



Министерство транспорта Российской Федерации  
Федеральное агентство морского и речного транспорта  
Омский институт водного транспорта - филиал  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего  
образования  
«Сибирский государственный университет водного транспорта»  
Кафедра Естественных и общепрофессиональных дисциплин

Дисциплина: Химия

тема:

# ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

2021. Кафедра «Естественных и общепрофессиональных дисциплин» ОИВТ.  
**Все права защищены.**

Никакая часть настоящего ролика ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, если на это нет письменного разрешения ОИВТ (филиал СГУВТ).



# ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

- Химическая связь возникает при взаимодействии двух или более атомов. Взаимодействие атомов осуществляется согласно валентности. Термин «валентность» ввел в 1852 г. Э. Франкланд как способность атома к насыщению, т.е. способность его присоединить определенное число других атомов или групп атомов. Так, атом водорода может присоединить только один атом, а атом кислорода может присоединить два атома другого типа. Отсюда валентность атома водорода равна единице, а валентность атома кислорода – двум. В настоящее время, валентность определяют как число химических связей, которое может образовать элемент.
- Когда атомы находятся далеко друг от друга, энергия их взаимодействия равна нулю. Если атомы сближаются, возникают силы притяжения электронов к ядрам соседних атомов, электронные облака перекрываются, образуется связь, энергия системы понижается.
- Любая химическая связь образуется с выделением энергии, для ее разрыва требуется затратить энергию, равную энергии связи.

2021. Кафедра «Естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин» ОИВТ.

**Все права защищены.**

Никакая часть настоящего ролика ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, если на это нет письменного разрешения ОИВТ (филиал СГУВТ).

# ВИДЫ ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

*ковалентная*

*ионная* 📢

*металлическая*

*неполярная*

*полярная*

ХИМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	
H	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar		
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		
	R <sub>2</sub> O	RO	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>7</sub>								RO <sub>2</sub>			
			RH <sub>4</sub>	RH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> R	HR												
			ЛАНТАНОИДЫ															
			Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
			АКТИНОИДЫ															
			Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

Никакая часть настоящего ролика ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой-либо форме и какими бы то ни было средствами, если на это нет письменного разрешения (филиал СГУВТ).

# Ковалентная связь



- химическая связь, возникающая за счет образования общей пары электронов. Необходимое условие - наличие неспаренных электронов у обоих связываемых атомов (обменный механизм) или неподеленной пары у одного атома и свободной орбитали у другого (донорно-акцепторный механизм):

2021. Кафедра «Естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин» ОИВТ.

**Все права защищены.**

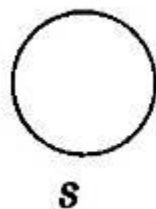
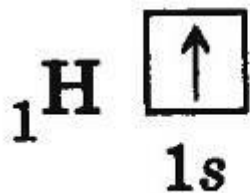
Никакая часть настоящего ролика ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, если на это нет письменного разрешения ОИВТ (филиал СГУВТ).

# Ковалентная химическая связь

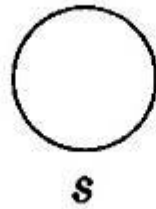
- Механизм образования связи:
- Обменный
  - Донорно-акцепторный

## Обменный механизм

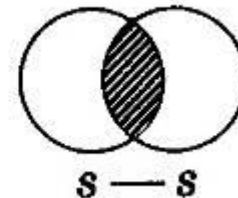
$\text{H}_2$  — водород:



+



=



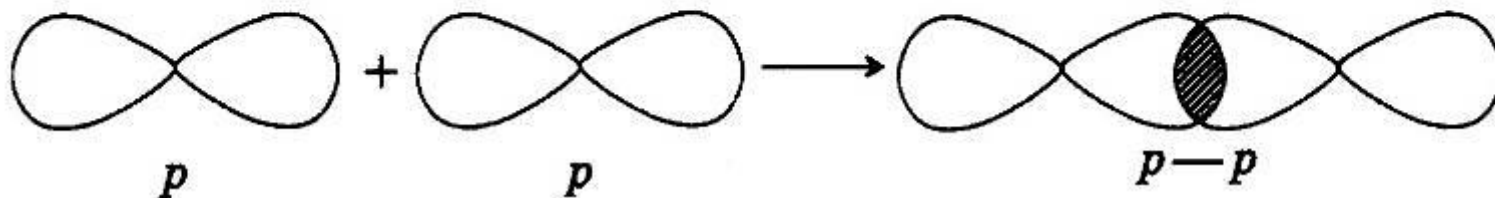
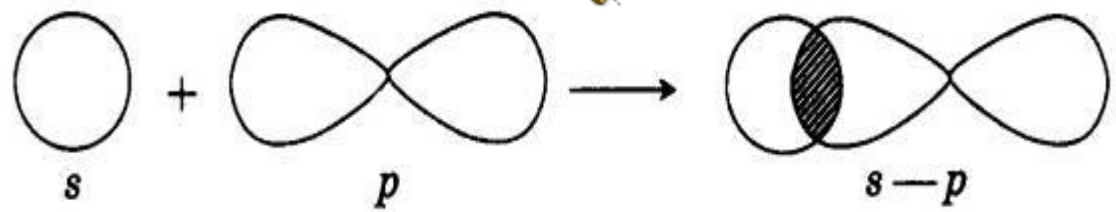
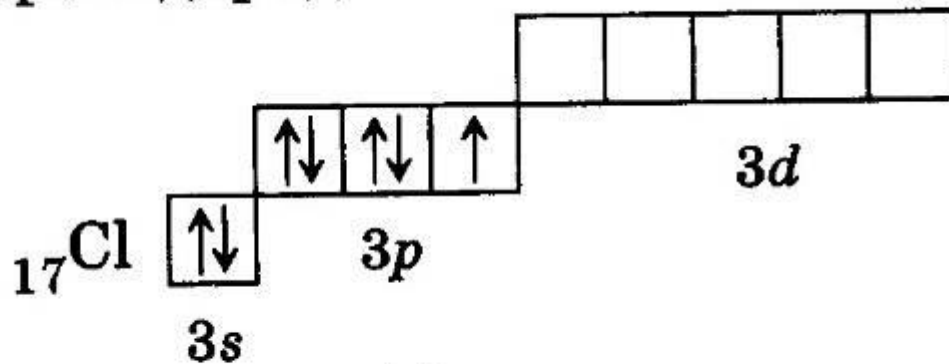
2021. Кафедра «Естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин» ОИВТ.

Все права защищены.

