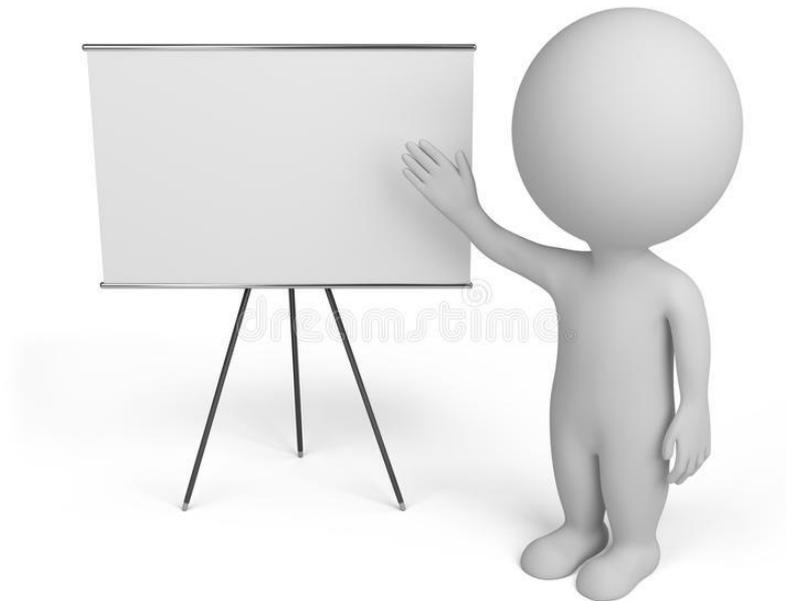


Надо много учиться, чтобы знать хоть немного.

*Монтескье*

## Темы

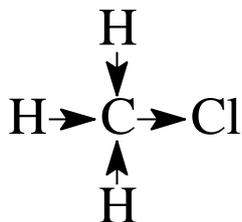
- Типы связей
- Гибридизация атома углерода



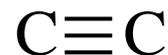
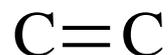
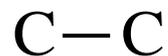
# Ковалентная химическая связь

