

# Металлы

это вещества, обладающие высокой электропроводностью и теплопроводностью, ковкостью, пластичностью и металлическим блеском. Эти характерные свойства металла обусловлены наличием свободно перемещающихся электронов в его кристаллической решетке. Из известных в настоящее время 107 химических элементов 85 относятся к металлам

- ◆ Деление всех химических элементов периодической системы Д.И.Менделеева на металлы и неметаллы является условным. Если в периодической таблице провести диагональ через бор и аstat, то в главных подгруппах, расположенных справа от диагонали, будут неметаллы, а в главных подгруппах слева от диагонали, побочных подгруппах и в восьмой группе (кроме инертных газов) — металлы. Причем элементы рядом с разделительной линией являются так называемыми металлоидами, т.е. веществами с промежуточными свойствами (металлов и неметаллов). К ним относятся: бор В, кремний Si, германий Ge, мышьяк As, сурьма Sb, теллур Te, полоний Po

- ◆ В соответствии с местом, занимаемым в периодической системе, различают переходные (элементы побочных подгрупп) и непереходные металлы (элементы главных подгрупп). Металлы главных подгрупп характеризуются тем, что в их атомах происходит последовательное заполнение электронных s- и p-подуровней. В атомах металлов побочных подгрупп происходит достраивание d- и f-подуровней.

# Нахождение металлов в природе

- ◆ Многие металлы широко распространены в природе. Так, содержание некоторых металлов в земной коре следующее:
  - ◆ алюминия — 8,2%
  - ◆ железа — 4,1%
  - ◆ кальция — 4,1%
  - ◆ натрия — 2,3%
  - ◆ магния — 2,3%
  - ◆ калия - 2,1 %
  - ◆ титана — 0,56%
- ◆ Большое количество натрия и магния содержится в морской воде: — 1,05%, — 0,12%.

# Нахождение металлов в природе

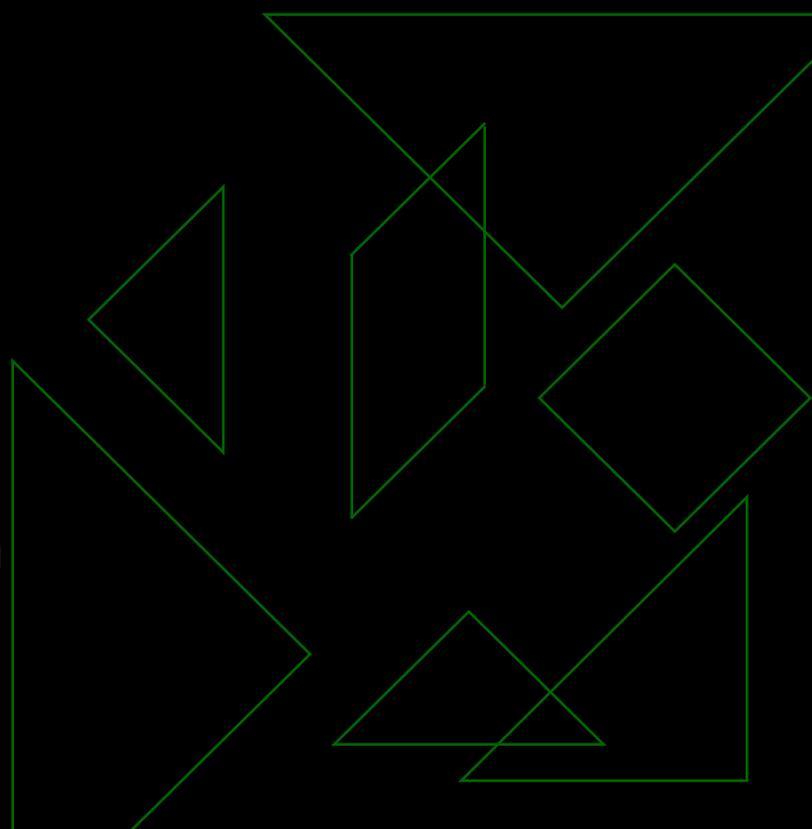
- ◆ В природе металлы встречаются в различном виде:
- ◆ — в самородном состоянии: серебро , золото , платина , медь , иногда ртуть
- ◆ — в виде оксидов: магнетит  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , гематит  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и др.
- ◆ — в виде смешанных оксидов: каолин  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , алунит  $(\text{Na},\text{K})_2\text{O} \cdot \text{AlO}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  и др.
- ◆ — различных солей:
- ◆ сульфидов: галенит  $\text{PbS}$ , киноварь  $\text{HgS}$ ,
- ◆ хлоридов: сильвин  $\text{KCl}$ , галит  $\text{NaCl}$ , сильвинит  $\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$ , карналлит  $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , сульфатов: барит  $\text{BaSO}_4$ , ангидрид  $\text{CaSO}_4$
- ◆ фосфатов: апатит  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , карбонатов: мел, мрамор  $\text{CaCO}_3$ , магнезит  $\text{MgCO}_3$ .
- ◆ Многие металлы часто сопутствуют основным природным минералам: скандий входит в состав оловянных, вольфрамовых руд, кадмий — в качестве примеси в цинковые руды, ниобий и тантал — в оловянные.
- ◆ Железным рудам всегда сопутствуют марганец, никель, кобальт, молибден, титан, германий, ванадий.

