

ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ ХИМИИ

Лекция 2

Накопление химических знаний

в доисторические времена

Лектор:

проф. кафедры
материаловедения и
индустрии наносистем
Самойлов А.М.



« ...Доисторические времена делятся на периоды на основании естественнонаучных, а не так называемых исторических изысканий, по материалу орудий труда и оружия: каменный век, бронзовый век, железный век».

Карл Маркс

2.1. Классификация источников химических знаний древних людей

Проследить возникновение химии у истоков цивилизации – задача очень нелегкая. Древняя история любой науки сводится к сумме обособленных сведений, ссылкам на достигнутый в те времена технический прогресс и не может представлять собой целостного изложения. Систематизация фактов истории химии возможна лишь тогда, когда существенную роль начинает играть *общая теория*, оказывающая влияние на развитие данной науки. Для химии той

эпохи однозначно еще не решен вопрос о том, была ли она в то время искусством или наукой. Сотни тысяч лет назад в эпоху *палеолита* человек впервые создал искусственные орудия труда. Сначала человек использовал только те материалы, которые он находил в природе - камни, дерево, кости, шкуры животных. Эпоху *неолита* отличает умение человека шлифовать камни. Однако даже после *механической* обработки камень оставался камнем, а дерево - деревом.



Ручные рубила из кварцита,
найденные в районе Бургоса
(350000 лет до н. э.).
Национальный музей
археологии, Мадрид, Испания

В самом начале целесообразно назвать и сопоставить важнейшие *источники*, содержащие сведения о химических ремеслах до нашей эры:

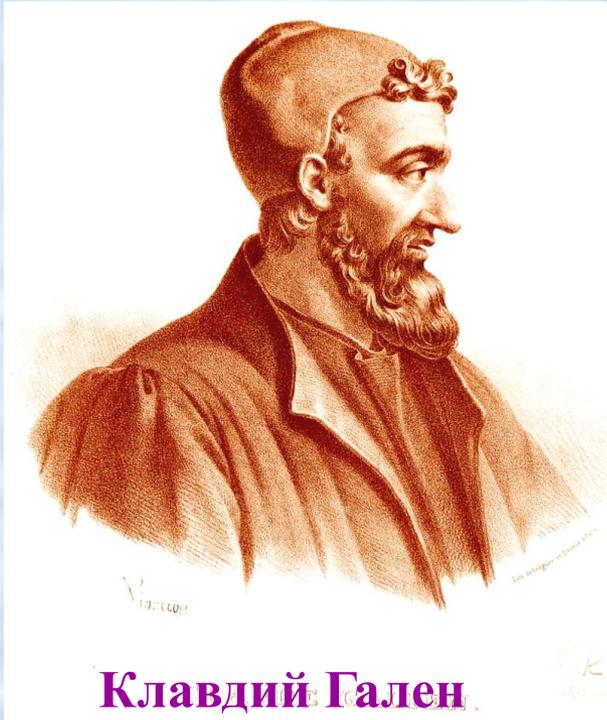
а) *оружие, орудия труда и предметы домашнего обихода, найденные при проведении археологических раскопок;*

б) *письменные археологические памятники.*

Изучение ранних периодов истории многих народов дает представление о характере человеческого общества *до появления* великих цивилизаций древности. Археологи на основании научного анализа обнаруженных ими при раскопках предметов воссоздали довольно подробную картину образа жизни и характера труда древнего человека, в том числе и развития химических ремесел. Таким образом, можно понять, какие из химических процессов наиболее широко использовались в то время для получения разнообразных веществ, важных для жизни людей.

Среди *письменных источников*, позволяющих получить картину уровня развития химических ремесел в эпоху *существования великих цивилизаций* Древнего мира, наиболее важными являются:

- а) *папирус Эберса* (Египет, XVI век до н.э.);
б) *папирус Бругша* (Египет, XIV век до н. э.);
в) *Лейденский папирус* и *Стокгольмский папирус* (Египет, начало н. э.);
г) сочинения древнегреческих ученых: *Эмпедокла* и *Гиппократа*;
д) сочинения ученых Древнего Рима: *Клавдия Галена*, *Диоскорида* и *Плиния Старшего*.



папирус, возраст которого составляет шесть веков. Его текст расшифровал известный немецкий египтолог **Георг Эберс**. Древний манускрипт был отдан на хранение в библиотеку Лейпцигского университета.



В этом документе были собраны многочисленные фармацевтические и медицинские рецепты Древнего Египта. Примерно на два столетия меньше возраст найденного при раскопках в столице Древнего Египта Мемфисе **«папируса Бругша»**. Его содержание составляют также фармацевтические и медицинские рецепты.

