

Основные характеристики ковалентной связи.

Молчанова Елена Робертовна.

МБОУ СОШ 144

Красноярск 2009.



Основными характеристиками ковалентной (КС) связи являются длина, энергия, полярность, поляризуемость, направленность в пространстве, насыщенность.

Длина связи - расстояние между химически связанными атомами называют длиной связи.

- Как правило, длина химической связи меньше, чем сумма радиусов атомов, за счет перекрывания электронных облаков.

	HF	HCl	HBr	HI
Длина связи, пм	92	128	141	160
Энергия связи, кДж/моль	565	431	364	217

- При образовании химической связи всегда происходит сближение атомов – расстояние между ними меньше, чем сумма радиусов изолированных атомов.

- 1. Длина химической связи элемент-водород в ряду соединений
 - $\text{CH}_4 - \text{BH}_3 - \text{BeH}_2 - \text{LiH}$:
 - 1) уменьшается;
 - 2) увеличивается;
 - 3) сначала увеличивается, затем уменьшается;
 - 4) сначала уменьшается, затем увеличивается.
- 2. Химическая связь наименее прочна в молекуле:
 - 1) бромоводорода;
 - 2) хлороводорода;
 - 3) иодоводорода;
 - 4) фтороводорода.

- 3. Длина связи уменьшается в ряду

- 1) HF, H₂, HCl;

- 2) CO₂, SO₂, J₂O₅;

- 3) H₂O, NH₃, SiH₄;

- 4) ClF, HCl, HF.

- 4. Длина связи наименьшая в молекуле:

- 1) H₂S

- 2) SF₆

- 3) SO₂

- 4) SO₃

- 5. Длина связи увеличивается в ряду :

- 1) CCl_4 - CBr_4 - CF_4 ;
- 2) SO_2 - SeO_2 - TeO_2 ;
- 3) H_2S - H_2O - H_2Se ;
- 4) P_2O_5 - P_2S_5 - PCl_5 .

- 6. Длина связи увеличивается в ряду:

- 1) PCl_5 , PF_5 ;
- 2) ClF_3 , BrF_3 ;
- 3) SnCl_4 , SiCl_4 ;
- 4) C_2H_6 , C_2H_4 .

- 7. Длина связи в ряду $\text{H}_2\text{Te} \rightarrow \text{H}_2\text{Se} \rightarrow \text{H}_2\text{S}$

- 1) не изменяется;
- 2) увеличивается;
- 3) уменьшается;
- 4) сначала уменьшается, затем растёт.

- 8. Длина ковалентной связи увеличивается в ряду

- 1) PCl_3 , PBr_3 , PH_3 ;
- 2) NH_3 , NF_3 , NCl_3 ;
- 3) SO_2 , CO_2 , NO_2 ;
- 4) BrCl_3 , BrF_3 , HBr .

- 9. Длина связи Э-Cl увеличивается в ряду
- 1) хлорид углерода (IV), хлорид сурьмы (III);
- 2) хлорид мышьяка (III), хлорид фосфора (III);
- 3) хлорид олова (IV), хлорид фосфора (V);
- 4) хлорид ванадия (III), хлорид бора (III).

- 10. Длина связи Э-О увеличивается в ряду
- 1) оксид кремния (IV), оксид углерода (IV); 2) оксид серы (IV), оксид теллура (IV);
- 3) оксид стронция, оксид бериллия;
- 4) оксид серы (IV), оксид углерода (IV).

Энергия связи.

Существенной характеристикой химической связи является ее прочность. Для оценки прочности связей обычно пользуются понятием *энергии связей*.

Энергия связи – энергия,
выделяющаяся при ее
образовании, или необходимая
для разъединения двух
связанных атомов.

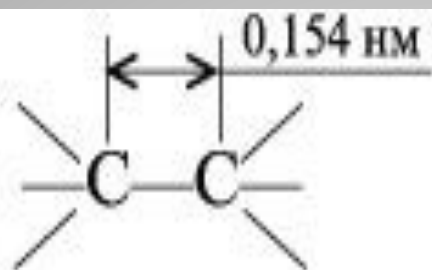
- Химическое соединение образуется из отдельных атомов только в том случае, если это энергетически выгодно.
- Чем выше энергия химической связи, тем прочнее связь.
- Таким образом, при образовании химической связи энергия выделяется, при ее разрыве – поглощается. Энергия E_0 , необходимая для того, чтобы разъединить атомы и удалить их друг от друга на расстояние, на котором они не взаимодействуют, называется **энергией связи**.