# Способы получения металлов

- ◆ Существуют несколько основных способов получения — металлов.

# Способы получения металлов

- ◆ Восстановление:
  - ◆ — из их оксидов углем или оксидом углерода (II)
    - ◆  $\text{ZnO} + \text{C} = \text{Zn} + \text{CO}$
    - ◆  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} = 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$
  - ◆ — водородом
    - ◆  $\text{WO}_3 + 3\text{H}_2 = \text{W} + 3\text{H}_2\text{O}$
    - ◆  $\text{CoO} + \text{H}_2 = \text{Co} + \text{H}_2\text{O}$
  - ◆ — алюминотермия
    - ◆  $4\text{Al} + 3\text{MnO}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{Mn}$

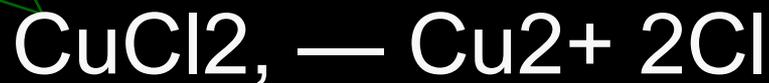


# Способы получения металлов

- ◆ Обжигом сульфидов металлов и последующим восстановлением образовавшихся оксидов (например, углем)
- ◆  $2\text{ZnS} + 3\text{O}_2 = 2\text{ZnO} + 2\text{SO}_2$
- ◆  $\text{ZnO} + \text{C} = \text{CO} + \text{Zn}$

# Способы получения металлов

- ◆ Электролизом расплавов солей



Катод (восстановление): Анод (окисление):



2



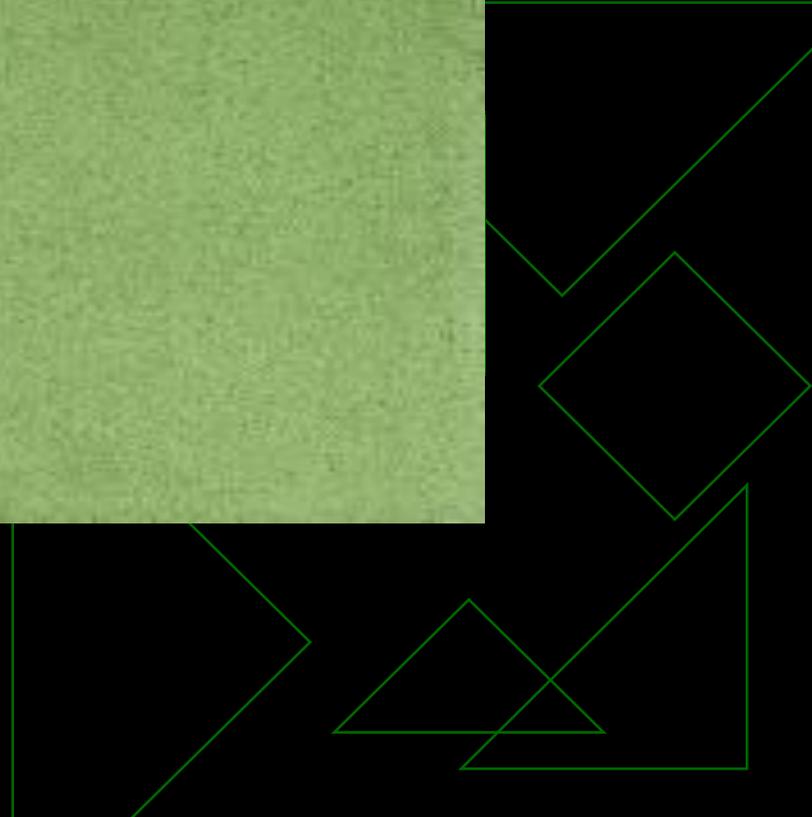
# Рассмотрим некоторые металлы:

## Титан:

- ◆ Стойкий к большинству агрессивных сред, выдерживающий холод и высокие температуры, прочный и легкий титан лишь XX в. оправдал свое легендарное название. Среди металлов с занимает особое место. Ученые называют его «металлом будущего», «металлом космического века». В конструкциях современных самолетов и вертолетов, ракет, космических кораблей и сверхмощных, двигателей, подводных лодок и быстроходных судов — вот где широко применяют сейчас титан. А кроме того, титан незаменим в химическом машиностроении, в электронике, радиотехнике, медицине, металлургии и других областях. Открытию титана скоро исполнится 200 лет. Со времени открытия титана многие исследователи пытались получить его в чистом виде из его минералов. Но лишь в 1825 г. И. Берцелиусу удается выделить металлический титан при восстановлении натрием фтортитаната калия  $K_2TiF_6$ . Однако этот металл был все же чрезвычайно загрязнен примесями.

# Титан:

- ◆ Титан содержится и в органической природе: в зернах, плодах, стеблях растений, в тканях животных, даже в молоке и в куриных яйцах. Только, конечно, там его количество исчисляется миллиграммами. Так в человеческом организме около 20 мг титана; причем врачами установлено, что титан абсолютно безвреден для людей. Вот каким распространенным оказался редкий титан!





# Магний

- ◆ Магний - элемент II группы периодической системы Д. И. Менделеева; порядковый номер 12; относительная атомная масса 24,312. Это легкий (плотность 1,74 г/см<sup>3</sup>) серебристо-белый металл с температурой плавления 651° С. На воздухе загорается при температуре 550° С и горит ярко-белым пламенем. Если полоску магния внести во влажный хлор, то она воспламенится даже при обычной температуре. Горение магния сопровождается выделением большого количества теплоты (605 кДж/моль).



- ◆ В лабораторных условиях магний хранят в средах, не содержащих в свободном состоянии кислород и хлор, таких, как бензин и минеральные масла. При хранении в обычных условиях магний сравнительно быстро окисляется, покрываясь тончайшей пленкой. Эта пленка оксида, придавая металлу красивый матовый оттенок, предохраняет его от дальнейшего окисления.
- ◆ Химические свойства магния определяются наличием двух электронов на наружной электронной оболочке его атома. Поэтому наиболее характерны для магния реакции восстановления, в которых он окисляется, переходя в ион  $Mg^{+2}$ .

- ◆ В настоящее время геологам известно свыше 200 минералов, в состав которых входит магний. Но промышленную ценность представляют лишь немногие из них, прежде всего доломит, карналлит, магнезит и асбест. Магний почти не реагирует с чистой холодной водой, но из кипящей воды он энергично вытесняет водород. С увеличением количества примесей в воде резко повышается способность магния образовывать растворимые соединения. Поэтому он довольно быстро растворяется как в морской, так и в минеральной воде.