Фрагмент папируса Бругша

Чрезвычайно важными письменными источниками сведений о состоянии химических ремесел в древнем мире стали два папируса, найденные в 1828 г. при раскопках в Фивах. По местоположению библиотек, в которые они затем были помещены на хранение, эти папирусы получили названия *«Лейденский»* и *«Стокгольмский»*. В них приведены многочисленные сведения об известных в древности веществах и о способах их получения и выделения. Эти манускрипты являются менее древними, чем папирусы Эберса и Бругша: они были написаны в начале нашей эры. Тем не менее, анализ их содержания позволяет предположить, что приведенные в них рецепты были созданы на основе тысячелетней традиции развития химических ремесел. Такой вывод можно сделать с учетом общеисторического подхода к процессу развития ремесел. В древние времена существовала многовековая традиция сохранения тайны «производственных секретов», согласно которой многие практические навыки передавали из поколения в поколение, тщательно скрывая их от посторонних и непосвященных. Эти правила были нарушены лишь в XVIII в. и особенно в XIX—XX столетиях, что, в первую очередь, было

обусловлено началом **технической революции** и возникновением **научного естествознания**.

Необходимо упомянуть некоторые другие важные письменные источники, донесшие до нашего времени, главным образом, сведения о теоретических представлениях в древности. Безусловно, это **Библия**, **«Илиада»** и **«Одиссея» Гомера**, а также фрагменты сочинений древнегреческих философов.

Из древнеримского периода до нашего времени уцелели два труда — **«Естественная история»** знаменитого ученого **Плиния Старшего** и трактат **Диоскорида «О лекарственных средствах»**, в которых подробно и очень интересно (хотя и не без ошибок) изложены не только представления античных философов о составе и свойствах веществ, но и многочисленные рецепты получения различных веществ.

«Естественную историю» Плиния Старшего можно считать своего рода первой энциклопедией естествознания. Сочинения древнеримского ученого составили 36 томов. В них содержатся сведения по астрономии, физике, географии, биологии и анатомии человека, лекарственных

человека, лекарственных препаратах растительного и животного происхождения. Заключительная серия из шести книг содержит исчерпывающие по тем времена сведения о неорганической природе, происхождении в земных недрах минералов и металлов. Кроме того, Плиний Старший описал различные химические процессы и операции.

2.2. **Покорение огня**

Человек получил возможность осуществлять *химические превращения* некоторых веществ лишь тогда, когда он научился *разводить и поддерживать огонь*. Огонь стал для первобытного человека универсальным средством защиты от хищных зверей, холода и темноты, и, что особенно важно, оказался необходимым *средством труда*.

Согласно замечательному определению **К. Маркса**, *средство труда* есть вещь или комплекс вещей, которые человек помещает между собой и предметом труда, и которые служат для него в качестве проводника его воздействий на этот предмет.

Историки считают, что «приручить» огонь, т. е. постоянно использовать его в повседневной практике, древние люди научились примерно **350 тыс. лет до н. э.** В пещере Кесем, что в 12 километрах восточнее Тель-Авива, найдены свидетельства регулярного использования огня примерно **382—200 тысяч лет назад.** Первоначально человек лишь поддерживал горения огня, подаренного ему природой (удары молнии, извержение вулканов и т. п.).

Горение стало тем первым природным процессом, который стал использовать человек в своей повседневной жизни и который оказал решающее влияние на всю последующую историю цивилизации. «Укротить» огонь удалось лишь после того, как человек научился самостоятельно добывать огонь.

Первобытные люди использовали следующие способы добычи огня:

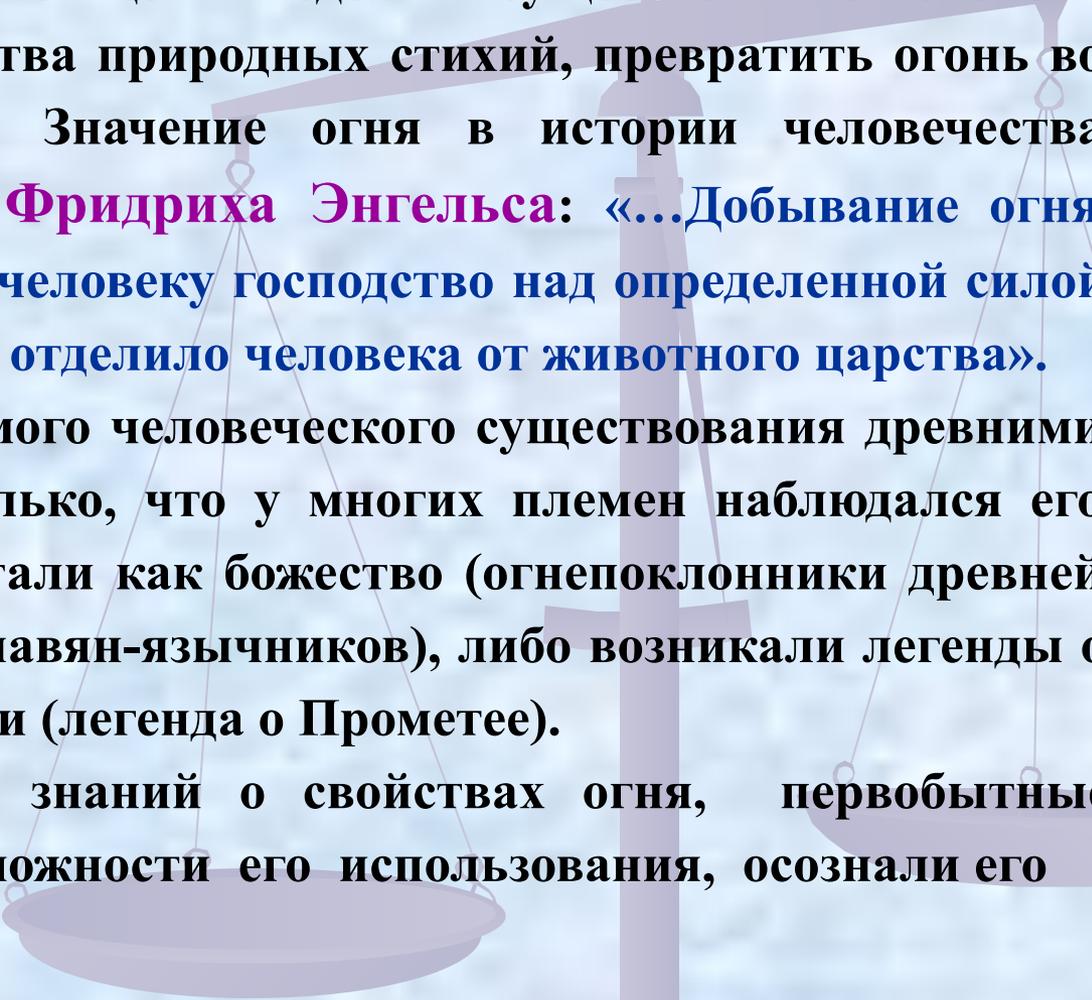
- 1. Трение.** Этот способ заключался в трении твердого дерева о более мягкое.
- 2. Сверление.** Твердый острый кусок дерева вводился в отверстие в мягком дереве и руками приводился в движение при помощи вращения.

Кроме того, в отверстие клали трут, который быстро воспламенялся. Еще быстрее, если деревянный стержень приводился в движение при помощи тетивы лука.

3. Высекание. Ударяя друг о друга два камня, получали искры, которые зажигали ранее подготовленный трут. Использовали в основном серный колчедан, разного рода кварц, кремь из-за их особой твердости. Этот способ применялся вплоть до начала XX-го в. по всей Европе.



**Воин из племени вануату
добывает огонь трением**



Остроумные приспособления, предназначенные для сохранения и получения огня, накапливались и усовершенствовались в течение нескольких тысячелетий. Этот процесс продолжался вплоть до второй половины XIX в., до изобретения спичек и первой зажигалки и был направлен на достижение одной цели – сделать существование человека менее зависимым от господства природных стихий, превратить огонь во всеобщее средство труда. Значение огня в истории человечества характеризует такая фраза **Фридриха Энгельса: «...Добывание огня трением впервые доставило человеку господство над определенной силой природы и тем окончательно отделило человека от животного царства».**

Зависимость от огня самого человеческого существования древними народами ощущалась настолько, что у многих племен наблюдался его культ: либо сам огонь почитали как божество (огнепоклонники древней Персии, Сварог – бог огня славян-язычников), либо возникали легенды о даровании огня людям богами (легенда о Прометее).

По мере накопления знаний о свойствах огня, первобытные люди усмотрели новые возможности его использования, осознали его



**Прометей несет огонь людям.
Картина Ф.А. Бюллера, 1817 г.**

важнейшее значение для совершенствования техники и условий жизни.

Древние племена стали использовать огонь для получения важнейших предметов обихода, в первую очередь, посуды.

Использование *керамических* изделий - сосудов из *обожженной глины* оказало огромное влияние на эволюцию человечества в целом, поскольку существенным образом раздвинуло границы применения огня в технике и повседневной жизни. Сосуды из древесины и кожи, применявшиеся до керамических, нельзя было подвергать нагреву.

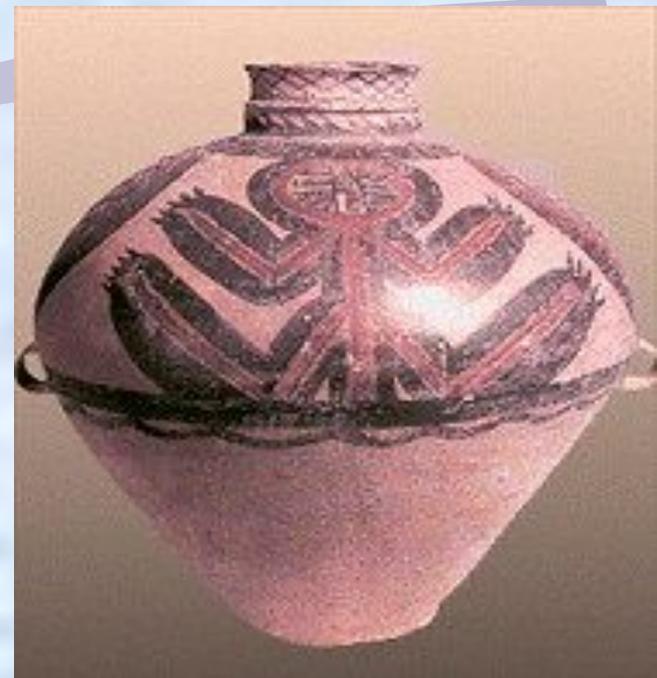
Так возникло гончарное производство, способное удовлетворить потребности первобытных людей в керамических сосудах.