Связь	Энергия (кДж/моль)	Связь	Энергия (кДж/моль)
C-C	343	C-O	351
C=C	615	C=O	711
C≡C	812	C≡O	1096

Энергия связи характеризует ее прочность.

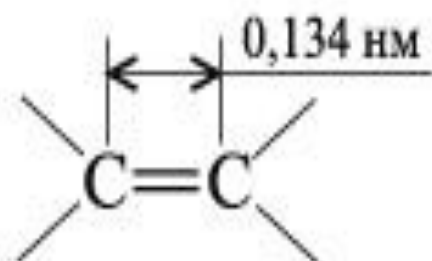
- Энергия ковалентной связи зависит от размеров связываемых атомов (длины связи) и от кратности связи. Чем меньше атомы и больше кратность связи, тем больше ее энергия.

sp^3
валентный
угол $109^{\circ}28'$



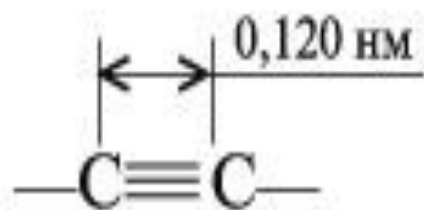
$$E_{\text{св}}(\text{C}-\text{C}) = 352 \text{ кДж/моль},$$

sp^2
валентный
угол 120°



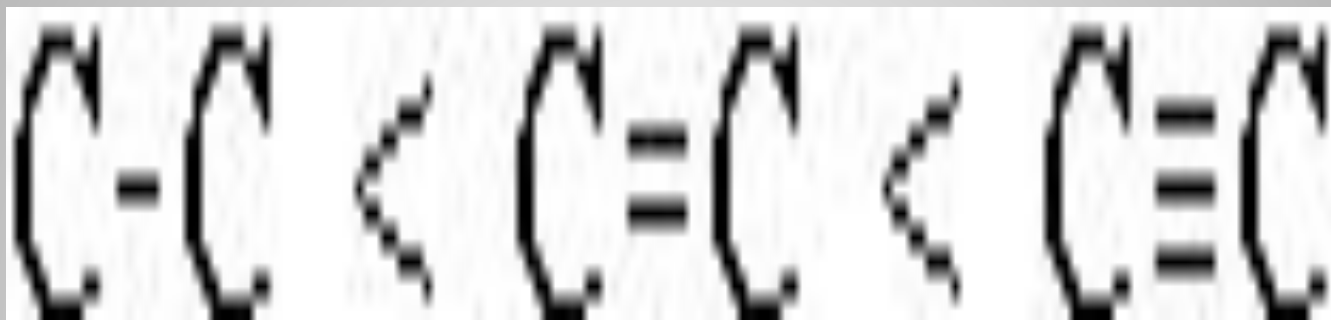
$$E_{\text{св}}(\text{C}=\text{C}) = 587 \text{ кДж/моль},$$

sp
валентный
угол 180°



$$E_{\text{св}}(\text{C}\equiv\text{C}) = 839 \text{ кДж/моль}.$$

Энергия связи увеличивается в
ряду:



Как изменяется энергия связи и межъядерное расстояние в рядах:

- А) HF, HCl, HBr, HI
- *Увеличивается размер галогенов, следовательно увеличивается межъядерное расстояние. Это значит, что происходит уменьшение энергии связи.*
- Б) NH₃, PH₃, AsH₃
- *Увеличивается размер элементов 5-й группы с увеличением порядкового номера, следовательно увеличивается межъядерное расстояние. Это значит, что происходит уменьшение энергии связи.*

Наименее прочная химическая связь в молекуле

- 1) O_2
- 2) N_2
- 3) Cl_2
- 4) F_2

•

• *Ответ: 4*

• *У кислорода связь двойная, у азота – тройная. Фтор, казалось бы, должен иметь более прочную связь, но на самом деле связь более прочная у хлора. Это связано с тем, что хлор является элементом третьего периода и у него имеется возможность для дополнительного размещения электронов на d-подуровне.*

- 1. Молекула, в которой наиболее прочная химическая связь:

- 1) HF;
- 2) F₂;
- 3) H₂S;
- 4) O₂.

