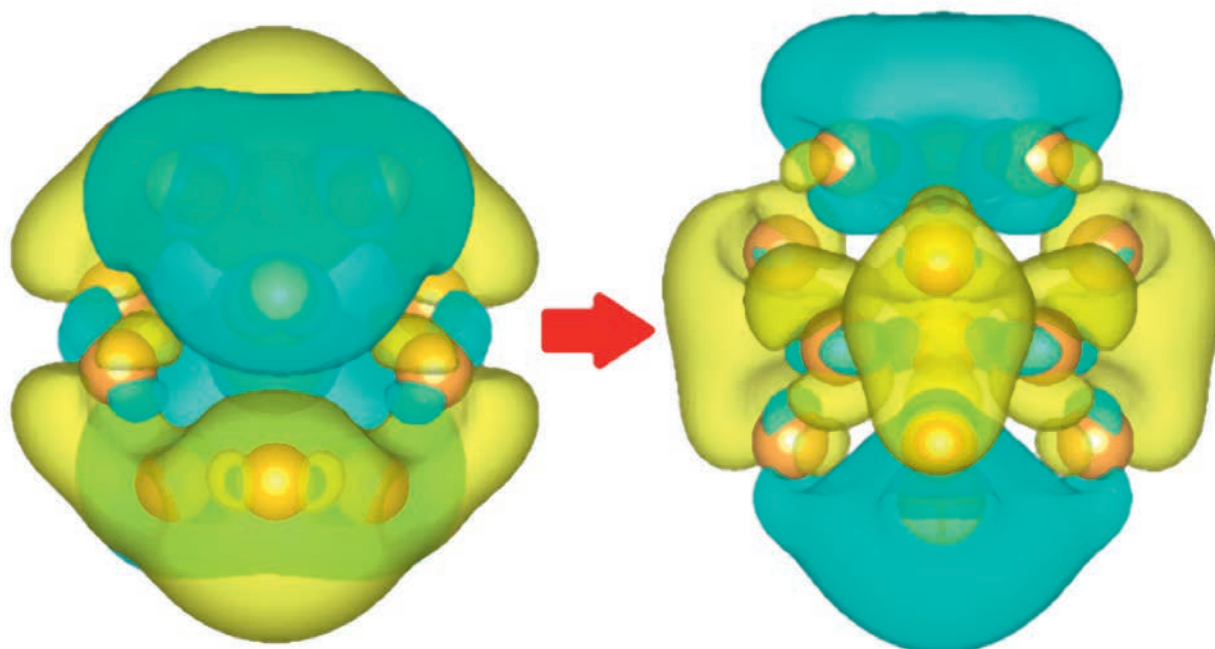


РОССИЙСКИЕ НАНО ТЕХНОЛОГИИ

ноябрь–декабрь 2016

том 11, №11-12

Влияние подложки на адсорбцию водорода на золотом кластере



- Состояние и перспективы развития технологий производства супергидрофобных материалов и покрытий
- Низкотемпературное окисление метаналя на наноструктурированных катализаторах серебро-аминоанионообменник
- Расширенные характеристики дисперсного состава для нанопорошков плазмохимического синтеза

ISSN 19927223



9 771992 722003

России нужна наука, науке нужна реформа, вам нужен STRF.ru

Работает при финансовой
поддержке Министерства
образования и науки РФ



Лучшее российское интернет-СМИ
о науке, образовании, инновациях

*"На мобильных устройствах с диагональю менее 7"
загружается облегченная версия сайта*

РОССИЙСКИЕ НАНО ТЕХНОЛОГИИ

ноябрь-декабрь 2016

ТОМ 11, №11-12

Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ №ФС77-26130 выдано Федеральной службой по надзору
за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций
и охране культурного наследия 03 ноября 2006 г.

Учредители:

Министерство образования и науки Российской Федерации, ООО «Парк-медиа»

Редакционный совет:

Председатель: М.В. Ковальчук
Главный редактор: М.В. Алфимов

Ж.И. Алфёров, А.Л. Асеев,
Е.Н. Каблов, М.П. Кирпичников,
С.Н. Мазуренко, К.Г. Скрыбин

Редакционная коллегия:

Заместитель главного редактора: А.Б. Ярославцев
Ответственный секретарь: М.Я. Мельников

М.И. Алымов (Россия), С.П. Громов (Россия),
Э. Дриоли (Италия), А.М. Желтиков (Россия),
С.В. Калинин (США), Л.М. Лиз-Марзан (Испания),
А.В. Лукашин (Россия), А. Ной (США),
А.Н. Озерин (Россия), А.Н. Петров (Россия),
В.О. Попов (Россия), Б.В. Потапкин (Россия),
О.В. Преждо (США), В.Ф. Разумов (Россия),
Я.И. Штробмах (Россия), Е.Б. Яцишина (Россия)

Издатель: К.В. Киселев

Руководитель проекта: Н.В. Соболева

Редактор: С.А. Озерин

Корректура: Р.С. Шаймарданова

Подготовка иллюстраций, макет и верстка:
К.К. Опарин

E-mail: nsoboleva@strf.ru, www.nanorf.ru, www.nanoru.ru

Дизайн журнала: С.Ф. Гаркуша

Адрес редакции: 119234, Москва, Ленинские горы, Научный парк МГУ,
владение 1, строение 75Г. Телефон/факс: (495) 930-87-07.