Керамические сосуды и иные изделия древних людей, в первую очередь, были предназначены для сбора, хранения и перевозки воды, а также некоторых продуктов питания.



Терракотовые неглазурованные сосуды для хранения воды и зерна.

Древний Египет, 3900-3600 гг. до н. э.



Тонкостенный глазурованный сосуд из высококачественной белой глины – каолина (Китай, серед. II тысячелетия до н. э.)



Необходимо признать, что первые керамические изделия древних людей не были предназначены для использования в бытовых целях. Они носили сакральный характер и были предназначены для отправления различных культов. Самым древним из ныне известных керамических изделий является статуэтка **Вестоницкой Венеры**, найденной при раскопках в Чехии. Ее возраст составляет 25 – 29 тыс. лет. Химический состав таких керамических изделий отличался от состава предметов бытового назначения. Как правило, в культовые статуи добавляли измельченные кости животных или человека.

Статуэтка Вестоницкой Венеры,
25000 – 29000 до н. э. Музей Брно, Чехия

Человечество еще находилось в каменном веке, когда около 8000 лет до н. э. произошло коренное изменение в способе добывания пищи. Сначала человек стал разводить животных, а затем - выращивать растения. Развитие земледелия заставило человека перейти от кочевого образа жизни к оседлому – возникли постоянные поселения и первые города.

Развитие гончарного производства стимулировало широкое применение первобытным человеком еще одного природного сырья – различных сортов *глины*. В результате использования глины возникла еще одна отрасль техники того времени – *обжиг*. При помощи обжига стали производить не только посуду, но и *кирпичи* – очень важный строительный материал. Наблюдения за изменением свойств жиров и масел при нагревании оказали большое влияние на развитие способов освещения. Открытое пламя костра и горящую лучину сменили факелы и глиняные масляные светильники. Только после этого стало возможна постоянная работа в темных закрытых помещениях, шахтах и штольнях, пробитых в горах для добычи полезных ископаемых. Вплоть до второй половины XIX в. на протяжении тысячелетий сжигание растительных масел и животных

жиров оставалось основой разнообразных осветительных устройств.

Накопление и систематизация наблюдений за процессами обжига повлекло за собой совершенствование конструкций печей, что способствовало развитию методов регулировки силы пламени и достижения более высоких температур.

Последнее обстоятельство имело чрезвычайно важные последствия — оно позволило совершить революционные изменения в эволюции человечества - перейти к использованию нового вида минерального сырья — *металлов*.

Начало естественнонаучной деятельности человека следует отсчитывать не с появления *первых теорий*, а с гораздо более раннего периода, когда люди стали целенаправленно применять химические и технологические процессы, изменяющие свойства веществ, с целью получения продуктов, необходимых для их жизнедеятельности. Поначалу отсутствие теоретических знаний практически никоим образом не сказывалось на использовании этих процессов. С другой стороны, каждый новый факт о взаимосвязи природных явлений, который устанавливали даже при неосознанном использовании

химических реакций, способствовал становлению и закреплению естественнонаучных знаний.