# Никель

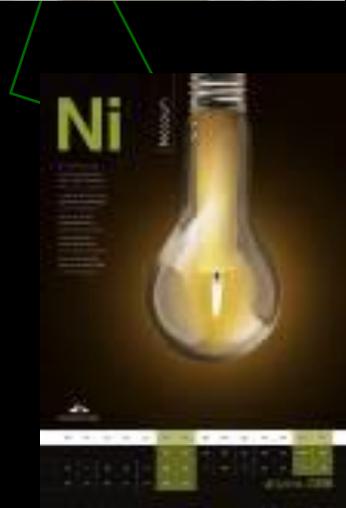
- ◆ Элемент VIII группы четвертого периода периодической системы элементов Менделеева, входит в триаду железа.
- ◆ В соединениях проявляет степень окисления +2, +3.
- ◆ Никель, вместе с железом был найден в метеоритах. В метеорите примерно содержится: 90% железа; 8.5% никеля; 0.5% кобальта). В природе встречается в основном в виде никелина NiAs и в медно-никелевых сульфидных рудах.
- ◆ Никель — серебристый с желтоватым оттенком ковкий, тягучий металл, обладающий ферромагнитными свойствами, температура плавления никеля 1455°C.
- ◆ Никель — металл средней активности, медленно замещает водород в кислотах. Никель отличается коррозионной стойкостью: устойчив в атмосфере, воде, щелочах и ряде кислот.
- ◆ Такая химическая стойкость никеля обусловлена образованием оксидной пленки, обладающей сильными защитными свойствами.



# Применение:

Никель является основным металлом для черной металлургии. Он используется для получения сплавов с железом, медью, цинком и др. металлами. Добавка никеля к стали приводит к повышению ее вязкости и коррозионной устойчивости.

- ◆ Сплавы на основе никеля подразделяют на:
- ◆ Жаропрочные:
  - ◆ Содержание никеля больше 60%. Применяются в турбинах и реактивных двигателях, где температура достигает 850-900° С. Сплав никеля с хромом — нихром — применяется для изготовления спиралей электронагревательных приборов и выдерживает нагревание свыше 1100 градусов Цельсия.
- ◆ Магнитные:
  - ◆ Сплав пермаллой содержит 78.5% никеля и 21.5% железа, он намагничивается даже в слабых магнитных полях.



# Золото

- ◆ Элемент I группы шестого периода периодической системы элементов Д.И.Менделеева.
- ◆ В соединениях проявляет степень окисления +3. Встречается в природе в самородном состоянии, с примесями меди и серебра, иногда теллура.
- ◆ Золото — благородный металл желтого цвета, мягкий и очень плотный; температура плавления — 1064°C, Золото является самым ковким и самым пластичный металл. Обладает высокой электро- и теплопроводностью.
- ◆ Золото - химически инертный металл, в электрохимическом ряду напряжения занимает последнее место: не окисляется кислородом воздуха, не растворяется в кислотах и щелочах.
- ◆ Золото растворимо только в царской водке — смеси соляной и азотной кислот:
- ◆ 
$$\text{Au} + \text{HNO}_3 + 4\text{HCl} = \text{H}[\text{AuCl}_4] + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$$





# Золото

- ◆ Золото используется в ювелирной промышленности и стоматологии, для изготовления химической аппаратуры, в электротехнике, для изготовления стекол (окрашенных и теплоотражающих). Золото часто сплавляют с медью, серебром, палладием и другими металлами. Количество золота в этих сплавах обычно указывается в каратах, которые выражают число долей золота в 24 долях сплава. Американское монетное золото имеет 21.6 карата, а английское монетное золото — 22 карата. Белое золото, применяемое в ювелирной технике, представляет собой белый сплав золота и никеля. Для стоматологических и ювелирных изделий, как правило, используют сплавы золота с серебром или медью.



# Олово

- ◆ Олово - Элемент IV группы пятого периода периодической системы Д.И.Менделеева.
- ◆ Встречается в природе в основном в виде минерала касситерита (Оловянный камень) -  $\text{SnO}_2$ . В соединениях проявляет степень окисления +2 и +4, которые являются наиболее устойчивыми.
- ◆ Олово - серебристо-белый металл, обладающей высокой ковкостью. Температура плавления 232 градуса Цельсия. На воздухе тускнеет, в результате образования защитной оксидной пленки.
- ◆ При нормальных условиях растворяется в кислотах и щелочах, не реагирует с водой.



