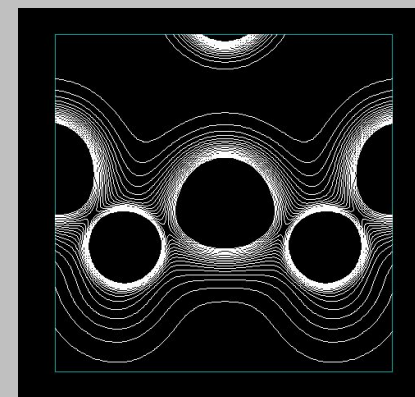


*Лёвкин А.Н.*



# Х и м и ч е с к а я с в я з ь

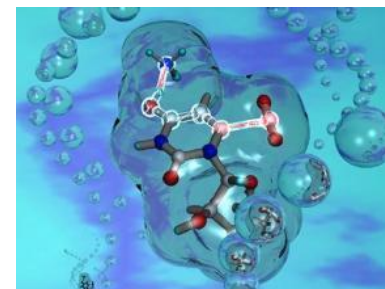


**Химическая связь – сердце химии.  
Кроуфорд**



# Виды химической связи

Металлическая



Ионная

Химическая  
связь

Ковалентная

**Химическая связь** –  
силы, за счет которых  
атомы или ионы  
связаны друг с другом.

Водородная

# Ковалентная связь



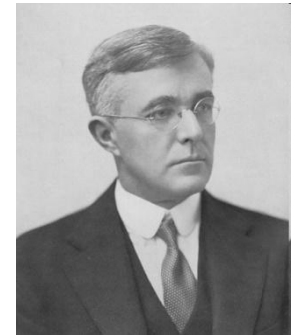
- **Ковалентная связь** – это связь между атомами за счет образования общих связывающих электронных пар.



Гильберт Льюис  
(1875-1946)

1916 г. – статья «Атом и молекула»

1923 г. – статья  
«Валентность и  
строение атомов  
и молекул»



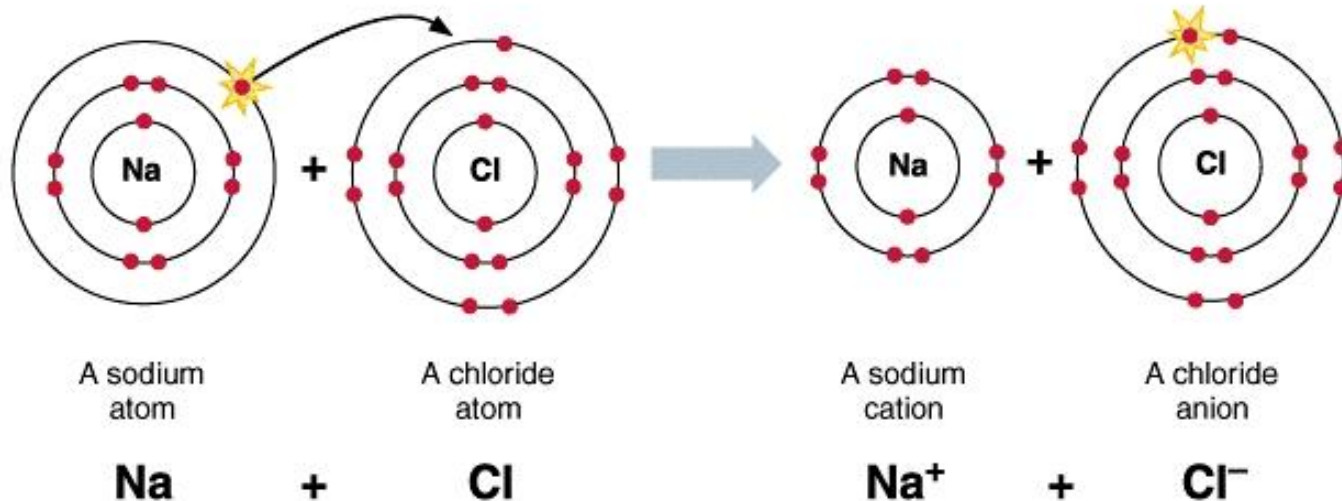
Ирвинг Ленгмюр  
(1888-1957)



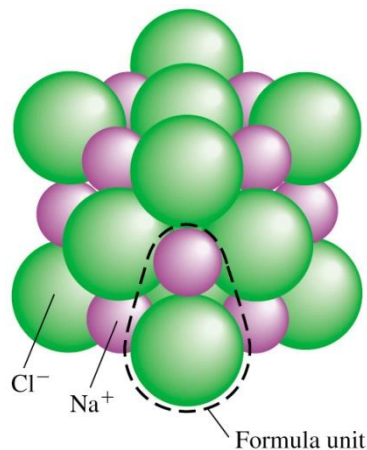
# Ионная связь



Вальтер Коссель  
(1888-1956)

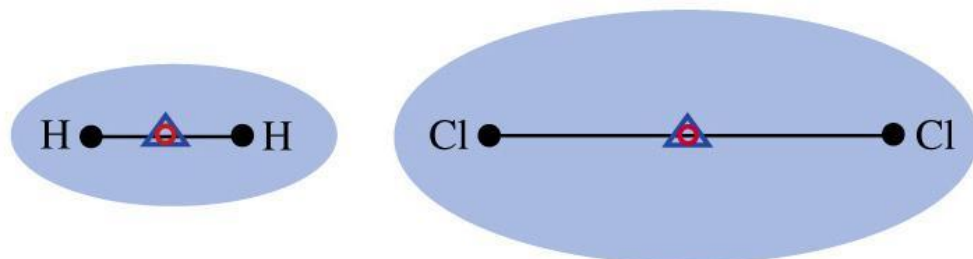


Copyright 1998 by John Wiley and Sons, Inc. All rights reserved.