## Основные свойства связи

### Направленность

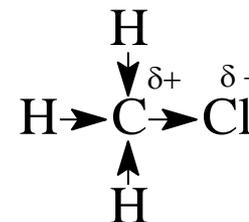


### Насыщенность



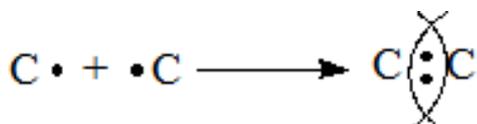
## Характеристика связи

### Полярность

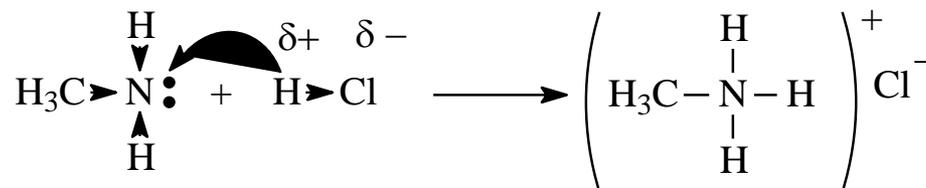


### Механизм образования

#### Обменный

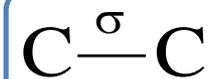


#### Донорно-акцепторный



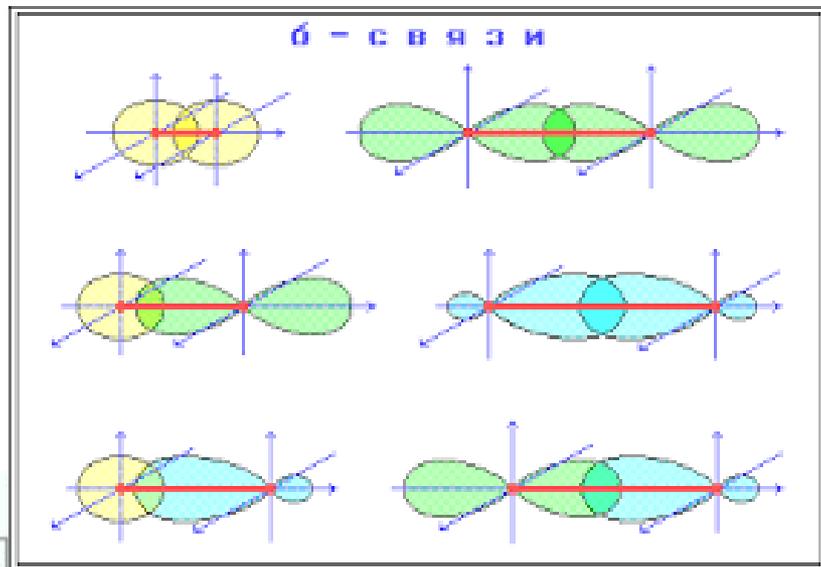
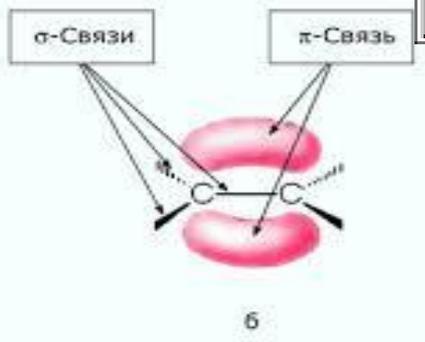
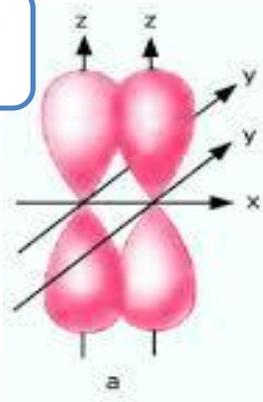
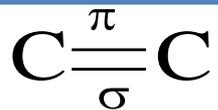
# Ковалентная химическая связь

## Характеристика связи



Тип перекрывания атомных орбиталей

Кратность связи



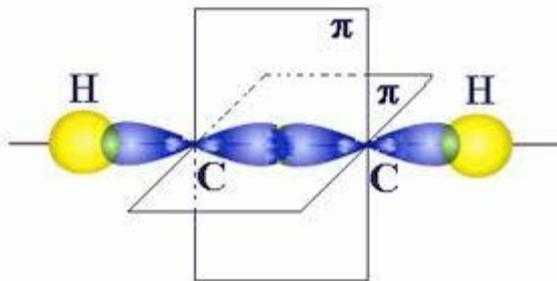
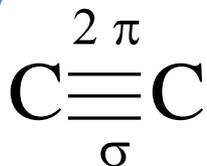
**σ связь** - Перекрывание атомных орбиталей вдоль линии связи.

**π связь** - перекрывание атомных орбиталей перпендикулярно линии связи.

Кратность 1

Кратность 2 (1σ + 1π связь)

Кратность 3 (1σ + 2π связи)



# Ковалентная химическая связь

## Характеристика связи

### Энергия и длина связи

**Энергия связи** - энергия, выделяющаяся при ее образовании или необходимую для разъединения двух связанных атомов

**Длина связи** — это расстояние между центрами связанных атомов

	Тип связи	Длина связи, А	Энергия связи, кДж/моль
1	C-C	1.54	348
2	C=C	1.34	614
3	C≡C	1.20	839

**Длина химической связи** — среднее расстояние между ядрами атомов, образующих химическую связь.

-В ряду **однотипных молекул длины связей** изменяются закономерно. Например, в ряду HF, HCl, HBr, HI длина связи увеличивается с возрастанием размера атома и соответственно равна (в А): 0.91; 1.27; 1.41; 1.61.

- Повышение **кратности связи** приводит к упрочнению межатомной связи и уменьшению длины связи.

