

# Основные типы задач регионального этапа всероссийской олимпиады школьников по химии

**Долженко Владимир Дмитриевич**

*к.х.н., доцент*

*кафедры неорганической химии*

*химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова*

Н. Л. ГЛИНКА

# ОБЩАЯ ХИМИЯ

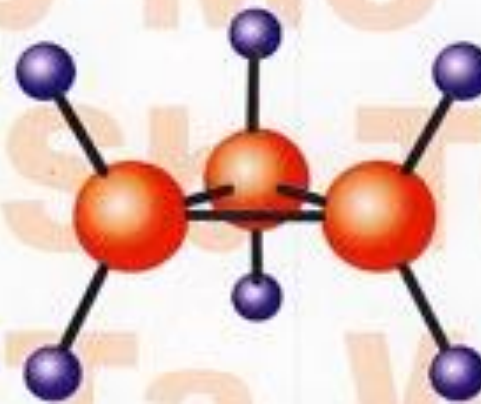
---



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



ЛАБОРАТОРИЯ

ПИЛОТ

ozon.ru



АБИТУРИЕНТ

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

# НАЧАЛА ХИМИИ

ИЗДАНИЕ ДЕСЯТОЕ,  
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ



СОВРЕМЕННЫЙ  
КУРС  
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ  
В ВУЗЫ

1

ЭКЗАМЕН



Ф. КОТТОН  
ДЖ. УИЛКИНСОН

# СОВРЕМЕННАЯ НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Н.С. АХМЕТОВ

# ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

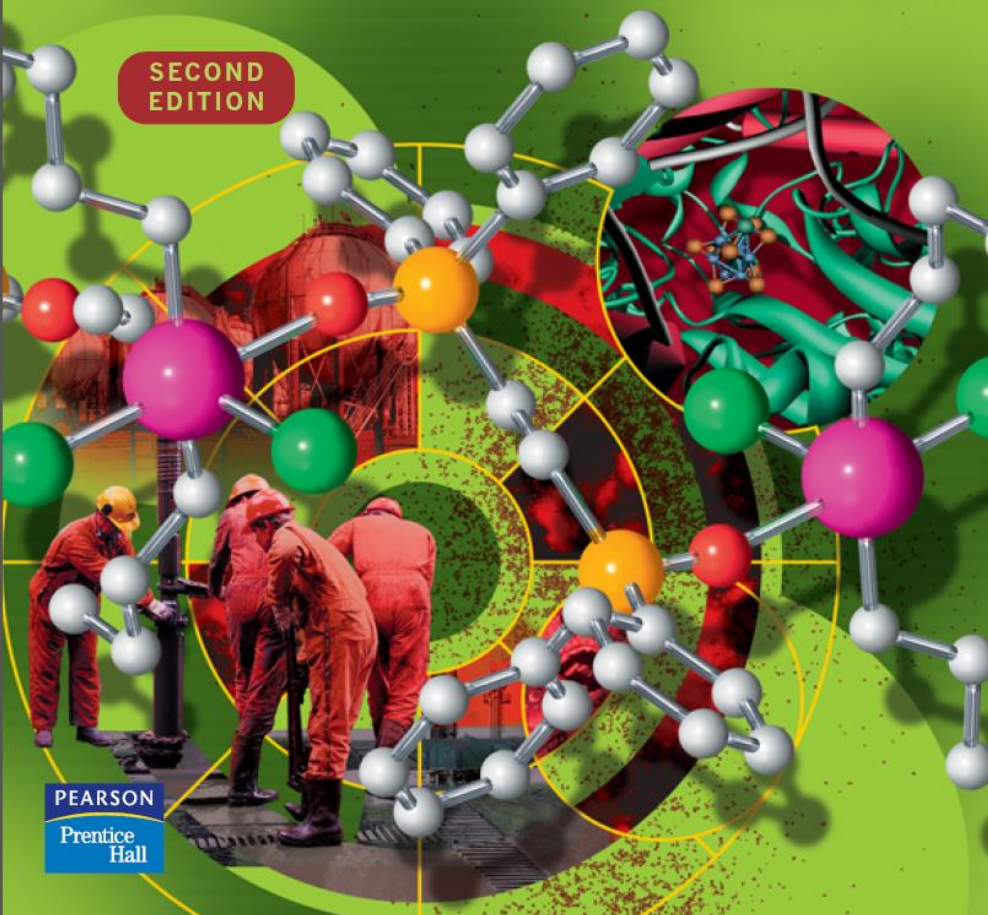
ВЫСШАЯ ШКОЛА

24au.ru

CATHERINE E. HOUSECROFT AND ALAN G. SHARPE

# INORGANIC CHEMISTRY

SECOND EDITION



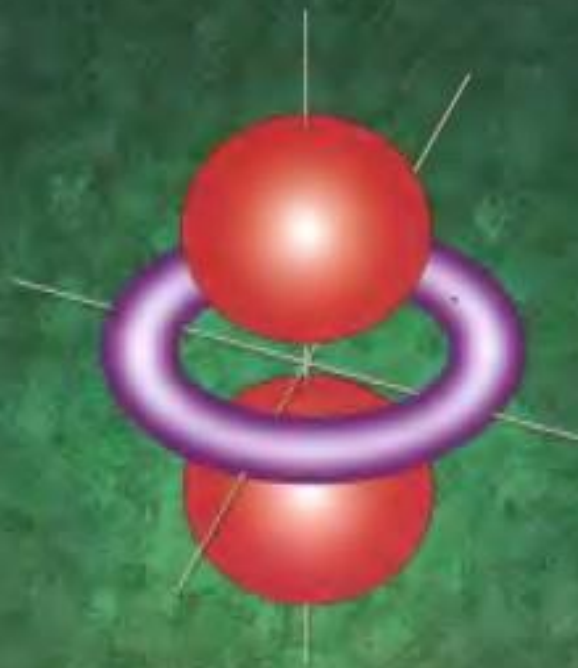
PEARSON  
Prentice  
Hall

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

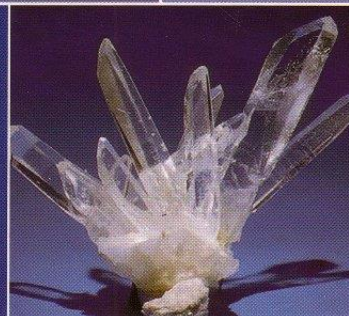
Под редакцией Ю.Д. Третьякова

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  
Н  
С



То

РУКОВОДСТВО ПО  
НЕОРГАНИЧЕСКОМУ  
СИНТЕЗУ



Том 2

·Мир·

РУКОВОДСТВО ПО  
НЕОРГАНИЧЕСКОМУ  
СИНТЕЗУ

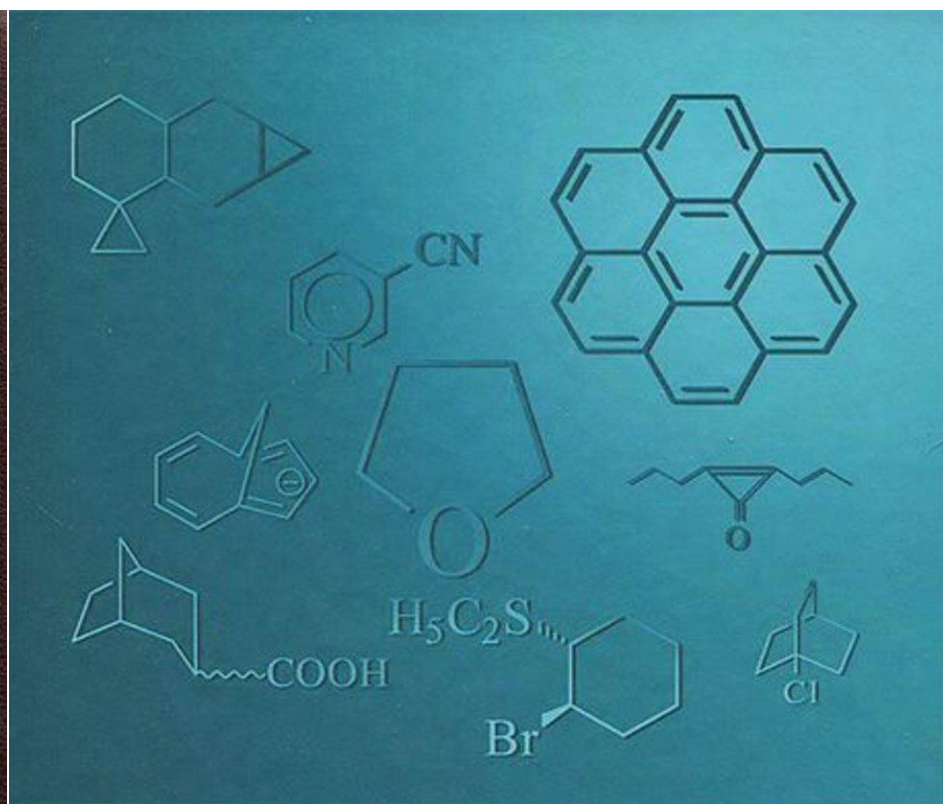


Том 1

·Мир·

П. Сайкс

# МЕХАНИЗМЫ РЕАКЦИЙ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ



## ЗАДАЧИ ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ с решениями

О.М. Полторак,  
Л.М. Ковба

# ФИЗИКО- ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МОСКОВСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА

УЧЕБНИК ДЛЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

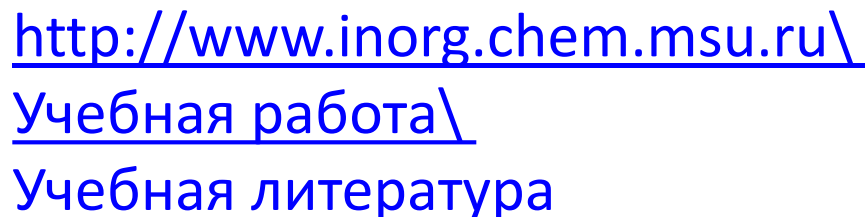
# ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ

## 1 ТЕОРИЯ



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
**БИНОМ**

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



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

- [О проекте](#)
[Разное](#)
[Ссылки](#)
[Почта](#)
[Гостевая](#)



## Периодическая система элементов



H																	He
Li	Be									B	C	N	O	F	Ne		
Na	Mg									Al	Si	P	S	Cl	Ar		
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo
<div> <div>Ce</div> <div>Pr</div> <div>Nd</div> <div>Pm</div> <div>Sm</div> <div>Eu</div> <div>Gd</div> <div>Tb</div> <div>Dy</div> <div>Ho</div> <div>Er</div> <div>Tm</div> <div>Yb</div> <div>Lu</div> </div>																	
<div> <div>Th</div> <div>Pa</div> <div>U</div> <div>Np</div> <div>Pu</div> <div>Am</div> <div>Cm</div> <div>Bk</div> <div>Cf</div> <div>Es</div> <div>Fm</div> <div>Md</div> <div>No</div> <div>Lr</div> </div>																	

1. Н.С. Ахметов. Ощадная и неорганическая химия. М.: Высшая школа. 2001.
2. Ф. Коттон, Дж. Уилкинсон. Современная неорганическая химия: в 3 т. М.: 2001.
3. Дж. Хьюи. Неорганическая химия. Строение вещества и реакционная способность. М.: Мир. 2004.
4. Д. Шрайвер, П. Эттингс. Неорганическая химия. М.: Мир. 2004.
5. В.В. Скопенко, А.Ю. Цивадзе, Л.И. Савронский, А.Д. Гарновский. Координационная химия. М.: Академкнига. 2007.
6. Г.Грей. Электронная и химическая связь. М.: Мир. 1967.

