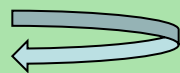


*Углерод  
и его  
соединения*



# Общая характеристика элементов IV группы

## Углерод:

- Строение и аллотропия
- Химические свойства
- Круговорот в природе

## Оксиды углерода:

- Угарный газ
- Углекислый газ

## Угольная кислота и её соли

*Общая характеристика элементов  
IV группы*

В главную подгруппу IV группы Периодической системы элементов Д.И.Менделеева входят элементы: углерод  ${}_6\text{C}$ , кремний  ${}_{14}\text{Si}$ , германий  ${}_{32}\text{Ge}$ , олово  ${}_{50}\text{Sn}$  и свинец  ${}_{82}\text{Pb}$ .

Углерод и кремний относятся к неметаллам, германий и олово - амфотерные элементы, свинец проявляет преимущественно металлические свойства.

## Открытие элемента

Был известен еще  
доисторическим людям

Открыт в 1824 году  
Берцелиусом

Открыт в 1886 году  
Винклером

Известен древним  
цивилизациям

Известен еще древним  
цивилизациям

IV

C

6

Si

14

Ge

32

Sn

50

Pb

82

104

Ku

Ti

Zr

Hf

Периодиче

II III

Be 4 B

Mg 12 Al

Ca 20 21

30 Zn Ga

Sr 38 39

48 Cd In

Ba 56 57

80 Hg Tl

Ra 88 89

Pr 60 Nd 61

Pa 92 U 93

Тема элементов Д. И. Менделеева

V VIII

CO F

22 28 Ni

30 Se Br

40 46 Pd

56 57 78 Pt

80 89

64 69 Tm 70 Yb

96 101 Md 102 (No)

## Происхождение названия

IV

Периодическая таблица элементов Д. И. Менделеева								
II	III	IV	V	VI	VII	VIII	0	
		C 6					He 2	
Be 4	B	Si 14					Ne 10	
Mg 12	Al	22 Ti				Co 28 Ni	Ar 18	
Ca 20	21 Ga	30 Zn	33 Se	34 Br	35		Kr 36	
Sr 38	39 In	40 Ge 32				Rh 46 Pd	Xe 54	
48 Cd		40 Zr	Ta 74	W 75	Re 76	Os 77 Ir 78 Pt		
Ba 56	57 Tl	50 Sn					Rn 86	
80 Hg	89 Ra	72 Hf	* Ряд лантанидов					
Pr 60	Nd 61	Pb 82	Eu 64	Gd 65	Tb 66	Dy 67	Ho 68 Er 69 Tm 70 Yb 71 Lu	
Pa 92	U 93	104 Ku	Am				100 Fm 101 Md 102 (No) 103 Lr	

От лат. (carbo) - уголь

От лат. (silicis) - кремний

От лат. (Germania) - Германия

От лат. (stannum)

От лат. (plumbum)

Распространение в природе  
и основные минералы

0,14%

В свободном состоянии -  
алмаз, графит  
В связанном состоянии -  
уголь, нефть, карбонаты

27,6%

**SiO<sub>2</sub>** - кремнезем  
**(Na, K, Ca) [AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>]**  
полевые шпаты

Самым распространенным среди элементов IV группы является кремний. По распространенности на Земле он занимает 2-е место после кислорода. Распространен в форме кремнезема SiO<sub>2</sub> и различных силикатов. Также широко представлен в земной коре (16 место) углерод.

IV

C

6

Si

14

22

Ti

Ge

32

40

Zr

Sn

50

72

Hf

Pb

82

104

Ku

Периодиче

II

III

Схема элементов Д. И. Менделее

VIII

Co

Rb

Ir

Hg

Ra

Pr

Nd

Pa

U

\* Р

\*\* Ряд актиноидов

Am

Eu

Gd

Tb

Dy

Ho

Er

Tm

Cm

Bk

Cf

Es

Fm

Md

Распространение в природе  
и основные минералы

IV

0,0007%

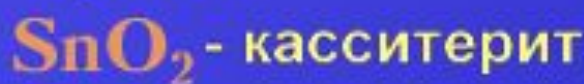


- аргироит



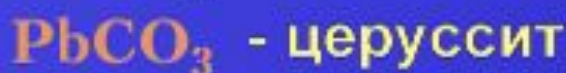
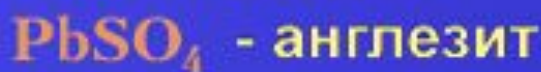
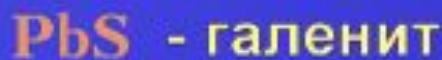
- полевые шпаты

0,004%



- станнит

0,0016%



Периодиче

Сема

Менделеева

II

III

V

VIII

0

C 6

He

Be 4 B

Ne

Mg 12 Al

Ar

Ca 20 21

22 Ti

27 Co 28 Ni

Kr

30 Zn Ga

32 Ge

45 Rh 46 Pd

Xe

38 Sr 39

40 Zr

77 Ir 78 Pt

Rn

48 Cd In

56 Ba 57

50 Sn

80 Hg Tl

88 Ra 89

72 Hf

60 Pr 61 Nd

82 Pb

92 Pa 93 U

104 Ku

69 Er 70 Tm 71 Yb

101 Fm 102 Md (No) 103



## Электронные конфигурации

Атомы всех элементов IV группы имеют однотипную электронную конфигурацию внешней оболочки:  $s^2p^2$ . До завершения р-подуровня им не хватает 4 электронов. В исключительных случаях они могут принимать четыре электрона при взаимодействии с очень сильными восстановителями (типичными металлами).

IV

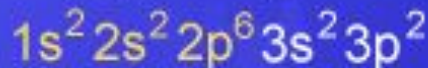
C

6



Si

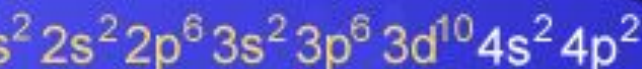
14



22

Ti

33

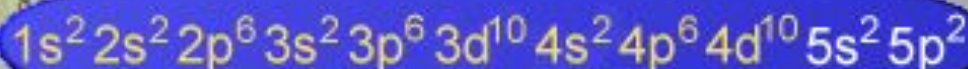


32

40

Zr

71

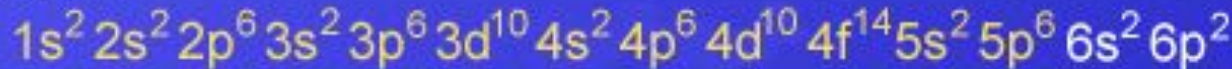


50

72

Hf

82



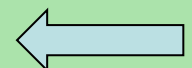
82

104

Ku

\* Ряд актиноидов

Следует отметить значительную разницу в свойствах элементов IV группы. Это связано с тем, что по химическим свойствам **C** и **Si** - неметаллы, а от **Ge** к **Pb** возрастают металлические свойства и у **Pb** они преобладают. Реакционная способность элементов IV группы в целом возрастает при перемещении от углерода к свинцу.

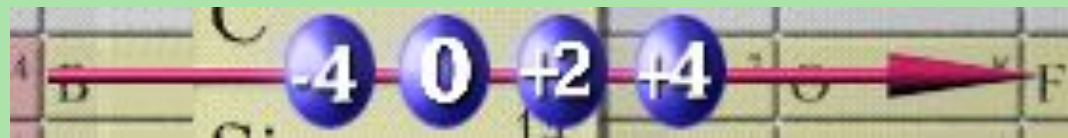


Углерод

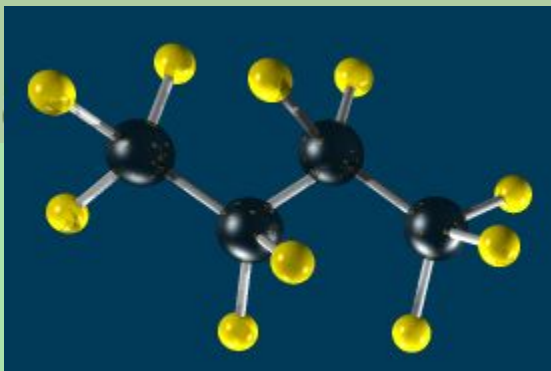


p

s



Углерод может проявлять любые степени окисления от -4 до +4. Все соединения углерода делятся на два особых класса: органические соединения, в состав которых всегда входит углерод в степени окисления -4 и неорганические, к которым относят все остальные соединения.