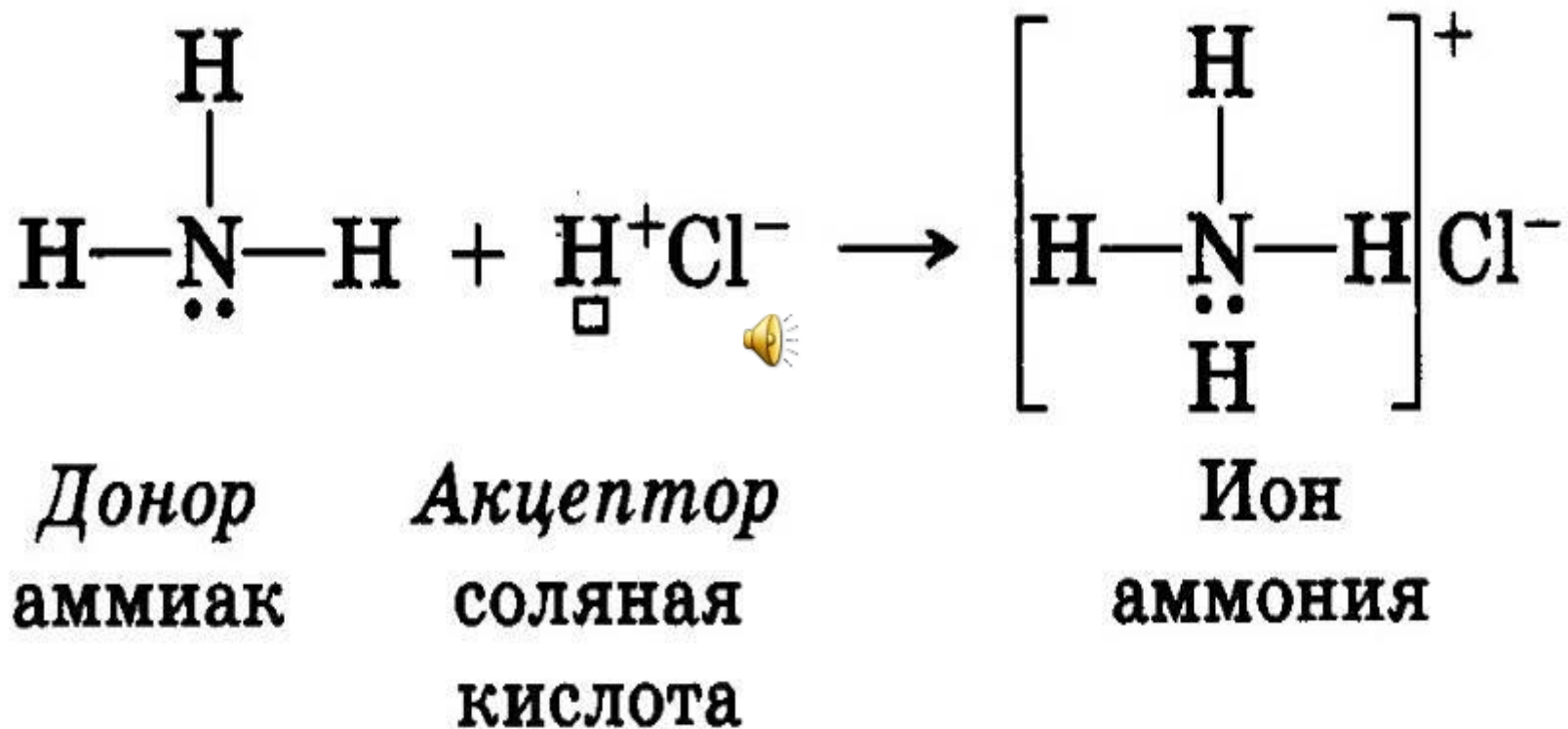
Никакая часть настоящего ролика ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, если на это нет письменного разрешения ОИВТ (филиал СГУВТ).

## Обменный механизм

**HCl — хлороводород:**



## Донорно-акцепторный механизм

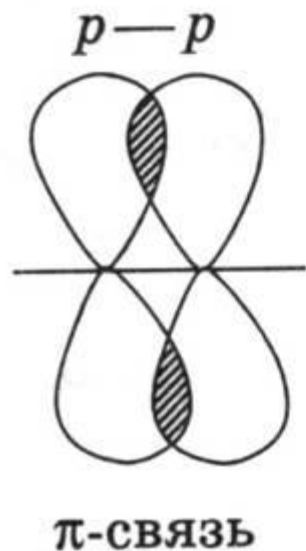
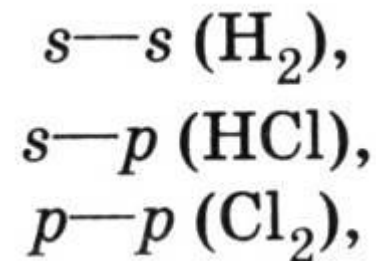
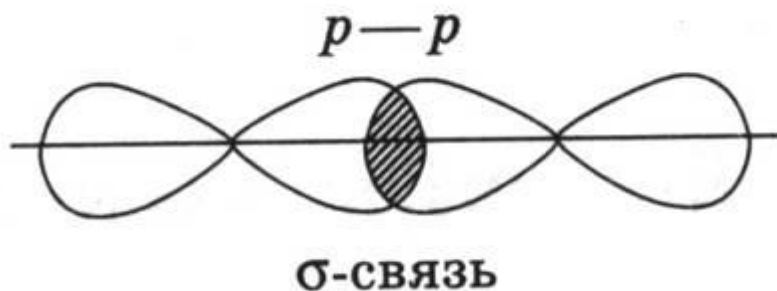


2021. Кафедра «Естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин» ОИВТ.

**Все права защищены.**

Никакая часть настоящего ролика ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, если на это нет письменного разрешения ОИВТ (филиал СГУВТ).

## Способ перекрывания электронных орбиталей:



2021. Кафедра «Естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин» ОИВТ.

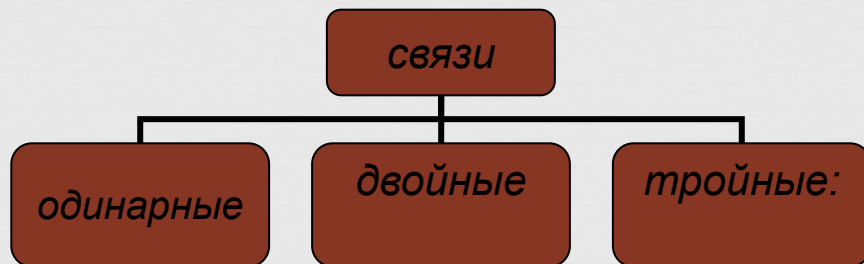
**Все права защищены.**

Никакая часть настоящего ролика ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, если на это нет письменного разрешения ОИВТ (филиал СГУВТ).

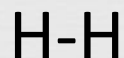


# Кратность ковалентной связи

□ **число** общих электронных **пар**, связывающих атомы



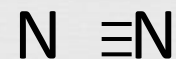
водород



оксид углерода  
(IV)



азот



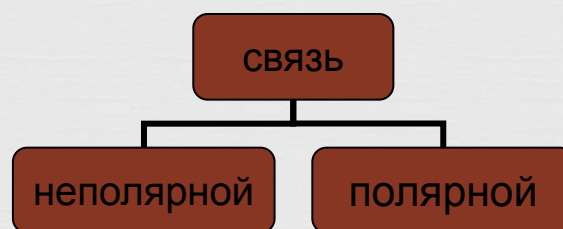
2021. Кафедра «Естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин» ОИВТ.