- Шевельков А.В., Гудилин Е.А.  
[Неорганическая химия](#)  
*Лекции для студентов 1-го курса*
- Шевельков А.В.  
[Периодичность свойств и особенности химической связи](#). Наиболее неодн. преподавателями закономерности неорганической химии  
*Лекция для студентов и преподавателей (файл в формате PDF, размером 1,5 Мб)*
- И.В. Морозов, А.И. Болталин, 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/chem/2017\\_2018](http://vos.olimpiada.ru/chem/2017_2018)

## ЭТАПЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ В Г.МОСКВЕ



### Новости

- ➔ Сканы работ муниципального этапа по литературе и биологии на курсах
- ➔ Сканы работ муниципального этапа по экологии на курсах
- ➔ Регистрация участников II этапа по технологии в номинации "Техника и техническое творчество"
- ➔ Регистрация участников II этапа по информатике
- ➔ Расписание муниципального этапа по русскому языку

ВСЕРОССИЙСКАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ГОТОВИМСЯ ВМЕСТЕ

### Контакты

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

Ответственный секретарь городского оргкомитета  
**Алексей Николаевич Горбачев**

Контакты координаторов первого и второго этапов в межрайонных советах директоров.

Контакты городских предметно-методических комиссий.

По поручению Департамента образования

Школьный этап

Муниципальный этап

Региональный этап

Заключительный этап

Международные олимпиады

### Химия 2017-2018 учебного года | Главная

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

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

### Расписание

Школьный этап	Муниципальный этап	Региональный этап	Заключительный этап
18-24 октября	24 ноября	25, 26 января	

### Текущее состояние

# Электронные ресурсы

<http://olymp.apkpro.ru/mm/mpp/him.php>



Методический сайт всероссийской олимпиады школьников



Главная История ВсОШ Лекторий ЦПМК Группа ВсОШ Мониторинг ВсОШ **Документы** Всероссийское совещание Форум Контакты

**Общие документы**

**Письма**

**Материалы по предметам**

**Опыт регионов**

**Международные олимпиады и сборы**

**Интернет-туры по информатике**

**Авторизация**

Логин:

Пароль:



☐ Запомнить меня

Войти

Документы > Материалы по предметам

**Химия**

**Школьный и муниципальный этап**

[Методические рекомендации организаторам муниципального этапа ВсОШ 2017/18 год](#)

[Рекомендации по проведению школьного и муниципального этапов ВсОШ 2017/18 год](#)

**Региональный этап**

[Требования к проведению регионального этапа ВсОШ 2017/18 год](#)

[Методические рекомендации организаторам регионального этапа ВсОШ 2016/17 год](#)

[Задачи 2017 года](#)

[Задачи 2016 года](#)

[Задачи 2015 года](#)

**Заключительный этап**

# 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

### 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


# Электронные ресурсы

<http://info.olimpiada.ru/main>




Выбрать регион ▼

Химия ▼

 Войти

Олимпиады | Новости ▼ | Календарь ▼ | Архив ▼ | Форум

Поиск 

## "Химия" найдено в



### Мероприятиях:

- 1 Межрегиональная олимпиада школьников «Будущие исследователи - будущее науки»
- 2 Олимпиада «Океан знаний»
- 3 Всероссийская олимпиада школьников «Нанотехнологии — прорыв в будущее!»
- 4 Олимпиада Северо-Кавказского федерального университета «45 параллель»
- 5 Всероссийский конкурс научных работ школьников «Юниор»

[Показать все результаты \(25\)](#)



### Публикациях:

- 1 14.11.2017 10 лайфхаков от победителя международной олимпиады по химии
- 2 02.11.2017 Задания и решения муниципального этапа Всероссийской олимпиады для подготовки
- 3 28.09.2017 «Олимпиады – это химия, но с элементами спорта», – организатор международных олимпиад по химии Александр Гладилин
- 4 27.09.2017 Все изменения в Перечне олимпиад школьников 2017/18
- 5 27.09.2017 Перечень олимпиад школьников и их уровней на 2017/18 учебный год по предметам

# Электронные ресурсы

[Scholar.google.com](https://scholar.google.com) – поиск научной литературы

[gen.lib.rus.ec](http://gen.lib.rus.ec) – скачивание книг

[Sci-hub.tw](https://sci-hub.tw) – скачивание оригинальных статей

<http://chemistry-chemists.com/chemister/chemie.htm>

КНИГИ ПО ХИМИИ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

## Литература по химии (общий список).

Данные книги и статьи взяты с различных сайтов Интернета, присланы электронной и обычной почтой. Новинки книг можно посмотреть на страничке [Книжные новости](#). Цифра в конце названий разделов указывает на номер DVD-диска, где этот раздел находится.

Для просмотра файлов с расширением .djvu вам будет необходимо скачать программу DjvuSolo или WinDjView, которые можно скачать [на форуме](#). Для сохранения файлов (djvu-файл целиком, не просматривая), нажмите на ссылку правой кнопкой мыши и выберите пункт Сохранить объект как. Для сохранения файла целиком во время просмотра его в браузере, нажмите на пиктограмму дискетки и выберите пункт Bundled.

## Книги и монографии по химии:

1. [Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества: Свойства и применение. - Л.: Химия. 1981](#)  
качество сканирования - отличное  
язык - русский

# Типы задач

## 1. «Что у меня в руке?»

Венская известь **не  $\text{CaO}$  => СМЕСЬ!**

Венская известь образуется при прокаливании природного минерала  $X$ , причем из **1 кг  $X$**  может быть получено **521.7 г** извести. Если известь сильно и долго прокалить, то она бурно реагирует с водой, увеличиваясь в объеме и образуя **619.5 г** белого кристаллического продукта. При растворении этого продукта в избытке соляной кислоты получается бесцветный раствор, из которого добавлением избытка насыщенного сульфата натрия может быть теоретически выделено **934.8 г** белого кристаллического вещества  $Y$  нерастворимого в кислотах. Навеска этого вещества массой **10 г** при нагревании до  $350^\circ\text{C}$  теряет **2.093 г**.  **$\Rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$**

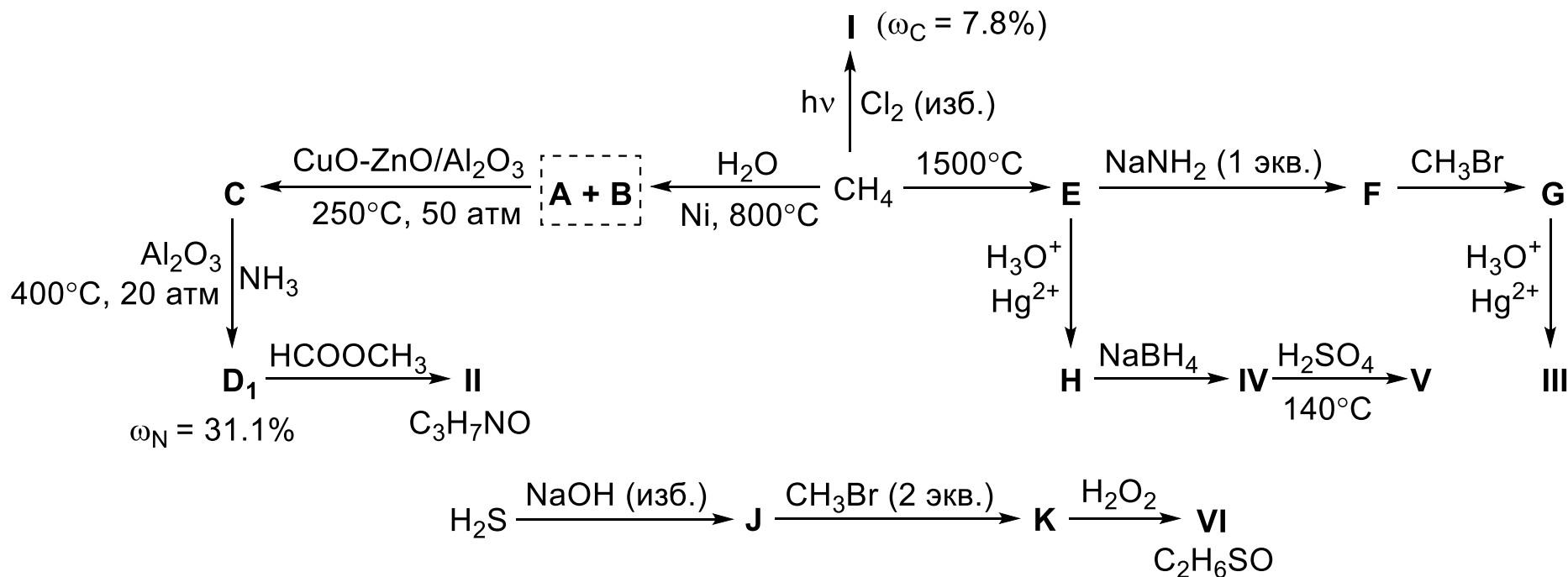
**Вопросы:**

**Система оценивания:**

- 1) Определите состав венской извести в массовых процентах, если известно, что она окрашивает пламя в кирпично-красный цвет
- 2) Найдите формулу минерала  $X$  и вещества  $Y$ . Приведите тривиальные названия этих веществ
- 3) Запишите уравнение реакции взаимодействия  $X$  с соляной кислотой. Рассчитайте минимальный объем 20%-ной соляной кислоты (плотность 1.1 г/мл), необходимой для перевода в раствор 1 г минерала  $X$ .
- 4) На сколько увеличится масса венской извести при её обработке водой без предварительного сильного нагревания.