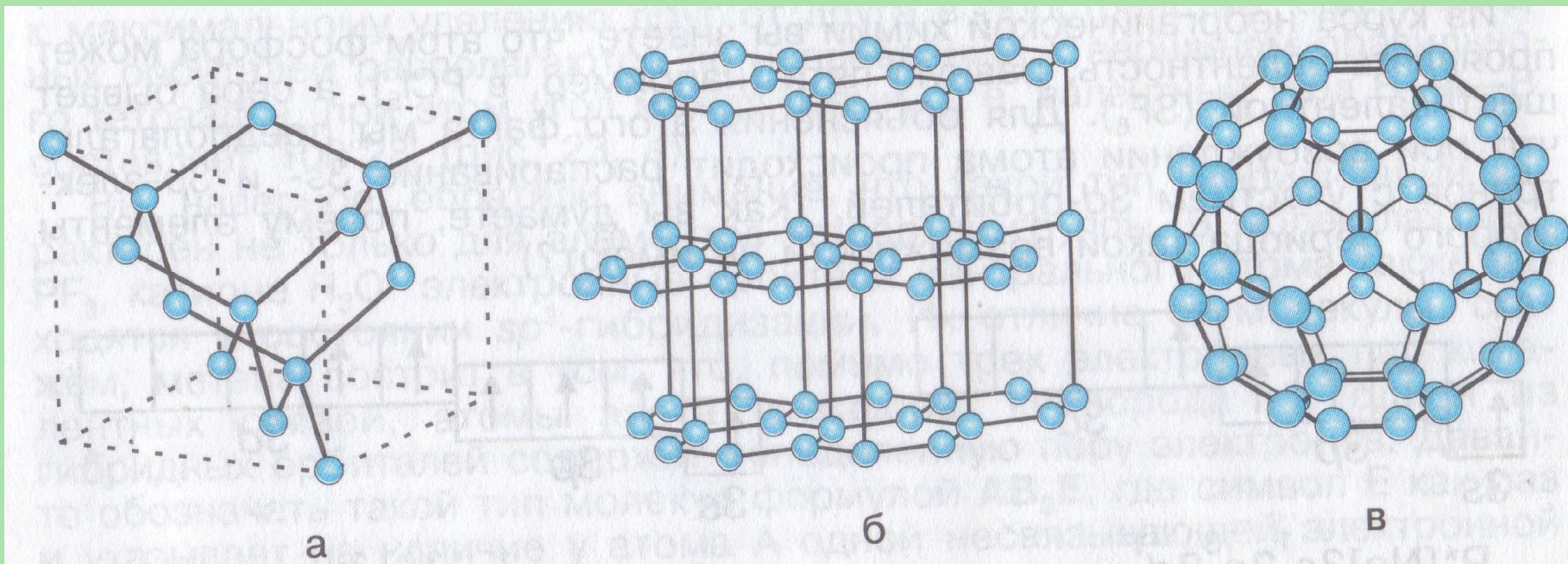


	АЛМАЗ	ГРАФИТ	КАРБИН	БУКИБОЛ
гибридизация	$sp^3$	$sp^2$	$sp$	$sp^2$
плотность, г/см <sup>3</sup>	3,52	2,27	3,27	1,7
цвет, прозрачность	бесцветный, прозрачный	серо-черный, непрозрачный	бесцветный, прозрачный	темно-красный

Кристаллическая решетка алмаза состоит из атомов углерода, соединенных между собой прочными s-связями. В кристалле алмаза все связи эквивалентны и атомы образуют трехмерный каркас из сочлененных тетраэдров. В графите атомы углерода расположены в параллельных слоях, образуя гексагональную сетку.

Внутри слоя атомы связаны гораздо сильнее, чем один слой с другим, поэтому свойства графита сильно различаются по разным направлениям. Карбин - получен искусственным путем. Существует два вида карбина: поликумулен  $=C=C=C=C=$  и полиин  $-C\equiv C-C\equiv C-C\equiv C-$ . Букибол имеет сферическую форму, состоит из 60 или 70 атомов углерода. Его также называют фуллерен.

аллотропные модификации углерода

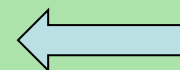
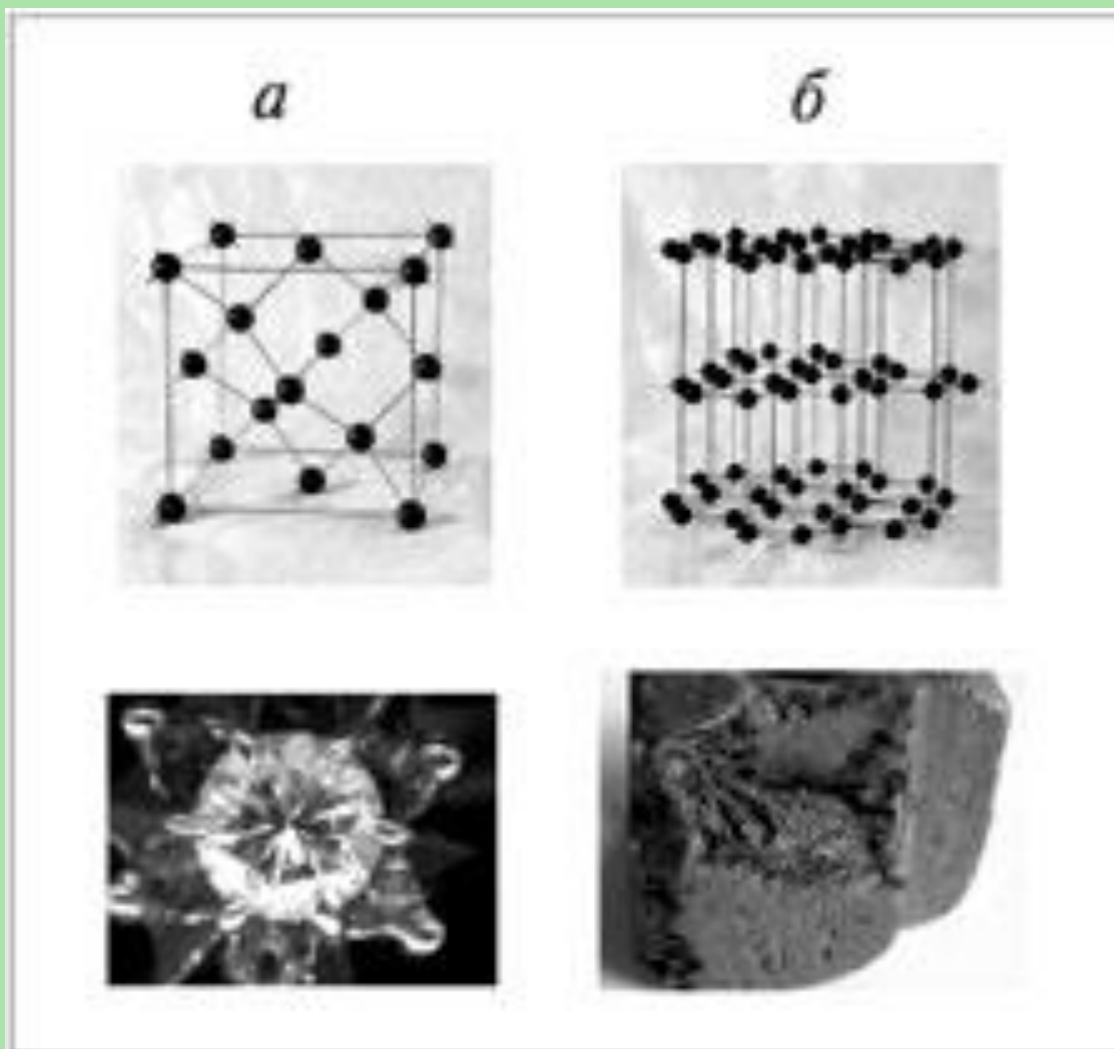