**Все права защищены.**

Никакая часть настоящего ролика ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, если на это нет письменного разрешения ОИВТ (филиал СГУВТ).

# Полярность ковалентной связи

- **степень смещенности** общих электронных пар к одному из СВЯЗАННЫХ ИМИ АТОМОВ

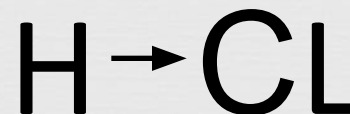



*Ковалентную химическую связь, образующуюся между атомами с одинаковой электроотрицательностью, называют неполярной*

*Ковалентную химическую связь, образующуюся между атомами с разной электроотрицательностью, называют полярной*



электроотрицательность (ЭО)  
— свойство оттягивать к себе валентные электроны от других атомов



□ Чем более электроотрицателен атом, тем сильнее он оттягивает электронную пару, тем более полярна связь (HCl, HF). В полярных молекулах центры тяжести электрических зарядов не совпадают. Такие молекулы представляют собой диполи. Полярность связи характеризуется дипольным моментом  $\mu$  


□  $\mu = ql,$

□ где  $q$  – величина заряда;  $l$  – расстояние между центрами положительных и отрицательных зарядов.

2021. Кафедра «Естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин» ОИВТ.

**Все права защищены.**

Никакая часть настоящего ролика ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, если на это нет письменного разрешения ОИВТ (филиал СГУВТ).

- 
- В полярной молекуле HCl электронная пара смещена в сторону атома хлора, и на атоме хлора избыток электронной плотности, а на атоме водорода недостаток электронной плотности. Дипольный момент двухатомных молекул уменьшается по группе сверху вниз. Дипольный момент многоатомных молекул зависит не только от электроотрицательности атомов в составе молекулы, но и от геометрии молекулы.

2021. Кафедра «Естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин» ОИВТ.

**Все права защищены.**

Никакая часть настоящего ролика ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, если на это нет письменного разрешения ОИВТ (филиал СГУВТ).

- Если в молекуле имеются полярные связи, но векторы дипольных моментов равны по абсолютной величине и противоположны по направлению, то  $\mu_{\text{мол}} = 0$ .
- Пример: В молекуле  $\text{CO}_2$  каждая связь  $\text{C} = \text{O}$  полярна. Но вследствие того, что эта молекула имеет линейную структуру, дипольные моменты связей направлены в противоположные стороны. Векторная сумма дипольных моментов связей равна нулю. Отсюда и дипольный момент молекулы  $\mu = 0$ .
- $\text{O} = \text{C} = \text{O}$

2021. Кафедра «Естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин» ОИВТ.

**Все права защищены.**

Никакая часть настоящего ролика ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, если на это нет письменного разрешения ОИВТ (филиал СГУВТ).



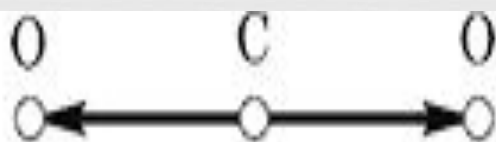
- Полярность молекул определяется их составом и геометрической формой.
- неполярными будут:
- а) молекулы **простых** веществ, так как они содержат только неполярные ковалентные связи;
- б) **многоатомные** молекулы **сложных** веществ, если их геометрическая форма *симметрична*.

2021. Кафедра «Естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин» ОИВТ.

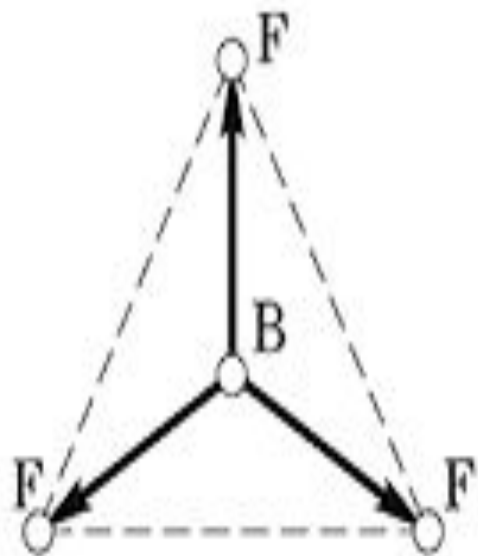
**Все права защищены.**

Никакая часть настоящего ролика ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, если на это нет письменного разрешения ОИВТ (филиал СГУВТ).

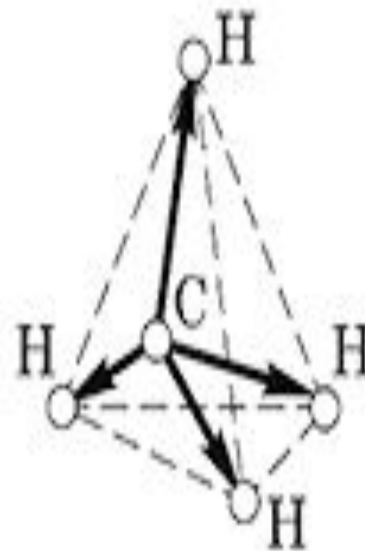
Например, молекулы  $\text{CO}_2$ ,  $\text{BF}_3$  и  $\text{CH}_4$  имеют следующие направления равных (по длине) векторов связей:



*Линейная форма*



*Правильная треугольная форма*




*Правильная тетраэдрическая форма*

2021. Кафедра «Естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин» ОИВТ.

**Все права защищены.**

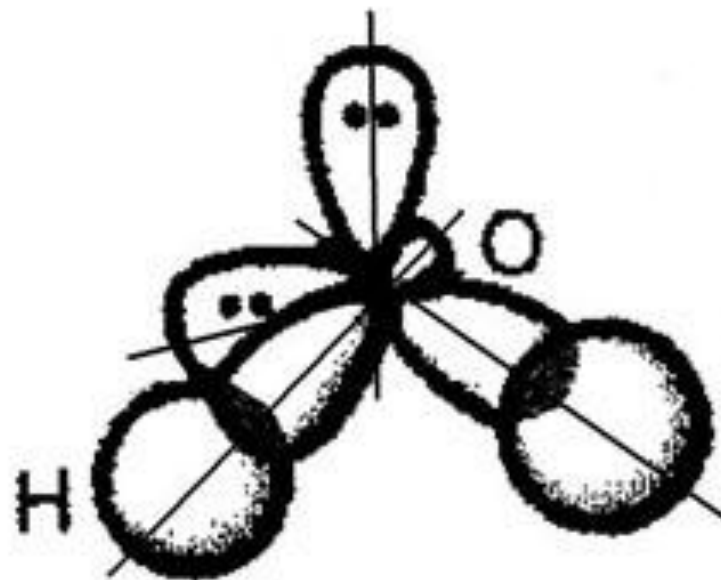
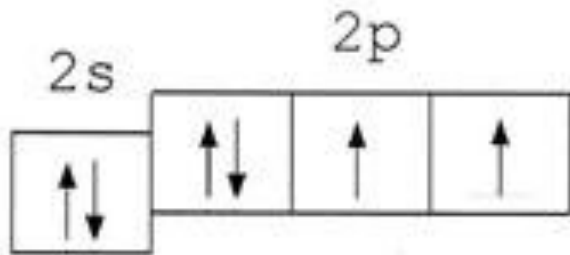
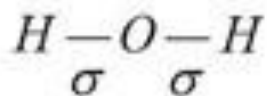
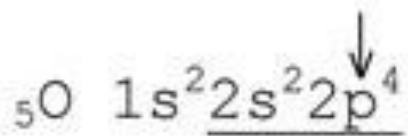
Никакая часть настоящего ролика ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, если на это нет письменного разрешения ОИВТ (филиал СГУВТ).