-

- 2. Прочность связи увеличивается в ряду: 1) CBr₄, CCl₄, CF₄;
- 2) CO₂, CS₂, CCl₄;
- 3) CF₄, CH₄, CO;
- 4) CCl₄, CF₄, CBr₄.

- 3. Прочность углеродной-углеродной связи в ряду этан– бензол–этилен–ацетилен
 -
 - 1) увеличивается
 - 2) уменьшается
 - 3) сначала увеличивается, затем уменьшается
 - 4) сначала уменьшается, затем увеличивается
 -
 -

4. Установите соответствие между химической связью и ее энергией

ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ	ЭНЕРГИЯ СВЯЗИ, кДж/моль
А) H-Cl	1) 298
Б) H-Br	2) 569
В) H-F	3) 366
Г) H-I	4) 432

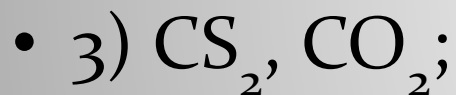
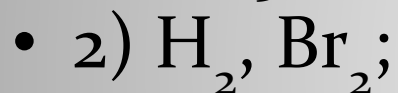
- 5. Прочность связи увеличивается в ряду:

- а) H_2O , H_2S
- б) NH_3 , PH_3
- в) CS_2 , CO_2
- г) N_2 , O_2

- 6. Наименее прочная химическая связь в молекуле

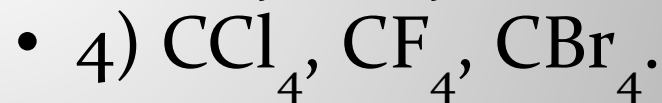
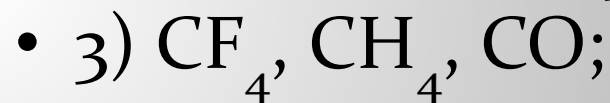
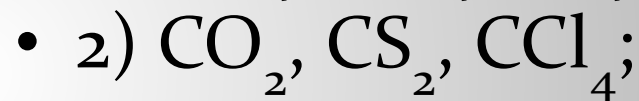
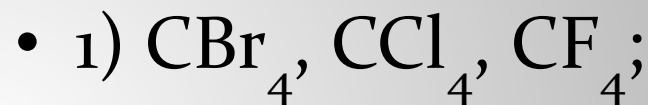
- 1) фтора
- 2) хлора
- 3) брома
- 4) иода

- 7. Прочность связи увеличивается в ряду



-

- 8. Прочность связи увеличивается в ряду



Кратность связи- число общих электронных пар, образующих СВЯЗЬ.

Связь	Длина (пм)	Связь	Длина (пм)
C-C	154	C-O	143
C=C	133	C=O	123
C≡C	131	C≡O	113

- Расстояние между атомами существенно уменьшается при образовании кратных связей. **Чем выше кратность связи, тем короче межатомное расстояние.**

- 1. Число химических связей в молекулах увеличивается в ряду

- 1) H_2O , CO_2 , H_2S ;
- 2) N_2 , CH_4 , O_2 ;
- 3) NH_3 , C_2H_4 , PCl_3 ;
- 4) SO_3 , C_2H_6 , H_2SO_4 .

-

- 2. Число химических связей в молекулах увеличивается в ряду

- 1) HClO , CO_2 , HClO_3 ;
- 2) O_2 , CF_4 , Cl_2 ;
- 3) NF_3 , C_2H_2 , PCl_5 ;
- 4) SO_2 , CH_4 , H_2S .

- 3. Число химических связей в молекулах увеличивается в ряду

- 1) HClO_2 , CO , HCl ;

- 2) O_2 , CF_4 , C_2H_6 ;

- 3) HF , C_2H_2 , PF_3 ;

- 4) SO_2 , CCl_4 , Na_2S .

-

- 4. Число химических связей в молекулах уменьшается в ряду

- 1) HClO , CO_2 , HClO_3 ;

- 2) O_2 , CF_4 , PCl_5 ;

- 3) NF_3 , C_2H_2 , PCl_5 ;

- 4) SO_3 , CH_4 , H_2S

- 5. Число химических связей в молекулах уменьшается в ряду

- 1) HCl , CS_2 , HClO_2 ;

- 2) CF_4 , Cl_2 , Ar ;

- 3) NH_3 , C_2H_4 , PCl_5 ;

- 4) S , H_2 , SO_2 .