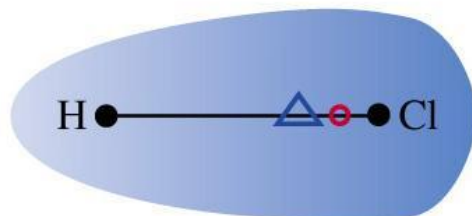


# Полярность связи. Диполь

1932 г.



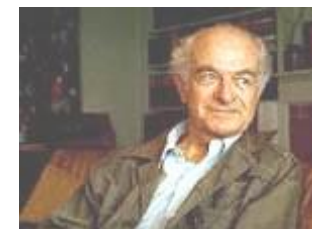
(a) Nonpolar covalent bonds



(b) Polar covalent bond

- = Atomic nucleus
- △ = Center of positive charge
- = Center of negative charge

Электроотрицательность – способность атомов того или иного элемента смещать к себе общую электронную пару при образовании связи.

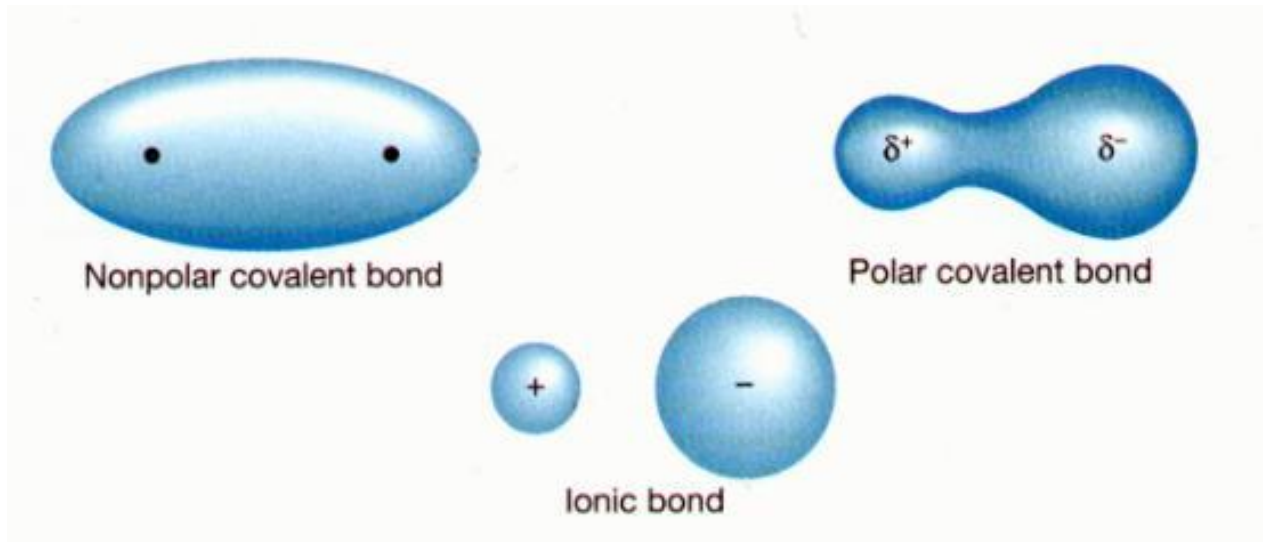


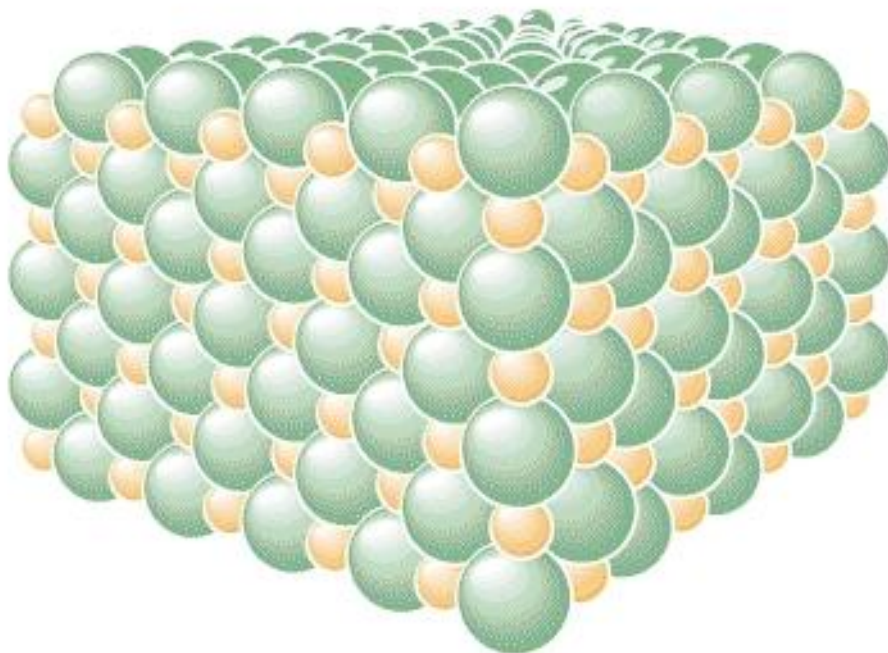
Лайнус Полинг

Шкала электроотрицательности


Cs Na Mg Si H C Cl N O F

# Полярная и неполярная КС





 Sodium ion ( $\text{Na}^+$ )

 Chloride ion ( $\text{Cl}^-$ )

Copyright 1998 by John Wiley and Sons, Inc. All rights reserved.