- В то же время молекулы  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  нелинейны. Например, S имеет 6 электронов на внешнем слое, поэтому в молекуле  $\text{SO}_2$  имеет 2 пары неподеленных электронов. 

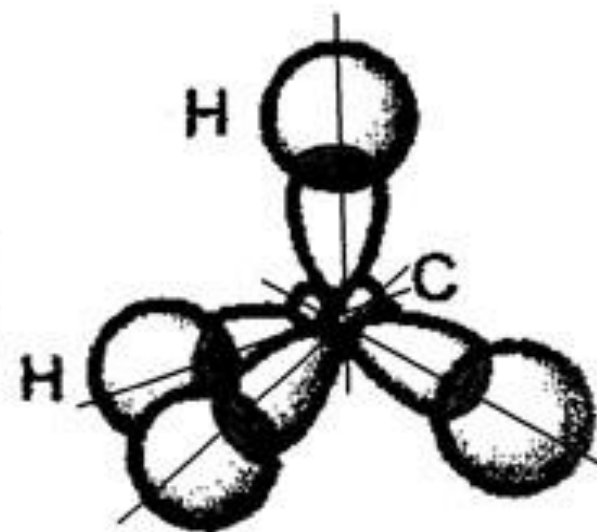
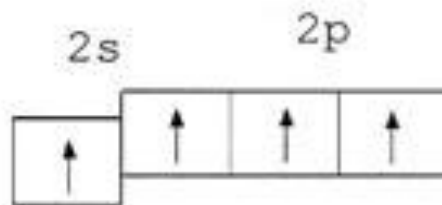
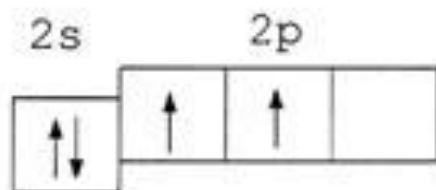
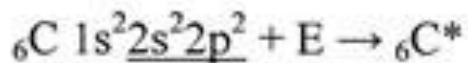
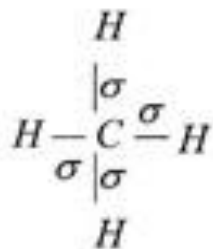


молекула  $\text{H}_2\text{O}$   
 $sp^3$ -гибридизация АО; 3  $\sigma$ -связи  
Молекула  $\text{H}_2\text{O}$  – угловая



# Электронное строение молекулы метана

$sp^3$ -гибридизация АО; 4  $\sigma$ -связи  
Молекула  $CH_4$  – тетраэдрическая

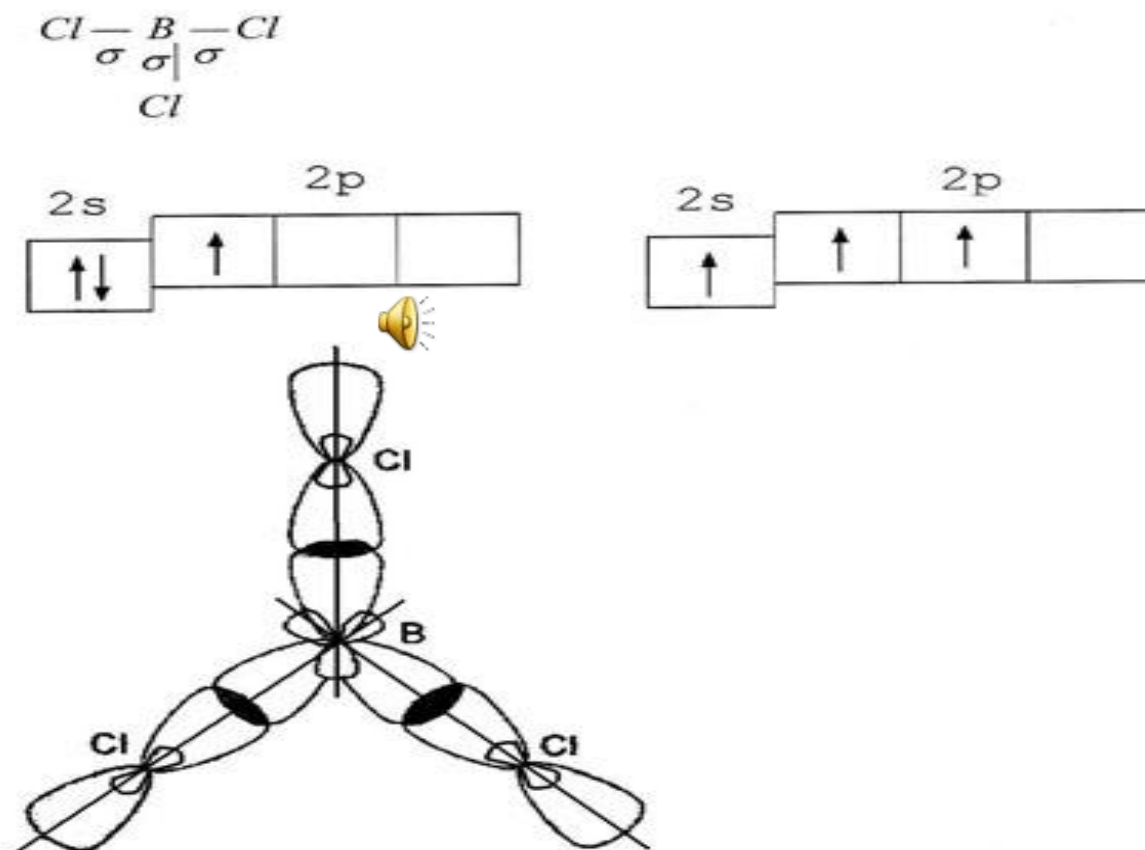


2021. Кафедра «Естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин» ОИВТ.

**Все права защищены.**

Никакая часть настоящего ролика ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, если на это нет письменного разрешения ОИВТ (филиал СГУВТ).