Для писем: 119311, Москва-311, а/я 136

Подписка: (495) 930-87-07.

E-mail: nsoboleva@strf.ru, www.nanorf.ru, www.nanoru.ru

ISSN 1992-7223

При перепечатке материалов ссылка на журнал «Российские нанотехнологии» обязательна. Любое воспроизведение опубликованных материалов без письменного согласия редакции не допускается. Редакция не несет ответственность за достоверность информации, опубликованной в рекламных материалах.

© РОССИЙСКИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ, 2016

Номер подписан в печать 12 ноября 2016 г.

Тираж 1000 экз. Цена свободная.

Отпечатано в типографии «Печатных дел мастер»

АНОНС

В этом номере

стр.
18

В работе А.С. Суртаева и др. представлен детальный обзор исследований, посвященных использованию микро/наномодифицированных поверхностей и покрытий для интенсификации теплообмена и повышения критических тепловых потоков при кипении жидкости. В первой части подробно рассмотрены работы, посвященные использованию в качестве теплоносителя наножидкостей. Интерес к данной тематике вызван аномальным повышением величины критического теплового потока при кипении наножидкостей, что связано с осаждением наночастиц и изменением свойств смачивания и пористости тепловыделяющей поверхности. В работе также рассмотрены возможные механизмы влияния нанопокровов на кризисные явления и основные недостатки использования наножидкостей в практических приложениях. Вторая часть работы посвящена обзору методов и технологий создания микро/наноструктурированных тепловыделяющих поверхностей и исследованию их влияния на интенсивность теплообмена и критические тепловые потоки при кипении жидкостей.

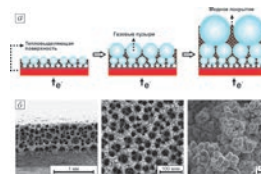


Схема процесса электрохимического осаждения с выделением водорода; СЭМ-фотографии полученных покрытий

стр.
75

В современных технологиях большое применение находят ионообменные мембраны. Это обуславливается широким спектром их приложения в промышленных процессах, таких, как, например, водоочистка, очистка газов, электрохимический синтез, создание химических источников тока. В работе П.А. Юровой и др. были получены образцы мембраны МК-40, объемно модифицированной оксидом церия. Полученные мембраны исследованы с использованием комплекса физико-химических методов, включая импедансную спектроскопию, сканирующую электронную микроскопию, рентгеноспектральный микроанализ, просвечивающую электронную микроскопию, рентгенофазовый анализ. Показано, что внедрение оксида церия снижает влагосодержание и ионную проводимость мембран. При этом наблюдается заметный рост их селективности, выражающийся в понижении чисел переноса по анионам.

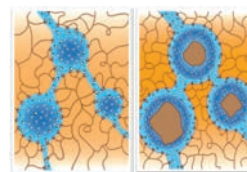
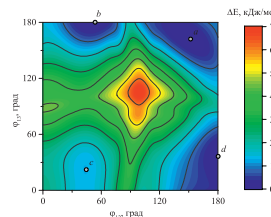


Схема структуры пор для исходной и гибридной мембраны, содержащей частицы допанта

стр.
121

В статье А.А. Горбачевича и др. методом теории функционала плотности исследованы электронные и колебательные характеристики Y-разветвителя на основе молекулярных цепочек транс-полиацетилена. Показано, что в точке ветвления образуются локализованные электронные состояния, энергия которых определяется взаимной ориентацией и длиной ветвей. В фоновом спектре разветвителя присутствуют раман-активные локальные колебательные моды. Интенсивность основных колебаний определяется максимальной длиной линейного сопряженного фрагмента разветвителя.



Зависимость потенциальной энергии Y-разветвителя от взаимной ориентации ветвей



Игнат Соловей

Молекулярные машины

лом), и именно эта молекула открыла эру исследования молекулярных машин. В ротаксане две молекулы – одна имеет кольцевую структуры (30 атомов углерода), а вторая, продетая через кольцевую молекулу, представляет собой линейную структуру с объемными «трифенилметильными» концевыми группами. Этим молекулярным машинам посвящено много исследований. Однако наиболее яркая демонстрация однонаправленного механического перемещения молекулы (вращения) была продемонстрирована Б. Ферингом (1999 г.) на примере классической для фотохимиков реакции транс-цис-изомеризации. Производные бис-хелицина, иммобилизованные на поверхности золотой частицы, заставили вращаться частицу при освещении молекул благодаря протекающей при этом реакции фотоизомеризации бис-хелицина.