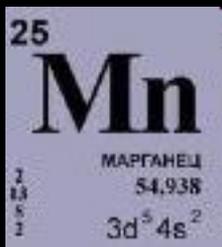
# Олово

- ◆ Существуют две модификации олова: Белое и серое.
- ◆ Белое олово обладает металлическими свойствами, серое олово представляет собой неметаллическую аллотропную модификацию. При температуре ниже  $13,2^{\circ}\text{C}$  белое олово переходит в серое, структура которого схожа с алмазом. При охлаждении олова ниже  $-40^{\circ}\text{C}$  серое олово рассыпается. Это явление названо "оловянной чумой"



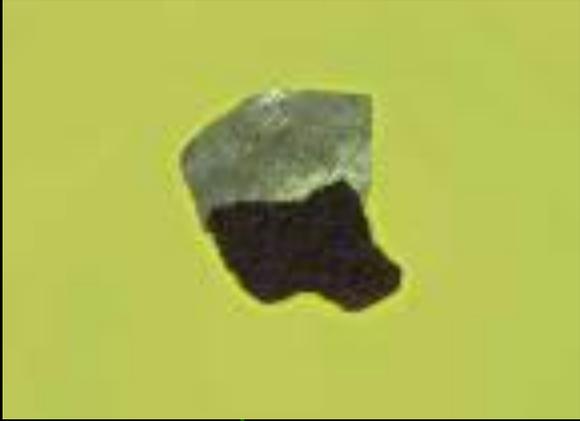
# Олово

- ◆ Олово используется в виде сплавов с другими металлами. Основной сплав, в котором участвует олово - это бронза - сплав олова с медью. также находят применение сплавы олова с сурьмой и медью при изготовлении подшипников, сплав олова со свинцом идет на изготовление оловянной посуды, применяется для пайки в качестве припоя.
- ◆ Олово используется для покрытия им изделий из железа, соприкасающихся с продуктами питания. Примером могут в данном случае служить консервные банки.



# Марганец

- ◆ Марганец - наиболее распространен в природе, чем остальные металлы подгруппы марганца
- ◆ Подгруппа марганца - металлы побочной седьмой группы периодической системы элементов Д.И. Менделеева.
- ◆ Марганец тяжелый металл. Малоактивен, на воздухе покрывается защитной оксидной пленкой и по своим свойствам похож на железо.
- ◆ Марганец в основном используют в виде сплавов и легирующих добавок к стали.





# Кальций

- ◆ Кальций - Щелоземельный металл II группы первой группы периодической системы Менделеева.
- ◆ Кальций — легкий серебристо-белый металл.
- ◆ По химическим свойствам кальций близок к соседним с ним элементам главной подгруппы I группы — щелочным металлам.
- ◆ При нагревании кальция он загорается и горит с образованием белого дыма, окрашивая пламя в кирпично-красный цвет. Дым состоит из мельчайших твердых частичек оксида кальция:
- ◆  $2\text{Ca} + \text{O}_2 = 2\text{CaO} + Q$
- ◆ Кальций реагирует с водой, превращаясь в гидроксид кальция и вытесняя из воды водород:
- ◆  $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2 + Q$



- ◆ Кальций хранят под слоем керосина, так как этот металл реагирует с водяными парами, содержащимися в воздухе.



- ◆ С холодной водой с образованием гидроксида кальция (с горячей водой реакция протекает более энергично)



- ◆ При нагревании реагирует со многими неметаллами — водородом, азотом, серой, фосфором, углеродом и др.



- ◆ Восстанавливает менее активные металлы из их оксидов и галогенидов





# Нахождение в природе:

- ◆ Содержание кальция в земной коре — 4.1%, в океане —  $4.1 \cdot 10^{-2}\%$ , в человеческом организме: в мышечной ткани — 0.14%, в костной ткани — 17%, в крови — 60.5мг/л. Среднесуточная потребность человека в кальции составляет около 1 г. Около 99% всего количества кальция в организме приходится на костную и зубную ткань.