Электронное строение молекулы хлорида бора  
 $sp^2$ -гибридизация АО; 3  $\sigma$ -связи  
Молекула  $BCl_3$  – плоская, треугольная



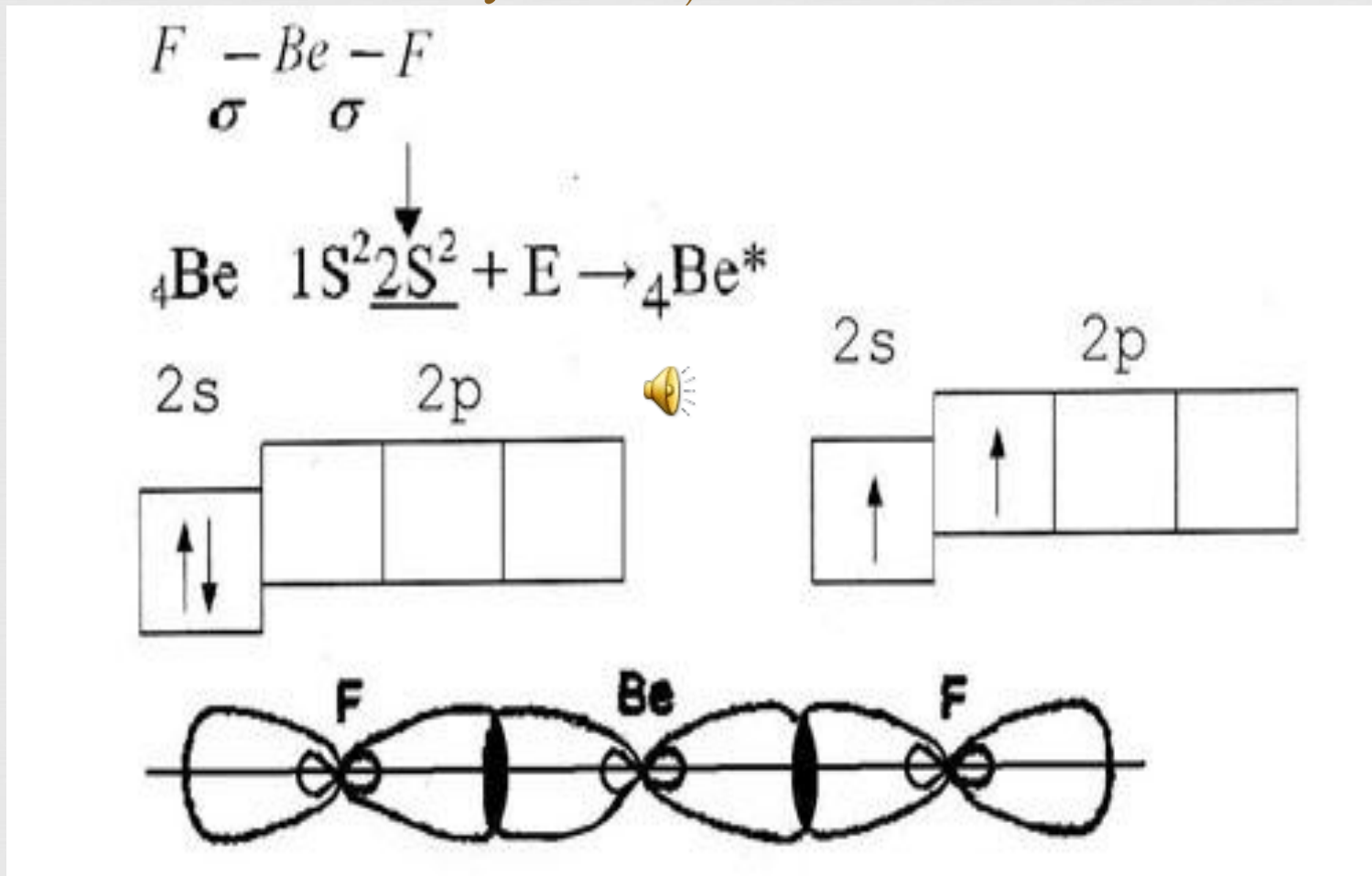
2021. Кафедра «Естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин» ОИВТ.

**Все права защищены.**

Никакая часть настоящего ролика ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, если на это нет письменного разрешения ОИВТ (филиал СГУВТ).

# Электронное строение молекулы фторида бериллия. sp-гибридизация АО; 2 $\sigma$ -связи

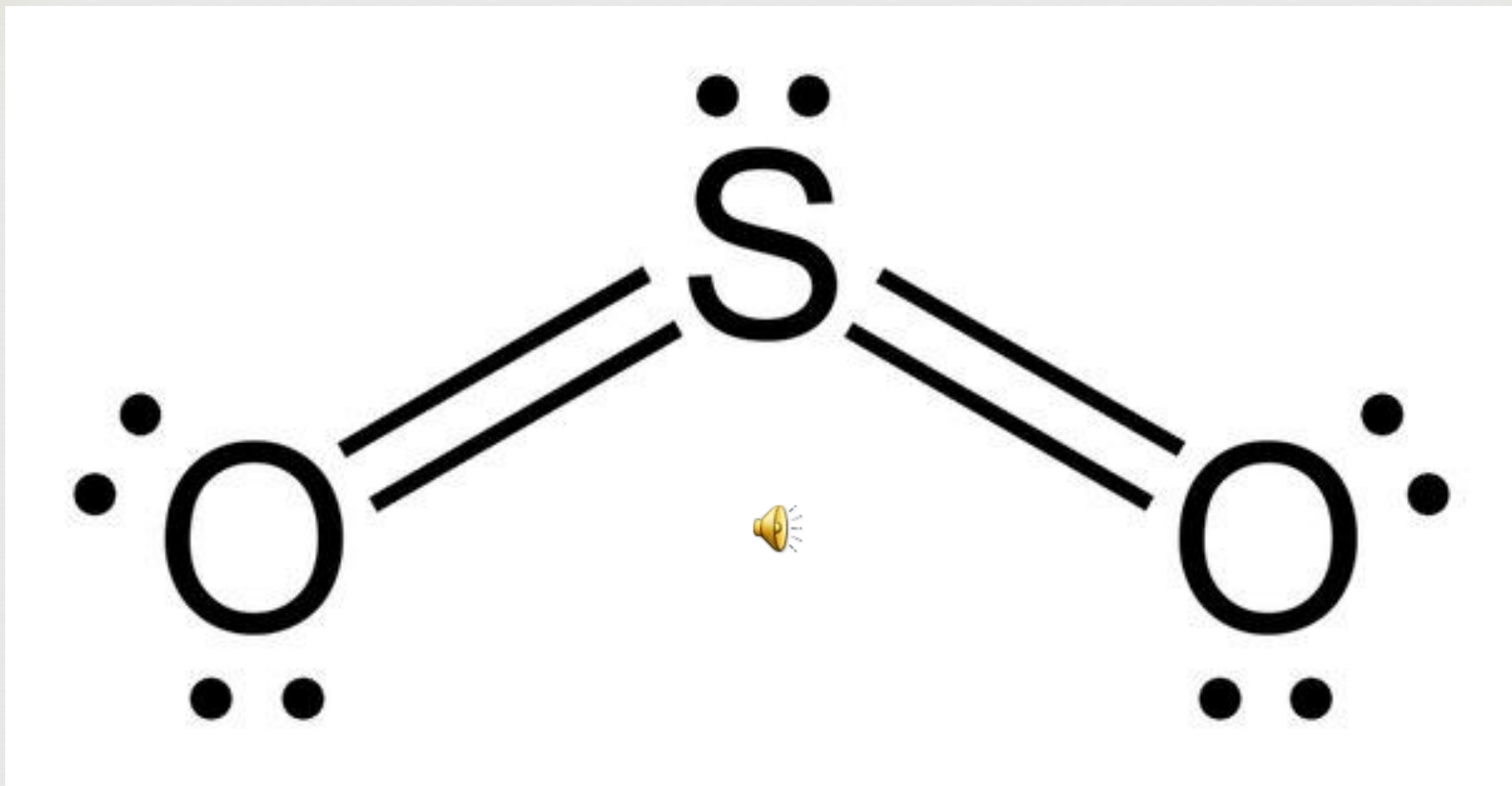
Молекула  $\text{BeF}_2$  – линейная



2021. Кафедра «Естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин» ОИВТ.