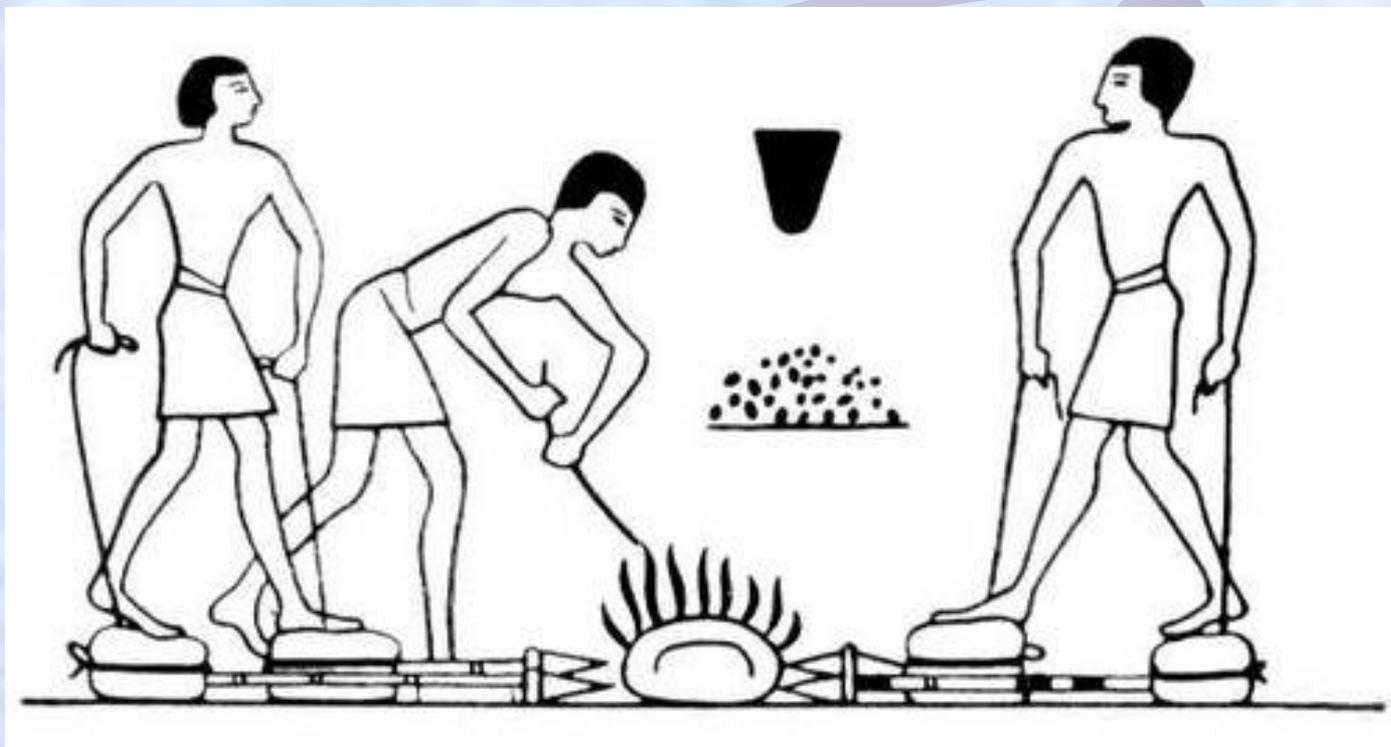
Овладение огнем не только поставило качество жизни древнего человека на совершенно другой уровень, но и оказалось мощным стимулом для последующего развития не только сфер науки и материального производства, но и всей человеческой цивилизации.

2.3. Эра металлов

Около 9000 лет до н. э. произошел еще один скачок в развитии цивилизации - человек научился использовать *металлы*. Первыми среди них были *самородные медь* и *золото*.

Сначала эти металлы применяли для создания украшений. Позднее было обнаружено, что медь и золото обладают пластичностью и ковкостью. В результате эти металлы стали использовать для небольших предметов бытового назначения и даже для некоторых образцов оружия. Первым способом механической обработки меди и золота была *холодная ковка*.

Как человек перешел от использования самородных металлов к их выплавке, до сих пор не ясно. Известно, что первым металлом, полученным плавкой, был *свинец*. Возможность получения *меди* была окончательно установлена около 6000 лет до н. э. на в Малой Азии (Зап. Анатолия, 4000 лет до н. э. на Синайском полуострове и в горных областях Шумера (современный Ирак).



Получение металлов из руды и древесного угля в яме. Воздух вдувается кузнечными мехами (древнеегипетское изображение)

С этого времени **Cu** стала вполне доступным материалом для изготовления оружия, орудий труда и предметов домашнего обихода. В результате многовекового опыта работы с печами для обжига человек научился подбирать и использовать горючие и огнеупорные материалы, а также создал *устройства для подачи воздуха в печи*. **Древесный уголь** и *кузнечные мехи* стали «волшебным средством», позволившим уже в древности создать основы металлургической техники, которая вплоть до конца XVIII в. изменилась очень незначительно, за исключением объемов производства.