- 6. Число σ -связей увеличивается в ряду

- 1) CO_2 , SO_2 , NO_2 ;

- 2) C_2H_6 , CO_2 , SO_3 ;

- 3) H_2SO_4 , C_2H_2 , N_2 ;

- 4) H_3PO_4 , CrO_3 , C_2H_4 .

• 7. Число химических связей в молекулах увеличивается в ряду

- 1) NCl_3 , C_2H_6 , PCl_5 ;
- 2) CCl_4 , Cl_2 , O_2 ;
- 3) HI , CO_2 , HClO_4 ;
- 4) As_2O_3 , F_2 , SO_2 .

• 8. Число π -связей уменьшается в ряду

- 1) CO_2 , SO_2 , NO_2 ;
- 2) C_2H_2 , C_2H_4 , C_2H_6 ;
- 3) H_2SO_4 , C_2H_2 , N_2 ;
- 4) H_3PO_4 , CrO_3 , C_2H_4 .
-

- 9. Число двойных связей увеличивается в ряду

- 1) SO_3 , H_2SO_4 , H_3PO_4 ;
- 2) C_2H_4 , C_2H_2 , NO ;
- 3) NO , CS_2 , SO_3 ;
- 4) N_2 , PCl_3O , C_3H_6 .

- 10. Вещество, имеющее молекулу с кратной связью

- 1) оксид углерода (IV); 2) хлор;
- 3) аммиак;
- 4) сероводород.
-

• 11. Число σ -связей уменьшается в ряду

- 1) SF_6 , SO_2 , SO_3 ;
- 2) H_3PO_4 , WF_6 , $SiCl_4$;
- 3) NH_3 , $HClO_4$, SiF_4 ;
- 4) H_2SO_4 , PCl_5 , JF_7 .

• 12. Число двойных связей уменьшается в ряду

- 1) NO , CS_2 , SO_3 ;
- 2) C_2H_4 , C_2H_2 , NO ;
- 3) SO_3 , H_2SO_4 , H_3PO_4 ;
- 4) N_2 , PCl_3O , C_3H_6 .

• 13. Число двойных связей увеличивается в ряду

- 1) SO_2 , H_2SO_3 , H_3PO_4 ;
- 2) C_2H_6 , C_2H_4 , NO ;
- 3) CO , CS_2 , SO_3 ;
- 4) N_2 , PCl_3O , C_3H_6 .

• 14. Число σ -связей увеличивается в ряду

- 1) H_2SO_4 , PCl_5 , HJ ;
- 2) H_3PO_4 , WF_6 , SiCl_4 ;
- 3) NH_3 , HClO_4 , SiF_4 ;
- 4) SO_2 , SO_3 , SF_6 .

• 15. Число двойных связей уменьшается в ряду

- 1) NO , CS_2 , SO_3 ;
- 2) C_2H_4 , C_2H_2 , NO ;
- 3) SO_3 , H_2SO_4 , H_3PO_4 ;
- 4) N_2 , PCl_3O , C_3H_6 .

• 16. Число двойных связей увеличивается в ряду

- 1) SO_2 , H_2SO_3 , H_3PO_4 ;
- 2) C_2H_6 , C_2H_4 , NO ;
- 3) CO , CS_2 , SO_3 ;
- 4) N_2 , PCl_3O , C_3H_6 .

Полярность связи.

- Полярность химической связи зависит от разности электроотрицательностей связываемых атомов.
- Полярность связи обусловлена неравномерным распределением электронной плотности вследствие различий в электроотрицательностях атомов. По этому признаку ковалентные связи подразделяются на неполярные и полярные.

Связь	Энергия, кДж/моль	Длина связи, нм	Дипольный момент, D
$C\equiv C$	814	0,120	0
$C-H$	435	0,107	1,1

	Δ		Δ
Si-H	0,3	C-H	0,4
N-H	0,9	C-N	0,5
O-H	1,4	C-O	1,0
H-F	1,9	C-S	0,5
H-Cl	0,9	C-F	1,5
H-Br	0,7	C-Cl	0,5
H-I	0,4	C-Br	0,3
Br-Cl	0,2	C-I	0,0

- 1. Полярность связи

- С-Э уменьшается в ряду

- 1) CO_2 , CS_2 , CCl_4 ;

- 2) CF_4 , C_2H_6 , CO_2 ;

- 3) AlCl_3 , CCl_4 , CF_4 ;

- 4) CO_2 , CCl_4 , CS_2 .

