

Углерод

Общая характеристика элементов подгруппы углерода

Углерод — химический элемент

1. Положение углерода в ПСХЭ Д.И. Менделеева
2. Строение атома углерода
3. Нахождение в природе
4. Круговорот углерода в природе

Углерод — простое вещество

1. Аллотропные модификации углерода
2. Химические свойства

Соединения углерода

1. Оксиды
2. Угольная кислота и ее соли

Общая характеристика подгруппы углерода

период	группа	
	IVA группа	
2	C углерод	6 18,01115
3	Si кремний	14 28,086
4	Ge германий	32 72,59
5	Sn олово	50 118,69
6	Pb свинец	82 207,19

Определите положение элементов в ПСХЭ. Перечислите химические элементы подгруппы углерода и дайте им краткую характеристику: выпишите их символы и названия. Объясните характер изменений [(увеличение), (усиление)] или [(уменьшение), (ослабление)] в подгруппе углерода с ростом порядкового номера:

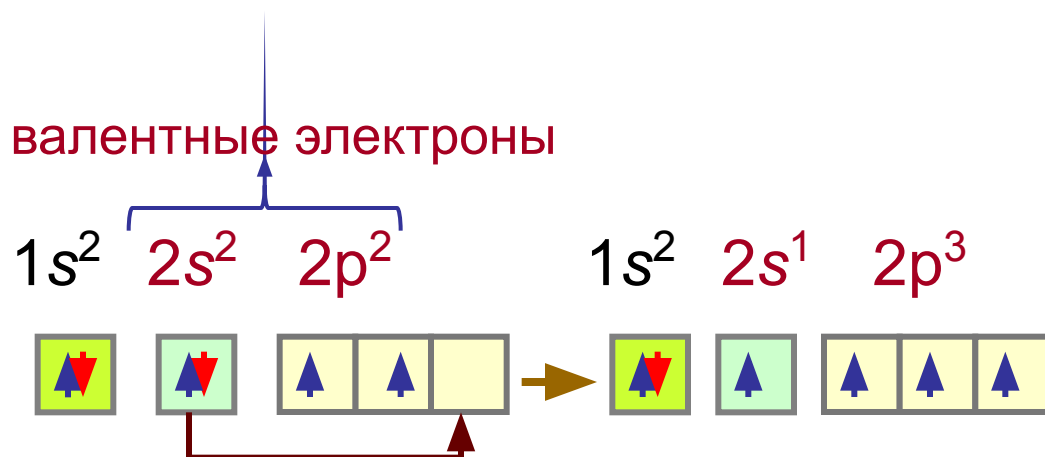
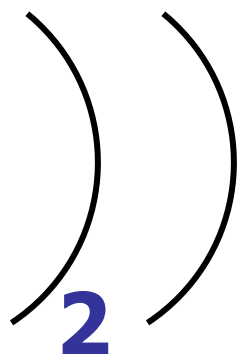
- заряда ядра (Z); **увеличивается**
- количества электронов на внешнем слое; **не изменяется**
- радиус атома, нм; **увеличивается**
0,077 0,118 0,122 0,141 0,154
C → **Si** → **Ge** → **Sn** → **Pb**
- прочность связи валентных электронов с ядром; **уменьшается**
- электроотрицательность (ЭО); **уменьшается**
3,0 **2,6** **1,9** **2** **2,3**
C **Si** **Ge** **Sn** **Pb**
- неметаллические свойства; **ослабляются**
- окислительные свойства; **ослабляются**

Углерод – химический элемент

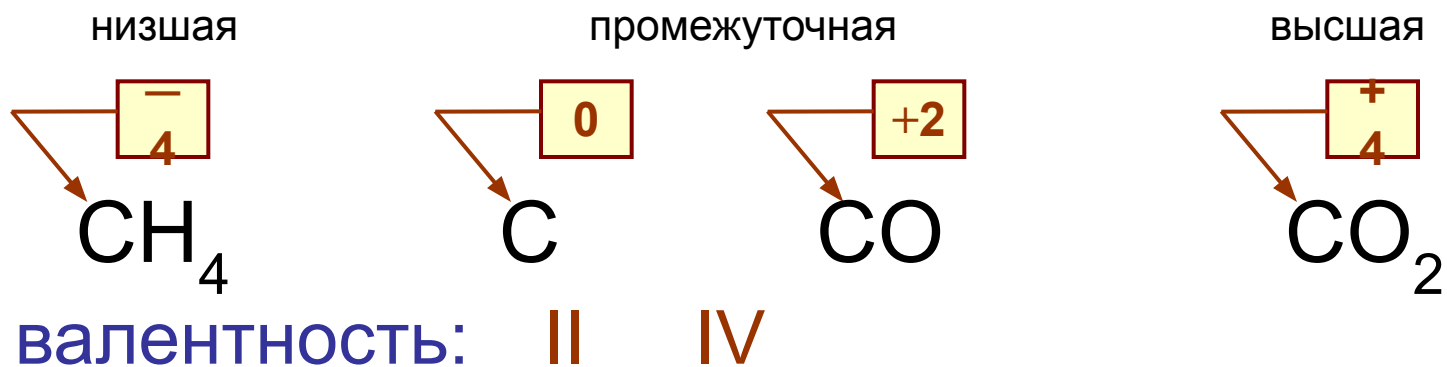
1. Положение углерода в ПСХЭ.
Строение атома углерода
2. Сравнение строения атома углерода и кремния
3. Нахождение в природе