**Все права защищены.**

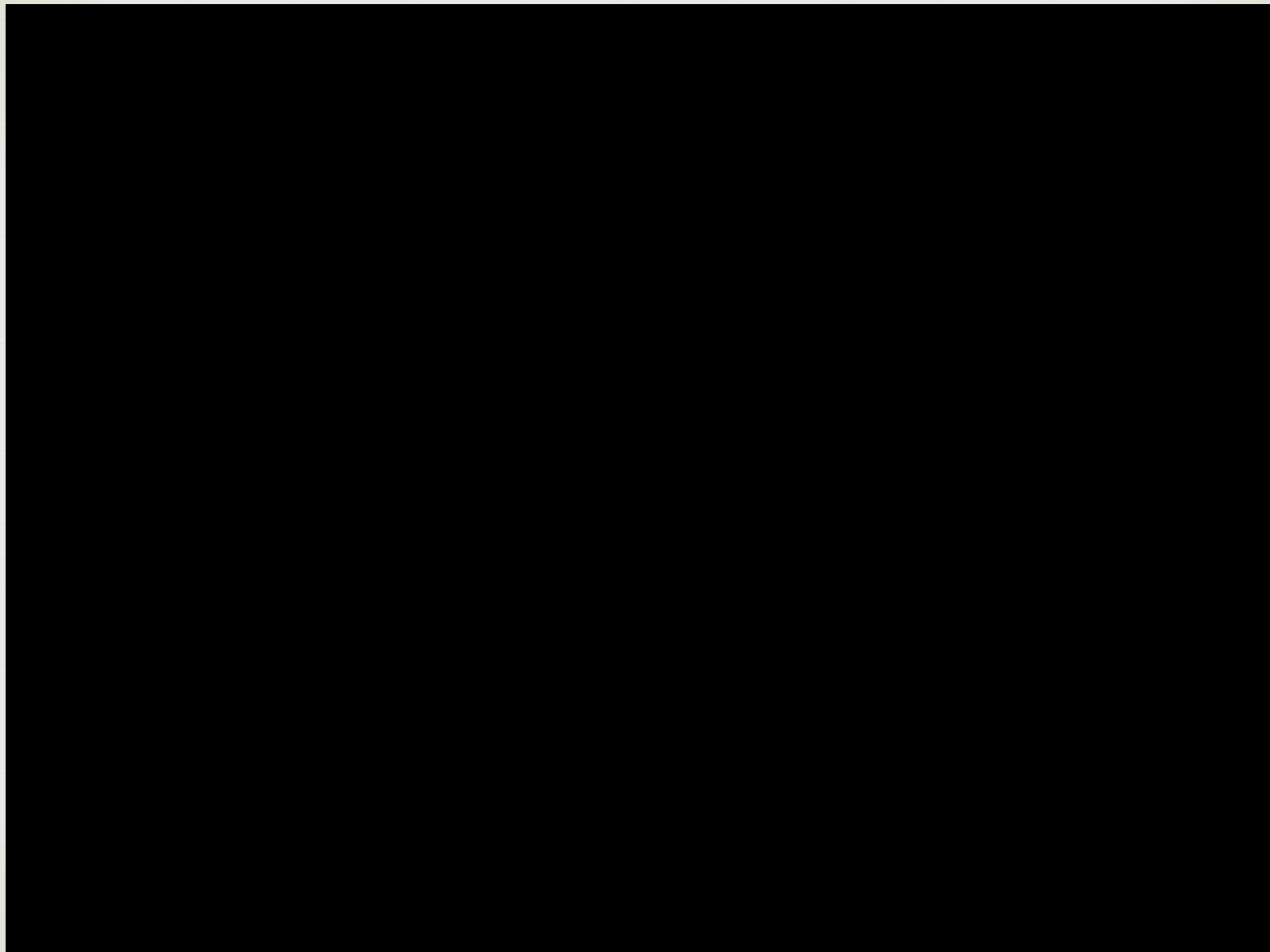
Никакая часть настоящего ролика ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, если на это нет письменного разрешения ОИВТ (филиал СГУВТ).



2021. Кафедра «Естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин» ОИВТ.

**Все права защищены.**

Никакая часть настоящего ролика ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, если на это нет письменного разрешения ОИВТ (филиал СГУВТ).



# Ионная связь



- представляет собой электростатическую силу притяжения между ионами с зарядами противоположного знака (т.е.  $+$  и  $-$ ).
- образуется в результате переноса одного или нескольких электронов от одного атома к другому. Например, в хлориде натрия ионная связь образуется в результате переноса электрона от атома натрия к атому хлора. Вследствие такого переноса образуется ион натрия с зарядом  $+1$  и ион хлора с зарядом  $-1$ . Они притягиваются друг к другу электростатическими силами, образуя устойчивую молекулу.
- Ионная связь может возникать лишь при больших различиях в значениях электроотрицательностей атомов. Наиболее типичные ионные соединения состоят из катионов металлов, принадлежащих к I и II группам периодической системы, и анионов неметаллических элементов, принадлежащих к VI и VII группам.

2021. Кафедра «Естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин» ОИВТ.

**Все права защищены.**

Никакая часть настоящего ролика ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, если на это нет письменного разрешения ОИВТ (филиал СГУВТ).