# Платина

- ◆ Платина - редкий металл.
- ◆ Малоактивен и стоек к воздействиям агрессивных сред. Степень окисления в соединениях, как правило +4
- ◆ Температура плавления платины 1769 градусов Цельсия.





# Серебро

- ◆ Серебро — элемент I группы пятого периода периодической системы элементов Д.И.Менделеева, благородный металл. В соединениях проявляет степень окисления +1.
- ◆ В природе встречается в виде минерала аргентита (серебряный блеск)  $\text{Ag}_2\text{S}$ . В качестве примеси встречается в медных и свинцовых рудах.
- ◆ Серебро — мягкий ковкий металл с серебристым блеском, лучше всех металлов проводит тепло и электричество, температура плавления  $961^\circ\text{C}$ . Серебро — малоактивный металл, устойчив к действию воды и кислорода.



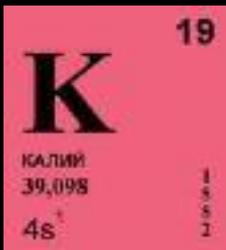
# Серебро

- ◆ На воздухе, содержащем сероводород  $\text{H}_2\text{S}$ , серебро чернеет из-за образования черного сульфида серебра:  
$$4\text{Ag} + 2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{Ag}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$$
- ◆ Серебро нерастворимо в соляной и разбавленной серной кислотах, взаимодействует с азотной и концентрированной серной кислотами.
- ◆  $\text{Ag} + 2\text{HNO}_3 = \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- ◆ Серебро используется для покрытия других металлов, при этом повышается электропроводность и устойчивость к коррозии таких изделий. Из-за мягкости серебро применяют в основном в виде сплавов: сплавы с медью применяют для изготовления ювелирных изделий, монет, лабораторной посуды; сплав с никелем — для изготовления серебряно-никелевых аккумуляторов.



# Серебро

- ◆ Активно применяются соли серебра: нитрат серебра, так называемый ляпис ( $\text{AgNO}_3$ ) — в производстве фотоматериалов, для изготовления зеркал, в гальванотехнике, в медицине. Нитрат серебра легко восстанавливается до металлического серебра органическими веществами (кожа, шерсть), и поэтому его используют для изготовления несмываемых чернил.
- ◆ Все соединения серебра и их растворы хранят в банках из темного стекла.



# Калий

- ◆ Калий - Щелочной металл главной подгруппы первой группы периодической системы.
- ◆ Калий - мягкий серебристо-белый металл, отличающиеся своей высокой активностью
- ◆ В соединениях проявляет степень окисления +1 (имеет один свободный электрон на внешнем энергетическом уровне).
- ◆ В природе встречается исключительно в виде соединений.
- ◆ Плотность - 0,862 г/см<sup>3</sup>
- ◆ Температура плавления - 63,55 С



# Калий

- ◆ Химические свойства:
- ◆ Калий является сильным восстановителем.
- ◆ Энергично взаимодействуют со многими неметаллами:
  - ◆  $2K + Cl_2 = 2KCl$  (хлорид калия)
  - ◆  $2K + S = K_2S$  (сульфид калия)
  - ◆  $2K + H_2 = 2KH$  (гидрид калия)
- ◆ Активно взаимодействует с водой:
  - ◆  $2K + 2H_2O = 2KOH + H_2$
- ◆ Калий растворяется почти во всех кислотах с образованием большого количества солей:
  - ◆  $2K + 2HCl = 2KCl + H_2$



# Медь

- ◆ Медь — тяжелый розово-красный металл, мягкий и ковкий, ее температура плавления  $1083^{\circ}\text{C}$ , является отличным проводником электрического тока и теплоты. Электрическая проводимость меди в 1,7 раза выше, чем алюминия, и в 6 раз выше железа.