Положение углерода в ПСХЭ Д.И. Менделеева. Строение атома

		порядковый номер	период	группа
C	неметалл	+6	2	IV⁴A



степень окисления углерода :



Нахождение в природе

В свободном виде

в форме двух модификаций —
алмаза и графита

В виде соединений

в атмосфере в виде CO_2
0,03 % по массе

в литосфере углерод занимает 13 место по распространенности среди всех элементов и на его долю приходится **0,087%**

Минералы: кальцит CaCO_3 и его разновидности (мел, мрамор, известняк);
магнезит MgCO_3 ; доломит $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$; малахит $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$

Углерод — это основная часть каменного (до 99%) и бурого (до 72%) углей;
торфа (до 57%)

Углерод — это элемент, который образует все органические вещества.

Аллотропные модификации углерода

алмаз

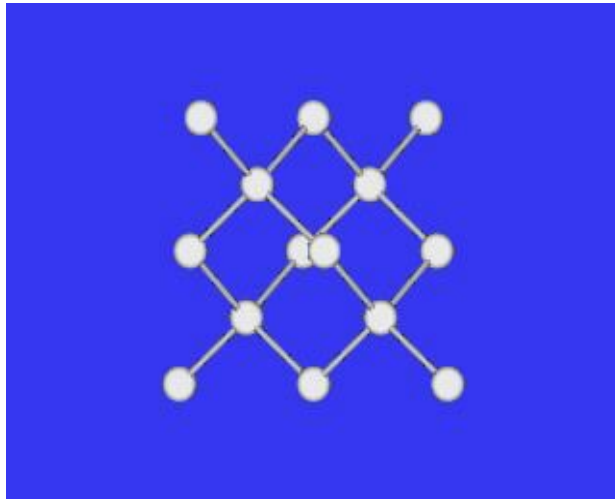
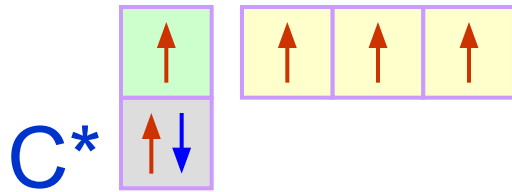
графит

карбин

фуллер
ен

Аллотропные модификации углерода имеют **атомные** кристаллические решетки.

Алмаз

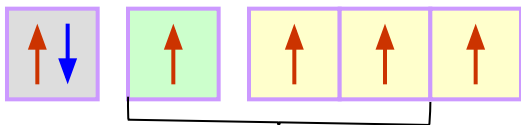


В возбужденном состоянии атом углерода может образовывать четыре ковалентные связи. В алмазе все валентные электроны атомов углерода участвуют в образовании связей, все связи очень прочные. Недаром алмаз – самое твердое вещество в природе. И с незапамятных времен считается царем всех самоцветов и драгоценных камней.

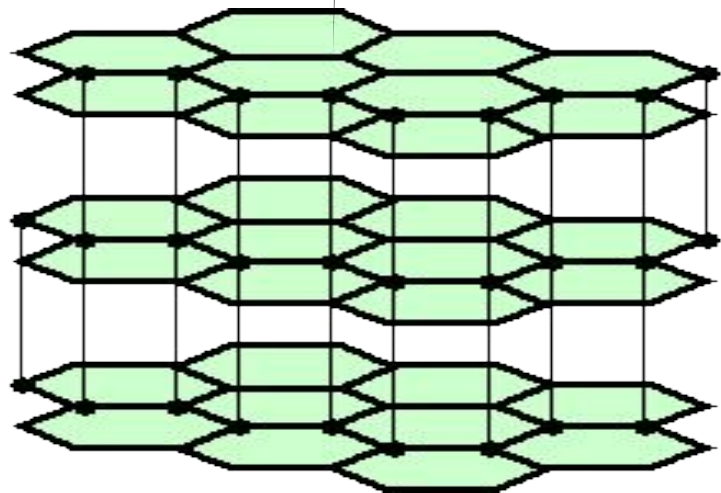
Да и само его название означает по-гречески «несокрушимый»



