



Всероссийская Интернет-олимпиада школьников, студентов, аспирантов и молодых ученых в области наносистем, наноматериалов и нанотехнологий "Нанотехнологии - прорыв в Будущее!"

ГБОУ лицей № 1575, Москва

Проектная работа

Тема: Медные дендриты как модель формирования сложных структур

Авторы: Терешонков Владимир, 8 класс, Шмалько Яков, 9 класс, ГБОУ лицей 1575, Москва

Учитель : Чопорова Жанна Владиславовна, учитель физики, завкафедрой естественных наук лицея 1575

Тьютор : Усович Ольга, МГУ

Москва 2012

Аннотация

Медные дендриты как модель формирования сложных структур

Авторы: Терешонков Владимир, 8 класс, Шмалько Яков, 9 класс, ГБОУ лицей 1575, Москва

Учитель: Чопорова Жанна Владиславовна, учитель физики, завкафедрой естественных наук лицея 1575

Тьютор: Усович Ольга, МГУ

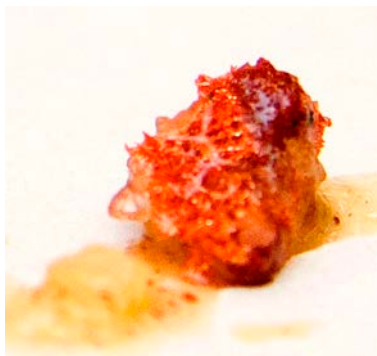
Цель работы: вырастить кристаллы металлической меди, ознакомиться с образованием дендритов.

Задачи:

1. Ознакомиться со свойствами меди
2. Получить кристаллическую медь
3. Ознакомиться с понятиями “дендриты”, “фракталы”, “дендримеры”

Результаты:

В процессе работы над проектом авторы познакомились со свойствами меди, провели наблюдения процесса образования кристаллической меди. Были поставлены несколько опытов по выращиванию кристаллов меди в насыщенном растворе поваренной соли. Авторы ознакомились с условиями образования меди в виде дендритов.



Содержание

I. Литературный обзор

II. Практическая часть . Выращивание кристаллов меди

III. Объяснение экспериментов

IV. Выводы

Список литературы

Выполнение проектной работы

I. Литературный обзор

О меди можно найти интересную информацию из следующих источников:

Стрельникова Л. "Из чего всё сделано" [1]

На стр. 43 изображён самородок чистой меди, что встречается очень редко. Этот образец поразил нас красотой, и мы решили вырастить такую же рыжую медь.

На стр. 81-84 можно прочесть о малахите, который добывали на Урале. Малахит- это порода, богатая медью. Чтобы получить 100 кг чистого металла , нужно было переплавить 450 тонн руды. Раньше медь шла на изготовление посуды, кровли для крыш, пушек, колоколов (колокольня Ивана Великого в центре Московского Кремля покрыта позолоченными медными листами).

Книга для чтения по неорганической химии. Ч.2 [2]

На стр. 197-204 описано о распространении меди в природе в разных странах мира и о том, как получают медь из руды. Медь мало распространена в природе. Латинское название меди "купрум" происходит от названия острова Кипр, там использовали медь с древности. В древнеегипетских медных изделиях всегда содержалась примесь других металлов, попадающих из руды.

Медь образует до 240 минералов. Один из них, халькопирит- медный колчедан $CuFeS_2$. Из него в основном получают медь, о процессе получения можно прочесть на стр. 202.

Популярная библиотека химических элементов, [3] стр.382-394

Здесь можно прочесть о медных щитах, о различных видах бронз, о роли меди в живом организме, о получении и применении меди. Очень интересно, что из меди и сплавов делают до сих пор орудия труда- молотки, отвёртки. Стальной инструмент хотя и прочнее, но он искрит, и при работе со взрывоопасными материалами применяют медный инструмент.

А первая медная копейка была отчеканена в 1704 году при Петре I.