Например, длина связи в молекуле фтора (F–F) равна 1.41 А, а в молекуле азота с тройной связью (N≡N) равна 1.10 А

**Энергия связи** в ряду **однотипных молекул** Например, в ряду HF, HCl, HBr, HI закономерно уменьшается 565.7; 427.8; 362.5; 294.5 кДж/моль.

Повышение **кратности связи** приводит к увеличению энергии связи.

Например, в молекуле фтора (F–F) энергия связи равна 159.0 кДж/моль; а в молекуле азота с тройной связью (N≡N) равна 941.6 кДж/моль

## **Изменение электроотрицательности (ЭО) в Периодической системе**

- С увеличением порядкового номера элементов ЭО изменяется периодически.
- В периоде она растёт слева направо при накоплении электронов на внешнем слое.
- В группе она убывает сверху вниз при увеличении числа электронных слоёв и увеличении атомных радиусов.
  
- Наибольшей ЭО в каждом периоде обладают самые маленькие атомы с семью внешними электронами — атомы галогенов (инертные газы соединений не образуют).

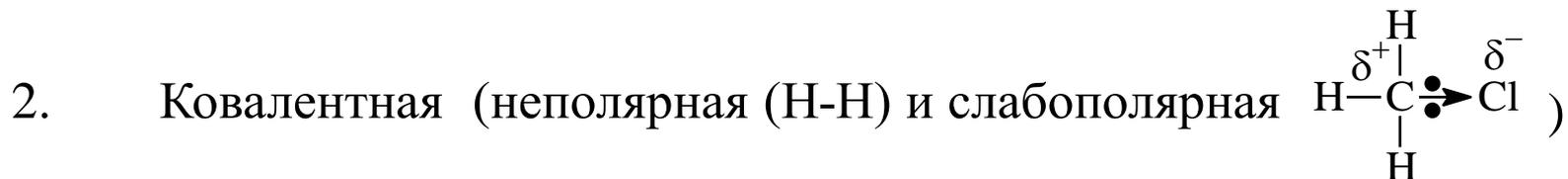
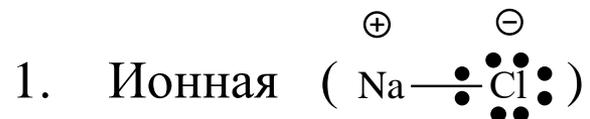
## Электроотрицательность элементов –

способность атомов элементов оттягивать к себе общие электронные пары в химических соединениях

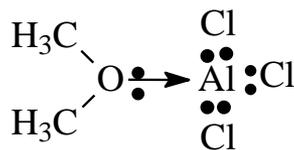
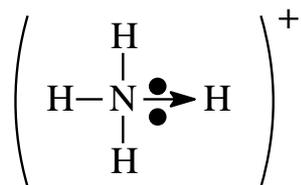
Группа \ Период	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII			
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	B	B	B	
1													H					
2	Li 1,0		Be 1,5		B 2,0		C 2,5		N 3,0		O 3,5		F 4,0					
3	Na 0,9		Mg 1,2		Al 1,5		Si 1,8		P 2,1		S 2,5		Cl 3,0					
4	K 0,8	Cu 1,9	Ca 1,0	Zn 1,6	Ga 1,6	Sc 1,3	Ge 1,8	Ti 1,5	As 2,0	V 1,6	Se 2,4	Cr 1,6	Br 2,8	Mn 1,5	Fe 1,8	Co 1,9	Ni 1,9	
5	Rb 0,8	Ag 1,9	Sr 1,0	Cd 1,7	In 1,7	Y 1,2	Sn 1,8	Zr 1,4	Sb 1,9	Nb 1,6	Te 2,1	Mo 1,8	I 2,5	Tc 1,9	Ru 2,2	Rh 2,2	Pd 2,2	
6	Cs 0,7	Au 2,4	Ba 0,9	Hg 1,9	Tl 1,8	La-Lu 1,0-1,2	Pb 1,9	Hf 1,3	Bi 1,9	Ta 1,5	Po 2,0	W 1,7	At 2,2	Re 1,9	Os 2,2	Ir 2,2	Pt 2,2	
7	Fr 0,7		Ra 0,9															