Исследования супрамолекулярных систем – их структуры, свойств и процессов с их участием представлены широко в нашем журнале. С первых номеров журнала публикуются статьи и по супрамолекулярным машинам, роторам и ассамблерам. Публикации российских авторов по молекулярным машинам в нашем журнале относятся к синтезу, исследованию структуры и фотонике псевдоротаксановых комплексов кукурбитурила. Новый тип созданных молекулярных машин¹ представляет собой псевдоротаксановые комплексы фотоактивных молекул с кукурбитурилом. В водных растворах кукурбитурил («хозяин») образует за счет водородных связей прочные комплексы с производными дипиридилэтилена или дихинолинэтилена («гости»). При фотооблучении растворов комплексов светом в полосе поглощения «гостя» происходит транс-цис-изомеризация и в полости кукурбитурила вместо вытянутой молекулы образуется свернутая в структуру (цис-форма) меньшего пространственного объема

(аналогично сжатию часовой пружины при заводе часов). Это можно рассматривать как процесс «сжатия» молекулы в полости кукурбитурила. Такой процесс обратимого «сжатия-растяжения» молекул «гостя» под действием света является моделью механического перемещения. Если создать молекулу «гостя» с отличающимися спектрами поглощения транс- и цис-изомера и использовать для возбуждения свет соответствующих длин волн, то в такой системе можно реализовать циклический процесс изменения механических свойств молекул «гостя». Фотоуправление изменением положения молекулы «гостя» относительно полости «хозяина» наблюдали при исследовании² кинетики фемтосекундной флуоресценции комплексов стирилового красителя с кукурбитурилом. При этом наблюдалось увеличение времени релаксации электронно-возбужденного состояния в комплексе по сравнению раствором. Наблюдаемый эффект авторы связывают с различным геометрическим положением невозбужденного и возбужденного красителей в полости кукурбитурила. В возбужденном состоянии краситель смещен «в глубь» кукурбитурила и это приводит к более плотной упаковке красителя в полости кукурбитурила и торможению вращения красителя. При дезактивации возбужденного состояния краситель возвращается в начальное положение внутри полости, соответствующее равновесной геометрии. Наблюдаемый процесс напоминает линейное механическое перемещение поршня паровой машины и потому можно говорить о супрамолекулярной машине, совершающей «механическое» перемещение.

Присуждение Нобелевской премии привлекает, как правило, внимание ученых и мы ожидаем в ближайшие годы роста числа публикаций в журнале по супрамолекулярным устройствам.

Главный редактор, академик РАН
М.В. Алфимов

Нобелевская премия по химии в 2016 году присуждена за исследование молекулярных машин. Молекулярными машинами в биологии называют ферменты и белки. В рамках этих представлений считают, что клетка построена из молекулярных машин и производит молекулярные машины. В химии представление о молекулярных машинах появилось относительно недавно и обозначает супрамолекулярную структуру, которая превращает поступающую в нее энергию в механическое перемещение одной из ее частей. Именно за создание таких молекулярных машин (Жан-Пьер Соваж и Фрэйзор Стоддарт) и демонстрацию их работы (Бернард Феринг) и была присуждена Нобелевская премия 2016 года. Начало этих исследований лежит в работах по стереохимии, направленных на создание супрамолекулярных систем, в которых молекулы объединены не за счет химических связей или межмолекулярных взаимодействий, а продеты друг в друга, как два кольца в цепях. Эти соединения получили название – катенаны, и поиск синтетических подходов к созданию таких супрамолекулярных структур был начат давно и завершился успехом в 60-х годах прошлого столетия (Э. Вассерман и Г. Фриш, Г. Шилл и А. Люттрингхаус). Ближайший родственник катенанов – супрамолекула, получившая название «ротаксан», была синтезирована в эти же годы (Г. Шил-

¹ Громов С.П. и др. // *Российские нанотехнологии*. 2007. Т. 2. № 5–6.

² Петров Н.Х. и др. // *Российские нанотехнологии*. 2015. Т. 10. № 11–12.