Свойства меди [3]

Медь. Атомный номер 29. Атомная масса 64. Плотность 8900 кг/м³.

Медь проявляет валентность +2, редко +1, +3.

Медь- металл красного цвета. Температура плавления + 1083°C, температура кипения + 2600°C. Мягкий и ковкий металл. Химическая активность меди невелика. В присутствии влаги и оксида углерода IV на поверхности меди образуется зелёная плёнка карбоната. При обычной температуре медь взаимодействует с хлором, образуя хлорид меди. С водородом, азотом, углеродом она не реагирует даже при высоких температурах. Растворимые соли меди ядовиты, поэтому медные предметы- чайники, самовары, кастрюли- покрывают внутри слоем олова- лудят. Защитный слой олова предотвращает от возможности пищевых отравлений.

Медь обладает хорошей электропроводностью, поэтому её используют для изготовления проводов. Благодаря высокой теплопроводности медь используют для изготовления частей труб- змеевиков, холодильников , вакуумных аппаратов.



Фото 1 (Чопорова А.) Медные тульские самовары. Конец 19 века. 1899 год



Дендриты меди , дендриты, фракталы, дендримеры [6]

Дендриты (от греч. δένδρον — дерево) — сложные кристаллические образования древовидной ветвящейся структуры.

Термин этот давнего происхождения, Вернер упоминал «дендритные формы» минералов ещё в 1774 г. [5]

Дендрит представляет собой ветвящееся и расходящееся в стороны образование, возникающее при ускоренной или стеснённой кристаллизации в неравновесных условиях, когда кристалл расщепляется по определённым законам. В результате он утрачивает свою первоначальную целостность, появляются кристаллографически разупорядоченные блоки. Они ветвятся и разрастаются в разные стороны подобно дереву, тянущемуся к солнечному свету, кристаллографическая закономерность изначального кристалла в процессе его дендритного развития утрачивается по мере его роста. Дендриты могут быть трёхмерными объёмными (в открытых пустотах) или плоскими двумерными (если растут в тонких трещинах горных пород).

Процесс образования дендрита принято называть дендритным ростом.

Рис. с golodanie.su , vedmachka.gorod.tomsk.ru

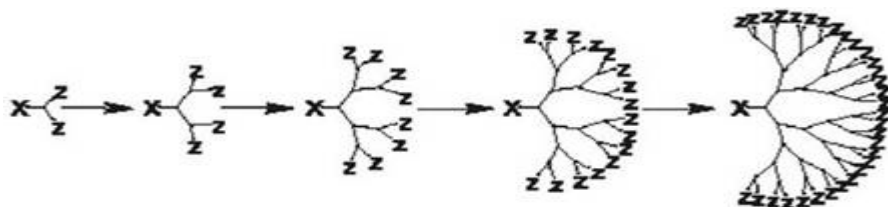


Рис.1 Процесс образования дендрита

Необходимые условия для развития дендритов у кристаллов, растущих послойно, — большое переохлаждение и плохое перемешивание. Размеры дендритных ветвей зависят только от одного фактора — скорости охлаждения в интервале температур кристаллизации.

Дендритами являются снежинки, живописные окислы марганца, имеющие вид деревьев в пейзажных халцедонах, также веточки самородной меди в зонах окисления рудных месторождений.



Рис.2 Дендриты меди



Рис.3 Примеры дендритов: снежинка, халцедон

Дендриты обладают фрактальными свойствами.[6]

Фрактал - фигура, есть составленная из нескольких частей, каждая из которых подобна всей фигуре целиком.

Рис. с сайта golodanie.su

Рис.4 Фрактальная форма подвида капусты



Рис.5 Фрактальное дерево



Фракталы широко применяются в компьютерной графике построения изображений природных объектов, таких, как деревья, кусты, горные ландшафты, поверхности морей и далее.

для
так

Пифагор, доказывая свою знаменитую теорему, построил фигуру, где на сторонах прямоугольного треугольника расположены квадраты. В наш век эта фигура Пифагора выросла в целое дерево.

