

Нанохимия и функциональные наноматериалы (студенты, аспиранты, молодые ученые).

Задача 3 «Нанометаллы в полиэтиленовой бутылке» (базовая).

На сайте изобретателя, академика РАЕН В.И.Петрика (www.goldformula.ru) размещено множество интересной информации, которая заслуживает внимания химиков и физиков, например:

1.цитата: «Сегодня я хотел бы обратить ваше внимание на невзрачную полиэтиленовую бутылку из-под минеральной воды, стоящую посередине стола и заполненную чёрным порошком. Этому порошку нет цены. Это – наноникель. Крупнейшие лаборатории и институты мира усиленно работают над новыми наноматериалами. И добиваются успехов, о которых мгновенно оповещается весь мир, как об революционных достижениях. Где-то получен один миллиграмм наножелеза, где-то – одна десятая грамма наноникеля... В.И. Петрик вот уже несколько лет вырабатывает практически любые металлы в наноформе из периодической таблицы Менделеева в килограммовых количествах. Наноникель, наножелезо, наноцинк, нанохром, наноплатина, нанопалладий

- Сколько вам надо, столько и сделаю, - улыбается Виктор Иванович в ответ на вопрос о мощностях его производства. – Чтобы произвести тонны мне, конечно, придётся построить цех, но десятки килограммов нанометаллов я могу наработать на своей лабораторной газофазной установке»

Прокомментируйте это высказывание; насколько важна масса получаемого наноматериала в лабораторных исследованиях? Где могут применяться килограммовые количества «нанометаллов»? (2 балла) Предложите свои способы синтеза наночастиц металлов (3 балла).

2. цитата: «В.И. Петрик считает нанометаллы материалом будущего, ведь их физические и химические свойства кардинальным образом отличаются от свойств тех же элементов, пребывающих в обычном природном состоянии. Ведущие лаборатории мира научились производить нанометаллы в порошковом виде. Их сегодня используют в исследовательских целях. Но никто, кроме В.И. Петрика не освоил технологию изготовления из этих материалов каких-либо полезных изделий...

В.И. Петрик:

- По свойствам наноникель полностью замещает металлическую платину как катализатор. Ни с чем сегодня не сравнится наноплатина, она стоит 220 000 \$ килограмм. Или, например, железо... Мы знаем, что все неприятности с железом связаны с его свойствами активно окисляться кислородом. Вот наножелезо. Если вы его раскатаете в пластинку, вы получаете... абсолютный эффект... возможно, я вам подарю в ближайшее время... Эта пластина... она ведёт себя, как полиэтилен, по гибкости, совершенно гибкое... а ведь чистое железо очень хрупкое... Э-э-э, и она блестящая, как зеркало... и не ржавеет совсем, вообще не окисляется. Вот вам чудеса наномира.

- А что же вы сделали с поверхностью, чтобы железо вот так вело себя?

- А ничего не делал! Взял нанопорошок и раскатал его в пластину...

- И адгезия такова, что получился сплошной материал?

- Я думаю, что при давлении все эти ковалентные связи восстанавливаются, поскольку материал находится в таком состоянии, что формирование кластеров для него быстрое, удобное. Надо только нагреть и добавить давление... Путем давления и нагрева.

- То есть до роста кристаллов вы процесс не доводили, то есть практически это аморфное железо, а не кристаллическое?

- Я не думаю, что это аморфное железо. Данный нагрев как раз предполагает... Почему... Я сейчас две штуки сделал... Одна ушла на исследование... Но я думаю, что это будет поликристаллическая, высоко упорядоченная структура. »

Прокомментируйте данное высказывание с точки зрения неорганической, структурной химии и здравого смысла? (4 балла). Может ли никель полностью заменить платину при изготовлении катализаторов? (1 балла). Оцените стоимость изготовления 1 кг наночастиц платины, с учетом того что в качестве исходного материала используется металлическая платина, стоимость которой составляет 40-50\$/грамм (2 балла). Приведите примеры металлов в наносостоянии, которые применяются для изготовления полезных устройств (1 балл).

3. цитата: «Нанометаллы В.И. Петрика уже активно работают, делая жизнь людей более качественной. Например, его наноплатина, сконденсированная на тефлоновую поверхность, является прекрасным «разрушителем» ядовитой молекулы метил-трет-бутилового эфира, загрязнение которым питьевых вод создало в США катастрофическую ситуацию. Сейчас это один из главных конструктивных элементов установок для очистки питьевой воды, внедряемых в большинстве штатов Америки. Та же наноплатина, а возможно и наноникель, в скором времени станут важнейшим звеном в автомобильных катализаторах, эффективность которых на порядок выше используемых в настоящее время»

Прокомментируйте эти утверждения. Какие катализаторы сегодня используются для дожигания выхлопных газов в автомобилях сегодня и каковы их функции, а также недостатки? (3 балла)

4. цитата: «В.И. Петрик внёс существенный вклад в изучение такого физического явления, как люминесценция. Им разработан новый класс антистоксовых люминофоров на основе редкоземельных элементов, обладающих аномально высокой интенсивностью люминесценции в видимой части спектра.

