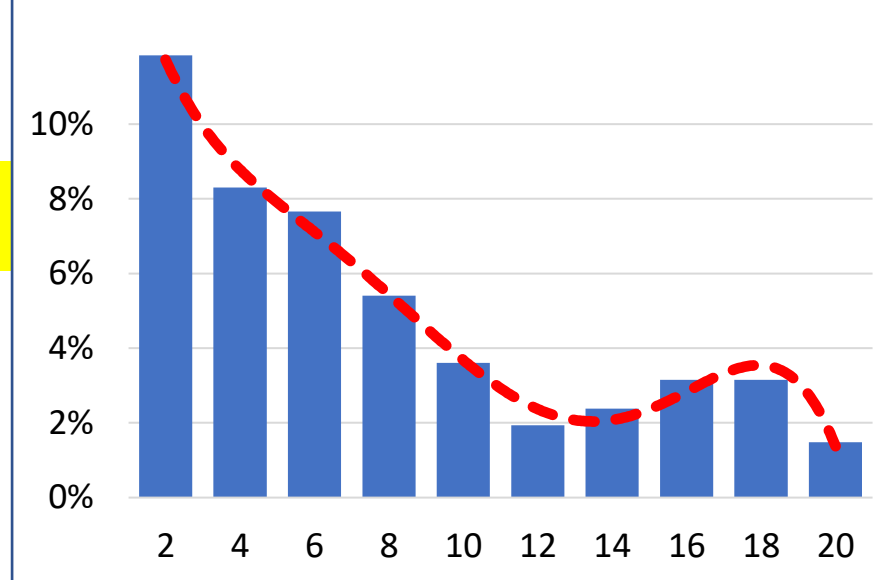
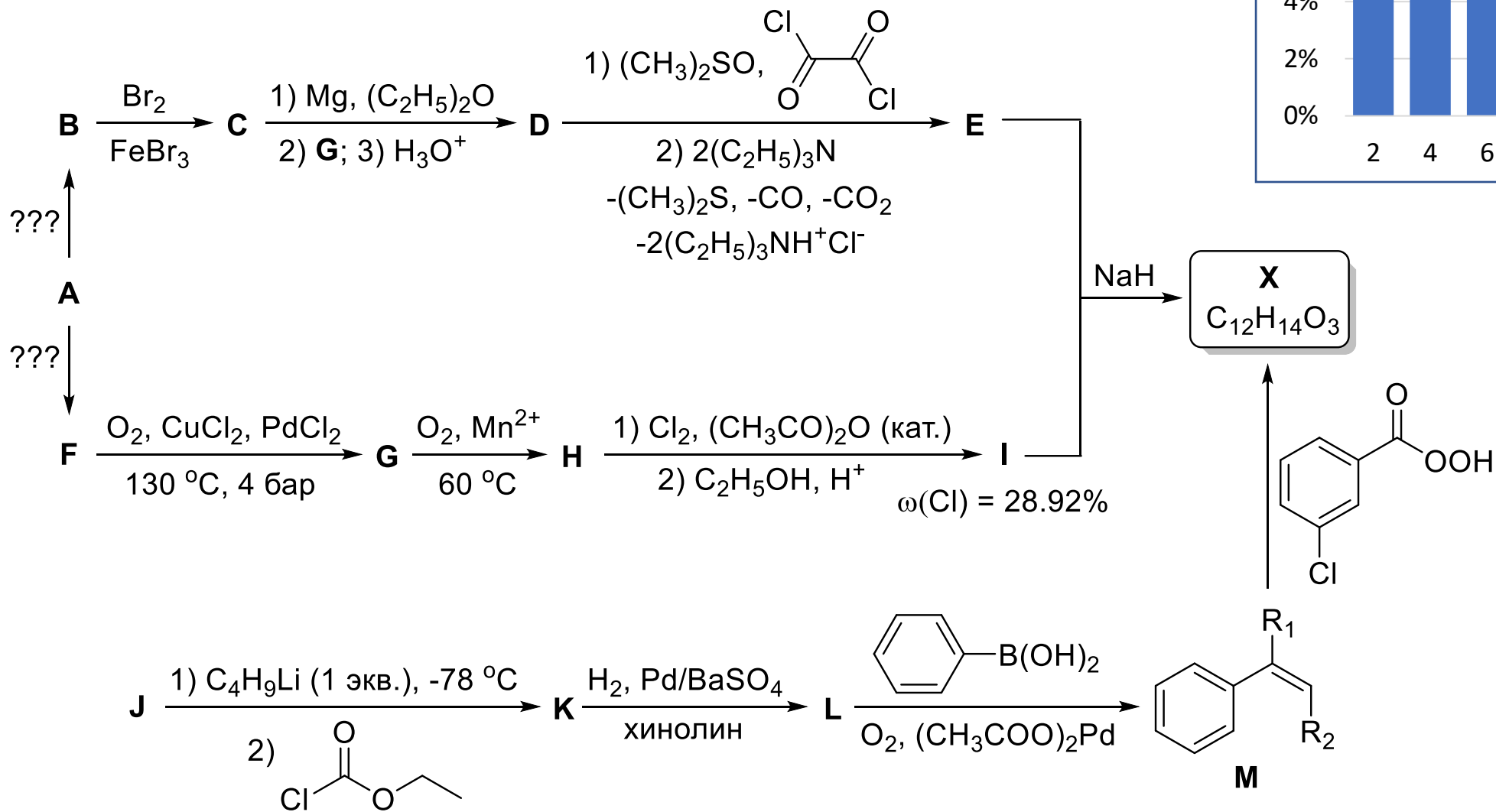


