

# Курс химии для основных академических направлений подготовки специалистов НИЯУ МИФИ:

- Институт ядерной физики и технологий
- Институт лазерных и плазменных технологий
- Инженерно-физический институт биомедицины
- Институт нанотехнологий в электронике, спинтронике и фотонике
- Институт интеллектуальных кибернетических систем

# Курс химии для основных направлений подготовки специалистов НИЯУ МИФИ:

- «Ядерная физика и технологии»,
- «Физика материалов и процессов»,
- «Ядерная физика и космофизика»,
- «Ядерная медицина»
- «Физика элементарных частиц и космология»,
- «Физика плазмы»,
- «Лазерная физика»,
- «Физика твердого тела и фотоника».
- «Физика быстропротекающих процессов»,

# Курс химии

- **1 часть: Основы теории химии**

электронное строение атома и химическая связь  
химическая термодинамика,  
химическая кинетика  
химическое равновесие,  
электрохимические системы,  
дисперсные системы (наносистемы).

**2 часть: Свойства химических элементов и их соединений,  
методы разделения и очистки, химическая идентификация  
и измерение**

**Химические элементы современных материалов ядерной физики, ядерной энергетики и медицины, физики твердого тела (ядерное топливо, поглощающие материалы, радиофармпрепараты, сверхпроводники, лазерные материалы, люминофоры и т.д.)**

# Контроль знаний

- 1 семестр - зачет
- 2 семестр - экзамен
- **Российская и международная система оценок**
- Работа в семестре - 50 баллов  
(Текущий контроль знаний на каждом занятии и контроль разделов)
- Зачет или экзамен - 50 баллов  
(A, B, C, D, E, F)

# Литература

- Коровин Н.В. Общая химия. М.: Высшая школа. 2002, 2013
- Ахметов, Н.С. **Общая и неорганическая химия**/Н.С. Ахметов. – М.:ВШ, 2007
- Химия: учебник для вузов. Гуров А.А., Бадаев Ф.З., Овчаренко Л.П., Шаповал В.Н. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.
- Сергиевский В.В., Ананьева Е.А., Жукова Т.В и др. **Неорганическая химия**: учебное пособие для внеаудиторной работы / М.: МИФИ. 2007
- Ананьева Е.А., Звончевская М.Ф. Кучук Ж.С., Сорока И.В. **Закономерности протекания химических реакций** (химическая термодинамика, кинетика, равновесие). М.: МИФИ. 2015
- Сергиевский В.В., Ананьева Е.А., Звончевская М.Ф. и др. **Химия растворов**. М.: МИФИ. 2005
- Ананьева Е.А., Звончевская М.Ф., Глаголева М.А., Сергиевский В.В., **Электрохимия**: Учебное пособие. М.: МИФИ. 2006.
- **Общая химия. Лабораторный практикум. Ред. Ананьева Е.А.:** МИФИ. 2010
- **Ананьева Е.А., Безрукова Н.Ю., Глаголева М.А. и др. Сборник задач и тестов по курсу химии: учебное пособие. М.: МИФИ. 2014**



# Электронные курсы по Химии

Ананьева Е.А., Глаголева М.А., Звончевская М.Ф.,  
Кучук Ж.С., Месяц Е.А., Миндлина Т.Б.

# Что в этих курсах?

- ✓ теоретическая часть;
- ✓ иллюстрации, видео, анимация;
- ✓ гиперссылки, аннотированные ссылки;
- ✓ контрольные и учебные тесты;
- ✓ глоссарий, персоналии.










# Где их найти?

Электронные курсы размещены в системе дистанционного обучения(СДО) НИЯУ МИФИ

1. Адрес – **<http://lms.mephi.ru>**
2. **<http://mephi.ru>** – ссылка в разделе «Сервисы», «Полезные ресурсы»
3. **<http://mephi.ru>** – ссылка в разделе «Ресурсы НИЯУ МИФИ»

## Сервисы

-  Телефонный справочник
-  Электронная почта
-  Электронная библиотека
-  Видео
-  Галерея
-  Форум
-  Полезные ресурсы

## Ресурсы НИЯУ МИФИ

- Телефонный справочник НИЯУ МИФИ
- Электронная почта НИЯУ МИФИ
- Инжиниринговый центр НИЯУ МИФИ
- НИЯУ МИФИ на Youtube
- GRID кластер
- Научная библиотека Москва
- Сведения об образовательной организации
- Домовый храм
- Культурно-исторический центр "Наше наследие"
- Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов
- Система дистанционного обучения**
- УНК с удаленным доступом