**Слиток меди. Закрос, Кипр.
III тыс. до н.э.**

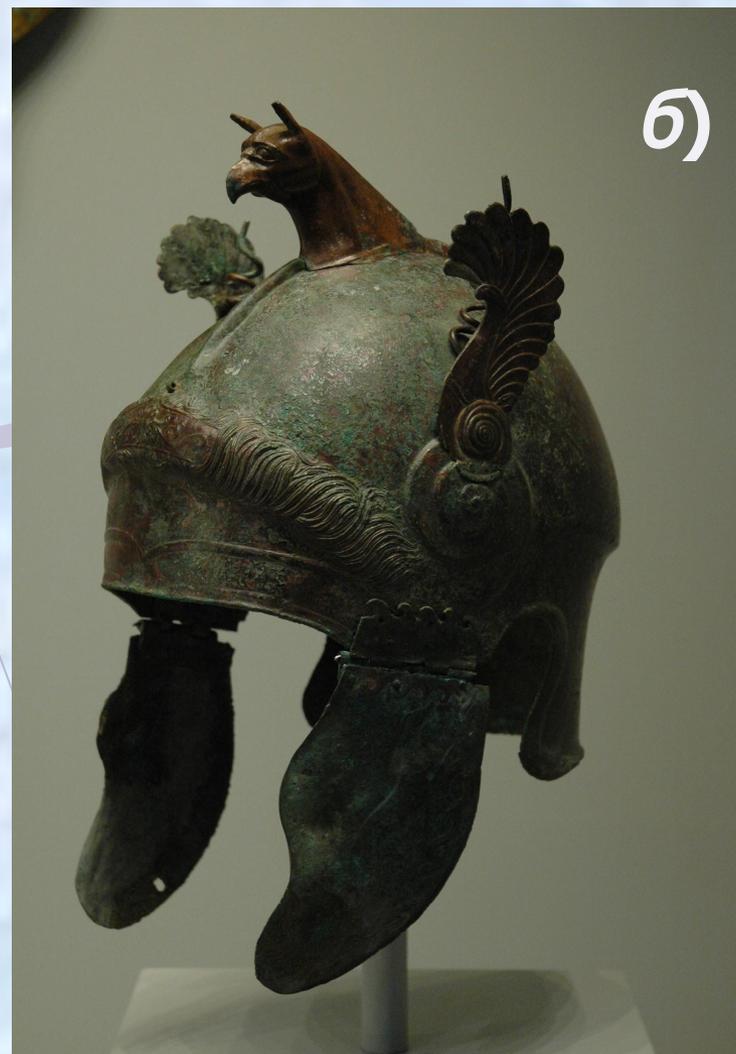


Тлеющий древесный уголь

Около 3000 до н. э. начали выплавлять **бронзу** (сплав меди и **мышьяка**, затем - **олова**), которая тверже меди. Открытие технологии выплавки бронзы, несомненно, было случайным событием, поскольку металлургия чистых мышьяка и олова древним народам не была известна. Наиболее древние бронзовые изделия были обнаружены в гробнице египетского фараона Итети, который правил в XXX в. до н. э. Бронза стала основным материалом для изготовления орудий труда, оружия и предметов обихода.



Бронзовые топоры. Ближний Восток. II тыс. до н. э.



Бронзовые шлемы древнегреческих воинов. IV в. до н.э.:
а) шлем гоплита – тяжеловооруженного пехотинца;
б) шлем предводителя отряда кавалерии

Широкое использование бронзы принесло множество преимуществ, среди которых наиболее весомыми были возможность многократного использования металлического сплава, а также быстрота и легкость его обработки. Наступление **бронзового века**, сменившего энеолит, и продолжавшегося с конца IV до начала I тысячелетия до н. э., привело к заметному увеличению производительности труда. Этот период в истории человечества ознаменовался распадом первобытнообщинного строя и возникновением в некоторых районах рабовладельческих государств. Самым известным событием бронзового века была Троянская война.



Статуэтка быков.
Мышьяковистая
бронза.
2400 гг. до н.э.
Центральная
Анатолия, Турция



Лошадка. Поздний бронзовый век
(около XIV в. до н.э.). Раскопки в г.
Мцхета (Грузия).

Еще один скачкообразный момент развития цивилизации связан с *открытием железа*. Вначале железо было очень дорогим и редким металлом, поскольку его извлекали из обломков метеоритов. Секрет плавки железа был открыт примерно в 1500 г. до н. э. в Малой Азии. Первыми широко применять железо стали хетты. Сначала для выплавки железа использовали костры, а затем специальные плавильные ямы - сыродутные горны. Относительно низкая температура процесса и большое количество железистого шлака препятствовали науглероживанию металла и позволяли получать железо только с низким содержанием углерода. Процесс был малопродуктивным и обеспечивал извлечение из руды лишь около половины содержащегося в ней железа. Metallургия железа развивалась очень медленно, несмотря на то, что железные руды гораздо более распространены, чем медные, а температура их восстановления - ниже.

Причина первоочередного развития металлургии бронзы заключается в том, что сыродутное железо по качеству значительно уступало бронзе. В связи с низким содержанием углерода сыродутное железо было мягким. Изготовленные из него оружие и орудия труда быстро

затуплялись, гнулись, не подвергались закалке, поэтому по качеству они уступали бронзовым.

Лишь примерно в начале I тыс. до н. э. в Индии, Месопотамии, Армении и Египте были разработаны методы выплавки железа, оказавшие определяющее влияние на развитие металлургии последующих веков. После повторного нагревания железа в печи с древесным углем его стали превращать в ковкую *сталь*.



Железный щит римского центуриона. II в. н. э.



Стальные акинаки кельтских воинов. Испания. I в. н. э.

Эти усовершенствования обеспечили железу в I тыс. до н. э. главенствующее положение среди материалов, используемых человеком. К началу н. э. металлургия железа была почти повсеместно распространена в Европе и Азии.



Железный рыболовный крючок.
Древний Рим. II в. н.э.



Железные наконечники копий.
Центральная Европа. I в. н. э.



Стальной шлем римского гладиатора.
II в. н. э.



Знаменитая железная колонна на территории исторического комплекса Кутуб-Минар (а) и надпись на ней, посвященная и царю Чандрагупте II (375—413 гг.) и богу Вишну (б). Дели, Индия.