# Типы задач

## 2. «Цепочка»

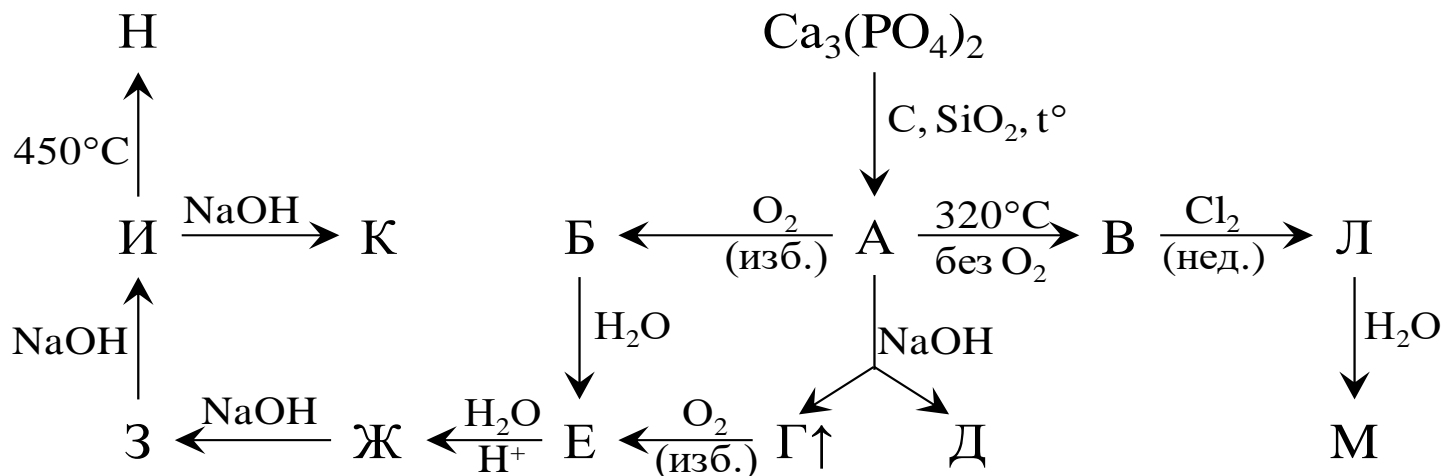


### Система оценивания:

1-2	По 1 баллу за каждое верно определенное вещество	18 баллов
3	Правильный выбор пары растворителей – 1 балл. Структурная формула продукта – 1 балл	2 балла
ИТОГО: 20 баллов		

# Типы задач

## 3. «Сказка»



Чудотворный носитель света

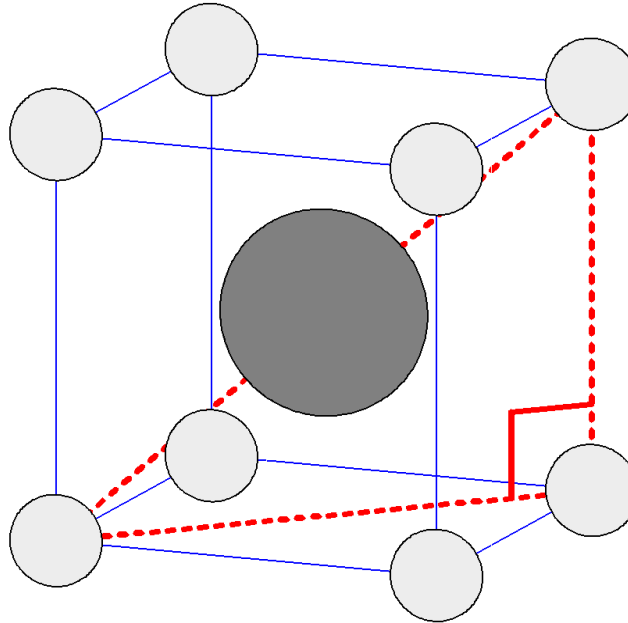
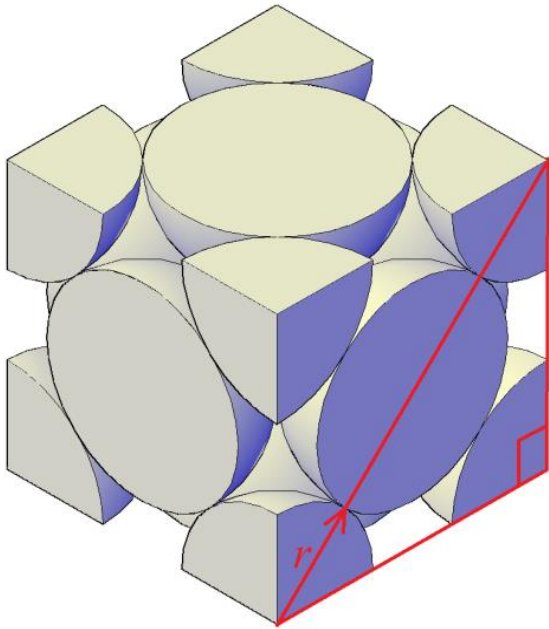
**Система оценивания:**

При восстановлении фосфата кальция углём с добавлением оксида кремния отгоняют

1.	Элемент Х Вещества А – Н по 0.5 балла Уравнения реакций по 0.5 балла	1 балл 6.5 балла 6.5 балла
2.	Состав кристаллогидрата	1 балл
3.	Структурные формулы кислот по 0.5 балла Основность кислот по 0.5 балла Обоснование основности	2 балла 2 балла 1 балл
		ИТОГО: 20 баллов

# Типы задач

## 4. «Кристаллохимия» - задача по геометрии

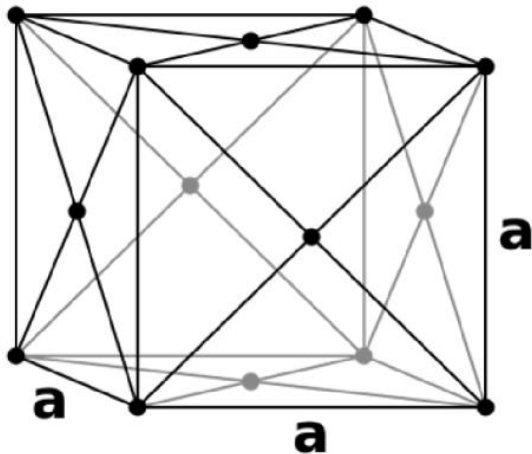


$$r(X) = \frac{1}{4} a \sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}}{4} 4.0781 \text{ \AA} = 1.442 \text{ \AA}$$

$$\rho = \frac{m}{M} = \frac{4M_X}{N_A a^2} =$$

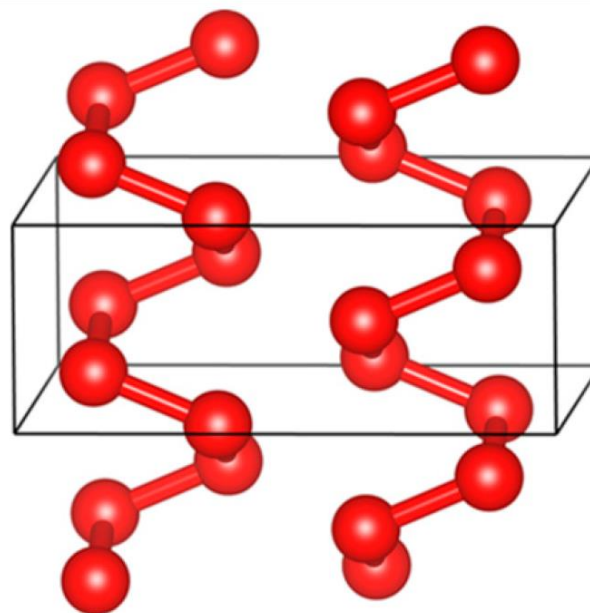
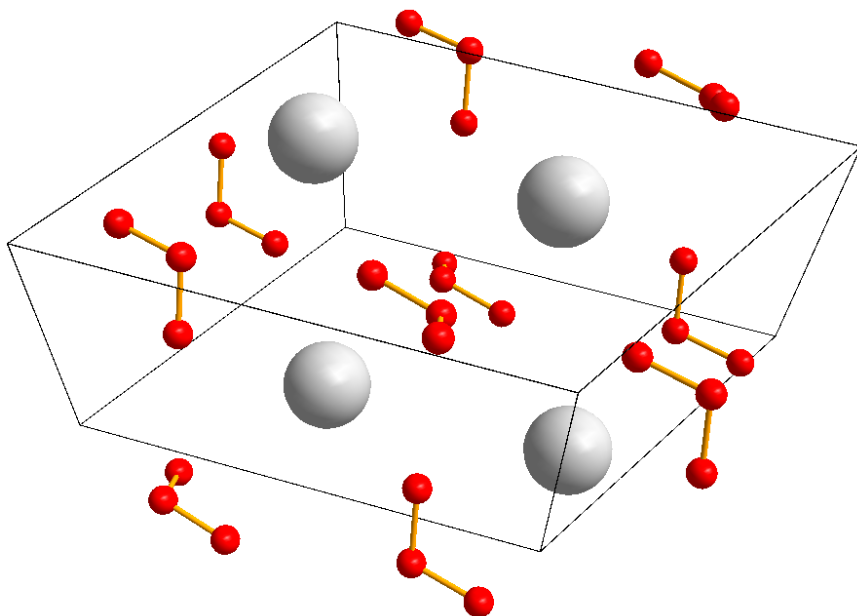
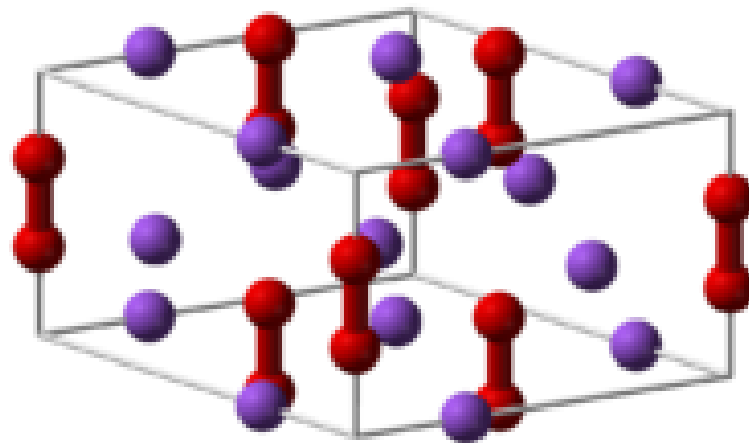
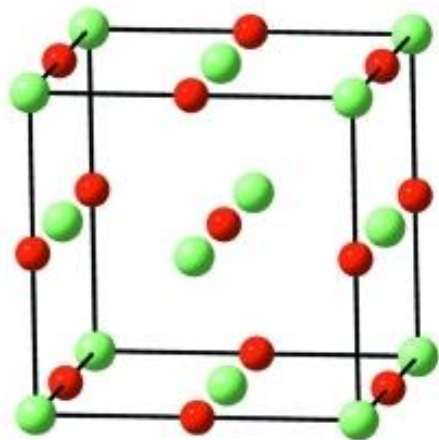
$$= \frac{4M_X}{6.02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}} \cdot (4.0781 \cdot 10^{-8} \text{ см})^3} =$$

$$= 0.09797 M_X = 19.30 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$



# Типы задач

## 4. «Кристаллохимия»



# Типы задач

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

### Криоскопия

Один из известных методов определения молярной массы веществ – измерение понижения температуры плавления раствора вещества по сравнению с температурой плавления чистого растворителя. Этот метод называется криоскопией.

Если температура плавления чистого растворителя равна  $T$ , а температура плавления раствора недиссоциирующего вещества в нем равна  $T_1$ , то понижение температуры плавления можно найти по формуле:

$$\Delta T = T - T_1 = K_f \cdot m \quad (1),$$

1.	Моляльность растворов $A_1$ и $B_1$ – по 1 баллу Количества $A_1$ и $B_1$ в растворе – по 1 баллу Молярные массы веществ $A_1$ и $B_1$ – по 1 баллу.	6 баллов
2.	Формулы веществ $A_1$ и $B_1$ – по 2 балла	4 балла
3.	Формулы солей $A_2$ и $B_2$ – по 2 балла	4 балла
4.	Верное объяснение (увеличение числа частиц из-за гидролиза) Выбор раствора с меньшей температурой плавления	2 балла 2 балла
5.	Температура плавления раствора цианата аммония	2 балла
	ИТОГО:	20 баллов

$A_2$  и  $B_2$ . При этом массы твёрдой фазы в ходе обоих превращений не ...

# Простые шаги

## Массовая доля, потеря массы

$$\omega = \frac{m_{\text{часть}}}{m_{\text{целое}}} = \frac{M_{\text{элемент}}}{M_{\text{вещество}}}$$

$$\frac{m_{\text{часть}}}{m_{\text{целое}}} = \frac{M_{\text{часть}}}{M_{\text{целое}}}$$

## Средняя молярная масса, плотность газовой смеси

$$M_{\text{ср}} = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{\nu_1 + \nu_2 + \dots}$$

$$d_{\text{смеси}} = \frac{M_{\text{ср}}}{V_M}$$

$$D_{H_2} = \frac{M_{\text{ср}}}{M_{H_2}}$$

## Качественные данные

Цвет пламени (ЩМ, ЩЗМ, Си, В)

Цвет осадков (белый, цветной)

Агрегатное состояние (газ, жидкость, тв.)

Химические свойства

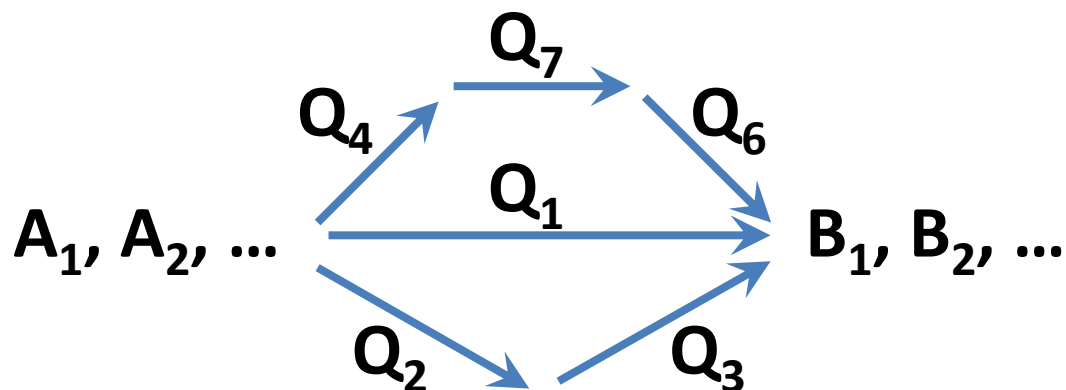
# Простые шаги

## Уравнение состояния идеального газа

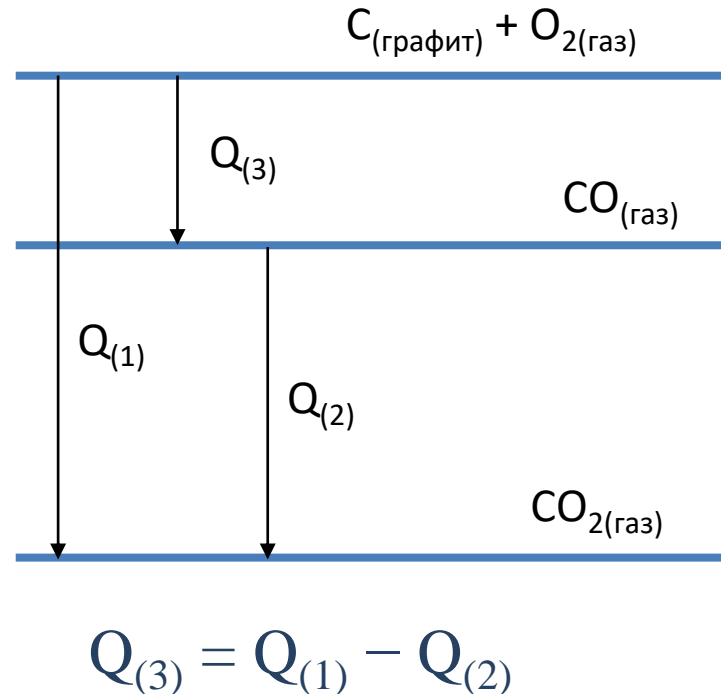
$$pV = \frac{mRT}{M}$$

закон Менделеева-Клапейрона

## Закон Гесса

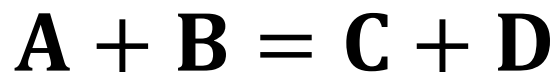


$$Q_1 = Q_2 + Q_3 = Q_4 + Q_5 + Q_6$$



# Простые шаги

## Закон действующих масс



$$v = k \cdot [A] \cdot [B]$$

## Закон Аррениуса

$$k = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

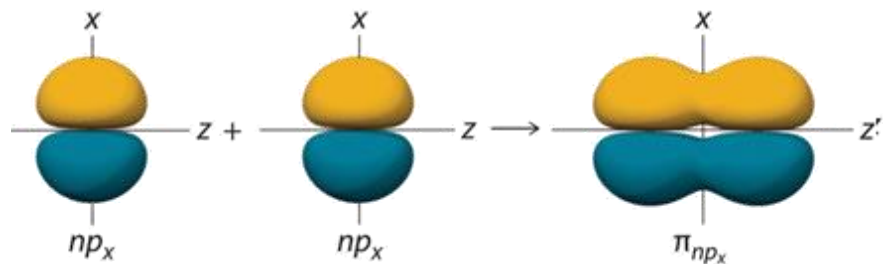
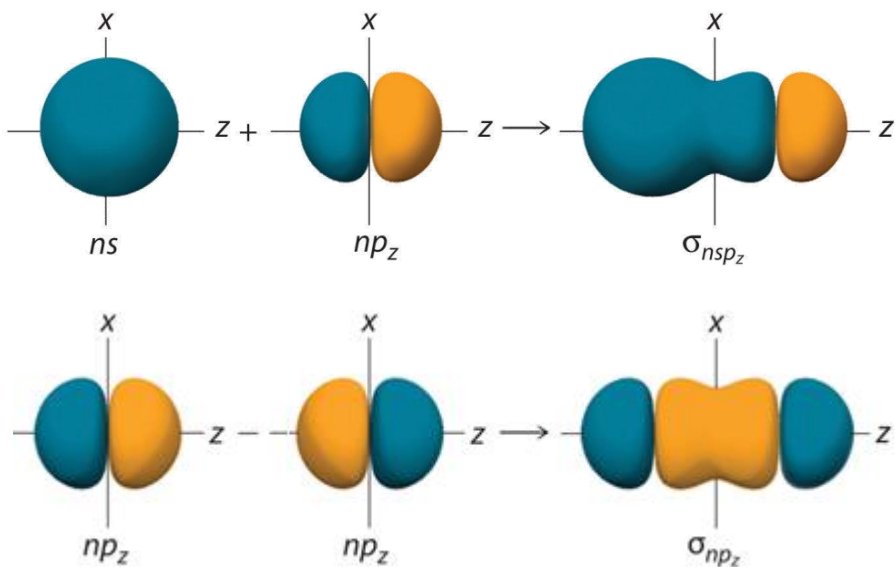
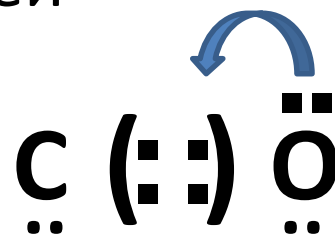
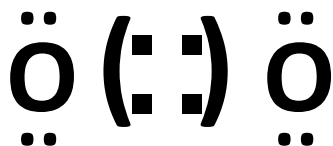
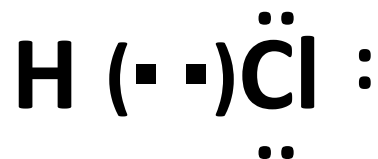
## Константа равновесия

$$K = \frac{a_A \cdot a_B}{a_C \cdot a_D} = \frac{\gamma_A \cdot \gamma_B}{\gamma_C \cdot \gamma_D} \cdot \frac{[A] \cdot [B]}{[C] \cdot [D]} \quad \frac{\gamma_A \cdot \gamma_B}{\gamma_C \cdot \gamma_D} \approx 1$$

# Простые шаги

## Строение вещества

### Метод Валентных Связей

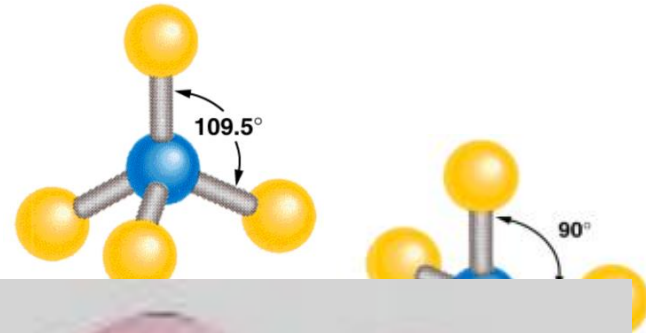


# Простые шаги

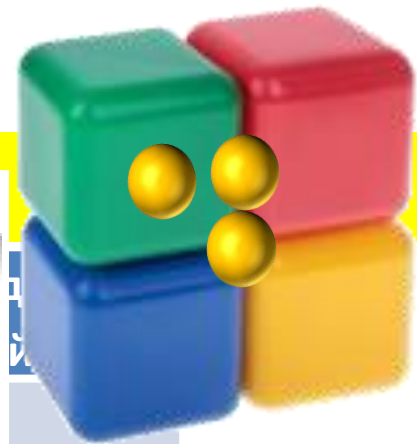
## Строение вещества

### Метод Гиллеспи

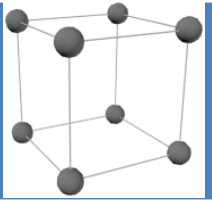
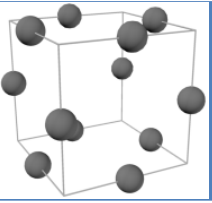
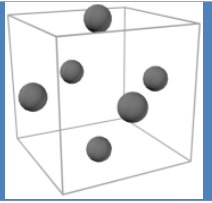
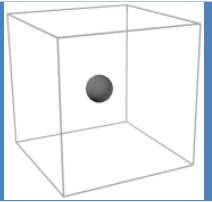
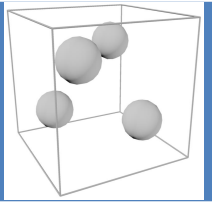
Число пар	Координация центрального атома
-----------	--------------------------------

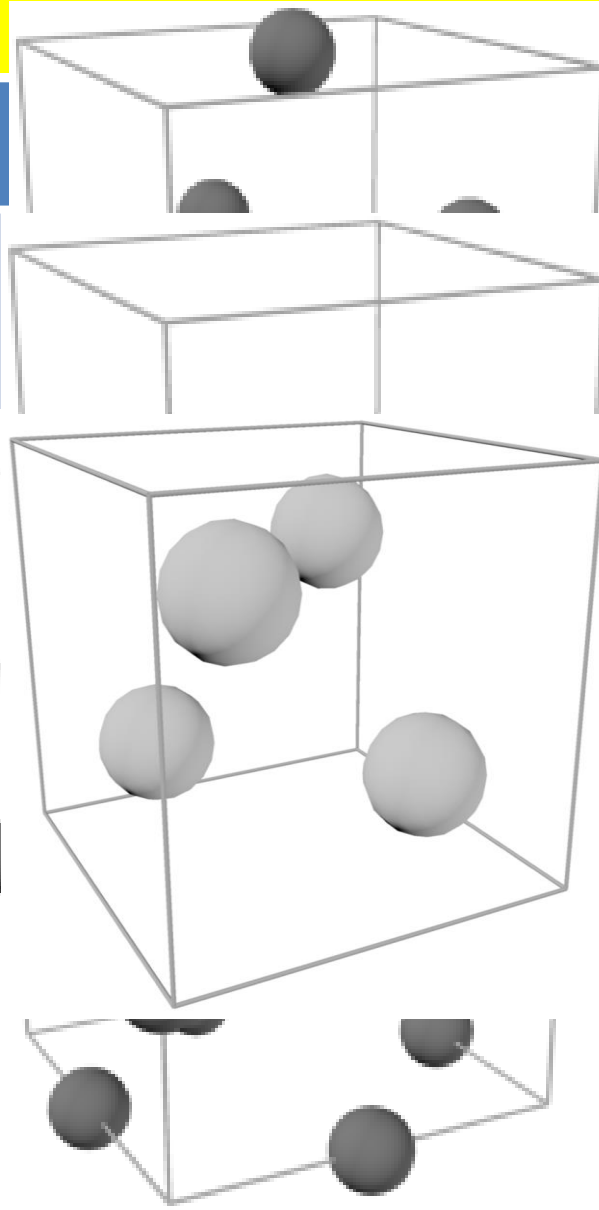


# Простые шаги

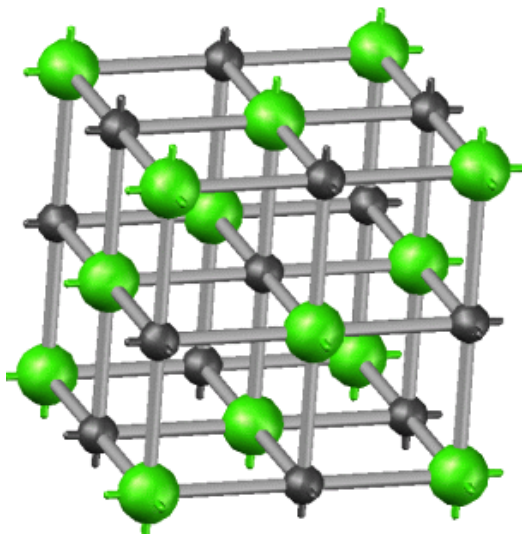


## Анализ структуры

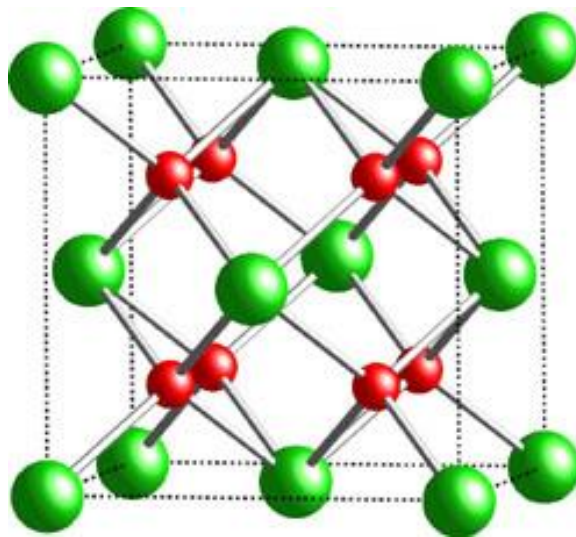
Расположение в ячейке	Описание
	В вершинах
	В центрах рёбер
	В центрах граней
	В центре
	Внутри



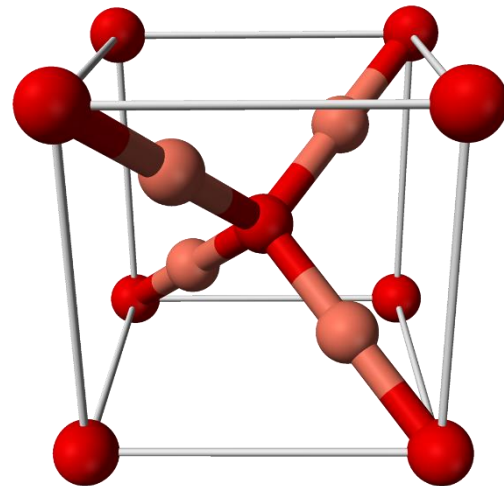
# Соединения с кубической ячейкой



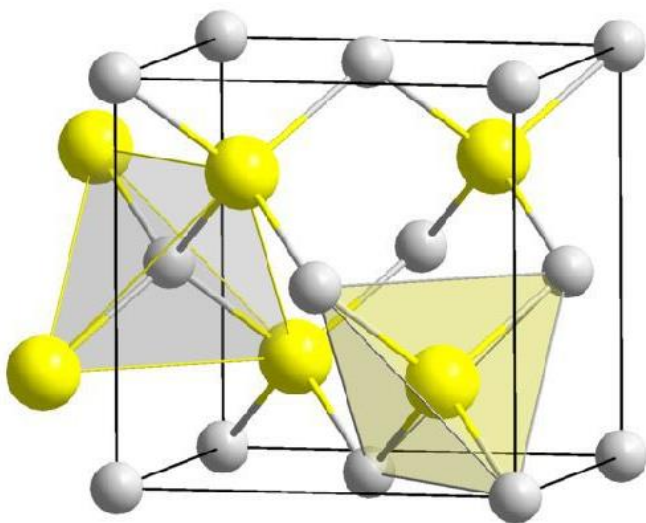
NaCl



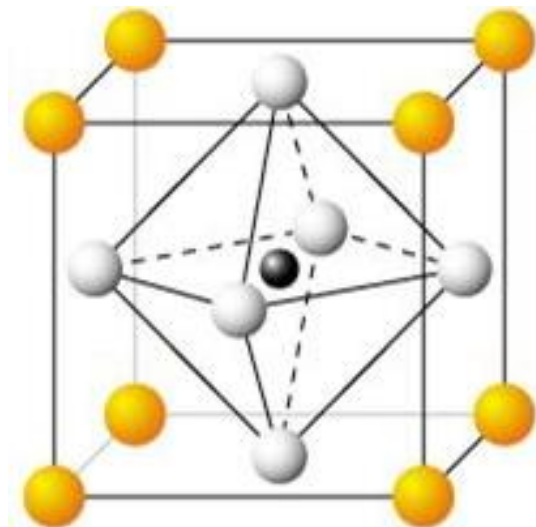
CaF<sub>2</sub> и Na<sub>2</sub>O



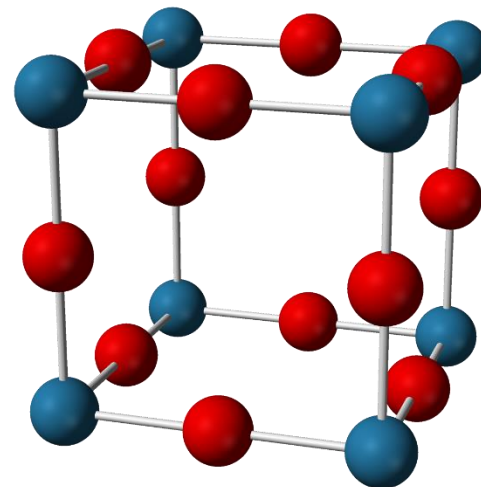
Cu<sub>2</sub>O



ZnS - Сфалерит



CaTiO<sub>3</sub>



ReO<sub>3</sub>

# Простые шаги

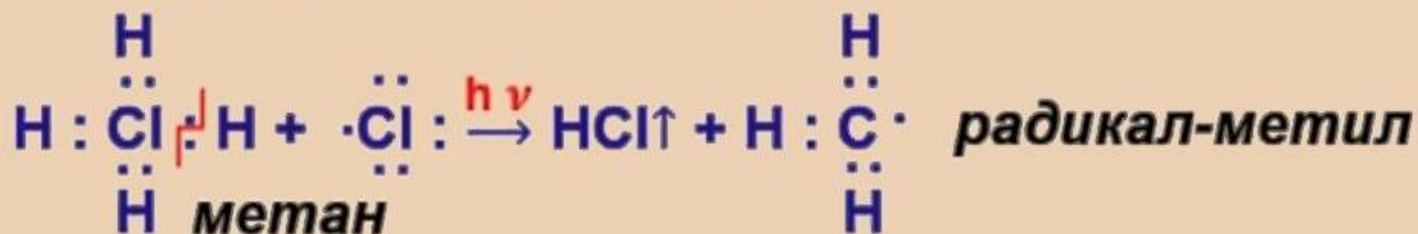
## Механизмы реакций

### Радикальный механизм

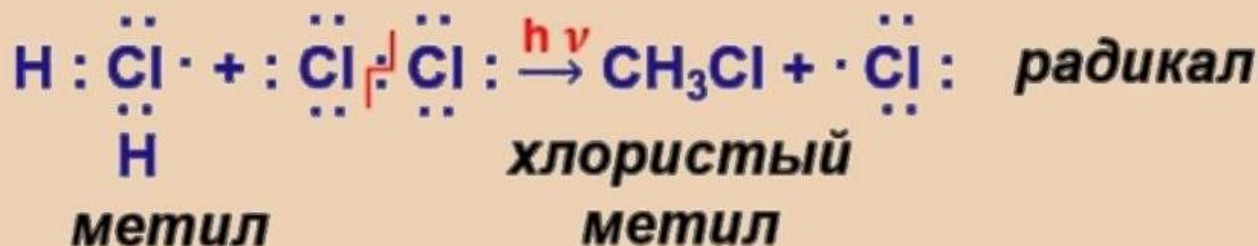
1-я стадия



2-я стадия



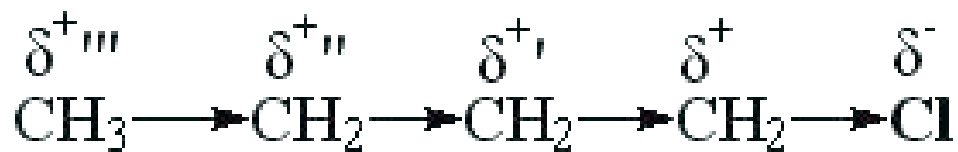
3-я стадия



# Простые шаги

## Механизмы реакций

### Электронные эффекты

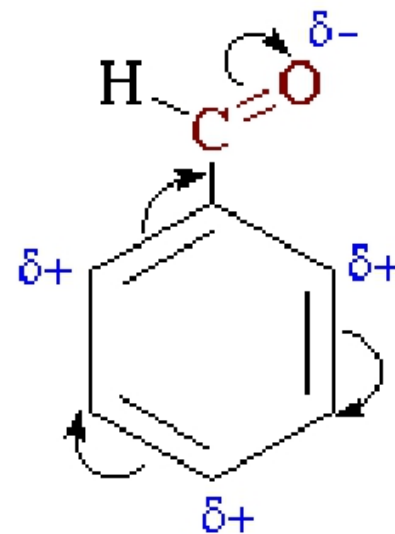
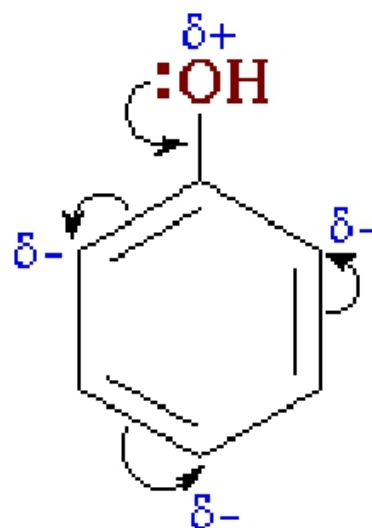
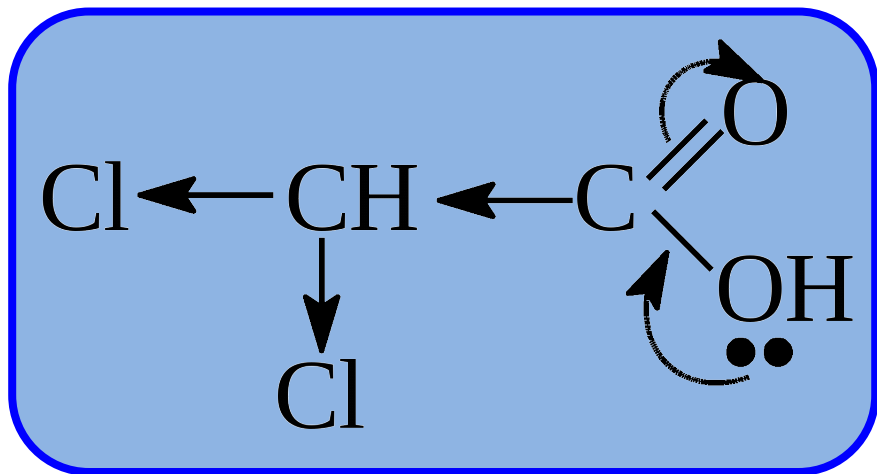


**Индуктивный эффект**

**Мезомерный эффект**

**+M-эффект**  
группы -OH

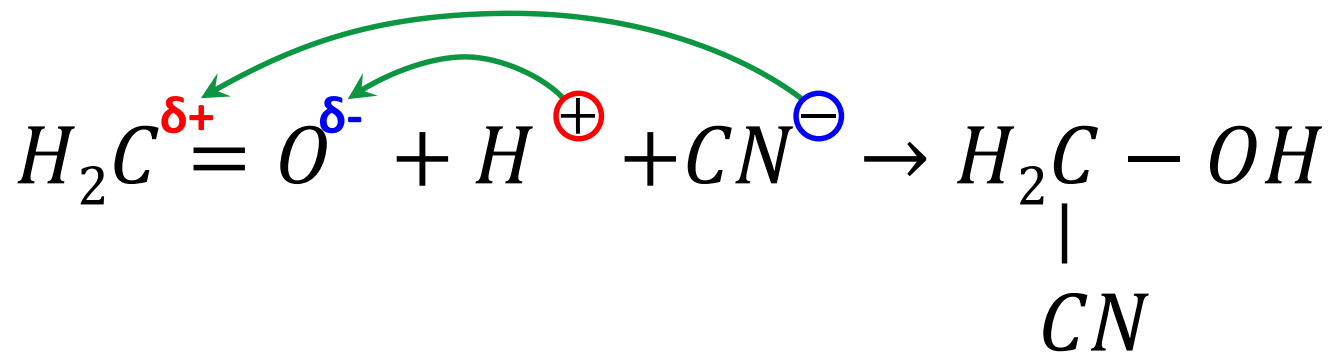
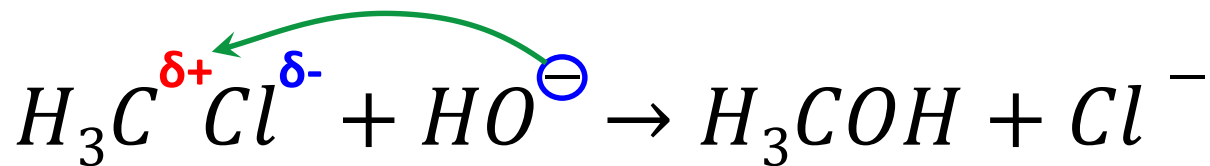
**-M-эффект**  
группы -C=O



# Простые шаги

## Механизмы реакций

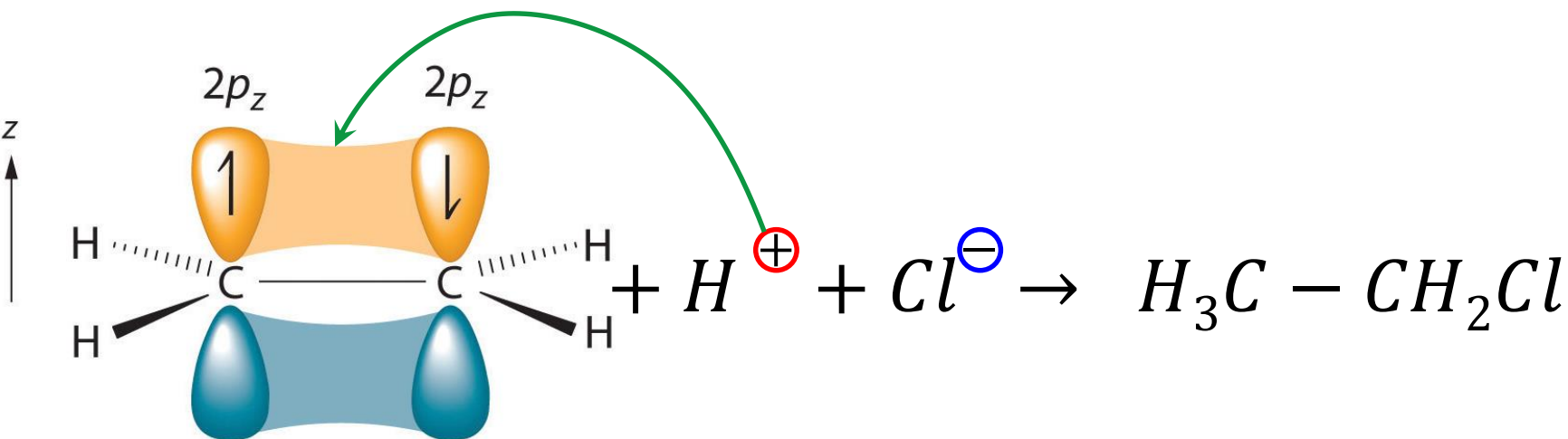
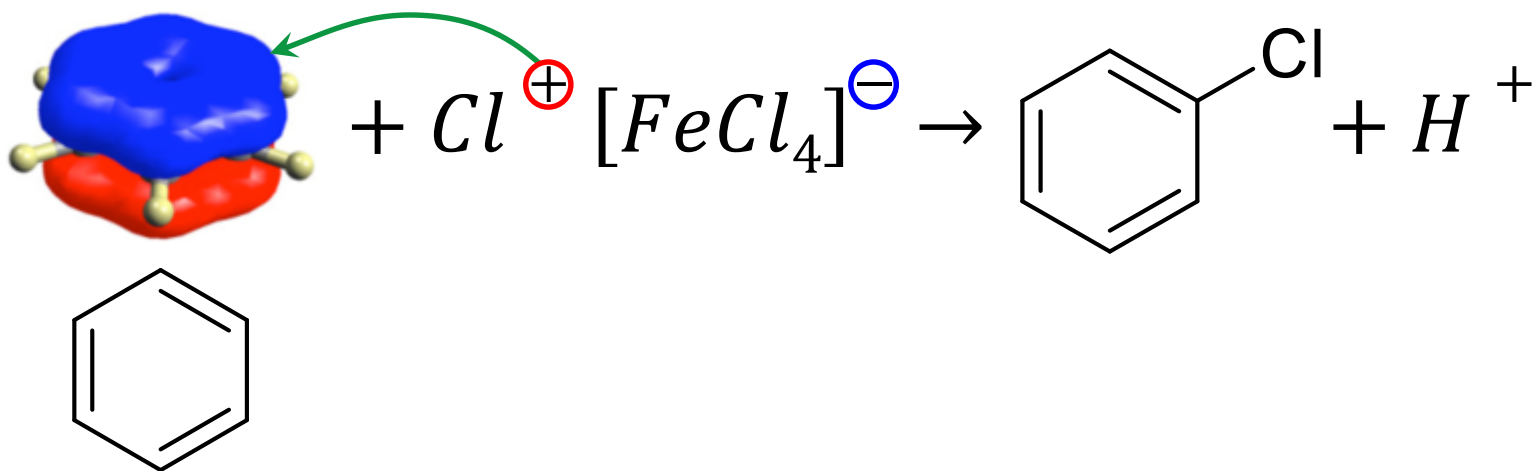
Нуклеофилы



# Простые шаги

## Механизмы реакций

Электрофилы



Вещества А - Д разлагаются с образованием одних и тех же двух простых газообразных веществ (н.у.), теплоты разложения и плотности смеси газообразных продуктов представлены в таблице:

- 1) Определите состав А - Д. Ответ обоснуйте.
- 2) Изобразите пространственное строение А - Д при н.у.
- 3) Предложите способ получения любых трех веществ из числа А - Д, исходя из продукта разложения (т.е. простого вещества) с большей молярной массой и доступных реагентов.
- 4) Обозначим  $a$  – энергия разрыва одинарной связи,  $b$  – кратной связи в соединениях А-Д,  $c$  – энергия атомизации продукта разложения с большей молярной массой,  $d$  – энергия атомизации продукта разложения с меньшей молярной массой.
- а) Приведите выражения  $\Delta_f H^0$  для веществ А-Д через параметры  $a - d$ .
- б) Оцените теплоты образования Б и В в газовой фазе исходя из п. а) по имеющимся термохимическим данным ( $\Delta_f H^0$  приведены для разложения в газовой фазе). В соединении В есть как одинарные так и двойные связи.

	А	Б	В	Г	Д
$T_{пл}, ^\circ C$	-90	3,5	-117	-59	-116
$T_{кип}, ^\circ C$	80	~203	44.5	9.7	2
$d_{смеси}(н.у.), г/л$	1,815	1,864	2,009	2,009	2,589
$\Delta_r H^0, кДж/моль$	-272.0	?	?	-102.6	-80.3

Простые газообразные вещества:  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{F}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ , инертные газы

$$d_{\text{смеси}} = \frac{m}{V} = \frac{M}{V_M} \quad M = d_{\text{смеси}} \cdot V_M = d_{\text{смеси}} \cdot 22.4 \text{ л}$$

	А	Б	В	Г	Д
$d_{\text{смеси}}(\text{н.у.}), \text{г/л}$	1.815	1.864	2.009	2.009	2.589

При  $M_{\text{ср}} = 58$  молярная масса одного из газов больше 58 г/моль

Возможность образования кратных и одинарных связей

	$\text{H}_2$	$\text{N}_2$	$\text{O}_2$	$\text{F}_2$	$\text{Cl}_2$	Kr	Xe	Rn
$M, \text{г/моль}$	2	28	32	38	71	84	131	222

$$M_{\text{ср}} = x \cdot M_1 + (1 - x) \cdot M_2$$

$\text{N}_2$	49.50	56.67	42.33	$\text{Cl}_2$
$\text{O}_2$	51.50	<b>58.00</b>	<b>45.00</b>	
$\text{F}_2$	54.50	60.00	49.00	
	1:1	1:2	2:1	

Рассмотрим смеси:  $\text{Cl}_2 + \text{O}_2$

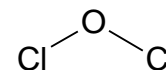
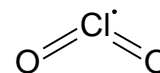
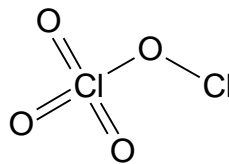
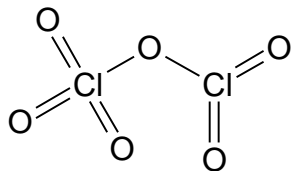
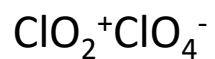
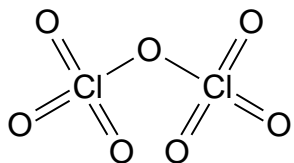
$$M_{cp} = x \cdot M_1 + (1 - x) \cdot M_2$$

$$x = \frac{M_{cp} - M_2}{M_1 - M_2} = \frac{M_{cp} - M_{\text{O}_2}}{M_{\text{Cl}_2} - M_{\text{O}_2}}$$



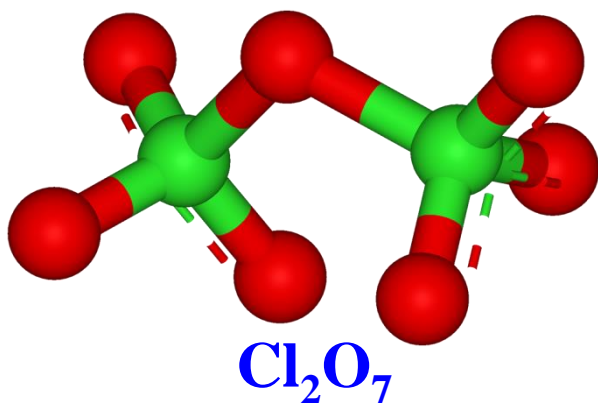
	<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>	<b>Д</b>
<b><i>x</i></b>	0.2219	0.2501	0.3334	0.3334	0.6665

	А	Б	В	Г	Д
	$\text{Cl}_2\text{O}_7$	$\text{ClO}_3$	$\text{ClO}_2$	$\text{ClO}_2$	$\text{Cl}_2\text{O}$
$T_{\text{пл.}}, ^\circ\text{C}$	-90	3,5	-117	-59	-116
$T_{\text{кип.}}, ^\circ\text{C}$	80	~203	44.5	9.7	2



В соединении **В** есть как одинарные так и двойные связи.

	А	Б	В	Г	Д
	$\text{Cl}_2\text{O}_7$	$\text{ClO}_3$	$\text{Cl}_2\text{O}_4$	$\text{ClO}_2$	$\text{Cl}_2\text{O}$
$T_{\text{пл.}}, ^\circ\text{C}$	-90	3,5	-117	-59	-116
$T_{\text{кип.}}, ^\circ\text{C}$	80	~203	44.5	9.7	2



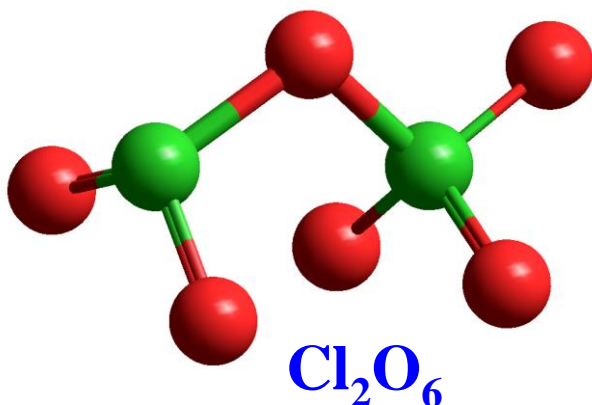
$$\text{Cl: } e = 7 + 2 \cdot 3 + 1 = 14$$

$$p = 7, \text{ св } 7 \Rightarrow \text{AB}_4$$

$$\mu\text{-O: } e = 6 + 2 \cdot 1 = 8$$

$$p = 4, \text{ св } 2 \Rightarrow \text{AB}_2\text{E}_2$$

- Два тетраэдра соединённых вершиной
- Угол Cl-O-Cl < 109.5°



$$\text{Cl: } e = 7 + 2 \cdot 2 + 1 = 12$$

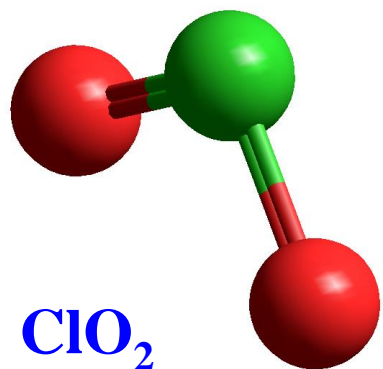
$$p = 6, \text{ св } 5 \Rightarrow \text{AB}_3\text{E}$$

$$\text{Cl: } e = 7 + 2 \cdot 3 + 1 = 14$$

$$p = 7, \text{ св } 7 \Rightarrow \text{AB}_4$$

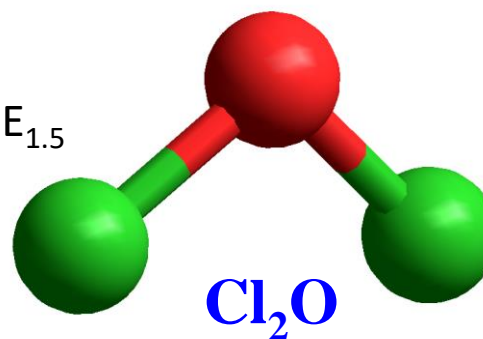
- Два тетраэдр и пирамида с общей вершиной

	А	Б	В	Г	Д
	$\text{Cl}_2\text{O}_7$	$\text{ClO}_3$	$\text{Cl}_2\text{O}_4$	$\text{ClO}_2$	$\text{Cl}_2\text{O}$
$T_{\text{пл.}}, ^\circ\text{C}$	-90	3,5	-117	-59	-116
$T_{\text{кип.}}, ^\circ\text{C}$	80	~203	44.5	9.7	2



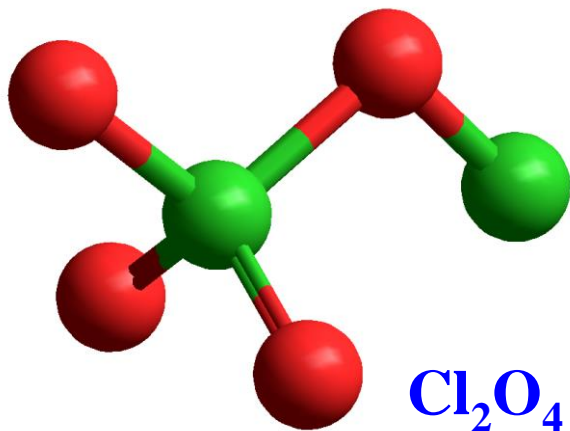
Cl:  $e = 7 + 2 \cdot 2 = 11$   
 $p = 5.5$ , св 4  $\Rightarrow \text{AB}_2\text{E}_{1.5}$

- Угловая молекула  
 - Угол Cl-O-Cl  $< 109.5^\circ$



$\mu\text{-O}$ :  $e = 6 + 2 \cdot 1 = 8$   
 $p = 4$ , св 2  $\Rightarrow \text{AB}_2\text{E}_2$

- Угловая молекула  
 - Угол Cl-O-Cl  $< 109.5^\circ$



Cl:  $e = 7 + 2 \cdot 3 + 1 = 14$   
 $p = 7$ , св 7  $\Rightarrow \text{AB}_4$

$\mu\text{-O}$ :  $e = 6 + 2 \cdot 1 = 8$   
 $p = 4$ , св 2  $\Rightarrow \text{AB}_2\text{E}_2$

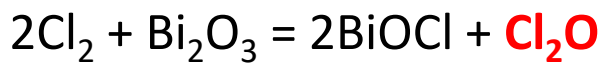
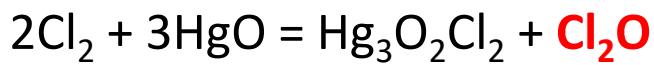
Вещества **А - Д** разлагаются с образованием одних и тех же двух простых газообразных веществ (н.у.), теплоты разложения и плотности смеси газообразных продуктов представлены в таблице:

- 1) Определите состав **А - Д**. Ответ обоснуйте.
- 2) Изобразите пространственное строение **А - Д** при н.у.
- 3) Предложите способ получения любых трех веществ из числа **А - Д**, исходя из продукта разложения (т.е. простого вещества) с большей молярной массой и доступных реагентов.
- 4) Обозначим ***a*** – энергия разрыва одинарной связи, ***b*** – кратной связи в соединениях **А-Д**, ***c*** – энергия атомизации продукта разложения с большей молярной массой, ***d*** – энергия атомизации продукта разложения с меньшей молярной массой.
  - а) Приведите выражения  $\Delta_f H^0$  для веществ **А-Д** через параметры ***a – d***.
  - б) Оцените теплоты образования **Б** и **В** в газовой фазе исходя из п. а) по имеющимся термохимическим данным ( $\Delta_f H^0$  приведены для разложения в газовой фазе). В соединении **В** есть как одинарные так и двойные связи.

	<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>	<b>Д</b>
<b><math>T_{пл.}, ^\circ C</math></b>	-90	3,5	-117	-59	-116
<b><math>T_{кип.}, ^\circ C</math></b>	80	~203	44.5	9.7	2
<b><math>d_{смеси}(н.у.), г/л</math></b>	1,815	1,864	2,009	2,009	2,589
<b><math>\Delta_r H^0, кДж/моль</math></b>	-272.0	?	?	-102.6	-80.3

3) Предложите способ получения любых трех веществ из числа А - Д, исходя из продукта разложения (т.е. простого вещества) с большей молярной массой и доступных реагентов.

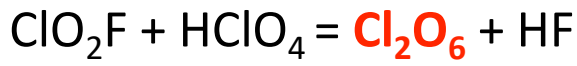
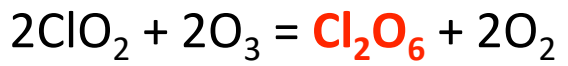
$\text{Cl}_2\text{O}$



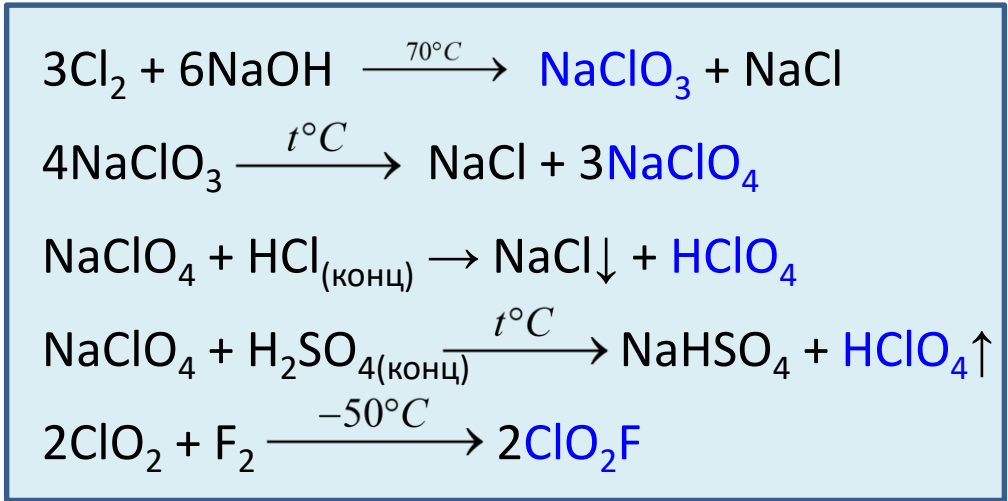
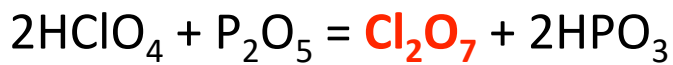
$\text{ClO}_2$



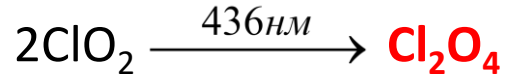
$\text{Cl}_2\text{O}_6$  ( $\text{ClO}_3$ ,  $\text{ClO}_2^+\text{ClO}_4^-$ )



$\text{Cl}_2\text{O}_7$



$\text{Cl}_2\text{O}_4$  ( $\text{Cl-OCIO}_3$ )



Вещества **А - Д** разлагаются с образованием одних и тех же двух простых газообразных веществ (н.у.), теплоты разложения и плотности смеси газообразных продуктов представлены в таблице:

- 1) Определите состав **А - Д**. Ответ обоснуйте.
- 2) Изобразите пространственное строение **А - Д** при н.у.
- 3) Предложите способ получения любых трех веществ из числа **А - Д**, исходя из продукта разложения (т.е. простого вещества) с большей молярной массой и доступных реагентов.
- 4) Обозначим ***a*** – энергия разрыва одинарной связи, ***b*** – кратной связи в соединениях **А-Д**, ***c*** – энергия атомизации продукта разложения с большей молярной массой, ***d*** – энергия атомизации продукта разложения с меньшей молярной массой.
  - а) Приведите выражения  $\Delta_f H^0$  для веществ **А-Д** через параметры ***a – d***.
  - б) Оцените теплоты образования **Б** и **В** в газовой фазе исходя из п. а) по имеющимся термохимическим данным ( $\Delta_f H^0$  приведены для разложения в газовой фазе). В соединении **В** есть как одинарные так и двойные связи.

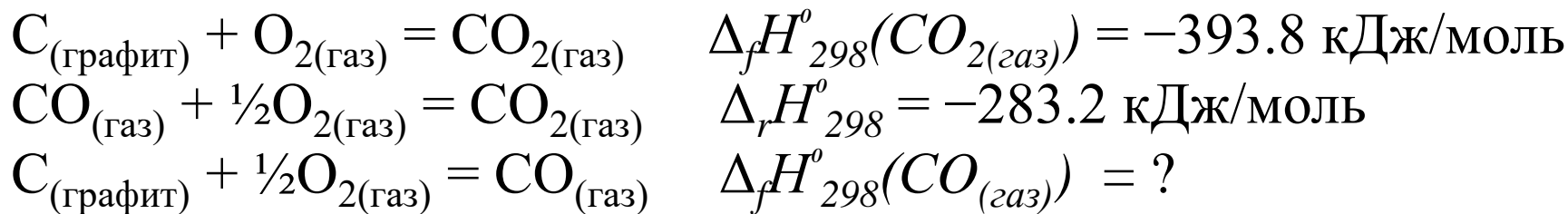
	<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>	<b>Д</b>
<b><math>T_{пл}, ^\circ C</math></b>	-90	3,5	-117	-59	-116
<b><math>T_{кип}, ^\circ C</math></b>	80	~203	44.5	9.7	2
<b><math>d_{смеси}(н.у.), г/л</math></b>	1,815	1,864	2,009	2,009	2,589
<b><math>\Delta_r H^0, кДж/моль</math></b>	-272.0	?	?	-102.6	-80.3

# Энтальпия реакции

Энтальпия реакции равна разности между суммой энтальпий образования всех продуктов реакции и суммой энтальпий образования всех реагентов, взятых с соответствующими стехиометрическими коэффициентами:

$$\Delta_r H_{298}^0 = \sum_i \nu_i \cdot \Delta_f H_{298(i)}^0 - \sum_j \nu_j \cdot \Delta_f H_{298(j)}^0$$

**продукты**
**реагенты**



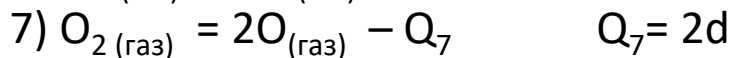
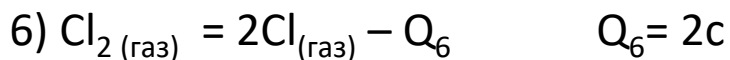
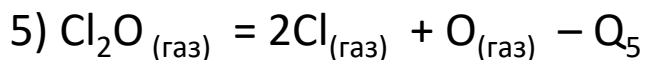
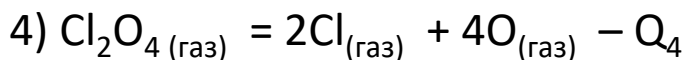
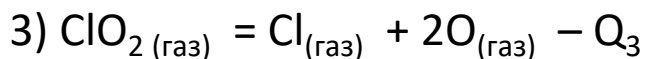
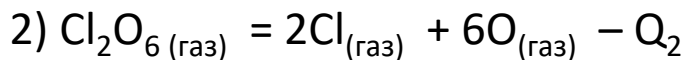
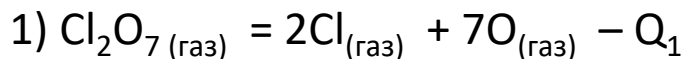
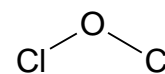
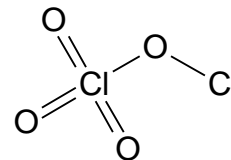
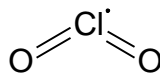
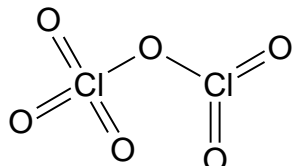
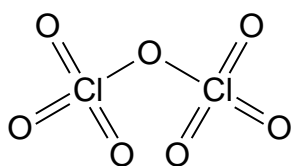
$$\Delta_r H_{298}^0 = \Delta_f H_{298}^0(CO_{2(\text{газ})}) - \Delta_f H_{298}^0(CO_{(\text{газ})}) - \cancel{\frac{1}{2} \Delta_f H_{298}^0(O_{2(\text{газ})})} = 0$$

$$\Delta_f H_{298}^0(CO_{(\text{газ})}) = \Delta_f H_{298}^0(CO_{2(\text{газ})}) - \Delta_r H_{298}^0 = -110.6 \text{ кДж/моль}$$

4) Обозначим **a** – энергия разрыва одинарной связи, **b** – кратной связи в соединениях **A-Д**, **c** – энергия атомизации продукта разложения с большей молярной массой, **d** – энергия атомизации продукта разложения с меньшей молярной массой.

а) Приведите выражения  $\Delta_f H^0$  для веществ **A-Д** через параметры **a – d**.

б) Оцените теплоты образования **Б** и **В** в газовой фазе исходя из п. а) по имеющимся термохимическим данным ( $\Delta_f H^0$  приведены для разложения в газовой фазе).

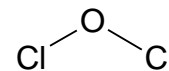
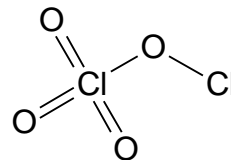
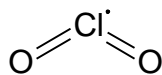
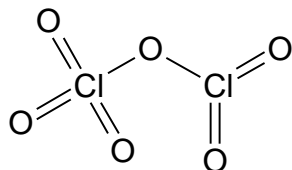
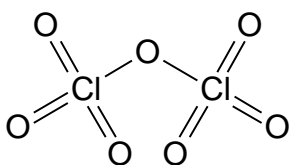


$$\Delta_r H_1 = 2 \cdot \Delta_f H^0(\text{Cl}_{(\text{газ})}) + 7 \cdot \Delta_f H^0(\text{O}_{(\text{газ})}) - \Delta_f H^0(\text{Cl}_2\text{O}_{7(\text{газ})}) = -2 \cdot c - 7 \cdot d - \Delta_f H^0(\text{Cl}_2\text{O}_{7(\text{газ})})$$

4) Обозначим **a** – энергия разрыва одинарной связи, **b** – кратной связи в соединениях **A-Д**, **c** – энергия атомизации продукта разложения с большей молярной массой, **d** – энергия атомизации продукта разложения с меньшей молярной массой.

а) Приведите выражения  $\Delta_f H^0$  для веществ **A-Д** через параметры **a – d**.

б) Оцените теплоты образования **Б** и **В** в газовой фазе исходя из п. а) по имеющимся термохимическим данным ( $\Delta_f H^0$  приведены для разложения в газовой фазе).



$$\left\{ \begin{array}{l} 6b + 2a = 7d + 2c + \Delta_f H^0(\text{Cl}_2\text{O}_{7(\text{газ})}) \\ 5b + 2a = 6d + 2c + \Delta_f H^0(\text{Cl}_2\text{O}_{6(\text{газ})}) \\ 2b + 0a = 2d + c + \Delta_f H^0(\text{ClO}_{2(\text{газ})}) \\ 3b + 2a = 4d + 2c + \Delta_f H^0(\text{Cl}_2\text{O}_{4(\text{газ})}) \\ 0b + 2a = d + 2c + \Delta_f H^0(\text{Cl}_2\text{O}_{(\text{газ})}) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 6b + 2a - 7d - 2c = -272 \\ 5b + 2a - 6d - 2c = \Delta_f H^0(\text{Cl}_2\text{O}_{6(\text{газ})}) \\ 2b - 2d - c = -102.6 \\ 3b + 2a - 4d - 2c = \Delta_f H^0(\text{Cl}_2\text{O}_{4(\text{газ})}) \\ 2a - d - 2c = -80.3 \end{array} \right.$$

$$\Delta_f H^0(\text{Cl}_2\text{O}_{4(\text{газ})}) = -176.15 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta_f H^0(\text{Cl}_2\text{O}_{6(\text{газ})}) = -240.05 \text{ кДж/моль}$$

*Дорогу осилит идущий!*