# Как выбрать курс?

1. На главной странице СДО перейти по ссылке «Подать заявку»

Электронное обучение НИЯУ МИФИ :: Добро пожаловать на учебный портал НИЯУ МИФИ - Windows Internet Explorer

http://lms.mephi.ru/index.php

Файл Правка Вид Избранное Сервис Справка

Избранное Электронное обучение НИЯУ МИФИ :: Добро пожа...

eLearning Server

Авторизация

Имя:

Пароль:

Войти

- Забыли пароль?
- Подать заявку

Добро пожаловать на учебный портал НИЯУ МИФИ

Электронные курсы и материалы для них были подготовлены в рамках Программы создания и развития НИЯУ МИФИ на 2009-2017 гг.

Что нужно сделать для начала работы с системой?

Если Вы уже зарегистрированы в системе, то для начала работы, пожалуйста, пройдите процедуру авторизации.

Если Вы забыли свой пароль, его можно восстановить, перейдя по ссылке "Забыли пароль?".

Если Вы еще не зарегистрированы в системе, но хотите зарегистрироваться и получить доступ к электронным курсам, Вы можете подать заявку, перейдя по ссылке "Подать заявку".

Электронные письма с вопросами, связанными с работой в системе, с электронными курсами, а так же пожелания по разработке новых курсов можно отправлять на адрес [lms@mephi.ru](mailto:lms@mephi.ru).

© ГиперМетод <http://learnware.ru>  
(495) 411-99-53, (812) 380-88-77

Интернет 100%

Авторизация

Имя:

Пароль:

Войти

- Забыли пароль?
- Подать заявку



# Электронные курсы по Химии

Ананьева Е.А., Глаголева М.А., Звончевская М.Ф.,  
Кучук Ж.С., Месяц Е.А., Миндлина Т.Б.

# Что в этих курсах?

- ✓ теоретическая часть;
- ✓ иллюстрации, видео, анимация;
- ✓ гиперссылки, аннотированные ссылки;
- ✓ контрольные и учебные тесты;
- ✓ глоссарий, персоналии.





# Где их найти?

Электронные курсы размещены в системе дистанционного обучения(СДО) НИЯУ МИФИ

1. Адрес – **<http://lms.mephi.ru>**
2. **<http://mephi.ru>** – ссылка в разделе «Сервисы», «Полезные ресурсы»
3. **<http://mephi.ru>** – ссылка в разделе «Ресурсы НИЯУ МИФИ»

## Сервисы


 Телефонный справочник


 Электронная почта

 Электронная библиотека

 Видео

 Галерея

 Форум

 Полезные ресурсы

## Ресурсы НИЯУ МИФИ

Телефонный справочник НИЯУ МИФИ

Электронная почта НИЯУ МИФИ

Инжиниринговый центр НИЯУ МИФИ

НИЯУ МИФИ на Youtube

GRID кластер

Научная библиотека Москва

Сведения об образовательной организации

Домовый храм

Культурно-исторический центр "Наше наследие"

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов

Система дистанционного обучения

УНК с удаленным доступом

# Как выбрать курс?

1. На главной странице СДО перейти по ссылке «Подать заявку»

Электронное обучение НИЯУ МИФИ :: Добро пожаловать на учебный портал НИЯУ МИФИ - Windows Internet Explorer

http://lms.mephi.ru/index.php

Файл Правка Вид Избранное Сервис Справка

Избранное Электронное обучение НИЯУ МИФИ :: Добро пожа...

eLearning Server

Авторизация

Имя:

Пароль:

Войти

- Забыли пароль?
- Подать заявку

Добро пожаловать на учебный портал НИЯУ МИФИ

Электронные курсы и материалы для них были подготовлены в рамках Программы создания и развития НИЯУ МИФИ на 2009-2017 гг.

Что нужно сделать для начала работы с системой?

Если Вы уже зарегистрированы в системе, то для начала работы, пожалуйста, пройдите процедуру авторизации.

Если Вы забыли свой пароль, его можно восстановить, перейдя по ссылке "Забыли пароль?".

Если Вы еще не зарегистрированы в системе, но хотите зарегистрироваться и получить доступ к электронным курсам, Вы можете подать заявку, перейдя по ссылке "Подать заявку".

Электронные письма с вопросами, связанными с работой в системе, с электронными курсами, а так же пожелания по разработке новых курсов можно отправлять на адрес [lms@mephi.ru](mailto:lms@mephi.ru).