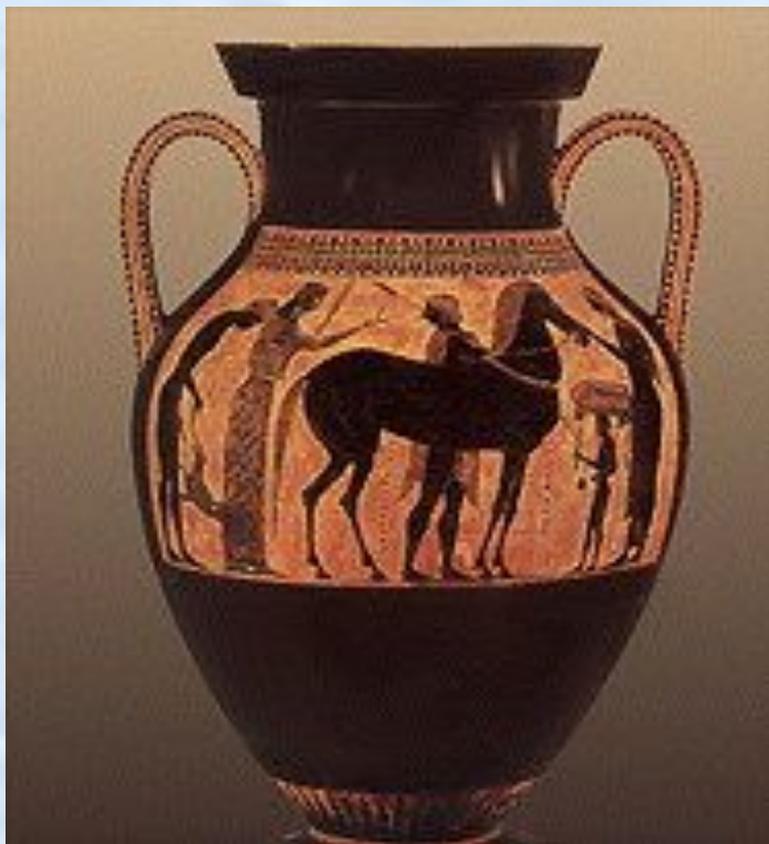
Параллельно с развитием технологии черной металлургии совершенствовались и методы получения других металлов. Всего древним народам было известно семь металлов: *железо, золото, медь, олово, серебро, свинец* и *ртуть* (жидкое серебро).

Возникновение металлургии позволило человечеству на практике овладеть *важнейшими химическими процессами: обжигом* – окислением металла и обратным превращением – *восстановлением оксида в металл*. Пауль Вальден писал: «Так эмпирически было открыто важное для химии положение об *обратимости процесса*, или реакции; однако для научного осмысления этого положения потребовалось длительное развитие химии – в течение нескольких тысячелетий. Это произошло лишь в конце XVIII века».

2.4. Общий уровень развития прикладной химии древних цивилизаций

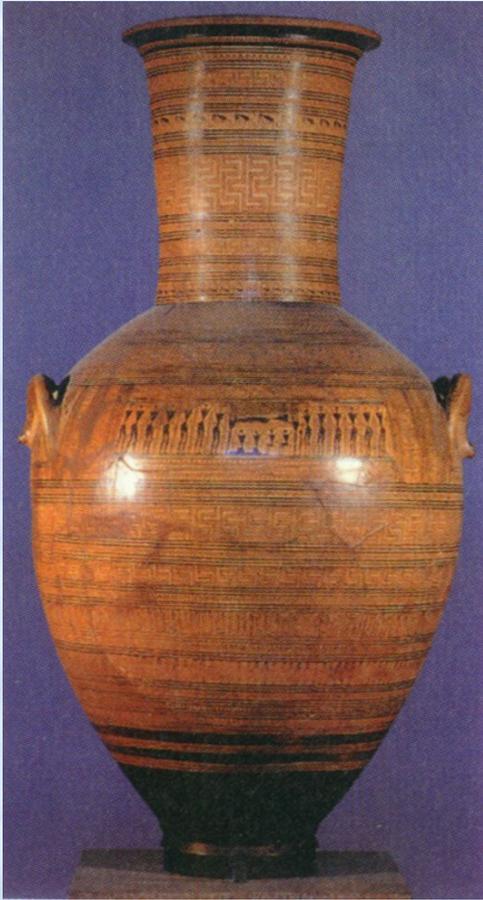
Древние цивилизации накопили большой объем знаний по прикладной химии не только в области металлургии. При помощи огня человек научился изготавливать важные строительные материалы – кирпич и черепицу.

Античные жители Средиземноморья в совершенстве овладели гончарным искусством. Для покрытия керамических изделий разноцветной глазурью была разработана особая техника. Особенных достижений в этом направлении добились древние греки и римляне. Расписанные художниками античные амфоры и пифосы и по сей день вызывают восхищение.



