

Олимпиада началась!

21 марта стартовал очный этап V Всероссийского интеллектуального форума - олимпиады по нанотехнологиям. В его программу входят испытания по математике, химии, физике и биологии для школьников, творческие конкурсы и экспериментальный тур для молодых ученых. Подробный отчет об олимпиаде читайте в следующем номере "Нанометра".



Открытие олимпиады: участников приветствует член-корреспондент РАН Е.А. Гудилин



Математика - экзамен трудный

Свет и материалы

Всем школьникам, приходящим на лекции, давно следует расслабиться и осознать: если вы не понимали раньше то, о чем говорят на лекции, то после лекции вы этого так и не поймете: инжекция носителей заряда, р-п переход, антистоксова люминесценция (что такое стоксова, вы все наверняка знаете) – просто поверьте, а поймете потом. И постарайтесь получить удовольствие!

Ведь, как и сказал в самом начале доцент ФНМ Р.Б. Васильев, большинство школьников поступило в химические ВУЗы из любви к красоте – к светящимся веществам, к цветным реакциям... И если они сейчас работают каждый в своей области, то у вас есть возможность наблюдать всю красоту и цвет химии.



Доцент ФНМ Р.Б. Васильев открывает лекцию

На лекции вам не расскажут схему реакции Белоусова-Жаботинского, но покажут, как раствор периодически меняет цвет. Вы можете не понять, как возбуждаются и релаксируют электроны при атомарной эмиссии, но наверняка получите удовольствие, наблюдая свечение в пламени горелки солей разных металлов разными цветами: красным, красным, красным и ... зеленым и фиолетовым. Не фиолетовым – цветом индиго, в честь которого и был назван индий, соли которого светятся этим цветом. Но что же такое свет? Волна? Частица? И то, и то, и, как и все волны, световые волны имеют свою длину. Волны разной длины соответствуют разным



