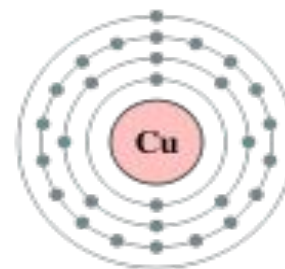


# Медь и её сплав

Выполнил:  
Ученик 9 «А» класса  
Пшеничных Денис

# История и происхождение названия

- Схема атома меди



- Из-за сравнительной доступности для получения из руды и малой температуры плавления медь — один из первых металлов, широко освоенных человеком. В древности применялась в основном в виде сплава с оловом — бронзы для изготовления оружия и т. П.
- Латинское название элемента происходит от названия острова Кипр (лат. *Cyprum*), на котором добывали медь.

# Нахождение в природе

В земной коре содержание меди составляет около  $5 \cdot 10^{-3}\%$  по массе. Очень редко медь встречается в самородном виде (самый крупный самородок в 420 тонн найден в Северной Америке). Из руд наиболее широко распространены сульфидные руды: халькопирит, или медный колчедан,  $\text{CuFeS}_2$  (30% меди), ковеллин  $\text{CuS}$  (64,4% меди), халькозин, или медный блеск,  $\text{Cu}_2\text{S}$  (79,8% меди), борнит  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$  (52-65% меди). Существует также много и оксидных руд меди, например куприт  $\text{Cu}_2\text{O}$  (81,8% меди), малахит  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$  (57,4% меди) и другие. Известно 170 медьсодержащих минералов, из которых 17 используются в промышленных масштабах.

Различных руд меди много, а вот богатых месторождений на земном шаре мало, к тому же медные руды добывают уже многие сотни лет, так что некоторые месторождения полностью исчерпаны. Часто источником меди служат полиметаллические руды, в которых, кроме меди, присутствуют железо (Fe), цинк (Zn), свинец (Pb), и другие металлы. Как примеси медные руды обычно содержат рассеянные элементы (кадмий, селен, теллур, галлий, германий и другие), а также серебро, а иногда и золото. Для промышленных разработок используют руды, в которых содержание меди составляет немногим более 1% по массе, а то и менее. В морской воде содержится примерно  $1 \cdot 10^{-8}\%$  меди.

# Физические и химические свойства

- Кристаллическая решетка металлической меди кубическая гранецентрированная, параметр решетки  $a = 0,36150$  нм. Плотность  $8,92$  г/см<sup>3</sup>, температура плавления  $1083,4^{\circ}\text{C}$ , температура кипения  $2567^{\circ}\text{C}$ . Медь среди всех других металлов обладает одной из самых высоких теплопроводностей и одним из самых низких электрических сопротивлений (при  $20^{\circ}\text{C}$  удельное сопротивление  $1,68 \cdot 10^{-3}$  Ом·м).
- В сухой атмосфере медь практически не изменяется. Во влажном воздухе на поверхности меди в присутствии углекислого газа образуется зеленоватая пленка состава  $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3$ . Так как в воздухе всегда имеются следы сернистого газа и сероводорода, то в составе поверхностной пленки на металлической меди обычно имеются и сернистые соединения меди. Такая пленка, возникающая с течением времени на изделиях из меди и ее сплавов, называется патиной. Патина предохраняет металл от дальнейшего разрушения. Для создания на художественных предметах «налета старины» на них наносят слой меди, который затем специально патинируется.

# Реакция меди с хлором

$\text{Cu} + \text{Cl}_2 = \text{CuCl}_2 + \text{Q}$  Медь реагирует с хлором при небольшом предварительном нагревании. Реакция идет бурно, образуемая хлорная медь плавится.