-

- 2. Полярность химической связи Э-Н увеличивается в ряду

- 1) H_2S , HCl ;

- 2) H_2O , HF ;

- 3) NH_3 , C_2H_6 ;

- 4) H_2S , H_2Se .

-

- 3. Полярность химической связи O-H увеличивается в ряду

- 1) H_2SO_4 , H_3PO_4 ;
- 2) HClO_4 , HClO_3 ;
- 3) HNO_3 , $\text{Al}(\text{OH})_3$;
- 4) H_3AsO_4 , H_2SO_4 .

-

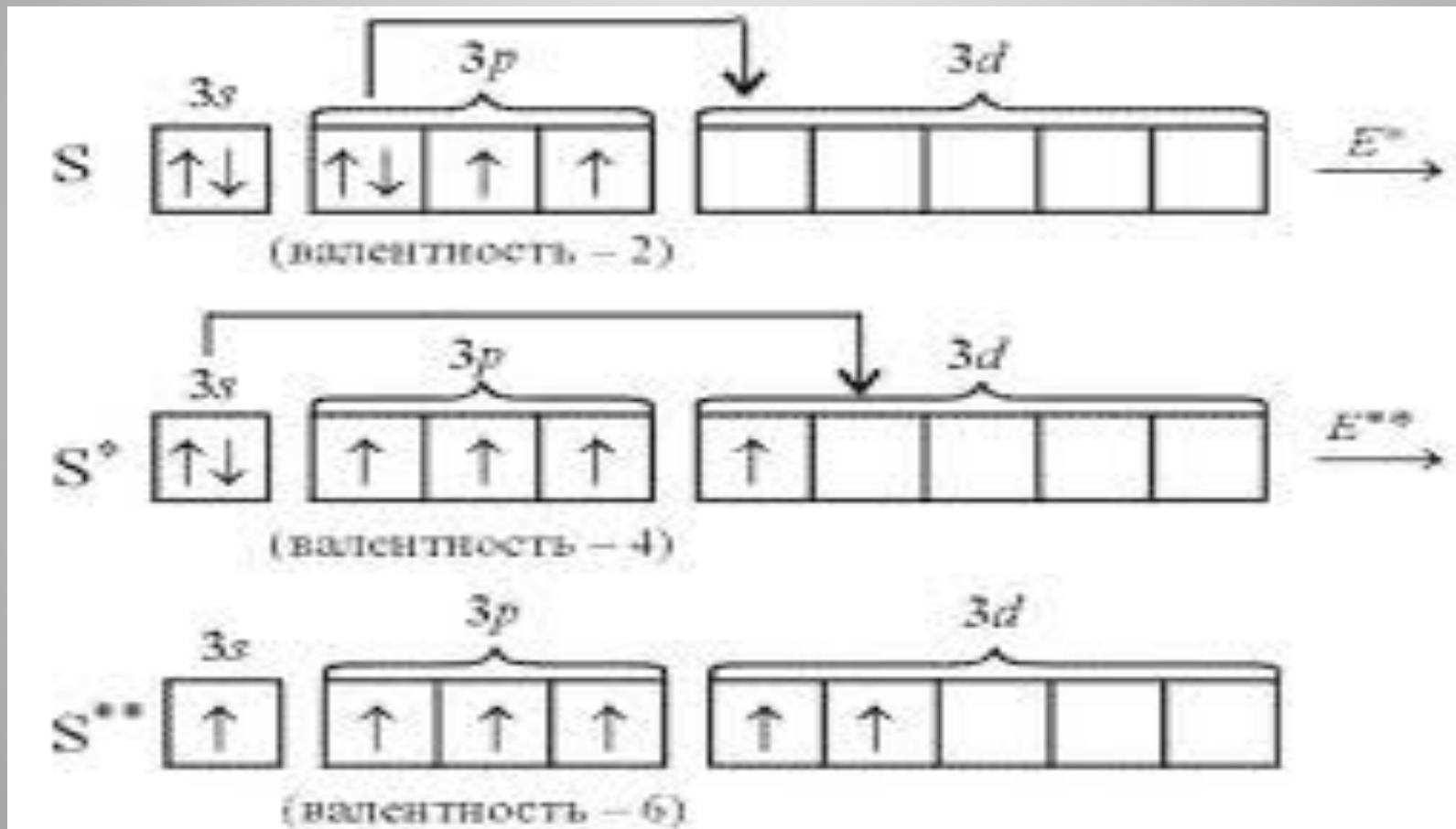
- 4. Полярность химической связи увеличивается в ряду

