

**Химические  
элементы IV  
группы главной  
подгруппы**

# Элементы главной подгруппы

IV группы:

углерод C,

кремний Si,

германий Ge,

олово Sn,

свинец Pb

недавно открытый

искусственный

радиоактивный элемент

флеровий Fl.

III	IV	V
5 10,811 2,01 0,028 <b>B</b> БОР	6 12,011 2,50 0,062 <b>C</b> УГЛЕРОД	7 14,0067 3,07 0,032 <b>N</b> АЗОТ
13 26,981539 1,47 0,331 <b>Al</b> АЛЮМИНИЙ	14 28,0855 1,74 0,107 <b>Si</b> КРЕМНИЙ	15 30,973762 2,50 0,009 <b>P</b> ФОСФОР
21 44,955910 <b>Sc</b> СКАНДИЙ	22 47,88 <b>Ti</b> ТИТАН	23 50,9415 <b>V</b> ВАНАДИЙ
31 69,723 1,72 0,156 <b>Ga</b> ГАЛЛИЙ	32 72,61 2,02 0,109 <b>Ge</b> ГЕРМАНИЙ	33 74,92159 2,22 0,160 <b>As</b> МИСЬЯК
39 88,90585 <b>Y</b> ИТРИЙ	40 91,224 <b>Zr</b> ЦИРКОНИЙ	41 92,90638 <b>Nb</b> НИОБИЙ
49 114,82 1,43 0,139 <b>In</b> ИНДИЙ	50 118,710 1,72 0,124 <b>Sn</b> ОЛОВО	51 121,76 1,82 0,119 <b>Sb</b> СУРЬМА
57 138,9055 <b>La</b> ЛАНТАН	72 178,49 <b>Hf</b> ГАФНИЙ	73 180,9479 <b>Ta</b> ТАНТАЛ
81 204,3833 1,44 0,150 <b>Tl</b> ТАЛЛИЙ	82 207,2 1,55 0,122 <b>Pb</b> СВИНЕЦ	83 208,9804 1,67 0,150 <b>Bi</b> БИСМУТ
89 227,0278 <b>Ac</b> АКТИНИЙ	104 261,11 <b>(Ku)</b> КУРЧАТОВИЙ	105 262,114 <b>(Ns)</b> ОУЛЬСБОРИЙ



# Углерод

Символ элемента	<b>С</b>
Название элемента	<b>Углерод</b>
Дата открытия	-
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	<b>3513,00</b>
Температура плавления, Т К	<b>3820,00</b>
Температура кипения, Т К	<b>5100,00</b>

## Общие свойства

**С**

*углерод*

## Свойства атома

Заряд ядра	<b>6</b>
Атомная масса	<b>12.01100</b>
Потенциал ионизации, кДж/моль	<b>1086,20</b>
Сродство к электрону, кДж/моль	<b>121,90</b>
Электроотрицательность по Полингу	<b>2,55</b>

# Аллотропные модификации углерода

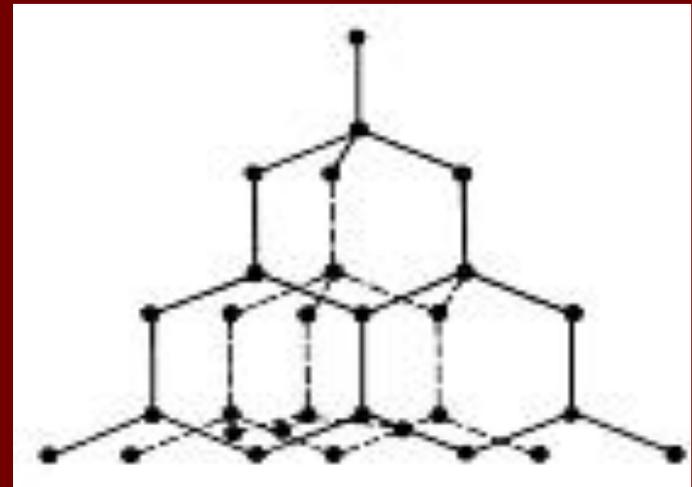
- алмаз
- графит
- карбин

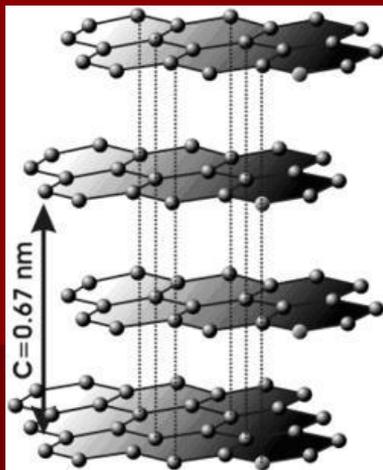




# Алмаз

- Кристаллическая решетка - атомная.
- У атома углерода -  $sp^3$ -гибридизация.
- Алмаз имеет высокую твердость, плотность  $3,5\text{г/см}^3$ , плохо проводит тепло, не проводит электрический ток, преломляет свет.
- $t_{\text{пл}} = 3730\text{С}$ .
- Его применяют как украшение, для резки стекла, бурения горных пород, шлифования особо твердых материалов.