Спасибо за внимание!

# Типы задач

## 3. «Цепочка»

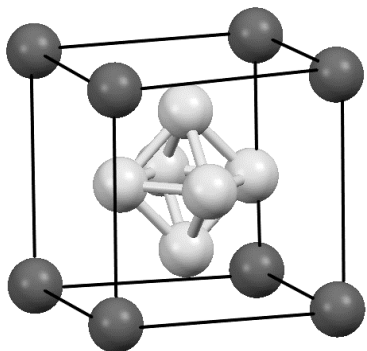
### Задача 11-4



# Типы задач

## 4. «Кристаллохимия» - задача по геометрии

### Задача 10-2

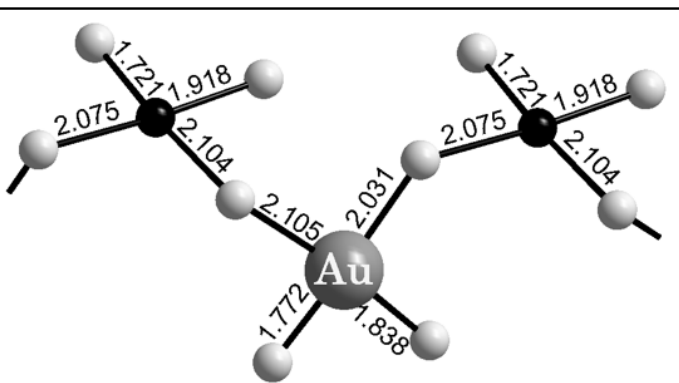


BaB<sub>6</sub>

### Задача 9-4

- Вещество **D**, имеющее плотность 1,419 г/см<sup>3</sup>, кристаллизуется в моноклинной элементарной ячейке со сторонами  $a = 5,641 \text{ \AA}$ ,  $b = 5,521 \text{ \AA}$ ,  $c = 11,306 \text{ \AA}$  и углом  $\beta = 93,26^\circ$ , содержащей 4 формульные единицы.
- Вещество **E**, имеющее плотность 1365 кг/м<sup>3</sup>, кристаллизуется в ромбической элементарной ячейке с длинами сторон  $a = 893,3 \text{ пм}$ ,  $b = 378,2 \text{ пм}$ ,  $c = 865,2 \text{ пм}$ , содержащей 4 формульные единицы.

### Задача 11-1



Фрагмент структуры **G**,  
приведены длины связей в  $\text{\AA}$