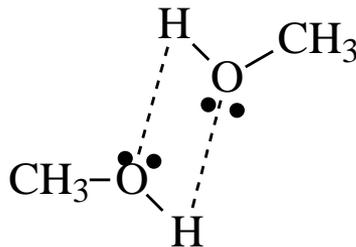
# Типы связей в органических соединениях



3. Донорно-акцепторная (семиполярная)



4. Водородная



5. Металлическая (Na, Fe, Cu...)

# Типы связей в органических соединениях

-Электроотрицательность ( $\chi$ ) определяет тип химической связи

- связь **ковалентная неполярная**, если разность электроотрицательностей взаимодействующих атомов равны

$$\chi(A) = \chi(B)$$

- связь **ковалентная полярная**, если разность электроотрицательностей взаимодействующих атомов равны

$$0.2 < |\chi(A) - \chi(B)| < 2$$

ковалентная связь образуется между неметаллами (в основном)

- связь **ионная**, если

$$|\chi(A) - \chi(B)| > 2$$

ионная связь образуется между атомами металла и неметалла

**Задача 1.** Определите тип связи в  $\text{Li-Cl}$ , Ответ обоснуйте, используя величины электроотрицательности элементов (если необходимо)

	<b>K</b>	<b>Li</b>	<b>Na</b>	<b>Mg</b>	<b>H</b>	<b>Se</b>	<b>C</b>	<b>S</b>	<b>Br</b>	<b>N</b>	<b>Cl</b>	<b>O</b>	<b>F</b>
<b>ЭО</b>	0.8	0.95	1.0	1.2	2.1	2.4	2.5	2.58	2.8	3.05	3.16	3.5	4.0

### **Решение**

Рассчитаем разность электроотрицательностей взаимодействующих атомов

$$[\chi(\text{Cl}) - \chi(\text{Li})] = 3.16 - 0.95 = 2.21 > 2$$

Следовательно, связь ионная

**Задача 1.** Определите тип связи в  $\text{CH}_4$ . Ответ обоснуйте, используя величины электроотрицательности элементов (если необходимо)

	K	Li	Na	Mg	H	Se	C	S	Br	N	Cl	O	F
ЭО	0.8	0.95	1.0	1.2	2.1	2.4	2.5	2.58	2.8	3.05	3.16	3.5	4.0

### Решение

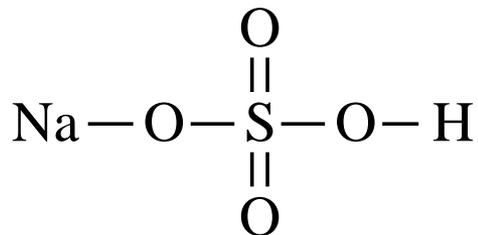
Рассчитаем разность электроотрицательностей взаимодействующих атомов

$$[\chi(\text{C}) - \chi(\text{H})] = 2.5 - 2.1 = 0.29$$

Следовательно, связь ковалентная полярная

**Задача 1.** Определите тип связи в молекуле  $\text{NaHSO}_4$ . Ответ обоснуйте, используя величины электроотрицательности элементов (если необходимо)

	K	Li	Na	Mg	H	Se	C	S	Br	N	Cl	O	F
ЭО	0.8	0.95	1.0	1.2	2.1	2.4	2.5	2.58	2.8	3.05	3.16	3.5	4.0



### Решение

В молекуле содержатся связи  
S-O, O-H, O-Na

Рассчитаем разность

электроотрицательностей взаимодействующих атомов в данных  
связях

$$[\chi(\text{O}) - \chi(\text{S})] = 3.5 - 2.58 = 0.98 \quad \text{связь ковалентная полярная}$$