**Описание эксперимента:**  
В колбу, заполненную хлором, вносят нагретую до 200-300°C медную проволоку. Медь разогревается в результате реакции до красного каления, выделяется бурый дым хлорной меди, расплавленная хлорная медь капает на дно колбы



# Соединения

- В соединениях медь бывает двух степеней окисления: менее стабильную степень  $\text{Cu}^+$  и намного более стабильную  $\text{Cu}^{2+}$ , которая даёт соли синего и сине-зелёного цвета. В необычных условиях можно получить соединения со степенью окисления +3 и даже +5. Последняя встречается в солях купраборанового аниона  $\text{Cu}(\text{B}_{11}\text{H}_{11}\text{O}_2)^{3-}$ , полученных в 1994 году.
- Карбонат меди(II) имеет зелёную окраску, что является причиной позеленения элементов зданий, памятников и изделий из меди. Сульфат меди(II) при гидратации даёт синие кристаллы медного купороса  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , используется как фунгицид. Также существует нестабильный сульфат меди(I). Существует два стабильных оксида меди — оксид меди(I)  $\text{Cu}_2\text{O}$  и оксид меди(II)  $\text{CuO}$ . Оксиды меди используются для получения оксида иттрия бария меди ( $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-8}$ ), который является основой для получения сверхпроводников. Хлорид меди(I) — бесцветные кристаллы (в массе белый порошок) плотностью  $4,11 \text{ г/см}^3$ . В сухом состоянии устойчив. В присутствии влаги легко окисляется кислородом воздуха, приобретая сине-зелёную окраску. Может быть синтезирован восстановлением хлорида меди(II) сульфитом натрия в водном растворе.

# Соединения меди(I)

- Многие соединения меди(I) имеют белую окраску либо бесцветны. Это объясняется тем, что в ионе меди(I) все пять 3d-орбиталей заполнены парами электронов. Однако оксид  $\text{Cu}_2\text{O}$  имеет красновато-коричневую окраску. Ионы меди(I) в водном растворе неустойчивы и легко подвергаются диспропорционированию:
- $2\text{Cu}^+(\text{водн.}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{водн.}) + \text{Cu}(\text{тв.})$
- В то же время медь(I) встречается в форме соединений, которые не растворяются в воде, либо в составе комплексов. Например, дихлорокупрат(I)-ион  $[\text{CuCl}_2]^-$  устойчив. Его можно получить, добавляя концентрированную соляную кислоту к хлориду меди(I):
- $\text{CuCl}(\text{тв.}) + \text{Cl}^-(\text{водн.}) \rightarrow [\text{CuCl}_2]^- (\text{водн.})$
- Хлорид меди(I) — белое нерастворимое твердое вещество. Как и другие галогениды меди (I), он имеет ковалентный характер и более устойчив, чем галогенид меди (II). Хлорид меди(I) можно получить при сильном нагревании хлорида меди(II):
- $\text{CuCl}_2(\text{тв.}) \rightarrow 2\text{CuCl}(\text{тв.}) + \text{Cl}_2(\text{г.})$
- Образует неустойчивый комплекс с CO
- $\text{CuCl} + \text{CO} \rightarrow \text{Cu}(\text{CO})\text{Cl}$  разлагающийся при нагревании
- Другой способ его получения заключается в кипячении смеси хлорида меди(II) с медью в концентрированной соляной кислоте. В этом случае сначала образуется промежуточное соединение — комплексный дихлорокупрат(I)-ион  $[\text{CuCl}_2]^-$ . При выливании раствора, содержащего этот ион, в воду происходит осаждение хлорида меди(I). Хлорид меди(I) реагирует с концентрированным раствором аммиака, образуя комплекс диамминмеди(I)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$ . Этот комплекс не имеет окраски в отсутствие кислорода, но в результате реакции с кислородом превращается в синее соединение.