# Ковалентная полярная или ионная связь?

Ионными соединениями следует считать:

- Галогениды и оксиды щелочных, щелочноземельных металлов и магния



- Соли и щелочи

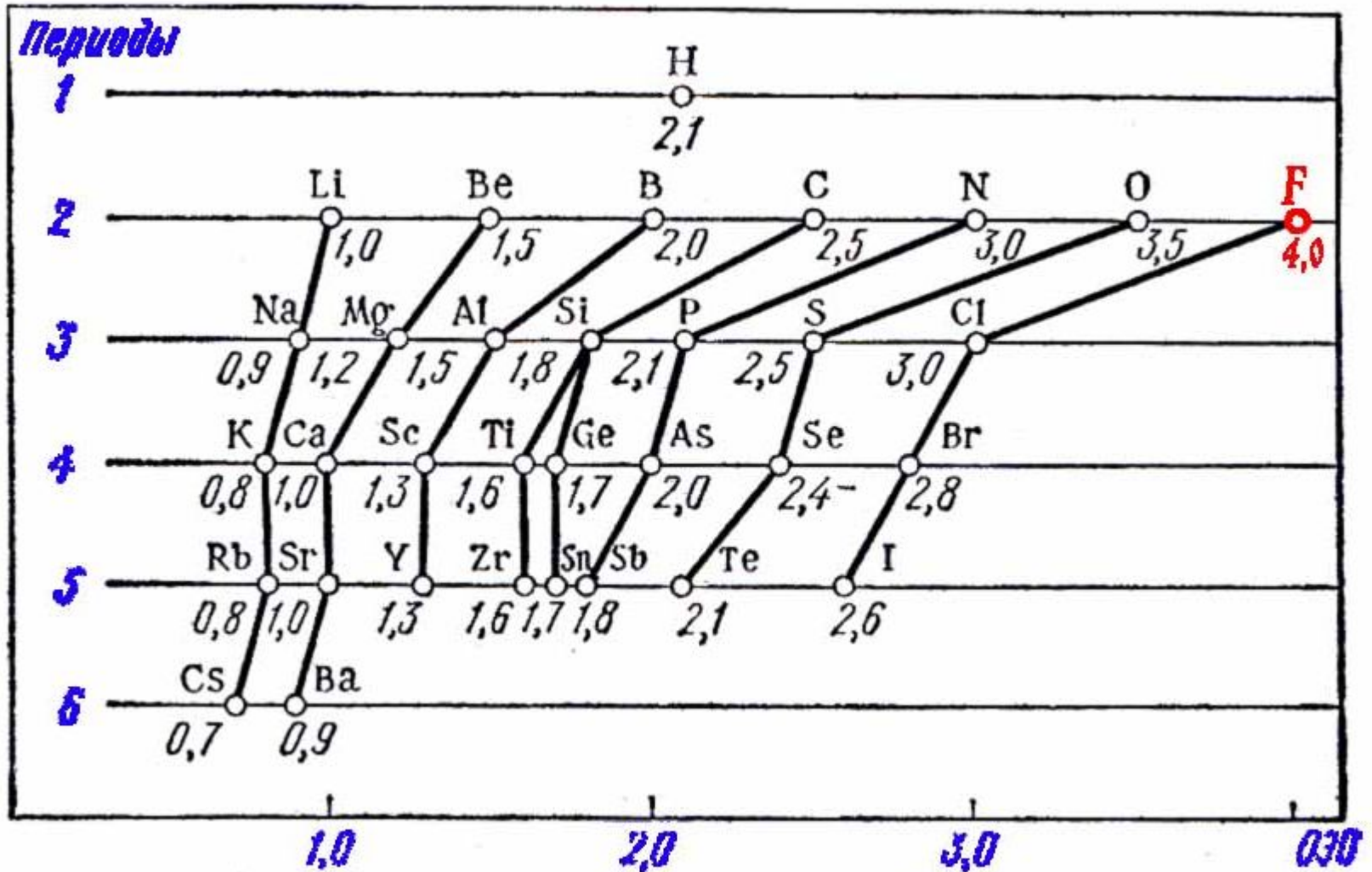


*Определите тип химической связи*





# Шкала Полинга



# Шкала Олреда-Рохова

Элемент	Эл-ть	Элемент	Эл-ть	Элемент	Эл-ть
Fc	0,86	Hg	1,44	Te	2,02
Cs	0,86	Pt	1,44	Ge	2,02
Rb	0,89	Tl	1,44	Rn	2,06
K	0,91	Rh	1,45	H	2,10
Na	0,93	V	1,45	As	2,11
Ra	0,97	Cd	1,46	I	2,21
Ba	0,97	Re	1,46	Si	2,25
Li	0,97	Al	1,47	P	2,32
Sr	0,99	Be	1,47	Xe	2,40
Ac	1,00	In	1,49	Se	2,48
Ca	1,04	Os	1,52	C	2,50
La	1,08	Ir	1,55	S	2,60
Y	1,11	Pb	1,55	Br	2,74
Sc	1,20	Cr	1,56	Cl	2,83
Zr	1,22	Mn	1,60	Kr	2,94
Hf	1,23	Fe	1,6	N	3,07
Nb	1,23	Zn	1,66	Ar	3,20
Mg	1,23	Bi	1,67	O	3,50
Mo	1,30	Co	1,70	F	4,10
Ti	1,32	Sn	1,72	Ne	4,84
Ta	1,33	Ni	1,75	He	5,50
Pd	1,35	Cu	1,75		
Tc	1,36	Po	1,76		
W	1,40	Ga	1,82		
Au	1,42	Sb	1,82		
Ag	1,42	At	1,90		
Ru	1,42	B	2,01		

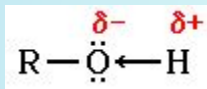