**Структуры алмаза (а), графита (б) и фуллерена (в)**

# Кристаллические решётки алмаза (а) и графита (б)



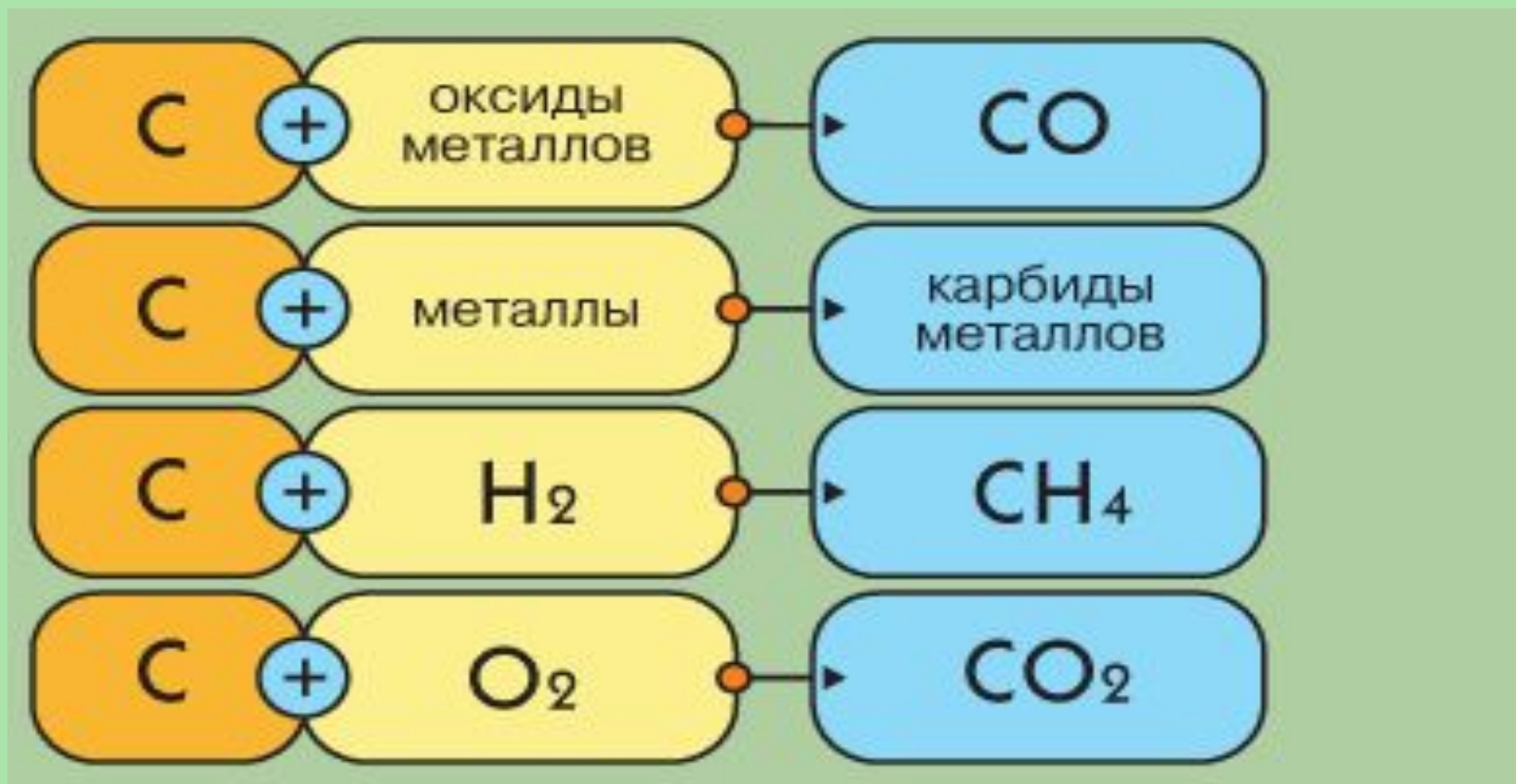
а





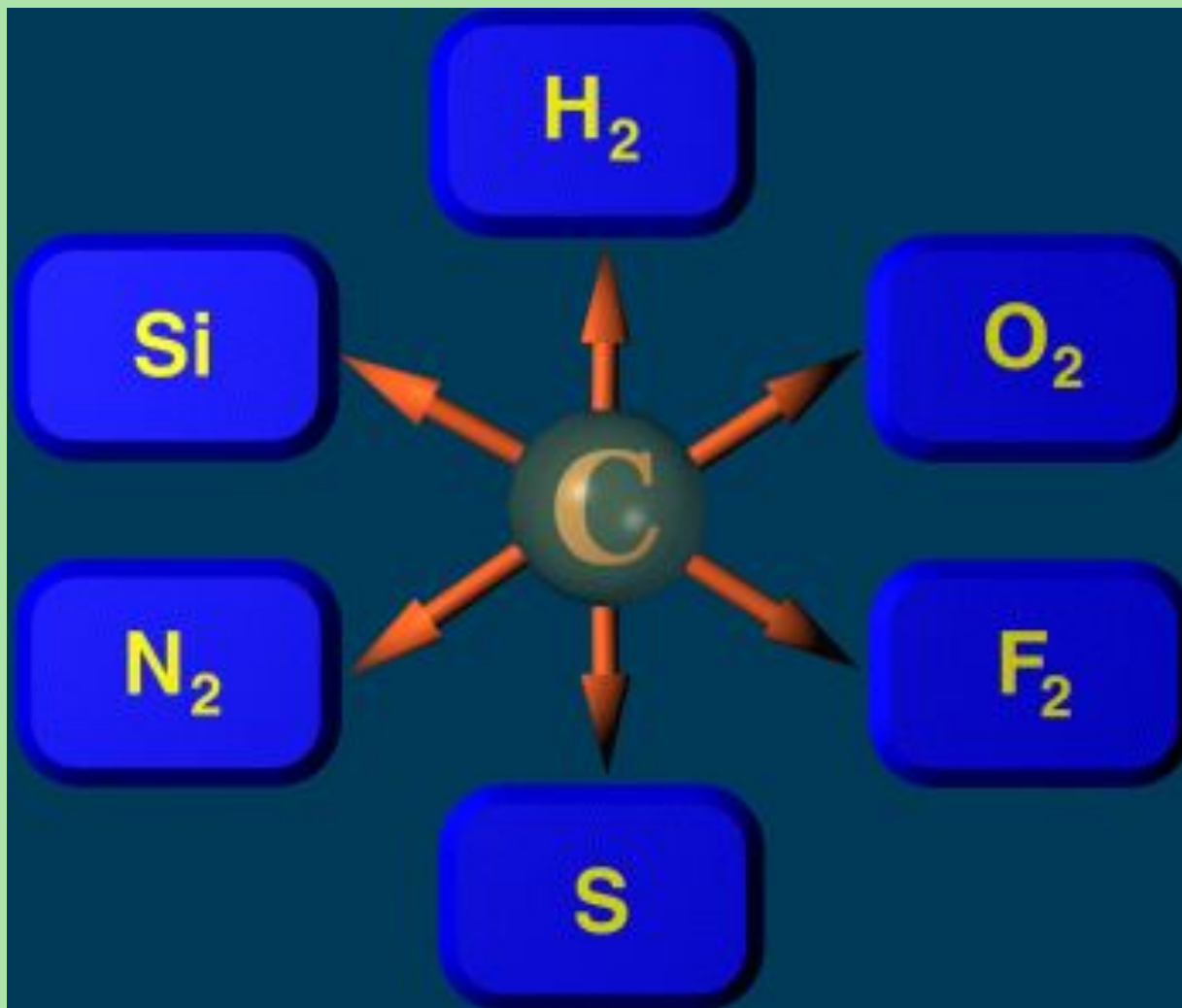
# Химические свойства

При высоких температурах углерод окисляет водород и металлы. В реакциях с кислородом и оксидами металлов проявляет восстановительные свойства.