# Графит



- Видоизменения графита - кокс, сажа, древесный уголь.
- Углерод в графите находится в состоянии  $sp^2$ -гибридизации.
- Графит - жирное на ощупь вещество с металлическим блеском, тугоплавкое, полупроводник, мягкое, легко расслаивается.
- Из графита изготавливают огнестойкие, химически устойчивые изделия, карандаши, краски, смазки. Графит применяется в электротехнике, в атомной технике как замедлитель нейтронов, изоляционный материал.

# Карбин

- Представляет собой черный порошок.
- Углерод находится в состоянии sp-гибридизации.



- Карбин является полупроводником.
- Впервые карбин получен в 1963 году при каталитическом окислении ацетилена (учеными В. В. Коршак, А. М. Сладковым, В. Ш. Касаточкиным). Позднее карбин обнаружили в природе.

# Химические свойства углерода

При нагревании	до 800 – 900°C
1. С кислородом	$C + O_2 = CO_2$
2. С азотом	$C + N_2 = (C_2N_2)$ (оксид)
3. С серой	$C + 2S = CS_2$ (сероуглерод) (циан)
4. С водородом	$C + 2H_2 = CH_4$ (метан)
5. С кремнием	$C + Si = SiC$ (карборунд)
6. С металлами	$3C + 4Al = Al_4C_3$ (карбид алюминия)
7. С оксидами металлов	$CuO + C = CO_2 + Cu$

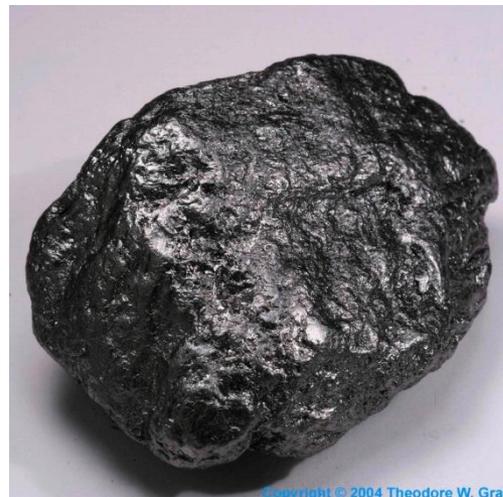
# Адсорбция



- **Адсорбция - свойство угля и других твёрдых веществ удерживать на своей поверхности пары, газы и растворённые вещества.**
- **Адсорбент - вещество, на поверхности которого происходит адсорбция.**

# Нахождение в природе

- **Свободный углерод находится в природе в виде алмаза и графита.**



- **Основная масса углерода в виде природных и горючих ископаемых**
- **В атмосфере и гидросфере находится в виде диоксида углерода  $\text{CO}_2$ , (в воздухе 0,046 %  $\text{CO}_2$  по массе).**
- **Углерод входит в состав растений и животных (~18 %). Общее содержание углерода в организме человека достигает 21 %/.**

# Природные карбонаты кальция и магния

мел



мрамор



ДОЛОМИТ

© geology.com



ИЗВЕСТНЯК

# Горючие ископаемые

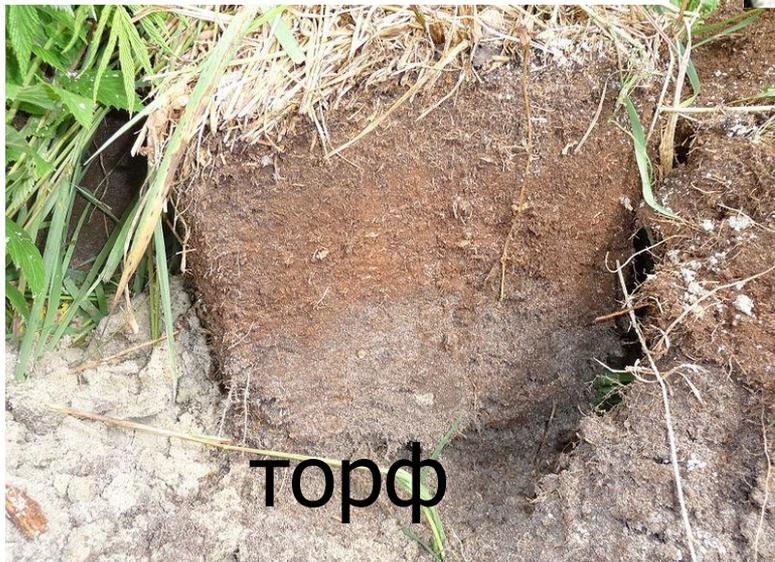
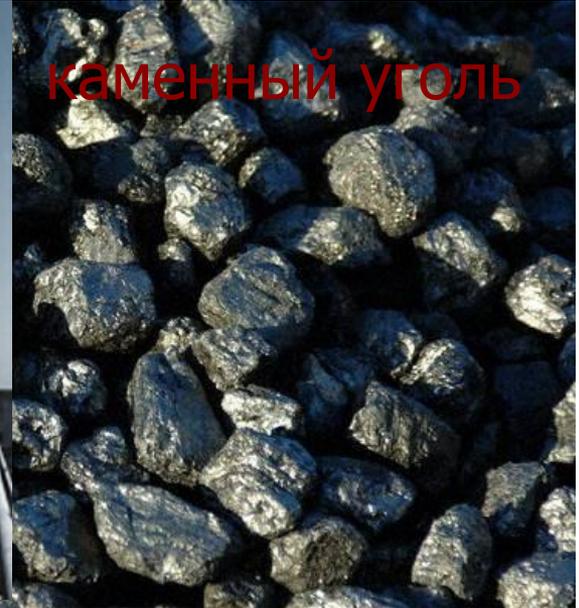
антрацит