© ГиперМетод <http://learnware.ru>  
(495) 411-99-53, (812) 380-88-77

Интернет 100%

Авторизация

Имя:

Пароль:

Войти

- Забыли пароль?
- Подать заявку

# ЛЕКЦИЯ 1

## ХИМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

- **Введение**

  - Химия, как наука

- **Химические системы**

- **Характеристика химических систем:**

  - Вещество, структурная единица

    - Атом

    - Молекула

    - Ионы

  - Превращения

  - Признаки

- **Классификация химических реакций**

- **Химическая двойственность**

- **Характеристика кислотности среды**

- **Ионно-молекулярные уравнения химических реакций**

# Классификация фундаментальных наук на уровне макрообъектов

Наука	Системообразующие элементы	Вид отношений
Семиотика	Знаки	Семантика, синтактика, прагматика
Математика	Символы, термины	Преобразование
Физика	Тела	Взаимодействие
Химия	Вещества	Превращение
Биология	Ткани, органы, организмы	Метаболизм
Метапсихология (соционика)	Человек	Психическая активность
Экология	Биосфера	Все виды деятельности

# Современные направления науки

РАЗДЕЛЫ ХИМИИ	ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ
Квантовая химия	Хим. связь, электронное строение
Плазмохимия	Низкотемпературная плазма
Химия растворов	Гомогенные жидкие системы
Электрохимия	Ионные гомогенные и гетерогенные системы
Радиационная химия	Воздействие ионизирующего излучения
Неорганическая химия	Неорганические вещества
Органическая химия	Углерод и его соединения
Биохимия	Состав и превращения биомолекул в организме
Геохимия	Земное вещество



# Химические системы -

совокупность микро- и макроколичеств *веществ*, способных под воздействием внешних *факторов* к *превращениям* с образованием новых химических веществ.

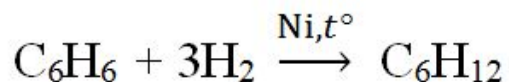
Можно выделить три ключевых понятия:

- 1 - **вещество**,
- 2 – **химические превращения**,
- 3 – **условия, среда**

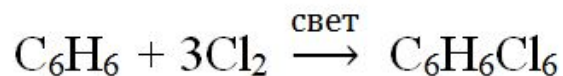


# Факторы, условия

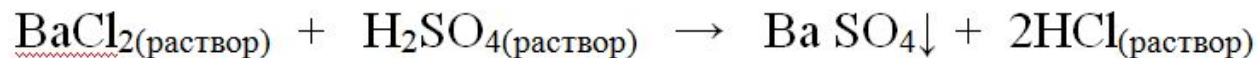
- Условия, при которых протекают реакции, принято указывать над стрелкой символизирующей химические превращения (p, T, hν, pH, потоки частиц с высокой энергией, форма и материал реакционного сосуда и т.д.). Если реакция протекает при стандартных земных условиях, то над стрелкой ничего не указывается.



циклогексан



гексахлорциклогексан

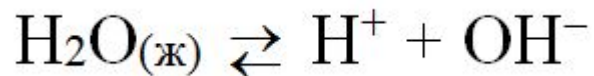


# Факторы, условия

## КИСЛОТНОСТЬ СРЕДЫ

$pH = -\lg a_{H^+} = -\lg C_{H^+}$  – водородный показатель

$pOH = -\lg C_{OH^-}$  – гидроксильный показатель



$$K_B = \vec{C}_{H^+} \cdot \vec{C}_{OH^-}; K_B = 10^{-14} \text{ при } 22^\circ C$$

нейтральная:  $C_{H^+} = C_{OH^-} = 10^{-7}$ ,  $pH = pOH = 7$ ;

щелочная:  $C_{H^+} < C_{OH^-}$ ,  $C_{H^+} < 10^{-7}$ ,  $pH > pOH$ ,  $pH > 7$ .

кислая:  $C_{H^+} > C_{OH^-}$ ,  $C_{H^+} > 10^{-7}$ ,  $pH < pOH$ ,  $pH < 7$ ;

# Характеристика кислотности среды

Кислотность раствора определяется концентрацией ионов водорода.

<b>в нейтральной</b>	$[H^+] = [OH^-]$
<b>в кислой среде</b>	$[H^+] > [OH^-]$
<b>в щелочной</b>	$[H^+] < [OH^-]$

**Водородный показатель:**  $pH = -\lg[H^+]$

**Показатель щелочности:**  $pOH = -\lg[OH^-]$

**В водных растворах:**  $pH + pOH = 14,$

---

следовательно, среду можно охарактеризовать следующим образом:

<b>кислая</b>	$pH < 7$
<b>нейтральная</b>	$pH = 7$
<b>щелочная</b>	$pH > 7$

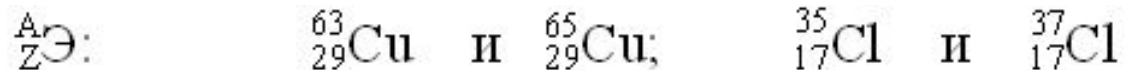
## Структурные единицы вещества:

- **Атом** – наименьшая частица химического элемента, сохраняющая все его химические свойства, электронейтральная система, состоящая из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженного электронного облака.