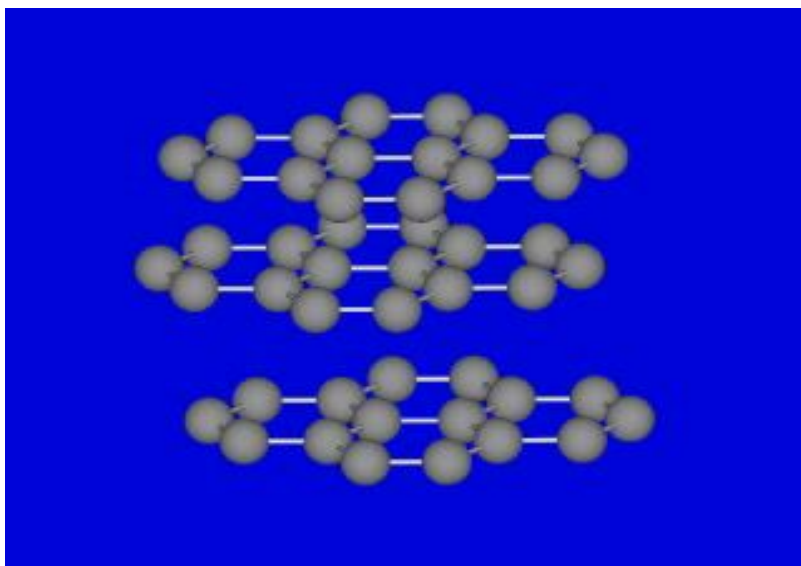
Графит



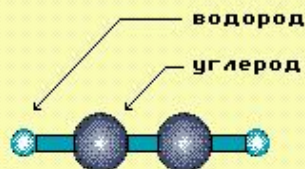
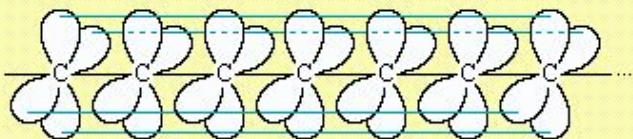
Графит по составу тот же *углерод*, но структура кристаллической решетки у него не такая, как у алмаза. Графит имеет слоистую структуру – атомы углерода в нем



образуют плоские слои. Каждый атом углерода в слое связан с тремя соседними, угол между связями составляет 120° . В образовании этих связей принимает участие три из четырех валентных электронов каждого атома углерода. Электронные облака оставшихся электронов слабо перекрываются друг с другом, связывая отдельные слои. Образованные ими связи гораздо менее прочны, чем слои внутри связи.



Строение карбина



Ацетилен

Кристаллы карбина состоят из линейных цепочек атомов углерода в sp -гибридизованном состоянии.

Карбин можно рассматривать как полимер ацетилена:
 $(-C\equiv C-)_n$

Карбин



полииновая

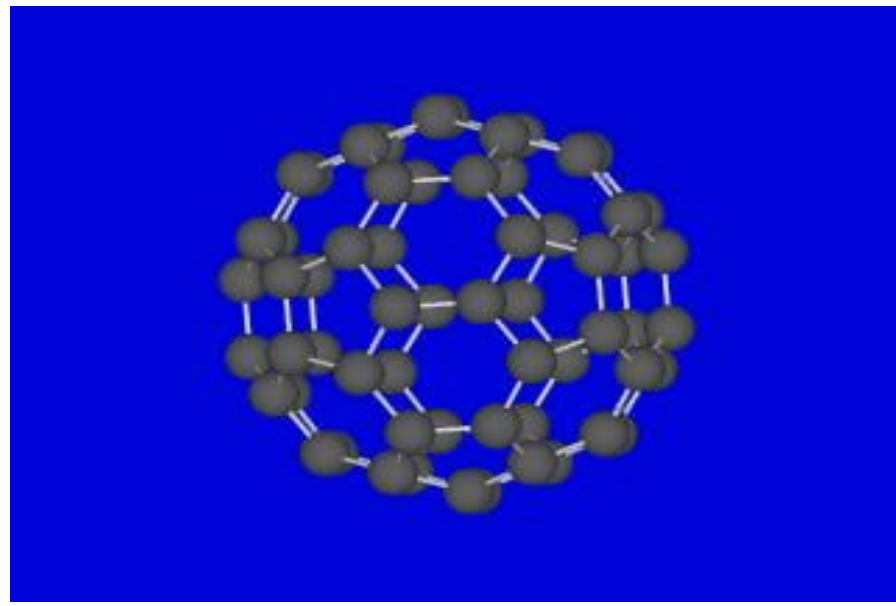
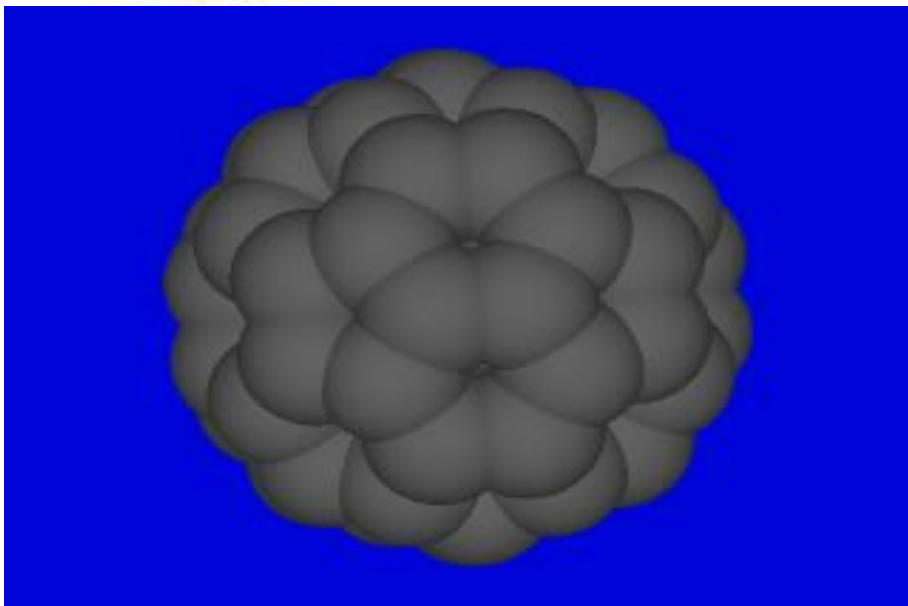
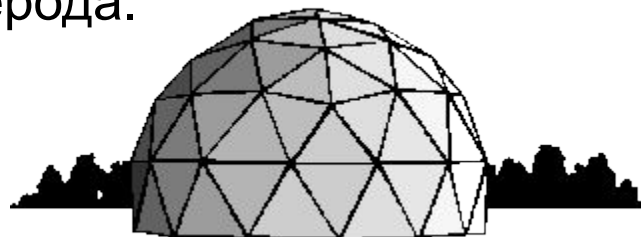