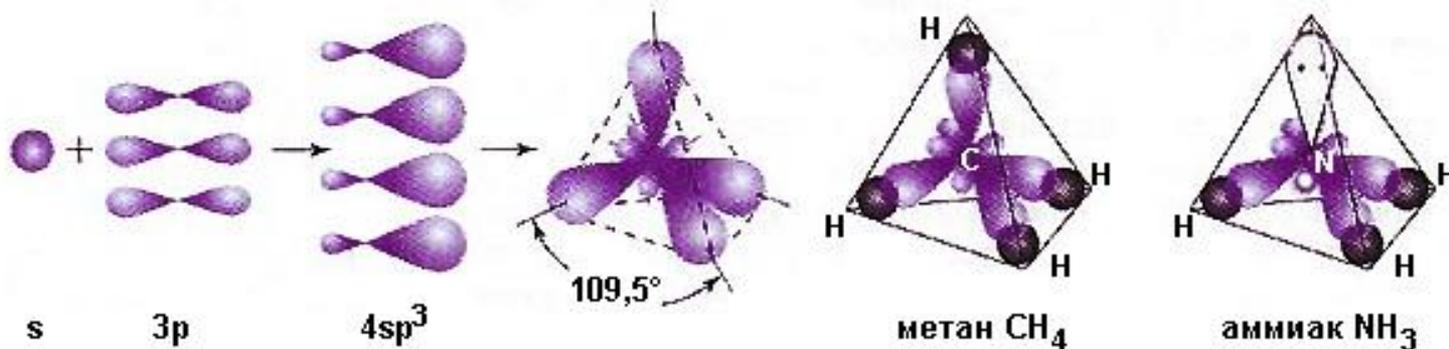
$$[\chi(\text{O}) - \chi(\text{H})] = 3.5 - 2.1 = 1.4 \quad \text{связь ковалентная полярная}$$

$$[\chi(\text{O}) - \chi(\text{Na})] = 3.5 - 1.0 = 2.1 \quad \text{связь ионная}$$

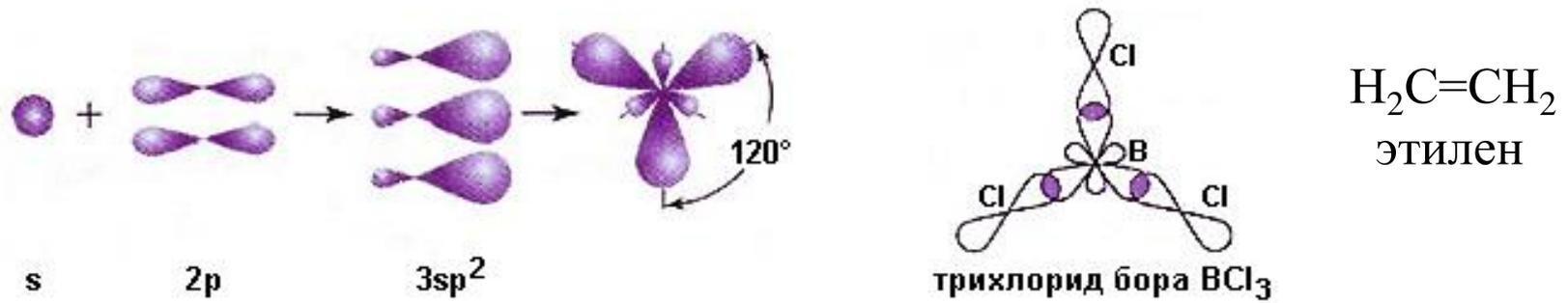
**Гибридизация атомных орбиталей (АО)** - это взаимодействие (смешение) разных по типу, но близких по энергии атомных орбиталей данного атома с образованием гибридных орбиталей одинаковой формы и энергии

Гибридизация происходит в процессе образования **ковалентной связи**.

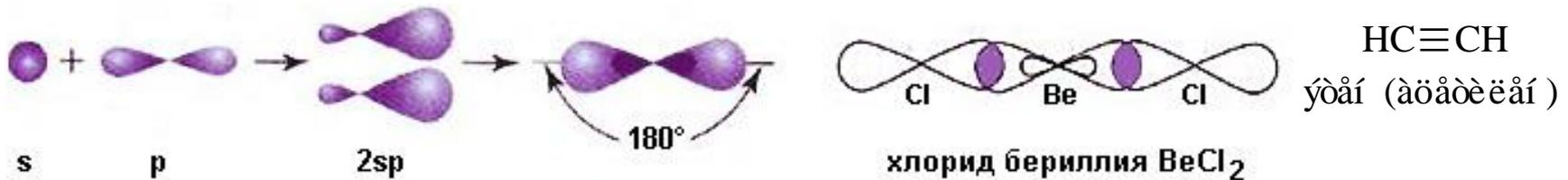
# Гибридизация атомных орбиталей



а) sp<sup>3</sup> - гибридизация

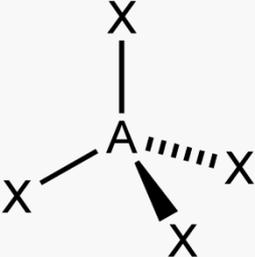
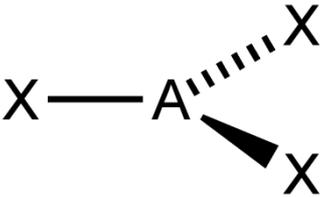


б) sp<sup>2</sup> - гибридизация



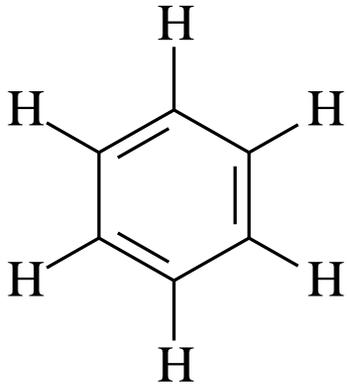
в) sp - гибридизация

# Геометрическая структура молекулы, обусловленная различным гибридизации электронных орбиталей

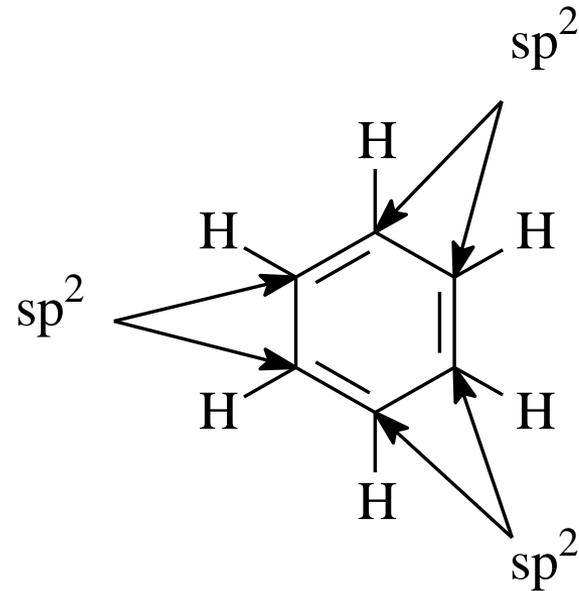
Тип	Геометрическая структура		
$sp^3$	Тетраэдрическая (валентный угол $109^{\circ}28'$ )		(C): $CH_4$ ; (O): $H_2O$ ; (N): $NH_3$
$sp^2$	Треугольная (валентный угол $120^{\circ}$ )		$H_2C=CH_2$ $BF_3$ , $NO_3^-$ $CO_3^{2-}$
$sp$	Линейная (валентный угол $180^{\circ}$ )		$HC\equiv CH$ $BeF_2$ , $CO_2$ , $NO_2^+$