Защита от подделки денег, ценных бумаг, товаросопроводительных документов, а также других объектов, имеющих особое значение и находящихся в обороте, всегда являлась одной из главных проблем обеспечения экономической безопасности для любого государства.

В настоящее время, для такой защиты широко применяются люминесцирующие в ультрафиолетовом спектре материалы. Однако сегодня известно более пяти тысяч люминофоров, что позволяет достаточно легко имитировать и подделывать соответствующие защитные метки. Например, только во Франции изымается до трети фальшивых купюр.

В 1959 году физик Н. Бломберген предложил использовать антистоксовую люминесценцию редкоземельных ионов для преобразования инфракрасного излучения в видимое.

С тех пор этот физический эффект стал применяться в различных областях техники, например, для конструирования приборов ночного видения. В 80-х годах антистоксовые люминофоры (зелёного цвета) стали использоваться в США для создания одного из видов защиты национальной валюты от подделок.

Разработана специальная метка, которая наносится на 100 долларовые денежные купюры. Однако она имеет ряд недостатков. Из-за низкой интенсивности свечения эта метка может быть обнаружена только в темноте и под мощным инфракрасным

излучением, что требует применения специального и достаточно мощного оборудования для идентификации.

Академик В.И.Петрик создал принципиально новые антистоксовые соединения высокой разрешающей способности (АСВР) зеленого, синего и красного, а также, неизвестных ранее, белого и «вспышечного» свечения. Последнее находится в метастабильном состоянии и дает излучение оранжевого цвета при переходе в основное состояние. Государственная техническая комиссия при Президенте Российской Федерации удостоверила высшее качество АСВР по уровню защиты от подделки и высокие показатели по степени идентифицируемости, определив возможность их использования в качестве основы для изготовления специальных защитных меток до Iго класса защищенности включительно.

Проведенные двумя ведущими институтами Российской Академии наук аналитические и сравнительные исследования параметров антистоксовой люминесценции образцов АСВР и соединений редкоземельных материалов, произведенных в США, выявили более сильную люминесцентную способность АСВР. Также установлено, что для нанесения одной защитной метки требуется в 30–50 раз меньшее количество АСВР, по сравнению с другими антистоксовыми люминофорами.

Свечение образцов антистоксового люминофора, изготовленных в НИИ ФФНМ, по интенсивности в десятки раз превышает известное до настоящего времени, так что для его регистрации требуется менее 0,0005 мг соединения. Существенным достоинством предоставленных для анализа образцов оксисульфидов редкоземельных металлов является также то, что они устойчивы к воздействию различных кислот, щелочей и высокой температуры. Например, будучи нанесены на бумагу, они излучают и после сжигания (пепел светится).

Таким образом, результаты анализа свидетельствуют о создании в НИИ ФФНМ антистоксовых соединений с непревзойденными излучательными и др. характеристиками, что является крупнейшим научным и технологическим достижением.

АСВР устойчиво в кислотных и щелочных средах, не разрушается при сгорании носителя. Это позволяет применять их во многих областях, где требуется обеспечение резервного и/или скрытого ориентирования. Например, для разметки аэродромных посадочных полос аварийного назначения, замаскированных военных объектов и так далее.

Академик В.И. Петрик создал прибор, имеющий размер обычной авторучки, для идентификации АСВР в инфракрасном диапазоне, а также способ такой идентификации, позволяющий получать контрольное свечение с расстояния в несколько метров, при любом освещении.

В.И. Петриком разработаны новые способы глубокой очистки редкоземельных металлов, являющихся основой антистоксовых соединений. Это позволяет:

- осуществлять промышленное производство АСВР с высоким уровнем рентабельности;
- легко вносить АСВР в защищаемый объект любым из известных полиграфических способов».

Прокомментируйте эти утверждения (2 балла). Сравните интенсивность стоксовой и антистоксовой люминесценции? (1 балл). Какие люминесцентные материалы применяются сегодня для защиты денежных купюр? (1 балл) Предложите свои способы защиты денег от подделок с использованием наноматериалов (2 балла).

Методические замечания:

1. Задача решается в рамках базовых знаний и здравого смысла
2. Вопросы можно задать в специальном разделе форума <http://www.nanometer.ru/forum/viewforum.php?f=19> или найти ответ самостоятельно (в том числе изучив доступные Вам Лекции на сайте Олимпиады <http://www.nanometer.ru/lectures.html?UP=156195>)
3. Решение оформляется и отсылается только в электронном виде, как описано в инструкциях к работе с задачами и решениями заочного теоретического тура, приведенных в разделе «Олимпиада» http://www.nanometer.ru/olymp2_o4.html
4. Подписывать решения не надо, Ваша фамилия, имя и отчество будут зашифрованы при проверке, идентификация для системы проверки производится по логину и паролю, который Вы вводите при входе на сайт Олимпиады www.nanometer.ru в качестве участника (этот пароль Вы задавали при регистрации и заполнении анкеты участника).