полиеновая

- Карбин представляет собой мелкокристаллический порошок чёрного цвета (плотность $1,9-2 \text{ г/см}^3$), обладает полупроводниковыми свойствами. Получен в искусственных условиях из длинных цепочек атомов **углерода**, уложенных параллельно друг другу.
- Карбин — линейный полимер углерода. В молекуле карбина атомы углерода соединены в цепочки поочередно либо тройными и одинарными связями, либо постоянно двойными связями. Карбин обладает полупроводниковыми свойствами. Карбин — линейный полимер углерода. В молекуле карбина атомы углерода соединены в цепочки поочередно либо тройными и одинарными связями, либо постоянно двойными связями. Карбин обладает полупроводниковыми свойствами.



Фуллерены. Это твердые кристаллические вещества, растворимые в органических растворителях, с образованием ярко окрашенных растворов. Молекулы фуллеренов представляют собой сферы, состоящие из пяти- и шестиугольников, которые образованы атомами углерода.



Химические свойства углерода

Взаимодействие с простыми веществами:

с металлами

с неметаллами

Взаимодействие со сложными веществами:

с водой

оксидами металлов

с кислотами

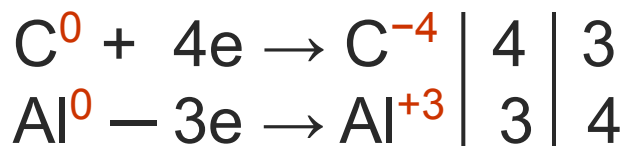
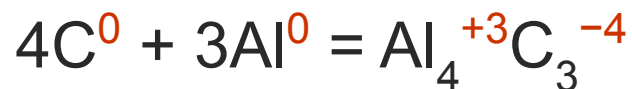
Взаимодействие с металлами

При обычных условиях углерод химически инертен, но при нагревании реагирует со многими веществами. Все реакции углерода протекают при высоких температурах (от 600 – 1700°C).

Принимая 4 электрона на свой внешний электронный уровень от более сильных восстановителей, он восстанавливается до C^{-4}

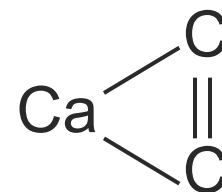
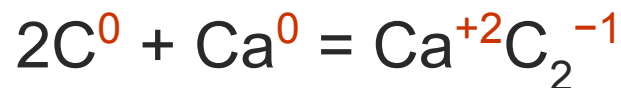
С металлами углерод образует **карбиды**.

Составьте уравнения реакций взаимодействия углерода с алюминием, кальцием.



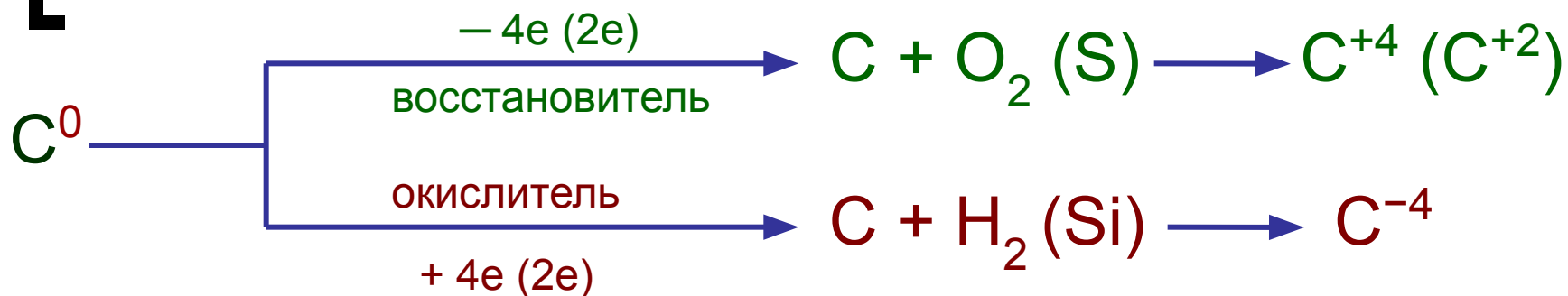
C^0 – окислитель, процесс восстановления

Al^0 – восстановитель, процесс окисления.