## Задание

Укажите тип гибридизации орбиталей каждого атома углерода



## Решение

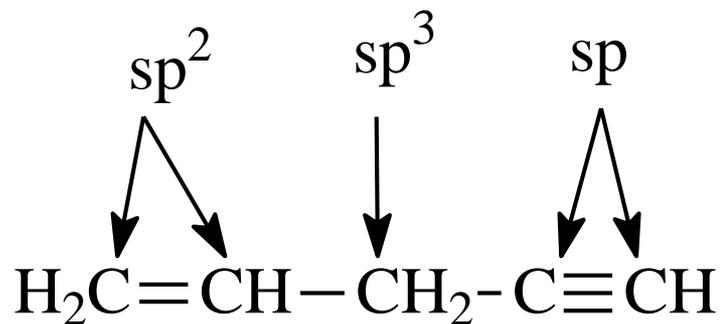


## Задание

Укажите тип гибридизации орбиталей каждого атома углерода

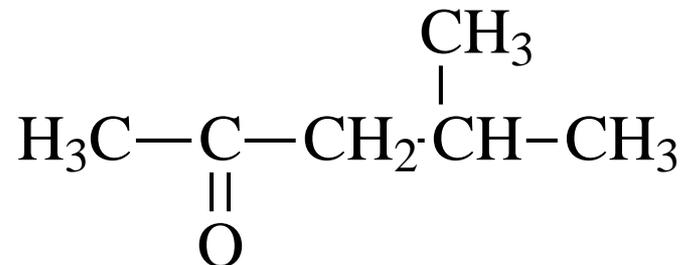


## Решение

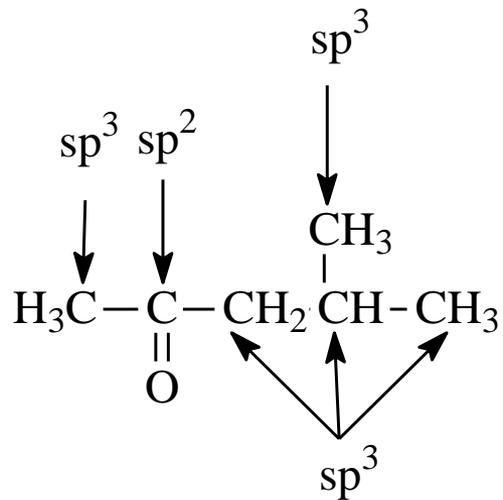


## Задание

Укажите тип гибридизации орбиталей каждого атома углерода



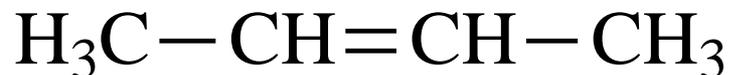
## Решение



## Задание

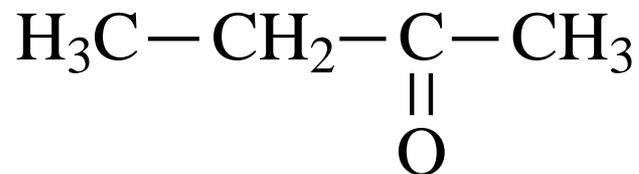
Напишите структурные формулы молекул тип гибридизации орбиталей атомов углерода которых

(a) углеводород -  $sp^3-sp^2-sp^2-sp^3$



Бутен-2

(b) кетон -  $sp^3-sp^3-sp^2-sp^3$



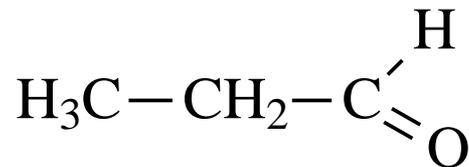
Бутанон-2

(c) углеводород -  $sp^3-sp^3-sp-sp$



Бутин-1

(d) альдегид -  $sp^3-sp^3-sp^2$



Пропаналь