# Применение

- Медь, как полагают, — первый металл, который человек научился обрабатывать и использовать для своих нужд. Найденные в верховьях реки Тигр изделия из меди датируются десятым тысячелетием до нашей эры. Позднее широкое применение сплавов меди определило материальную культуру бронзового века (конец 4 — начало 1 тысячелетия до нашей эры) и в дальнейшем сопровождало развитие цивилизации на всех этапах. Медь и ее использовали для изготовления посуды, утвари, украшений, различных художественных изделий. Особенно велика была роль бронзы.
- С 20 века главное применение меди обусловлено ее высокой электропроводимостью. Более половины добываемой меди используется в электротехнике для изготовления различных проводов, кабелей, токопроводящих частей электротехнической аппаратуры. Из-за высокой теплопроводности медь — незаменимый материал различных теплообменников и холодильной аппаратуры. Широко применяется медь в гальванотехнике — для нанесения медных покрытий, для получения тонкостенных изделий сложной формы, для изготовления клише в полиграфии и др.
- Большое значение имеют медные сплавы — латуни (основная добавка цинк (Zn)), бронзы (сплавы с разными элементами, главным образом металлами — оловом (Sn), алюминием (Al), бериллием (Be), свинцом (Pb), кадмием (Cd) и другими, кроме цинка (Zn) и никеля (Ni)) и медно-никелевые сплавы, в том числе мельхиор и нейзильбер. В зависимости от марки (состава) сплавы используются в самых различных областях техники как конструкционные, антидиффузионные, стойкие к коррозии материалы, а также как материалы с заданной электро- и теплопроводностью. Так называемые монетные сплавы (медь с алюминием (Al) и медь с никелем (Ni)) применяют для чеканки монет — «меди» и «серебра»; но медь входит в состав и настоящих монетного серебра и монетного золота.



# Биологическая роль

- Медь является необходимым элементом для всех высших растений и животных. В токе крови медь переносится главным образом белком церулоплазмином. После усваивания меди кишечником она транспортируется к печени с помощью альбумина. Медь встречается в большом количестве ферментов, например, в цитохром-с-оксидазе, в содержащем медь и цинк ферменте супероксид дисмутаза, и в переносящем кислород белке гемоцианине. В крови большинства моллюсков и членистоногих медь используется вместо железа для транспорта кислорода.
- Предполагается, что медь и цинк конкурируют друг с другом в процессе усваивания в пищеварительном тракте, поэтому избыток одного из этих элементов в пище может вызвать недостаток другого элемента. Здоровому взрослому человеку необходимо поступление меди в количестве 0,9 мг в день.

# Токсичность

- Некоторые соединения меди могут быть токсичны при превышении ПДК в пище и воде. Содержание меди в питьевой воде не должно превышать 2 мг/л (средняя величина за период из 14 суток), однако недостаток меди в питьевой воде также нежелателен. Всемирная Организация Здравоохранения (ВОЗ) сформулировала в 1998 году это правило так: «Риски для здоровья человека от недостатка меди в организме многократно выше, чем риски от ее избытка».
- В 2003 году в результате интенсивных исследований ВОЗ пересмотрела прежние оценки токсичности меди. Было признано, что медь не является причиной расстройств пищеварительного тракта
- Существовали опасения, что Гепатоцеребральная дистрофия (болезнь Вильсона — Коновалова) сопровождается накоплением меди в организме, так как она не выделяется печенью в желчь. Эта болезнь вызывает повреждение мозга и печени. Однако причинно-следственная связь между возникновением заболевания и приёмом меди внутрь подтверждения не нашла. Установлена лишь повышенная чувствительность лиц, в отношении которых диагностировано это заболевание к повышенному содержанию меди в пище и воде. Общее число лиц, поражённых заболеванием, например, в США, составляет ок. 35 000 человек, то есть 0,01 % от общего числа водопользователей



# Бактерицидность

- Бактерицидные свойства меди и ее сплавов были известны человеку давно. В 2008 году после длительных исследований Федеральное Агентство по Охране Окружающей Среды США (US EPA) официально присвоило меди и нескольким сплавам меди статус веществ с бактерицидной поверхностью (агентство подчеркивает, что использование меди в качестве бактерицидного вещества может дополнять, но не должно заменять стандартную практику инфекционного контроля). Особенно выражено бактерицидное действие поверхностей из меди (и ее сплавов) проявляется в отношении метициллин-устойчивого штамма стафилококка золотистого, известного как «супермикроб» MRSA. Летом 2009 была установлена роль меди и сплавов меди в инаktivировании вируса гриппа А/Н1N1 (т. н. «свиной грипп»)

# Органолептические свойства

- Ионы меди придают излишку меди в воде отчётливый «металлический вкус». У разных людей порог органолептического определения меди в воде составляет приблизительно 2-10 мг/л. Естественная способность к такому определению повышенного содержания меди в воде является природным механизмом защиты от приема внутрь воды с излишним содержанием меди.