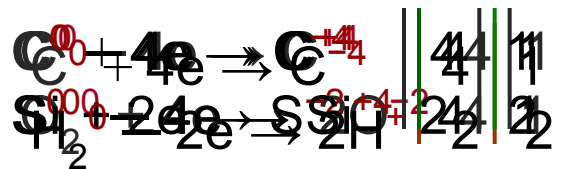
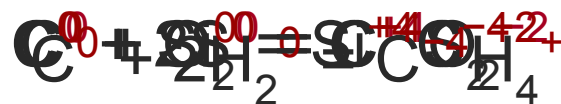


Связь между Ca и C – **ионная**,
а между атомами углерода –
ковалентная неполярная.

Взаимодействие с неметаллами



Напишите уравнения реакций углерода с кислородом, серой, водородом, кремнием. Рассмотрите реакции как окислительно-восстановительные.



C^0 — ВОССТАНОВИТЕЛЬ, пр. восстановления;
 ОКИСЛИТЕЛЬ, пр. окисления;

Si^0 — ВОССТАНОВИТЕЛЬ, пр. восстановления;
 ВОССТАНОВИТЕЛЬ, пр. окисления.

Взаимодействие со сложными веществами

с водой

оксидами металлов

с кислотами

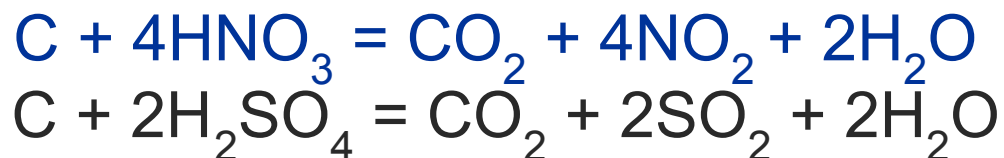
1 При 800 С углерод реагирует с водяным паром (газопаровая конверсия угля), образуя смесь угарного газа с водородом, называемую **синтез-газом** (водяным газом):



2 Углерод – прекрасный **восстановитель**, он используется для получения многих металлов из оксидов:



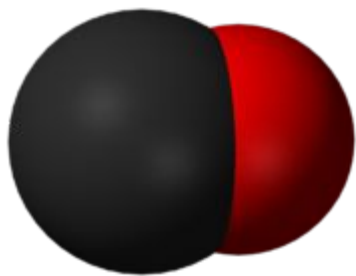
3 Углерод устойчив к действию щелочей, но **окисляется горячими концентрированными растворами серной и азотной кислот** до углекислого газа:





Соединения углерода

1. Оксид углерода(II)
2. Оксид углерода(IV)
3. Угольная кислота и ее соли

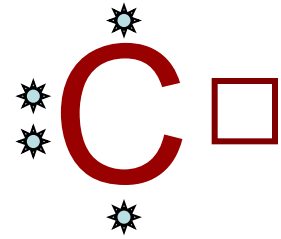
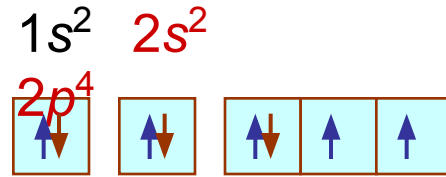
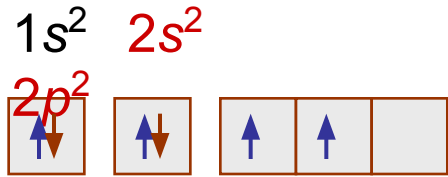


Оксид углерода (II)

несолеобразующий оксид

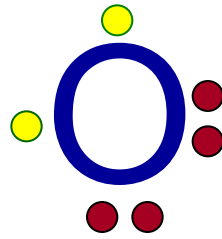
1. Состав. Строение
2. Получение
 - а) в лаборатории
 - б) в промышленности
3. Физические свойства
4. Физиологическое действие угарного газа на организм
5. Химические свойства
6. Применение

Оксид углерода (II) CO

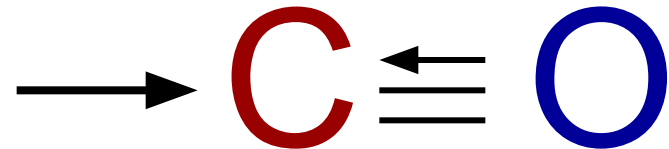
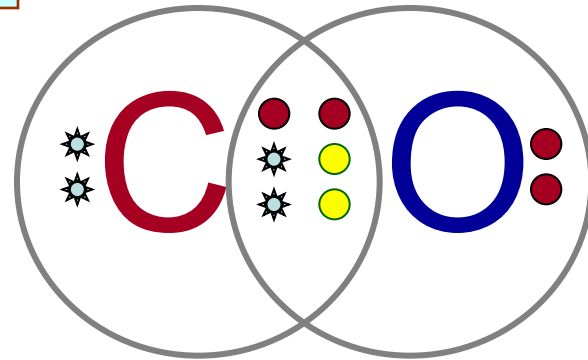


акцептор

+



донор



Степень окисления углерода **+2**

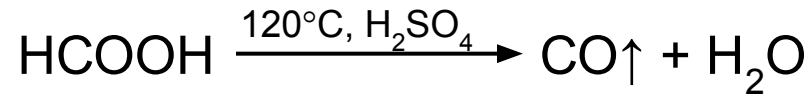
Валентность углерода **III**

Химическая связь **ковалентная полярная**

Кристаллическая решетка **молекулярная**

Получение оксида углерода (II)

При действии на муравьиную кислоту водоотнимающими средствами происходит ее обезвоживание:



Физические свойства

Монооксид углерода представляет собой бесцветный и не имеющий запаха газ, малорастворимый в воде.

Растворимость CO в воде 0,0026 г/100 мл.

$t_{\text{пл.}} = -205\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{кип.}} = -191,5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Образуется при неполном сгорании топлива. Токсичен. Угарный газ попадает в атмосферу в основном с выхлопными газами автотранспорта, в результате лесных и степных пожаров, с болотными и вулканическими газами. Угарный газ - один из основных загрязнителей атмосферы, выбросы составляют ~200 млн. т в год.



Воздействие угарного газа на человека

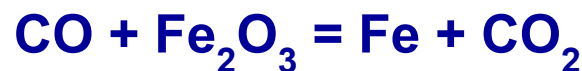


На человека угарный газ воздействует как сильнодействующий **яд.** Сущность отравления угарным газом состоит в том, что он обладает свойством в 200—300 раз активнее соединяться с гемоглобином крови, чем кислород воздуха, необходимый для жизнедеятельности организма. Содержание в помещении угарного газа в количестве 1% может привести к смерти через 1—2 минуты.

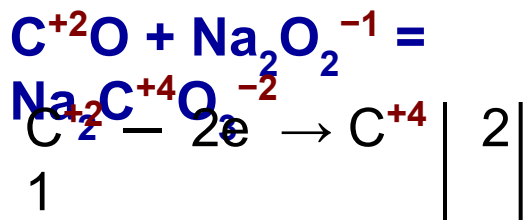
Химические свойства оксида углерода (II)

Напишите уравнение реакции горения оксида углерода (II): $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$

Подобно углероду угарный газ восстанавливает металлы из их оксидов, окисляясь при этом до углекислого газа. Напишите уравнения реакций восстановления оксидом углерода (II) оксида меди (II), оксида железа (III) до металлов.



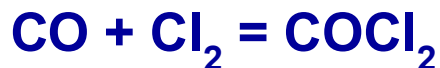
Угарный газ реагирует с пероксидом натрия Na_2O_2 с образованием соды – карбоната натрия. Напишите уравнение реакции. Назовите окислитель и восстановитель.



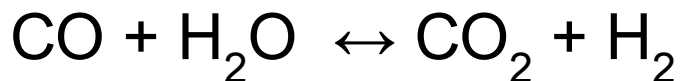
CO (за счет C^{+2}) – восстановитель, процесс окисления.

Na_2O_2 (за счет O^{-1}) – окислитель, процесс восстановления.

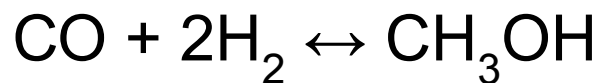
Взаимодействуя с хлором, оксид углерода (II) образует сильное отравляющее вещество фосген:



Оксид углерода (II) восстанавливает водород из горячего водяного пара:



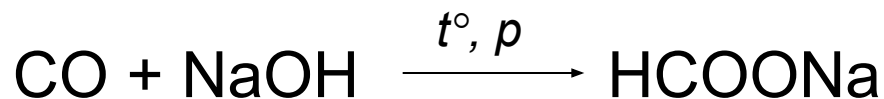
Оксид углерода (II) проявляет и окислительные свойства. Например, в органической химии из синтез-газа (двух объемов водорода и одного объема угарного газа) получают метанол CH_3OH



При высоких температурах и давлении CO взаимодействует с переходными металлами с образованием **карбониллов**:



При повышенных температурах и давлении (120°C , 5 атм.) взаимодействует с NaOH с образованием формиата натрия:



Применение оксида углерода (II)

1. Угарный газ служит сырьем для получения метилового спирта и некоторых других органических веществ



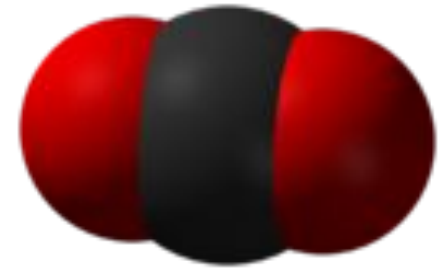
2. Оксид углерода (II) используют в качестве восстановителя в металлургии.