# Физические характеристики некоторых ковалентных связей

Связь	Длина, нм	Энергия, кДж/моль	Полярность, D	Поляризуемость, см <sup>3</sup> ·моль <sup>-1</sup>
C – C (в алканах)	0,154	347	0	1,3
C = C (в алкенах)	0,134	607	0	4,2
C ≡ C (в алкинах)	0,120	803	0	6,2
C – O	0,143	335	0,7	1,5
C = O	0,121	695	2,4	3,3
C – N	0,147	285	0,5	1,6
C = N	0,127	615	1,4	3,8
C ≡ N	0,115	866	3,1	4,8
C – F	0,140	448	1,4	1,4
C – Cl	0,176	326	1,5	6,5
C – Br	0,191	285	1,4	9,4
C – I	0,212	231	1,3	14,6
H – C (в алканах)	0,109	415	0,4	1,7
H – O (в спиртах)	0,096	464	1,5	1,7
H – N	0,101	389	1,3	1,8
N – N	0,148	163	0	2,0
N = N	0,124	418	0	4,1
N – O	0,137	200	1,0	2,4
N = O	0,122	400	3,0	4,0



# Водородная связь в органических соединениях

## Спирты



Полярность связи в молекуле спирта

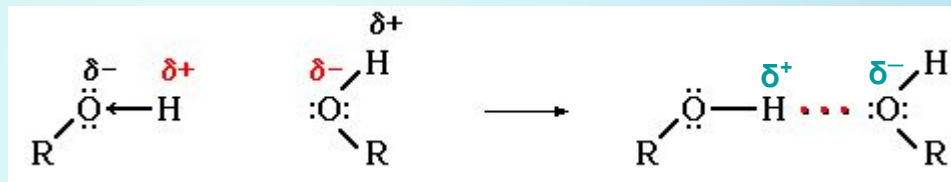
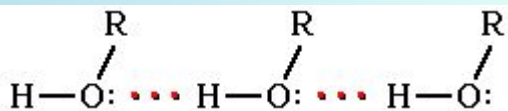
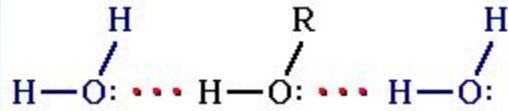


Схема образования водородной связи между молекулами спирта

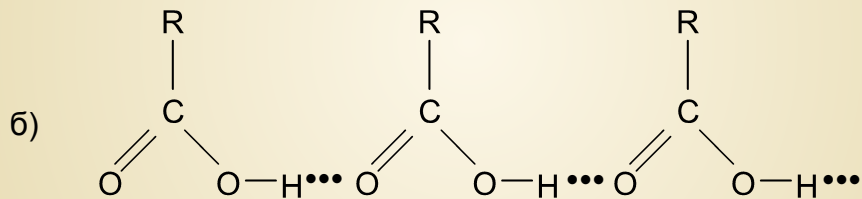
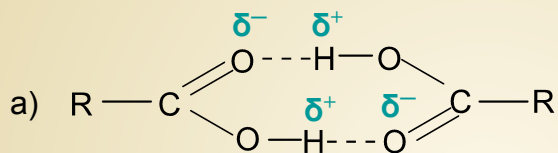