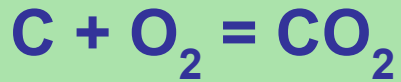




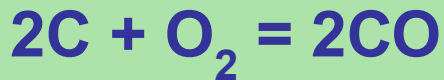
## Взаимодействие с неметаллами



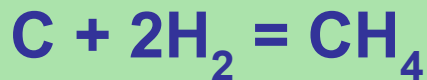
При нагревании углерод соединяется с кислородом, образуя оксид углерода (IV), или углекислый газ:



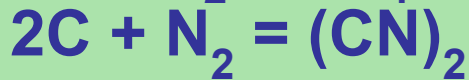
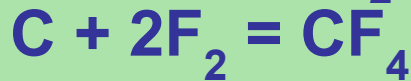
При недостатке кислорода образуется оксид углерода (II), или угарный газ:

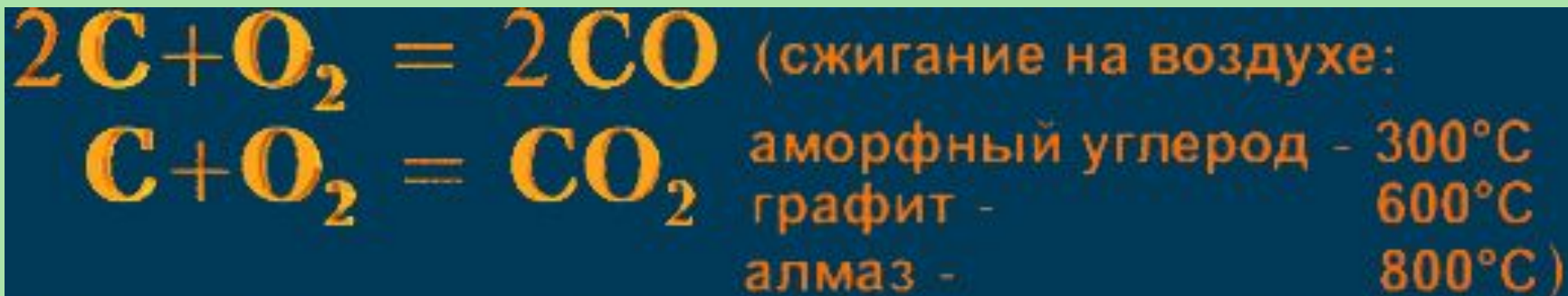


С водородом углерод соединяется только при высоких температурах и в присутствии катализаторов. В зависимости от температуры образуются различные углеводороды, например, метан:



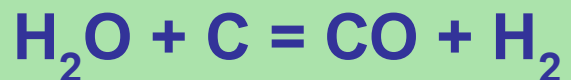
Углерод взаимодействует при нагревании с серой и фтором, в электрической дуге с азотом:



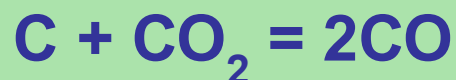


Углерод – сильный восстановитель.

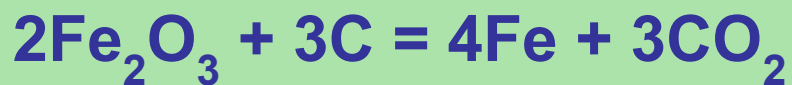
При нагревании с водяным паром он вытесняет из воды водород:



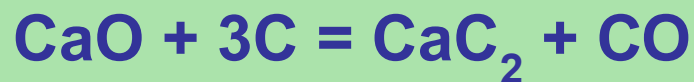
При нагревании углерода с оксидом углерода (IV) образуется угарный газ:



Углерод восстанавливает многие металлы из их оксидов:

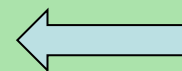


С металлами или их оксидами углерод образует карбиды:





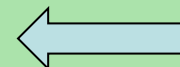
При взаимодействии с металлами углерод образует карбиды



# КРУГОВОРОТ УГЛЕРОДА



Углерод в виде сажи, кокса, древесного угля, костных углей широко используется в металлургии, синтезе органических веществ, как топливо, в быту.





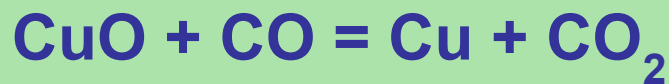
# Оксиды углерода

## Оксид углерода (II),

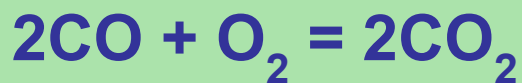
иначе угарный газ – бесцветный, не имеющий запаха, плохо растворимый в воде ядовитый газ, относится к несолеобразующим оксидам.

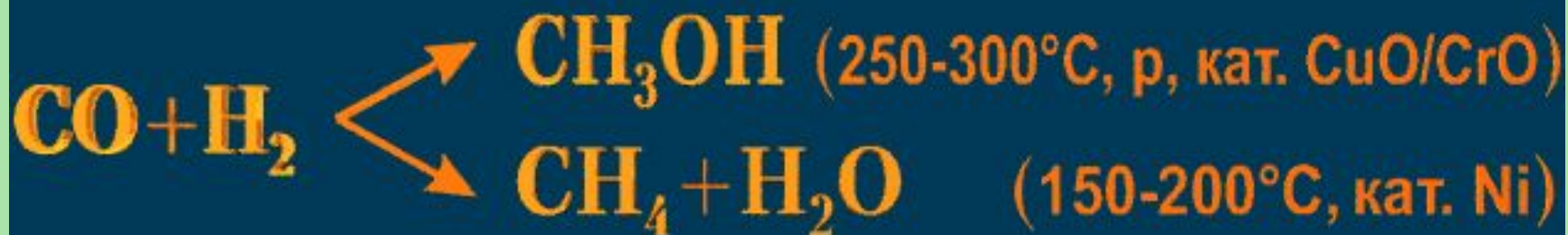
Молекулы CO очень прочны, поскольку связь между атомами углерода и кислорода в них тройная.

Для оксида углерода (II) характерны восстановительные свойства. Например, он восстанавливает металлы из оксидов:



На воздухе угарный газ горит:

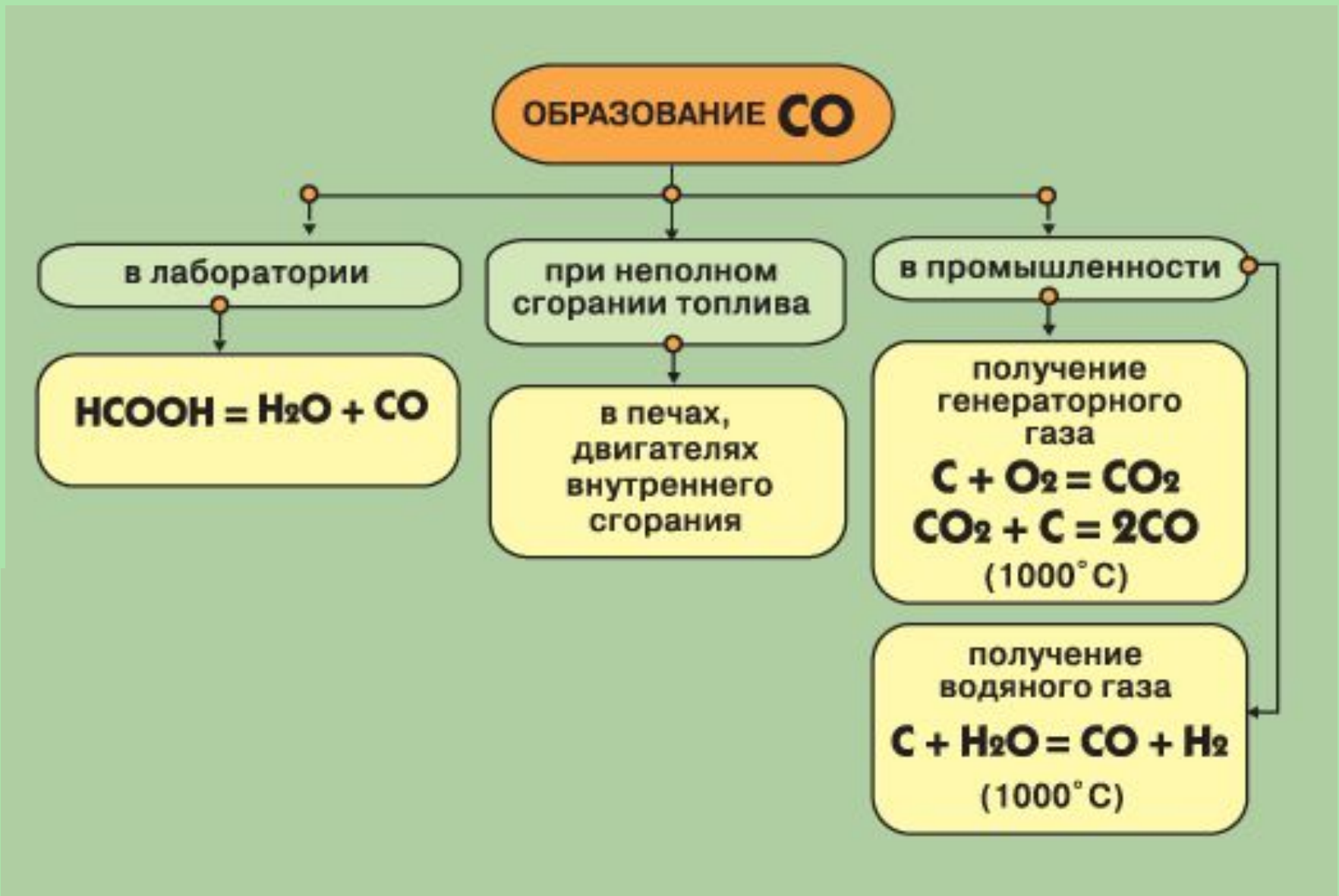




При взаимодействии со щёлочью, образуется формиат



# Получение угарного газа



# Применение CO

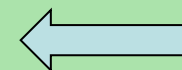
газообразное  
топливо

органический  
синтез

CO

промышленное  
получение Fe и Ni

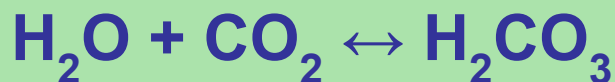
получение  
неорганических  
веществ



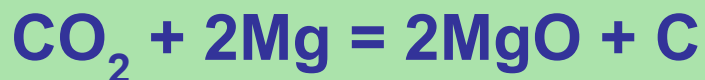
## Оксид углерода (IV),

или углекислый газ, – газ без цвета и запаха. Это кислотный оксид, ему соответствует двухосновная угольная кислота.

Растворение оксида углерода (IV) – обратимый процесс:



Для углекислого газа не характерны ни окислительные, ни восстановительные свойства, хотя некоторые наиболее активные металлы горят в оксиде:



Являясь кислотным оксидом,  $\text{CO}_2$  проявляет характерные свойства

С водой

С основными оксидами

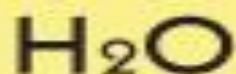
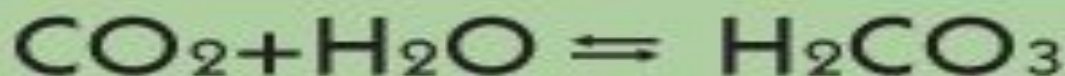
$\text{CO}_2$

С некоторыми солями

С основаниями

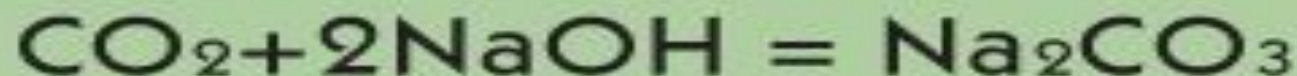


+

угольная  
кислота

+

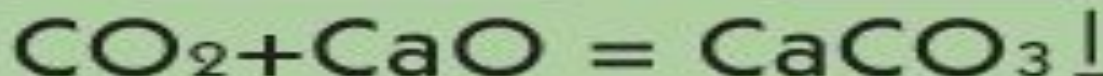
основания

карбонаты,  
гидрокарбонаты

+

основные  
оксиды

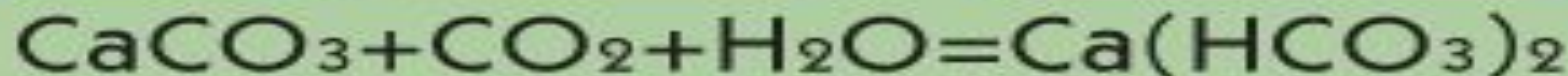
карбонаты



+

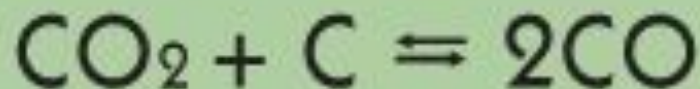
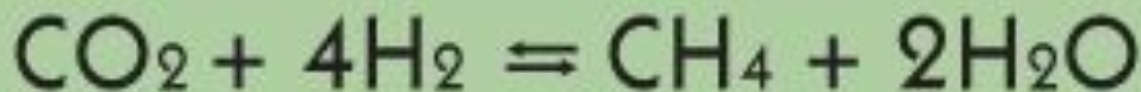
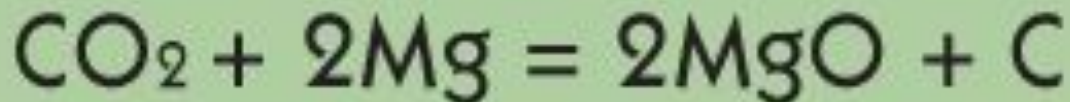
карбонаты

гидрокарбонаты









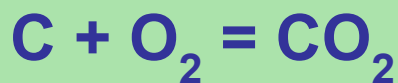
**Окислительно-восстановительные реакции  $\text{CO}_2$**

## Получение $\text{CO}_2$

В лаборатории оксид углерода (IV) получают взаимодействием карбоната кальция (мел, мрамор) с соляной кислотой в аппаратах Киппа:

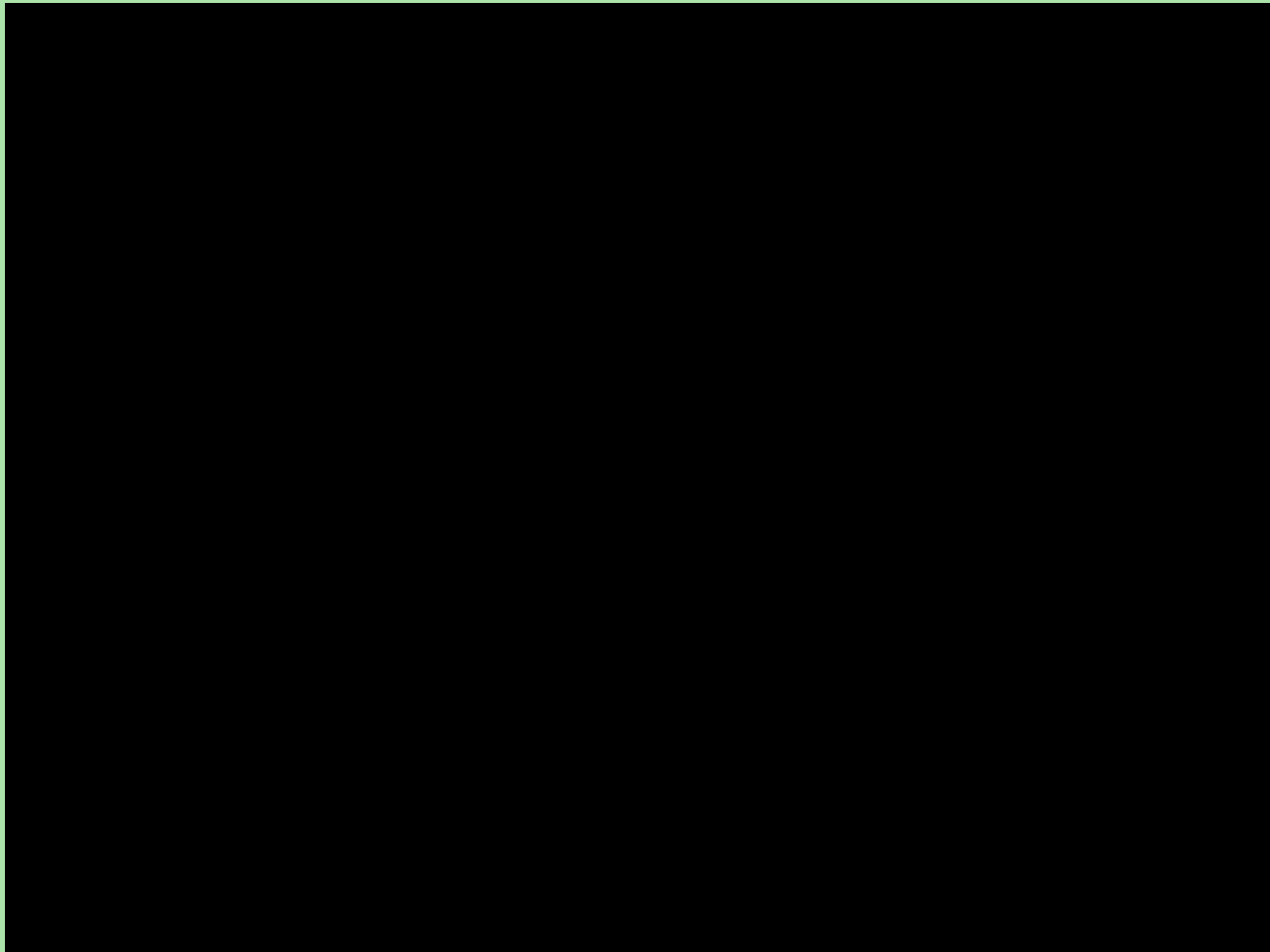


В промышленности этот оксид получают сжиганием угля и при обжиге известняка:



При растворении мрамора ( $\text{CaCO}_3$ ) в растворе  $\text{HCl}$  выделяется газообразный оксид углерода IV. Это лабораторный способ получения углекислого газа.

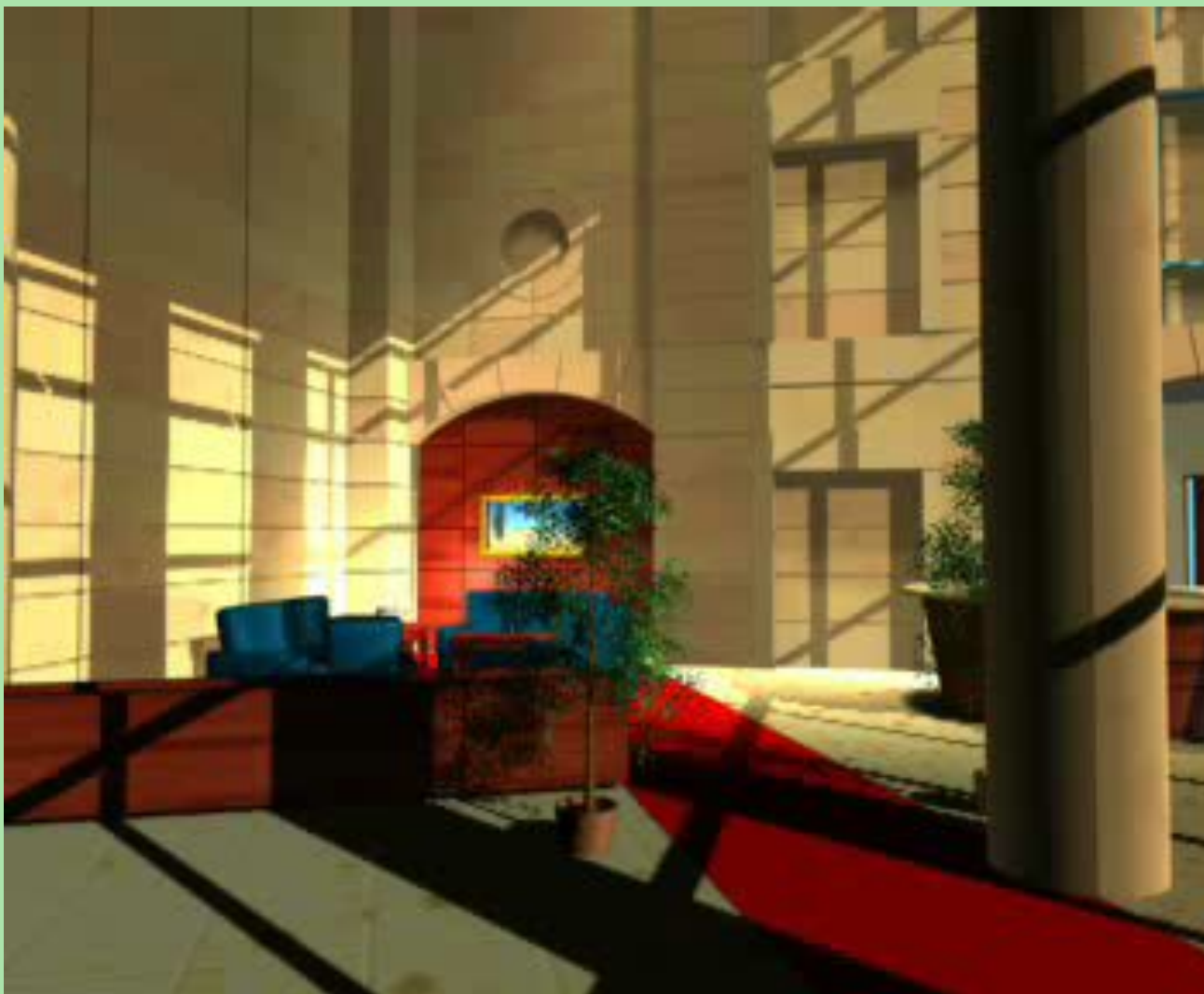




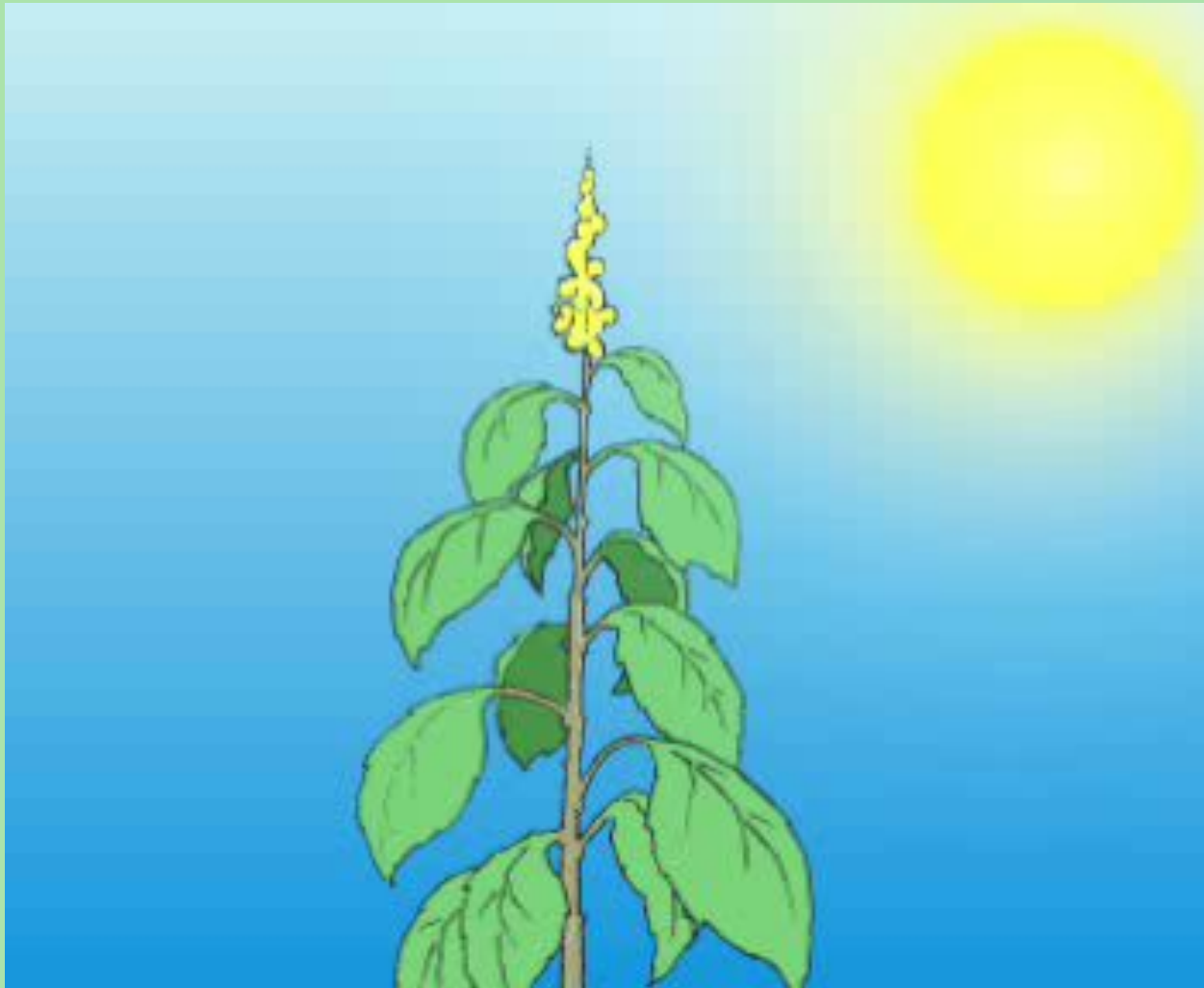
Реакция  $\text{CO}_2$  с известковой водой (помутнение раствора из-за образования осадка  $\text{CaCO}_3$ ) является **качественной реакцией**.