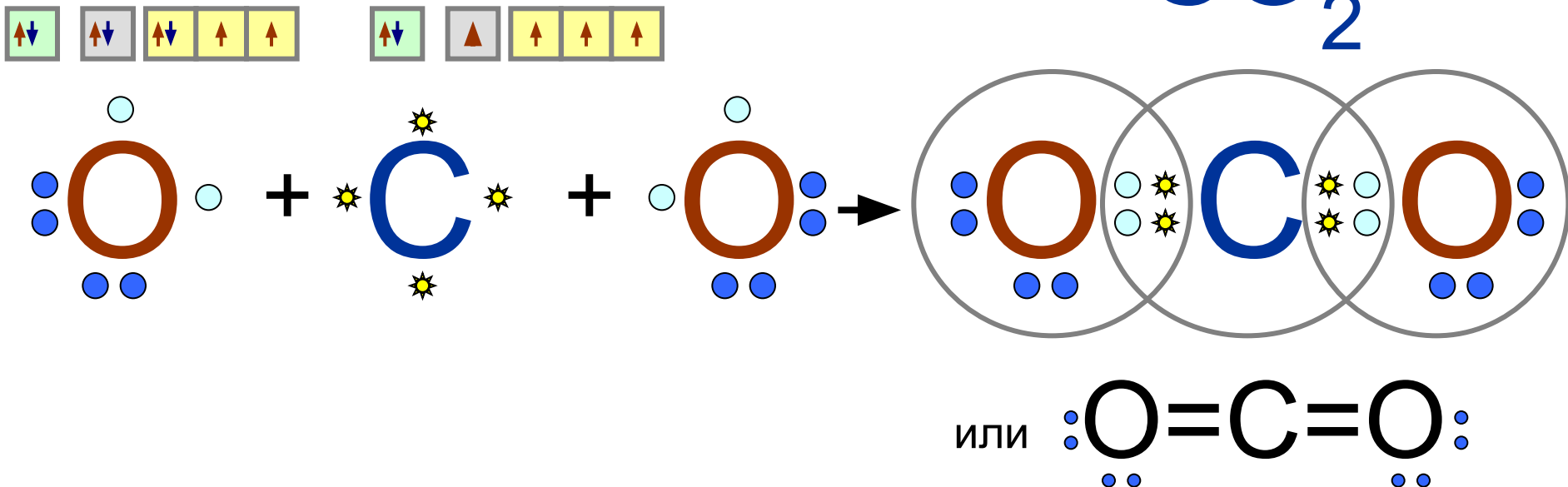
Оксид углерода (IV)

солеобразующий кислотный оксид

1. Состав. Строение.
2. Физические свойства.
3. Получение:
 - а) в лаборатории;
 - б) в промышленности.
4. Химические свойства.
5. Применение.



Оксид углерода (IV) CO_2



Молекула CO_2 имеет линейное строение – в ней атом углерода образует с атомами кислорода две двойные связи.

Степень окисления углерода

+4

Валентность углерода

IV

Химическая связь

ковалентная полярная

Кристаллическая решетка

молекулярная

Физические свойства оксида углерода (IV) ↑

агрегатное состояние при н.у.	газ
при охлаждении под давлением	твердая снегообразная масса
запах	без запаха
цвет	без цвета
растворимость в воде	слабо растворим в воде (0,88 объема на 1объем воды при 20°С)

Определите относительную плотность углекислого газа по воздуху.



$$D_{\text{воздуху}}(\text{CO}_2) = \frac{M(\text{CO}_2)}{M_{\text{(воздуха)}}} =$$
$$= \frac{44\text{г/моль}}{29\text{г/моль}} = 1,5$$

CO₂ в **1,5** раза тяжелее воздуха.

Физические свойства углекислого газа

Углекислый газ в зависимости от давления и температуры может находиться в газообразном, жидком или твердом состоянии. Диоксид углерода невзрывоопасен и не токсичен, но не поддерживает дыхание.

В газообразном состоянии диоксид углерода представляет собой бесцветный газ с немного кисловатым вкусом и запахом. В атмосфере Земли содержится около 0,03% CO_2 . При нормальных условиях его плотность составляет 1,98 г/л примерно в 1,5 раза больше плотности воздуха. $t_{\text{пл}} = -56,6 \text{ }^\circ\text{C}$, возгонка при $78,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Жидкий диоксид углерода (угольная кислота) представляет собой бесцветную жидкость без запаха.

При температуре $-56 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлении 503 кПа углекислота превращается в твердое вещество – «сухой лед»



Углекислый газ атмосферы – основной источник углерода для растений.

К тому же он является своеобразным «одеялом» Земли. Если этот газ вдруг исчезнет из атмосферы, на Земле станет гораздо прохладнее, а дожди **практически исчезнут**.



Содержание углекислого газа в атмосфере Земли сейчас самое высокое за последние 650 тысяч лет. Увеличение его количества в атмосфере приводит к так называемому парниковому эффекту.



Получение и распознавание углекислого газа

Составьте уравнение реакции получения углекислого газа в лаборатории



Получение углекислого газа в промышленности

1. из отходящих газов, образующихся при брожении в процессе получения пива, спирта, при расщеплении жиров; отходящий газ представляет собой почти чистый углекислый газ.