Авторы и ведущие лекции аспиранты ФНМ А.В. Попело и А.П. Казин

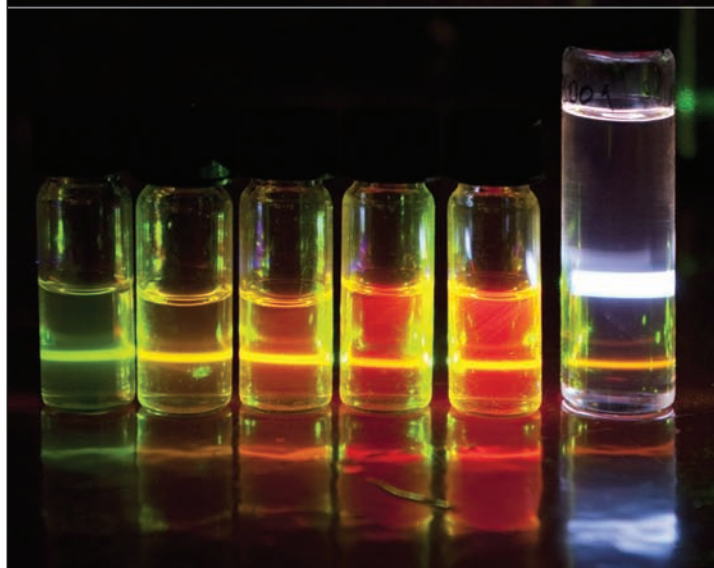
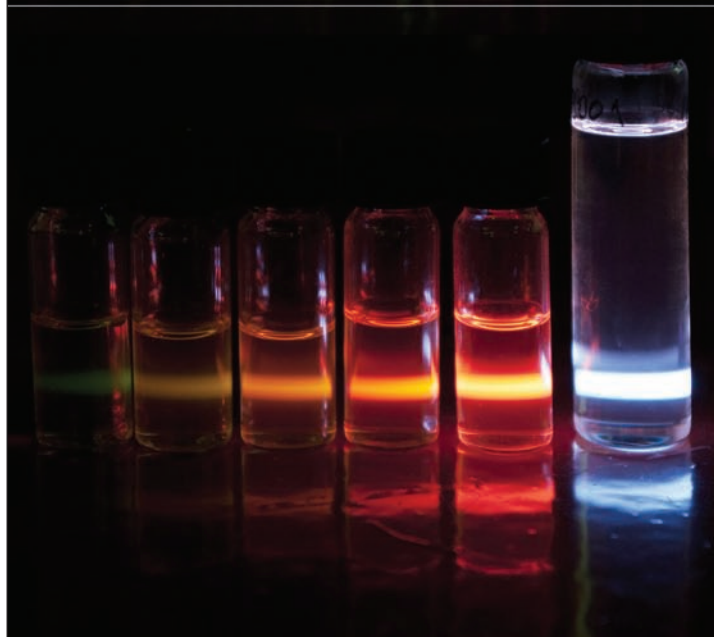
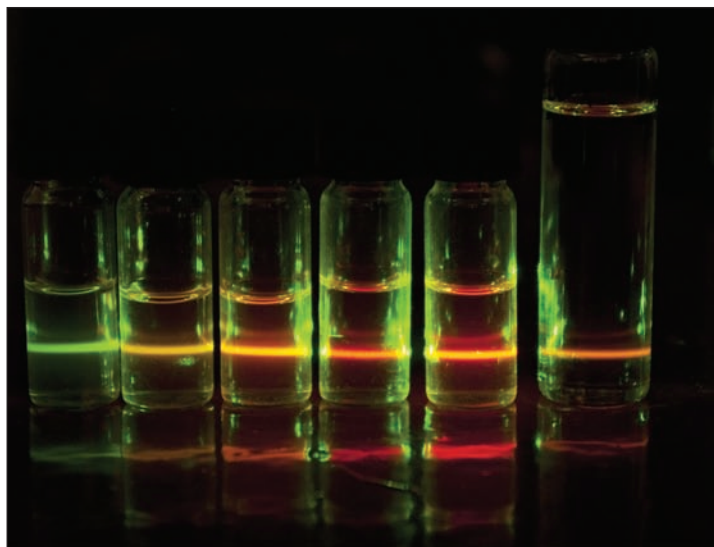
цветам, которые можно разложить в радугу. А порядок цветов в радуге очень легко запомнить :Кварк Окружает Жаркий Занавес Глюонов, Создающих Флюиды. А вы как думали? Фазаны – уже прошлый век! На дворе нанотехнологии. Но не все могут одинаково хорошо видеть все цвета: глаз – сложное оптическое устройство, не у всех работающее одинаково хорошо. Например, люди, страдающие дальтонизмом, как, например, Джон Дальтон, не различают некоторые цвета. В основном тут не повезло мужчинам: число дальтоников среди них на порядки больше, чем среди женщин. Но зато передается это заболевание только через женщин!

Как же получить свет? Есть несколько путей, и посмотреть на солнце – далеко не самый интересный. Лабораторное солнце – свечение плазмы - на лекции показали в самом начале, но есть и много других способов: фотолюминесценция, например, хинина, содержащегося в тонике, под действием УФ излучения; хемилюминесценция белого фосфора на морде собаки Баскервилей; биолюминесценция светлячка и электролюминесценция светодиодов...



Заслуженный экспериментатор с.н.с. С.Г. Дорофеев

Но свет может и работать на человека: например, обладая давлением, он работает на НАСА, спутник которой использует давление света в качестве единственного источника энергии. А можно создать и светодиод наоборот: это называется солнечная батарейка, которая под действием света производит электроэнергию. В



Люминесценция коллоидных растворов квантовых точек

некоторых странах наличие в доме солнечной батареи необходимо по закону, а в нашей стране самая известная батарея находится в здании президиума РАН. Растения под действием света производят кислород, которым мы дышим, и этот процесс называется фотосинтез. А УФ излучение при попадании на кожу окрашивает ее в темный



Внимательная аудитория....



... и особо заинтересовавшиеся слушатели

цвет. Кстати, с последним воздействием можно бороться: оксид титана, содержащийся в креме против загара, эффективно поглощает УФ излучение. Другим способом борьбы с избытком света является фотохромизм: под действием света некоторые материалы преобразуются, переставая пропускать свет. Самым известным является хлорид серебра, но сегодня ученые изобретают и другие варианты. Эту работу, а также работу по созданию светодиодов, в том числе органических, и многое другое, можете продолжить и Вы. А пока ждем вас на следующей заключительной лекции цикла – вода и материалы!

*текст - асп. ФНМ Уточникова В. ;
фотографии - асп. ФНМ Напольский Ф.*

Первенство Вузов Москвы по лыжным гонкам.

С 14 по 18 февраля состоялось Первенство Вузов г. Москвы по лыжным гонкам. С погодой повезло, вода и большие морозы отсутствовали. Команда МГУ была настроена только на победу. Проводились дистанционные гонки коньковым и классическим стилями, а также эстафета. Круг протяженностью 5 км у девушек и 10 км у ребят, шириной 3-5 м. В составе сборной команды МГУ выступала студентка 2 курса Факультета наук о материалах Дарья Сторожилова. Даша принимала участие во всех дисциплинах – коньковым стилем (2 место), классическим стилем (1 место), а также в составе женской команды на эстафете (3 место), собрав таким образом полную коллекцию медалей всех достоинств.

В гонке классическим стилем второе место заняла выпускница МГУ Балюк Женя, среди мужчин первое место у студента МГУ – Куаныша Камбарбаева. По итогам трех дней соревнований команда МГУ заняла первое место среди Вузов г. Москвы, опередив МГГУ им. Шолохова и РГУФКСИТ, что дает реальные шансы на поездку в следующем сезоне на Первенство Вузов России.

Через несколько дней после Первенства Вузов Даша в составе команды лыжников МГУ отправилась в Санкт-Петербург на матчевую встречу с лыжниками СПбГУ. Соревнования проводились на трассах в Токсово: гонка классическим (5 км – женщины, 10 км – мужчины) и смешанная эстафета коньковым стилями. Равных лыжникам МГУ не было, все первые места наши.

И на первенстве МГУ по лыжным гонкам гонку на 10 километров также выиграла Даша Сторожилова. Коллектив ФНМ от всей души поздравляет Дашу и желает новых спортивных, научных и творческих успехов.



Сборная команда МГУ по лыжному спорту

Четвертая Всероссийская конференция по наноматериалам

С 1 по 4 марта 2011 г. в Институте металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН в Москве состоялась Четвертая Всероссийская конференция по наноматериалам. Всего на это мероприятие, организованное совместными усилиями Минобрнауки



Пленарный доклад академика В.М. Иевлева

РФ, Отделения химии и наук о материалах РАН, Научным советом по наноматериалам при Президиуме РАН, ИМЕТ РАН и МГУ им. М.В. Ломоносова, собрались ученые и студенты из 35 регионов РФ и нескольких государств.

Основные направления работы конференции включали в себя:

- объемные (3D) наноструктурированные

материалы, формируемые в результате термических и механических воздействий или консолидации нанопорошков;

- наноструктурированные планарные (2D) материалы, включая пленки и покрытия;
- наноструктурированные (1D) материалы, в том числе нанотрубки, нановолокна и нанопроволоки;
- нанодисперсные (0D) материалы, включая нанопорошки, нанокристаллы и нанокластеры;
- нанокомпозиты, состоящие из мезопористой матрицы с 1D-каналами или 2D-слоями, заполненными нанофазой, или из нановискеров, нанотрубок и наночастиц в полимерной, металлической либо керамической матрице.

С пленарными докладами выступили, в частности, академики Солнцев К.А., Иевлев В.М., чл-корр. РАН Гудилин Е.А. и Ковальчук М.В.

В рамках обсуждения инновационных возможностей развития индустрии наноматериалов основными докладчиками выступили ответственный секретарь научно-экспертного совета при председателе Совета Федерации Федерального собрания РФ академик РАН Вячеслав Михайлович Бузник и ведущий советник Минобрнауки РФ, профессор кафедры “Физические проблемы материаловедения” Национального исследовательского ядерного университета МИФИ, доктор физико-математических наук Андрей Шмаков. Освещая некоторые аспекты текущего момента отечественных нанотехнологий, академик Бузник отметил, что интерес мирового сообщества к нанотехнологиям, как ко всякой ажиотажной научной кампании (например, высокотемпературной сверхпроводимости или низкотемпературному термоядерному синтезу), уже прошел свой пик и стал постепенно снижаться. В деловых кругах это снижение происходит уже с 2006 года. Одной из главных проблем, тормозящих инновационные возможности развития индустрии наноматериалов, Вячеслав Бузник назвал невостребованность нанотехнических инноваций в области наноматериалов отечественной экономикой и промышленностью.

Комментируя динамику публикаций по нанотехнологиям, академик Бузник отметил, что, объем научных статей по этой тематике продолжает неуклонно увеличиваться. Согласно статистике, авторы подобных публикаций, в основном, сосредоточены в Москве, Санкт-Петербурге, Новосибирске, Екатеринбурге, Черноголовке, Томске, Уфе, Красноярске, Нижнем Новгороде... Большинство из них являются физиками, материаловедов представлено мало. Однако, как подчеркнул Вячеслав Бузник, в данный момент в РФ соотношение количества научных публикаций к патентам достижает число порядка



Участники конференции

двадцати к одному, что ничтожно мало.

Участникам заключительного круглого стола конференции, посвященного вопросам подготовки специалистов в области нанонауки и индустрии наноматериалов, повезло больше. Координаторами этого заседания выступили член-корреспондент РАН, заместитель декана факультета наук о материалах МГУ им. М.В. Ломоносова Евгений Гудилин и директор департамента образовательных программ ГК "Роснотех" Елена Соболева.

По мнению Евгения Гудилина, "нанообразование" должно затрагивать максимально широкий круг возрастных групп и постепенно вводиться, начиная с детского сада. Кстати, участники этого заседания единогласно отметили большой вклад в развитие отечественного специализированного образования, который Евгений Гудилин ежегодно вносит в качестве одного из организаторов Всероссийской Интернет-олимпиады школьников, студентов, аспирантов и молодых ученых в области наносистем, наноматериалов и нанотехнологий "На-нотехнологии - прорыв в Будущее!".

Средиземноморская конференция по инновационным материалам и их применению

С 14 по 18 марта 2011 г. в г. Бейруте (Ливан) проходила Средиземноморская конференция по инновационным материалам и их применению (Mediterranean Conference on Innovative Materials and Applications). Организатором конференции выступало Европейское общество материаловедов (E-MRS) и Американский Университет Бейрута.

В работе конференции приняли участие более 350 ученых из Европы, Ближнего Востока, США, Японии, Южной Кореи, Китая и т.д.

Конференция состояла из 3 параллельных симпозиумов и 8 секций.

А. Материалы и технологии

Объемные материалы

Поверхность, границы и тонкие пленки

Наноматериалы

В. Методы исследования материалов и их свойства

Физические свойства

Химический анализ и свойства

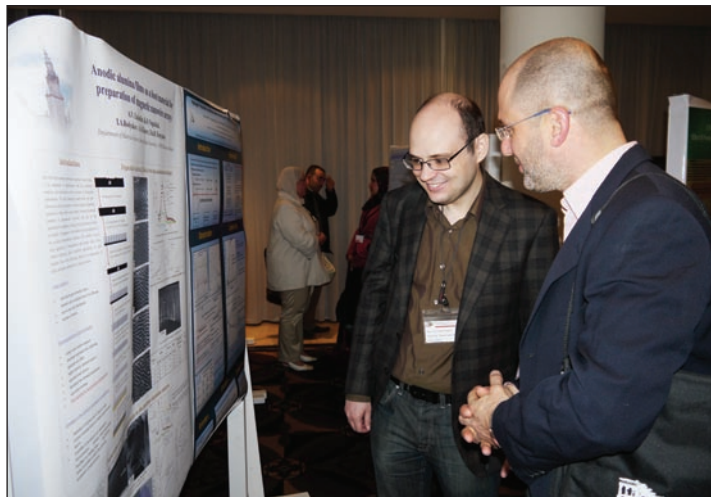
С. Применение материалов

Энергетика и окружающая среда

Здоровье, биоматериалы и медицина

Электронные устройства и системы

В работе конференции принял участие профессор Факультета наук о материалах А.В.Лукашин, который представил два доклада: "Функциональные наноматериалы на основе оксидных матриц с упорядоченной пористой структурой" и "Магнитные наноматериалы на основе пористого оксида алюминия для систем хранения информации". Предложенный в его работе подход, основанный на получении наноструктур в пористых матрицах с упорядоченной системой нуль-, одно- или двумерных структурных пустот, является универсальным методом синтеза функциональных композитных материалов. В рамках работы этот подход реализован на примере синтеза нескольких классов функциональных материалов с использованием матриц с различной организацией пористой структуры. Выбор таких систем связан с необходимостью проанализировать границы применимости предложенного подхода и выявить основные закономерности формирования наноструктур в пространственно-ограниченной зоне при синтезе в твердофазных нанореакторах. Естественно, возможности



Профессор А.В. Лукашин рассказывает о своих работах

данного подхода не ограничиваются выбором систем и матриц, сделанным в работе, и он с успехом может использоваться для получения самых разнообразных нанокompозитов. Основными преимуществами предложенного метода синтеза являются возможность контроля размера и формы наночастиц, управление анизотропией наночастиц, возможность получения массивов наночастиц, обладающих одно-, двух- и трехмерным упорядочением с заданным периодом повторяемости, предотвращение агрегации наночастиц и защита от внешних воздействий, механическое закрепление наночастиц в матрице, отсутствие стадии внедрения наночастиц в матрицу. Этот метод сочетает в себе простоту химических способов матричной изоляции наночастиц с возможностью получения низкоразмерных и пространственно-упорядоченных наноструктур, характерной для синтеза в нанореакторах.

Профессор ФНМ А.В. Лукашин

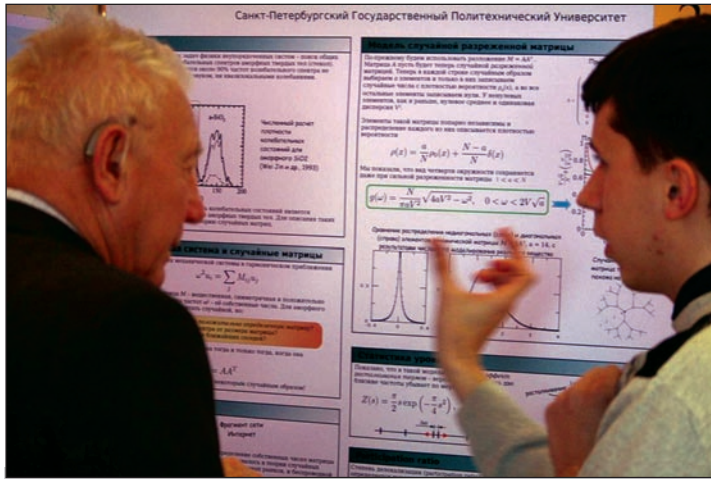
45-я Школа по Физике Конденсированного Состояния

С 14 по 19 марта 2011 года в пансионате "Райвола" пос. Рошино Ленинградской области прошла 45-я Школа по Физике Конденсированного Состояния (ФКС), организованная Петербургским Институтом Ядерной Физики РАН (ПИЯФ).



С.В. Малеев (ПИЯФ РАН, Гатчина) читает лекцию «Флуктуационная теория фазовых переходов».

Традиционные Школы ПИЯФ регулярно проводятся с 60-х годов и завоевали широкую и заслуженную популярность у научной общественности страны. Цель школы состоит в том, чтобы ознакомить молодежь и специалистов, работающих в области физики конденсированного состояния, с последними достижениями в этой области, при этом особое внимание уделяется научным проблемам, решение которых осуществляется с помощью рассеяния нейтронного и синхротронного излучения. В работе



Обсуждение постера

Школы систематически принимают участие ученые из других научных центров страны, таких как ОИЯИ, Курчатовский институт, МГУ, ИФМ УрО РАН, ИК РАН и др. Школа ПИЯФ имеет международный статус, в ней каждый год принимают активное участие ученые, работающие в крупных международных центрах (ESRF, ILL и др.)

В этом году школу открыл Валерий В. Несвижевский (ILL, Франция) с докладом «Нейтрон в гравитационном поле Земли».

Программа Школы, прошедшей в 2011 году, включала следующие разделы:

- 1) квантовые явления в конденсированных средах;
- 2) фазовые переходы и критические явления
- 3) методы рассеяния синхротронного и нейтронного излучений
- 4) физика и технология наночастиц

Молодые ученые представили свои работы в ходе стендовой сессии и смогли получить дельные советы от старших товарищей. В целом, данная школа является отличной площадкой для обсуждения научных проблем в области ФКС.

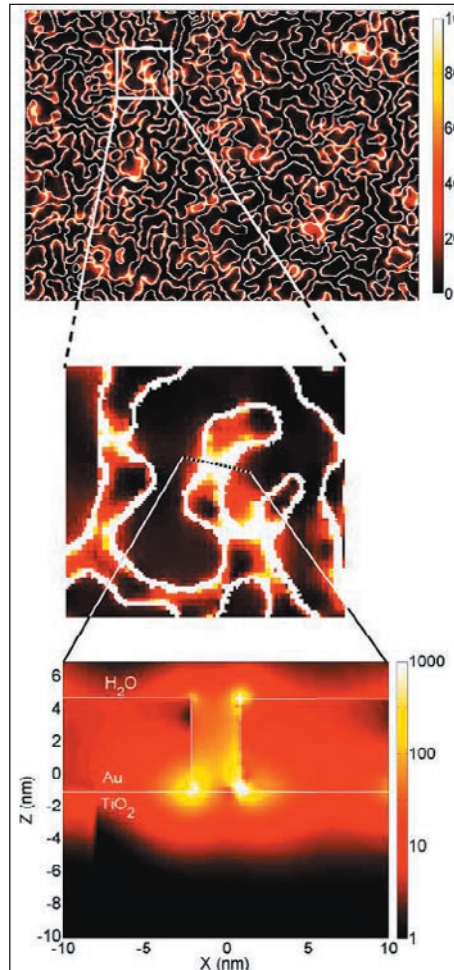
Ассистент ФНМ К.С. Напольский

“Золотое” расщепление воды

Все мы прекрасно знаем, что Солнце - практически не иссякаемый источник энергии, способный полностью удовлетворить потребности населения нашей планеты (энергия Солнца достигающая поверхности земли в час соизмерима с суммарным годовым потреблением землян). Начиная с 70-ых годов особый интерес вызывает фотокаталитическое расщепление воды как перспективный источник получения водорода, однако во всех предложенных к настоящему времени методах поглощение света происходит в УФ-диапазоне.

Ученые из университета Южной Калифорнии предложили нанести золотую пленку толщиной 5 нм на поверхность анатаза, полученного электрохимическим окислением титановой фольги. Полученная гетероструктура продемонстрировала пятикратный рост фототока при облучении в видимом диапазоне ($\lambda = 532$ нм) и четырехкратное падение фототока при облучении в УФ-диапазоне ($\lambda = 254$ нм). Гораздо более значительного роста (66X) удалось достичь при облучении еще более длиноволновым излучением ($\lambda = 633$ нм), чья энергия существенно ниже ширины запрещенной зоны в анатазе (1,96 эВ против 3,2 эВ). Как же можно объяснить такой аномальный рост фототока при облучении в видимом диапазоне?

До сих пор большинство исследователей склонялось к механизму переноса заряда от наночастиц золота на

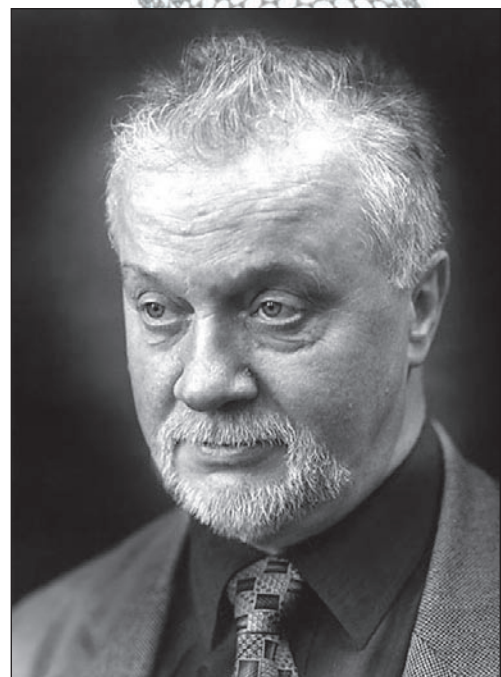


Интенсивность электрического поля на границе золото-анатаз, рассчитанная с помощью FDTD-метода (finite-difference time-domain).

слое анатаза.