# Ионная химическая связь

- это связь, образовавшаяся за счет электростатического притяжения **катионов** к **анионам**

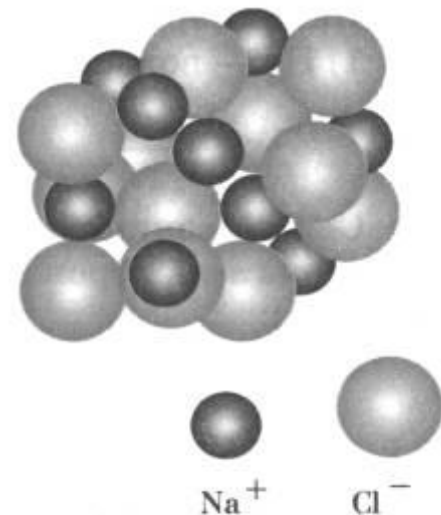
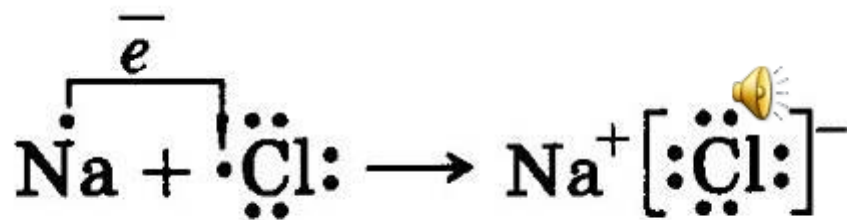


Рис. 9. Кристаллическая решетка хлорида натрия, состоящая из противоположно заряженных ионов натрия и хлорид-ионов

2021. Кафедра «Естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин» ОИВТ.

**Все права защищены.**


Никакая часть настоящего ролика ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, если на это нет письменного разрешения ОИВТ (филиал СГУВТ).



# Ионная связь

- Энергия связи определяется силами электростатического взаимодействия противоположно заряженных ионов
- Ионные соединения состоят из огромного числа ионов, связанных в одно целое силами электростатического притяжения. Величина ионности может быть оценена по разности электроотрицательностей атомов.

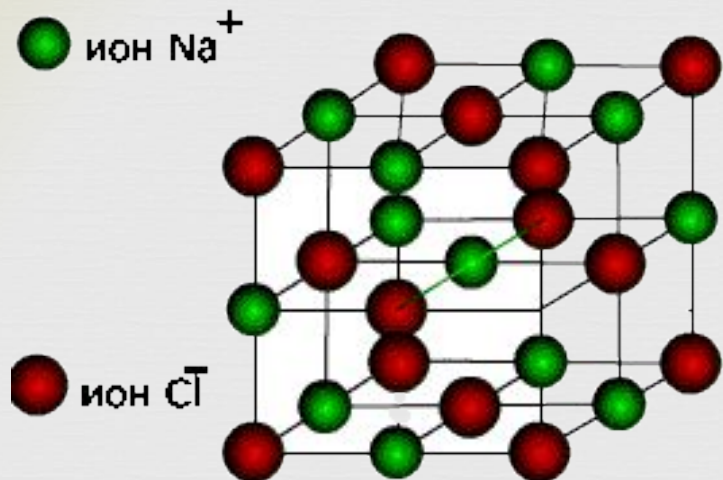
## Ненаправленность и ненасыщаемость

- В ионном соединении каждый ион  притягивает к себе независимо от направления неограниченное число противоположно заряженных ионов из-за сил электростатического взаимодействия
- Взаимное отталкивание противоположно заряженных ионов ограничивает их число в окружении каждого иона

2021. Кафедра «Естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин» ОИВТ.

**Все права защищены.**

Никакая часть настоящего ролика ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, если на это нет письменного разрешения ОИВТ (филиал СГУВТ).




*Ионная*



*в сложных веществах,  
состоящих из атомов  
металлов и неметаллов:*

*$\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{BaSO}_4$ ,  
 $\text{LiBr}$*

- Ионные соединения при обычных условиях – твердые и прочные, но хрупкие вещества
- При плавлении и растворении в воде они распадаются на ионы (электролитическая диссоциация) и проводят электрический ток, т.е. являются электролитами 

2021. Кафедра «Естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин» ОИВТ.

**Все права защищены.**

Никакая часть настоящего ролика ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, если на это нет письменного разрешения ОИВТ (филиал СГУВТ).



# Металлическая связь



- В атомах металлов внешние валентные электроны удерживаются значительно слабее, чем в атомах неметаллов. Это обуславливает потерю связи электронов с отдельными атомами на достаточно большой промежуток времени и их обобществление. Образуется обобществленный ансамбль из внешних электронов.
- Подобная связь характерна только для металла. Она основана на обобществлении внешних электронов, которые теряют связь с атомом и поэтому называются свободными электронами

2021. Кафедра «Естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин» ОИВТ.

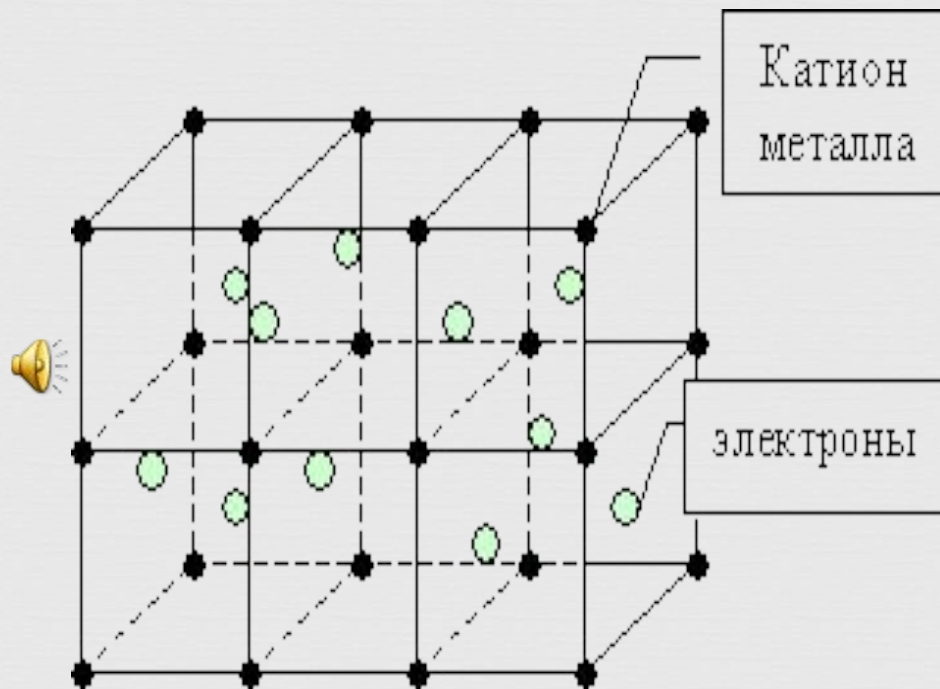
**Все права защищены.**

Никакая часть настоящего ролика ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, если на это нет письменного разрешения ОИВТ (филиал СГУВТ).