- ◆ Медь - малоактивный металл, в электрохимическом ряду напряжений она стоит правее водорода. Она не взаимодействует с водой, растворами щелочей, соляной и разбавленной серной кислотой. Однако в кислотах — сильных окислителях (например, азотной и концентрированной серной) — медь растворяется:
- ◆  $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$  концентрированная
- ◆ Медь обладает достаточно высокой стойкостью к коррозии. Однако во влажной атмосфере, содержащей углекислый газ медь покрывается зеленоватым налетом основного карбоната меди:
- ◆  $2\text{Cu} + \text{O}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3$



- ◆ Медь – первый металл, который впервые стал использовать человек в древности за несколько тысячелетий до нашей эры. Первые медные орудия изготавливались из самородной меди, которая встречается довольно часто. Самый крупный самородок меди был найден на территории США, он имел массу 420 т.
- ◆ Но в виду того, что медь – мягкий металл, медь в древности не смогла вытеснить каменные орудия труда. Лишь когда человек научился плавить медь и изобрел бронзу (сплав меди с оловом), металл заменил камень. Широкое использование меди началось в IV тысячелетии до н. э.



# Ртуть

- ◆ Ртуть — элемент II группы шестого периода периодической системы Д.И.Менделеева.
- ◆ В соединениях проявляет степень окисления +1 и +2.
- ◆ Ртуть распространена в природе, в основном встречается в виде минерала - киновари ( $\text{HgS}$ ).
- ◆ Ртуть испаряется при комнатной температуре, пары ее очень ядовиты! Поэтому следует соблюдать особую осторожность при работе с ртутью и ртутными приборами, особенно термометрами. В случае падения термометры разбиваются, и ртуть разлетается на множество мельчайших капель, которые, попадая в щели, могут длительное время отравлять атмосферу и представлять опасность для здоровья человека. В этом случае следует всю ртуть собрать пипеткой или пылесосом, поверхность обработать 20%-ным раствором хлорида железа (III)  $\text{FeCl}_3$  или 10%-ным раствором перманганата калия  $\text{KMnO}_4$ , подкисленным соляной кислотой  $\text{HCl}$ .



- ◆ Ртуть — серебристый металл, при комнатной температуре являющийся жидкостью, температура плавления  $39^{\circ}\text{C}$ . Устойчив к воздействию воздуха и воды. Ртуть неактивна и в ряду напряжений металлов стоит правее водорода. Она не взаимодействует с соляной, разбавленной серной кислотами и щелочью.
- ◆ Из-за своих свойств (слабой реакционной способности, текучести, высокой плотности и электропроводности) ртуть используется для изготовления термометров, барометров и специальной научной аппаратуры.
- ◆ Ртуть хранят в стальных баллонах, так как она не смачивает железо.



- ◆ Сплавы ртути с другими металлами называются амальгамами. Амальгамы серебра, золота и олова находят применение в стоматологии.
- ◆ Используется как катализатор в органическом синтезе, для производства ламп дневного света, кварцевых ртутных ламп и т.д. Широкое применение находят соединения ртути: цианат ртути (гремучая ртуть)  $\text{Hg}(\text{ONC})_2$  — как взрывчатое вещество для детонаторов, иодид ртути  $\text{HgI}_2$  — в качестве бактерицидного вещества, сульфид ртути  $\text{HgS}$  — как краска красного цвета, хлорид ртути (сулема) -  $\text{HgCl}_2$  - как дезинфицирующее вещество в медицине.

# Хром

- ◆ Хром - металл, элемент побочной группы периодической системы Менделеева
- ◆ Хром - твердый, плотный металл, имеет высокую температуру плавления, химически устойчив на воздухе. Применяется в качестве легирующих добавок в состав многих сталей и сплавов. В соединениях проявляет различную степень окисления, максимальная степень окисления +6. Температура плавления хрома - 1890°C





# ЦИНК

- ◆ Элемент II группы четвертого периода периодической системы элементов Д.И.Менделеева.
- ◆ В соединениях проявляет степень окисления +2.
- ◆ В природе встречается только в виде соединений, важнейшим из которых является цинковая обманка  $ZnS$  и цинковый шпат  $ZnCO_3$ .
- ◆ Получение:
- ◆ Большинство цинковых руд содержит небольшое количество цинка, поэтому их предварительно обогащают, получая цинковый концентрат, который затем обжигают:  $2ZnS + 3O_2 = 2ZnO + 2SO_2$
- ◆ Полученный оксид цинка восстанавливают углем:
- ◆  $ZnO + C = Zn + CO$