- **Химический элемент** – совокупность атомов с одинаковыми зарядами ядер:



- **Изотопы** – атомы одного и того же химического элемента, но с различными массовыми числами за счёт разного числа нейтронов в ядре:



- **Ионы** – частицы реального вещества, одноатомные или многоатомные, несущие на себе электрический заряд:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$

- **Молекула** – наименьшая частица химического вещества, способная к самостоятельному существованию как единая динамическая система нескольких атомов:  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

## Простые вещества –

вещества, молекулы которых состоят из атомов одного и того же элемента.

газ -  $O_2$ , жидкость -  $Br_2$ , твердые вещества -  $I_2$ ,  $C_{\text{алмаз}}$ ,  
металлы (Na, Fe, Au)

## Аллотропия –

существование элемента в виде нескольких простых веществ. Это явление обусловлено либо образованием молекул с различным числом атомов (например, **кислород**  $O_2$  или **озон**  $O_3$ ), либо кристаллов с различной структурой (кристаллические формы углерода: **алмаз**, **графит**, **карбин**, молекулярные формы углерода: **фуллерены**  $C_{60}$ ,  $C_{70}$ ,  $C_{76}$  и др).

## Сложные вещества –

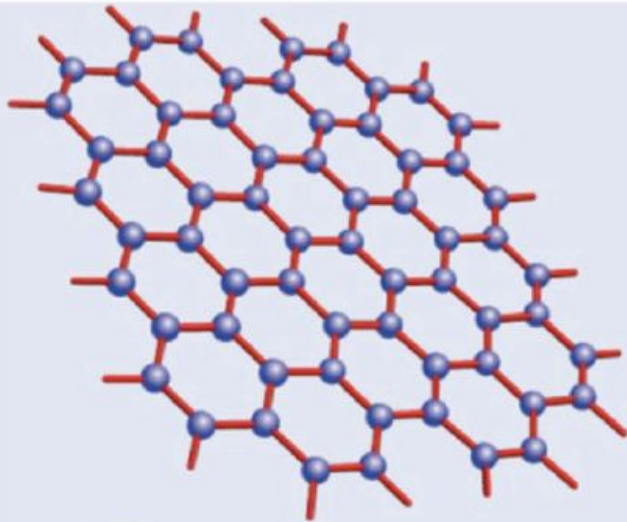
молекулы, состоящие из атомов разных элементов.

$H_2O$ ,  $NaCl$ ,  $CH_3COOH$ ,  $Fe(OH)_3$

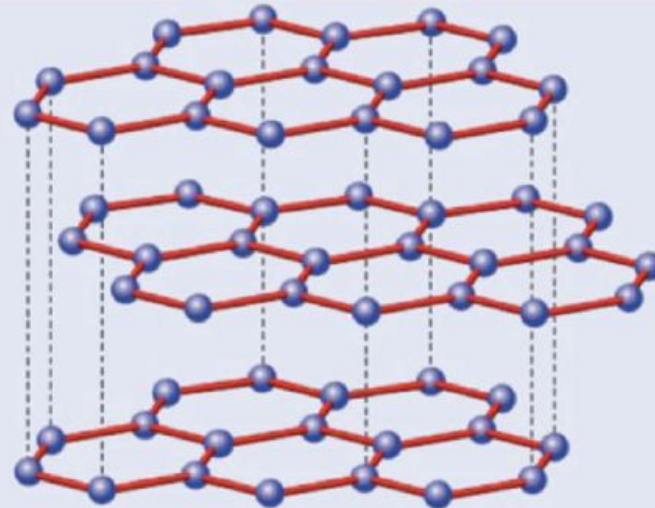
**Изомерия**- вещества одинакового состава, но с разным химическим строением и свойствами