Водородная связь между молекулами спиртов



Водородная связь между молекулами спиртов и воды

## Карбоновые кислоты



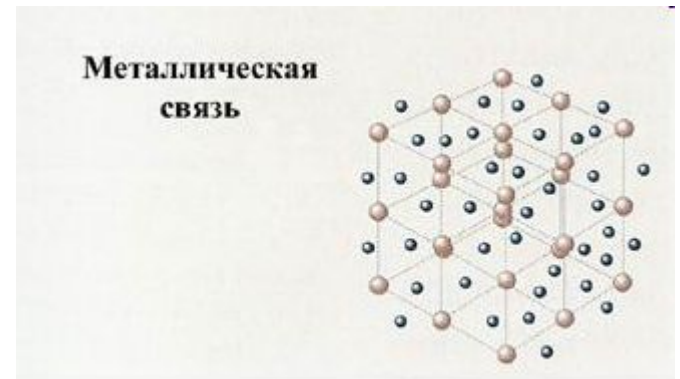
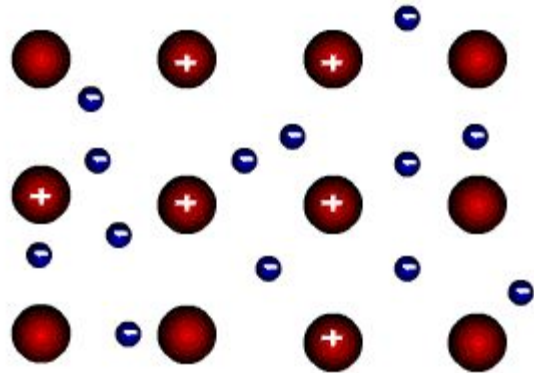
Водородная связь между молекулами карбоновых кислот:  
а) циклический димер; б) линейный олигомер

Вещество	Молярная масса, г/моль	Температура кипения, °С
Пропан	44	-42
Этанол	46	78
Бутан	58	0
Пропанол-1	60	97
Уксусная кислота	60	118
Этандиол	62	197
Пентан	72	35
Диэтиловый эфир	74	35
Бутаналь	72	76
Бутанол-1	74	118
Пропионовая кислота	74	141

**Энтальпия диссоциации водородных связей,  
объединяющих пары частиц в газовой фазе, кДж/моль**

<b>Слабая связь</b>		<b>Средней силы</b>		<b>Сильная связь</b>	
$\text{HSH} \cdots \text{SH}_2$	<b>7</b>	$\text{FH} \cdots \text{FH}$	<b>29</b>	$\text{HOH} \cdots \text{Cl}^-$	<b>55</b>
$\text{NCH} \cdots \text{NCH}$	<b>16</b>	$\text{ClH} \cdots \text{O}(\text{CH}_3)_2$	<b>30</b>	$\text{HOH} \cdots \text{F}^-$	<b>98</b>
$\text{H}_2\text{NH} \cdots \text{NH}_3$	<b>17</b>	$\text{FH} \cdots \text{OH}_2$	<b>38</b>	$\text{FH} \cdots \text{F}^-$	<b>169</b>
$\text{CH}_3\text{OH} \cdots \text{OHCH}_3$	<b>19</b>				
$\text{HOH} \cdots \text{OH}_2$	<b>22</b>				