2. из дымовых газов промышленных котельных, сжигающих природный газ, уголь и другое топливо; в дымовом газе содержится 12-20% CO_2



3. из отходящих газов химических производств, прежде всего синтетического аммиака и метанола; в отходящем газе содержится примерно 90% углекислого газа;



Химические свойства оксида углерода (IV)

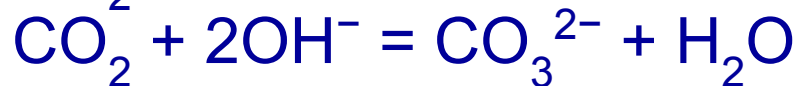
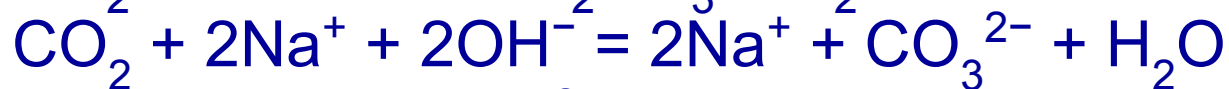
1. Взаимодействие с водой:

Углекислый газ растворим в воде: при 20 С в одном объеме воды растворяется 0,88 объема этого газа. Полученный раствор окрашивает лакмус в красный цвет, т.е. проявляет свойства кислоты.



2. Взаимодействие с растворимыми основаниями:

Составьте уравнения реакций взаимодействия углекислого газа с гидроксидом натрия с образованием средней и кислой соли



3. Взаимодействие с основными оксидами:

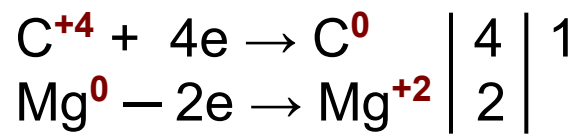
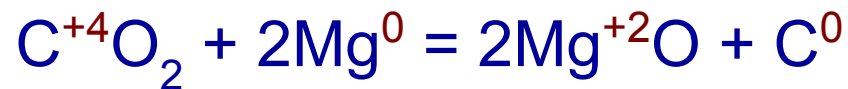
Составьте уравнения реакций взаимодействия углекислого газа с оксидом кальция



4. Взаимодействие с магнием:



Составьте уравнение реакции взаимодействия углекислого газа с магнием. Рассмотрите с т. зр. ОВР.



2CO_2 (за счет C^{+4}) — окислитель,
процесс восстановления
 Mg^0 — восстановитель,
процесс окисления.

5. При высоких температурах оксид углерода (IV) взаимодействует с углем
Составьте уравнение реакции:



6. Пероксиды металлов обладают способностью поглощать углекислый газ, выделяя кислород



Применение углекислого газа





Угольная кислота и ее соли

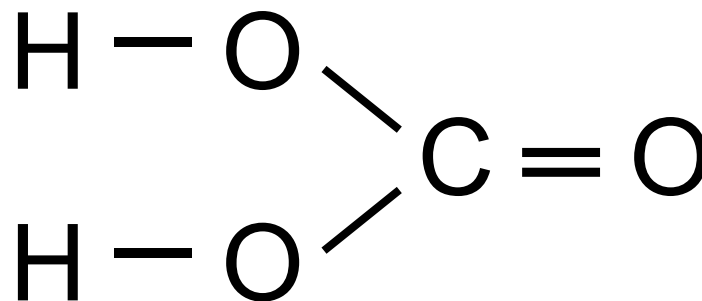
1. Состав. Строение

2. Классификация

3. Соли угольной кислоты

4. Качественная реакция на
карбонат-ион

Состав. Структура



Степень окисления углерода

+4

Валентность углерода

IV

Химическая связь **ковалентная полярная**

Угольная кислота (H_2CO_3). Классификация.

Угольная кислота по:

наличию кислорода:

кислородная

основности:

двухосновная

растворимости в воде:

растворимая

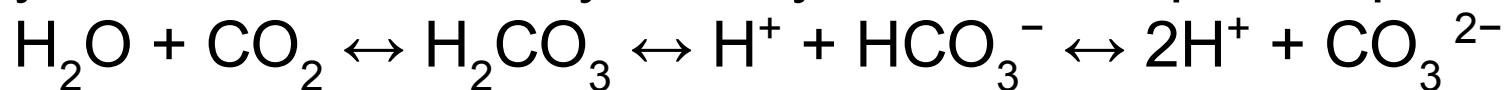
степени электролитической диссоциации:

слабая

стабильности:

нестабильная

угольная кислота существует только в растворе:



Соли угольной кислоты

карбонаты

гидрокарбонаты



Составьте уравнения реакций получения карбоната кальция, перехода карбоната в гидрокарбонат.

$$\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$$
$$\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(HCO}_3)_2$$

Качественная реакция на карбонат - ион

Лабораторный опыт

Налейте в пробирку 1 мл раствора карбоната натрия и добавьте к нему такой же объем соляной кислоты. Что происходит? Испытайте выделяющийся газ горящей лучинкой. Проведите аналогичный опыт с раствором гидрокарбоната натрия, порошком мела (карбоната кальция). Напишите уравнения реакций.