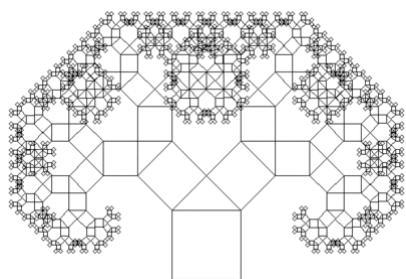
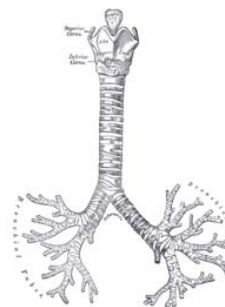


Рис. 6 Классическое дерево Пифагора.

Рис.7 Вид



спереди на
при

В физике фракталы естественным образом возникают при моделировании нелинейных процессов, таких, как турбулентное течение жидкости, сложные процессы диффузии-адсорбции, пламя, облака и т. п. Фракталы используются при моделировании пористых материалов, например, в нефтехимии. В биологии они применяются для моделирования популяций и для описания систем внутренних органов (система кровеносных сосудов).

Химики научились конструировать фрактальные крупные молекулы - дендримеры.

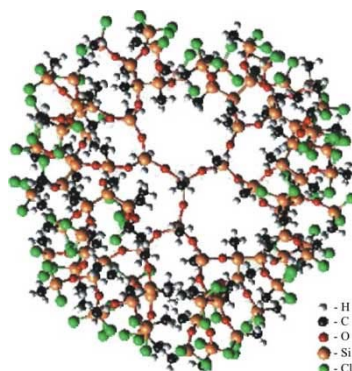
Дендримеры [4], [5] представляют собой сильно разветвленные макромолекулы, включающие центральное ядро, промежуточные повторяющиеся единицы и концевые функциональные группы. Дендримеры могут служить своеобразными контейнерами для создания системы металлических наночастиц практически одинакового размера, которые могут использоваться как катализаторы химических реакций, при изготовлении электронных устройств, специальных покрытий. Это открывает возможности

использования дендримеров в медицине в качестве носителей для направленной доставки генов или лекарственных веществ.

Рис. 8

Формирование дендримера.

Фото с сайта <http://nano-edu.ulsu.ru/>



Химики научились помещать внутрь дендримера магнитные наночастицы. Затем вводят соли металлов платины или палладия, из которых восстанавливаются металлы.

Такая сложная молекула используется при катализе химических реакций для получения витаминов.

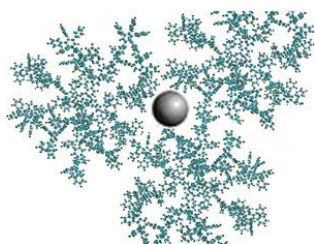


Рис. 9 Наночастица металла внутри дендримера

фото с сайта <http://www.nanonewsnet.ru>

II. Практическая часть . Выращивание кристаллов меди

Для выращивания подберём вещества-

медный купорос $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$,

поваренная соль NaCl ,

железная крышка Fe ,

вода H_2O .

Наши действия: Возьмём пластиковый сосуд, насыплем на дно ложку медного купороса, засыпаем сверху поваренной солью, уложим салфетку, сверху положим круглую железную крышку от банки. В другом сосуде приготовим горячий насыщенный раствор поваренной соли и выльем сверху на железную крышку.

Второй опыт поставим без раствора насыщенной соли с железной пластинкой.

Третий опыт поставим в высоком сосуде, положив широкий слой соли на медный купорос.

Результаты экспериментов.

Фото 2. Исходные вещества : поваренная соль- белая, медный купорос- голубой, железная пластинка



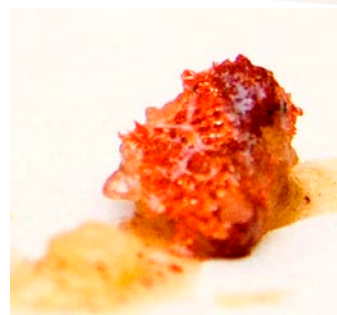
Фото 3 . Образование медной плёнки на железке
(опыт, поставленный без раствора поваренной соли)



Фото 4. Кристаллы меди в широком сосуде



2 см на 2 см



2 мм на 2 мм

2 мм на 2 мм

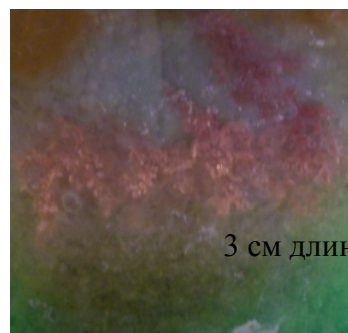
Фото 5. Кристаллы меди в высоком сосуде



6 см высота

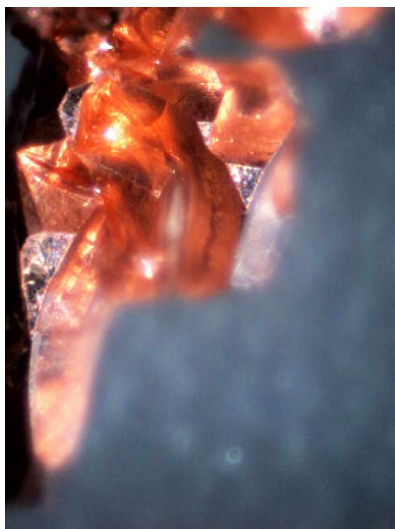


3 см длина

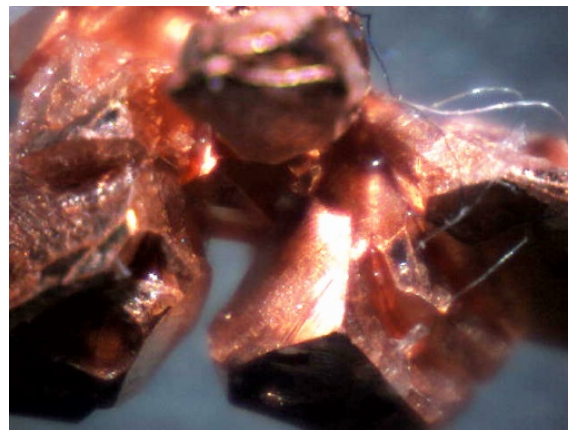


3 см длина

Фото 6. Кристаллы меди под оптическим микроскопом (увеличение 10)



2 мм на 2 мм



2 мм на 2 мм

III. Объяснение экспериментов:

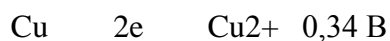
1. медный купорос в растворе соли растворяется медленнее, чем в обычной воде. (Если железную крышку опустить в водный раствор медного купороса, то она в течение часа покроется плёнкой чистой рыжей меди, но кристалликов не будет видно)
2. (по теории) Объяснение получения дендритных структур кристаллов металлов дано в статье Третьякова Ю.Д. ” Дендриты, фракталы и материалы”, [6]. Рассмотрим энергетику процесса. Когда начинается кристаллизация, то энергия системы увеличивается за счёт образования новой поверхности раздела и уменьшается за счёт выделения теплоты кристаллизации. При определённых условиях возникает дендритообразование с фрактальными структурами.

В нашем случае дендритные структуры образуются из-за неоднородностей среды, то есть, кристаллы растут не соединяясь друг с другом. Внизу степень насыщенности раствора выше, а сверху, где начинается кристаллизация- выделяется теплота. Пока есть неоднородности и периодические изменения (изменение температуры) - процесс дендритообразования будет продолжаться.