# Металлическая связь

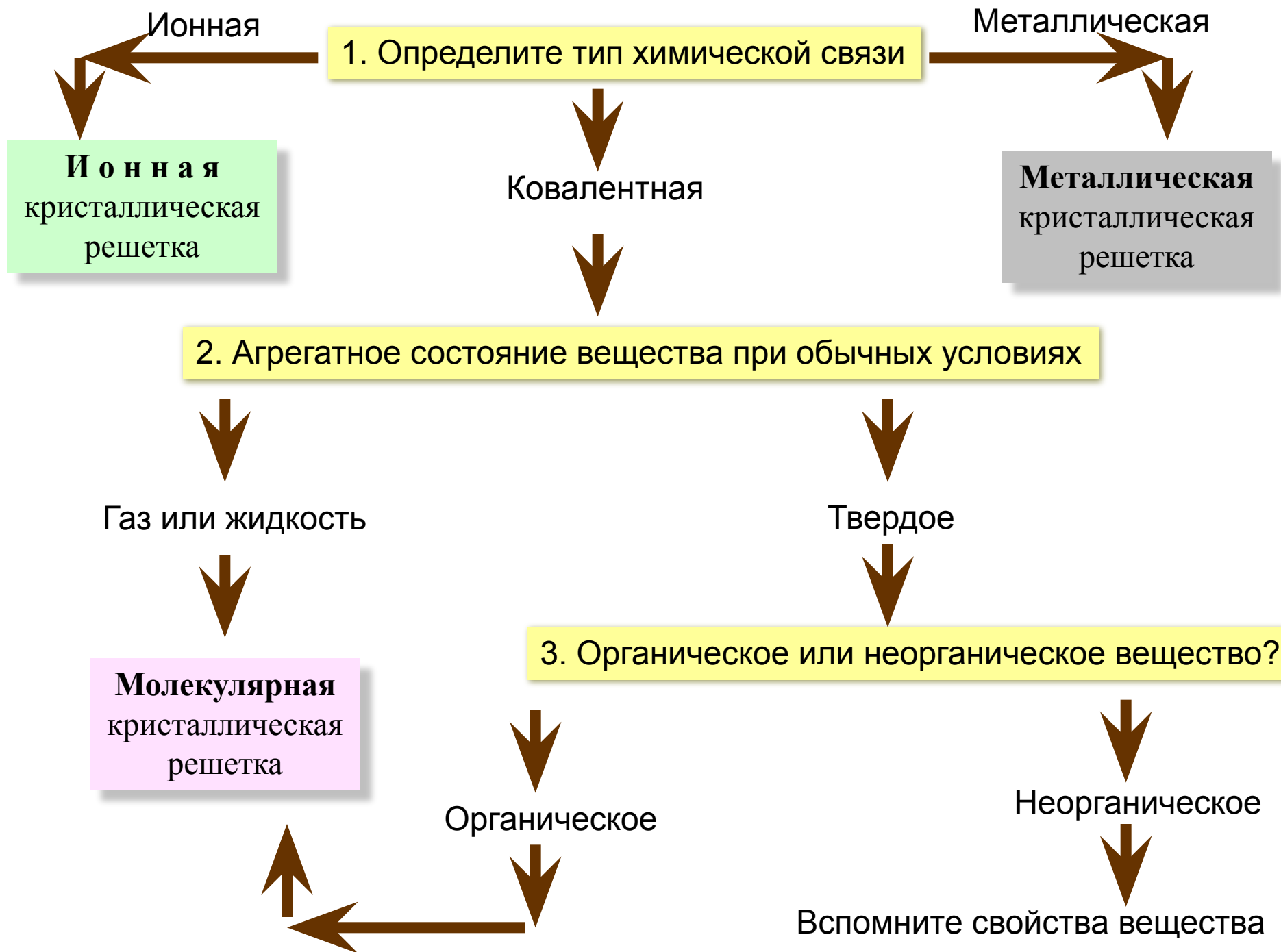




# Кристаллические решетки

Тип кристаллической решетки	Частицы в узлах кристаллической решетки	Взаимодействие между частицами в узлах решетки	Свойства веществ с таким типом решетки	Примеры твердых веществ
<b>Атомная</b>	<b>Атомы</b>	Ковалентная связь	Прочная решетка, высокие значения $t_{пл}$	Алмаз, графит, диоксид кремния
<b>Молекулярная</b>	<b>Молекулы</b>	Межмолекулярное взаимодействие	Непрочная связь, низкие значения $t_{пл}$	Иод, лёд, твердый углекислый газ
<b>Ионная</b>	<b>Ионы</b>	Ионная связь (электростатическое притяжение)	Относительно прочная решетка, средние значения $t_{пл}$	Соли, щелочи
<b>Металлическая</b>	Атомы или катионы металлов	Электронный газ относительно свободные электроны	Относительно прочная решетка, средние значения $t_{пл}$	Металлы







# A5

**Атомную** кристаллическую решетку имеет

- 1) хлороводород
- 2) вода
- 3) поваренная соль
- 4) кремнезем



# A5

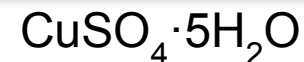
Хлорид калия имеет кристаллическую  
решетку

- 1) атомную
- 2) молекулярную
- 3) ионную
- 4) металлическую

# A5

Веществами молекулярного строения являются все вещества ряда

- 1) сахар, сера, поваренная соль
- 2) поваренная соль, сахар, глицерин
- 3) сахар, глицерин, медный купорос
- 4) сера, сахар, глицерин



# A5



К веществам с **атомной** кристаллической решеткой относятся:

- 1) магний, алмаз, сера
- 2) бор, алмаз, карбид кремния
- 3) сера, бор, хлорид калия
- 4) белый фосфор, иод, вода

# A5-5

Для веществ с **металлической** кристаллической решеткой нехарактерным свойством является

- 1) низкая температура кипения
- 2) теплопроводность
- 3) хрупкость
- 4) пластичность

# A5

К веществам с молекулярным строением относятся

- 1) графит и оксид углерода (IV)
- 2) вода и оксид углерода (II)
- 3) сера и оксид железа (III)
- 4) серная кислота и оксид кремния (IV)

# A5

Молекулярное строение имеет каждое из двух веществ:



\*



Оцените верность суждений

# Задание 1

- Верны ли следующие суждения об объеме газов?

А. Равные объемы различных газов при одинаковых условиях содержат одинаковое число молекул.

Б. Порции разных газов, содержащие одинаковое число молекул, занимают одинаковый объем при одинаковых условиях.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

# Задание 2

- Верны ли следующие суждения о свойствах иодоводородной кислоты?

А. Иодоводородная кислота взаимодействует с гидроксидом бария.

Б. Иодоводородная кислота взаимодействует с концентрированной серной кислотой.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

# Задание 3

- Верны ли следующие суждения об осаждении и растворении сульфидов?

А. Сероводород можно получить при взаимодействии сульфида железа(II) с соляной кислотой.

Б. При пропускании сероводорода в раствор хлорида меди(II) образуется сульфид меди(II).

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

# Произведение растворимости сульфидов

Вещество	ПР	Вещество	ПР
FeS	$6,3 \cdot 10^{-18}$	CdS	$8,0 \cdot 10^{-27}$
MnS	$1,0 \cdot 10^{-13}$	CuS	$6,3 \cdot 10^{-36}$
ZnS	$1,1 \cdot 10^{-21}$	HgS	$4,0 \cdot 10^{-53}$
		PbS	$8,0 \cdot 10^{-28}$