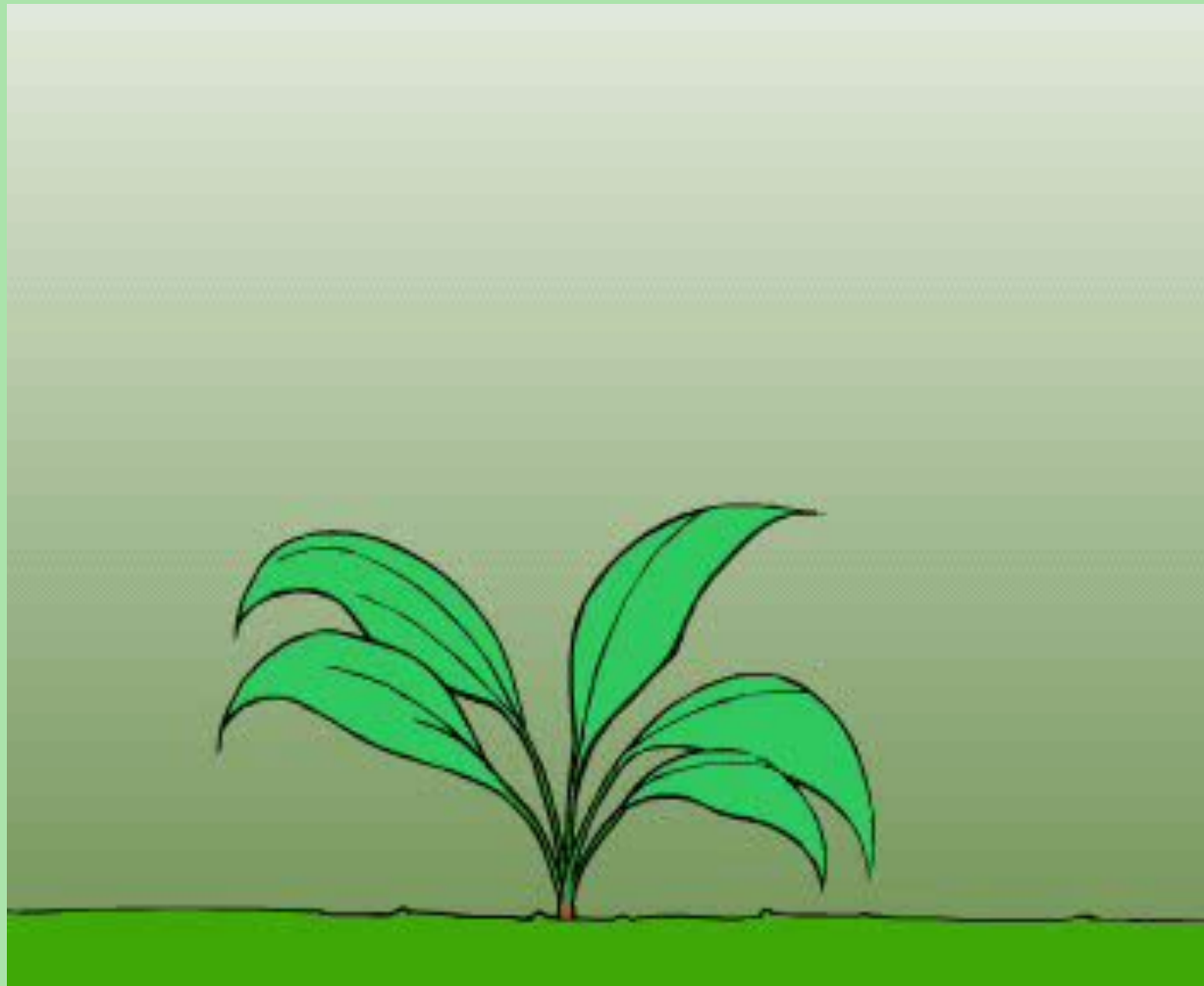


# Применение CO<sub>2</sub>

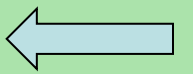
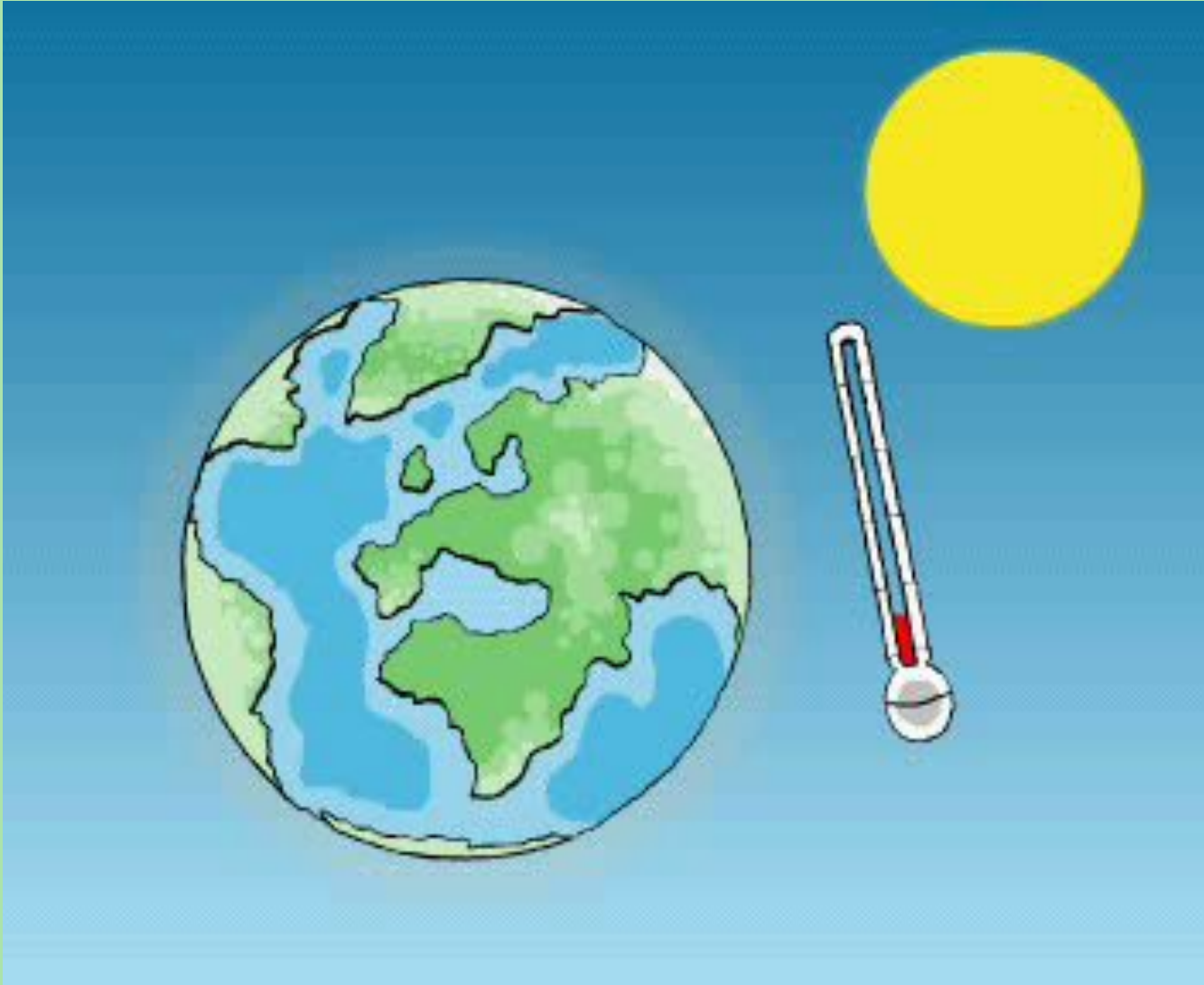