В VI в. до н. э. в Древней Греции складывается чернофигурный (чернолаковый) стиль, при котором силуэтные изображения наносились черным лаком на желтую или красную глину, детали одежды, орнамента выполнялись белой и пурпуровой красками

Народам древности также была известна технология приготовления **стекла**. Самые древние стеклянные изделия археологи находят в культурных слоях, относящихся к эпохам зарождения цивилизаций Египта и Китая.



Амфора с росписью геометрического стиля.
VIII в. до н. э. Национальный музей, Афины.

В Египте развитию стекольного дела способствовали большие природные запасы соды. Первое стекло было непрозрачным и мутным. Однако позднее удалось создать прозрачное стекло, которое научились окрашивать в голубой, зеленый и красный цвет. Плиний Старший указывал на возможность получения окрашенных стекол, имитирующих драгоценные камни.

При возведении зданий в древности использовали известь, поэтому повсеместно развивалась технология обжига извести, ее гашения и применения для получения строительных растворов.

Также у Плиния можно найти описание процесса приготовления *мыла* путем обработки жиров известью, золой и щелочами естественного происхождения. Искусством крашения тканей особенно славились мастера из Китая и Индии. Помимо минеральных красителей (охра, сурик, ярь-медянка и т. д.) Плиний называет вещества органического происхождения: индиго и пурпур. В качестве закрепителей красок использовали квасцы и железный купорос.

Очевидно, что огонь был необходим при выделении древесной смолы, различных масел, при получении сажи и изготовлении некоторых красок, например, знаменитой *синей египетской*, чернил и лекарственных препаратов.

Историки установили, что египтяне, греки и римляне использовали многочисленные медикаменты, в том числе и приготовленные *искусственно*. Очень многими секретами приготовления лекарственных и косметических препаратов, а также ядов владели египетские жрецы. Существуют косвенные свидетельства, что объем накопленных

египтянами знаний в области прикладной химии был чрезвычайно большим.

Однако хранителем этих знаний было египетское духовенство - в то время наиболее образованный слой общества. Непосредственные производители - ремесленники могли передавать свои знания из поколения в поколение лишь устно.

В Таблице 2.1 представлен общий анализ уровня развития химических знаний и ремесел разных народов Древнего мира.

2.5. Происхождение термина "химия"

Современная история химии пока еще не в состоянии дать однозначного ответа на вопрос о происхождении этого слова.

Согласно *одной из теорий*, слово *χημεία* означало в древности искусство превращать обыкновенные металлы в золото и серебро. Название это, вероятнее всего, произошло от древнего названия Египта (**Kham**) и обозначало «египетское искусство». Сведения по истории египетской цивилизации указывают, что, по всей видимости, химическое ремесло возникло именно там.

Таблица 1. Общий анализ уровня развития прикладной химии в предалхимический период.

Высокотемпературные процессы (керамика, стекло)	Огонь {>100 тыс.}* <hr/>
	Глиняные изделия {десятки тыс.} <hr/>
	Обжиг известняка (>1100 ⁰ C) {5000} Египет
Металлургия Позже (алхимики): Au – Солнце, Ag – Луна, Cu – Венера, Fe – Марс, Hg – Меркурий, Sn – Юпитер, Pb – Сатурн	Cu, Au (самородн.) [выплавка Cu {4000} Ближний Восток] <hr/>
	Бронза (Cu+Sn) {3000} <hr/>
	Pb, Ag <hr/>
	Fe {2100} Южный Кавказ {1500} Малая Азия <hr/>
	Hg {IV – III вв.} <hr/>
	(Sb) (сурьму плохо отличали от свинца)
Фармация Парфюмерия Бальзамирование	Папирус Эберса {XVI в.}
Красители и протравы	
Строительные материалы	Гипс {2000}, асфальт, битум, известняк, известковые растворы
Биохимические процессы (брожение) Пищевые продукты Кулинария	

* Примечание. В фигурных скобках указаны даты, относящиеся к эпохе до новой эры.



Привилегированная каста жрецов с особым усердием опекала и развивала ремесла, связанные с прикладной химией. Совершенно ясно, что химией в Египте занимались только посвященные и она считалась священной.

Вторая версия происхождения термина «**ХИМИЯ**» также связана с Древним Египтом. В рамках этой гипотезы, даром обладать химическими знаниями владели боги Древнего Египта. Существует предание о письме богини и мифической владительницы страны вечного Нила **Изис** своему сыну **Гору**. В этом письме Изис якобы открывает рецепт получения золота людям. «**Мудрый Химес**» (или «**Хемес**») в этом письме назван первым смертным, который разгадал эту великую тайну. Поэтому наука и носит имя первого ученого. Очень часто этого ученого отождествляли с древнеегипетским богом Солнца **Амоном – Ра** и называли «**величайшим, прославленным, известным всему миру Химесом**».

Третья версия предполагает, что слово **χημεία** произошло от греческого **χυμός** - сок растения. Таким образом, **χημεία** может

обозначать «искусство выделения соков из растений». Однако, сок, о котором идет речь, может быть расплавленным металлом, так что **χημεία** могло означать и искусство металлургии.