# Углеродные наноструктуры

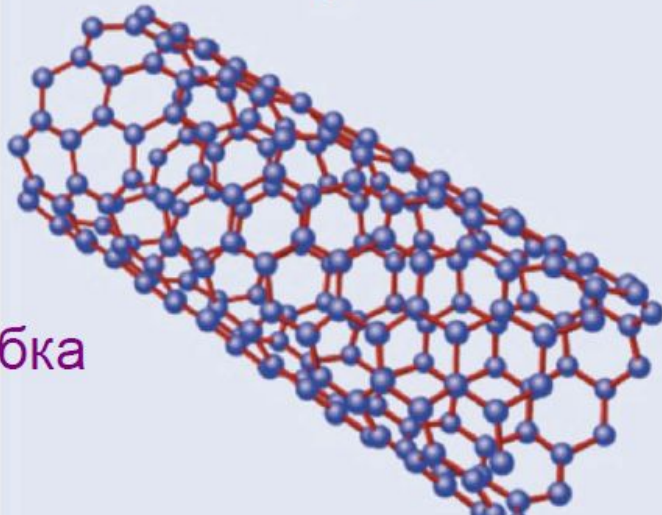
Г графен



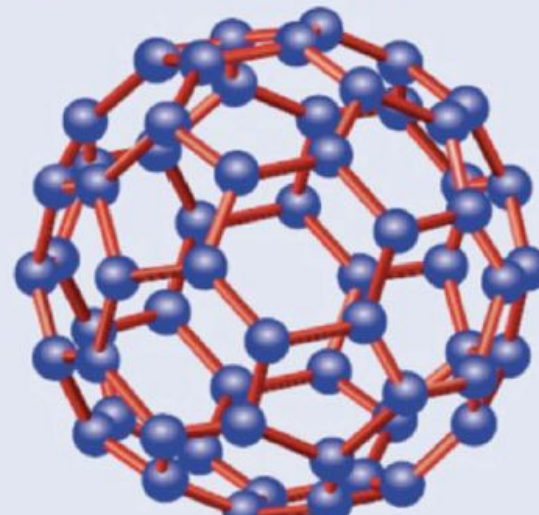
графит



Г нанотрубка



фуллерен



# УГЛЕРОДНАЯ

Вторая половина XX века – наши дни:  
«кремниевая эра»

2022 г. – прогнозируемый конец  
развития технологии КМОП

На размерах меньше 10 нм кремний  
перестает существовать как кристалл


Химические связи углерода гораздо  
короче и жестче, чем у кремния

Уникальные свойства графена:


- химическая стабильность
- высочайшая подвижность носителей
- высокая теплопроводность
- исключительная прочность и упругость
- непроницаемость
- почти полная прозрачность

carbon 6 <b>C</b> 12.011	
silicon 14 <b>Si</b> 28.086	
germanium 32 <b>Ge</b> 72.61	
tin 50 <b>Sn</b> 118.71	
lead 82 <b>Pb</b> 207.2	

← ?



Modern Si MOSFET



First Ge transistor

*Однако, в ближайшее  
время углерод вряд ли  
заменит кремний*



# Основные признаки химических превращений

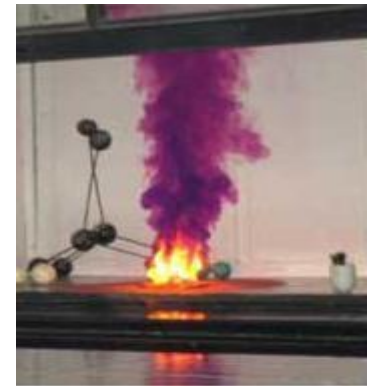
- выделение газа:



- образование осадка:



- выделение или поглощение тепла:



- **изменение цвета**, как результат изменения электронного строения или степени окисления атомов элементов в химической реакции:



## Метод классической химии

- Нобелевский лауреат Р. Фейнман: «Чтобы узнать, как расположены атомы в какой-нибудь невероятно сложной молекуле, химик смотрит, что будет, если смешать два разных вещества! Да физик нипочем не поверит что химик, описывая расположение атомов, понимает, о чем говорит. Но вот уже больше 20 лет, как появился физический метод, который позволяет разглядывать молекулы ...и описывать расположение атомов, не по цвету раствора, а по измерению расстояний между атомами. И что же? Оказалось, что химики почти никогда не ошибаются».

# Типы химических реакций

## Классификационные признаки:

- 1. Число и состав исходных веществ и продуктов реакции.
- 2. Тип химического превращения (обменные, кислотно-основные, окислительно-восстановительные)
- 3. Агрегатное состояние реагентов и продуктов реакции.
- 4. Число фаз, в которых находятся участники реакции.
- 5. Природа переносимых частиц.
- 6. Возможность протекания реакции в прямом и обратном направлении.
- 7. Знак теплового эффекта разделяет все реакции на:
  - экзотермические реакции, протекающие с экзо-эффектом – выделение энергии в форме теплоты ( $Q > 0$ ,  $\Delta H < 0$ ):  $C + O_2 = CO_2 + Q$
  - и эндотермические реакции, протекающие с эндо-эффектом - поглощением энергии в форме теплоты ( $Q < 0$ ,  $\Delta H > 0$ ):  $N_2 + O_2 = 2NO - Q$ .

# Типы химических реакций

- Реакция разложения:  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO}\downarrow + \text{CO}_2\uparrow$
- Реакция соединения:  $\text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$
- Реакция замещения:  $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$
- Реакция обмена:  $\text{HNO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$

---

Окислительно-восстановительная реакция:  $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$

---

Обратимая  $\text{AgCl}\downarrow + \text{NaI} \leftrightarrow \text{AgI}\downarrow + \text{NaCl}$

и необратимая  $\text{CuSO}_4 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \underline{\text{CuS}}\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$  (осадок) реакция

# Ионно-молекулярные уравнения химических реакций

Для того чтобы ионно-молекулярные уравнения правильно отражали механизм процесса, необходимо придерживаться следующей формы их записи:

- Малорастворимые, малодиссоциирующие, газообразные вещества и оксиды записывают в виде молекул.
- Растворимые сильные электролиты, как полностью диссоциированные, записывают в виде ионов.
- Сумма электрических зарядов ионов левой части уравнения должна быть равна сумме электрических зарядов правой части.

# Сильные электролиты

- Сильные кислоты:  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$ ,  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и т.д.  
 $\text{H}_n\text{SO}_m$  где  $m-n \geq 2$  - сильные, эмпирическое правило Полинга
- Сильные основания: гидроксиды щелочных и щелочноземельных металлов:  $\text{LiOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Ba(OH)}_2$  и другие.  
 $\text{Ca(OH)}_2$ , т.к.  $K_2 = 4,3 \cdot 10^{-2}$
- Соли ( хорошо растворимые в воде):
  - средние ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{FeCl}_2$  и др.).
  - Кислые ( $\text{KHCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{NaHS}$  и др.) и основные ( $\text{ZnOHCl}$ ,  $\text{Al(OH)}_2\text{NO}_3$ ,  $\text{CrOHNSO}_4$  и др.) соли диссоциируют в водных растворах по первой ступени как сильные электролиты. В ионно-молекулярных уравнениях кислые и основные соли записываются в виде ионов, которые образуются в результате диссоциации по первой ступени.



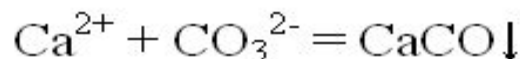
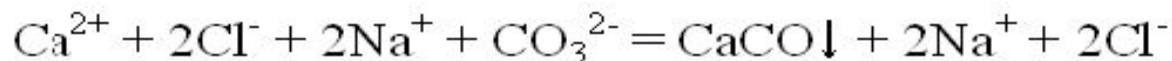
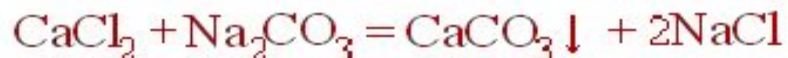
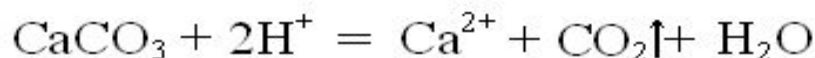
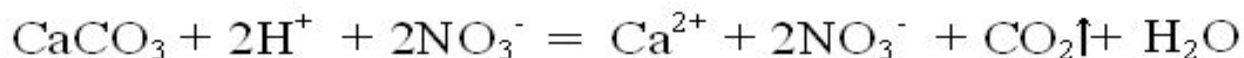
## Вещества, остающиеся в виде молекул, при составлении ионных уравнений

- **оксиды (пероксиды):**  $\text{BaO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$  и др.
- **нерастворимые вещества:**  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Li}_3\text{PO}_4$  и др.
- **газы:**  $\text{CO}(\text{г})$ ,  $\text{CO}_2(\text{г})$ ,  $\text{SO}_2(\text{г})$ ,  $\text{AsCl}_3(\text{г})$  и др.
- **простые вещества:**  $\text{Na}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{O}_2$  и др.
- **слабые кислоты:**  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  и др.
- **слабые основания:**  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$  и др.

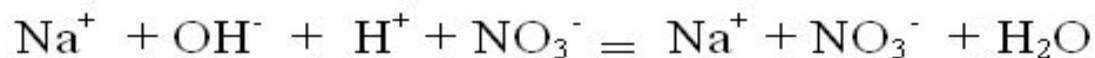
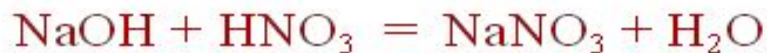
## Примеры ионных уравнений



выделение газа



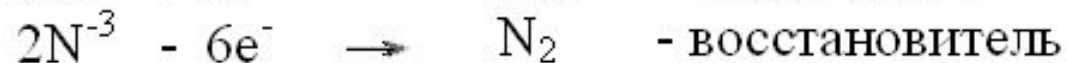
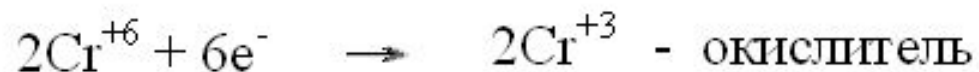
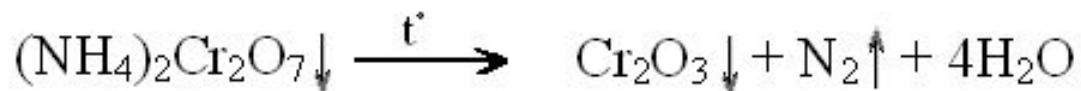
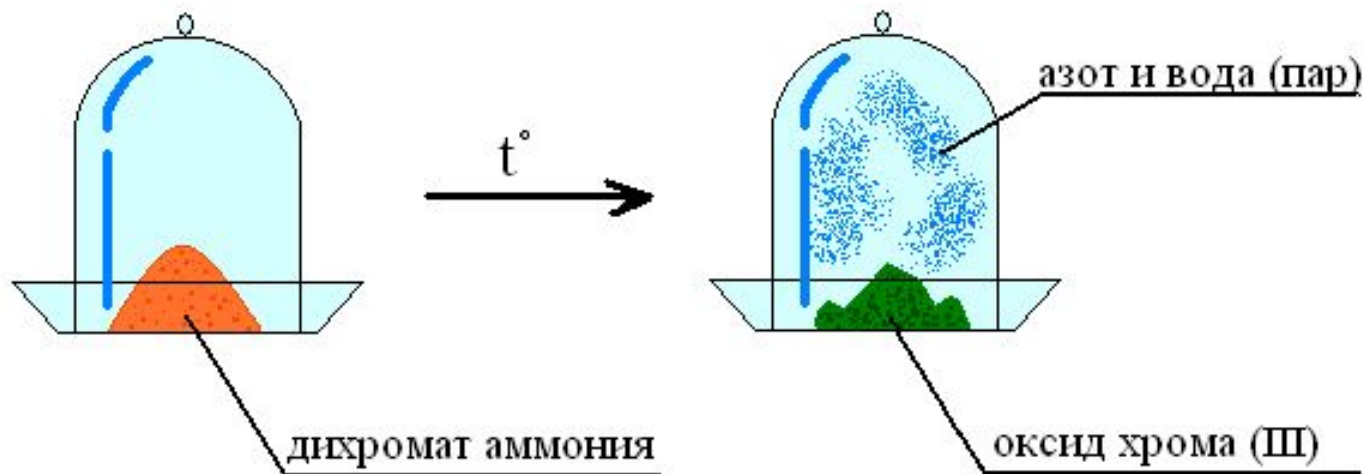
выпадение  
осадка