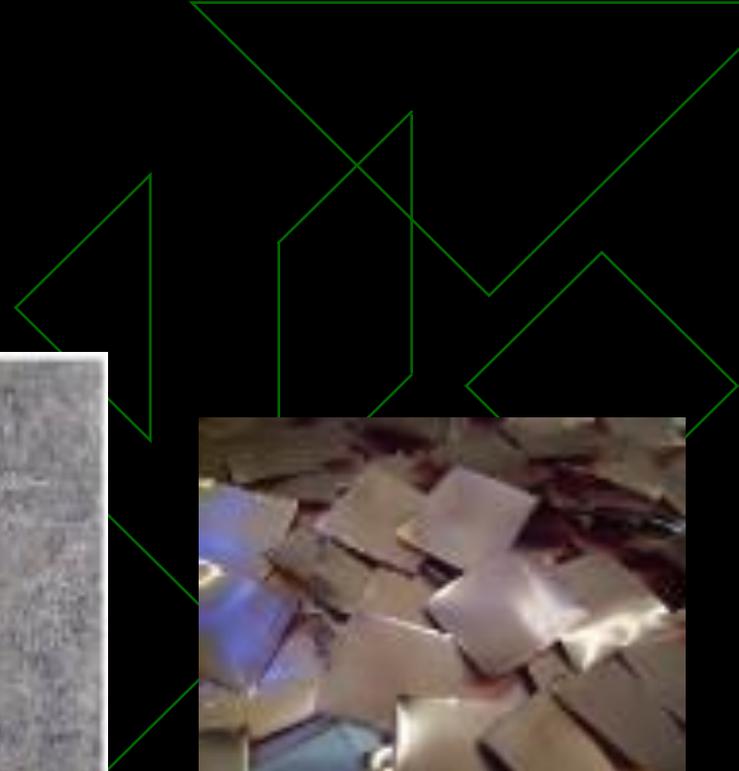
- ◆ Физические свойства:

- ◆ Цинк — голубовато-белый металл, хрупкий при комнатной температуре, а при 100-150°C поддается прокатке и вытягивается.

- ◆ На воздухе покрывается защитной оксидной пленкой.

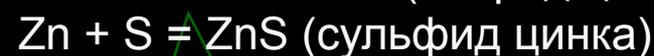
- ◆ Применение:

- ◆ Цинк применяется для цинкования железа и стали с целью получения антикоррозионного покрытия и предохранения от ржавчины, для изготовления гальванических элементов. Цинк используется в производстве сплавов, самым важным из которых является латунь (сплав цинка с медью).

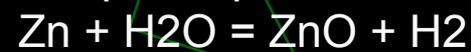


Химические свойства:

Цинк является довольно активным металлом. 1. Легко взаимодействует со многими неметаллами: кислородом, галогенами, серой, фосфором:



2. При нагревании взаимодействует с водой и сероводородом с выделением водорода:



3. Взаимодействует с щелочами:

— при сплавлении с ними образуются соли цинковой кислоты — цинкаты.

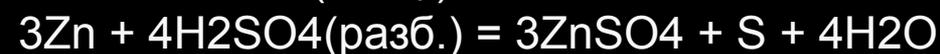
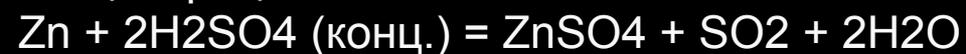


— при взаимодействии с водным раствором щелочи образуется комплексная соль цинковой кислоты (гидроксицинкат натрия)



4. Взаимодействует с кислотами:

— с серной кислотой с образованием различных веществ в зависимости от концентрации кислоты



$4\text{Zn} + 5\text{H}_2\text{SO}_4(\text{сильно разб.}) = 4\text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$  — с азотной кислотой с образованием разных веществ в зависимости от концентрации кислоты:

