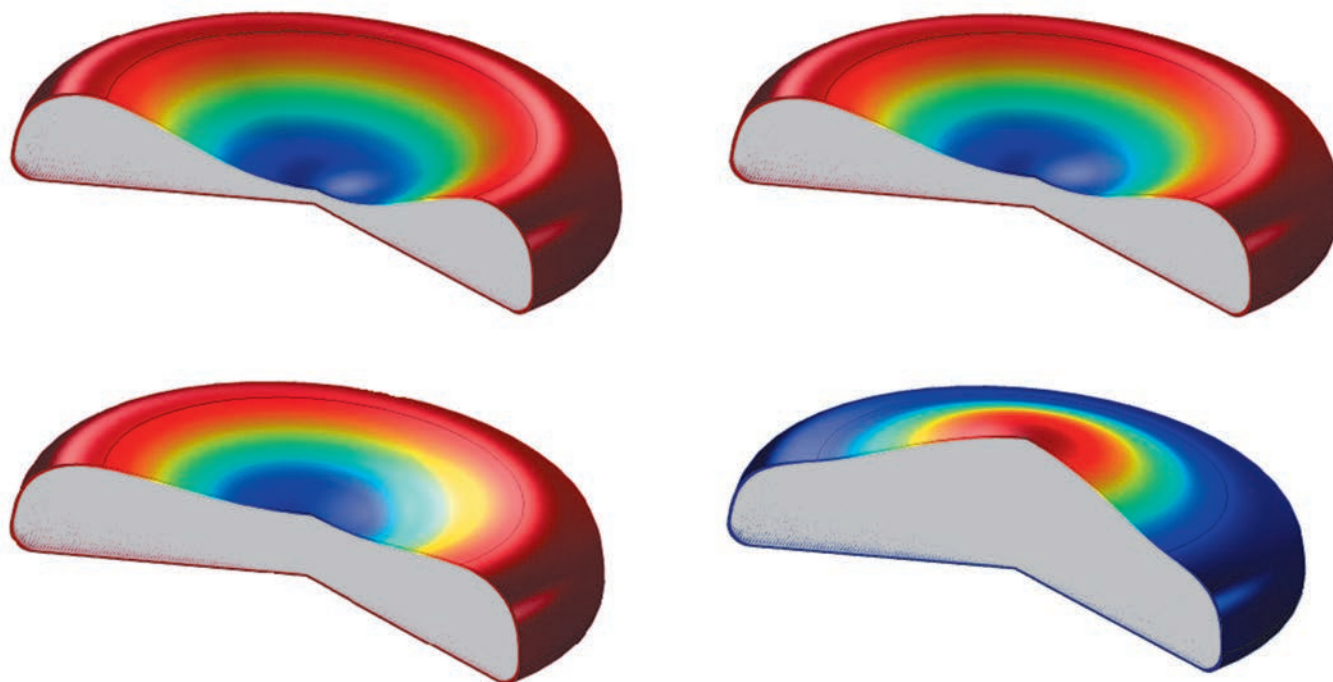


РОССИЙСКИЕ НАНО ТЕХНОЛОГИИ

июль–август 2016

том 11, №7-8

Расчет внутриклеточного давления эритроцита по данным атомно-силовой микроскопии



- Перспективы создания эффективных термоэлектрических материалов с использованием достижений нанотехнологии
- Сканирующая зондовая микроскопия лазерно-графитизированных алмазоподобных углеродных пленок
- Алмазные наноструктуры для теплоотводов СВЧ полупроводниковой электроники

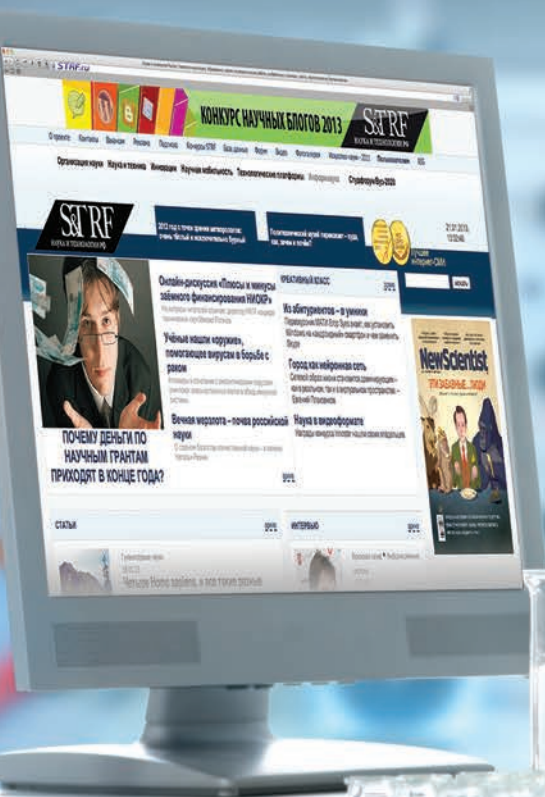
ISSN 19927223



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*



Игнат Соловей

Супрамолекулы – особенности оптических характеристик

Супрамолекулой называют группу органических молекул, связанных между собой ковалентным или нековалентным взаимодействием. Примеры нековалентно связанных супрамолекул: димеры красителей, комплексы «гость–хозяин» на основе фотоактивных молекул и циклодекстринов, кукурбитурилов, макроциклов и т.д. К ковалентным супрамолекулам можно отнести полипептиды и белки, а также синтетические «композиционные» молекулы, в которых фотоактивные фрагменты связаны ковалентными связями.

Общим для всех типов супрамолекул является то, что супрамолекулы имеют счетное и одинаковое число молекул в составе супрамолекулы. Это отличает супрамолекулы от кластеров частиц, построенных из атомов или молекул, для ансамблей которых характерно распределение числа частиц по составу (размерам). Указанные выше искусственные супрамолекулы образуются в результате самосборки молекул и их состав термодинамически контролируемый равновесный процесс. Наиболее изучены супрамолекулы, содержащие фотоактивные молекулы.

По определению, супрамолекулы состоят из молекул, являются иерархической структурой и можно ожидать, что их характеристики подчиняются принципу аддитивности. Установление корреляции между свойствами супрамолекулы и свойствами входящих в супрамолекулу

органических молекул и их архитектурой упаковки может позволить предсказывать свойства супрамолекулы на основании свойств входящих молекул.

Рассмотрим спектры поглощения супрамолекулы и компонент, входящих в супрамолекулу. В качестве примера супрамолекулы рассмотрим простейшую супрамолекулу – димер-комплекс двух одинаковых фотоактивных молекул. Если молекулы в супрамолекуле расположены далеко друг от друга, взаимодействие между фотоактивными молекулами слабое, спектры поглощения димера совпадают со спектром поглощения мономера, коэффициент экстинкции супрамолекулы аддитивно складывается. Если мономеры расположены близко друг от друга, то взаимодействие между мономерами сильное и наблюдается расщепление электронно-возбужденных состояний. Вместо одного электронного перехода в мономере в электронном спектре появляются два расщепленных перехода, один из которых смещен в коротковолновую область, а второй – в длинноволновую область относительно мономера, т.е. никакой аддитивности спектров поглощения нет. Величина расщепления определяется взаимным расположением мономеров в пространстве и дипольными моментами электронных переходов в мономере. Интенсивность длинноволновой компоненты пропорциональна квадрату разности дипольных моментов перехода, а интенсивность коротковолновой компоненты пропорциональна квадрату суммы дипольных моментов электронных переходов в мономере. Если молекулы расположены одна над другой и вектора дипольных моментов электронных переходов мономеров имеют одинаковое направление (угол между векторами дипольных моментов электронных переходов равен нулю), то в спектре

поглощения наблюдается только коротковолновая компонента. С увеличением угла между векторами уменьшается энергия взаимодействия между дипольными моментами электронных переходов. При этом интенсивность коротковолновой полосы уменьшается и растет интенсивность длинноволновой компоненты. Управлять архитектурой димерных комплексов можно, «погружая» мономерные молекулы, например, в молекулы кавитандов, ЛБ-слои или мицеллы.

При образовании димера наблюдается еще один спектральный эффект – уменьшается ширина полосы поглощения димера по сравнению с мономером. Большая ширина полос поглощения органических молекул обусловлена колебательными прогрессиями валентных и деформационных колебаний с частотами от 400 до 1600 см^{-1} , а «размытость» связана с неоднородным уширением. В димере, в отличие от мономера, возбуждение «размазано» по двум мономерам, и в результате изменение геометрии каждого мономера при колебании оказывается меньше. Поэтому большую интенсивность имеет только 0–0-переход, и из спектра исчезают колебательные прогрессии, которые ответственны за уширение полосы поглощения.

Приведенные оптические эффекты, наблюдающиеся при переходе от мономера к димеру (супрамолекуле), показывают, что, конструируя супрамолекулы из одних и тех же хромофоров, но различной архитектуры (различного стереостроения), можно, используя хромофоры одной структуры и химического состава, создать поглощающие центры с большим разнообразием спектральных характеристик.

Главный редактор, академик РАН
М.В. Алфимов

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. Штрэмбах (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 18 августа 2016 г.

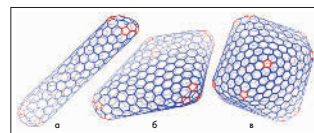
Тираж 1000 экз. Цена свободная.

Отпечатано в типографии «Печатных дел мастер»

В этом номере

стр.
47

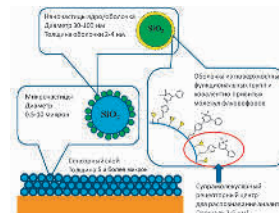
Фуллерены входят в обширный класс углеродных наноструктур и их производных: собственно фуллерены, нанотрубки, гиперфуллерены (фуллерен-в-фуллерене), многослойные структуры, эндо- и экзофуллерены, фуллериды и т.п. Все они обладают общим свойством – неплюской, вплоть до замкнутой, поверхностью, составленной из пяти- и шести-членных углеродных колец. Это позволяет рассматривать фуллерены как полиэдры, имеющие только пяти- и шестиугольные грани (пентагоны и гексагоны), сходящиеся по три в каждой вершине (атоме), хотя некоторыми исследователями допускаются четырех- и семичленные кольца. В работе Д.Г. Степенщикова рассматриваются гигантские фуллерены – однослойные молекулы с замкнутой поверхностью, составленной из большого, порядка сотен и тысяч, числа атомов углерода. Их особенность заключается в уплощении гексагональных участков углеродной сетки до графеноподобного состояния с образованием полиэдров (2-...12-вершинников). В данной статье рассмотрена зависимость формы и симметрии гигантских фуллеренов от группировки пентагональных углеродных колец на их поверхности.



Гигантские фуллерены линейной (C_{362} – а), плоской (C_{506} – б) и трехмерной формы (C_{696} – в)

стр.
58

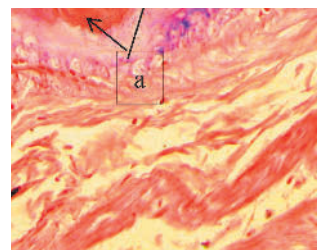
В статье Д.С. Ионова и др. методом струйной печати получены образцы сенсорных слоев, содержащих смесь сферических силикагельных микрочастиц и сферических макромолекулярных силиказольных наночастиц. Средний диаметр микрочастиц равнялся 5 микрон, наночастицы диаметром около 100 нм содержали на поверхности ковалентно привитый флуорофор – дибензоилметанат дифторида бора (dibenzoylmethane boron difluoride, DBMBF₂). Показано, что микроструктура слоев влияет существенным образом на доступность индикатора-флуорофора для газофазных молекул-аналитов из класса метилбензолов. Продемонстрировано, что чувствительность сенсорных слоев достигает 500 млрд⁻¹ со временем отклика порядка 100 с.



Схематическое изображение строения сенсорного материала

стр.
92

Российская Федерация богата разнообразными природными минеральными ресурсами. Одним из уникальных нерудных минералов является сапропель – органоминеральный комплекс, полученный из многовековых донных отложений пресноводных водоемов. Минерал содержит большое количество низкомолекулярных органических соединений, витаминов, каротиноидов, ферментов и широкий спектр макро- и микроэлементов. В работе В.О. Ежкова и др. методом ультразвукового воздействия на сапропель изготовлен наноструктурный сапропель с размером частиц 45.0–180.0 нм. Целью работы стало исследование состояния органов желудочно-кишечного тракта животных при прямом контакте с разными дозами наноструктурного сапропеля – от прогнозируемой токсичной дозы до дозы, не вызывающей проявления клинических симптомов интоксикации.



Целостность рогового вещества (а), обилие слизи на поверхности (б), адгезия глыбок наноструктурного сапропеля в полости пищевода (в) у мыши, получившей наноструктурный сапропель в дозе 1.8 г/кг. Окраска гематоксилином-эозином. ×400

СОДЕРЖАНИЕ

Слово редактора..... 1

НАНО обзоры

Нanomатериалы конструкционного назначения

Н.А. Бульенков, Е.А. Желиговская, А.Н. Блаут-Блачев
Природные и синтетические кристаллы алмаза
волокнистого и грубопластинчатого строения
и структурный механизм их нормального роста4

Нanomатериалы функционального назначения

А.А. Шерченков, Ю.И. Штерн, М.Ю. Штерн, М.С. Рогачев
Перспективы создания эффективных термоэлектрических
материалов с использованием достижений нанотехноло-
гии.....13

НАНО статьи

Самоорганизующиеся структуры и наносборки

Г.А. Чиганова, Е.Ю. Государева
Структурообразование в водных дисперсиях
детонационных наноалмазов25

В.П. Чубаков, П.А. Чубаков, А.И. Плеханов, Н.А. Орлова,
И.Ю. Каргаполова, В.В. Шелковников
Люминесцентное детектирование паров первичных
алифатических аминов в низких концентрациях
хромофорами пирилоцианинового ряда30

Наноструктуры, включая нанотрубки

Ю.Г. Кряжев, Е.С. Запезалова, О.Н. Семенова, К.И. Маслаков,
В.С. Солодовниченко, М.В. Тренихин, В.А. Дроздов, В.А. Лихолобов
Образование структур типа «ядро-оболочка»
при разложении метана на металл-углеродных
композитах, содержащих наночастицы кобальта,
встроенные в пористую углеродную матрицу35

А.В. Мележик, В.Ф. Першин, Н.Р. Меметов, А.Г. Ткачев
Механохимический синтез графеновых нанопластинок
из расширенного соединения графита.....40

Д.Г. Степенчиков
Морфология и симметрия гигантских фуллеренов47

С.Н. Чеботарев, А.С. Пашенко, Л.С. Лунин, В.А. Ирха
Закономерности ионно-лучевой кристаллизации
и свойства полупроводниковых наногетероструктур
InAs-QD/GaAs(001)51

Нanomатериалы функционального назначения

Д.С. Ионов, Г.А. Юрасик, С.П. Молчанов, В.А. Сажников,
В.М. Аристархов, Ю.Н. Коновеич, И.Б. Мешков, Н.В. Воронина,
А.М. Музафаров, М.В. Алфимов

Получение методом струйной печати хемосенсорных
материалов на основе кремнеземных наночастиц
с ковалентно привитыми флуорофорами58

Метрология, стандартизация и контроль нанотехнологий

Т.Е. Тимофеева, В.Б. Тимофеев, В.И. Попов, С.А. Смагулова
Оценка толщины наноразмерной пленки графита
на кремниевой подложке с использованием данных
энергодисперсионного микроанализа64

В.Д. Фролов, Е.В. Заведеев, М.С. Комленок, Н.Р. Арутюнян,
М.Л. Шупегин, С.М. Пименов

Сканирующая зондовая микроскопия
лазерно-графитизированных алмазоподобных
углеродных пленок71

С.В. Шевкунов

Компьютерное моделирование спиновых состояний
электронов в наноскопических полостях в представлении
интегралов по траекториям Фейнмана76

Нанопотоника

П.П. Мальцев, С.В. Редькин, И.А. Глинский, Н.В. Побойкина,
М.П. Духновский, Ю.Ю. Федоров, А.К. Смирнова, Е.Н. Куликов,
С.В. Щербаков, И.А. Леонтьев, О.Ю. Кудряшов, А.С. Скрипниченко

Алмазные наноструктуры для теплоотводов СВЧ
полупроводниковой электроники85

Нанобиология

В.О. Ежков, А.Х. Яппаров, А.М. Ежкова, И.А. Яппаров, Г.О. Ежкова,
Р.Н. Файзрахманов, Т.Ю. Мотина

Изучение действия разных доз наноструктурного
сапропеля на морфофункциональное состояние
органов желудочно-кишечного тракта белых мышей ... 92

А.С. Ложкомоев, С.О. Казанцев, М.И. Лернер, С.Г. Псахье
Кислотно-основные и адсорбционные свойства
2D-наноструктур AlOON как факторы регуляции
параметров модельных биологических растворов.100

Ю.С. Нагорнов, Р.А. Пахомова, И.В. Жилиев
Расчет внутриклеточного давления эритроцита
по данным атомно-силовой микроскопии105

Правила для авторов.....114