

# Полный комплект цветных таблиц по неорганической химии. Весь курс средней школы 100 таблиц формата А1.

Авторы: Назарова Т.С., Куприянова Н.С., Кожевников Д.Н., Назарова А.Г.

Таблицы посерийно выполнены форматом А1 (60х84 см) на плотной мелованной бумаге импортного производства с полноцветной двухсторонней печатью и ламинированы матовой (антибликовой) пленкой. Каждая серия таблиц сопровождается подробными методическими рекомендациями по использованию в процессе преподавания в виде брошюр.

Комплект таблиц по неорганической химии состоит из 7 серий:

- 1) Начала химии
- 2) Строение вещества. Химическая связь
- 3) Растворы. Электролитическая диссоциация
- 4) Химические реакции
- 5) Неметаллы
- 6) Металлы
- 7) Химическое производство. Металлургия



Комплект таблиц. М.: "Варсон", 2010 г. , 100 стр.  
Весь курс средней школы 100 таблиц.

### Содержание:

**Начала химии.** - 16 таблиц. Наглядные изображения, приведенные в таблицах, помогут учащимся легко усвоить первоначальные химические понятия и важнейшие законы химии.

**Строение вещества. Химическая связь.** - 16 таблиц. Наглядные изображения, приведенные в таблицах, знакомят учащихся с историей развития знания об атоме. На основе использования различных видов моделей (шаро-стержневых, масштабных, орбитальных и кольцевых) таблицы позволяют сформировать целостное представление о химической связи и строении веществ.

**Растворы. Электролитическая диссоциация.** - 12 таблиц. Наглядные изображения, приведенные в таблицах, способствуют усвоению знаний об электролитической диссоциации, способах выражения концентрации вещества, механизмах растворения веществ с различными видами связей, гидролизе водных растворов.

**Химические реакции.** - 14 таблиц. Наглядные изображения, приведенные в таблицах, помогут учащимся усвоить важнейшие химические понятия, теории и законы, получить представление о химической кинетике, термодинамике, катализе, окислительно-восстановительных реакциях.

**Неметаллы.** - 16 таблиц. Наглядные изображения, приведенные в таблицах, способствуют усвоению знаний о важнейших химических закономерностях, свойствах неметаллов, их особенностях, знакомят учащихся с применением и распространением веществ в природе. Таблицы могут быть использованы в различных ситуациях: при изучении нового материала, проведении лабораторных опытов, на обобщающих занятиях.

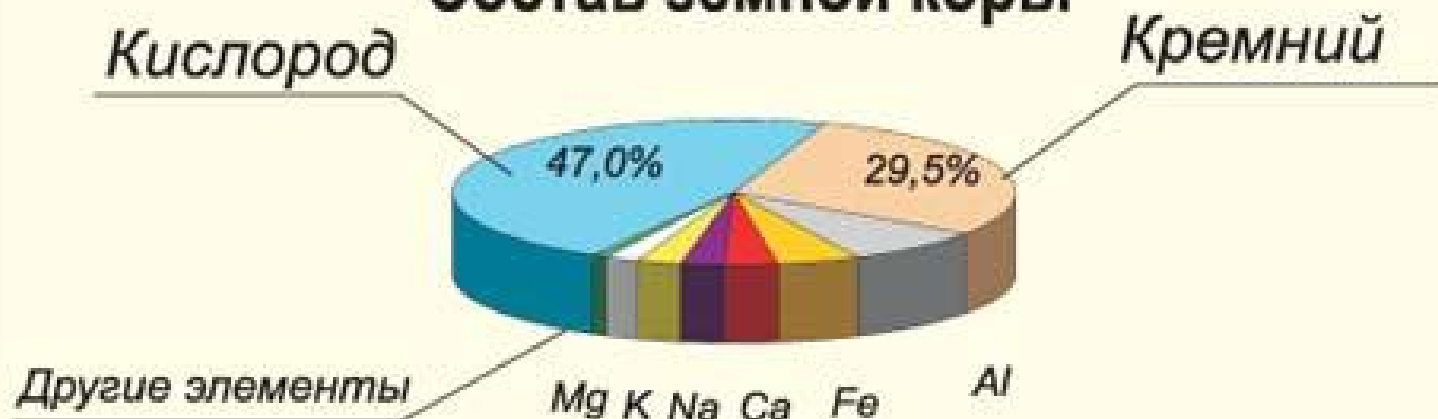
**Металлы.** - 10 таблиц. Наглядные изображения, приведенные в таблицах, способствуют усвоению знаний о строении и свойствах металлов главных подгрупп Периодической системы химических элементов, их особенностях, знакомят учащихся с применением и распространением веществ в природе. Таблицы могут быть использованы в различных ситуациях: при изучении нового материала, на обобщающих занятиях, в качестве справочных материалов.

**Химическое производство. Металлургия.** - 16 таблиц. Наглядные изображения, приведенные в таблицах, способствуют усвоению знаний об общих закономерностях химической технологии, способах и условиях получения различных веществ, устройстве и принципах действия химических аппаратов, особенностях технологических схем различных химических производств и металлургии. Таблицы могут быть использованы при изучении нового материала, на обобщающих занятиях, в профильном обучении.

## ХИМИЧЕСКИЕ ЗНАКИ И АТОМНЫЕ МАССЫ ВАЖНЕЙШИХ ЭЛЕМЕНТОВ

НАЗВАНИЕ ЭЛЕМЕНТА	ХИМИЧЕСКИЙ ЗНАК	ПРОИЗНОШЕНИЕ НАЗВАНИЯ	ОТНОСИТЕЛЬНАЯ АТОМНАЯ МАССА $A_r$
АЗОТ	N	ЭН	14
АЛЮМИНИЙ	Al	АЛЮМИНИЙ	27
БРОМ	Br	БРОМ	80
БАРИЙ	Ba	БАРИЙ	137
ВОДОРОД	H	АШ	1
ЖЕЛЕЗО	Fe	ФЕРРУМ	56
ЙОД	I	ЙОД	127
КАЛИЙ	K	КАЛИЙ	39
КАЛЬЦИЙ	Ca	КАЛЬЦИЙ	40
КИСЛОРОД	O	О	16
КРЕМНИЙ	Si	СИЛИЦИУМ	28
МАГНИЙ	Mg	МАГНИЙ	24
МЕДЬ	Cu	КУПРУМ	64
НАТРИЙ	Na	НАТРИЙ	23
СЕРА	S	ЭС	32
СЕРЕБРО	Ag	АРГЕНТУМ	108
УГЛЕРОД	C	ЦЕ	12
ФОСФОР	P	ПЭ	31
ХЛОР	Cl	ХЛОР	35,5
ЦИНК	Zn	ЦИНК	65

## Состав земной коры

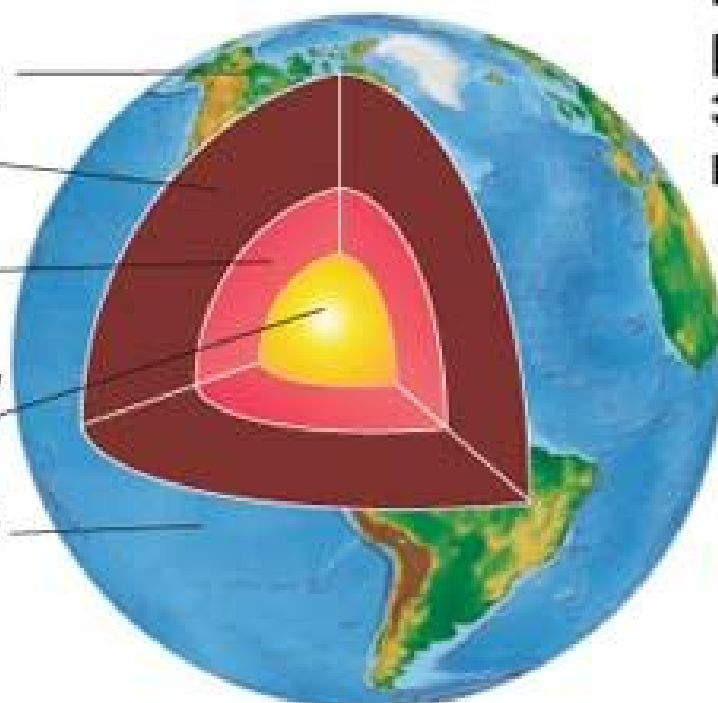
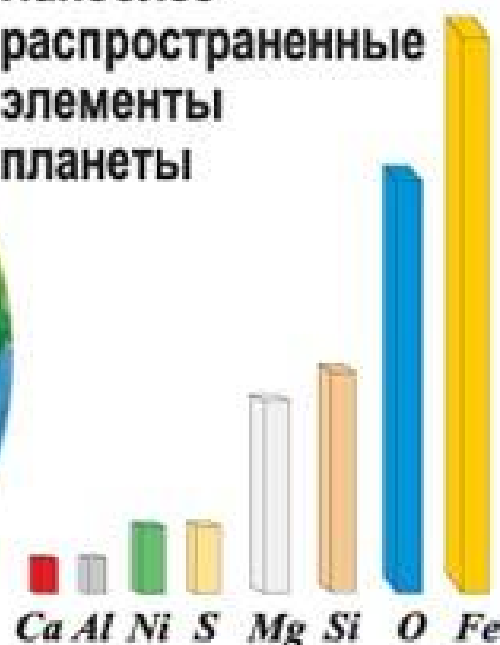


Литосфера

Мантия

Наружная  
часть ядраВнутренняя  
часть ядра

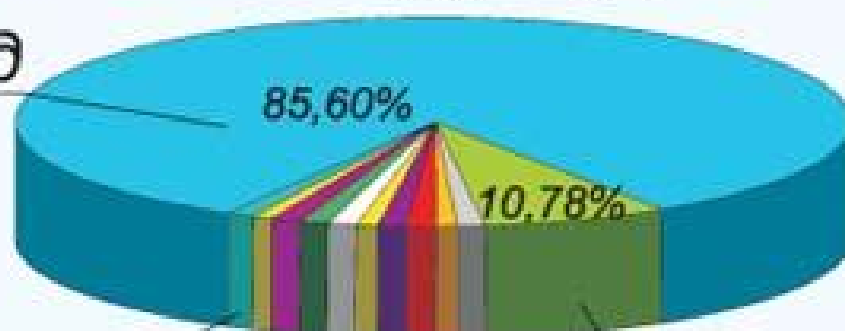
Гидросфера

Наиболее  
распространенные  
элементы  
планеты

## Состав гидросферы

Кислород

Другие элементы



Водород

## ОДИНОЧНЫЕ АТОМЫ

## Водород



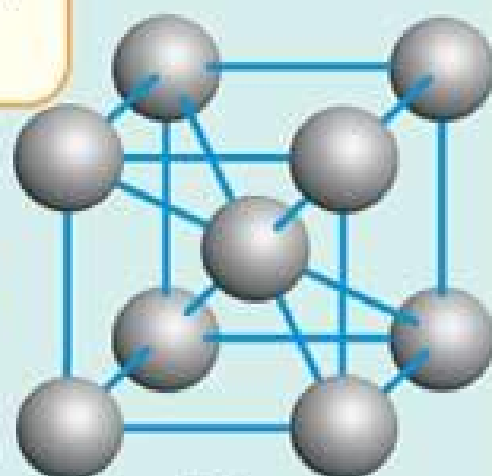
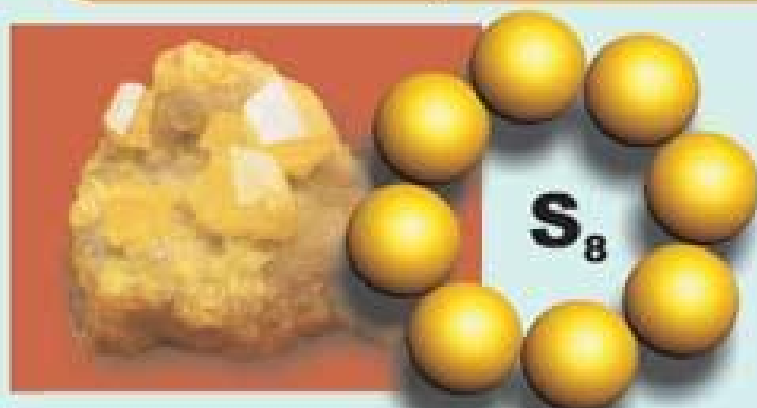
**Сера**



## Натрий



## В СОСТАВЕ ПРОСТОГО ВЕЩЕСТВА

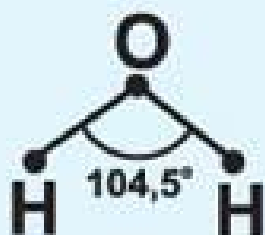


Na

## В СОСТАВЕ СЛОЖНОГО ВЕЩЕСТВА



## Вода



## Сероводород



## Хлорид натрия

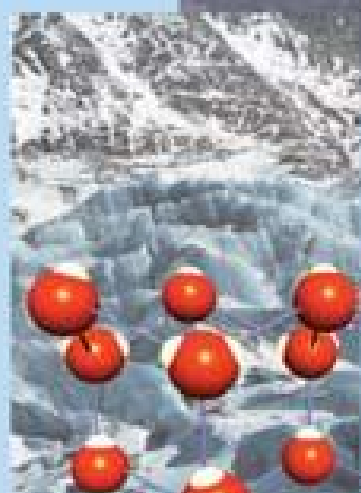


ВЕЩЕСТВА  
МОЛЕКУЛЯРНОГО СТРОЕНИЯ

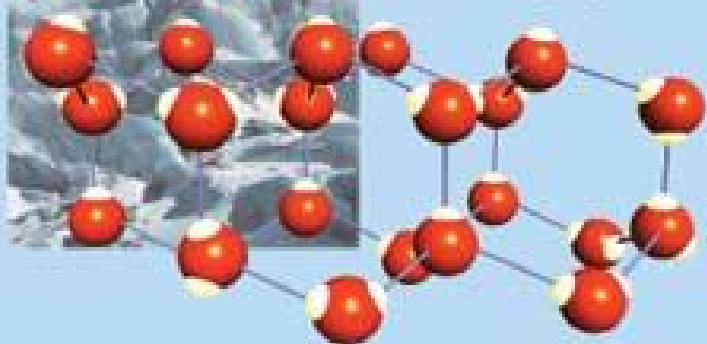
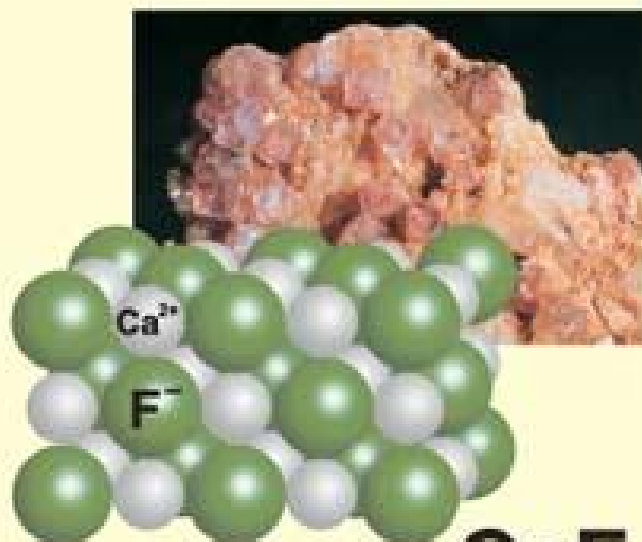
Пар



Вода

 $H_2O$ 

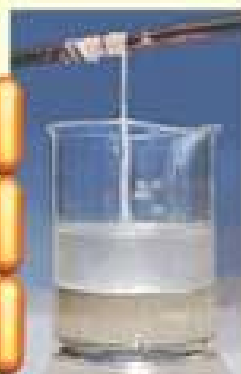
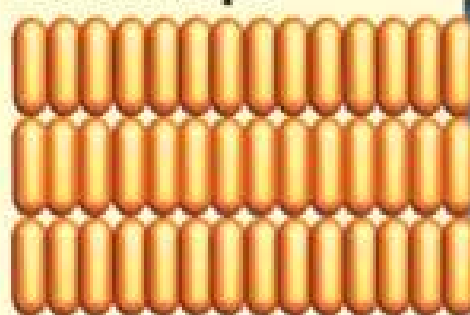
Лед

 $F_2$  $Cl_2$  $Br_2$  $I_2$  $CH_4$  $CO_2$ ВЕЩЕСТВА  
НЕМОЛЕКУЛЯРНОГО СТРОЕНИЯ


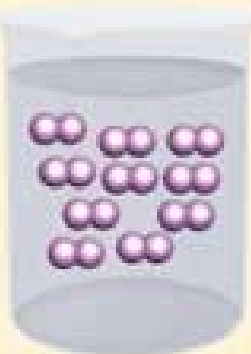
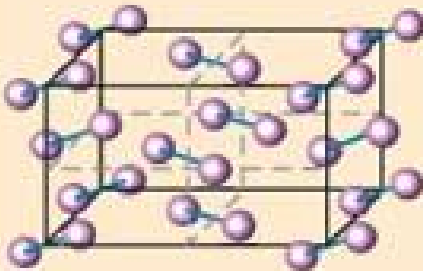

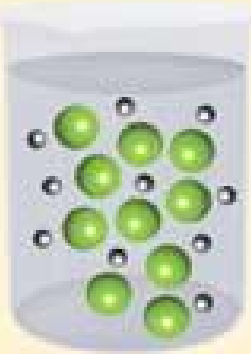
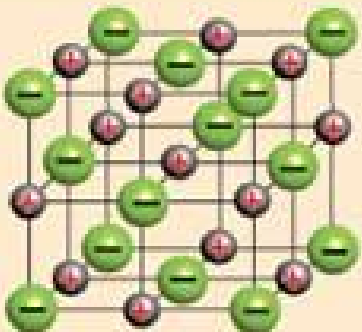

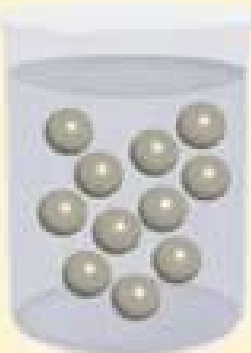
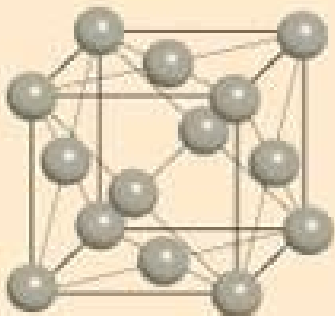
Флюорит

 $CaF_2$ 

Кварц

 $SiO_2$ Макромолекула  
полимера

## СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЕЩЕСТВ

	ГАЗ	ЖИДКОСТЬ	КРИСТАЛЛ
$I_2$ $t_{\text{пл}} 113^\circ\text{C}$ $t_{\text{кип}} 184^\circ\text{C}$			
$NaCl$ $t_{\text{пл}} 801^\circ\text{C}$ $t_{\text{кип}} 1465^\circ\text{C}$			
$Ag$ $t_{\text{пл}} 960^\circ\text{C}$ $t_{\text{кип}} 2167^\circ\text{C}$			



## СПОСОБЫ РАЗДЕЛЕНИЯ СМЕСЕЙ

## ГЕТЕРОГЕННЫЕ (НЕОДНОРОДНЫЕ) СМЕСИ

Отстаивание  
(декантация)

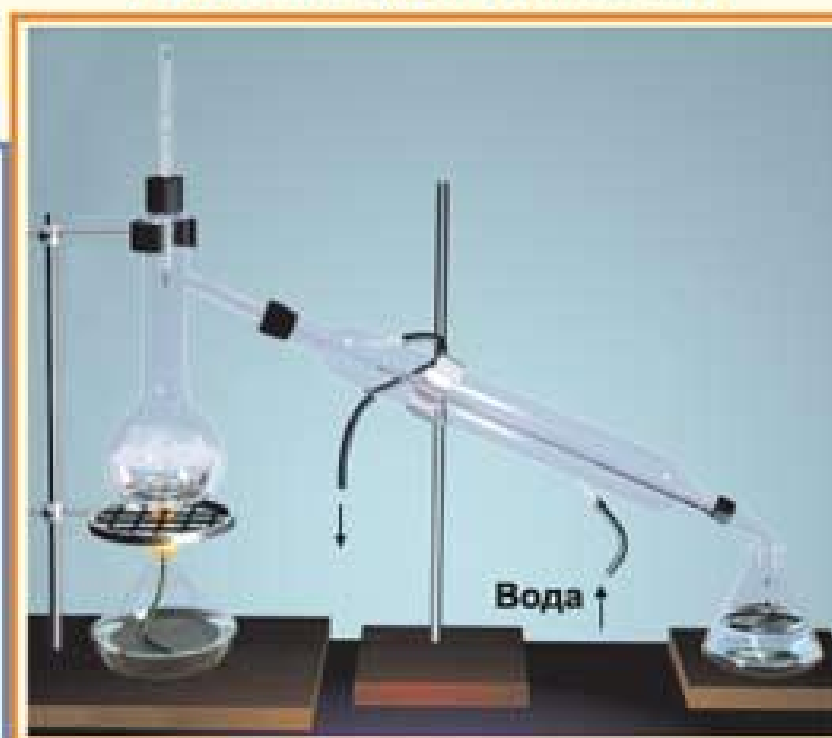
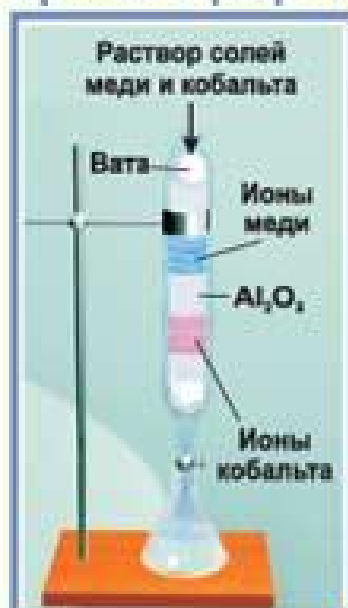
Фильтрование

Разделение  
несмешивающихся  
жидкостейРазделение  
с помощью  
магнита

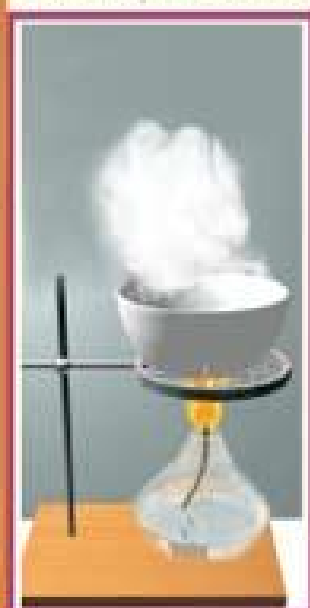
## ГОМОГЕННЫЕ (ОДНОРОДНЫЕ) СМЕСИ

Перегонка (дистилляция)

Хроматография



Выпаривание



## ХИМИЧЕСКИЕ ЗНАКИ И ФОРМУЛЫ

**ХИМИЧЕСКИЙ ЗНАК**  
**(СИМВОЛ)**     *показывает:*

### НАЗВАНИЕ ЭЛЕМЕНТА

## ОДИН АТОМ ВОДОРОДА



$$A_-(H) \equiv 1$$

**ХИМИЧЕСКАЯ ФОРМУЛА** *показывает:*



ИНДЕКС –  
число атомов  
в молекуле



### НАЗВАНИЕ

ОДНА МОЛЕКУЛА

$H_2$	СОСТАВ МОЛЕКУЛЫ	$H_2SO_4$
H	КАЧЕСТВЕННЫЙ	H, S, O
2H	КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ	2H, S, 4O
$M_r(H_2) = 2$	Относительная молекулярная масса	$M_r(H_2SO_4) = 98$
ПРОСТОЕ	ВЕЩЕСТВО	СЛОЖНОЕ

**ВАЛЕНТНОСТЬ –**

свойство атомов удерживать определенное число других атомов в соединении

МЕТАЛЛЫ		НЕМЕТАЛЛЫ
Na, K, Ag	I	H, Cl, Br, J
Mg, Ca, Zn, Cu, Fe	II	O, S
Al, Fe	III	N, P
	IV	C, S, Si
	V	N, P
	VI	S

Запишите символы элементов

P O

1

Обозначьте валентность элементов

$\overline{\text{V}}$   $\overline{\text{II}}$   
P O

2

Найдите наименьшее общее кратное (НОК)

$\overline{\text{V}}$   $\overline{\text{II}}$   
P O 10

3

Разделите НОК на валентность элементов

[P]  $10:\overline{\text{V}}=2$   
[O]  $10:\overline{\text{II}}=5$

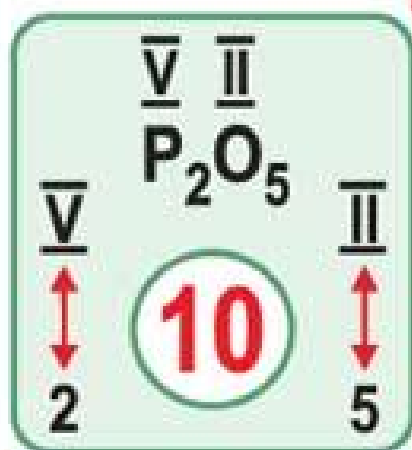
4

Расставьте индексы (справа вниз)

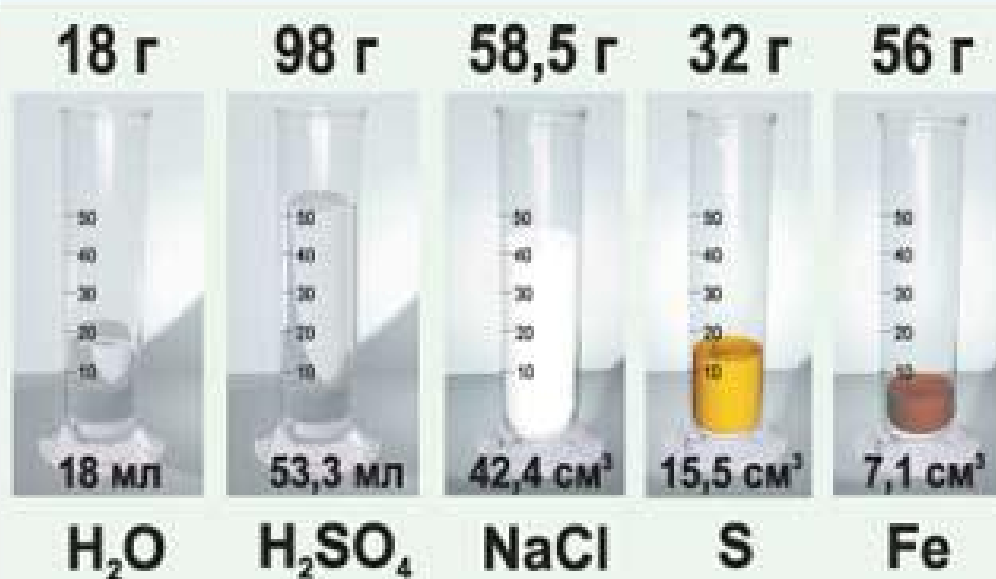
P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

5

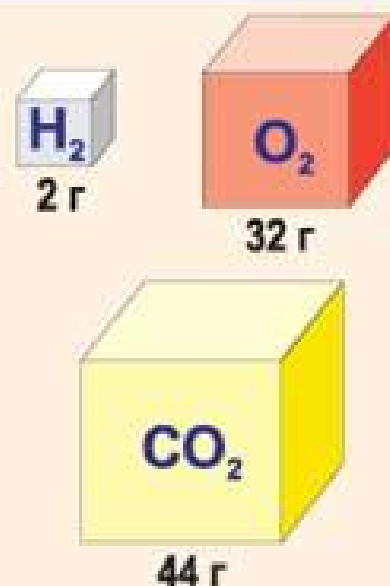
ПРОВЕРЬТЕ ПРАВИЛЬНОСТЬ ФОРМУЛЫ



## МОЛЬ — ЕДИНИЦА КОЛИЧЕСТВА ВЕЩЕСТВА



Массы и объемы веществ количеством 1 моль



Массы 1 моль газов

 $6,02 \cdot 10^{23}$   
атомов, молекул
Число Авогадро  $N_A$ МОЛЯРНЫЙ ОБЪЕМ ГАЗА  $V_m$ НОРМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ  
0°C; 1 атм или  
273 К; 101,325 кПа

$$V_{(O_2)} = \frac{32 \text{ г/моль}}{1,43 \text{ г/л}} = 22,4 \text{ л/моль}$$

$$V_m = \frac{M}{\rho}$$

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

$$V_{(CO)} = \frac{28,01 \text{ г/моль}}{1,25 \text{ г/л}} = 22,4 \text{ л/моль}$$

22,4 л



$$m(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г}$$

МАССА  $m$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г}$$

$$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл}$$

ПЛОТНОСТЬ  $\rho$

$$\rho(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,84 \text{ г/мл}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{18 \text{ г}}{1 \text{ г/мл}} = 18 \text{ мл}$$

ОБЪЕМ  $V$

$$V(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{98 \text{ г}}{1,84 \text{ г/мл}} = 53 \text{ мл}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{18 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 1 \text{ моль}$$

КОЛИЧЕСТВО  
вещества  $\nu$

$$\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{98 \text{ г}}{98 \text{ г/моль}} = 1 \text{ моль}$$

Изменение  
цвета

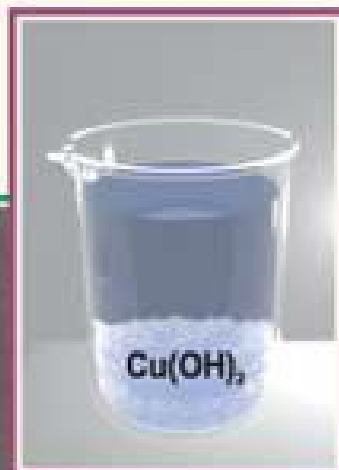
## ПРИЗНАКИ РЕАКЦИИ



Появление газа

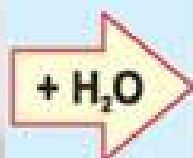


Выделение энергии

Выпадение  
осадка

## УСЛОВИЯ РЕАКЦИИ

## СОПРИКОСНОВЕНИЕ ВЕЩЕСТВ

 $\text{CuSO}_4$  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 

Сахарная пудра



Уголь

## НАГРЕВАНИЕ

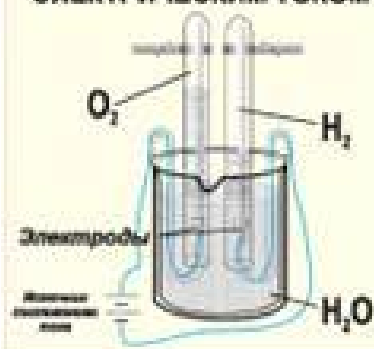
## НЕПРЕРЫВНОЕ

ДО ТЕМПЕРАТУРЫ  
ВОСПЛАМЕНЕНИЯ

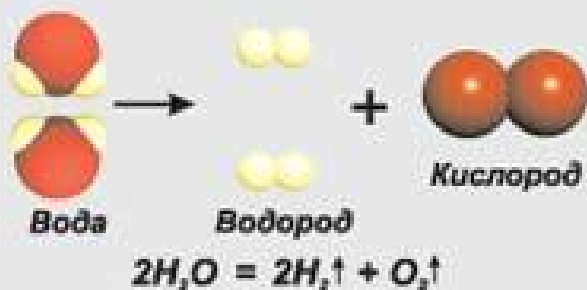
Начало

Горение  
фосфора

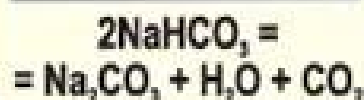
Конец

РАЗЛОЖЕНИЕ ВОДЫ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

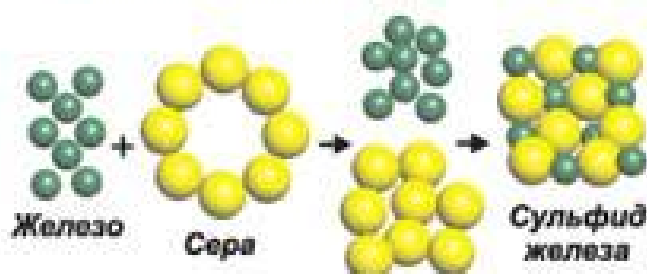
## РЕАКЦИЯ РАЗЛОЖЕНИЯ



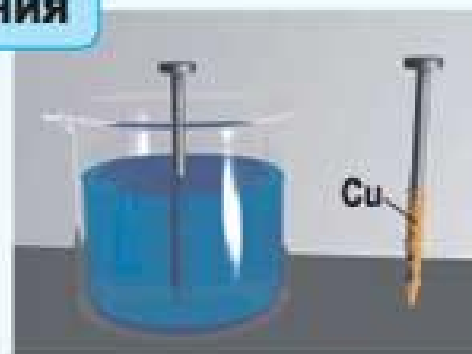
## РАЗЛОЖЕНИЕ ПИТЬЕВОЙ СОДЫ



## РЕАКЦИЯ СОЕДИНЕНИЯ



## РЕАКЦИЯ ЗАМЕЩЕНИЯ



## РЕАКЦИЯ ОБМЕНА



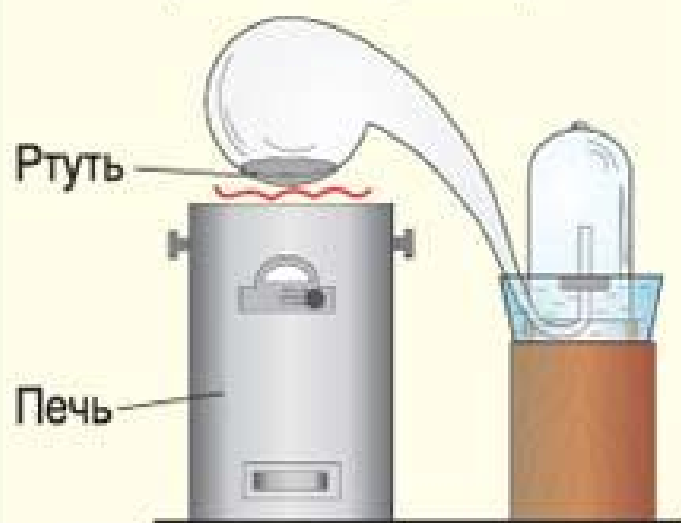
Реакция  
нейтрализации



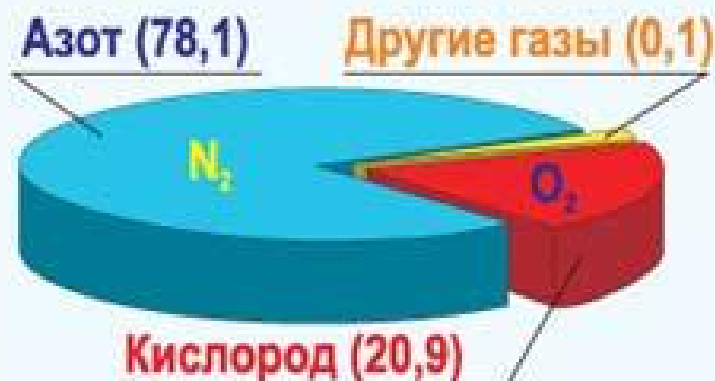
Выпадение  
осадка



### Определение состава воздуха (опыт Лавуазье)



### Состав сухого атмосферного воздуха (% по объему)



### Горение нефти



### Фотосинтез



### Заряженный огнетушитель





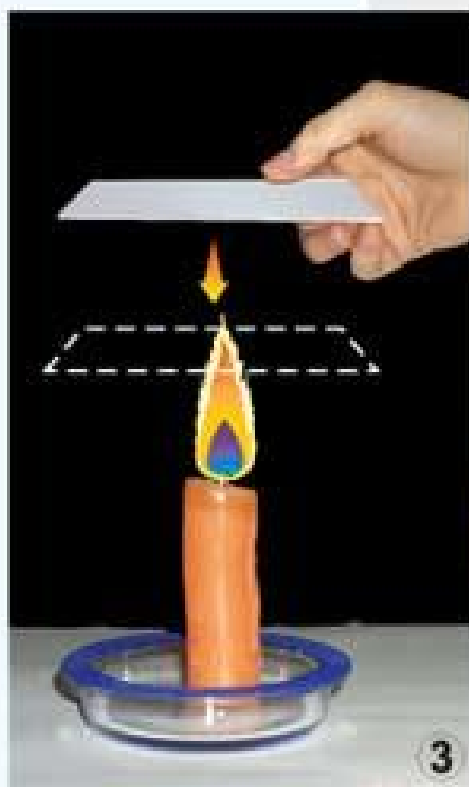
1

Исследование темной части пламени



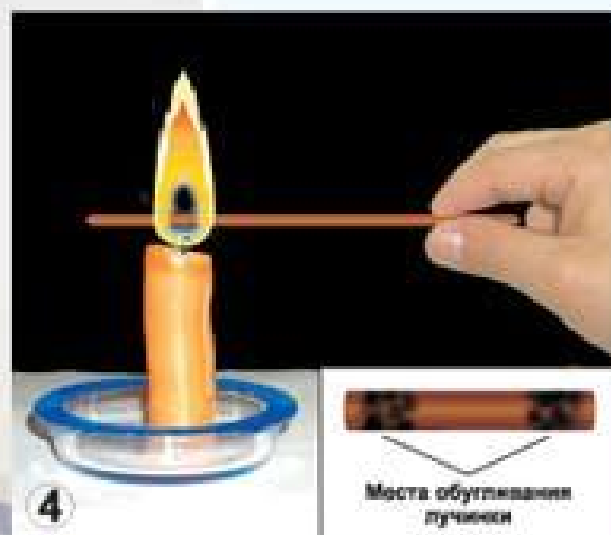
2

Исследование паров



3

Исследование зон пламени



4

Места обугливания  
лучинки

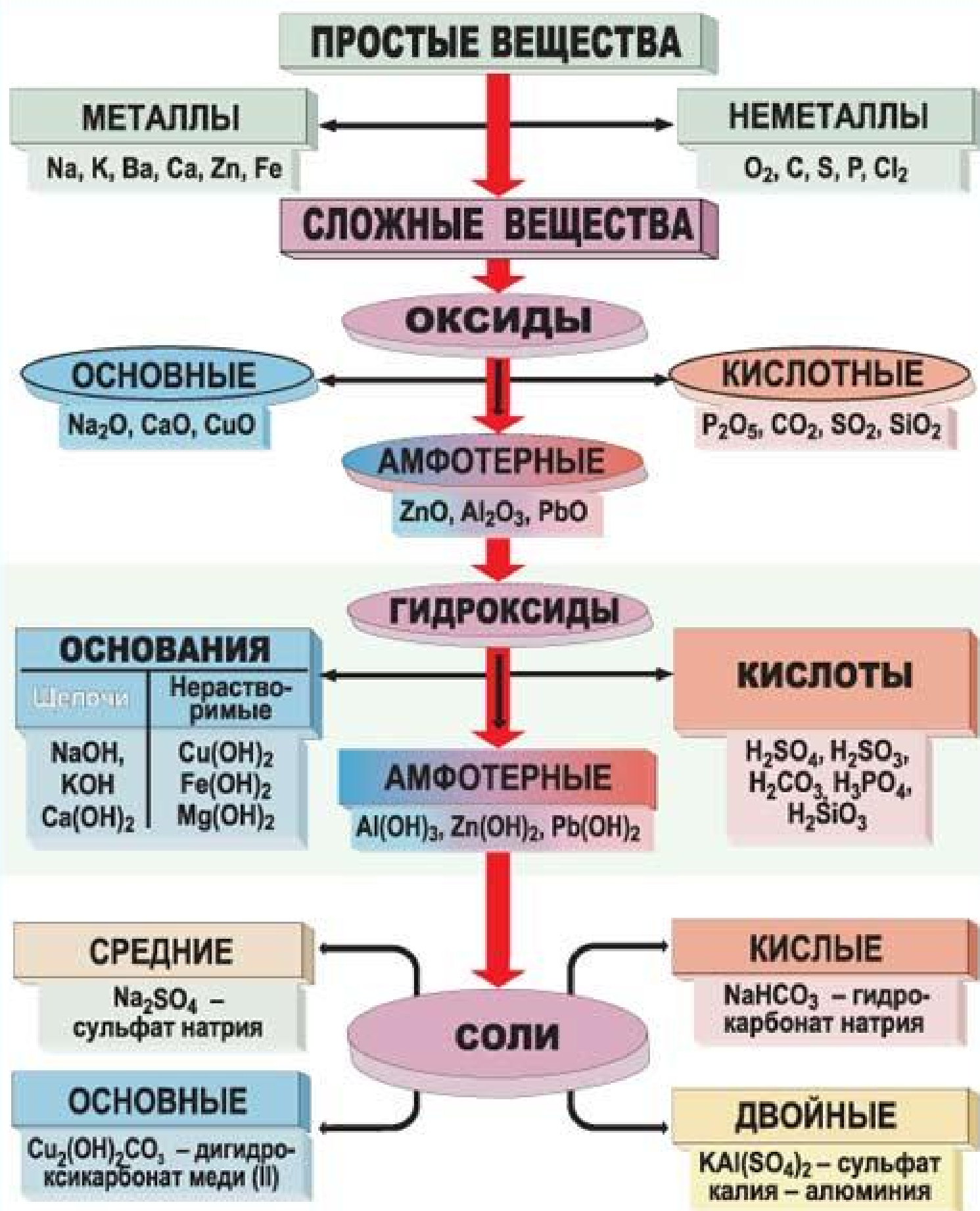
Обугливание лучинки



5

Исследование пламени с помощью алюминиевой фольги

Название кислоты	Формула кислоты	Структурная формула кислоты	Формула соли	Название соли
Хлор-водородная	$\text{HCl}$	$\text{H}-\text{Cl}$	$\text{NaCl}$	Хлорид натрия
Иодо-водородная	$\text{HI}$	$\text{H}-\text{I}$	$\text{AgI}$	Иодид серебра
Серо-водородная	$\text{H}_2\text{S}$	$\begin{array}{c} \text{S} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\text{Na}_2\text{S}$	Сульфид натрия
Сернистая	$\text{H}_2\text{SO}_3$	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{O} \diagdown \\ \text{H}-\text{O} \diagup \end{array} \text{S}=\text{O}$	$\text{Na}_2\text{SO}_3$	Сульфит натрия
Серная	$\text{H}_2\text{SO}_4$	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{O} \diagdown \\ \text{H}-\text{O} \diagup \end{array} \text{S} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{=O} \end{array}$	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	Сульфат алюминия
Азотная	$\text{HNO}_3$	$\text{H}-\text{O}-\text{N} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{=O} \end{array}$	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	Нитрат магния
Орто-фосфорная	$\text{H}_3\text{PO}_4$	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{O} \diagdown \\ \text{H}-\text{O} \diagup \\ \text{H}-\text{O} \end{array} \text{P}=\text{O}$	$\text{K}_3\text{PO}_4$	Орто-фосфат калия
Угльная	$\text{H}_2\text{CO}_3$	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{O} \diagdown \\ \text{H}-\text{O} \diagup \end{array} \text{C}=\text{O}$	$\text{CaCO}_3$	Карбонат кальция