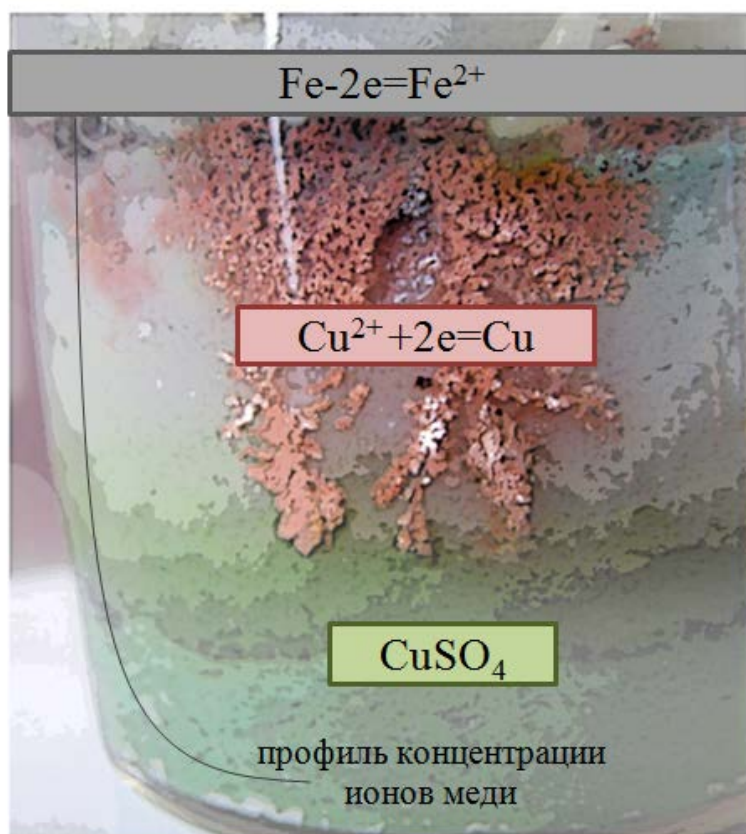
Необходимые условия для развития дендритов у кристаллов, растущих послойно, — большое переохлаждение и плохое перемешивание.

3. Количественная величина, характеризующая способность каждого металла переходить в раствор в виде ионов, а также восстанавливаться из ионов до металла на электроде- стандартный электродный потенциал металла. А соответствующий ряд, выстроенный в порядке изменения потенциалов, называется рядом стандартных электродных потенциалов.

Электродные потенциалы железо- ион железа II, медь- ион меди II:



4. Авторский рисунок, поясняющий процессы дендритообразования меди



У железа меньше потенциал, чем у меди, поэтому железо отдаёт электроны, окисляется, а ионы меди получают электроны и происходит восстановление меди.

Восстановление меди происходит на границе железная пластина- раствор.

До тех пор, пока железо не растворилось - на всём дендрите остаётся фиксированный потенциал. Рост дендрита идёт в сторону повышения концентрации ионов меди.

Выводы:

В процессе работы над проектом авторы познакомились со свойствами меди. Провели наблюдения за процессом образования кристаллической меди. Были поставлены несколько опытов по выращиванию кристаллов меди в насыщенном растворе поваренной соли .

Авторы ознакомились с условиями образования меди в виде дендритов.

Список литературы:

1. Стрельникова Л. "Из чего всё сделано". Рассказы о веществе- М, Яуза пресс, 2011.
2. "Книга для чтения по неорганической химии." Ч.2, - М, Просвещение, 1975.
3. "Популярная библиотека химических элементов", книга первая, М, наука, 1983
4. "Нанотехнологии. Азбука для всех", М, Физматлит, 2010
5. Богданов К.Ю. "Что могут нанотехнологии", <http://kbogdanov5.narod.ru/15.htm>
6. Третьяков Ю.Д. "Дендриты, фракталы и материалы", Соросовский образовательный журнал , № 11, 1998

Сведения об авторах

Авторы в процессе работы над проектом научились: поиску литературы, постановке экспериментов в различных условиях, провели различие между понятиями дендриты , дендримеры, фракталы.