природный газ



каменный уголь



торф

нефть



# Шунгит

(содержит углерод и оксид кремния)



# Сероуглерод $CS_2$

- Сероуглерод - тяжелая, маслянистая жидкость, хороший растворитель лаков, красок, каучуков. Ядовит.
- Легко воспламеняется.
- $CS_2$  является ангидридом тиоугольной кислоты  $H_2CS_3$  :



# Соединения углерода с азотом



- Дициан взаимодействует с водой



- Дициан взаимодействует со щелочами:



- KCN — соль цианистоводородной кислоты (цианид калия).

- KNCO — соль циановой кислоты (цианат калия).



# Цианистоводородная (синильная) кислота HCN

- Бесцветная жидкость с запахом миндаля, сильнейший яд.
- Получение ( $500^{\circ}\text{C}$ , катализатор  $\text{ThO}_2$ ):  
$$\text{NH}_3 + \text{CO} = \text{HCN} + \text{H}_2\text{O}$$
- Эта кислота слабее угольной.
- Соли получают по реакции:  
$$\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{C} + 2\text{NH}_3 = 2\text{KCN} + 3\text{H}_2\text{O}$$
- Цианиды используются при извлечении золота из руды и производстве  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  и  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .

# Соединения углерода с азотом

Формула  $\text{HNCO}$  соответствует трем изомерам:

$\text{H-O-C}\equiv\text{N}$  (циановая кислота)

$\text{H-N}=\text{C}=\text{O}$  (изоциановая кислота)

$\text{H-O-N}=\text{C}$  (гремучая кислота)

# Галогениды углерода

- Соединения углерода с галогенами получают косвенным путем, например:  
$$\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 = \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl};$$
$$\text{CH}_3\text{Cl} + \text{Cl}_2 = \text{CH}_2\text{Cl}_2 + \text{HCl}$$
- Смешанные галогениды  $\text{CCl}_2\text{F}_2$ ,  $\text{CCl}_3\text{F}$ ,  $\text{CBr}_3\text{F}$  называются фреонами и используются в качестве хладагентов в холодильной технике.

# Домашнее задание

- На 3
- создайте интеллект карту по теме «Углерод»

## На 4:

1 Неметаллические свойства у углерода более выражены,  
чем неметаллические свойства

1) кислорода      2) фтора      3) хлора      4) кремния.

2 Свойства оксидов в ряду  $\text{CO}_2 \rightarrow \text{B}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{BeO}$  изменяются от

1) кислотных к амфотерным      3) основных к кислотным  
2) амфотерных к основным      4) основных к амфотерным

3 Значения высшей и низшей степени окисления углерода соответственно равны

1) +2 и -4      2) +4 и -2      3) +2 и -4      4) +4 и -4

4 В соединениях  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  и  $\text{C}_2\text{H}_2$  степени окисления углерода соответственно  
равны

1) - 1, + 4      2) +2, +2      3) + 2, + 4      4) + 4, - 1

5 Электроотрицательность углерода больше, чем электроотрицательность

1) кислорода      2) азота      3) серы      4) кремния.

6 Высшую степень окисления углерод имеет в соединении

1)  $\text{Al}_4\text{C}_3$ ,      2)  $\text{CH}_4$ ,      3)  $\text{Na}_4\text{C}$ ,      4)  $\text{CO}_2$ .

7 Такую же степень окисления, как и в  $\text{CH}_4$ , углерод имеет в соединении

1)  $\text{CO}$ ,    2)  $\text{Al}_4\text{C}_3$ ,      3)  $\text{CaCO}_3$ ,      4)  $\text{CO}_2$ .