- 1) CO_2 , SiO_2 , ZnO , CaO ; 2) CaCl_2 , ZnSO_4 , CuCl_2 , Na_2O ;
- 3) NaBr , NaCl , KBr , LiF ; 4) FeCl_2 , CoCl_2 , NiCl_2 , MnCl_2 .

-

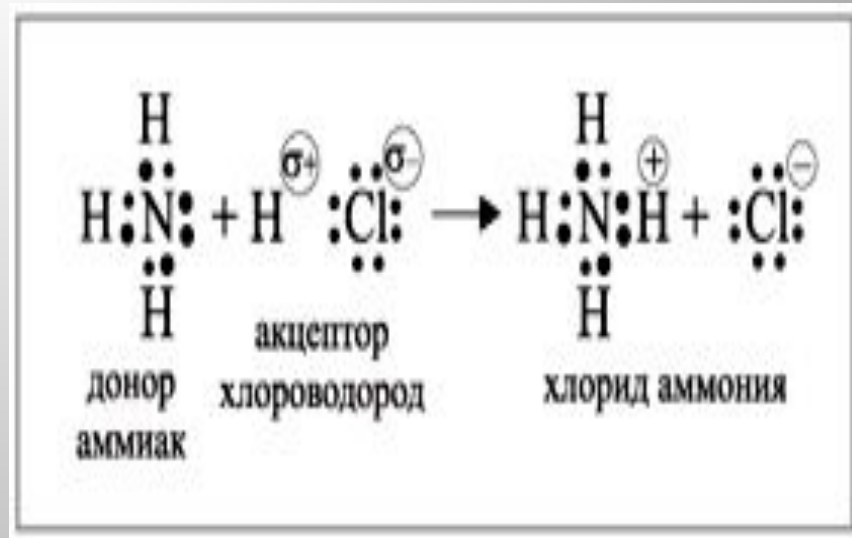
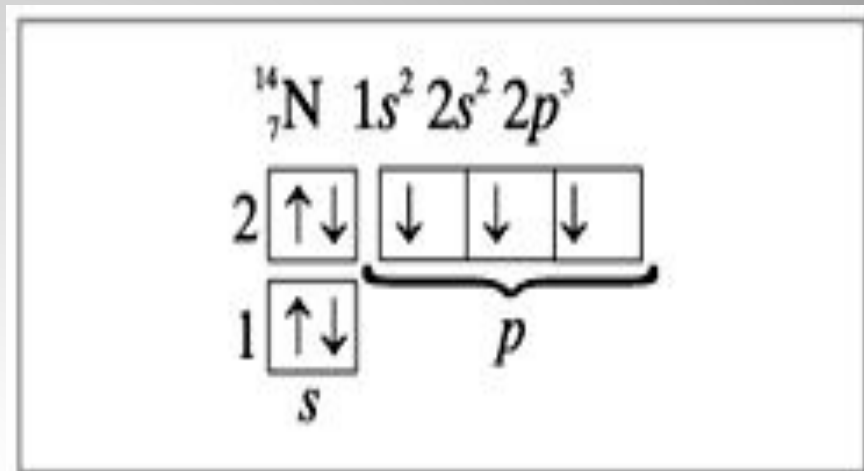
Насыщаемость ковалентной связи обусловлена ограниченными валентными возможностями атомов, т.е. их способностью к образованию строго определенного числа связей, которое обычно лежит в пределах от 1 до 6. Общее число валентных орбиталей в атоме, т.е. тех, которые могут быть использованы для образования химических связей, определяет максимально возможную валентность элемента. Число уже использованных для этого орбиталей определяет валентность элемента в данном соединении.

Валентные возможности атома серы:



Образование иона аммония.

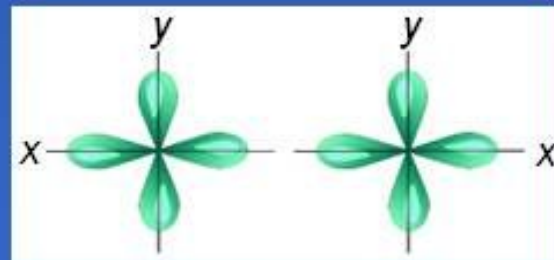
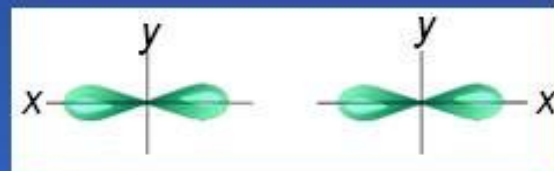
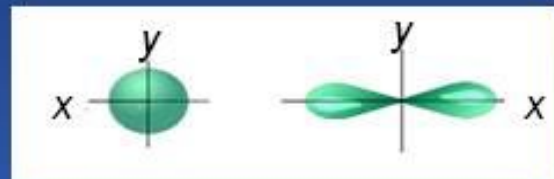
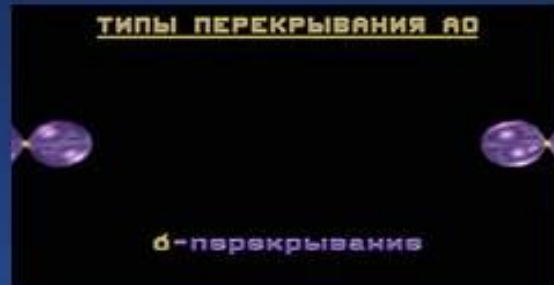
- Число общих электронных пар может быть увеличено за счет образования связи по донорно-акцепторному механизму.



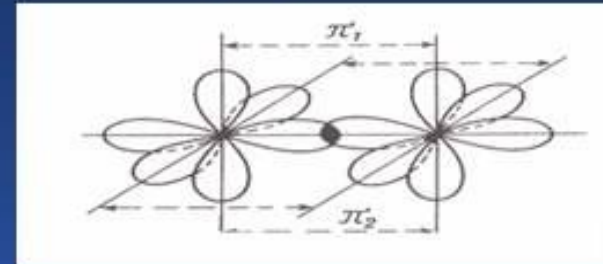
Направленность-

- – определенное направление химической связи, которое возникает в результате перекрывания электронных облаков. Направленность определяется строением молекулы. *Направленность* ковалентной связи определяет пространственную структуру молекул.

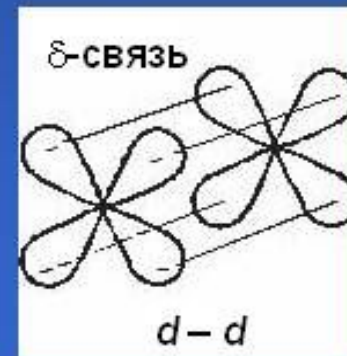
Направленность ковалентной связи



π -перекрывание



δ -перекрывание



СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛ. РХТУ.

3. Молекула BF_3 неполярна, молекула NF_3 - полярна. Объясните причину этого различия в свойствах данных молекул.

Ответ. Атом бора в соединении BF_3 находится в состоянии sp^2 -гибридизации. Эта молекула имеет плоское строение. Углы между химическими связями составляют 120° . Векторная сумма трех дипольных моментов связей В-Ф равна нулю. Таким образом молекула BF_3 – неполярна.

Атом азота в молекуле NF_3 находится в состоянии sp^3 -гибридизации с одной неподеленной электронной парой. В результате молекула NF_3 имеет форму пирамиды с атомом азота в её вершине. Поэтому эта молекула полярна.

3. Определите строение молекул SO_2 и CO_2 . Объясните причину различия в строении данных молекул. Какая из этих молекул является полярной и почему?

Ответ. Молекула CO_2 имеет линейное строение (атом углерода находится в sp -гибридном состоянии), поэтому расположенные на одной прямой противоположно направленные дипольные моменты связей $\text{C}=\text{O}$ компенсируют друг друга ($\text{O}\leftarrow\text{C}\rightarrow\text{O}$), т.е. молекула CO_2 **неполярна**.

Поскольку у атома серы в молекуле SO_2 имеется одна неподеленная электронная пара, эта молекула не является линейной. Дипольные моменты связей $\text{S}=\text{O}$ складываются (по правилу сложения двух векторов). Следовательно, молекула сернистого ангидрида **полярна**.