# Производство, добыча и запасы меди

- Мировая добыча меди в 2000 году составляла около 15 млн т., а в 2004 году — около 14 млн т. . Мировые запасы в 2000 году составляли, по оценке экспертов, 954 млн т., из них 687 млн т. подтверждённые запасы , на долю России приходилось 3,2 % общих и 3,1 % подтверждённых мировых запасов. Таким образом, при нынешних темпах потребления запасов меди хватит примерно на 60 лет.
- Производство рафинированной меди в России в 2006 году составило 881,2 тыс. тонн, потребление — 591,4 тыс. тонн. Основными производителями меди в России являлись: Норильский никель, Уралэлектромедь, Русская медная компания.
- К указанным производителям меди в России в скором будущем присоединится Холдинг «Металлоинвест», выкупивший права на разработку нового месторождения меди «Удоканское» . Мировое производство меди в 2007 году составляло 15,4 млн т, а в 2008 году — 15,7 млн т. Лидерами производства были: Чили (5,560 млн т в 2007 г. и 5,600 млн т в 2008 г.), США (1,170/1,310), Перу (1,190/1,220), Китай (0,946/1,000), Австралия (0,870/0,850), Россия (0,740/0,750), Индонезия (0,797/0,650), Канада (0,589/0,590), Замбия (0,520/0,560), Казахстан (0,407/0,460), Польша (0,452/0,430), Мексика (0,347/0,270).
- Разведанные мировые запасы меди на конец 2008 года составляют 1 млрд т, из них подтверждённые — 550 млн т. Причем, оценочно, считается что глобальные мировые запасы на суше составляют 3 млрд т, а глубоководные ресурсы оцениваются в 700 млн т.

# Способы добычи

- Этот металл встречается в природе в самородном виде чаще, чем золото, серебро и железо. Однажды нашли самородок, который весил 420 т. Наверняка медь была первым металлом, с которым познакомились древние люди. Первые свои орудия делали они из кремниевой и железной руды, из меди, и уже потом научились изготавливать их из бронзы и железа. Сплав меди с оловом (бронзу) получили впервые за 3000 лет до н. э. на Ближнем Востоке. Бронза привлекала людей прочностью и хорошей ковкостью, что делало ее пригодной для изготовления орудий труда и охоты, посуды, украшений. Все эти предметы находят в археологических раскопах.
- Первоначально медь добывали из малахитовой руды, а не из сульфидной, так как она не требует предварительного обжига. Для этого смесь руды и угля помещали в глиняный сосуд, сосуд ставили в небольшую яму, а смесь поджигали. Выделяющийся угарный газ восстанавливал малахит до свободной меди:
- $2\text{CO} + (\text{CuOH})_2\text{CO}_3 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 2\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ . Добычу меди называют прабабушкой металлургии. Её добыча и выплавка были налажены еще в Древнем Египте, во времена фараона Рамзеса II (1300—1200 гг. до н. э.). Древние египтяне нагнетали воздух в плавильные печи с помощью мехов, а древесный уголь получали из акации и финиковой пальмы. Они выплавили около 100 т чистой меди.
- На территории России и сопредельных стран медные рудники появились за два тысячелетия до н. э. Остатки их находят на Урале, в Закавказье, на Украине, в Сибири, на Алтае.
- В XIII—XIV вв. освоили промышленную выплавку меди. В Москве в XV в. был основан Пушечный двор, где отливали из бронзы орудия разных калибров.
- Сейчас известно более 170 минералов, содержащих медь, но из них только 14—15 имеют промышленное значение. Это — халькопирит (он же медный колчедан), малахит, встречается и самородная медь. В медных рудах часто в качестве примесей встречаются молибден, никель, свинец, кобальт, реже — золото, серебро. Обычно медные руды обогащаются на фабриках, прежде чем поступают на медеплавильные комбинаты. Богаты медью Казахстан, США, Чили, Канада, африканские страны — Заир, Замбия, Южно-Африканская республика. Очень крупное Удоканское месторождение медной руды сравнительно недавно обнаружено на севере Читинской области.
- По объему мирового производства и потребления медь занимает третье место после железа и алюминия.