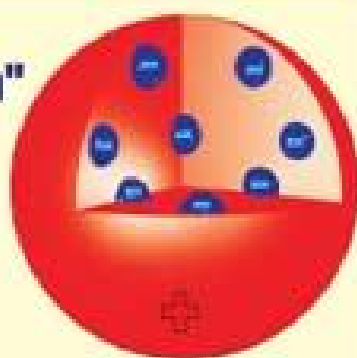




## ИСТОРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СТРОЕНИЯ АТОМА

## Модель "Булка с изюмом"

Дж. Дж. ТОМСОН  
(1903)



## Ядерная модель

**Э. РЕЗЕРФОРД**  
(1911)



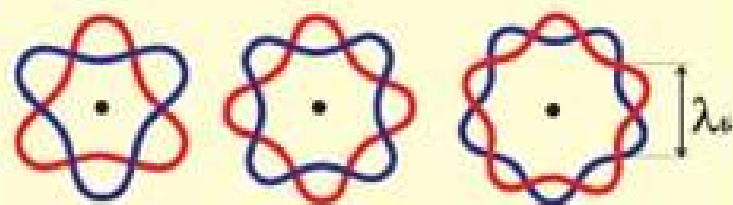
## Планетарная модель

**Э. РЕЗЕРФОРД –  
Н. БОР  
(1913)**



## Волновая модель

**Л. ДЕ БРОЙЛЬ**  
(1924)



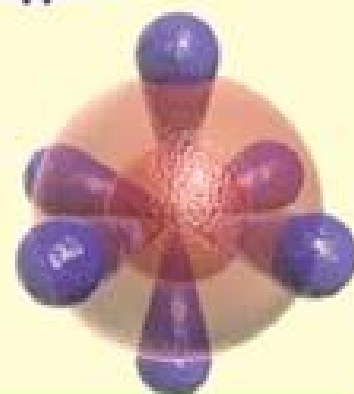
## Квантово-механическая модель

### Э. ШРЕДИНГЕР (1926)



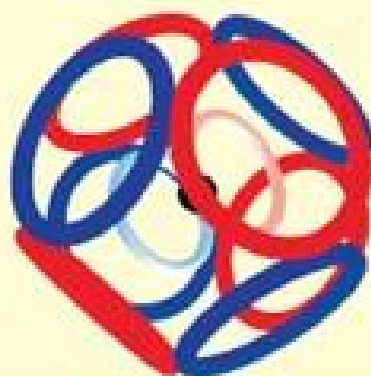
## Орбитальная модель

**Г. УАЙТ**  
**(1931)**

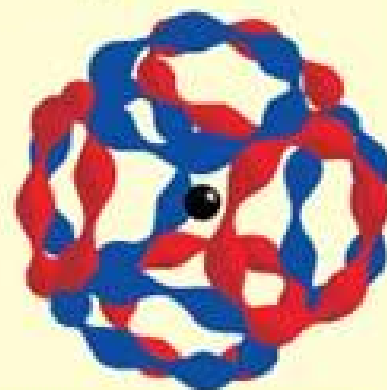


## Кольцевая модель

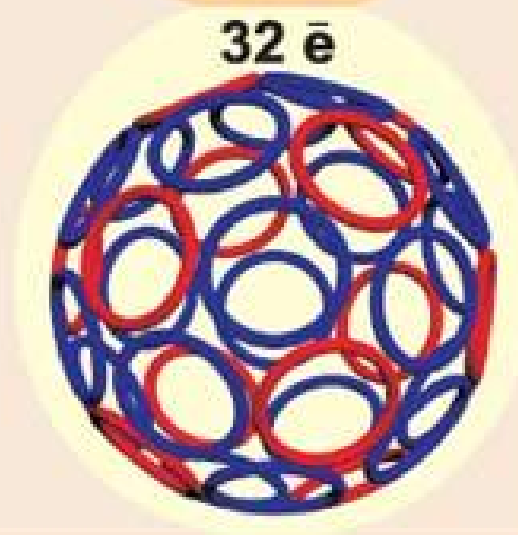
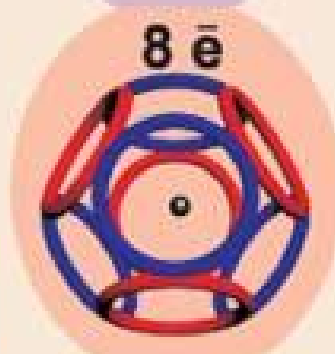
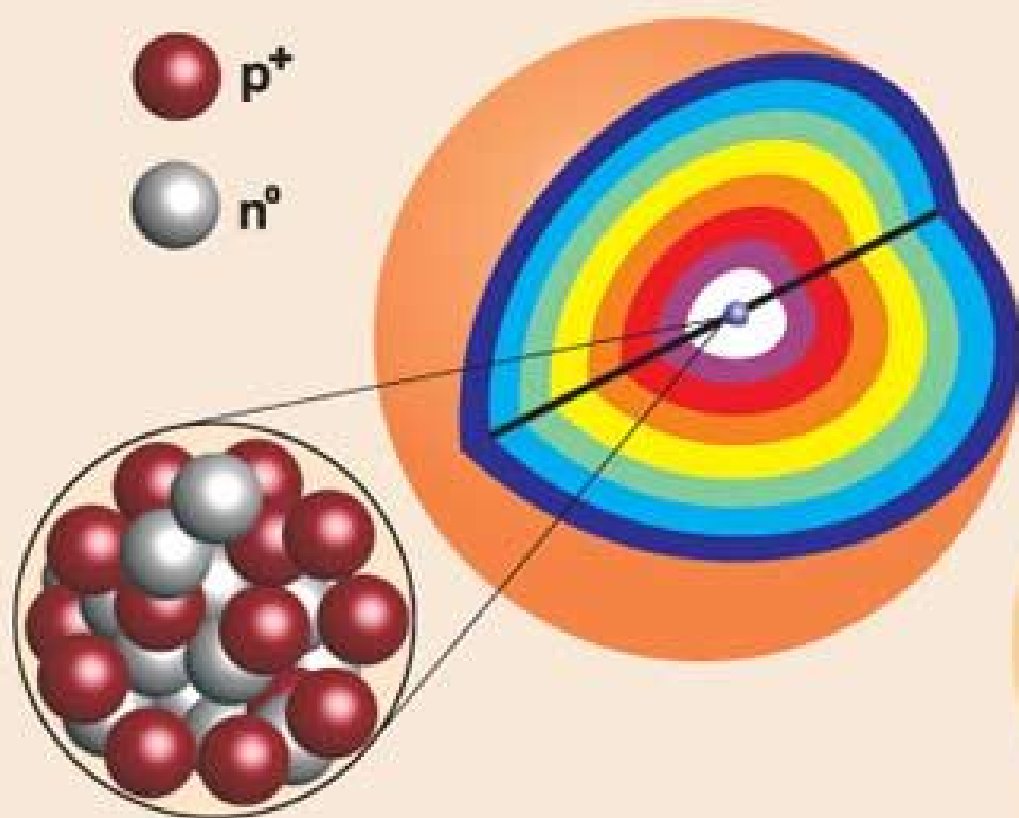
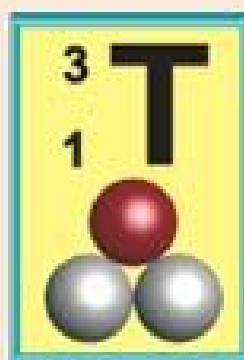
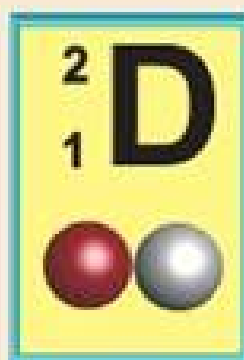
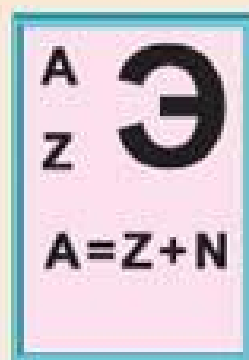
**К. СНЕЛЬСОН**  
(1963)



## Волногранная модель



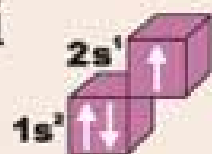
## СТРОЕНИЕ АТОМА



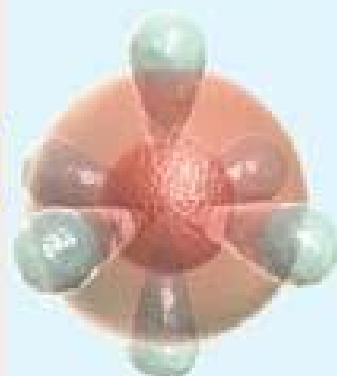
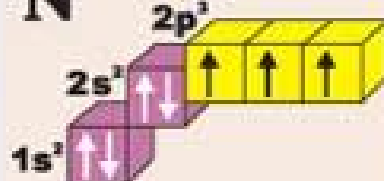
## ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ АТОМОВ ЭЛЕМЕНТОВ II ПЕРИОДА

Электронная  
схемаОрбитальная  
модельЭлектронная  
схемаОрбитальная  
модель

Li



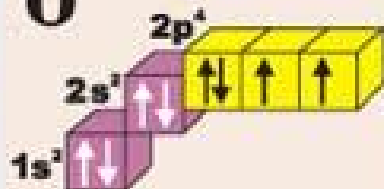
N



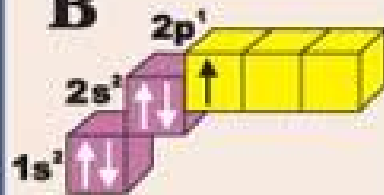
Be



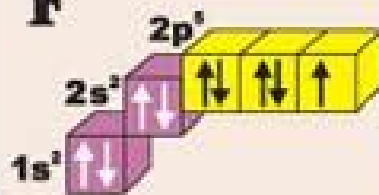
O



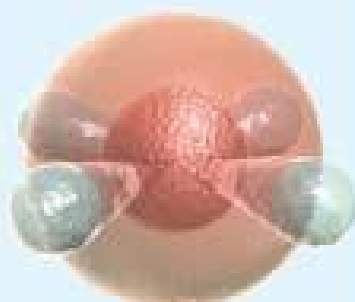
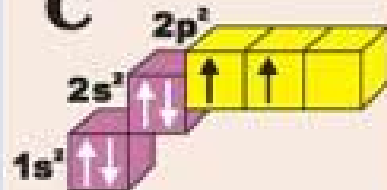
B



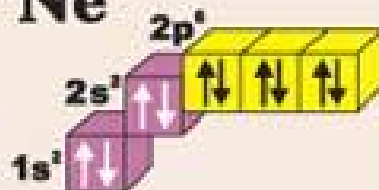
F



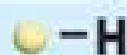
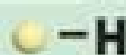
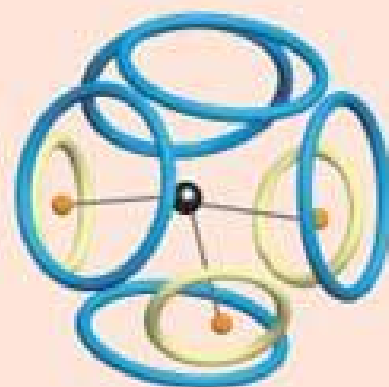
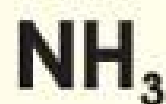
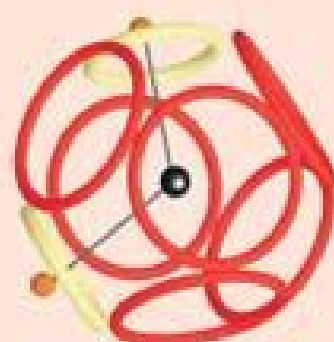
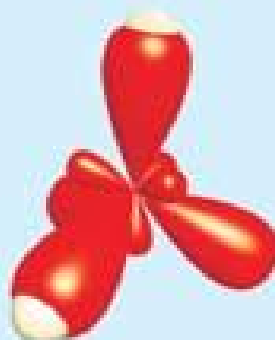
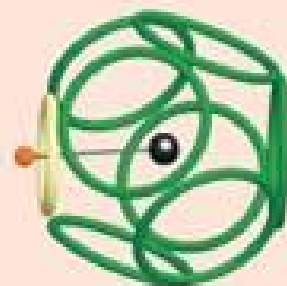
C



Ne



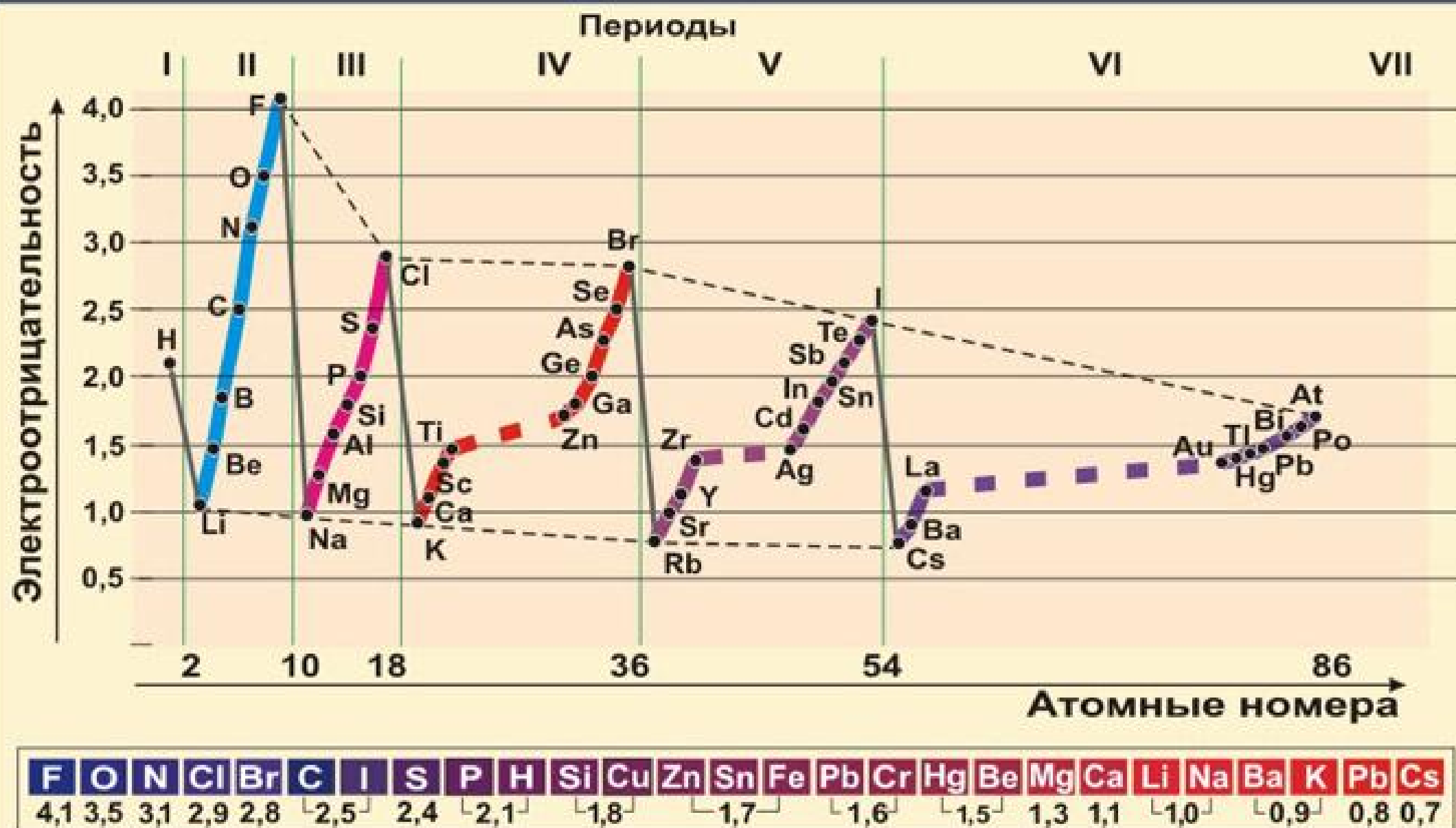
## МОДЕЛИ СТРОЕНИЯ ВЕЩЕСТВ

Химическая  
формулаМасштабная  
модельОрбитальная  
модельКольцевая  
модель

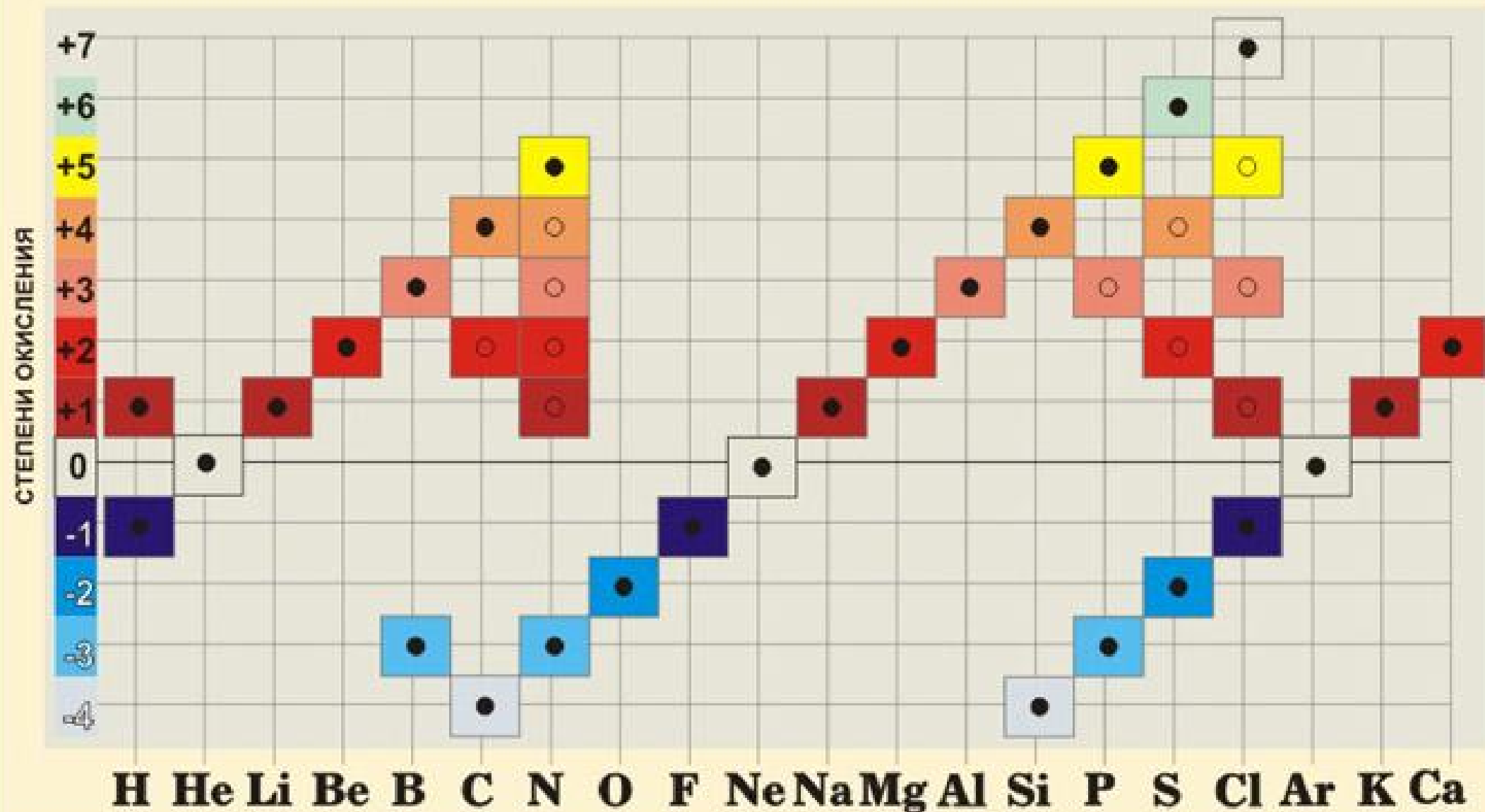
## АТОМНЫЕ РАДИУСЫ ЭЛЕМЕНТОВ I-IV ПЕРИОДОВ

ПЕРИОДЫ	ряды	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
I	1	<div>H 0,053</div>	(He)							<div>He 0,093</div>	
II	2	<div>Li 0,152</div>	<div>Be 0,115</div>	<div>B 0,088</div>	<div>C 0,077</div>	<div>N 0,070</div>	<div>O 0,066</div>	<div>F 0,064</div>		<div>Ne 0,112</div>	
III	3	<div>Na 0,186</div>	<div>Mg 0,160</div>	<div>Al 0,143</div>	<div>Si 0,117</div>	<div>P 0,110</div>	<div>S 0,104</div>	<div>Cl 0,099</div>		<div>Ar 0,154</div>	
IV	4	<div>K 0,231</div>	<div>Ca 0,197</div>	<div>Sc 0,160</div>	<div>Ti 0,146</div>	<div>V 0,130</div>	<div>Cr 0,125</div>	<div>Mn 0,129</div>	<div>Fe 0,126</div>	<div>Co 0,125</div>	<div>Ni 0,124</div>
	5	<div>Cu 0,128</div>	<div>Zn 0,133</div>	<div>Ga 0,122</div>	<div>Ge 0,122</div>	<div>As 0,121</div>	<div>Se 0,117</div>	<div>Br 0,114</div>			<div>Kr 0,199</div>

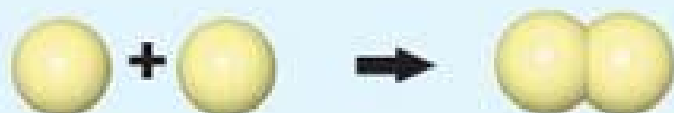
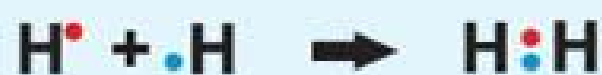
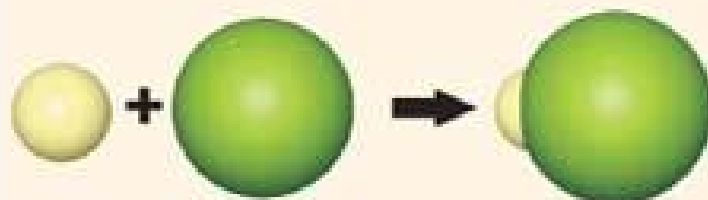
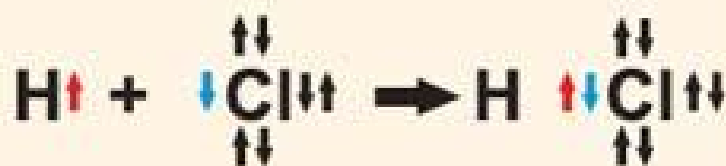
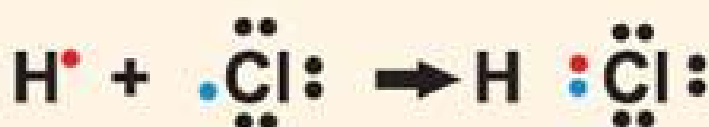
## ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ



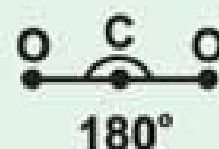
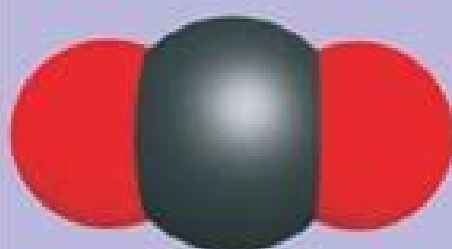
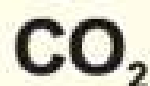
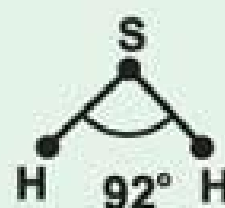
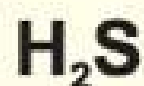
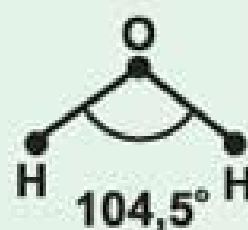
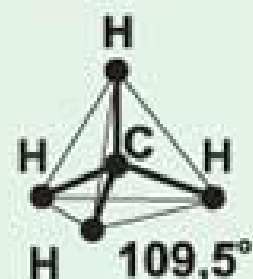
## СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ



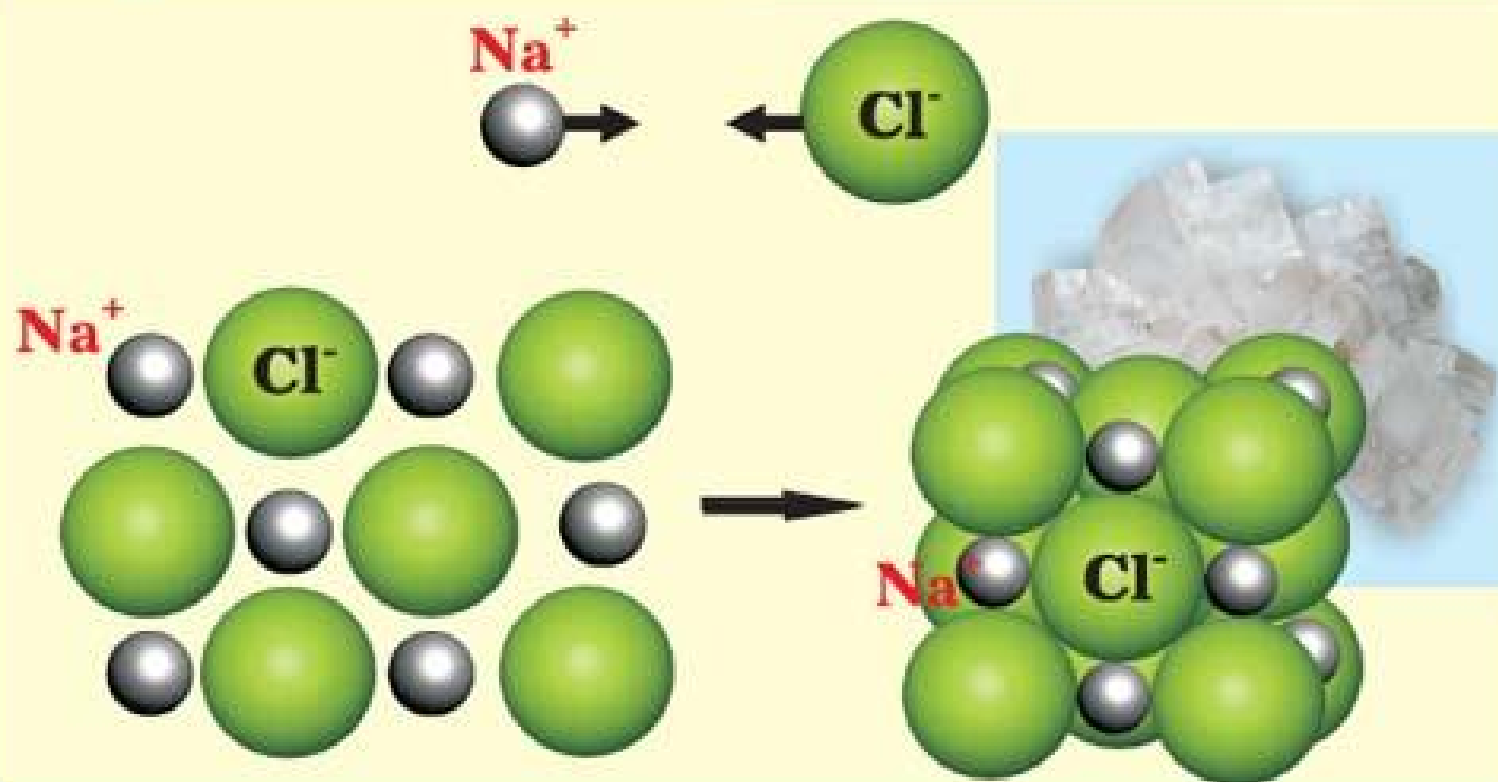
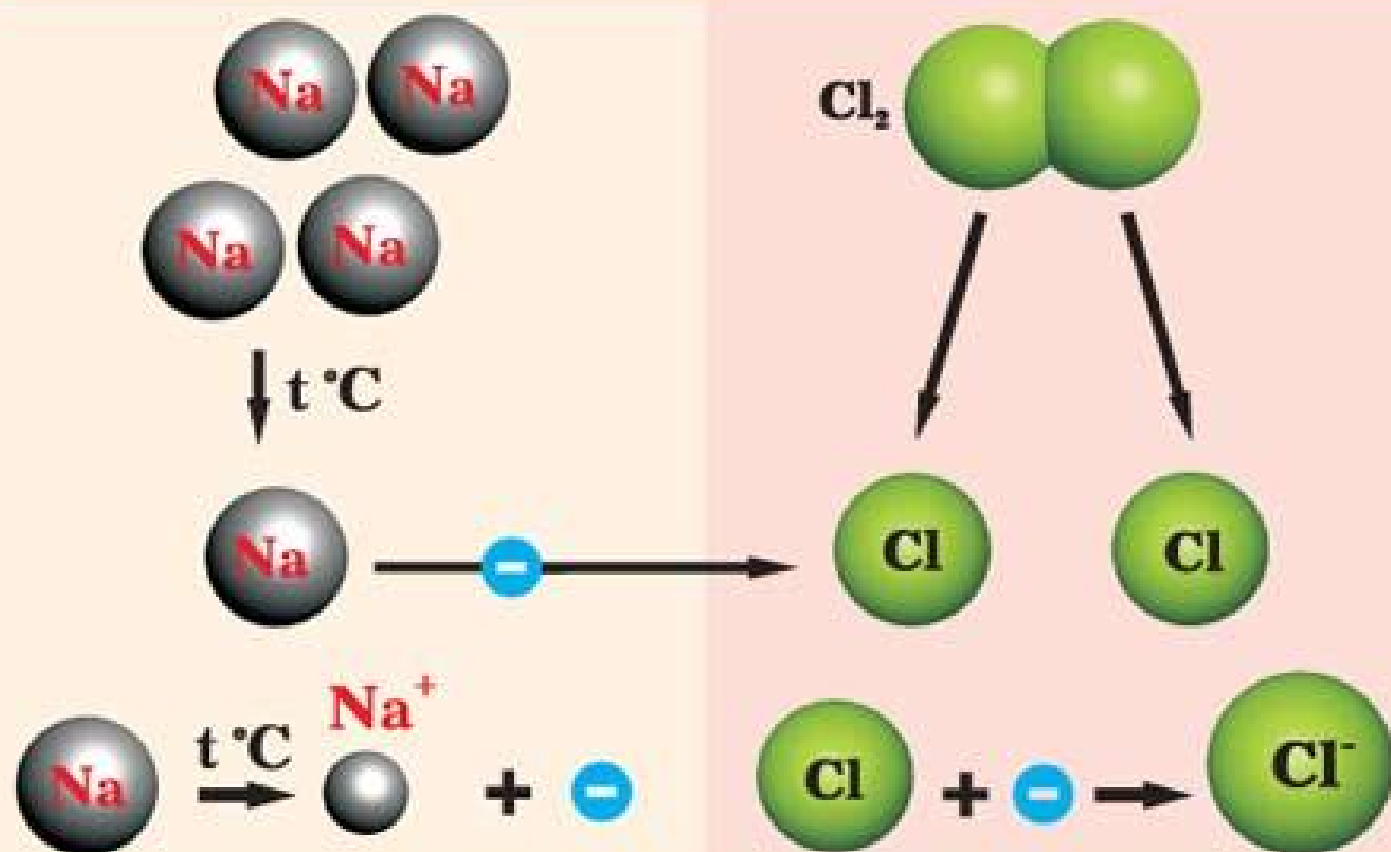
## КОВАЛЕНТНАЯ СВЯЗЬ

ОБРАЗОВАНИЕ  
НЕПОЛЯРНОЙ СВЯЗИОБРАЗОВАНИЕ  
ПОЛЯРНОЙ СВЯЗИ

## ВАЛЕННЫЕ УГЛЫ В МОЛЕКУЛАХ

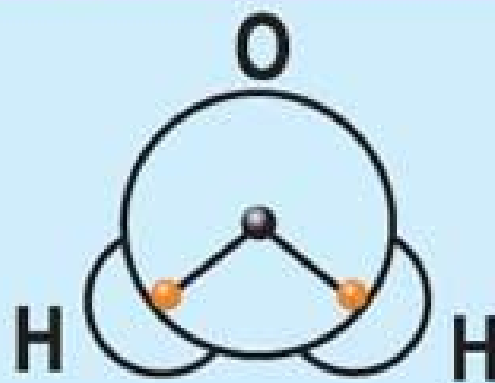
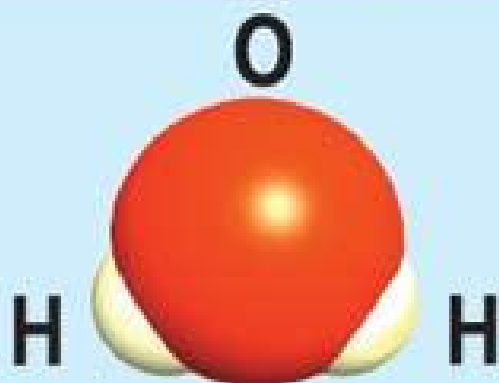
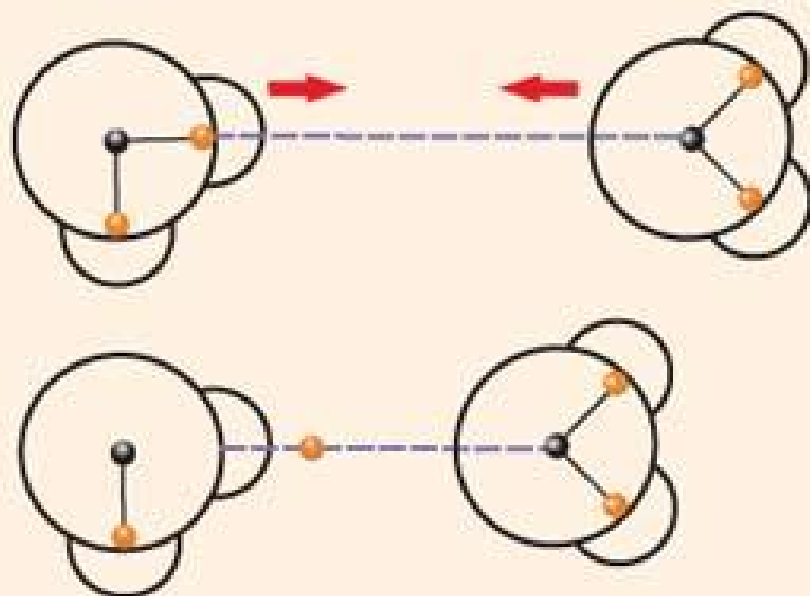
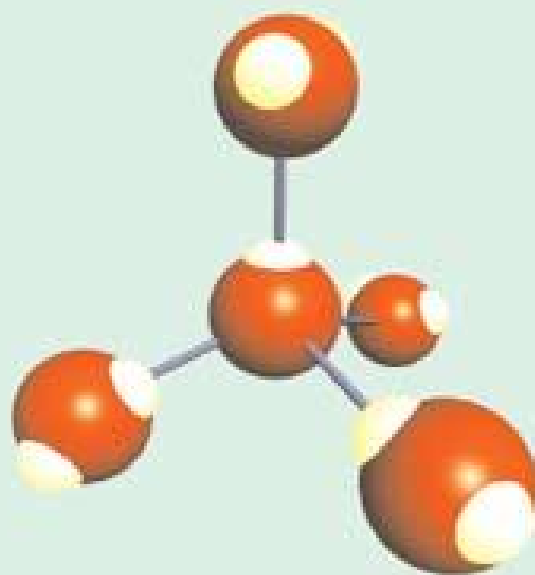
Химическая  
формулаМасштабная  
модельКольцевая  
модельВеличина  
угла

## ОБРАЗОВАНИЕ ХЛОРИДА НАТРИЯ ИЗ ПРОСТЫХ ВЕЩЕСТВ

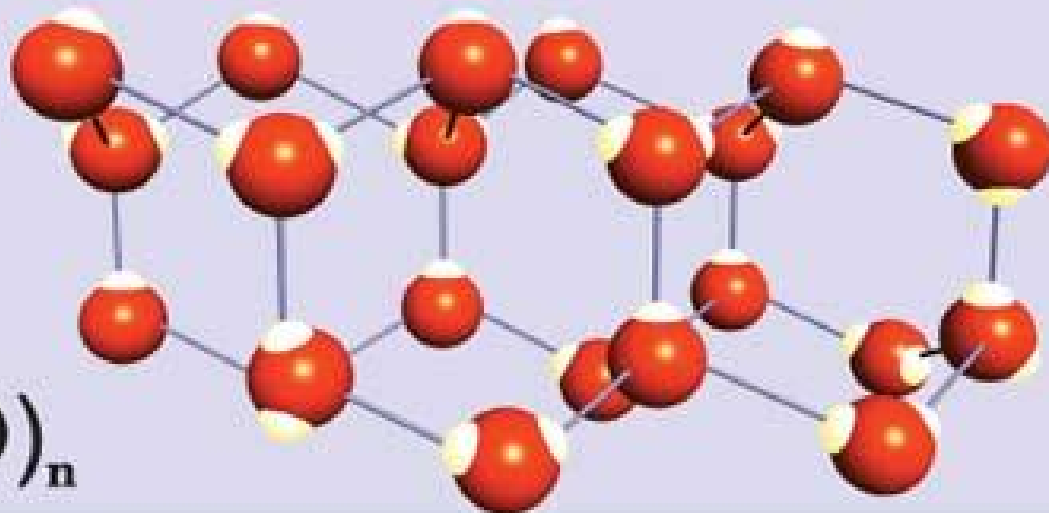


## ВОДОРОДНАЯ СВЯЗЬ

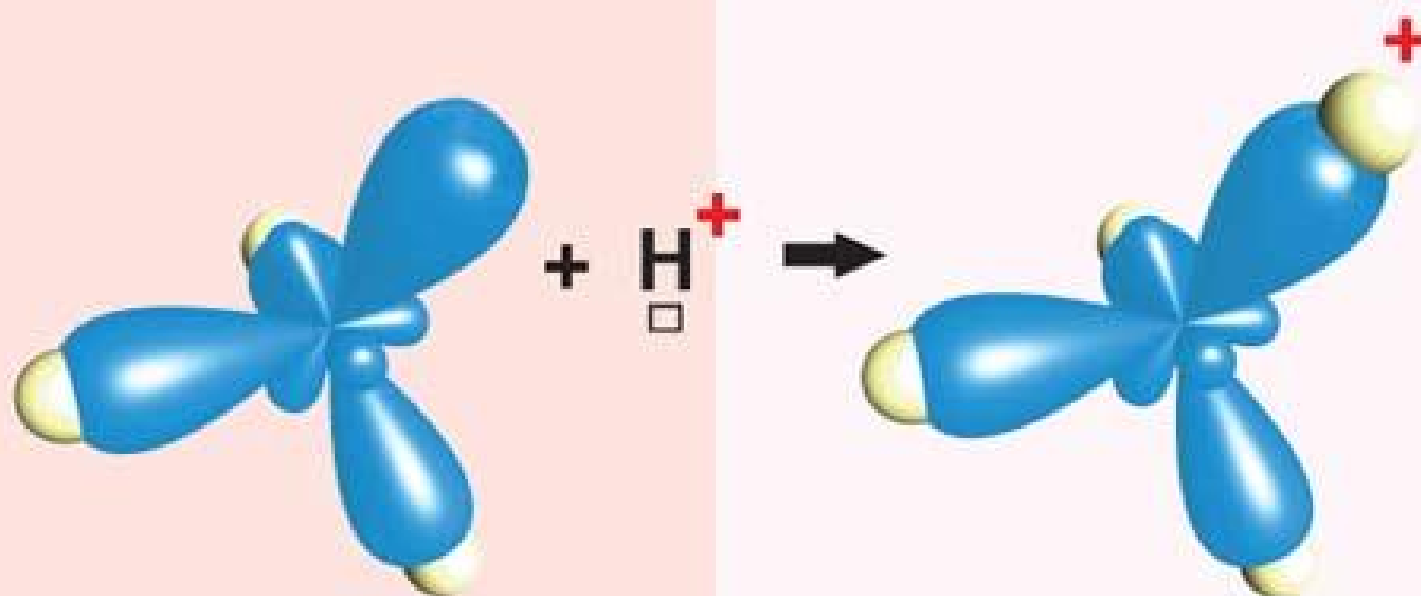
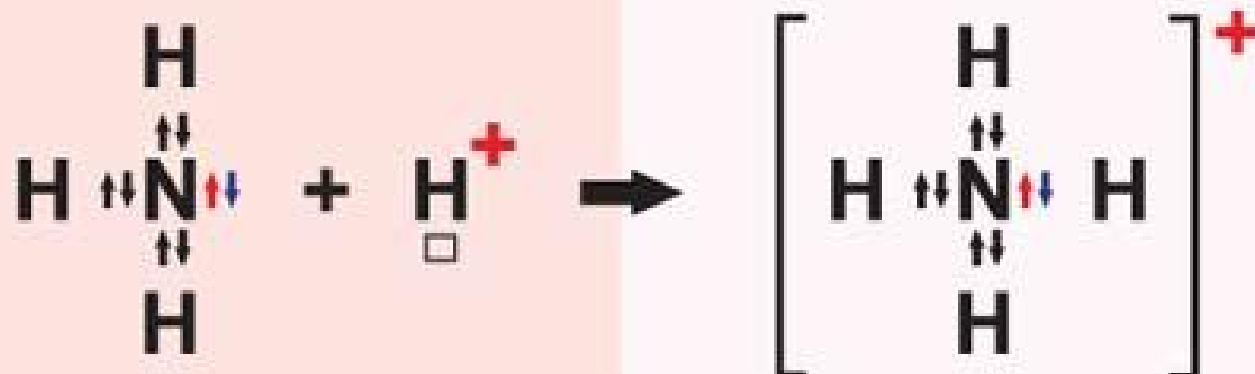
## МОДЕЛЬ МОЛЕКУЛЫ ВОДЫ

ОБРАЗОВАНИЕ  
ВОДОРОДНОЙ СВЯЗИМАСШТАБНАЯ МОДЕЛЬ  
АССОЦИАТА МОЛЕКУЛ

## МОДЕЛЬ СТРУКТУРЫ ЛЬДА



## ОБРАЗОВАНИЕ ИОНА АММОНИЯ

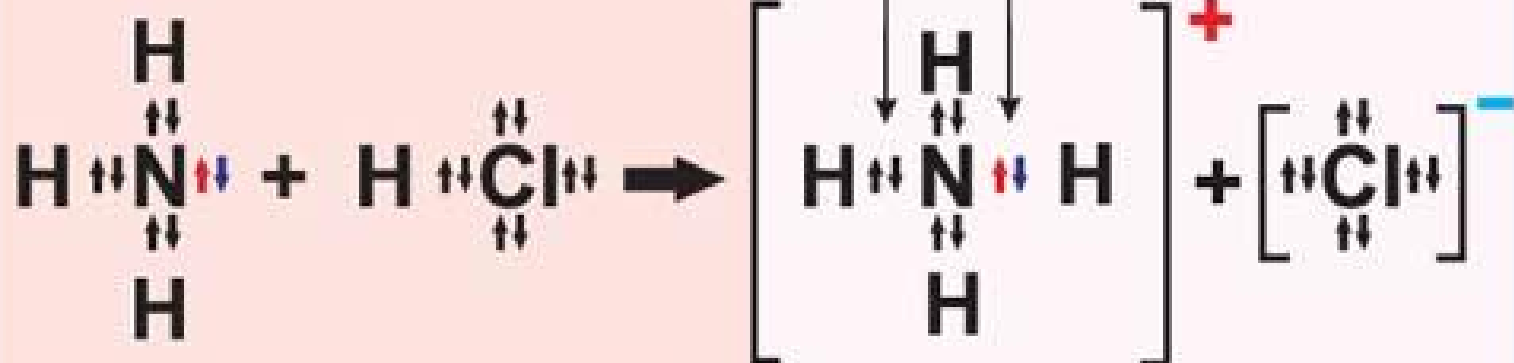


КОВАЛЕНТНАЯ

ДОНОРНО-АКЦЕПТОРНАЯ

ДОНОР

АКЦЕПТОР



## СООТНОШЕНИЕ ВИДОВ СВЯЗИ

Ковалентная  
неполярная  
(атомная) связь

Ковалентная  
полярная связь

Электровалентная  
(ионная) связь

Рост полярного характера связи

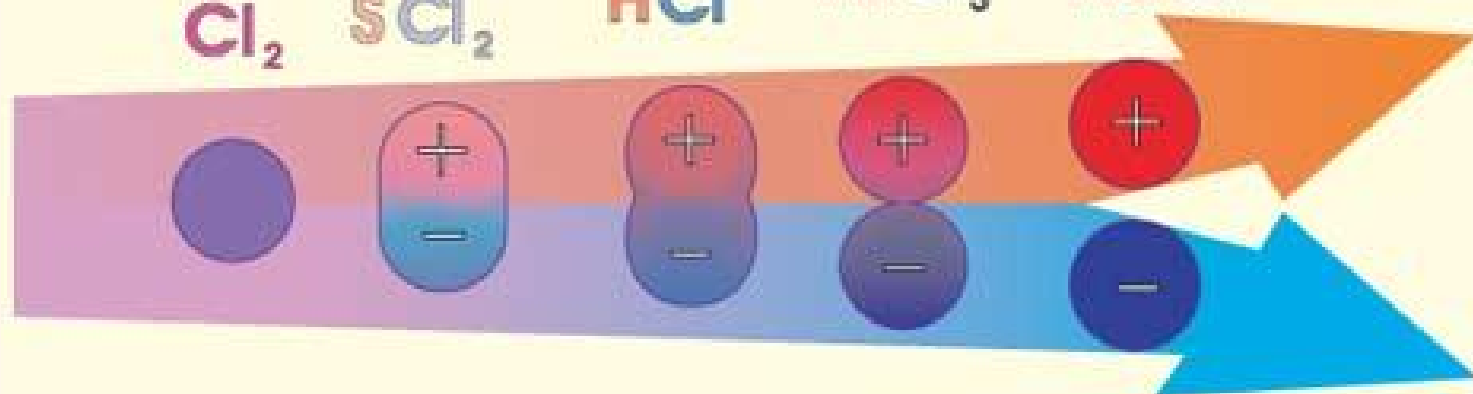
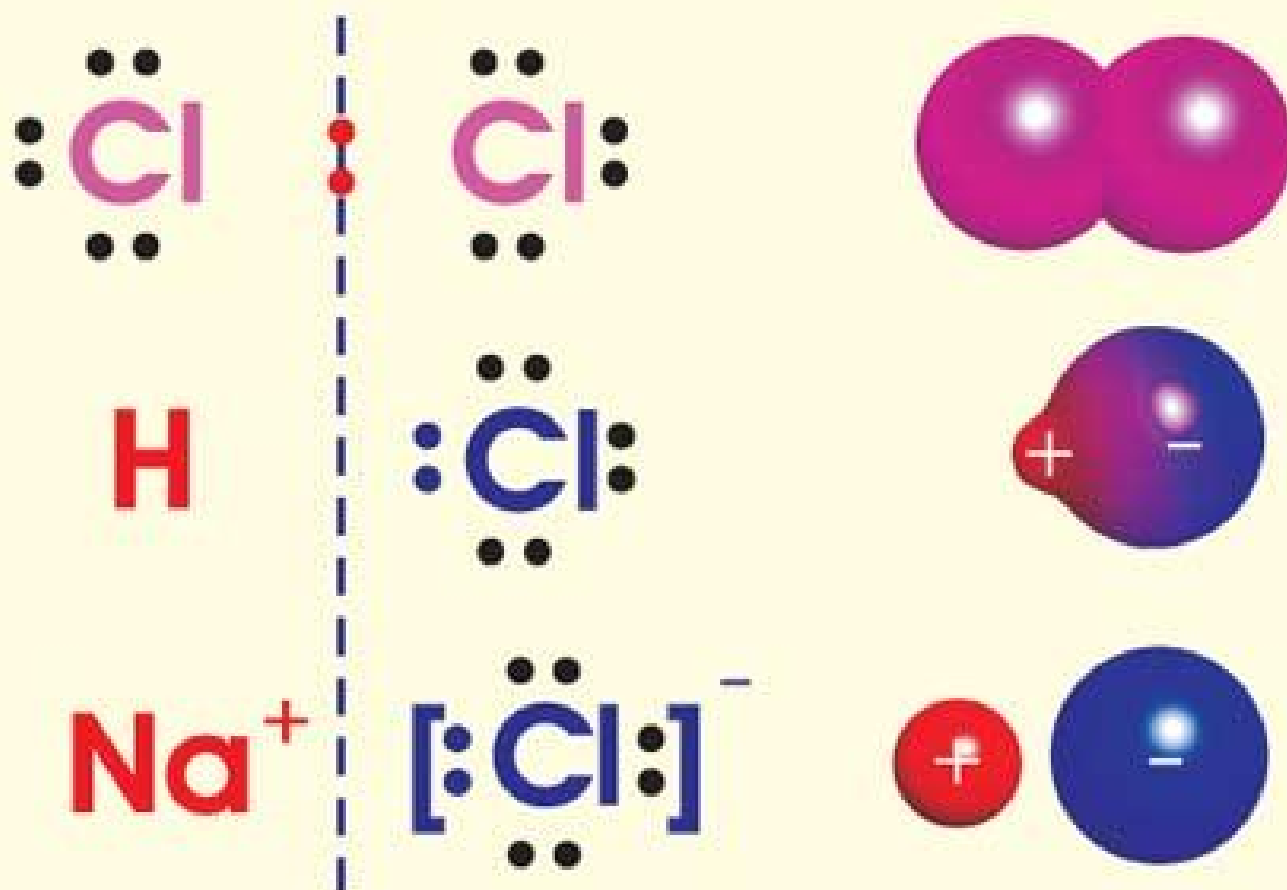
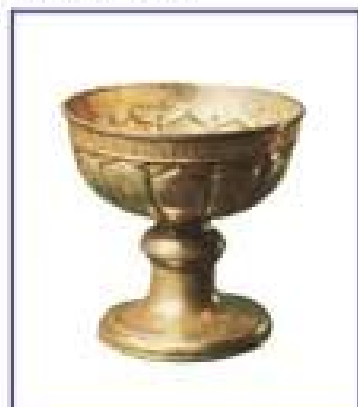


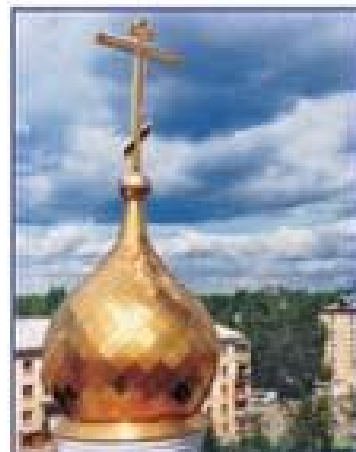
СХЕМА ОБРАЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ



## МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

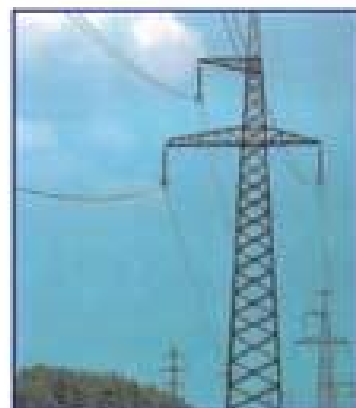
Пластичность,  
ковкость

Металлический блеск

ОБЩИЕ  
СВОЙСТВА

Теплопроводность

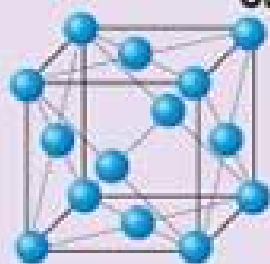
Металлическая связь



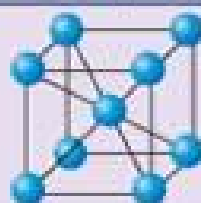
Электропроводность

Кристаллические  
решеткиКубическая  
гранецентрированная

Cu, Al, Ag

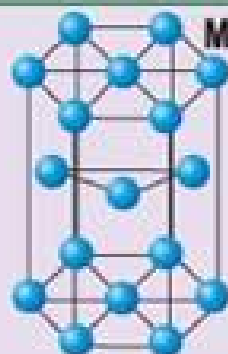
Высокая  
пластичностьКубическая  
объемноцентрированная

Li, Na, Ba

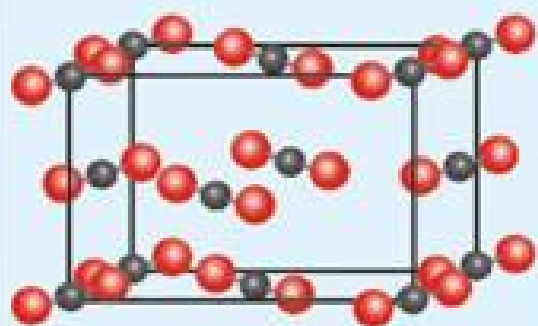
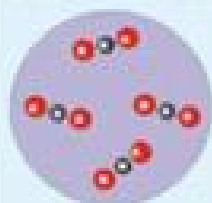
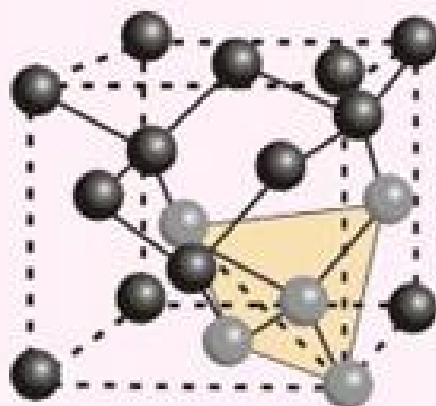
Низкая  $t_{пл}$ ,  $t_{кип}$   
Малая твердость

Гексагональная

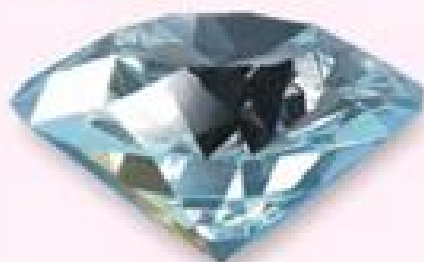
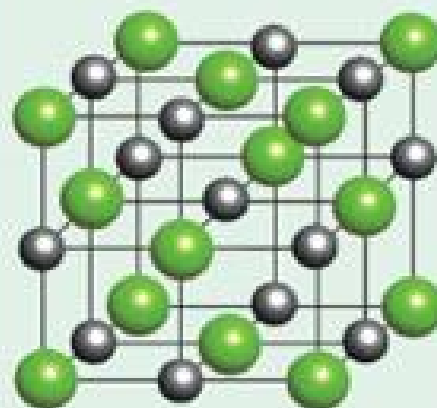
Mg, Zn, Cr

Низкая  
пластичностьСПЕЦИФИЧЕСКИЕ  
СВОЙСТВА

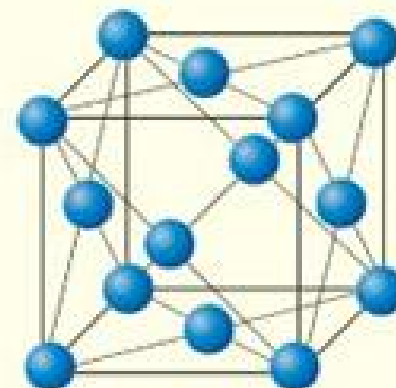
## ВИДЫ КРИСТАЛЛОВ

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ  
 $\text{CO}_2$ Углекислый  
газ $t_{\text{кип}} -78^\circ\text{C}$ Твердая двуокись  
углеродаАТОМНЫЕ  
C $t_{\text{пл}} 3500^\circ\text{C}$   
 $t_{\text{кип}} 4200^\circ\text{C}$ 

Алмаз

ИОННЫЕ  
NaCl $t_{\text{пл}} 801^\circ\text{C}$   
 $t_{\text{кип}} 1465^\circ\text{C}$ 

Галит

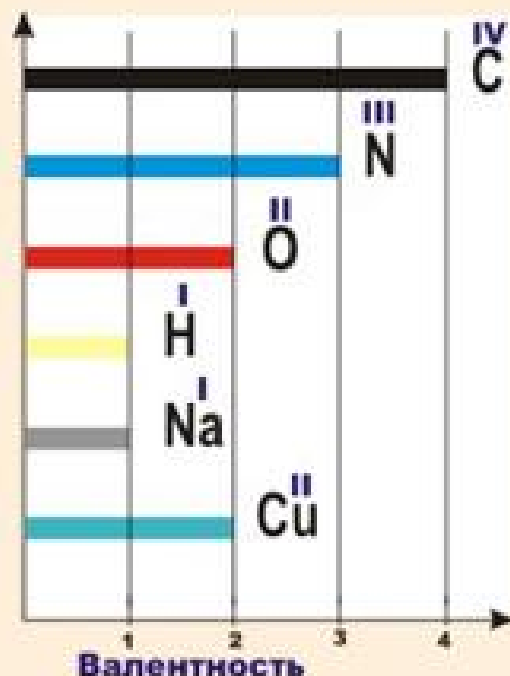
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ  
Cu $t_{\text{пл}} 1083^\circ\text{C}$   
 $t_{\text{кип}} 2567^\circ\text{C}$ 

Медь



# ВАЛЕНТНОСТЬ И СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ

**Валентность – число связей, образуемых атомом.**



**Степень окисления – заряд атома в соединении, если предположить, что оно состоит из ионов.**

Атомы элементов	Валентность	Степень окисления
Водород	$\text{H}_2$ , $\text{H}_2\text{O}$	$0$ , $+1$ , $-2$ $\text{H}_2$ , $\text{H}_2\text{O}$
Кислород	$\text{O}_2$ , $\text{CO}_2$	$0$ , $+4$ , $-2$ $\text{O}_2$ , $\text{CO}_2$
Металлы Степень окисления = валентности	$\text{Cu}$ , $\text{CuO}$	$0$ , $+2$ , $-2$ $\text{Cu}$ , $\text{CuO}$

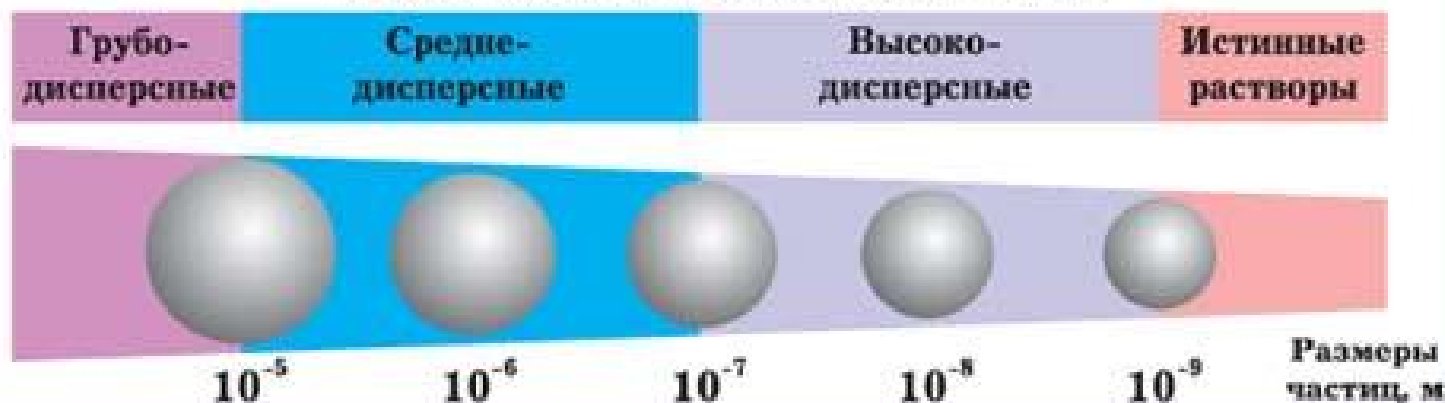
Сумма степеней окисления всех атомов в соединении равна 0.

Степень окисления атома в простом веществе равна 0.



# ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ

## ВИДЫ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

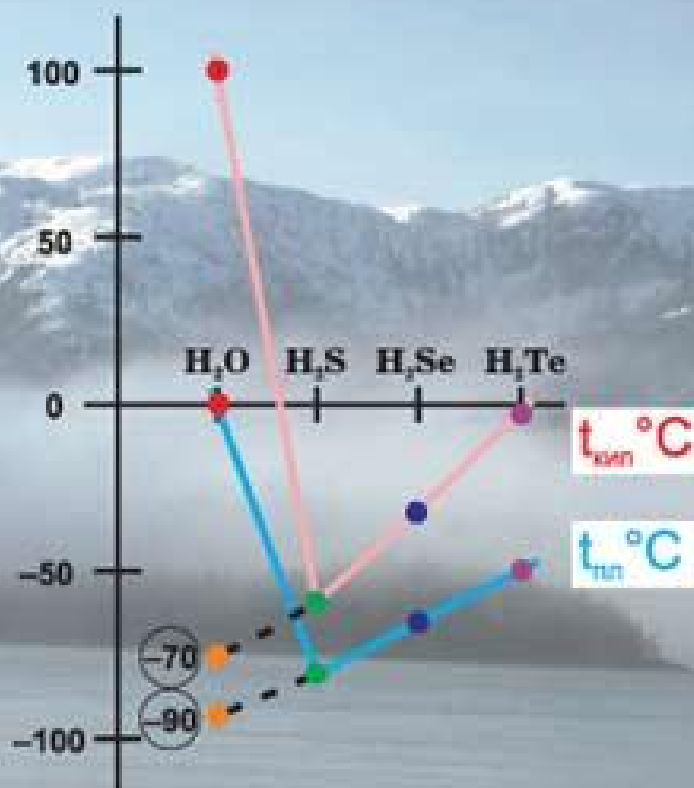


## СОСТАВ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ



## СВОЙСТВА ВОДЫ

## ТЕМПЕРАТУРА ПЛАВЛЕНИЯ И КИПЕНИЯ

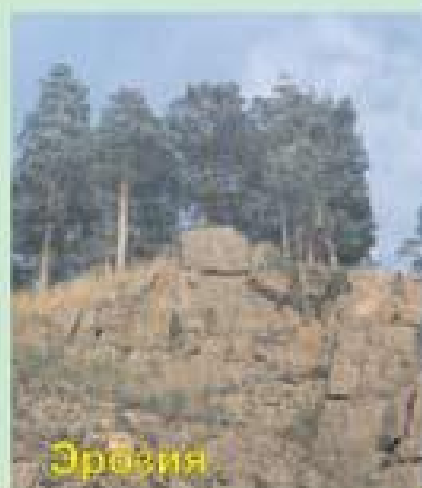
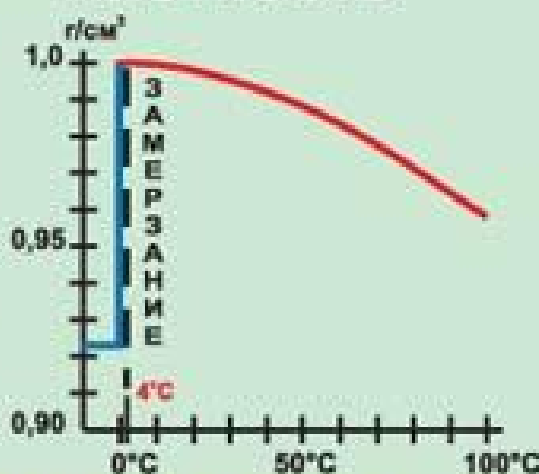


## ПЛОТНОСТЬ

Лёд



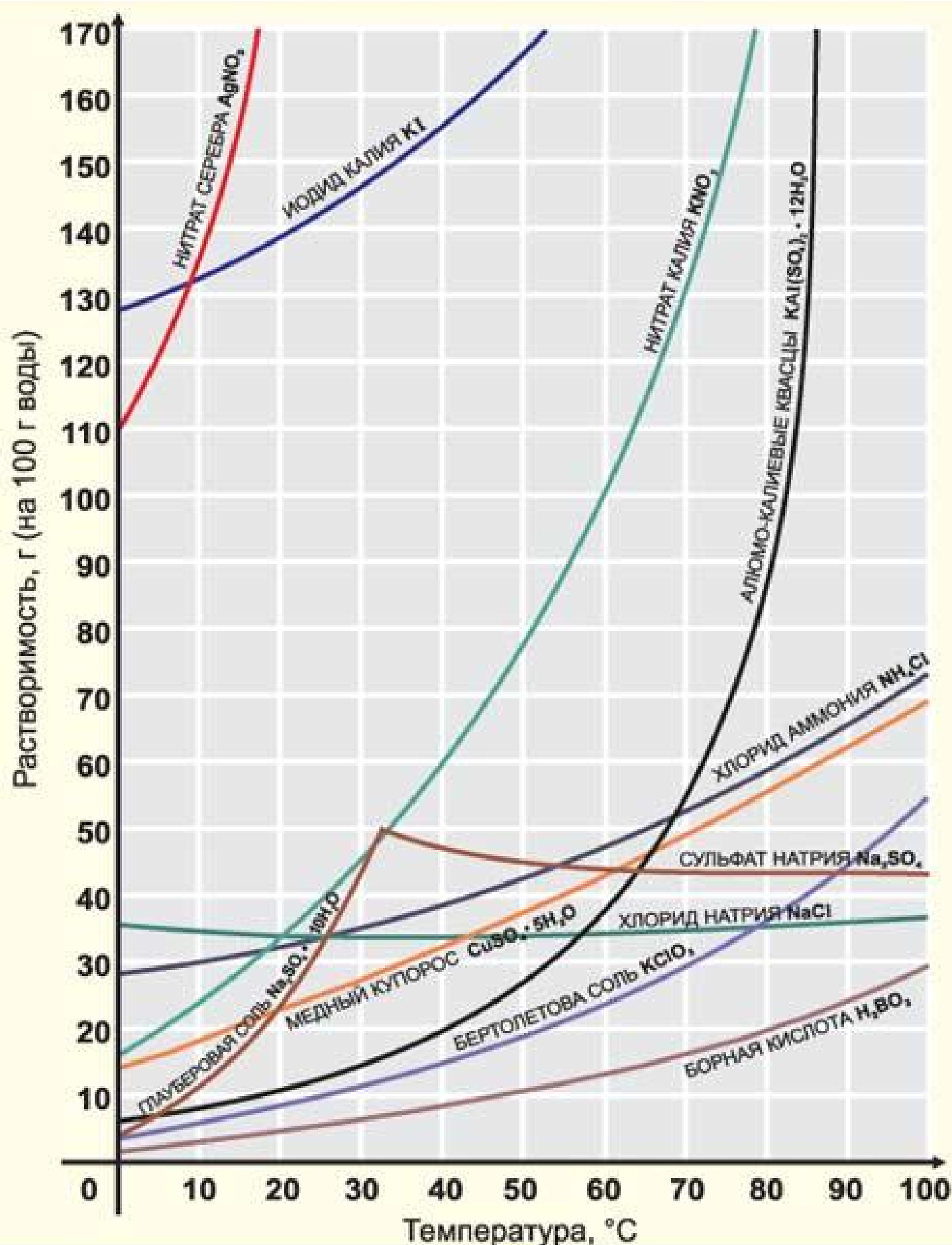
0°  
1°  
2°  
3°  
4°  
4°  
4°



## УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ



## КРИВЫЕ РАСТВОРИМОСТИ ВЕЩЕСТВ

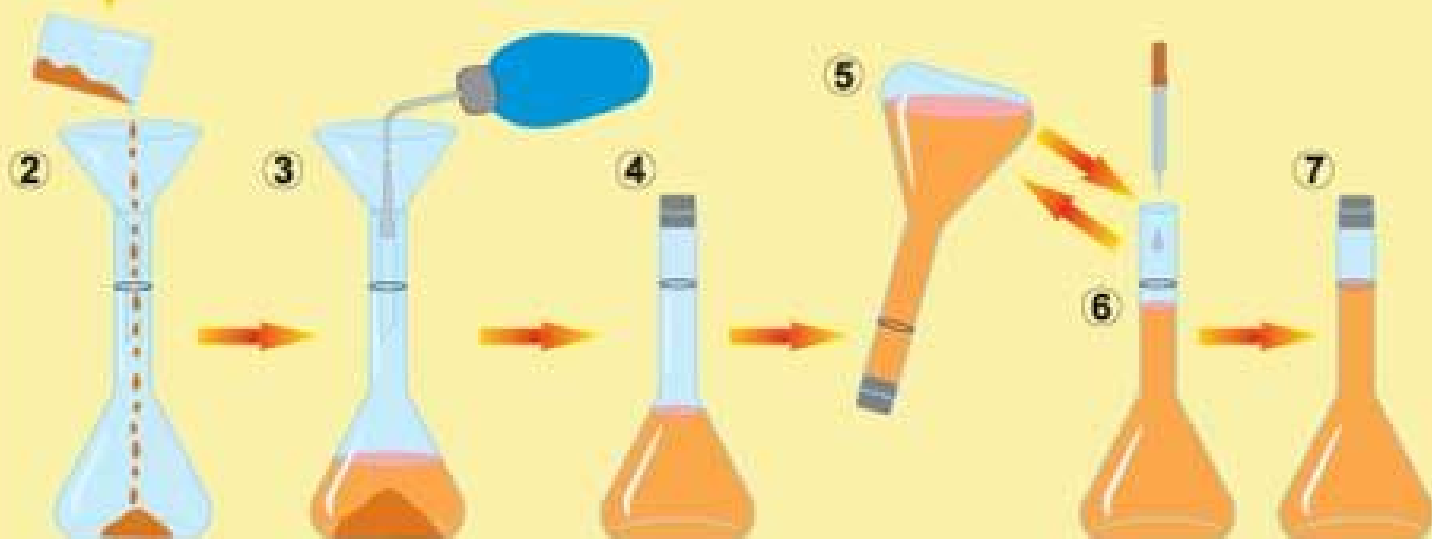
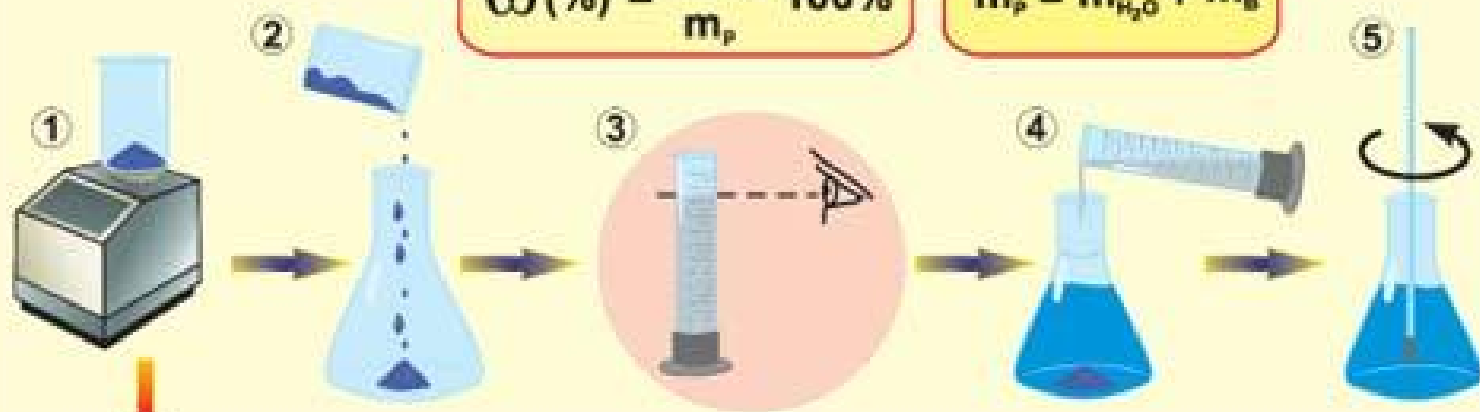


**Массовая доля –**

**отношение массы растворенного вещества к массе раствора (доли, %)**

$$\omega (\%) = \frac{m_g}{m_o} \cdot 100\%$$

$$m_p = m_{u,d} + m_\pi$$



**Молярная концентрация –**

отношение количества растворенного вещества  
к объему раствора (моль/л)

$$n = \frac{m_0}{M}$$

$$C = \frac{n}{v}$$

$$C = \frac{m_B}{M \cdot V}$$

$m_2$  – масса растворенного вещества, (г)

$n(V)$  – количество растворенного вещества (моль)

$m_1$  – масса раствора, (г)

**M** – молярная масса растворенного вещества, (г/моль)

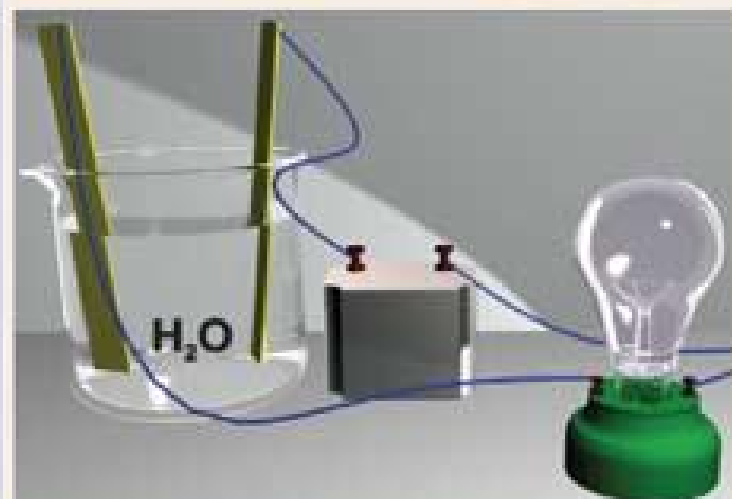
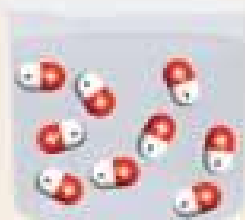
$m_{\text{вод}}$  – масса воды, (г)

$V$  – объем раствора, (л)

## ЭЛЕКТРОЛИТЫ

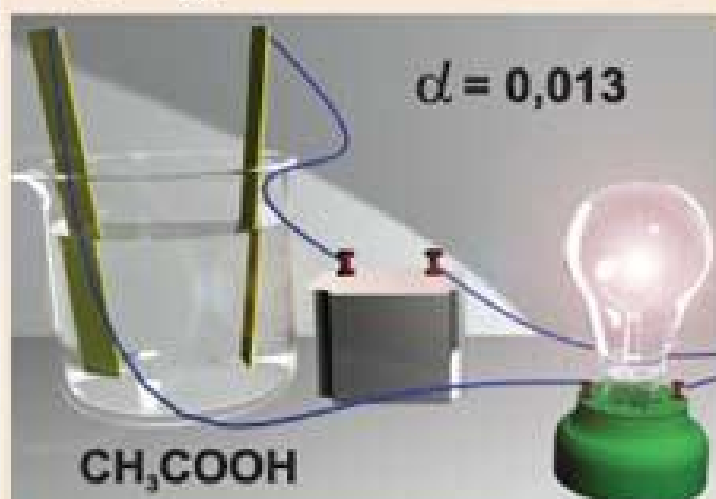
## ВОДА

## Диполь воды



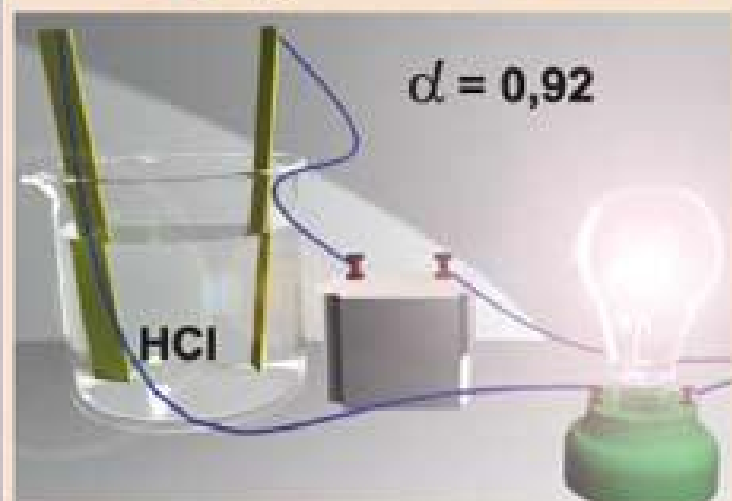
## СЛАБЫЙ ЭЛЕКТРОЛИТ

☒  $\text{CH}_3\text{COOH}$   
☐  $\text{CH}_3\text{COO}^-$   
☐  $\text{H}^+$

 $\alpha = 0.013$ 

**СИЛЬНЫЙ  
ЭЛЕКТРОЛИТ HCl**

$\text{H}^+$   
 $\text{Cl}^-$

 $d = 0,92$ 

## КРИСТАЛЛЫ NaCl

  $\text{Na}^+$   
  $\text{Cl}^-$













### Степень диссоциации

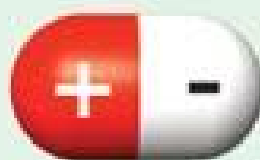
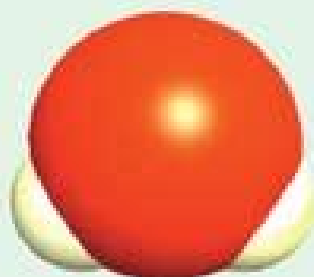
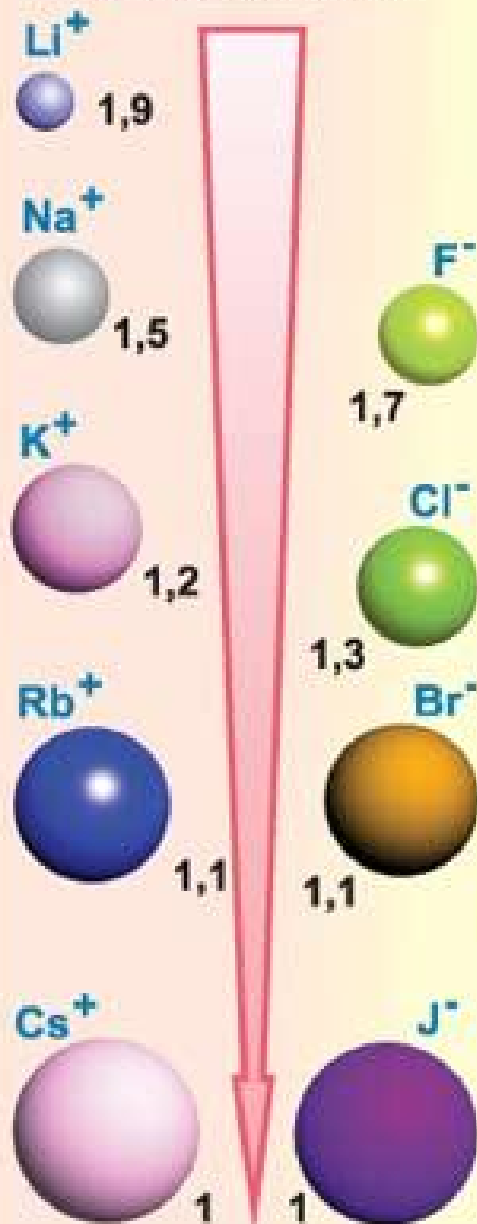
$$d = \frac{n}{N}$$

$n$  – число распавшихся  
(диссоциированных) молекул  
 $N$  – общее число молекул

## ГИДРАТАЦИЯ ИОНОВ

Размеры атомов  
и ионов (нм)

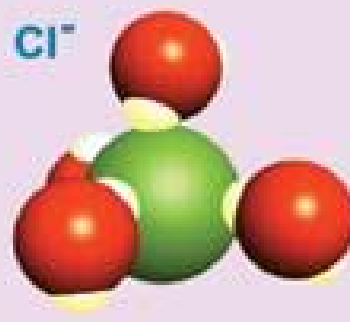
Li			Li <sup>+</sup>
	0,157	0,074	
Na			Na <sup>+</sup>
	0,191	0,102	
Mg			Mg <sup>2+</sup>
	0,160	0,072	
F			F <sup>-</sup>
	0,071	0,133	
O			O <sup>2-</sup>
	0,073	0,140	

Модели  
молекулы  
водыМодель иона  
гидроксония H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>Зависимость энергии  
гидратации ионов  
от их размеров

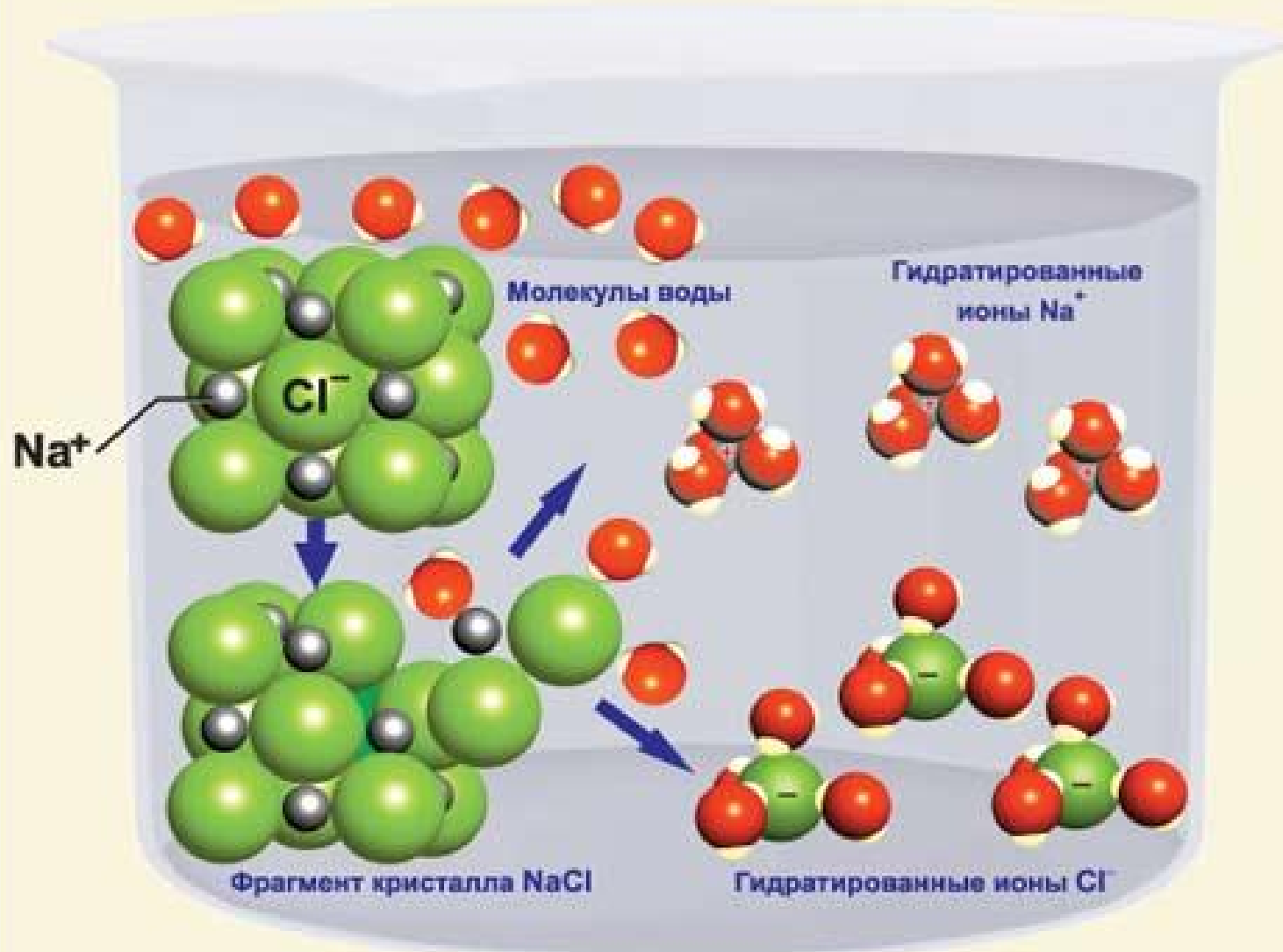
## Модели гидратированных ионов

Na<sup>+</sup>

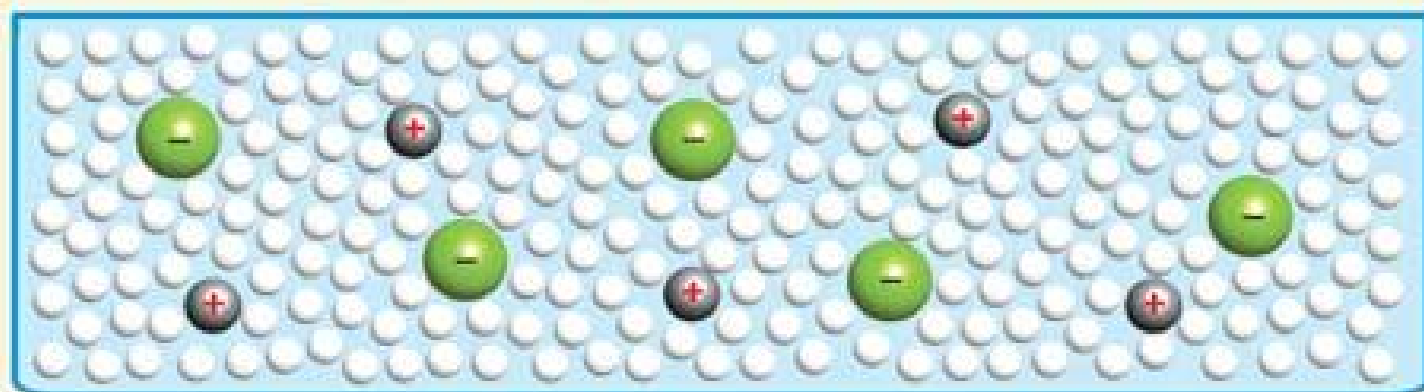
Гидратная "шуба"

Cl<sup>-</sup>

## МОДЕЛЬ ДИССОЦИАЦИИ ХЛОРИДА НАТРИЯ

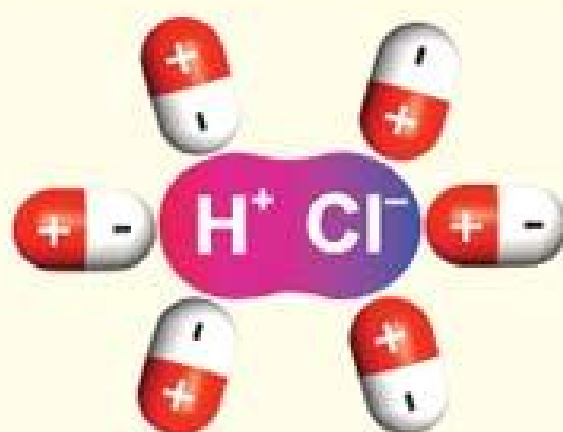


## МОДЕЛЬ РАСТВОРА ХЛОРИДА НАТРИЯ

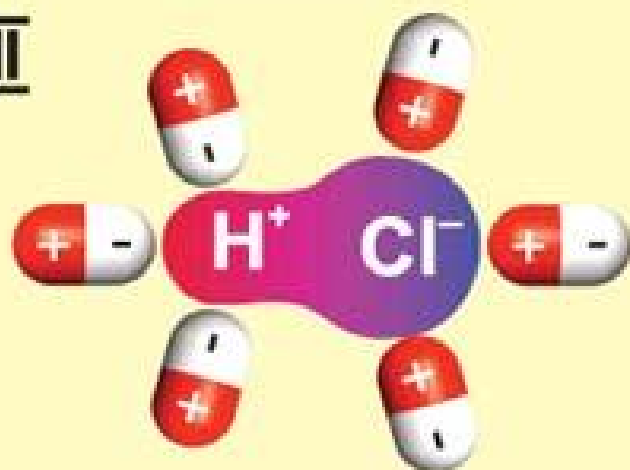


## РАСТВОРЕНИЕ ВЕЩЕСТВ С КОВАЛЕНТНОЙ ПОЛЯРНОЙ СВЯЗЬЮ

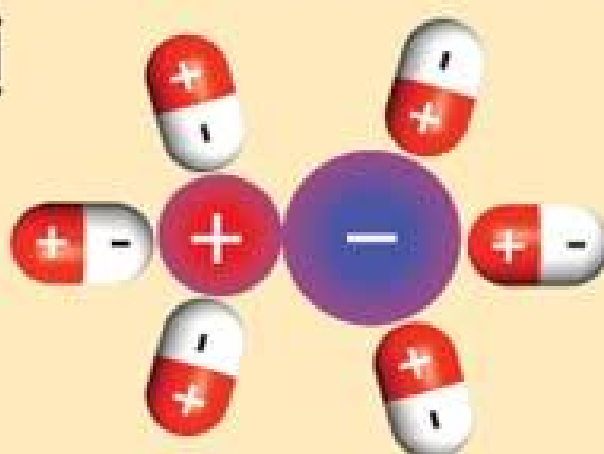
I


  
 Диполь  $\text{H}_2\text{O}$ 
Ориентация диполей воды вокруг полярной молекулы  $\text{HCl}$ 

II

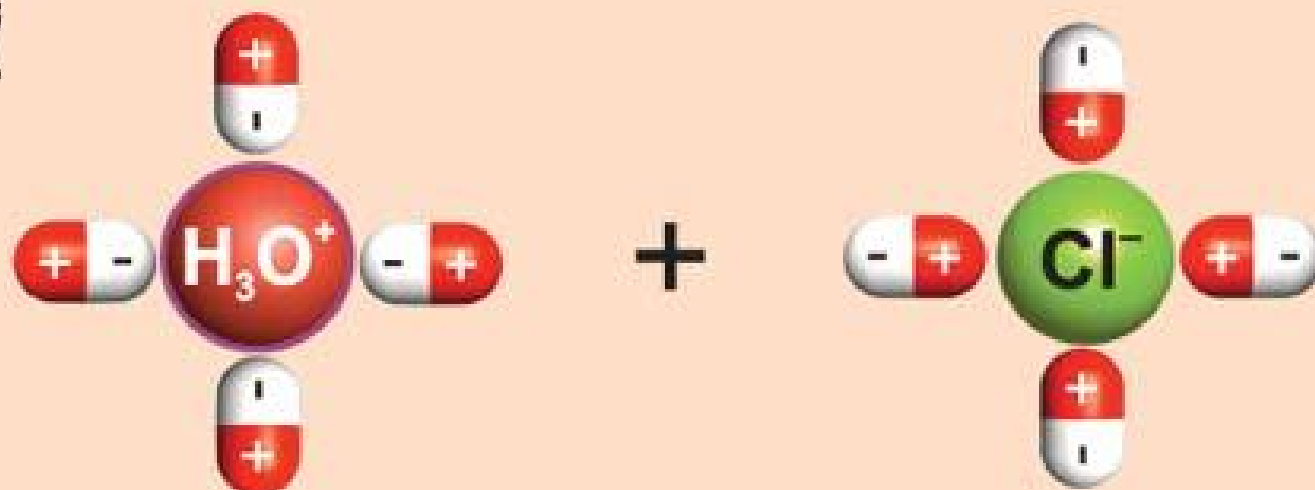
“Растаскивание” молекулы  $\text{HCl}$  диполями воды

III



Переход полярной структуры в ионную

IV

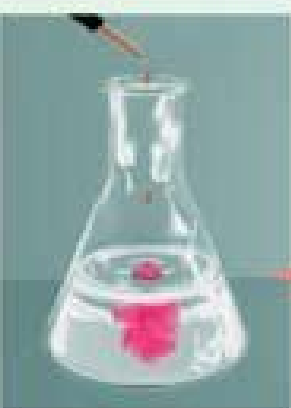


Гидратированный катион

Гидратированный анион

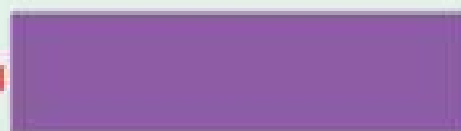
## КИСЛОТНО-ОСНОВНЫЕ РЕАКЦИИ

## КИСЛОТЫ



## ИНДИКАТОРЫ

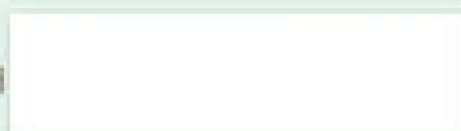
ЛАКМУС



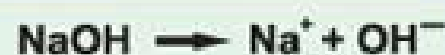
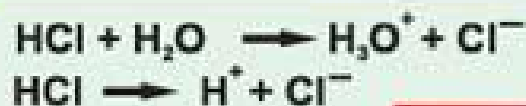
МЕТИЛОРАНЖ



ФЕНОЛФТАЛЕИН



## ЩЕЛОЧИ

 $\text{H}^+$ Амфотерные электролиты  
(амфолиты) $\text{OH}^-$ 

Диссоциация по типу



КИСЛОТЫ

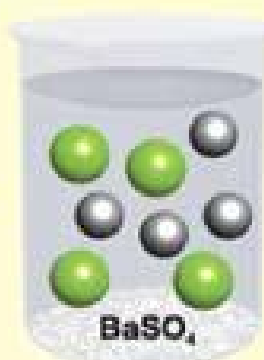
ОСНОВАНИЯ

## РЕАКЦИИ ИОННОГО ОБМЕНА

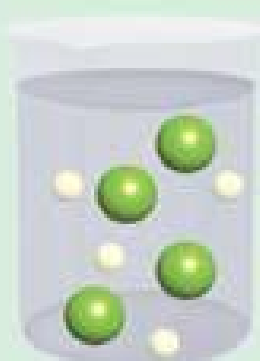
## ОБРАЗОВАНИЕ МАЛОРАСТВОРИМОГО ВЕЩЕСТВА



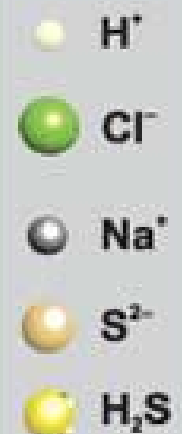
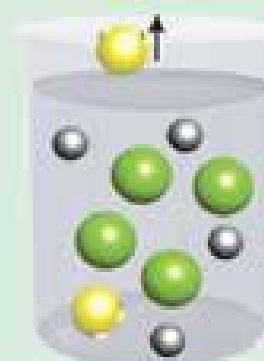
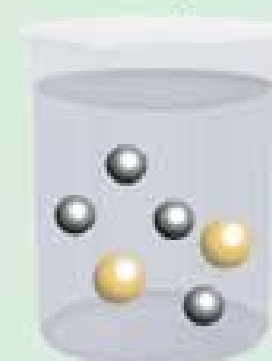
+



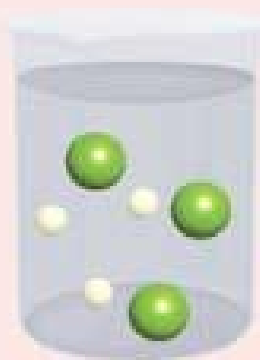
## ОБРАЗОВАНИЕ ГАЗООБРАЗНОГО ВЕЩЕСТВА



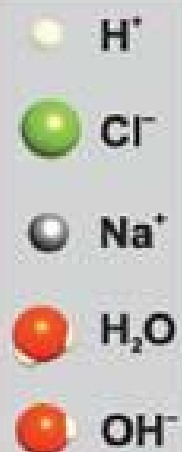
+



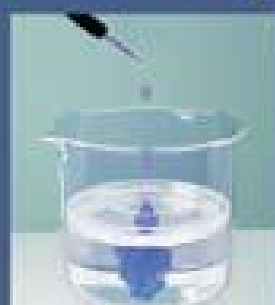
## ОБРАЗОВАНИЕ СЛАБОГО ЭЛЕКТРОЛИТА – ВОДЫ



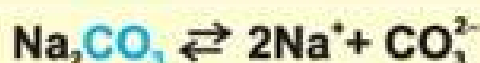
+



## ГИДРОЛИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СОЛЕЙ



Гидролиз по аниону



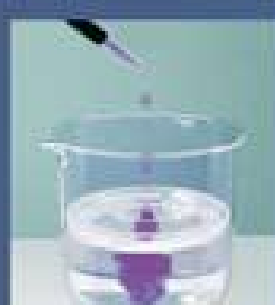
$$[\text{OH}^-] > [\text{H}^+]$$

ЩЕЛОЧНАЯ  
СРЕДА

Гидролиз по катиону



$$[\text{OH}^-] < [\text{H}^+]$$

КИСЛАЯ  
СРЕДА

Гидролиз не идет



$$[\text{OH}^-] = [\text{H}^+]$$

НЕЙТРАЛЬНАЯ  
СРЕДА

Шкала значений pH и окраска некоторых индикаторов



$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-7}$$

КИСЛОТА  $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$ ОСНОВАНИЕ  $[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$ 

-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

Увеличение  $[\text{H}^+]$ 

Нейтральная

Увеличение  $[\text{OH}^-]$ 

Лакмус

Метилоранж

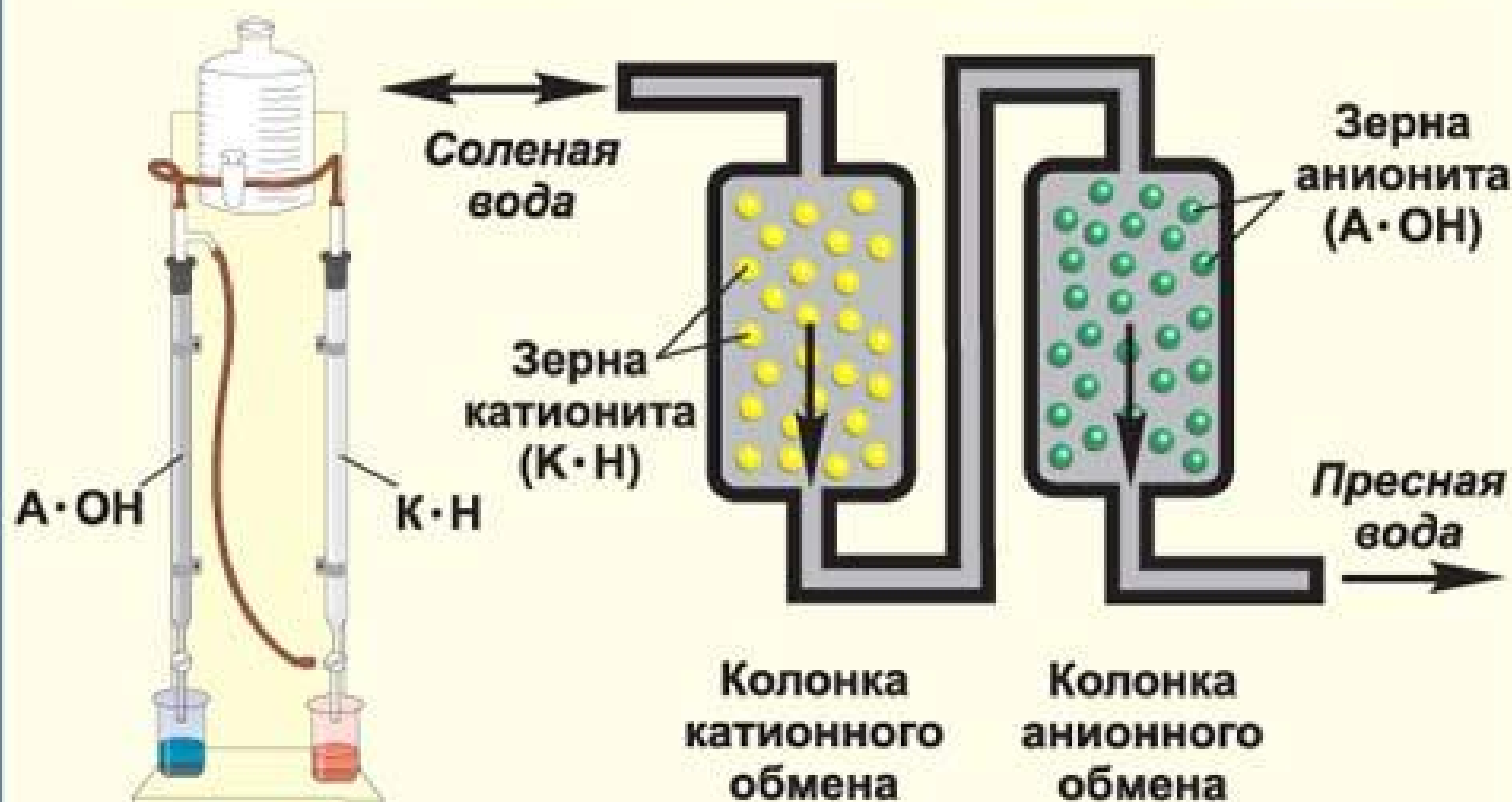
Фенолфталеин

Лакмус

Метилоранж

Фенолфталеин

## ОБЕССОЛИВАНИЕ ВОДЫ МЕТОДОМ ИОННОГО ОБМЕНА

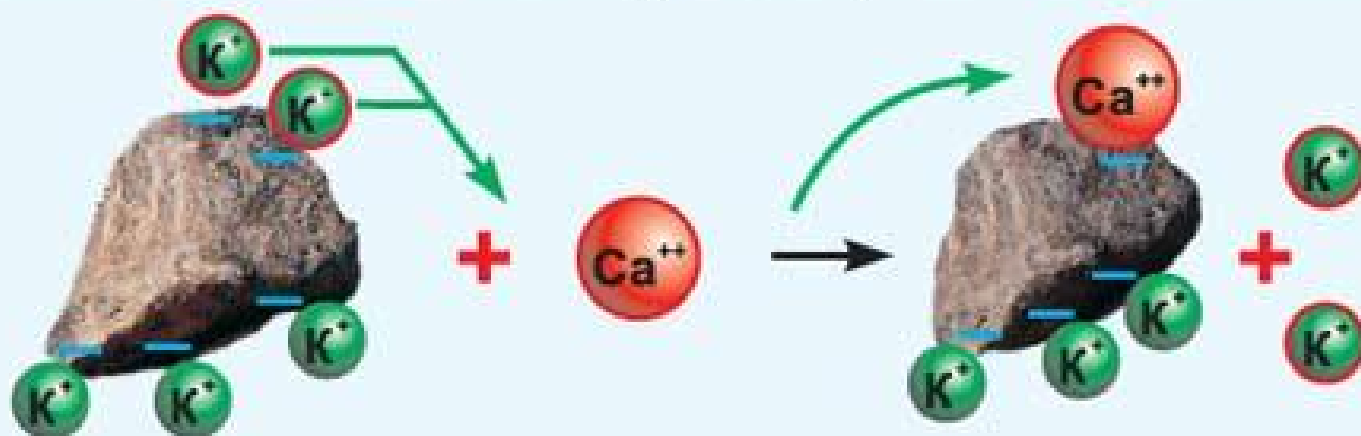


## Соленая вода



## Пресная вода

### СХЕМА ОБМЕНА ИОНАМИ МЕЖДУ ЧАСТИЦЕЙ ИОНИТА И РАСТВОРОМ





**Энергия** – способность совершать работу.

## ЭНЕРГИЯ

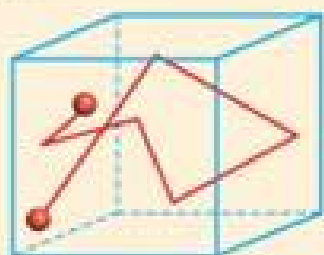
КИНЕТИЧЕСКАЯ

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ

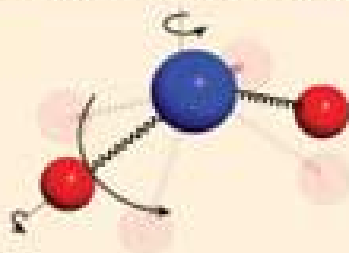
Перемещение  
в пространстве

Внутренняя энергия  
химической системы

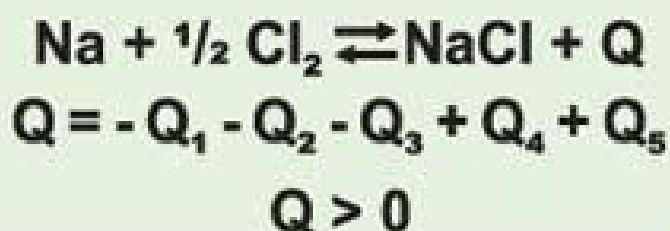
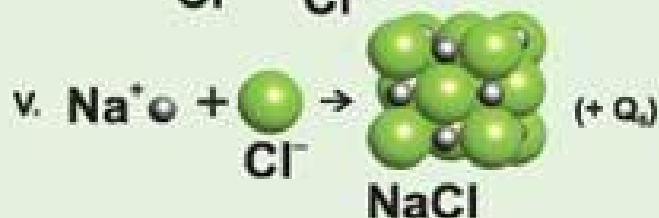
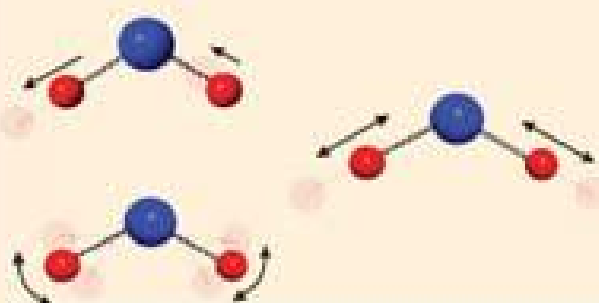
Энергия  
взаимодействия  
частиц



Вращательное движение



Колебательные движения



## ЭНЕРГИЯ

ИОНИЗАЦИИ

АТОМИЗАЦИИ

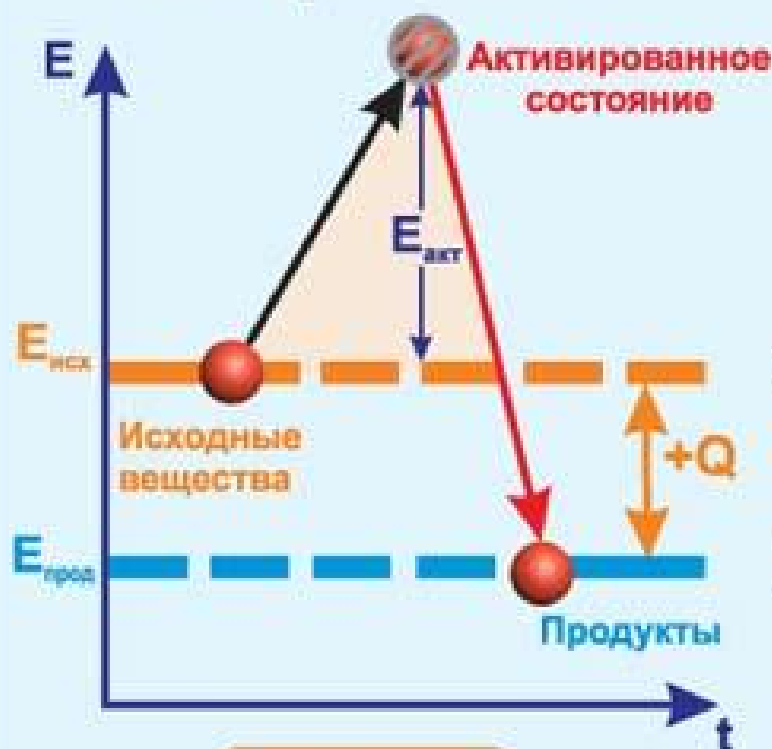
РАЗРУШЕНИЯ  
КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ  
РЕШЕТКИ

РАЗРЫВА  
ХИМИЧЕСКОЙ  
СВЯЗИ

## ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

## РЕАКЦИИ

## Экзотермические



$$E_{\text{исх}} > E_{\text{прод}}$$



## Эндотермические



$$E_{\text{исх}} < E_{\text{прод}}$$

ФАКТОРЫ,  
влияющие на  
ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТПРИРОДА  
ВЕЩЕСТВМАССА  
ВЕЩЕСТВ

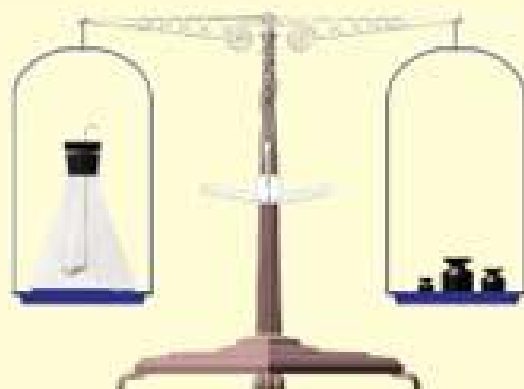
ТЕМПЕРАТУРА

АГРЕГАТНОЕ  
СОСТОЯНИЕАЛЛОТРОПНАЯ  
МОДИФИКАЦИЯ

## ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ МАССЫ И ЭНЕРГИИ



Исходное состояние системы



Конечное состояние системы

Масса

$$m_1 = m_2$$

Внутренняя энергия

 $E_1$ 

$$E_1 = E_2 \pm Q$$

 $E_2$ 

Q – тепловой эффект



Тепловой эффект реакции не зависит от пути перехода от исходного к конечному продукту

## ИЗМЕРЕНИЕ ТЕПЛОВОГО ЭФФЕКТА РЕАКЦИИ

ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ  
ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

ЭЛЕКТРОТЕРМОМЕТР



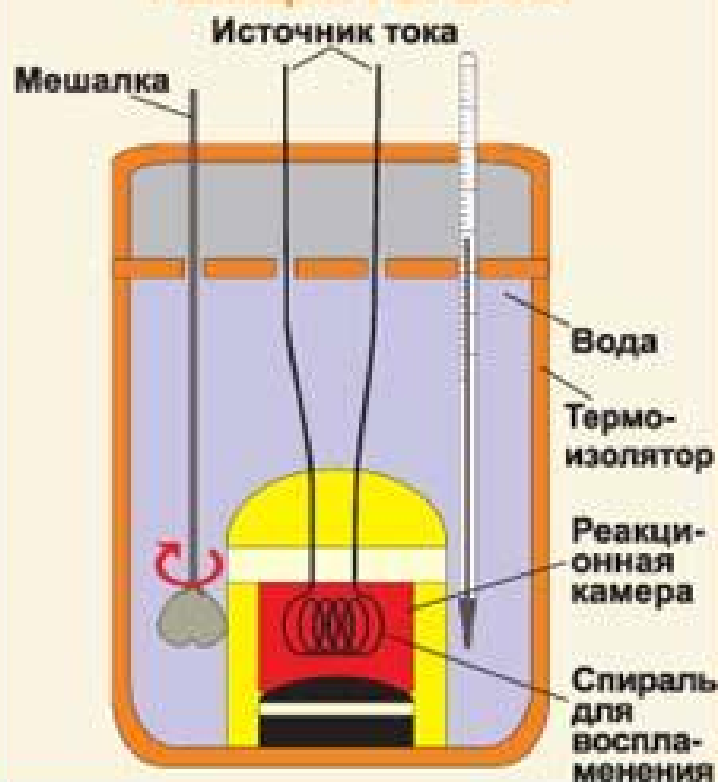
КОМПЬЮТЕРНЫЙ ДАТЧИК

КАЛОРИМЕТРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
ТЕПЛОТЫ РЕАКЦИЙ

РАСТВОРЕНИЕ СОЛИ В ВОДЕ



РЕАКЦИЯ ГОРЕНИЯ



# СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

Термин “скорость”  
в физике

$$V = \frac{S}{t}$$

**м/с**

Отношение пути ко времени  
прохождения пути  
(движение равномерное  
прямолинейное)



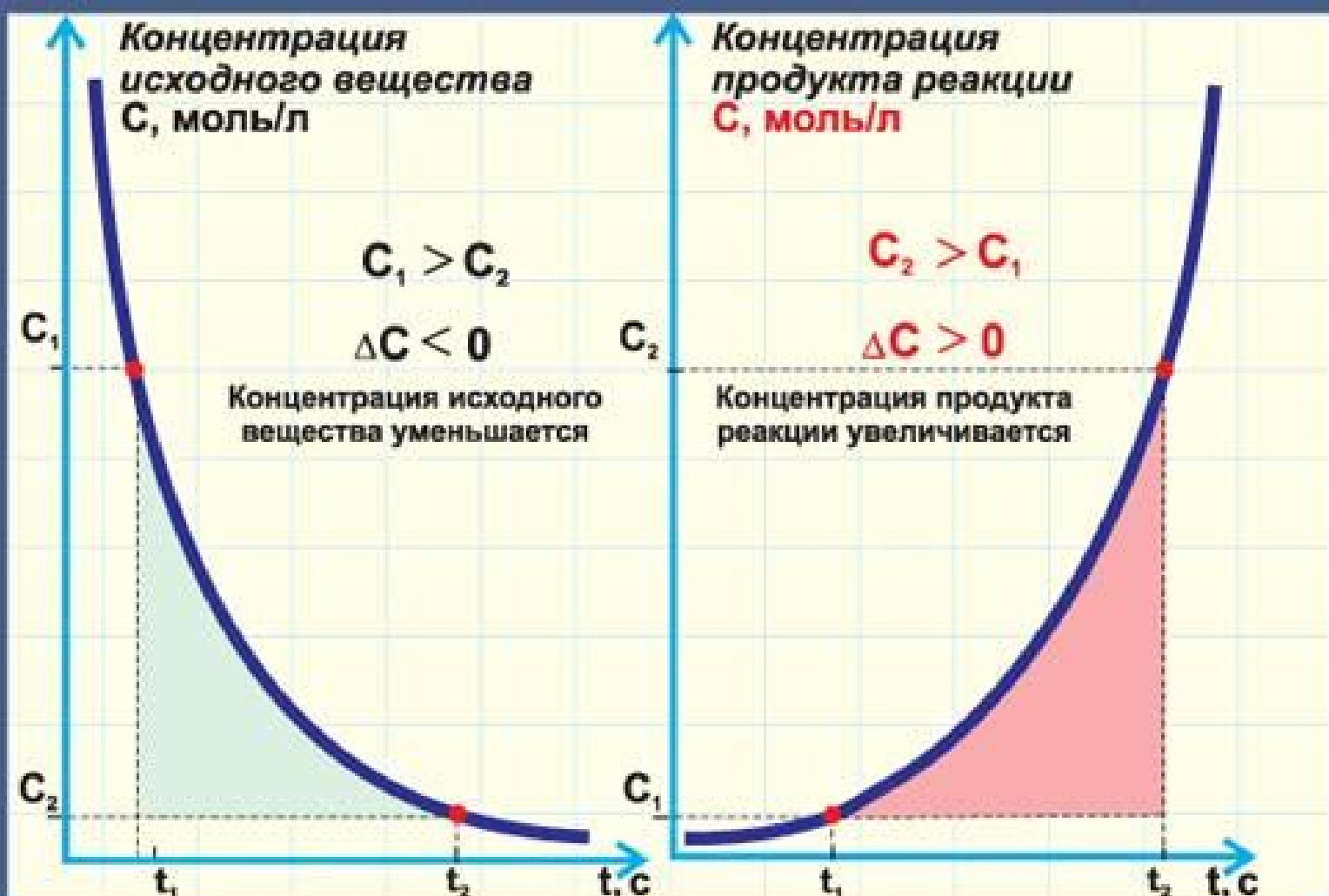
Термин “скорость”  
в химии

$$V = \pm \frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1} =$$

$$= \pm \frac{\Delta C}{\Delta t}$$

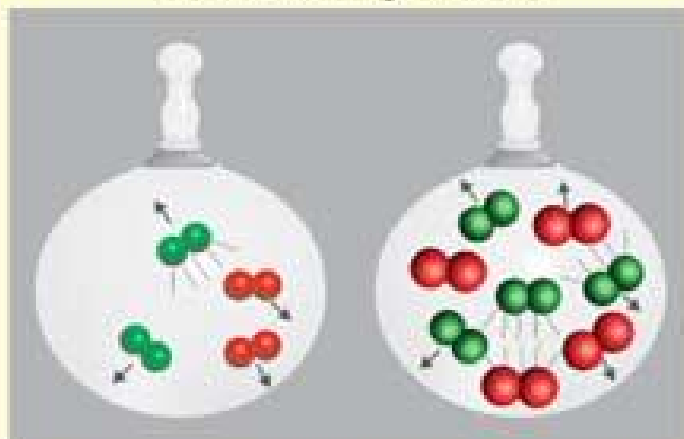
**моль/л · с**

Изменение концентрации  
 $\Delta C$  исходного вещества  
или продукта реакции  
за единицу времени



## ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ОТ УСЛОВИЙ

## Концентрация



Частота столкновений частиц

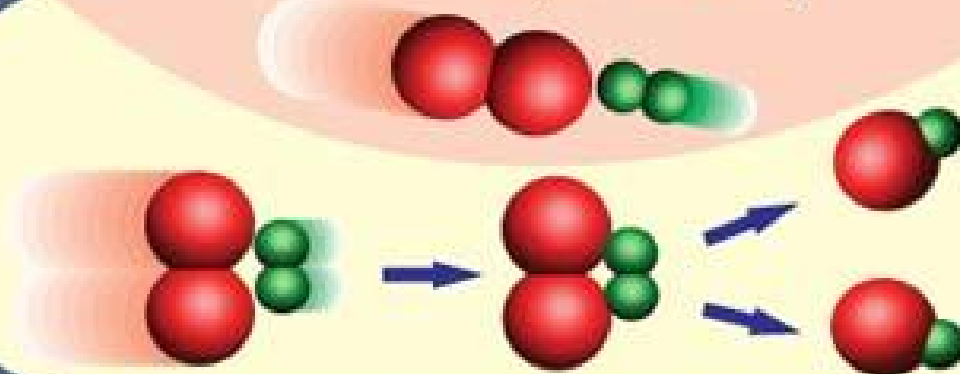
## Температура

Без нагревания

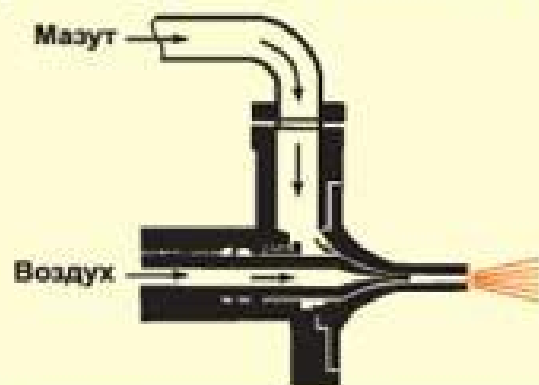
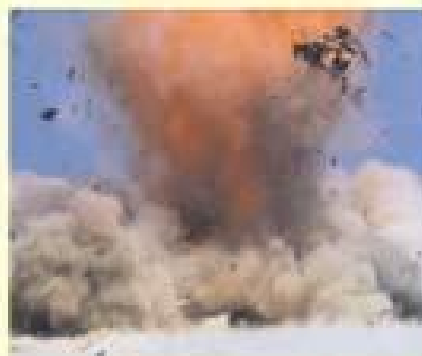
При нагревании



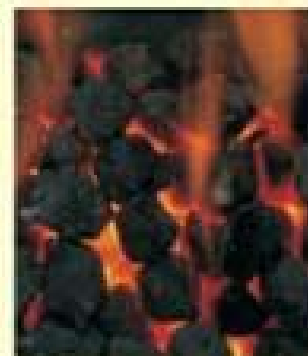
Изменение при нагревании

НЕЭФФЕКТИВНАЯ  
ОРИЕНТАЦИЯ ЧАСТИЦ

## ЭФФЕКТИВНАЯ ОРИЕНТАЦИЯ

Площадь соприкосновения  
реагирующих веществСхема действия форсунки  
для сжигания мазутаПрирода  
реагирующих веществ

Взрыв

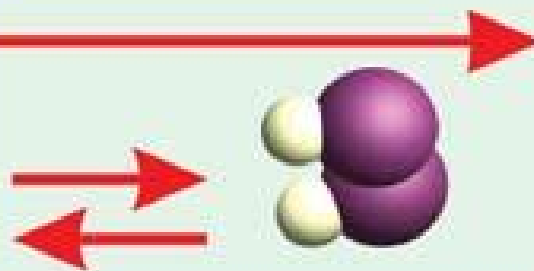
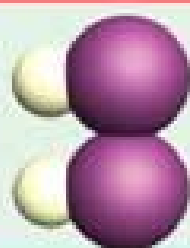
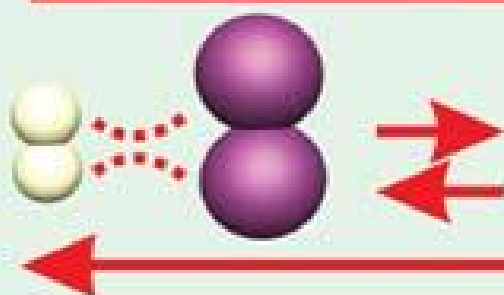


Горение

## ОБРАТИМЫЕ РЕАКЦИИ



Прямая реакция



Обратная реакция

Активированное состояние



## ДИНАМИЧЕСКИЙ ХАРАКТЕР ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

## РАВНОВЕСИЕ В НАСЫЩЕННОМ РАСТВОРЕ МЕДНОГО КУПОРОСА

а)



б)



в)



## РАВНОВЕСИЕ "ЖИДКОСТЬ – ПАР"



## РАВНОВЕСИЕ МЕЖДУ КРИСТАЛЛАМИ И ПАРАМИ ИОДА

РАВНОВЕСИЕ В СМЕСИ  $\text{N}_2\text{O}_4$  И  $\text{NO}_2$ 

## СМЕЩЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

Концентрация  $C$ Увеличение  $[\text{N}_2 \text{ и } \text{H}_2]$ 

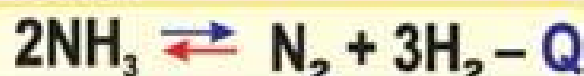
$$V_{\text{пр}} > V_{\text{обр}} \rightarrow$$

 $\text{N}_2$ Увеличение  $[\text{NH}_3]$ 

$$\leftarrow V_{\text{пр}} < V_{\text{обр}}$$

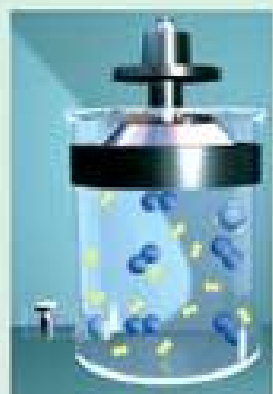
Температура  $T$ 

$+Q$  — экзотермический процесс



$-Q$  — эндотермический процесс

При повышении температуры равновесие смещается в сторону эндотермического процесса

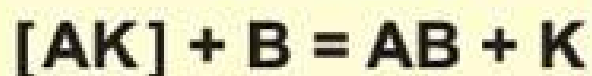
Давление  $P$ 

Увеличение давления



Уменьшение давления

Повышение давления ( $P$ ) смещает равновесие в сторону процесса, протекающего с уменьшением объема и числа молекул



A, B – исходные вещества

K – катализатор

[AK] – активированный комплекс

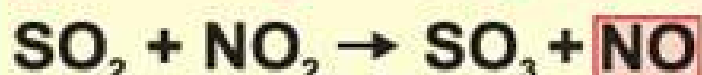
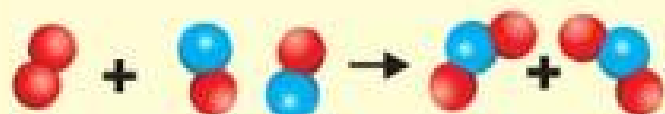
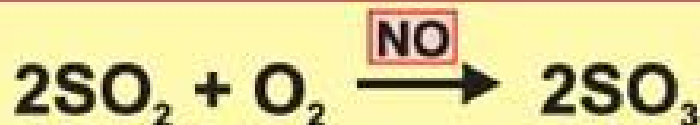
AB – продукт реакции

Катализатор

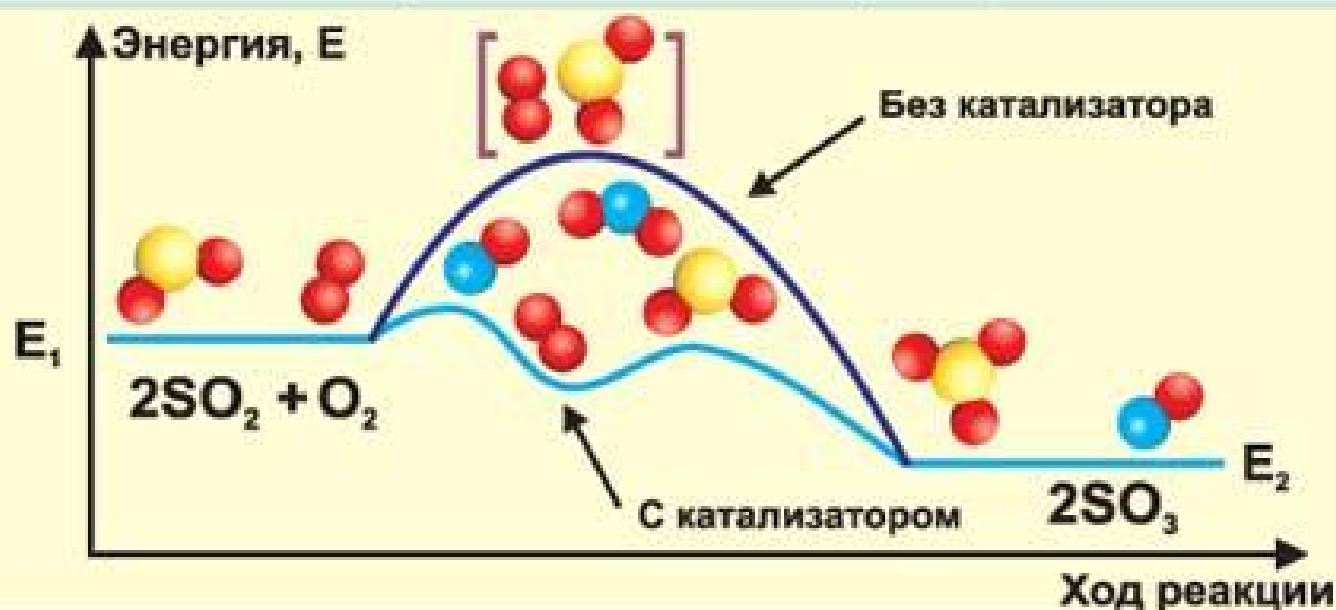
Снижает энергию активации

Не влияет на состояние равновесия

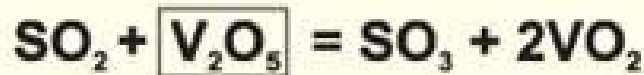
Остается неизменным



Энергетическая схема реакции



### МОДЕЛЬНАЯ СХЕМА КАТАЛИТИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ ОКСИДА СЕРЫ (VI)



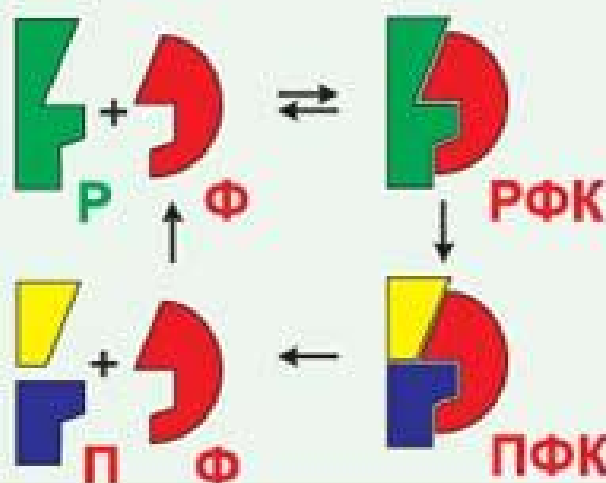
• – атом кислорода

● – атом серы

●● – оксид серы (IV)

●●● – оксид серы (VI)

### МОДЕЛЬНАЯ СХЕМА ФЕРМЕНТАТИВНОГО КАТАЛИЗА “КЛЮЧ – ЗАМОК”



$P$  – реагент

$\Phi$  – фермент-катализатор

$РФК$  – реагент-фермент комплекс

$ПФК$  – продукт-фермент комплекс

$П$  – продукт реакции

### КАТАЛИТИЧЕСКИЙ КОНВЕРТОР ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ АВТОМОБИЛЯ

Выхлопные газы [ $+ \text{O}_2$ ]



### ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОСТИ КАТАЛИЗАТОРА ПРИ ОТРАВЛЕНИИ

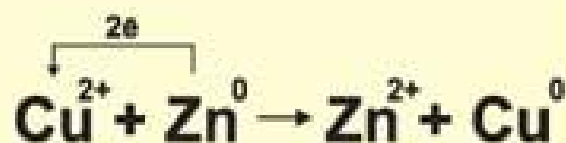
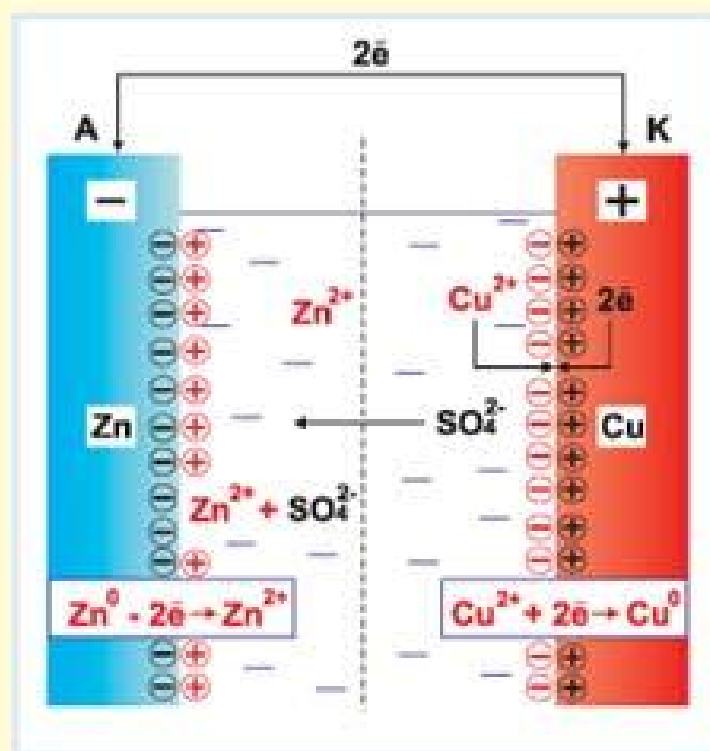
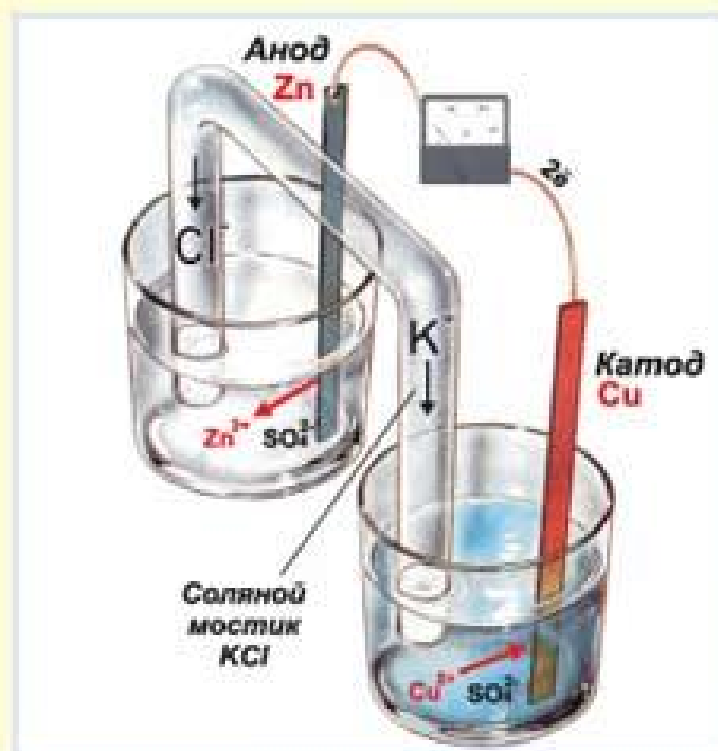


## ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ

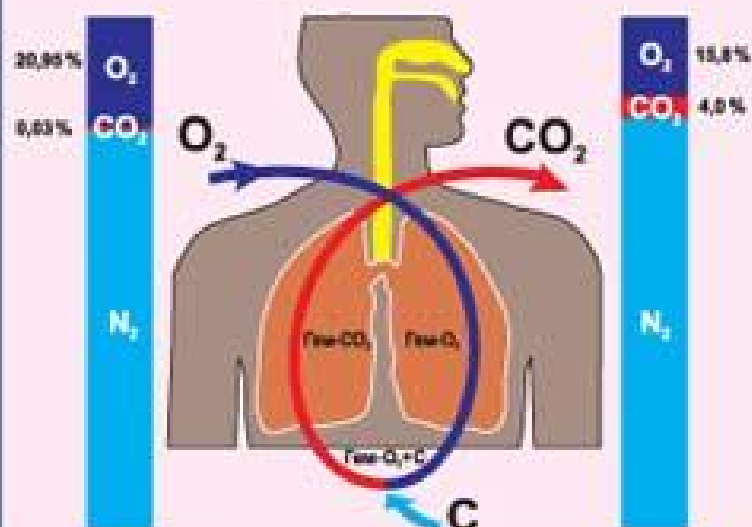
$\text{Na}^0$	$\text{Al}^0$	$\text{Zn}^0$	$\text{H}^0$	$\text{Cu}^0$	$\text{I}^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{Mn}^{2+}$	$\text{O}^{2-}$
$\text{Na}^+$	$\text{Al}^{3+}$	$\text{Zn}^{2+}$	$\text{H}^+$	$\text{Cu}^{2+}$	$\text{I}^0$	$\text{Cl}^0$	$\text{MnO}_4^-$	$\text{O}^0$

## ОКИСЛИТЕЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ

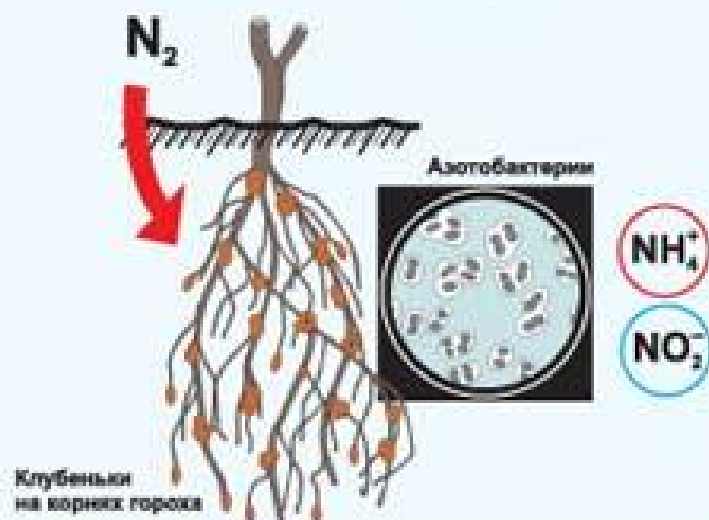
### ГАЛЬВАНИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ И СХЕМА ЕГО РАБОТЫ



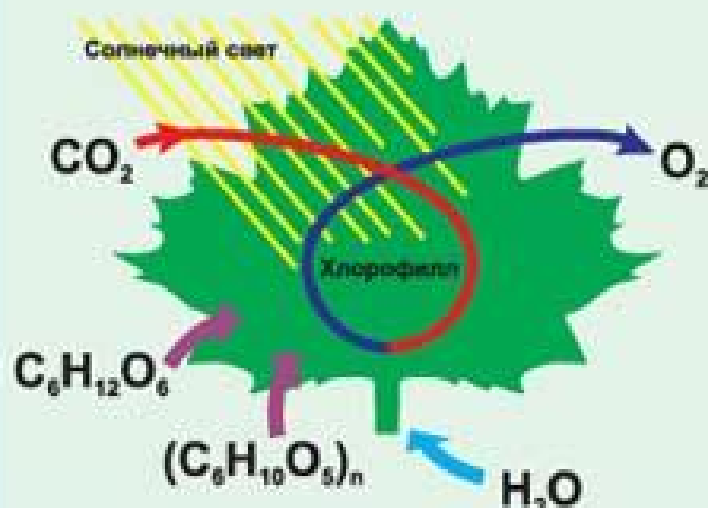
## ДЫХАНИЕ



## НИТРИФИКАЦИЯ



## ФОТОСИНТЕЗ



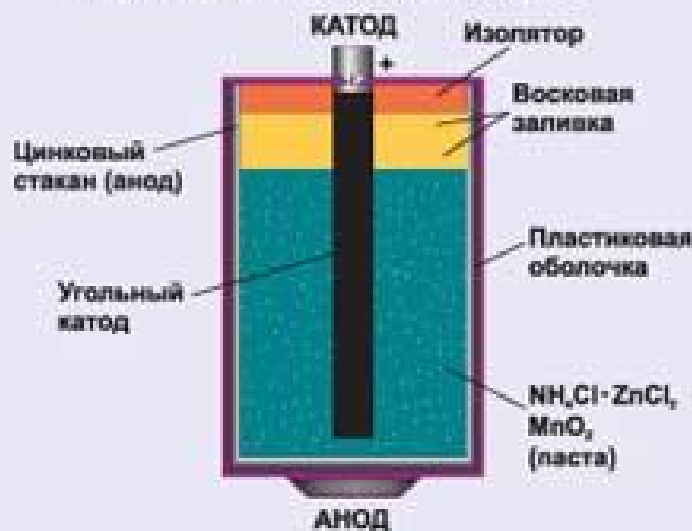
## ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ



## ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ



## ЩЕЛОЧНОЙ ЭЛЕМЕНТ



# КЛАССИФИКАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

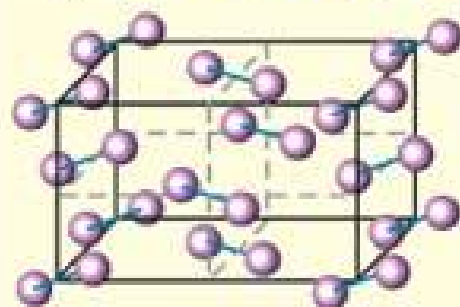




## ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Состав молекул	Агрегатное состояние	$\rho, \text{г/см}^3$	$t_{\text{пл}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}$
		0,0017	-188	-220
		0,0032	-34	-101
		3,1	59	-7,5
		4,9	185	59

## Кристаллическая решетка иода



## ВОЗГОНКА ИОДА



## ГАЛОГЕНЫ В ПРИРОДЕ

Флюорит  
(плавиковый шпат)  
 $\text{CaF}_2$



Морская вода  
и бурые водоросли  
с солями брома



Каменная соль (галит)  
 $\text{NaCl}$



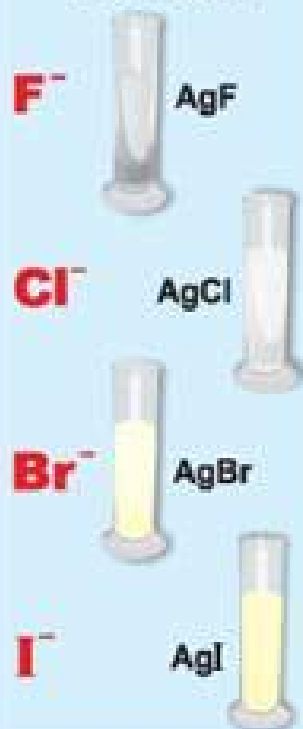
Миерсит  
 $\text{AgI}$



## ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ГАЛОГЕНОВ



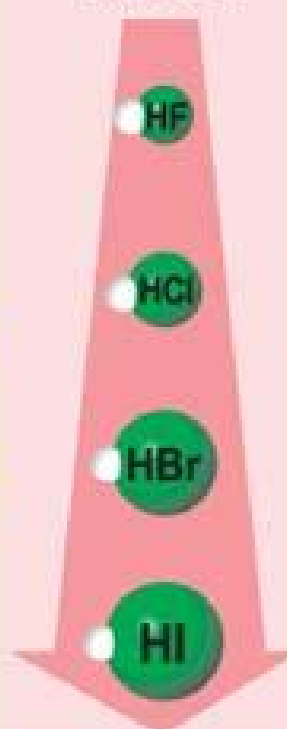
### КАЧЕСТВЕННАЯ РЕАКЦИЯ



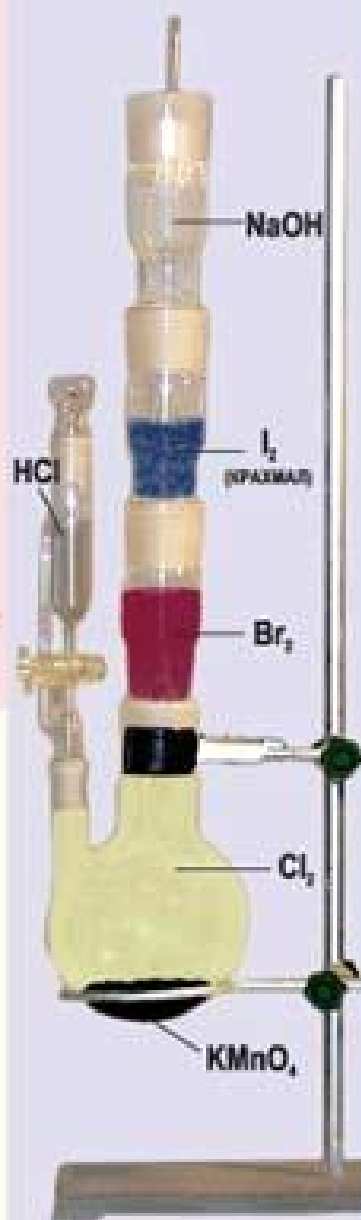
### РЕАКЦИЯ С ВОДОРОДОМ



## СИЛА КИСЛОТ



## АКТИВНОСТЬ ГАЛОГЕНОВ



## ОСОБЕННЫЕ СВОЙСТВА ГАЛОГЕНОВ



### Горение фтора в воде



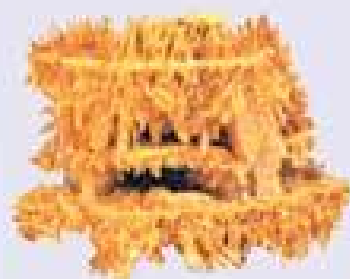
### Травление стекла плавиковой кислотой

СЕРА  
В ПРИРОДЕ

Самородная сера

Пирит  
 $\text{FeS}_2$ Халькопирит  
 $\text{CuFeS}_2$ Киноварь  
 $\text{HgS}$ 

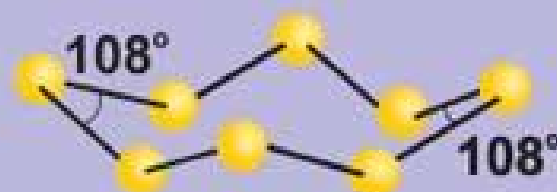
## АЛЛОТРОПНЫЕ ВИДОИЗМЕНЕНИЯ СЕРЫ

Моноклинная  
сера

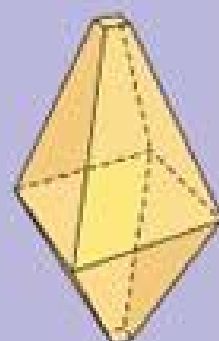
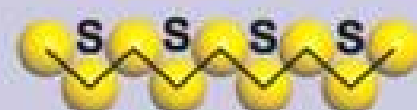
95,6 °C

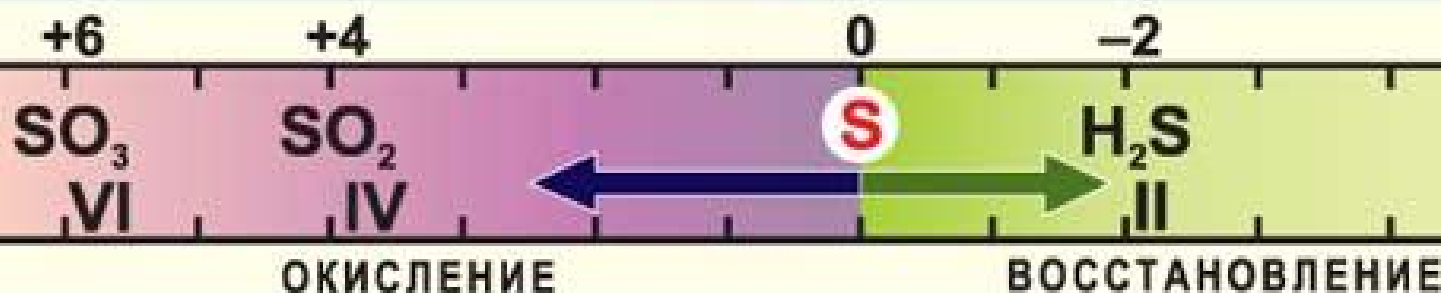
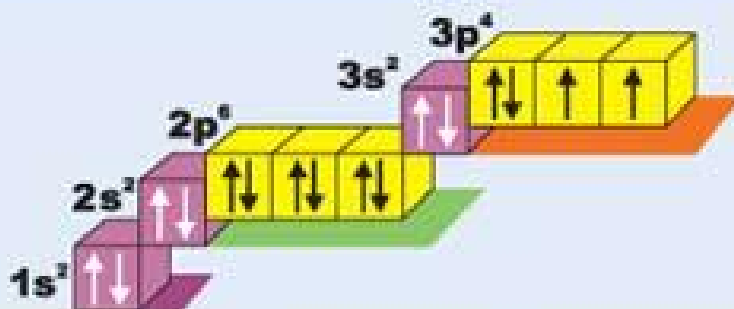


119 °C

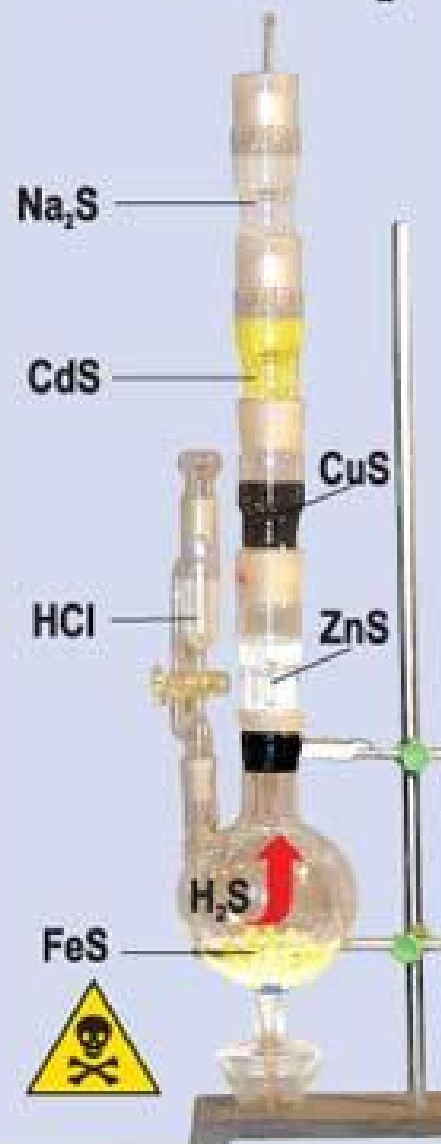
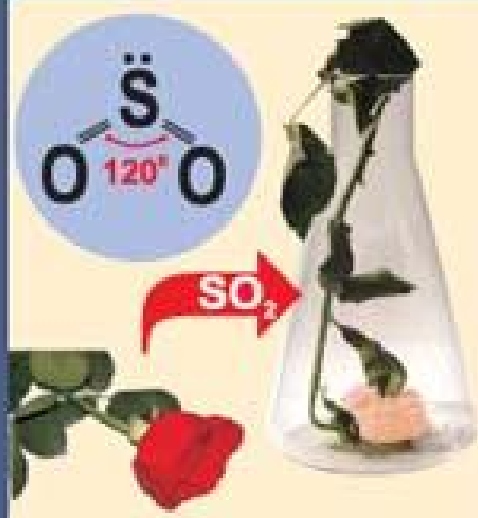
Ромбическая  
сера

445 °C

← Пары серы  
( $\text{S}_2$ )Пластическая  
сера

 $\text{SO}_2$ 

ОКСИДЫ СЕРЫ

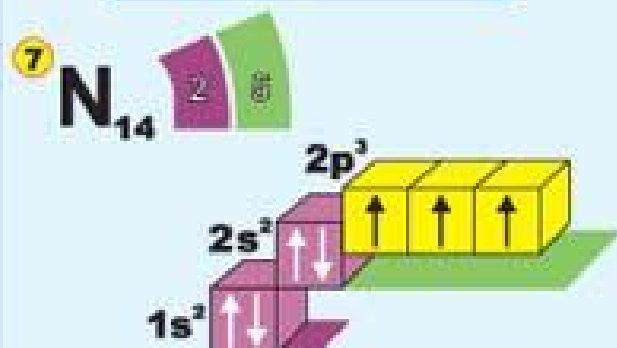
 $\text{SO}_3$ СВОЙСТВА  $\text{H}_2\text{S}$ СВОЙСТВА  $\text{H}_2\text{SO}_4$ РАСТВОРЕНИЕ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  В ВОДЕ

ОБУГЛИВАНИЕ САХАРА

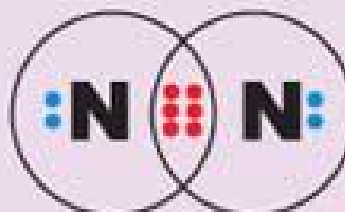


## СТРОЕНИЕ И РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ

## АЗОТ – ЭЛЕМЕНТ



## АЗОТ – ПРОСТОЕ ВЕЩЕСТВО

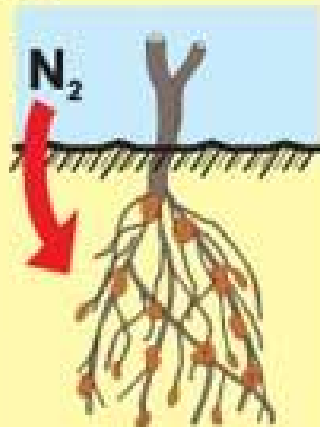


$$t_{\text{кип}} = -196^\circ \text{C}$$

$$t_{\text{зам}} = -210^\circ \text{C}$$

## УСЛОВИЯ СВЯЗЫВАНИЯ АЗОТА

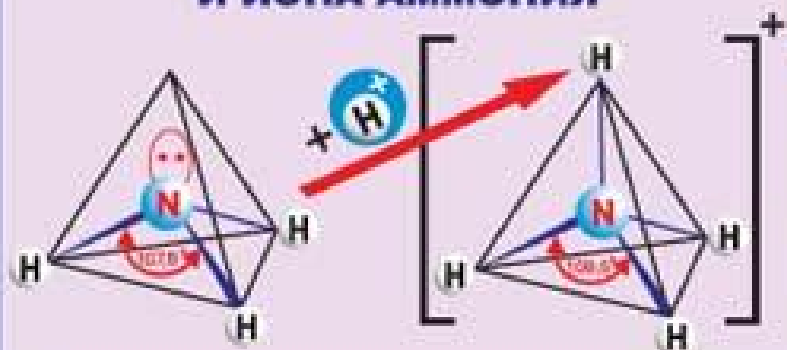
## В ПРИРОДЕ



## В ЛАБОРАТОРИИ



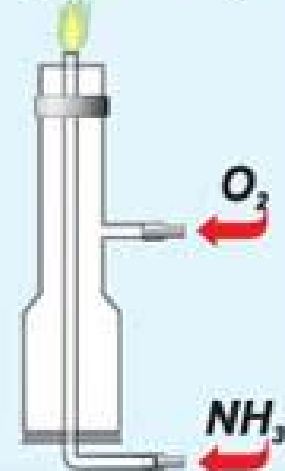
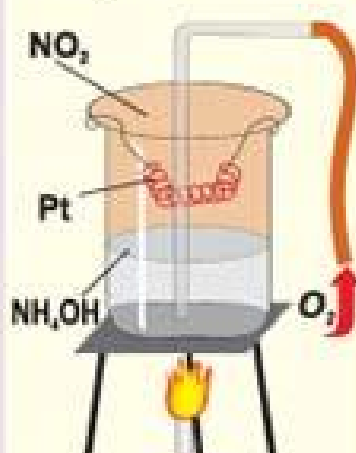
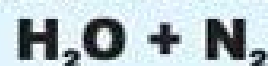
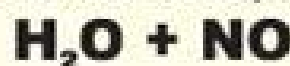
## СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛЫ АММИАКА И ИОНА АММОНИЯ



## ОКИСЛЕНИЕ АММИАКА



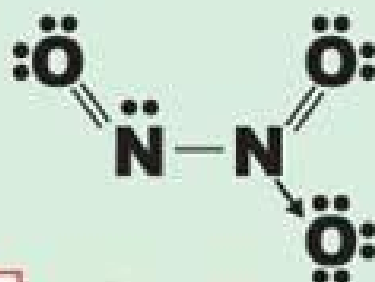
с катализатором без катализатора



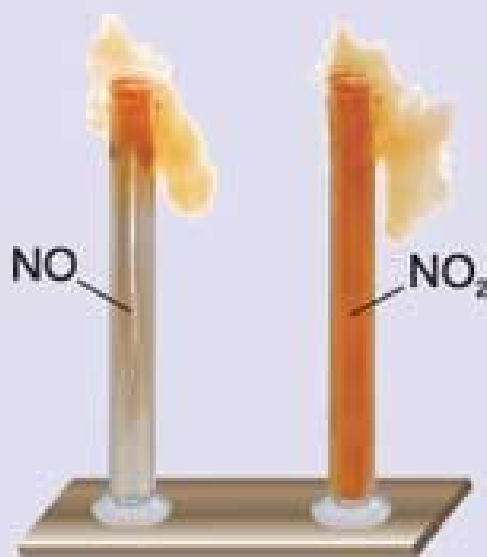
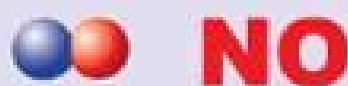
### ОКСИД АЗОТА (I) “ВЕСЕЛЯЩИЙ ГАЗ”



### ОКСИД АЗОТА (III)

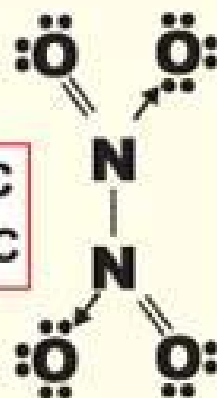
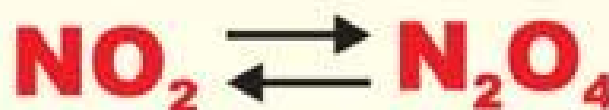


### ОКСИД АЗОТА (II)



### ПРЕВРАЩЕНИЕ NO В NO<sub>2</sub> НА ВОЗДУХЕ

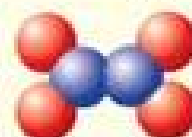
### ОКСИД АЗОТА (IV)



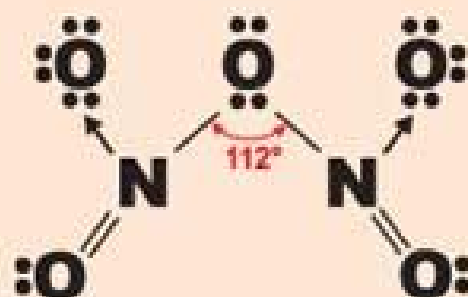
### Ледяная вода



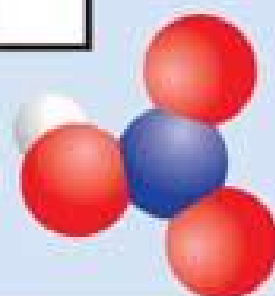
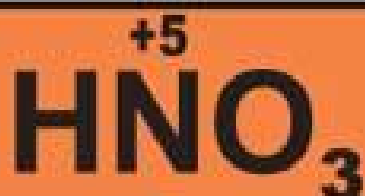
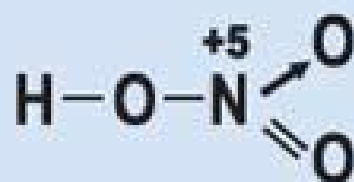
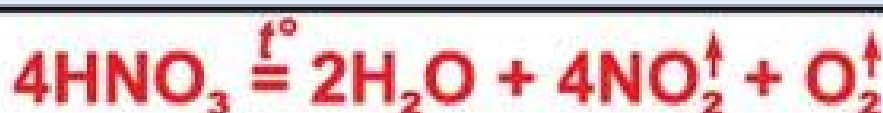
## Горячая вода



### ОКСИД АЗОТА (V)



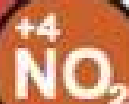
## АЗОТНАЯ КИСЛОТА — ОКИСЛИТЕЛЬ



КОНЦЕНТРИРОВАННАЯ

РАЗБАВЛЕННАЯ

Pb, Cu, Ag, Hg



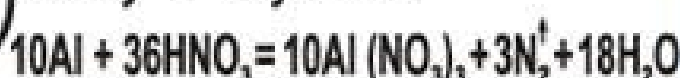
Pb, Cu, Ag, Hg



Li, Na, Ca, Mg, Zn



Al, Fe, Zn



Mg, Ca, Zn, Fe

Пассивирование  
Fe, Cr, Al

ОКОЛО  
1500 °C

400 °C

ВОЗГОНКА

280 °C

КИПЕНИЕ

44,1 °C

ПЛАВЛЕНИЕ

КОМНАТНАЯ  
ТЕМПЕРАТУРА

ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ

РАСПАД

Пары  
фосфора $(P_2)_n$   
Красный $P_4$   
БелыйБЫСТРОЕ  
ОХЛАЖДЕНИЕКрасный,  
нерастворим в  
 $CS_2$ ,  
устойчив  
 $\rho$  2,3 г/см<sup>3</sup> $t$  °C  
без доступа  
воздухаБелый,  
растворим в  
 $CS_2$ ,  
неустойчив  
 $\rho$  1,8 г/см<sup>3</sup> $(P)_n$ Черный,  
наиболее  
устойчив  
 $\rho$  2,7 г/см<sup>3</sup>220 °C  
1200 атм

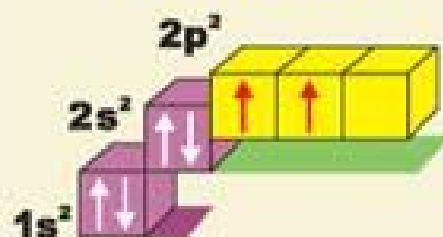
560 °C

 $(P)_n$ 



УДОБРЕНИЕ	ВНЕШНИЙ ВИД	КАЧЕСТВЕННАЯ РЕАКЦИЯ	
		РЕАКТИВ НА КАТИОН	РЕАКТИВ НА АНИОН
Натриевая селитра <b><math>\text{NaNO}_3</math></b>		 <b><math>\text{Na}^+</math></b>	 <b><math>\text{NO}_3^-</math></b>
Кальциевая селитра <b><math>\text{Ca}(\text{NO}_3)_2</math></b>		 <b><math>\text{Ca}^{2+}</math></b>	
Аммиачная селитра <b><math>\text{NH}_4\text{NO}_3</math></b>		 Фенолфталеин <b><math>\text{NaOH}</math></b> <b><math>\text{NH}_4^+</math></b>	 <b><math>\text{H}_2\text{SO}_4</math></b> <b><math>\text{CuSO}_4</math></b>
Сульфат аммония <b><math>(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4</math></b>		 <b><math>\text{NH}_4^+</math></b>	 <b><math>\text{SO}_4^{2-}</math></b> <b><math>\text{BaCl}_2</math></b> <b><math>\text{BaSO}_4</math></b>
Аммофос <b><math>\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4</math></b>		 <b><math>\text{NH}_4^+</math></b>	 <b><math>\text{H}_2\text{PO}_4^-</math></b> <b><math>\text{AgNO}_3</math></b>
Супер-фосфат <b><math>\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2</math></b>		 <b><math>\text{Ca}^{2+}</math></b>	 <b><math>\text{Cl}^-</math></b>
Калийная соль <b><math>\text{KCl}</math></b>		 <b><math>\text{K}^+</math></b>	 <b><math>\text{Cl}^-</math></b>

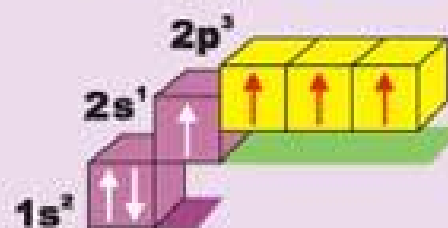
## Невозбужденное состояние



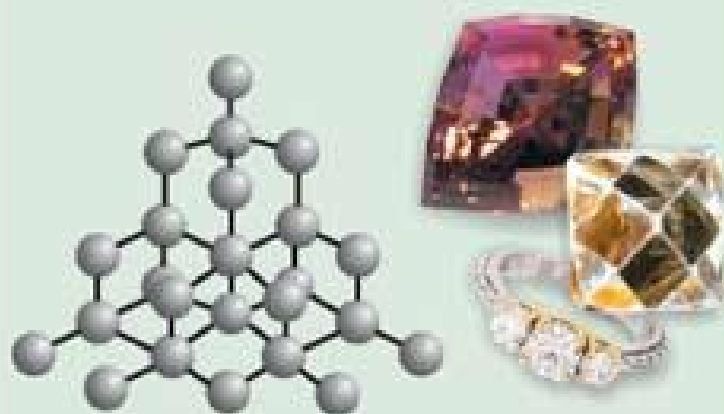
6

C<sub>12</sub>

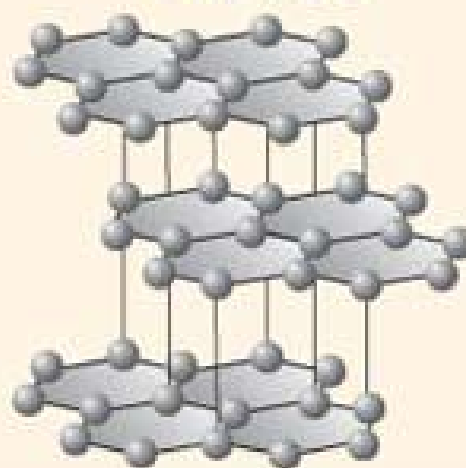
## Возбужденное состояние



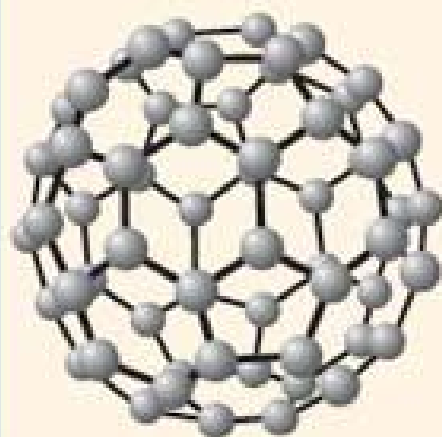
## Каркасная структура алмаза



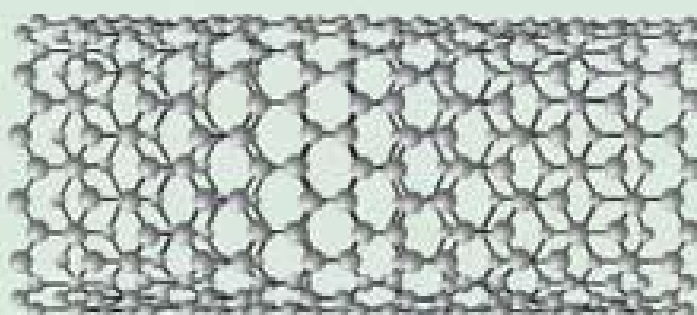
## Слоистая структура графита



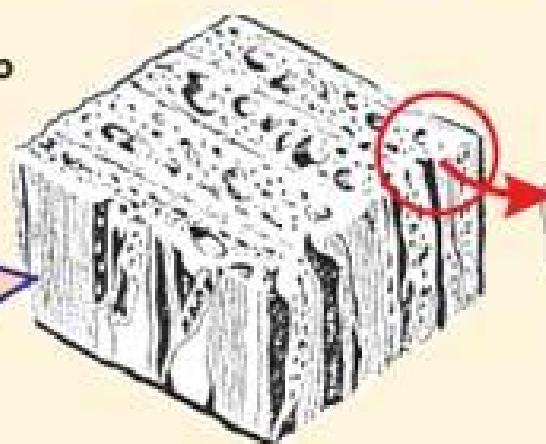
## Цепи карбина

Сетчатая структура фуллерена C<sub>60</sub>Шунгит  
(минерал)

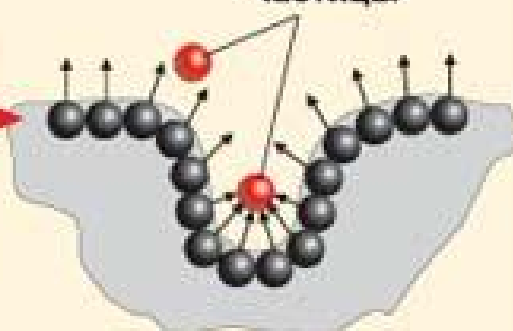
## Нанотрубки углерода



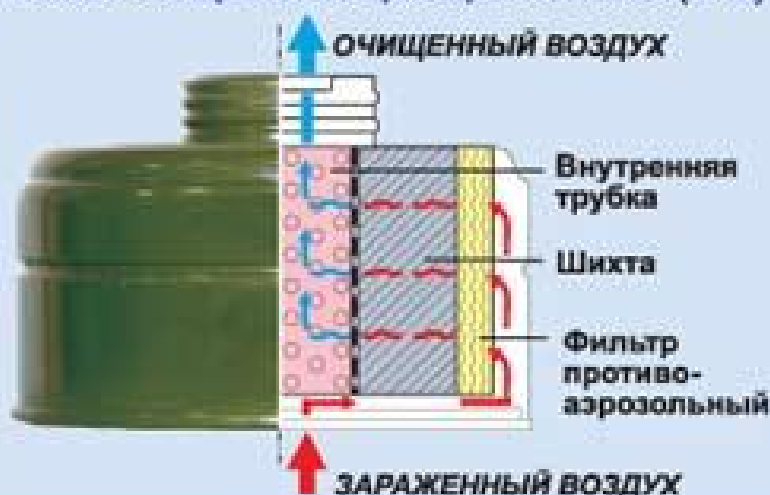
### Частицы поверхностного слоя



### Адсорбируемые частицы



### ФИЛЬТРУЮЩЕ-ПОГЛОЩАЮЩАЯ КОРОБКА (ФПК)



Патрубок

ФПК

**Дополнительный  
патрон**



## Силикагель

**АДСОРБЦИЯ ГАЗОВ  
ОДНИМ ГРАММОМ УГЛЯ  
(t = 15 °C)**

**COCl<sub>2</sub>**  
440 cm<sup>3</sup>

**Cl<sub>2</sub>**  
234 cm<sup>-1</sup>

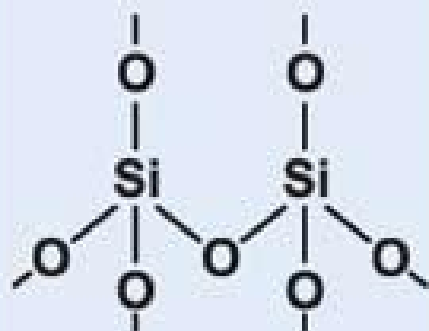
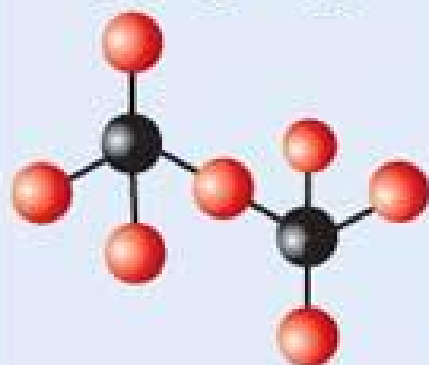
CO<sub>2</sub>47 cm<sup>2</sup> $N_2$ 8 cm<sup>2</sup>

**O<sub>2</sub>**

8.2 cm<sup>3</sup>

CO

9.3 cm<sup>2</sup>

$$[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$$


## Кварц

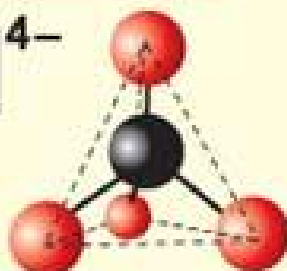


## Опал

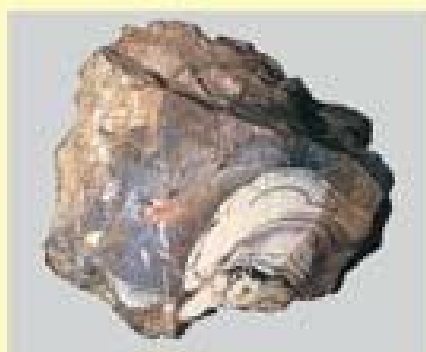


$$\rho = 2,65 \text{ г/см}^3$$

$$t_{\text{m}} = 1610^{\circ}\text{C}$$



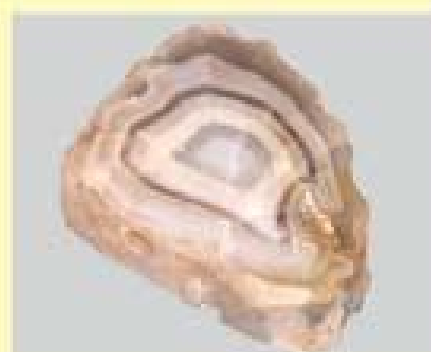
# МИНЕРАЛЫ



Яшма

$$[\text{Si}_4\text{O}_{13}]^{10-}$$

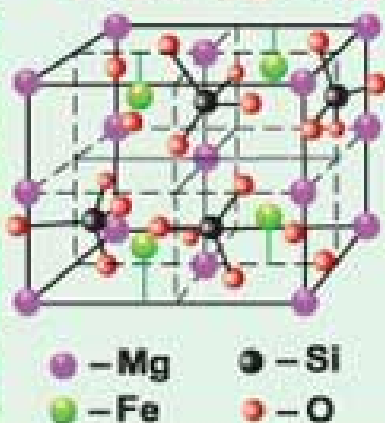

## Халцедон



**Ағат**

## ПРОСТЕЙШИЙ

Оливин



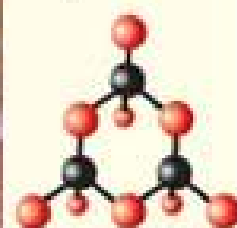
## ЦЕПОЧЕЧНЫЕ

Пироксены

Сподумен  $\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ 

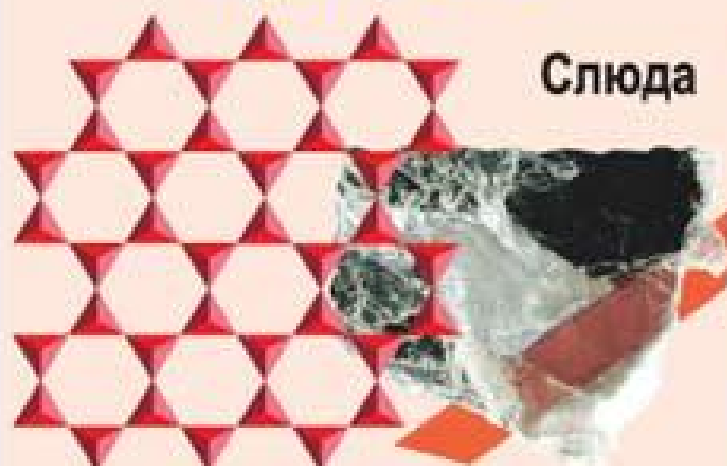
## ОСТРОВНЫЕ

Гранат

 $\text{Ca}_3\text{Cr}[\text{SiO}_4]_3$ 

## СЛОИСТЫЕ

Слюда



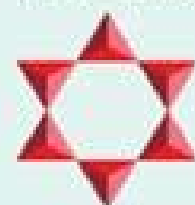
## КАРКАСНЫЕ

Полевые шпаты



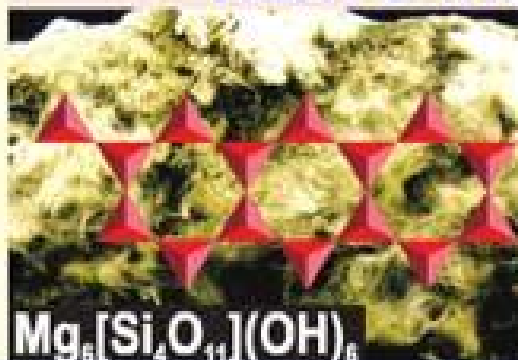
## КОЛЬЦЕВЫЕ

Берилл (изумруд)

 $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$ 

## ЛЕНТОЧНЫЕ

Асбесты

 $\text{Mg}_6[\text{Si}_4\text{O}_{11}](\text{OH})_6$ 

## КРЕМНИЙ



## ФОТОЭЛЕМЕНТЫ



## ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ И ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА



## ПРОИЗВОДСТВО СТАЛЕЙ



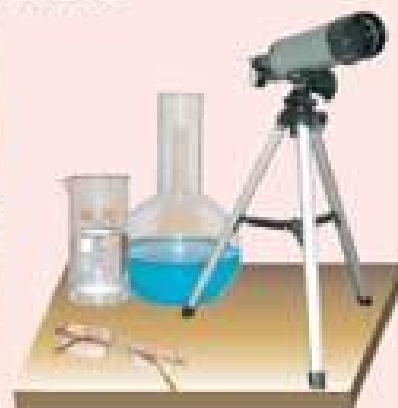
## ОКСИД КРЕМНИЯ



## КЕРАМИКА



## СТЕКЛО



## СТРОИТЕЛЬСТВО



Свечение  
в разряде

**ГЕЛИЙ**

**КРИПТОН**

**АРГОН**

**НЕОН**

**КСЕНОН**

$t_{пл}, ^\circ\text{C}$

$t_{кип}, ^\circ\text{C}$

-272

**He**

-269

-249

**Ne**

-246

-189

**Ar**

-186

-157

**Kr**

-153

-112

**Xe**

-108

-72

**Rn**

-62



Содержание  
в 1 м<sup>3</sup> воздуха

**Ar** – 9,3 л

**Ne** – 18 мл

**He** – 4,6 мл

**Kr** – 1,1 мл

**Xe** – 0,086 мл

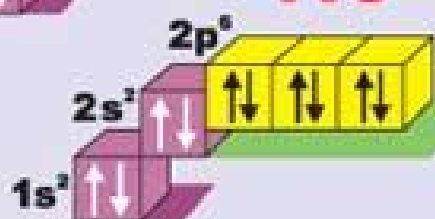
**Rn** –  $6 \cdot 10^{-16}$  мл



**He**



**Ne**



СИНТЕЗИРОВАННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

СИЛЬНЫЙ  
ОКИСЛИТЕЛЬ

ВЗРЫВЧАТОЕ  
ВЕЩЕСТВО



ОЧИСТКА ЯДЕРНЫХ ОТХОДОВ



АЗРОСТАТ



РЕНТГЕНОГРАММА



СВАРКА

**Ar, He**



## ЩЕЛОЧНЫЕ МЕТАЛЛЫ

## ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ РАДИУСЫ

## АТОМОВ

Li 2,3

Na 2,7

K 3,4

Rb 3,6

Cs 3,9

Fr 4,2

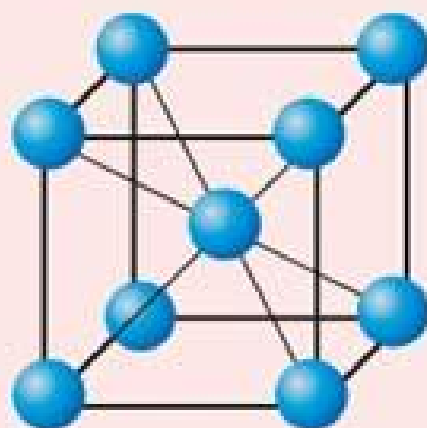
## ИОНОВ

Li<sup>+</sup> 1,0Na<sup>+</sup> 1,4K<sup>+</sup> 2,0Rb<sup>+</sup> 2,2Cs<sup>+</sup> 2,4Fr<sup>+</sup> 2,6

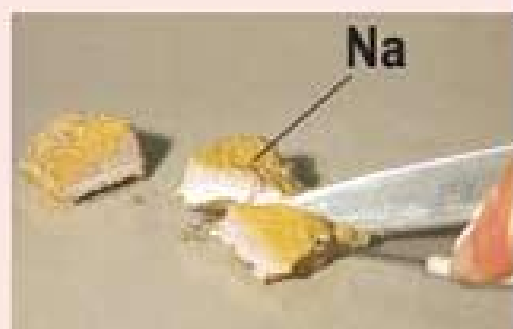
Li в масле



Объемноцентрированная кубическая структура


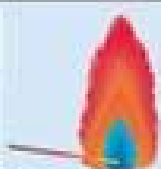
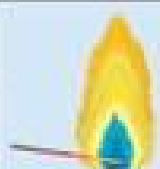




Na в масле



## ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

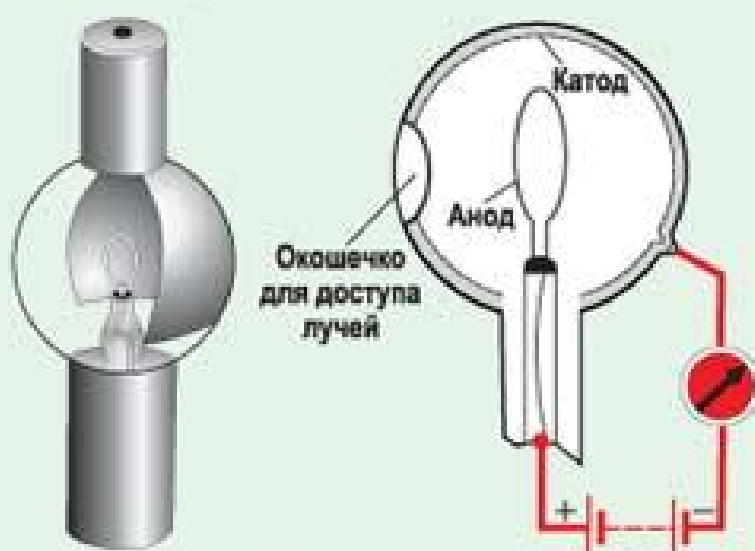
<div>МЕТАЛЛЫ</div> <div>СВОЙСТВА</div>	Li	Na	K	Rb	Cs
$t_{\text{пл}}, ^\circ\text{C}$	179	97,8	63,6	38,7	28,5
$t_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}$	1370	883	766	713	690
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,53	0,97	0,86	1,52	1,87
Твердость	0,6	0,4	0,5	0,3	0,2

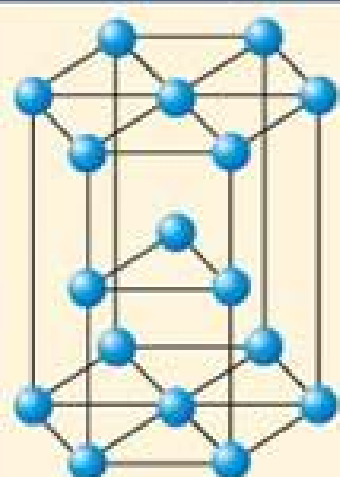
ЩЕЛОЧНЫЕ МЕТАЛЛЫ		Li	Na	K	Rb	Cs
РЕАГЕНТЫ						
КИСЛОРОД	O <sub>2</sub>	ОКСИД Li <sub>2</sub> O	ПЕРОКСИД Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	НАДПЕРОКСИДЫ KO <sub>2</sub> RbO <sub>2</sub> CsO <sub>2</sub>		
СЕРА	S	2M + S = M <sub>2</sub> S при t °C				
ВОДОРОД	H <sub>2</sub>	LiH	NaH	KH	RbH	CsH
ВОДА	H <sub>2</sub> O	2M + 2H <sub>2</sub> O = 2MOH + H <sub>2</sub> ↑ 				
ГАЛОГЕНЫ	Cl <sub>2</sub> Br <sub>2</sub> I <sub>2</sub>	2M + Γ <sub>2</sub> = 2MΓ				
ЦВЕТ ПЛАМЕНИ СОЛЕЙ						

РЕАКЦИЯ С ВОДОЙ

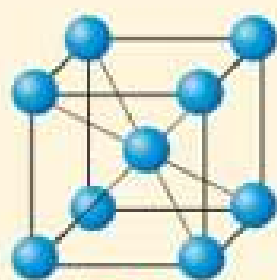


СХЕМА ЦЕЗИЕВОГО ФОТОЭЛЕМЕНТА

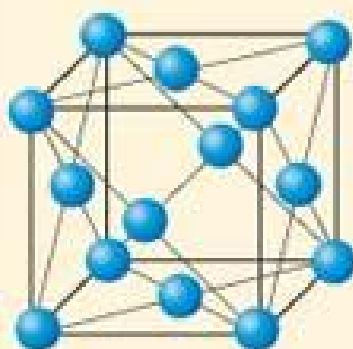




Be, Mg



Ba



Ca, Sr

МЕТАЛЛЫ	$\rho, \text{г/см}^3$	$t_{\text{пл}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}$
Be 	1,85	2470	1285
Mg 	1,74	1107	650
Ca 	1,54	1495	842
Sr 	2,63	1360	768
Ba 	3,76	1640	710

Доломит

 $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ 

Магнезит

 $\text{MgCO}_3$ 

Карналлит

 $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 

Гипс

 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  **$\text{CaCO}_3$** 

Кораллы. Ракушки

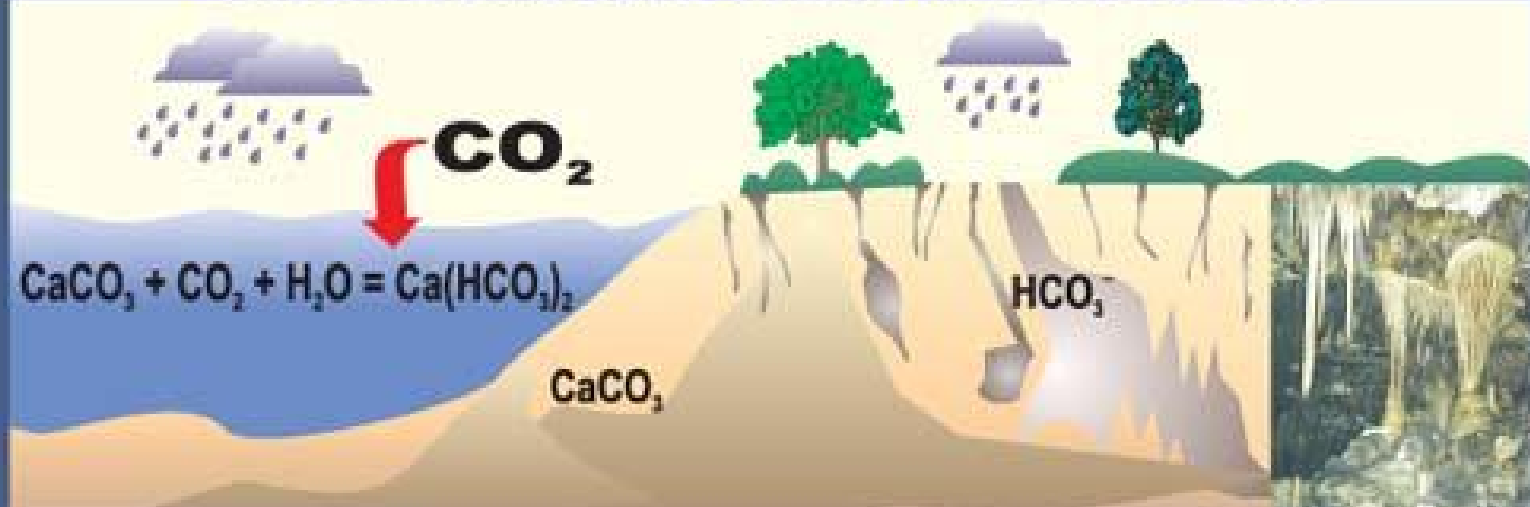


Кальцит



Известняк. Мел. Мрамор

## ОБРАЗОВАНИЕ ЖЕСТКОЙ ВОДЫ В ПРИРОДЕ



## ВИДЫ ЖЕСТКОСТИ И ЕЕ УСТРАНЕНИЕ

## ВРЕМЕННАЯ

## ПОСТОЯННАЯ

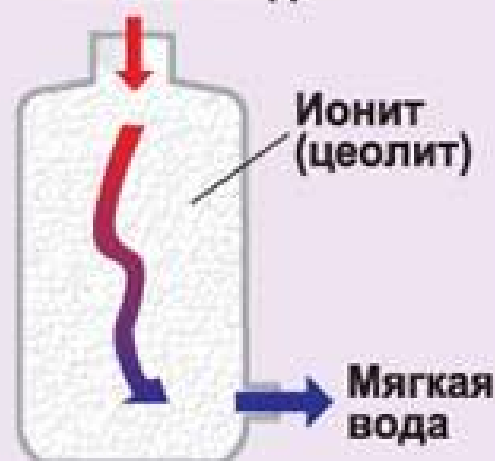
## ОБЩАЯ

Накись и ржавчина



## ИОННЫЙ ОБМЕН

Жесткая вода



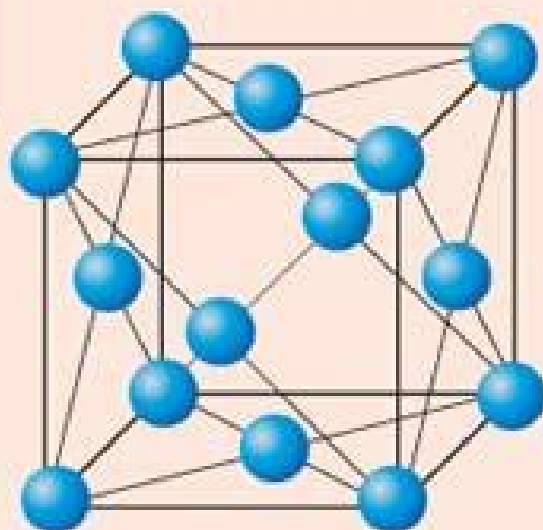
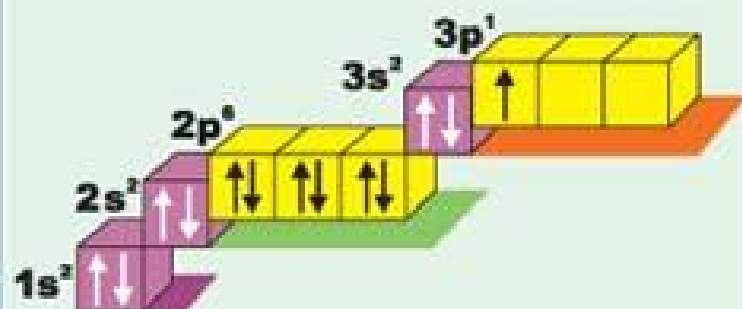


13

Al<sub>27</sub>

$$\rho = 2,7 \text{ г/см}^3$$

$$t_{\text{пл}} = 600 \text{ }^{\circ}\text{C}$$



Кубическая гранецентрированная  
кристаллическая решетка

## АЛЮМИНИЙ В ПРИРОДЕ

БОКСИТ



КОРУНД



САПФИР



РУБИН



## ОКИСЛЕНИЕ АЛЮМИНИЯ

НА ВОЗДУХЕ

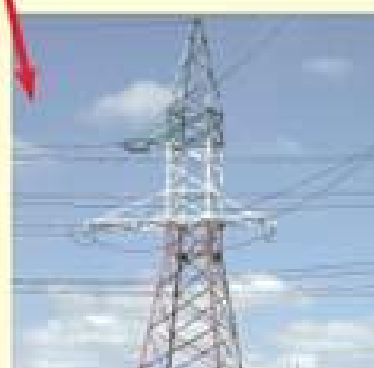


В ВОДЕ

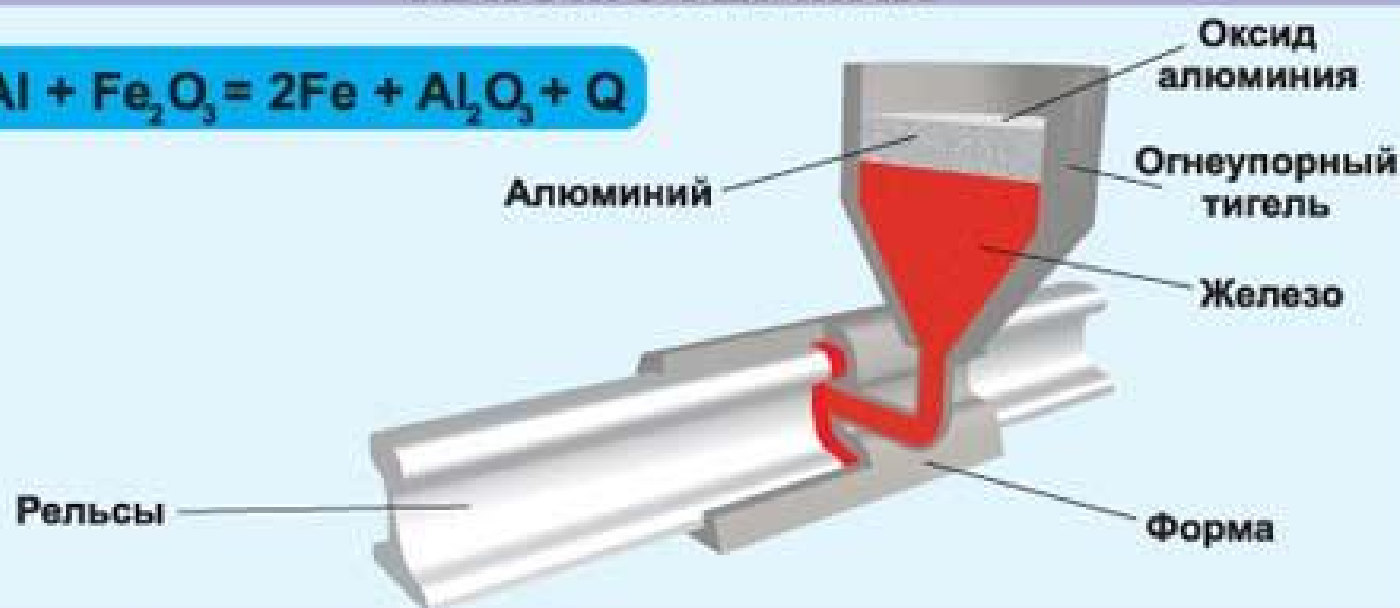




Пластичность

Малая  
плотностьПрочность  
(в сплавах)Коррозионная  
устойчивостьВысокая  
электро-  
проводностьВысокая  
тепло-  
проводность

## АЛЮМОТЕРМИЯ



56

**Fe**<sub>26</sub>

$t_{пл} = 1535\text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $t_{кип} = 2750\text{ }^{\circ}\text{C}$

## ЖЕЛЕЗО В ПРИРОДЕ

## ПИРИТ



## СИДЕРИТ



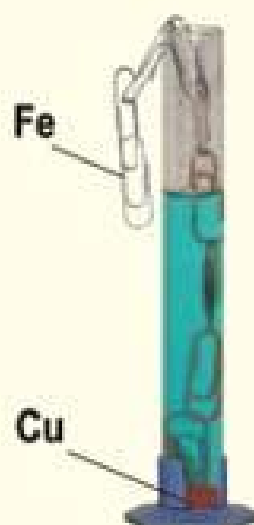
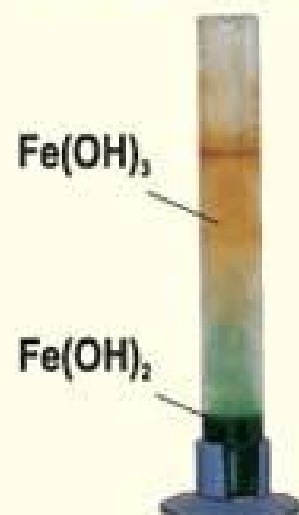
## МАГНЕТИТ



## ГЕМАТИТ



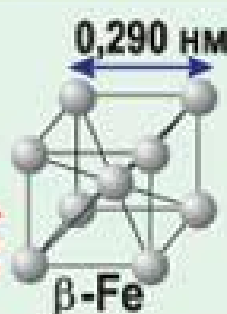
## ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Ржавление  
на воздухеОкисление  
 $\text{Fe(OH)}_2$  в  $\text{Fe(OH)}_3$ Реакция Fe  
с  $\text{CuSO}_4$ Горение Fe в  $\text{O}_2$ 

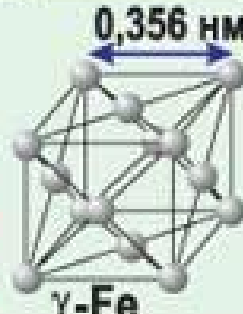
## КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ МОДИФИКАЦИИ ЖЕЛЕЗА



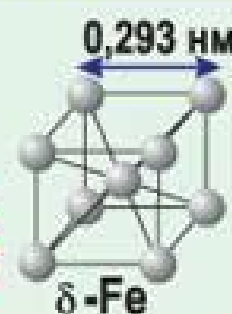
769 °C



910 °C



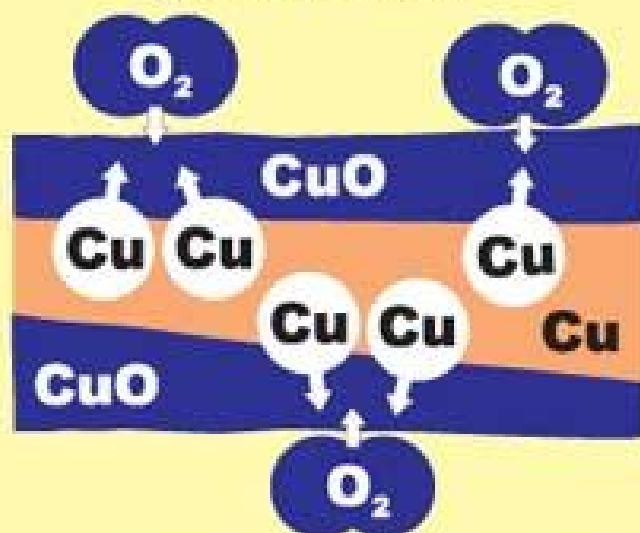
1400 °C



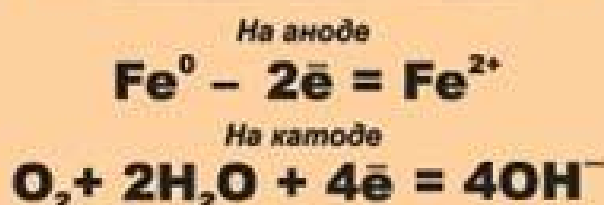
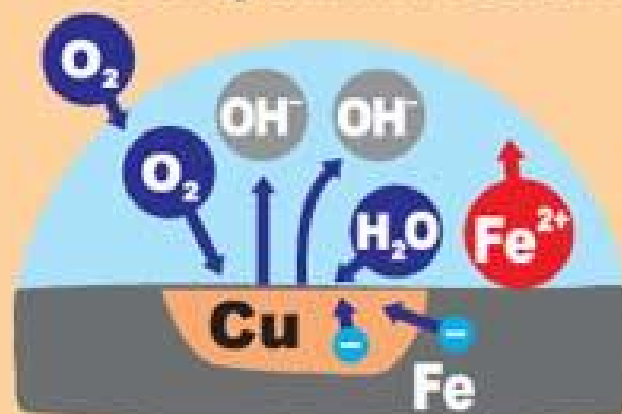
## ОБЩАЯ КОРРОЗИЯ (РЖАВЛЕНИЕ)



## Химическая

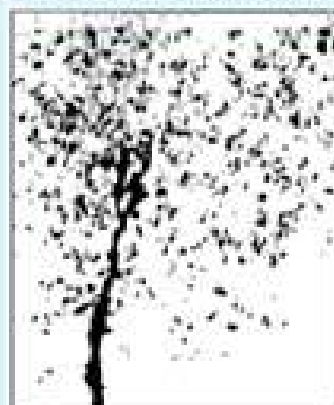


## Электрохимическая

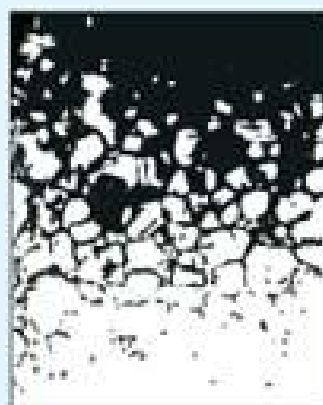


## ЛОКАЛЬНАЯ КОРРОЗИЯ (МЕСТНАЯ)

## Коррозионное растрескивание



## Межкристаллитная



## Питтинговая



## МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ

## ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА

## АНОДНАЯ ЗАЩИТА



## КАТОДНАЯ ЗАЩИТА



## ПРОТЕКТОРНАЯ ЗАЩИТА



Протектор Zn

## ИНГИБИРОВАНИЕ

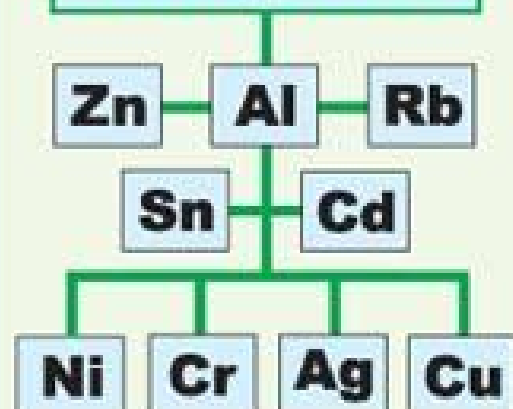
С ИНГИБИТОРОМ

БЕЗ ИНГИБИТОРА



## ПОКРЫТИЯ

## МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ






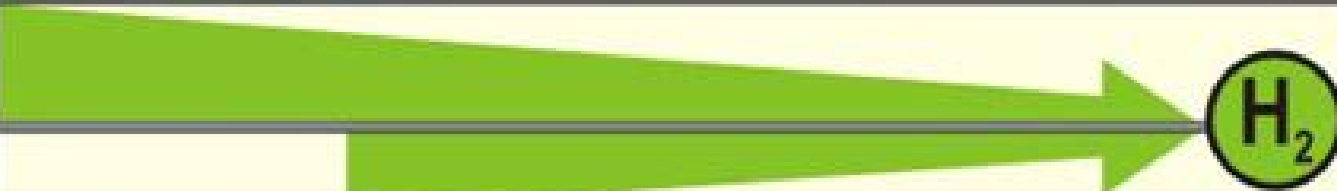



## НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ



## ХИМИЧЕСКИЕ



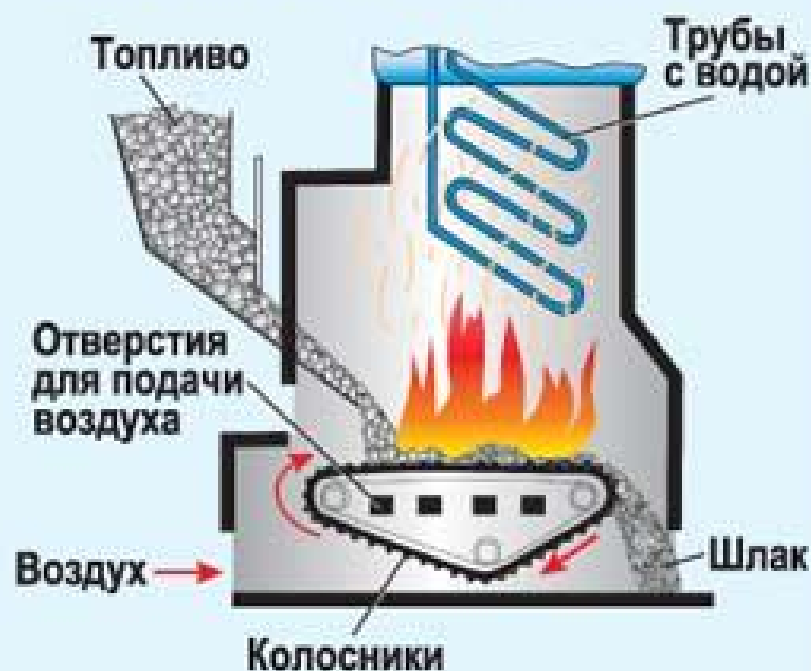
## ОБЩИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ

$O_2$	ОКИСЛЕНИЕ НА ВОЗДУХЕ	ОКИСЛЕНИЕ ПРИ ОБЫЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ИЛИ ПРИ НАГРЕВАНИИ			
$H_2O$	гидроксид + 	при $t^\circ$	оксид	+ 	НЕТ РЕАКЦИИ
СПОСОБНОСТЬ АТОМА	<b>ОТДАЧА ЭЛЕКТРОНОВ (ОКИСЛЕНИЕ) УМЕНЬШАЕТСЯ</b> Li K Ca Na Mg Al Mn Zn Fe Ni Sn Pb [H <sub>2</sub> ] Cu Hg Ag Pt Au				
HCl					НЕТ РЕАКЦИИ
$H_2SO_4$ разб. 4 конц.					Реакция с конц. при $t^\circ$
$HNO_3$	 				
В ПРИРОДЕ	ТОЛЬКО В СОЕДИНЕНИЯХ			В СОЕДИНЕНИЯХ И В САМОРОДКАХ	В САМОРОДКАХ
СПОСОБНОСТЬ ИОНА	<b>ПРИСОЕДИНЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ (ВОССТАНОВЛЕНИЕ) ВОЗРАСТАЕТ</b> Li <sup>+</sup> K <sup>+</sup> Ca <sup>2+</sup> Na <sup>+</sup> Mg <sup>2+</sup> Al <sup>3+</sup> Mn <sup>2+</sup> Zn <sup>2+</sup> Fe <sup>2+</sup> Ni <sup>2+</sup> Sn <sup>2+</sup> Pb <sup>2+</sup> [H <sub>2</sub> ] Cu <sup>2+</sup> Hg <sup>2+</sup> Ag <sup>+</sup> Pt <sup>2+</sup> Au <sup>3+</sup>				

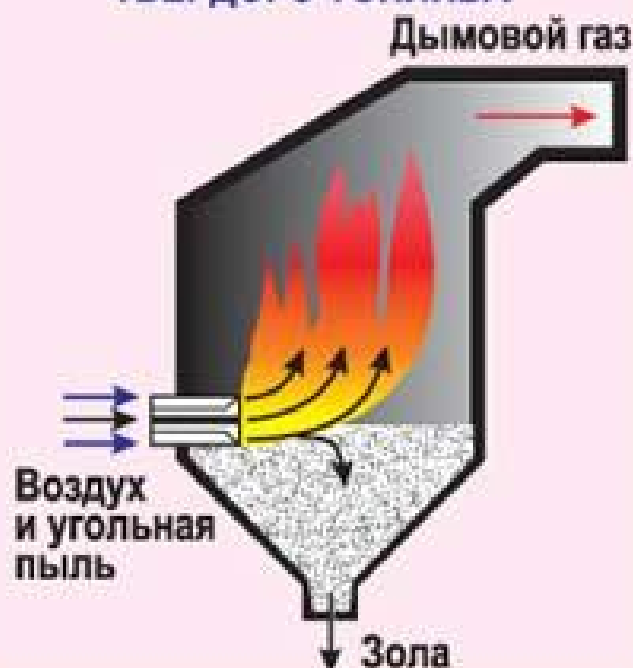


## СПОСОБЫ СЖИГАНИЯ ТОПЛИВА

## СЖИГАНИЕ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА



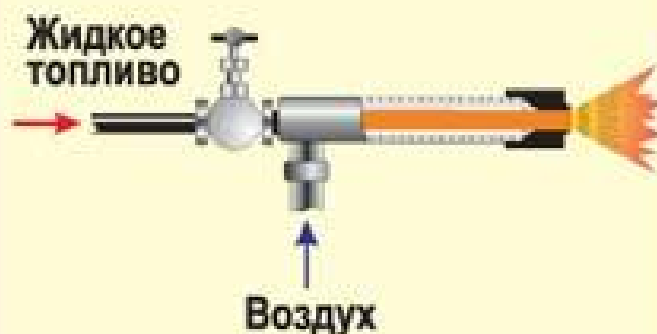
## СЖИГАНИЕ ПЫЛЕВИДНОГО ТВЕРДОГО ТОПЛИВА



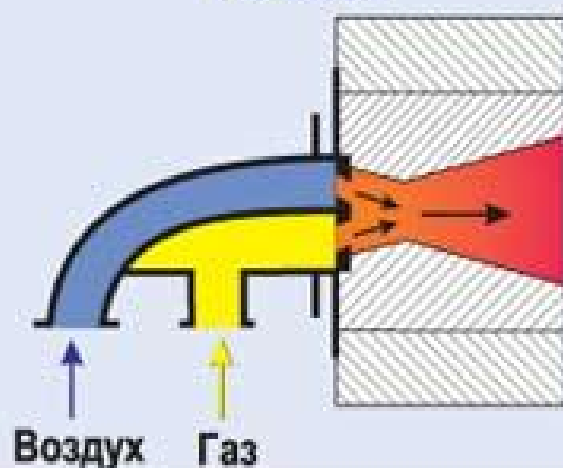
## ПЕЧЬ-ГАЗОГЕНЕРАТОР



## СЖИГАНИЕ ЖИДКОГО ТОПЛИВА



## СЖИГАНИЕ ГАЗООБРАЗНОГО ТОПЛИВА

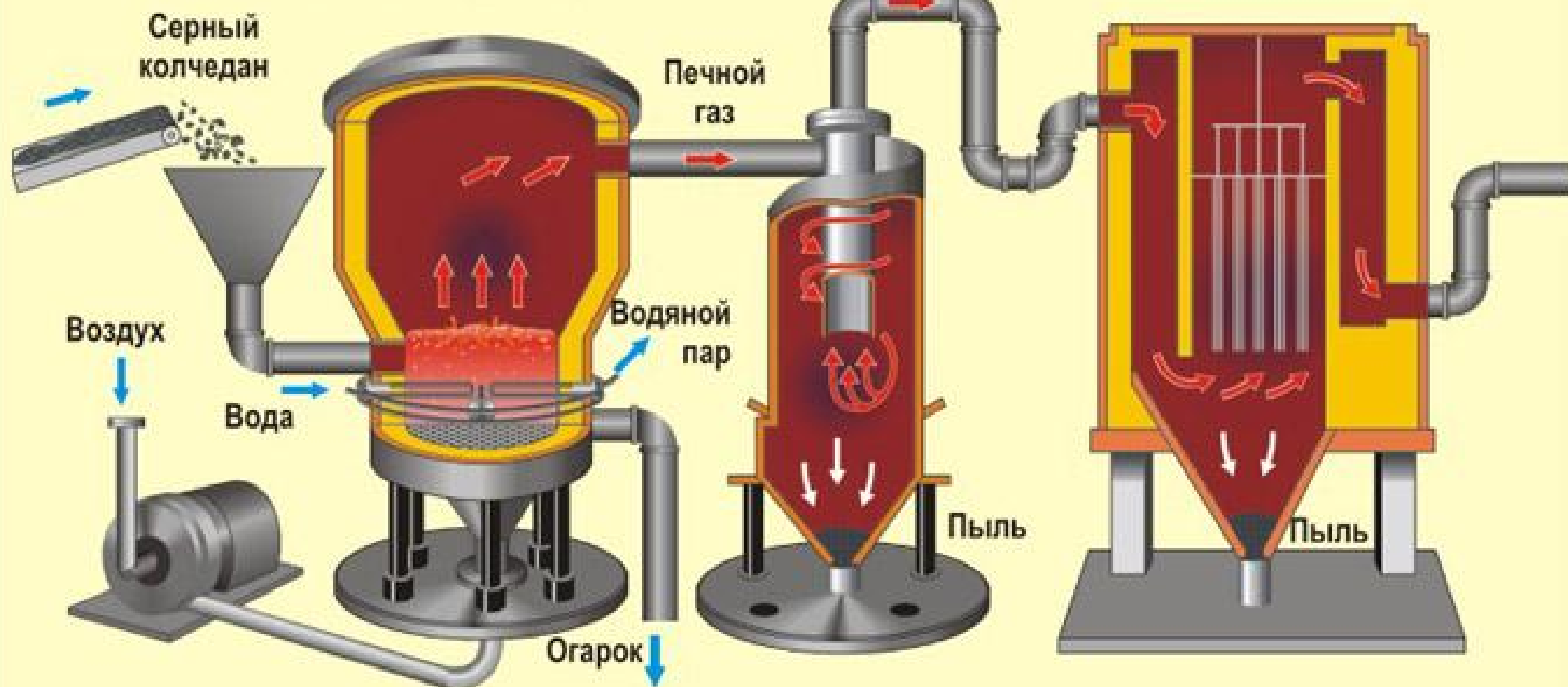


## ПРОИЗВОДСТВО СЕРНОЙ КИСЛОТЫ (1)

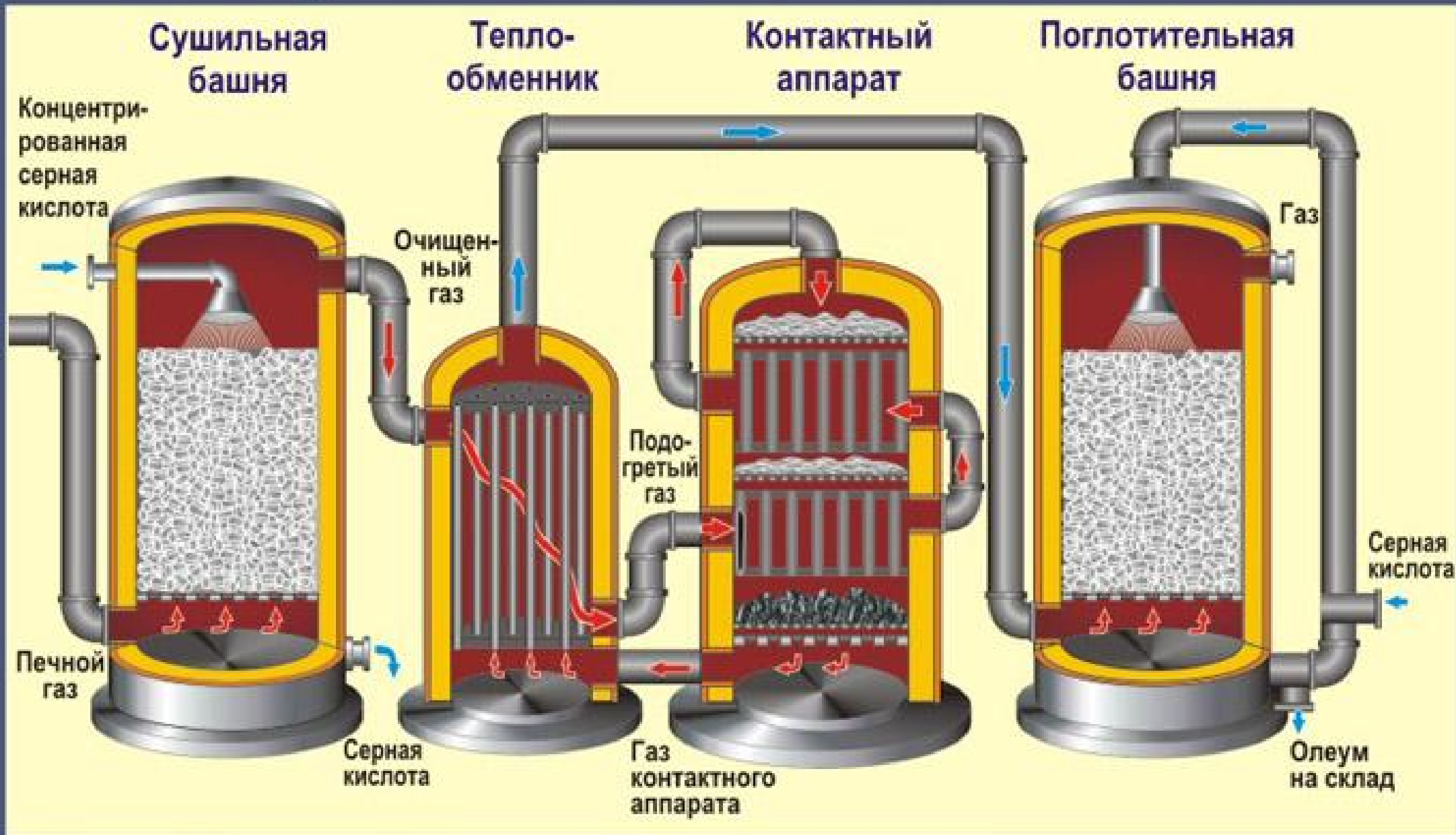
Печь для обжига  
в "кипящем слое"

Циклон

Электрофильтр

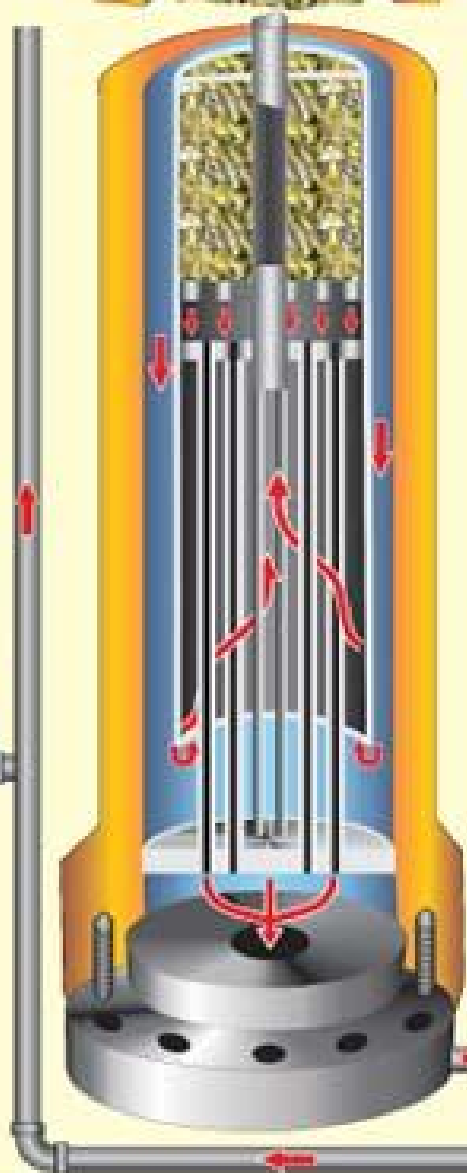
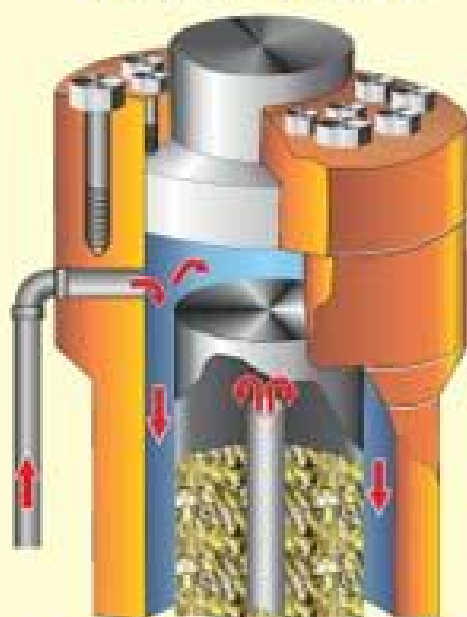


## ПРОИЗВОДСТВО СЕРНОЙ КИСЛОТЫ (2)

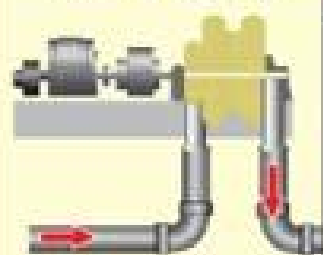


## ПРОИЗВОДСТВО АММИАКА

Колонна синтеза



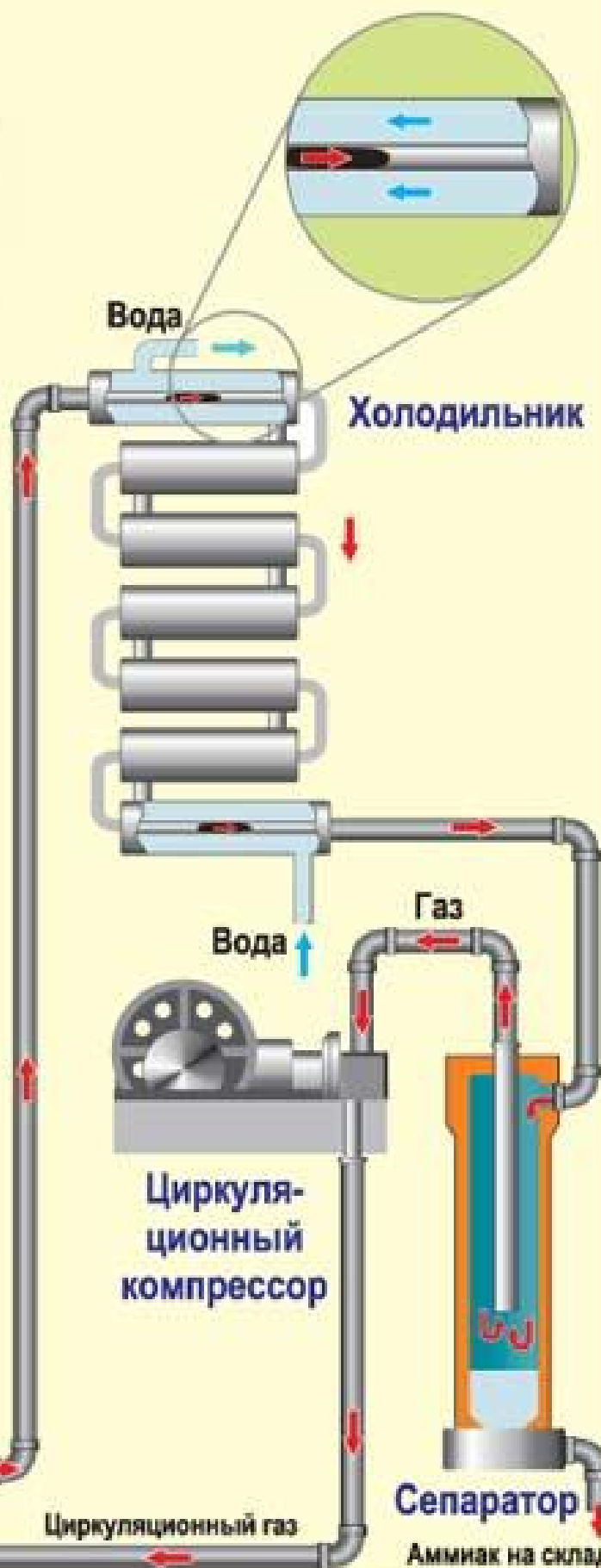
Турбо-компрессор



Азотоводородная смесь

Вода

Холодильник



Вода

Газ

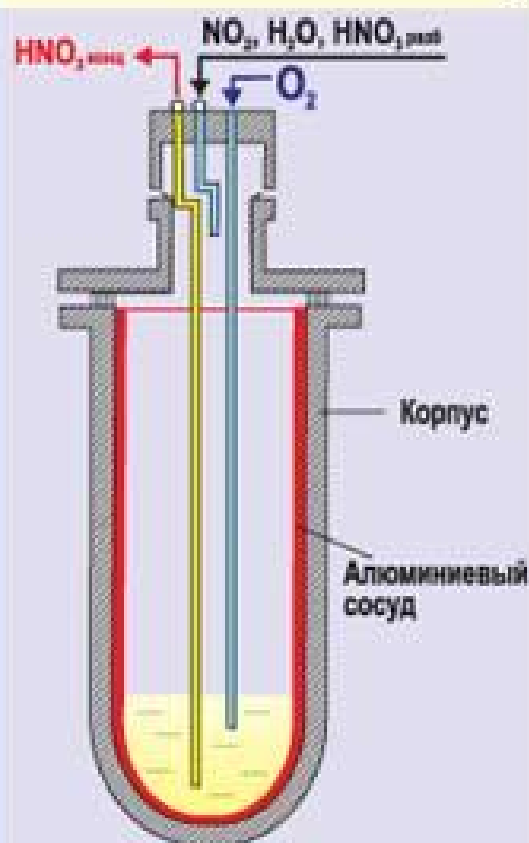
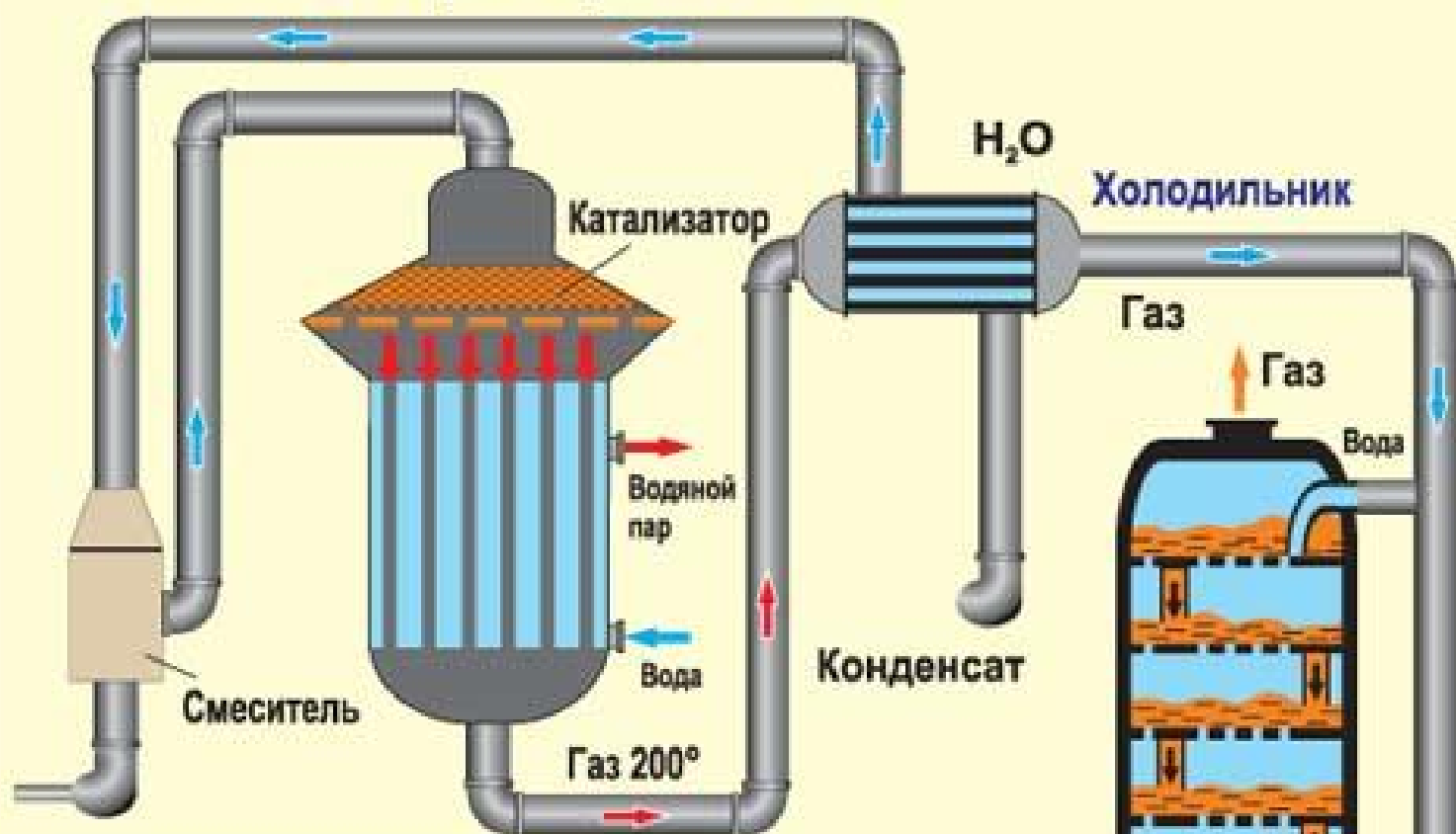
Циркуляционный компрессор

Циркуляционный газ

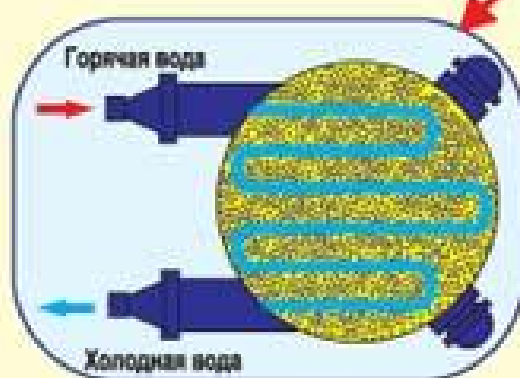
Сепаратор

Аммиак на склад

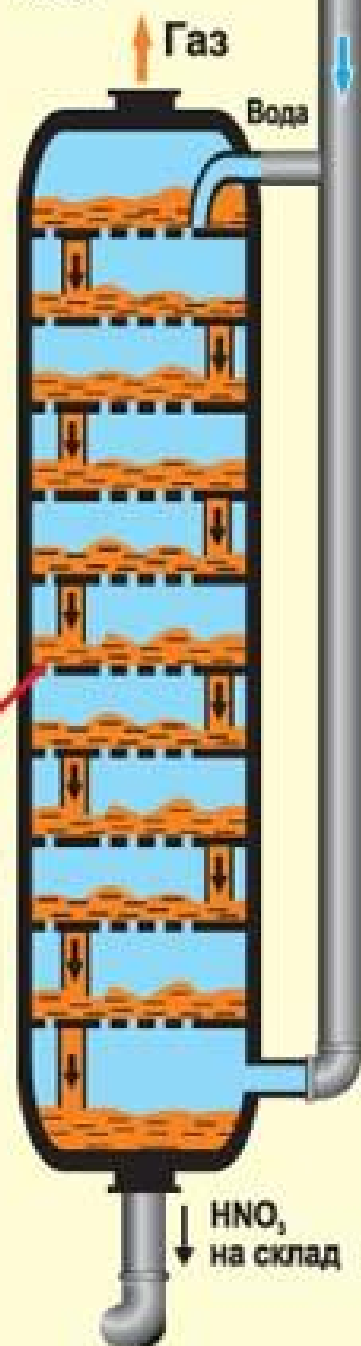
### Контактный аппарат с паровым котлом



### Автоклав для синтеза концентрированной $\text{HNO}_3$



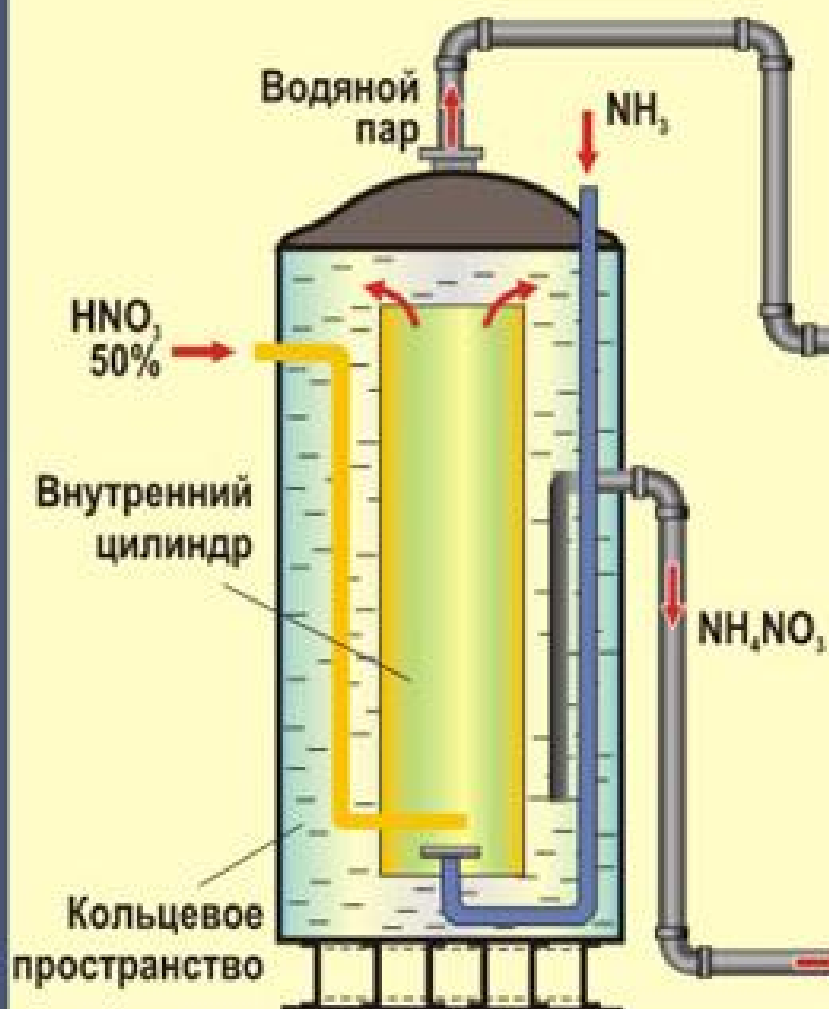
### Тарелка с холодильником



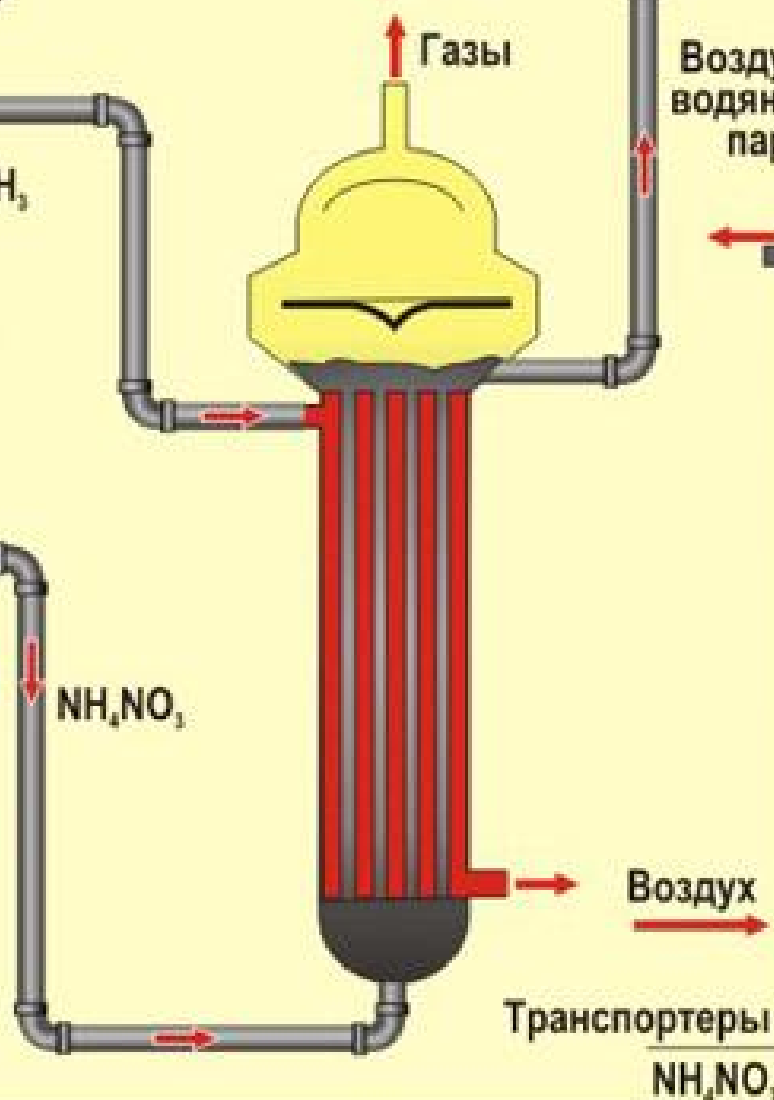
## Ситчатая колонна

## ПРОИЗВОДСТВО АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ

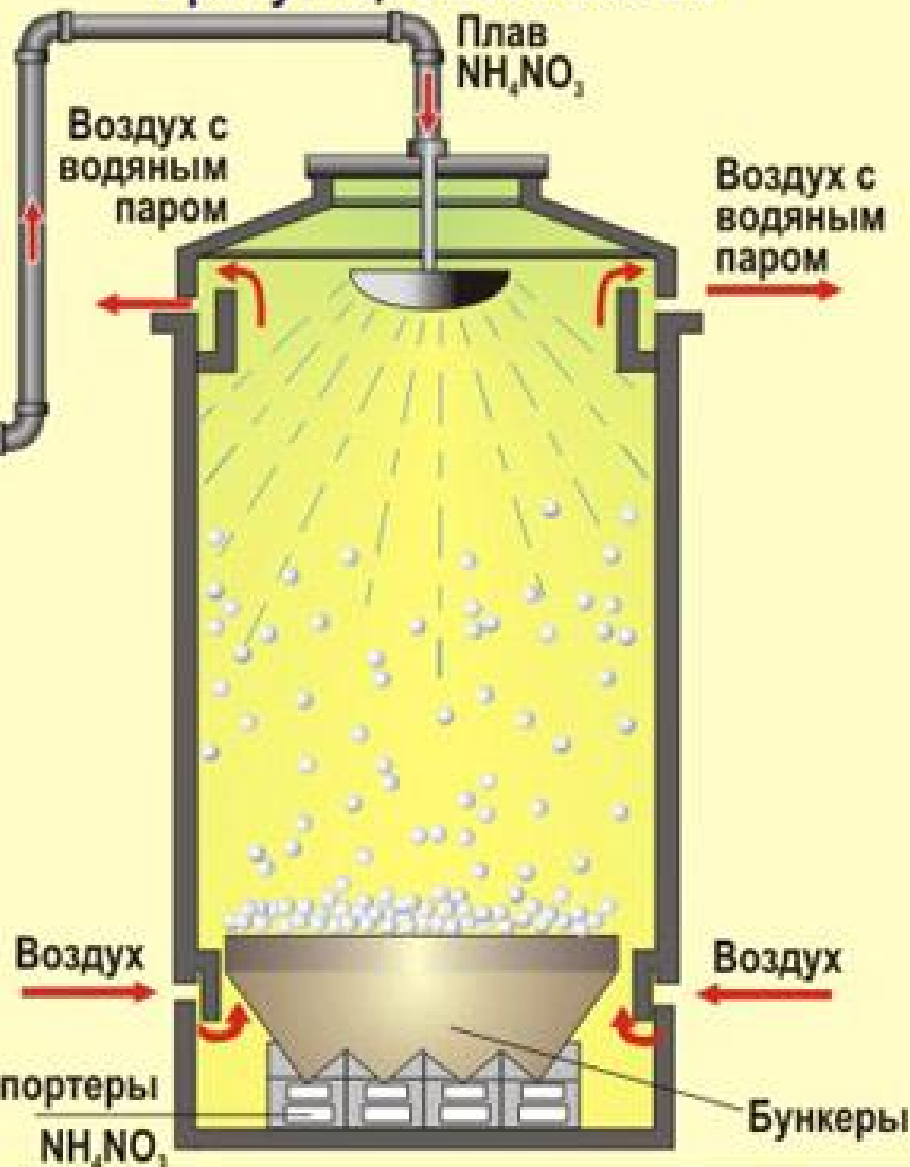
Аппарат для получения нитрата аммония



Выпарной аппарат



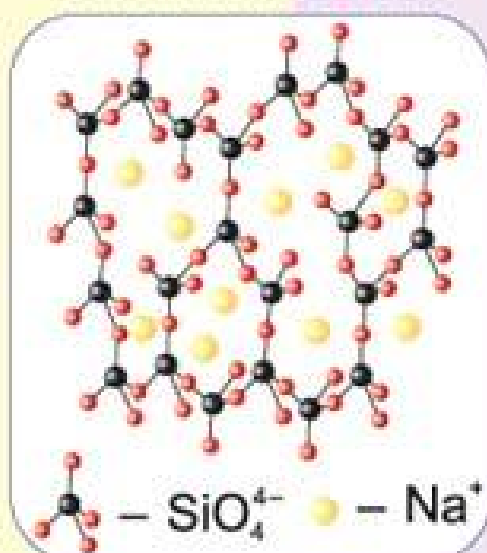
Грануляционная башня



## ПРОИЗВОДСТВО СТЕКЛА



## СТРУКТУРА СТЕКЛА



## ПРОИЗВОДСТВО ЦЕМЕНТА



# ЭЛЕКТРОЛИЗ ХЛОРИДА НАТРИЯ

Схема установки для получения металлического натрия

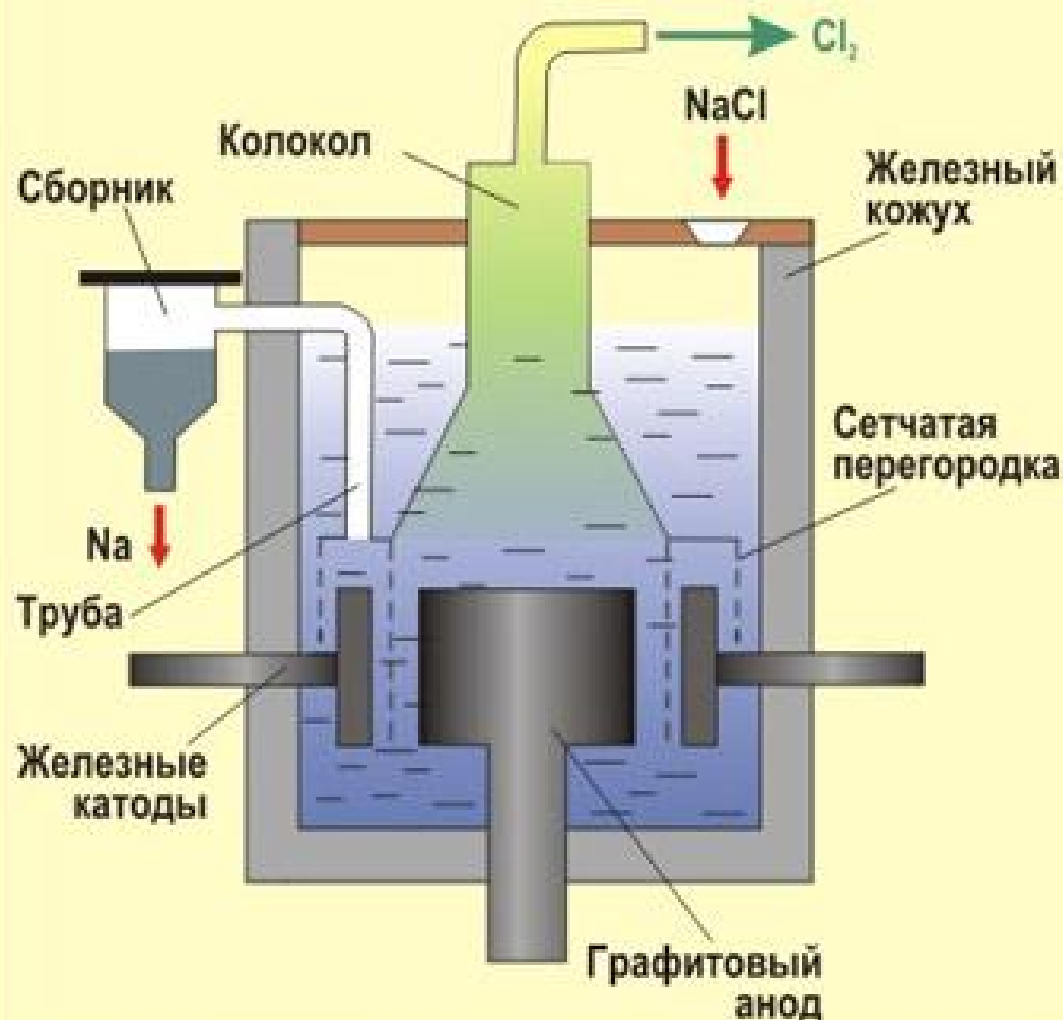
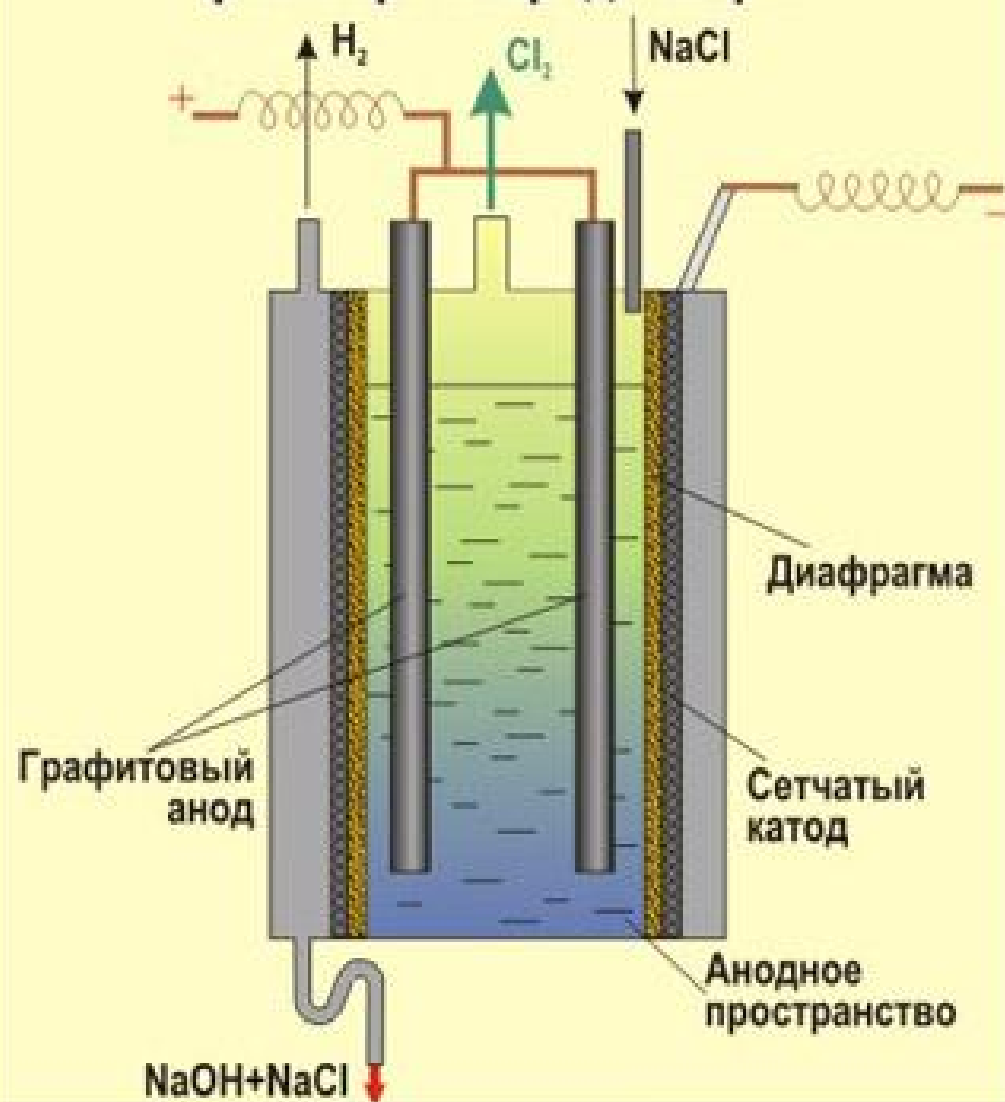
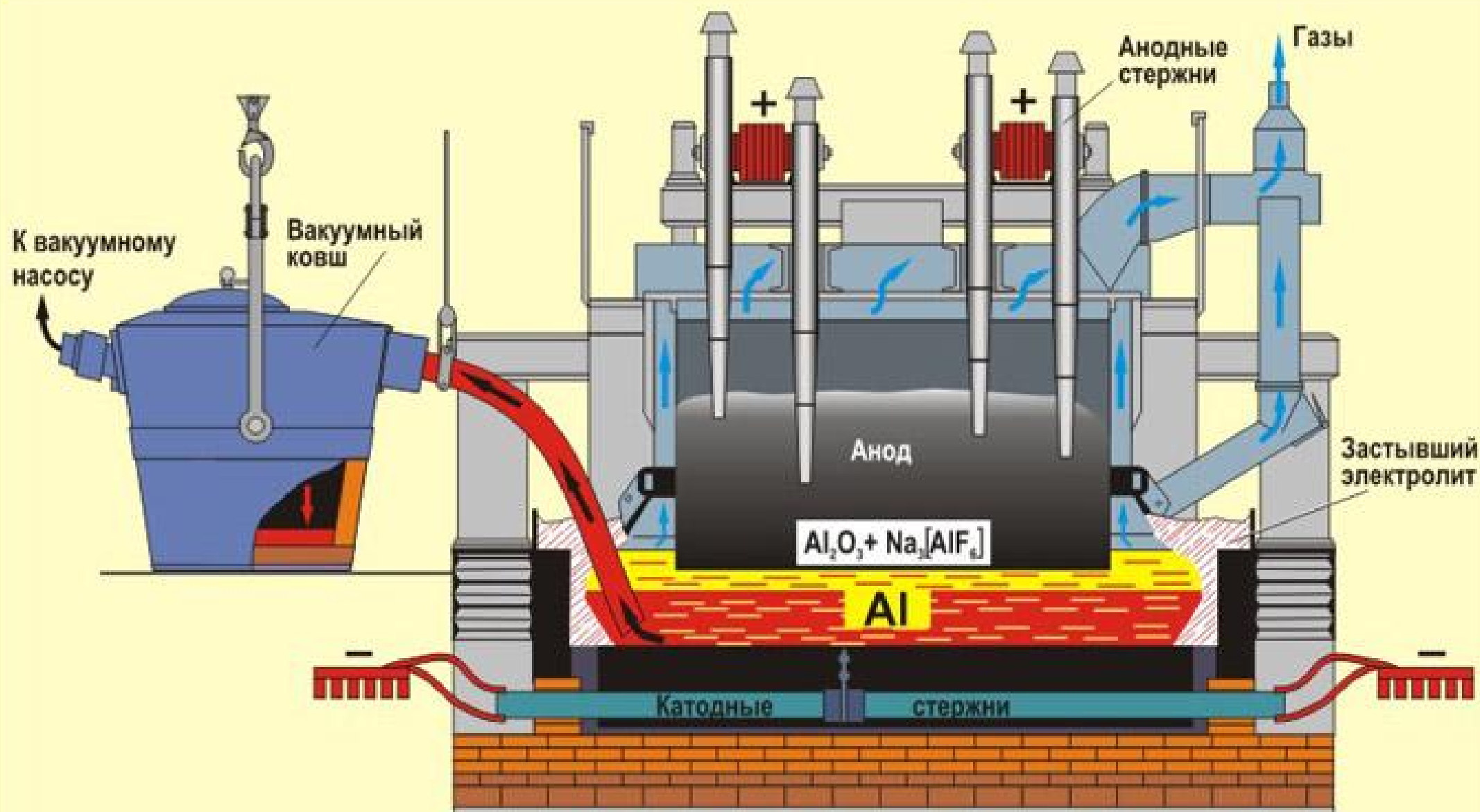


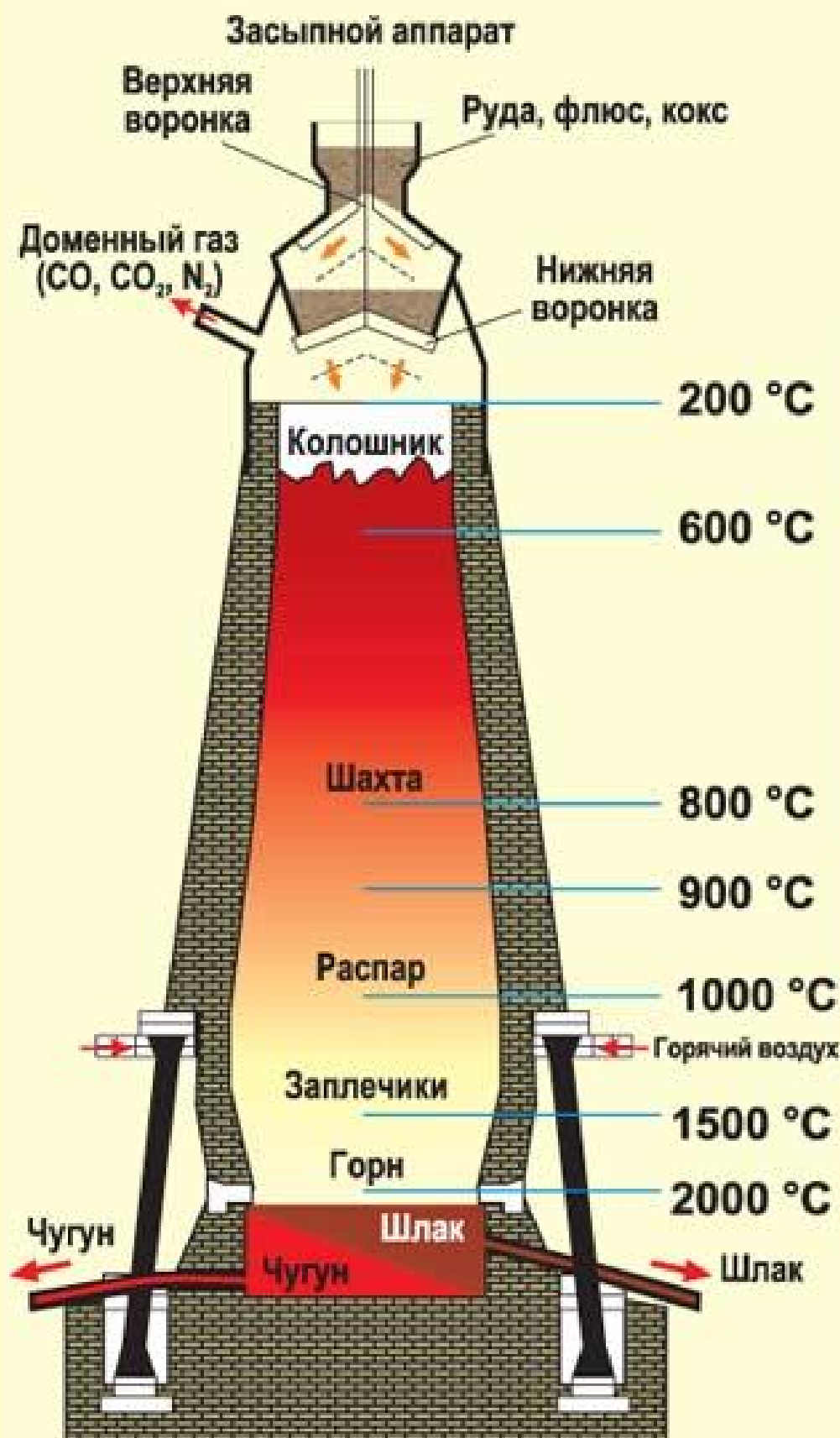
Схема установки для электролиза раствора хлорида натрия



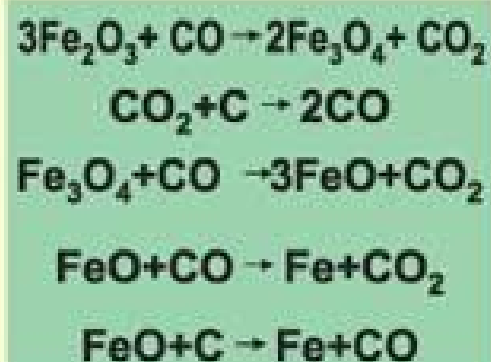
## ПОЛУЧЕНИЕ АЛЮМИНИЯ



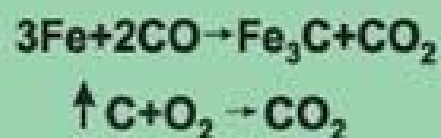
## ХИМИЯ ДОМЕННОГО ПРОЦЕССА



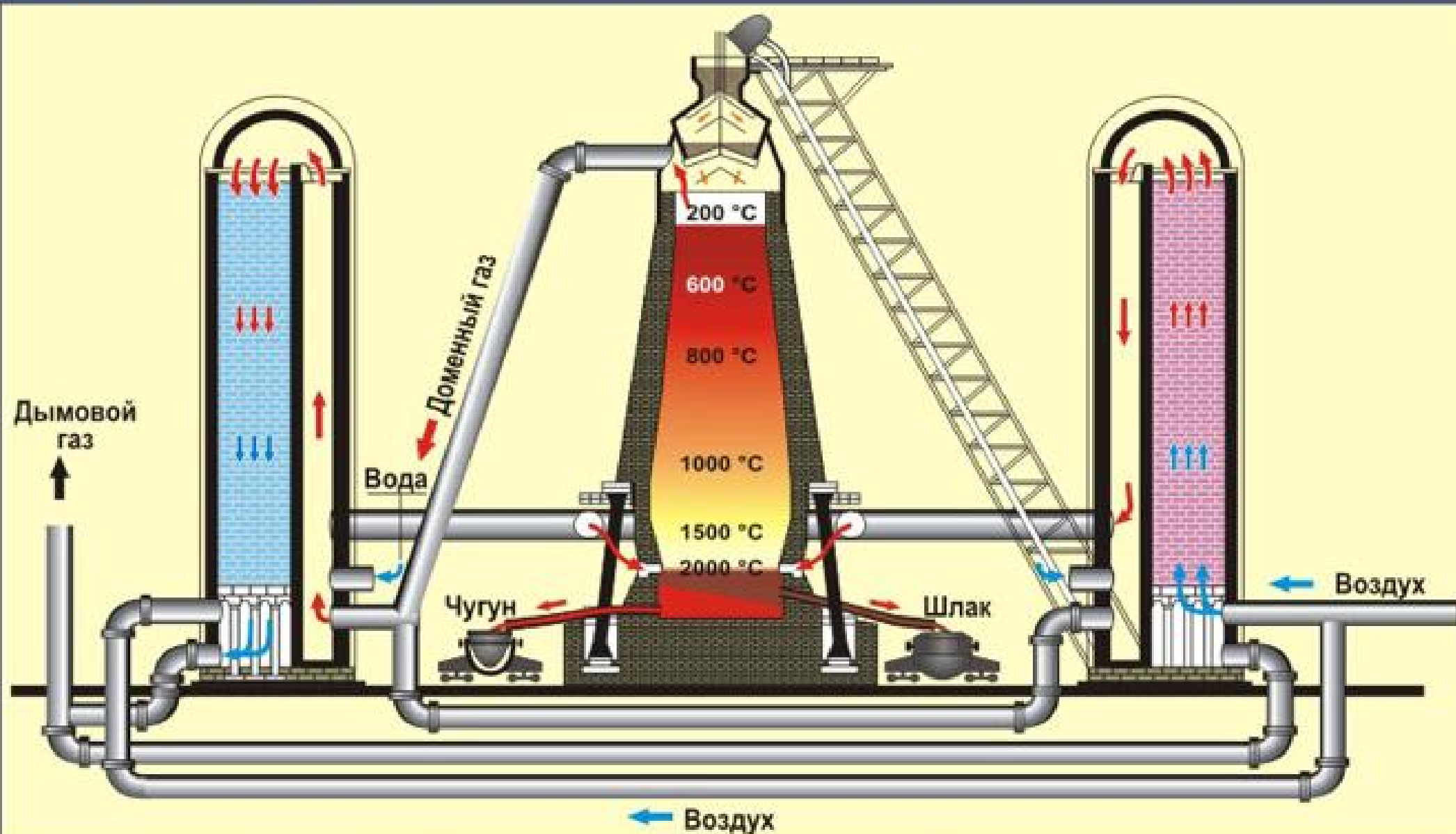
НАГРЕВАНИЕ ШИХТЫ.  
НАЧАЛО ВОССТАНОВЛЕНИЯ  
 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{CO}} \text{Fe}_3\text{O}_4 \xrightarrow{\text{CO}} \text{FeO}$



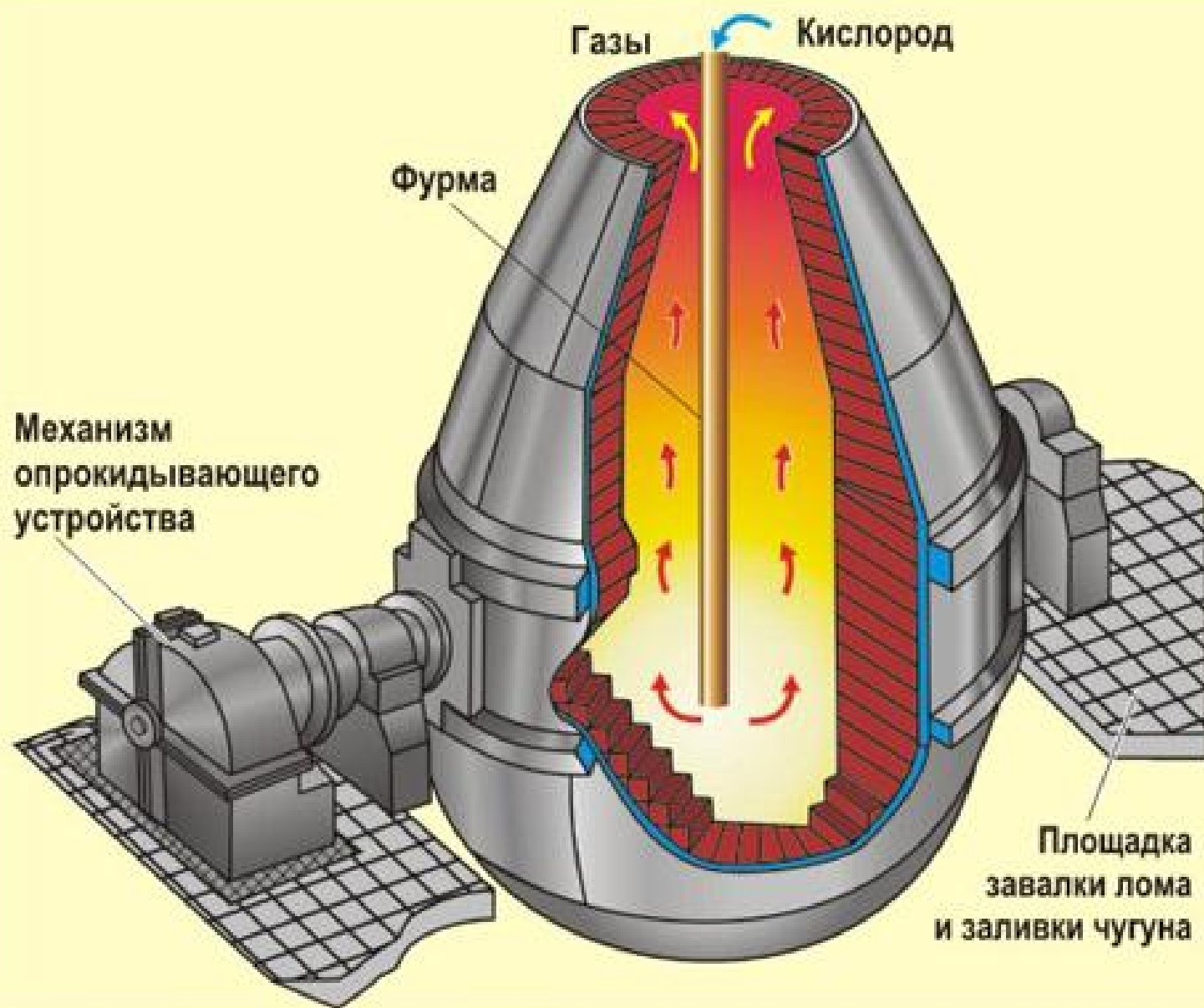
ШЛАКООБРАЗОВАНИЕ  
 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$   
 $\text{CaO} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3$



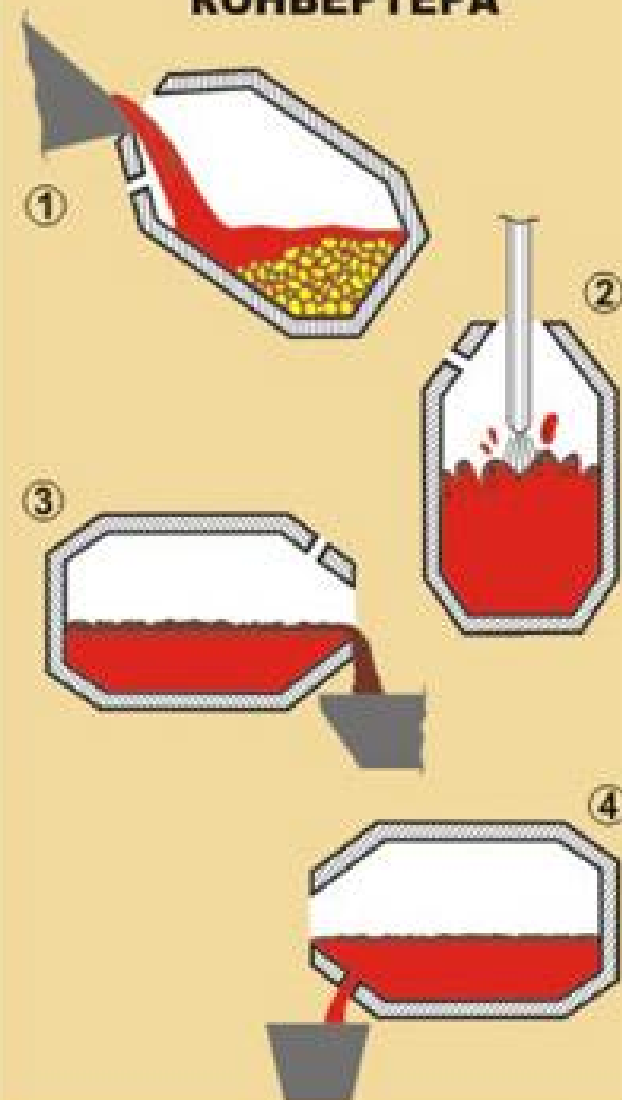
## ПРОИЗВОДСТВО ЧУГУНА



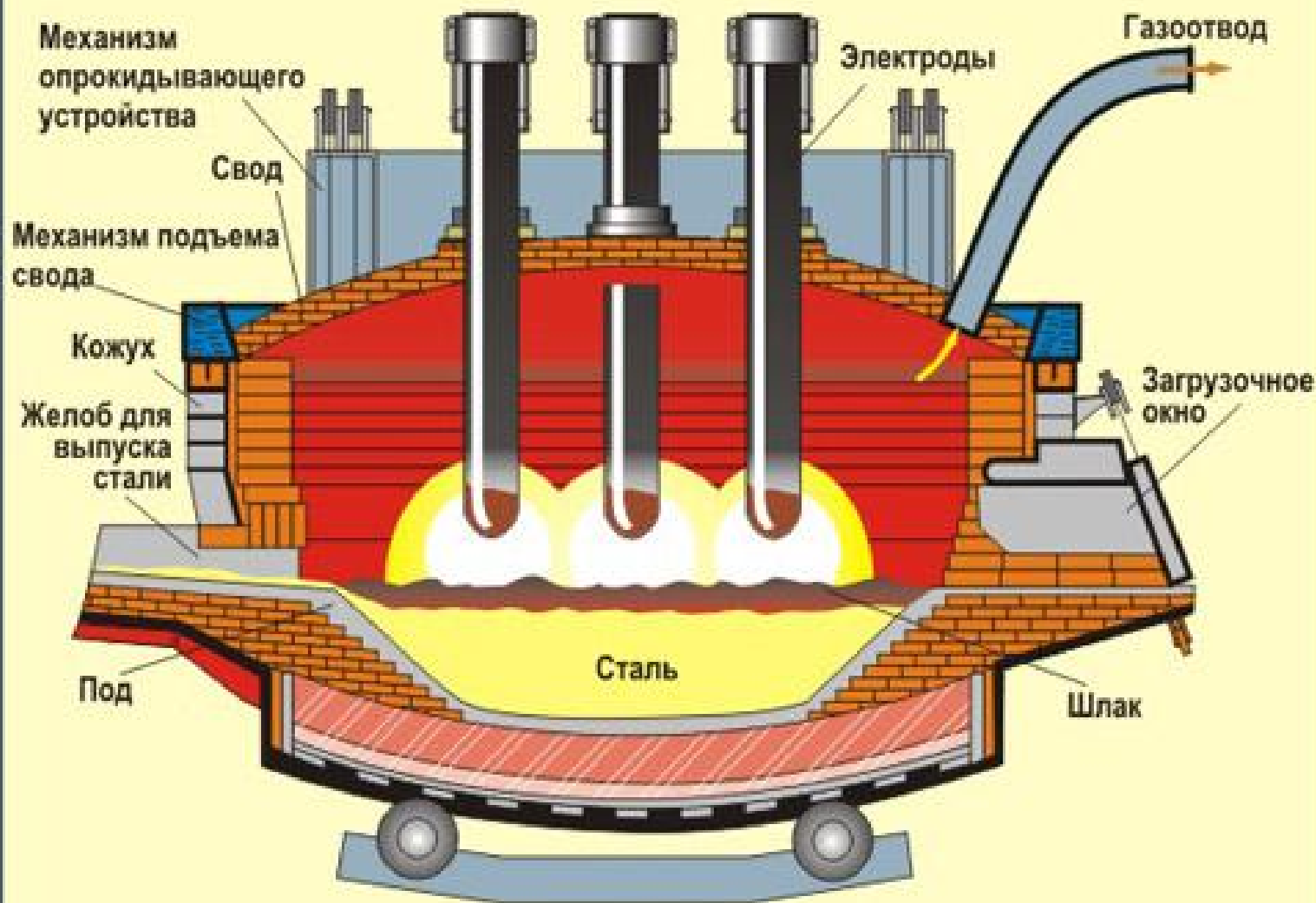
# КОНВЕРТЕР С КИСЛОРОДНЫМ ДУТЬЕМ



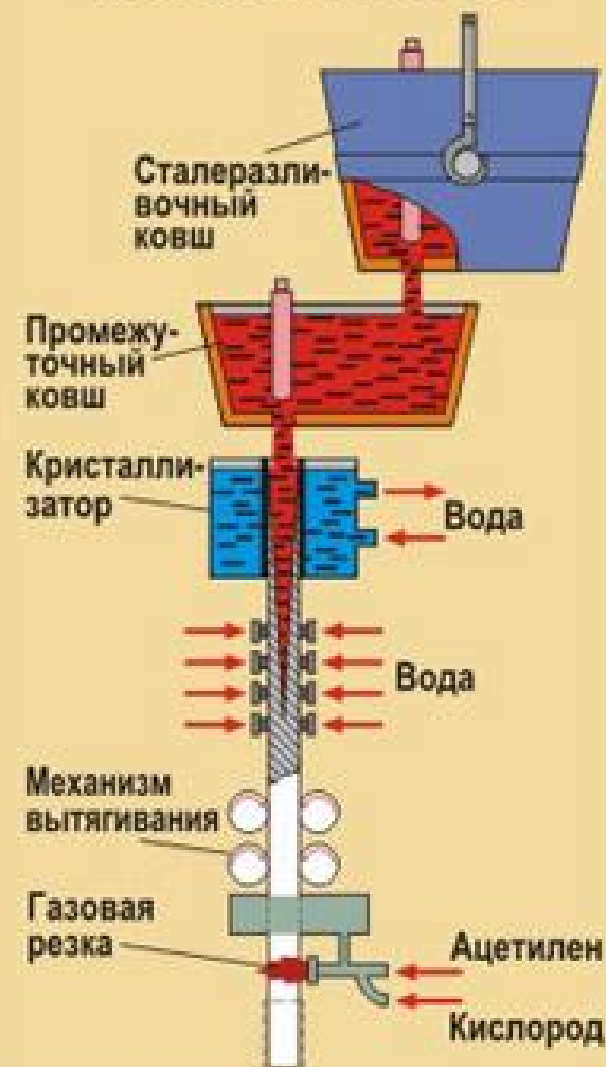
## СХЕМА РАБОТЫ КОНВЕРТЕРА

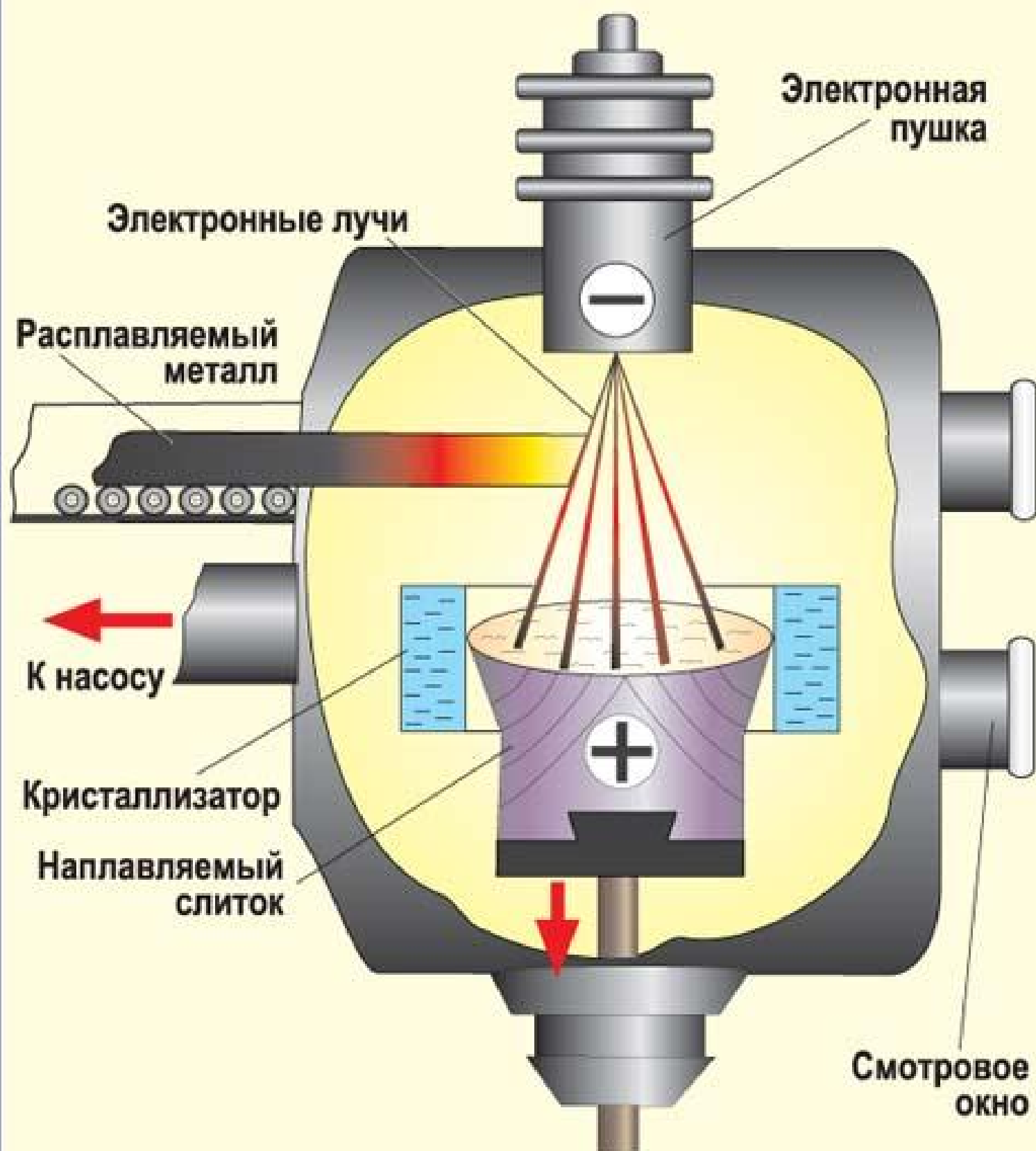


# ВЫПЛАВКА СТАЛИ В ЭЛЕКТРОПЕЧИ



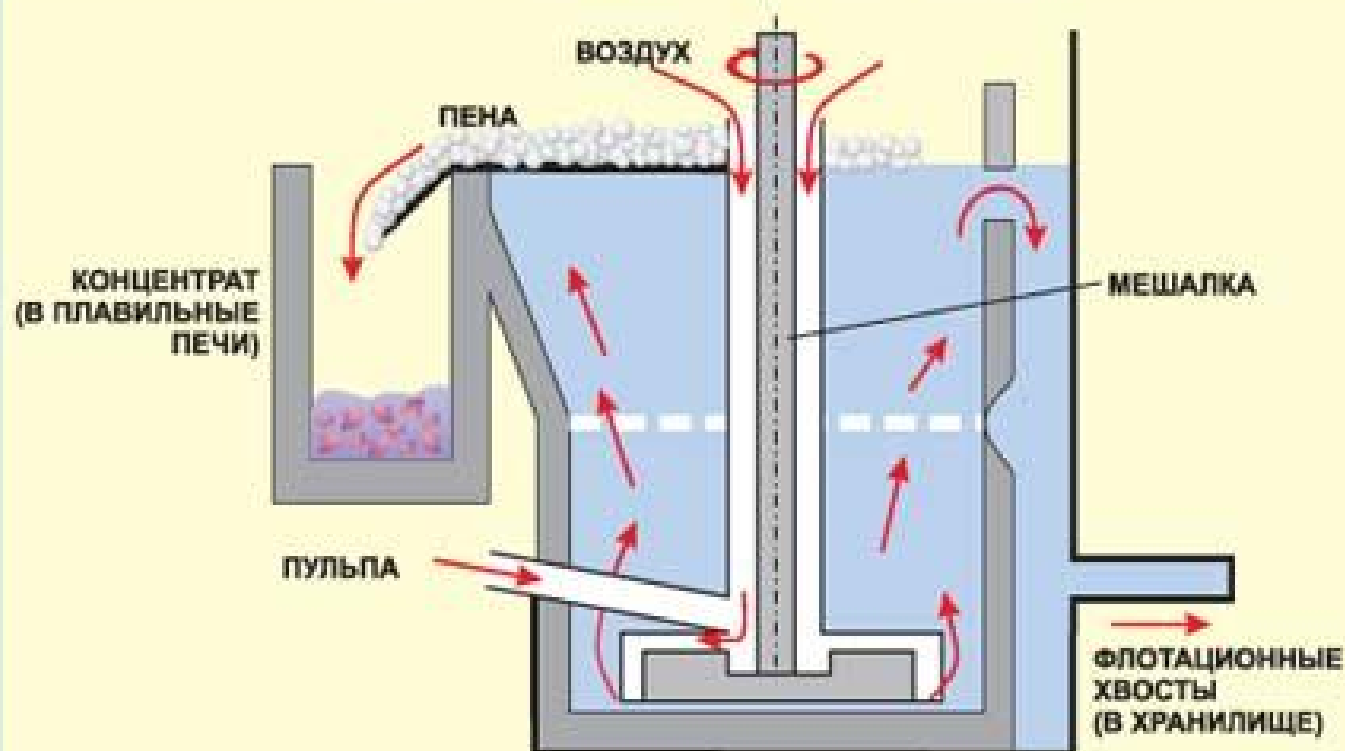
## НЕПРЕРЫВНАЯ РАЗЛИВКА СТАЛИ





## ОБОГАЩЕНИЕ РУД ФЛОТАЦИЕЙ

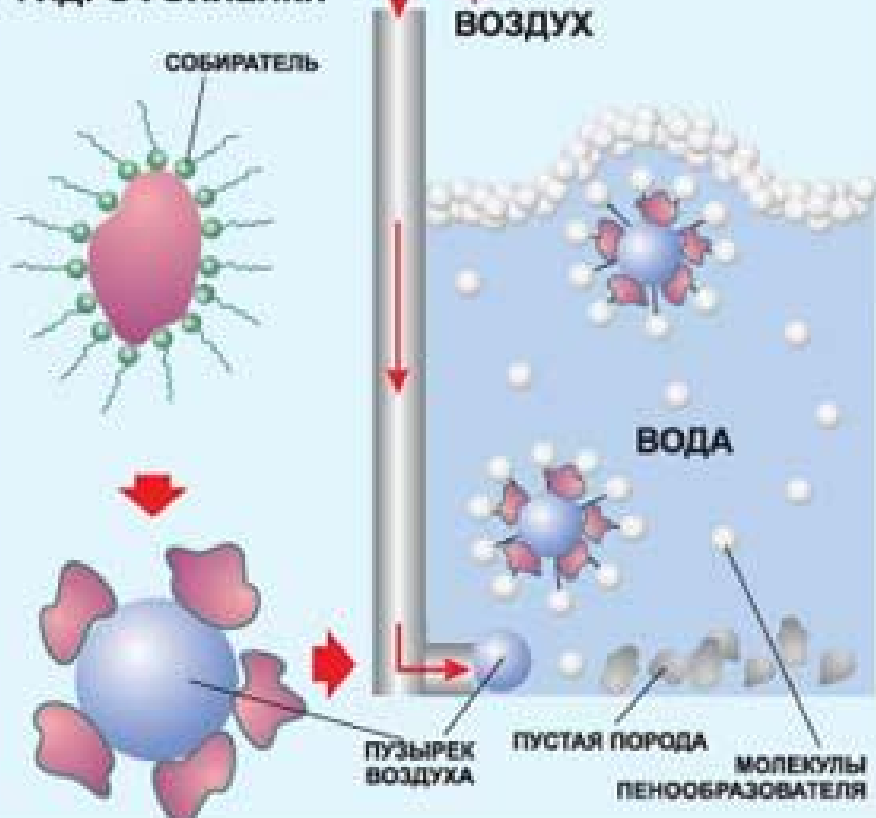
## ФЛОТАЦИОННАЯ МАШИНА



## МЕХАНИЗМ ПЕННОЙ ФЛОТАЦИИ

ЗЕРНА МИНЕРАЛА  
В ПОРОДЕ

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ

ОТДЕЛЬНЫЕ  
ЗЕРНА  
МИНЕРАЛАОБРАЗОВАНИЕ  
ГИДРОФОПЛЕНКИ

ВОЗДУХ

ВОДА

ПУЗЫРЕК  
ВОЗДУХА

ПУСТАЯ ПОРОДА

МОЛЕКУЛЫ  
ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ

## ОБЖИГ ИЗВЕСТНЯКА