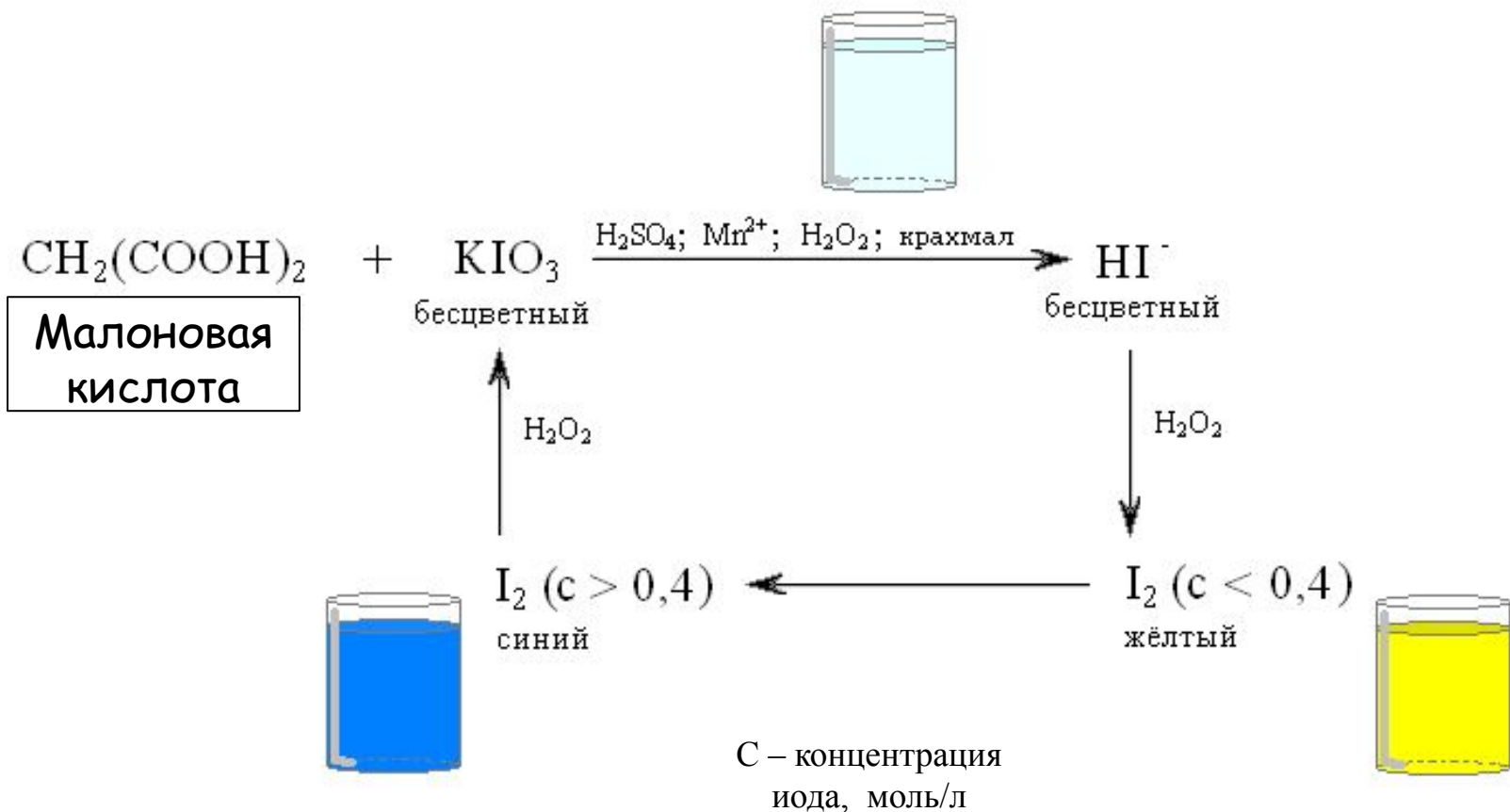
образоване  
малодис-  
социирующего  
вещества



# Опыт №1 «Вулкан»



## Опыт №2 «Колебательная система»



## Химическая двойственность

- Амфотерность гидроксида алюминия  $\text{Al}(\text{OH})_3$  :



основание



кислота

- Окислительно-восстановительная двойственность пероксида водорода  $\text{H}_2\text{O}_2$  :

восстановитель



окислитель



# Литература

- Коровин Н.В. Общая химия. М.: Высшая школа. 2002, 2013
- Ахметов, Н.С. **Общая и неорганическая химия**/Н.С. Ахметов. – М.:ВШ, 2007
- Химия: учебник для вузов. Гуров А.А., Бадаев Ф.З., Овчаренко Л.П., Шаповал В.Н. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.
- Сергиевский В.В., Ананьева Е.А., Жукова Т.В и др. **Неорганическая химия**: учебное пособие для внеаудиторной работы / М.: МИФИ. 2007
- Ананьева Е.А., Звончевская М.Ф. Кучук Ж.С., Сорока И.В. **Закономерности протекания химических реакций** (химическая термодинамика, кинетика, равновесие). М.: МИФИ. 2015
- Сергиевский В.В., Ананьева Е.А., Звончевская М.Ф. и др. **Химия растворов**. М.: МИФИ. 2005
- Ананьева Е.А., Звончевская М.Ф., Глаголева М.А., Сергиевский В.В., **Электрохимия**: Учебное пособие. М.: МИФИ. 2006.
- **Общая химия. Лабораторный практикум. Ред. Ананьева Е.А.:** МИФИ. 2010
- Ананьева Е.А., Безрукова Н.Ю., Глаголева М.А. и др. **Сборник задач и тестов по курсу химии: учебное пособие. М.: МИФИ. 2014**