# Фотосинтез



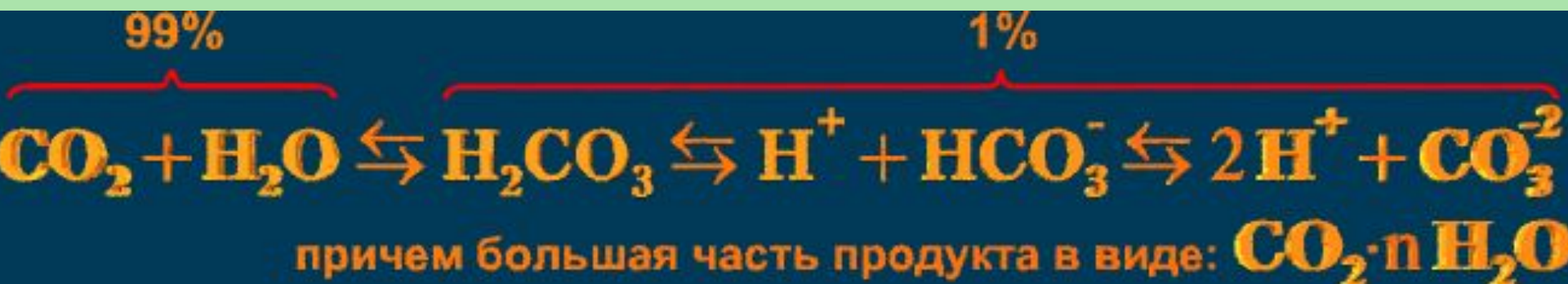






# *Угольная кислота и её соли*

Угольная кислота – соединение крайне непрочное и распадается на  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  уже в момент образования:



Угольная кислота обладает свойствами, характерными для кислот слабых электролитов: реагирует с основными оксидами, основаниями.

Может образовывать средние и кислые соли.

Как химический реагент практически не используется (очень неустойчива), т.к. реакции удобнее осуществлять с помощью  $\text{CO}_2$ .



**В отличие от угольной кислоты её соли (карбонаты и гидрокарбонаты) более устойчивы. Они широко распространены в природе и находят практическое применение.**

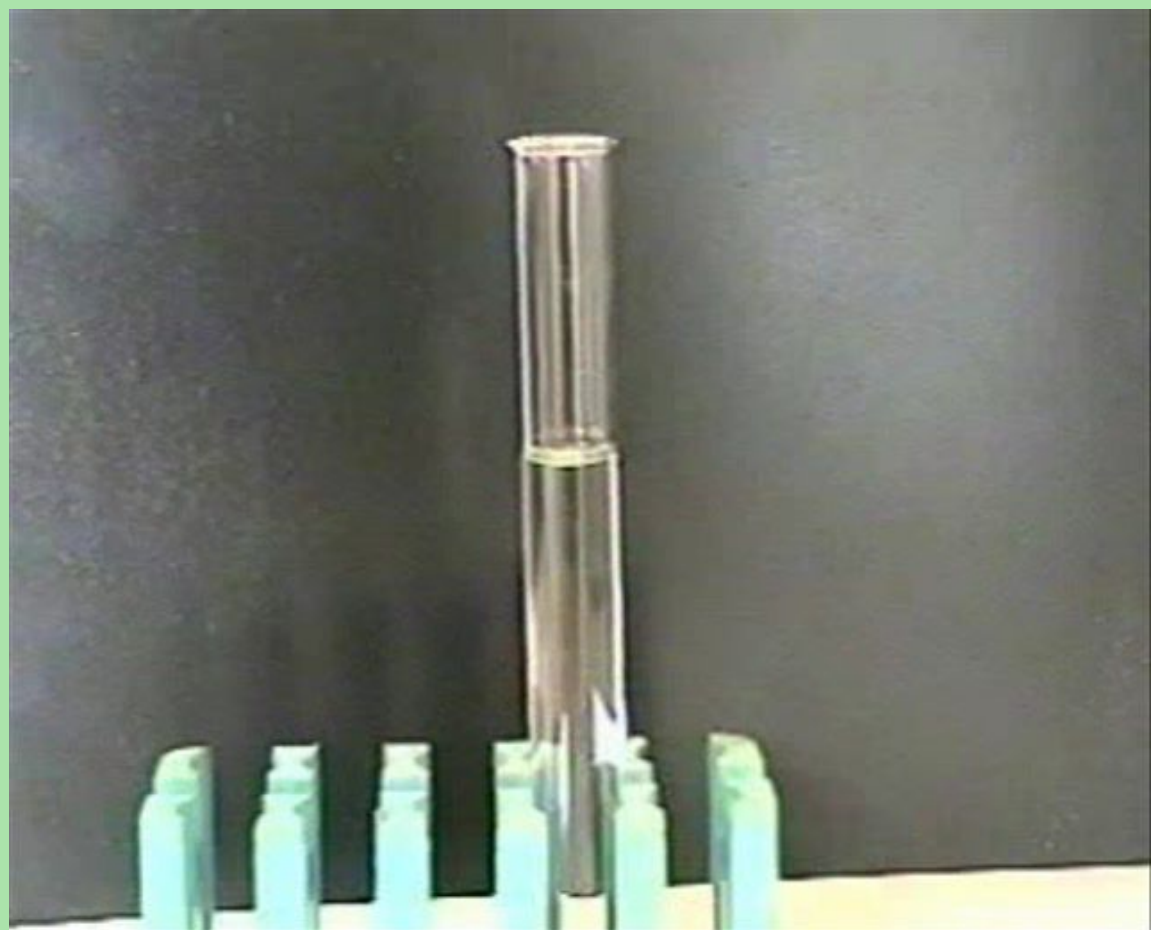
### Исторические и технические названия некоторых карбонатов

Формула соли	Названия
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Кристаллическая сода
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	Кальцинированная сода
$\text{NaHCO}_3$	Питьевая сода
$\text{K}_2\text{CO}_3$	Поташ
$\text{CaCO}_3$	Кальцит, известняк, мел, мрамор
$\text{MgCO}_3$	Магнезит
$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$	Доломит
$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$	Малахит, основной карбонат меди
$\text{FeCO}_3$	Шпатовый железняк

**В водных растворах карбонаты и гидрокарбонаты  
подвергаются гидролизу по аниону:**



При взаимодействии карбонатов или гидрокарбонатов с растворами кислот наблюдается характерное вскипание вследствие выделения газообразного оксида углерода (IV).



# Применение