# *Металлическая – в простых веществах-металлах*



*Al*  
*Na*  
*Ba*  
*Fe*  
*M*  
*g*



# Металлическая связь



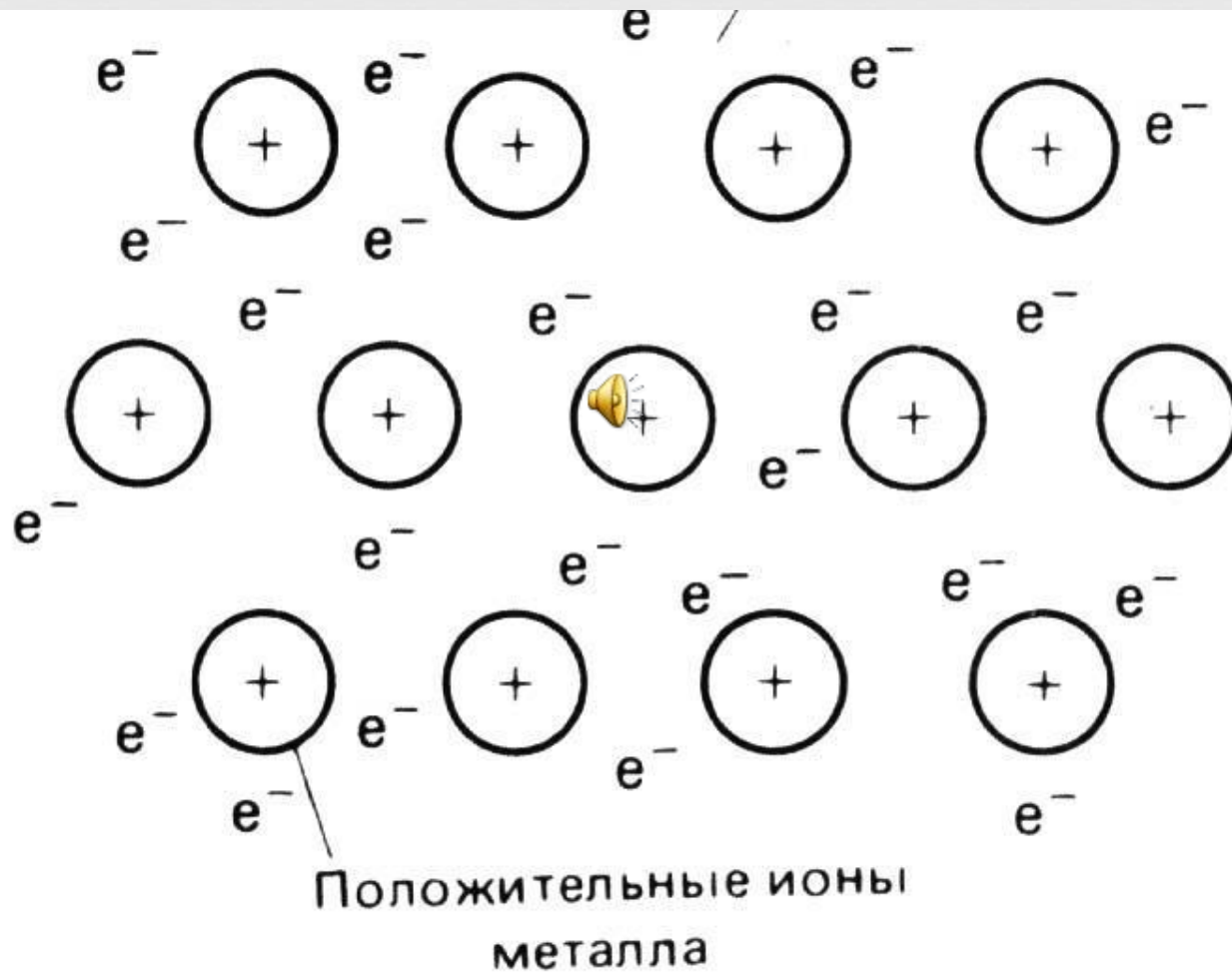
- Все металлы имеют высокую теплопроводность и высокую электропроводность, которая обеспечивается за счет наличия свободных электронов. Это же обстоятельство определяет хорошую отражательную способность металлов к световому облучению, их блеск и непрозрачность, высокую пластичность, положительный температурный коэффициент электросопротивления.

2021. Кафедра «Естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин» ОИВТ.

**Все права защищены.**

Никакая часть настоящего ролика ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, если на это нет письменного разрешения ОИВТ (филиал СГУВТ).

# Металлическая связь







# Водородная связь



- Связь, которая образуется между атомом водорода одной молекулы и атомом сильно электроотрицательного элемента (O, N, F) другой молекулы.



2021. Кафедра «Естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин» ОИВТ.

**Все права защищены.**

Никакая часть настоящего ролика ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, если на это нет письменного разрешения ОИВТ (филиал СГУВТ).

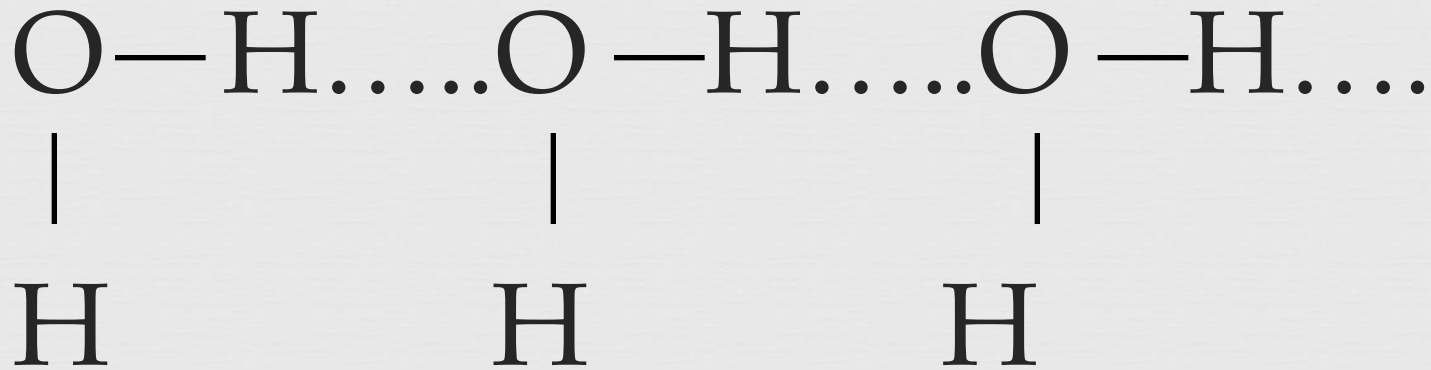
# Водородная связь



- Атомный радиус водорода очень мал. Кроме того, при смещении или полной отдаче своего единственного электрона водород приобретает сравнительно высокий положительный заряд, за счет которого водород одной молекулы взаимодействует с атомами электроотрицательных элементов, имеющих частичный отрицательный заряд, выходящий в состав других молекул (HF, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>).

# Водородная связь

- Водородную связь принято обозначать точками. Она гораздо более слабая, чем ионная или ковалентная связь, но более сильная, чем обычное межмолекулярное взаимодействие.
- Наличие водородных связей объясняет увеличения объема воды при понижении температуры: происходит укрепление молекул и поэтому уменьшается плотность их «упаковки».





*Какие соединения имеют  
ковалентно -полярный тип  
связи*

*CaO*

*CH<sub>4</sub>*

*KCl*

*NH<sub>3</sub>*

*Cl<sub>2</sub>*

*HBr*

*Определите вид химической  
связи в каждом из данных  
соединений*



**$H_2S$**



**$N_2$**

**$LiCl$**

**$BaO$**

**$Pb$**

**$F_2$**