СОДЕРЖАНИЕ

Слово редактора..... 1

НАНО обзоры

Нanomатериалы функционального назначения

И.А. Макарян, И.В. Седов, П.С. Можаяев
Состояние и перспективы развития технологий производства супергидрофобных материалов и покрытий..... 4

А.С. Суртаев, В.С. Сердюков, А.Н. Павленко
Нанотехнологии в теплофизике: теплообмен и кризисные явления при кипении 18

Нанобиология

А.Е. Бармашов, Е.В. Гришечкина, А.Е. Досовицкий, М.А. Барышникова
Суперпарамагнитные частицы и их применение в онкологии 33

НАНО статьи

Наноструктуры, включая нанотрубки

Г.Н. Бондаренко, М.М. Ермилова, М.Н. Ефимов, Л.М. Земцов, Г.П. Карпачева, Е.Ю. Миронова, Н.В. Орехова, А.С. Родионов, А.Б. Ярославцев
Изучение парового риформинга этанола на нанокатализаторах Pt-Ru/ДНА с применением метода ИК-спектроскопии в режиме *in situ*..... 41

М.В. Гришин, А.К. Гатин, Н.В. Дохликова, Н.Н. Колченко, С.Ю. Сарвадий, Б.Р. Шуб
Взаимодействие водорода и кислорода с биметаллическим наноструктурированным покрытием 49

Н.В. Дохликова, Н.Н. Колченко, М.В. Гришин, А.К. Гатин, Б.Р. Шуб
Влияние подложки на адсорбцию водорода на золотом кластере 54

В.И. Павлов, Е.В. Герасимова, Е.В. Золотухина, Г.М. Дон, Ю.А. Добровольский, А.Б. Ярославцев
Дегградация Pt/C-электронкатализаторов с различной морфологией в низкотемпературных топливных элементах с полимерной мембраной..... 60

Е.А. Сакардина, Т.А. Кравченко, Е.В. Золотухина
Низкотемпературное окисление метанола на наноструктурированных катализаторах серебро-аминоанионообменник 67

Р.Р. Капаев, С.А. Новикова, Т.Л. Кулова, А.М. Скундин, А.Б. Ярославцев
Синтез наноразмерных пластинок LiFePO_4 для катодных материалов литий-ионных аккумуляторов..... 72

Нanomатериалы функционального назначения

П.А. Юрова, Ю.А. Караванова, И.А. Стенина, А.Б. Ярославцев
Синтез и исследование диффузионных свойств катионообменных мембран на основе МК-40, модифицированных оксидом церия..... 75

К.В. Апрятина, М.В. Грибанова, А.В. Маркин, С.С. Сологубов, Л.А. Смирнова
Комплексы наночастицы серебра-хитозан и свойства их композитов 79

Д.В. Анохин, К.Л. Герасимов, С. Григорян, Д.Р. Стрельцов, А. Кирий, Д.А. Иванов
Полностью полимерные солнечные батареи: исследования процессов формирования структуры активного слоя в реальном времени 87

Е.Н. Каблов, Л.В. Соловьянич, С.В. Кондрашов, Г.Ю. Юрков, В.М. Бузник, П.П. Куш, Г.А. Кичигина, Д.П. Кирихин, Т.П. Дьячкова
Электропроводящие гидрофобные полимерные композиционные материалы на основе окисленных углеродных нанотрубок, модифицированных теломерами тетрафторэтилена..... 91

А.А. Чиброва, А.А. Шувалов, Ю.С. Скибина, В.А. Кохия, М.И. Осьмаков, А.О. Шевченко
Исследование нанографитизированных активированных пористых углей..... 98

Нanomатериалы конструкционного назначения

И.Д. Симонов-Емельянов, А.А. Пыхтин, А.Н. Ковалева
Остаточные напряжения в нанокompозитах при отверждении эпоксидных олигомеров 106

М.А. Синайский, А.В. Самохин, Н.В. Алексеев, Ю.В. Цветков
Расширенные характеристики дисперсного состава для нанопорошков плазмохимического синтеза 110

Метрология, стандартизация и контроль нанотехнологий

Ю.Е. Высоких, А.В. Шелаев, В.И. Шевяков, А.Р. Прокопов, А.Н. Шапошников, А.Н. Белов, С.Ю. Краснобородько
Исследование особенностей функционирования магнитооптического метода в составе магнитно-силовой микроскопии 116

Нанofотоника

А.А. Горбачевич, М.Н. Журавлев, Т.С. Катаева, В.М. Кобрянский
Локализованные электроны и фононы в ветвящихся молекулах полиацетилена 121

Нанобиология

А.Е. Ефимов, О.И. Агапова, Л.А. Сафонова, М.М. Боброва, В.А. Парфенов, Е.В. Кудан, Ф.Д.А.С. Перейра, Е.А. Буланова, В.А. Миронов, И.И. Агапов
Наноструктурные особенности контактов фибробластов и двухмасштабного биосовместимого полиуретанового матрикса 128

С.С. Джимаков, М.Е. Соколов, А.А. Басов, С.Р. Федосов, В.В. Малышко, Р.В. Власов, О.М. Лясота, М.Г. Барышев
Оптимизация физико-химических условий для получения наночастиц серебра и оценка биологических эффектов синтезированных коллоидных растворов..... 132

Правила для авторов..... 138