## Сульфидная классификация катионов

Аналитическая группа	Катионы	Групповой реактив	Состав осадков
<b>I</b>	$\text{Li}^+, \text{Na}^+, \text{K}^+, \text{NH}_4^+, (\text{Mg}^{2+})$	Нет	–
<b>II</b>	$\text{Ca}^{2+}, \text{Sr}^{2+}, \text{Ba}^{2+}, \text{Mg}^{2+}$	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	$\text{MCO}_3$
<b>IIIА</b>	$\text{Al}^{3+}, \text{Cr}^{3+}$	$(\text{NH}_4)_2\text{S}$	$\text{M}(\text{OH})_3$
<b>IIIВ</b>	$\text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Co}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Zn}^{2+}$	$(\text{NH}_4)_2\text{S}$	$\text{MS}, \text{M}_2\text{S}_3$
<b>IVА</b>	$\text{Hg}^{2+}, \text{Cu}^{2+}, \text{Bi}^{3+}, \text{Cd}^{2+}$	$\text{H}_2\text{S}$	$\text{MS}, \text{M}_2\text{S}_3$ нерастворим в $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2$
<b>IVВ</b>	$\text{Sn}^{2+}, \text{Sn}^{4+}, \text{As}^{3+}, \text{Sb}^{3+}, (\text{Sb}^{5+})$	$\text{H}_2\text{S}$	$\text{MS}, \text{M}_2\text{S}_3$ растворим в $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2$
<b>V</b>	$\text{Ag}^+, \text{Pb}^{2+}, \text{Hg}_2^{2+}$	$\text{HCl}$	$\text{MCl}, \text{MCl}_2$

# Задание 4

- Верны ли следующие суждения о свойствах алюминия?

А. Алюминий вытесняет медь при взаимодействии с сульфатом меди(II).

Б. Алюминий вытесняет медь при взаимодействии с хлоридом меди(II).

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

# Верны ли суждения?

Использование кислотно-основных индикаторов впервые было предложено А. Лавуазье

Натрий и калий были получены через 2-3 года после того, как был установлен состав воды

Альберт Великий был оппонентом Р. Бекона, вёл с ним догматические споры и считал, что философского камня не существует

Впервые газообразные вещества стал получать Г. Дэви – основатель пневмохимии «Лейденские банки» - простейшие конденсаторы – были изобретены сразу после появления «вольтовых столбов»

Грамм и метр – эталоны, которые были введены во Франции во время Великой Французской революции

Л. Гальвани был физиологом, а источник постоянного электрического тока, который потом стал использоваться повсеместно, изобрел случайно

А. Лавуазье был казнен по приказу Наполеона за свои политические взгляды

М. Фарадей в начале своей научной карьеры был лакеем и ассистентом

Периодическая система Д.И. Менделеева сразу же стала путеводной звездой многих химиков в поисках ещё неоткрытых элементов.



# Задание 5

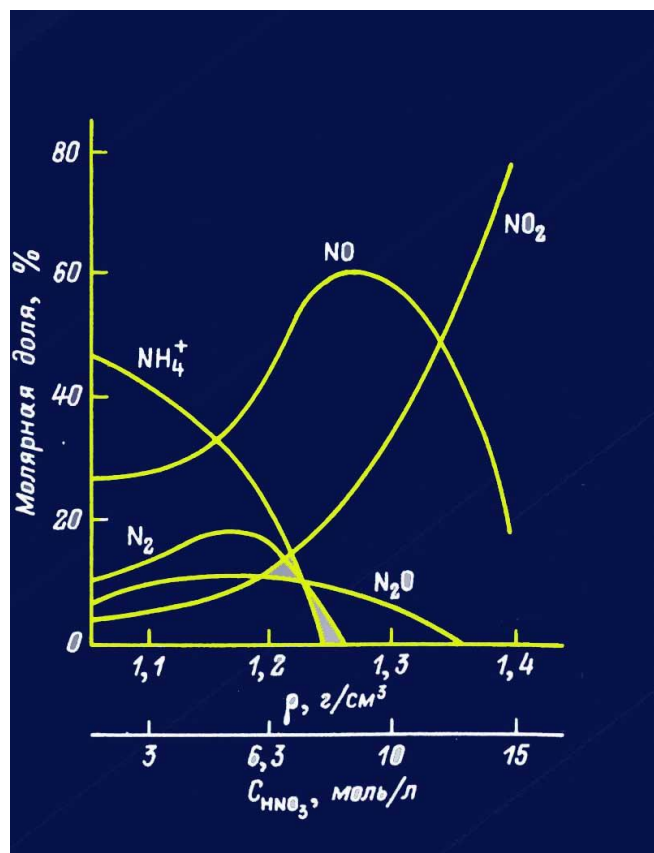
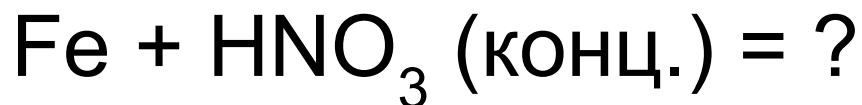


График.  
Содержание продуктов  
восстановления азотной кислоты  
в реакции с железом  
в зависимости от ее концентрации

# **C2 в старой формулировке**

**Даны вещества:**

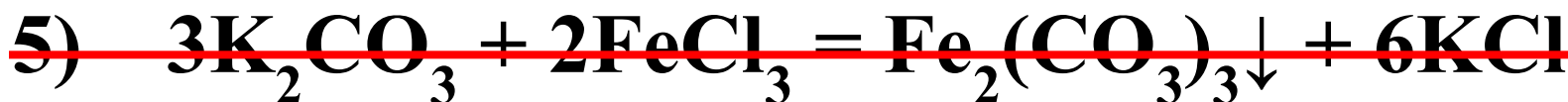
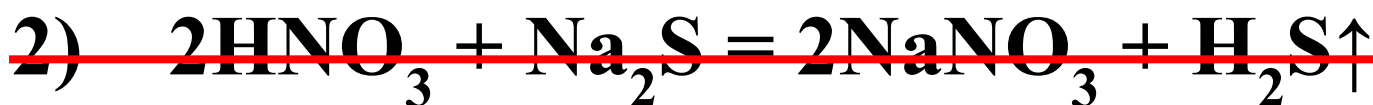
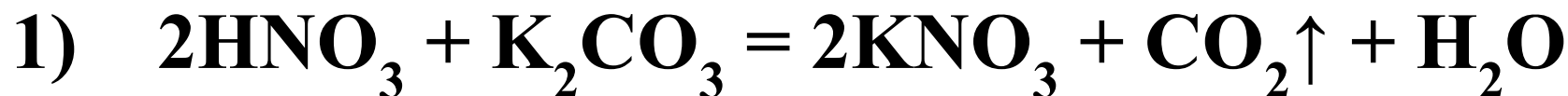
- **азотная кислота (конц.)**

**Растворы:**

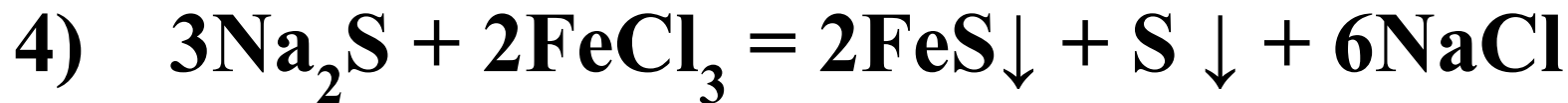
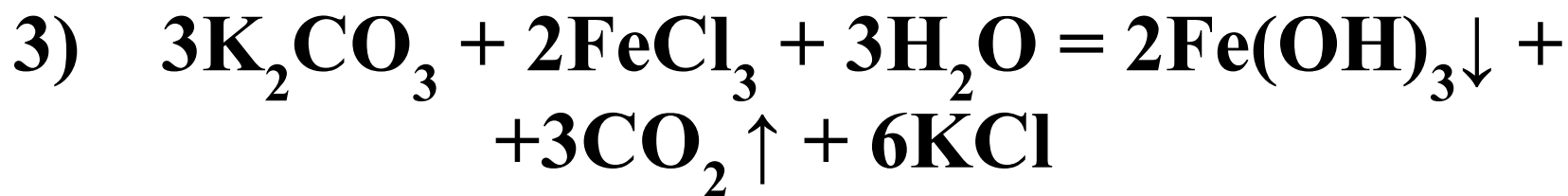
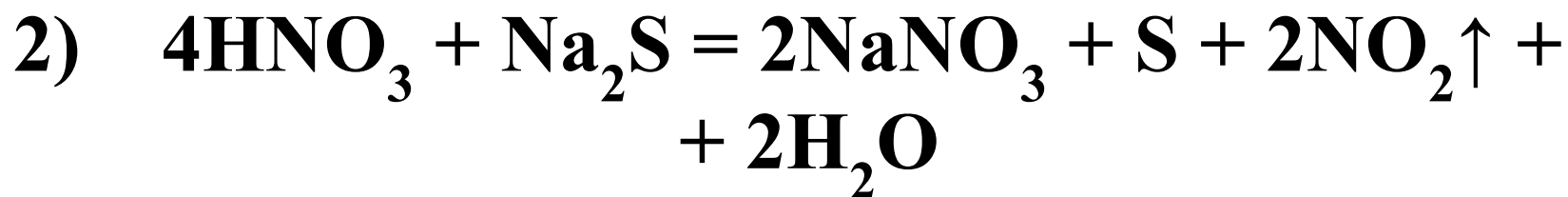
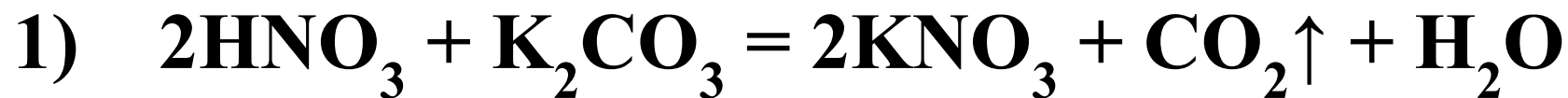
- **карбоната калия**
- **сульфида натрия**
- **хлорида железа(III)**

**Напишите уравнения четырех возможных реакций между этими веществами.**

$\text{HNO}_3$  (конц.),  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{FeCl}_3$



$\text{HNO}_3$  (конц.),  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{FeCl}_3$



## **S2 в новой формулировке**

**При взаимодействии оксида серы(VI) с водой получили кислоту.**

**При обработке порошкообразного иодида калия концентрированным раствором этой кислоты образовались серые кристаллы простого вещества.**

**Это вещество прореагировало с алюминием.**

**Полученную соль растворили в воде и смешали с раствором карбоната натрия, в результате чего образовался осадок и выделился газ.**

**Напишите уравнения четырех описанных реакций.**