анатаз. Однако такой механизм маловероятен, т.к. запрещенная зона анатаза выше по энергии, чем уровень Ферми золота, поэтому перенос заряда энергетически невыгоден. Куда более вероятно, что причиной такого аномального роста фототока является локальное усиление электрического поля поверхностными плазмонами, что в купе с сильной дефектностью TiO_2 и малым размером зерен (а, следовательно, весьма ограниченной диффузионной длиной неосновных носителей заряда - 10 нм) приводит к столь значительному росту фототока, т.к. свой вклад в каталитическое расщепление воды будут вносить только фотоны, поглощенные в 10 нм поверхностном

65 лет В.М. Новоторцеву



Факультет наук о материалах и кафедра неорганической химии химического факультета Московского

государственного университета им. М.В.Ломоносова сердечно поздравляют с 65-летием академика РАН Владимира Михайловича Новоторцева.

Академик Новоторцев известен как крупный ученый в области физикохимии и технологии магнитоактивных веществ и материалов. Его оригинальные научные работы внесли значительный вклад в исследование природы магнитных взаимодействий, а также стимулировали развитие химии магнитных полупроводников. Его научные исследования пользуются заслуженным признанием – В.М. Новоторцев неоднократно читал лекций в Китае, Испании, Швейцарии, Германии и Бельгии. Работы В.М. Новоторцева удостоены Государственной премии РФ 2001г., премии им. Л.А. Чугаева РАН 1994 г., а также ордена Почета в 1999 г. Он подготовил целую плеяду исследователей из своих учеников, которые защитили большое количество дипломных работ, кандидатских и докторских диссертаций. Многие из них работают в крупнейших российских и зарубежных научных центрах.

Организаторские способности В.М. Новоторцева ярко проявляются в руководстве Институтом общей и неорганической химии имени Н.С. Курнакова РАН и лабораторией магнитных материалов ИОНХ РАН. Он ведет большую научно-организационную работу, являясь членом экспертного совета ВАК, заместителем председателя диссертационного совета по защите докторских диссертаций, членом диссертационных советов по защите кандидатских и докторских диссертаций, членом редколлегии журналов «Координационная химия» и «Известия академии наук. Серия химическая».

Желаем Вам, дорогой Владимир Михайлович, здоровья, творческих и научных успехов и много ярких, счастливых дней.

85 лет И.В. Горынину



Факультет наук о материалах и кафедра неорганической химии химического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова сердечно поздравляют с 85-летием академика РАН Игоря Васильевича Горынина.

И.В. Горынин известен как крупнейший ученый в области материаловедения, металлургии и сварки, конструктивно-технологической прочности материалов и надежности конструкций. Он является создателем

и руководителем всемирно известной научной материаловедческой школы в области разработки высокопрочных свариваемых конструкционных материалов. Фундаментальные работы, выполненные им на стыке ряда научных направлений - физического материаловедения, физики твердого тела, механики разрушения, теории металлургических процессов и физической химии, позволили совершить прорыв в материаловедении и создать уникальные материалы с ценнейшим комплексом свойств, ранее считавшихся несовместимыми, в первую очередь, сочетающих высокую прочность с хорошей сваримостью.

Академик Горынин внес огромный вклад в развитие отечественной и мировой науки: создание серии свариваемых титановых сплавов для машиностроения и судостроения. Из них построены и успешно эксплуатируются цельнотитановые подводные лодки и серия глубоководных аппаратов, не имеющих мировых аналогов.

Под его руководством в ЦНИИ КМ «Прометей» создан научный фундамент и организовано в широких масштабах производство не имеющих аналогов конструкционных материалов и высоких технологий для развития топливно-энергетического комплекса России в XXI веке.

Занимая неоспоримое и признанное лидерство в мировом материаловедческом сообществе, И.В. Горынин ведет большую научно-организационную работу, являясь членом бюро отделения химии и наук о материалах РАН, членом президиума Санкт-Петербургского научного центра РАН, председателем координационного совета РАН по проблеме «Исследование и создание конструкционных материалов для термоядерных реакторов», председателем национального комитета по сварке РАН, президентом Межрегионального союза научных и инженерных общественных объединений и членом Международного организационного комитета Всемирного титанового конгресса. Он является лауреатом многих престижных премий, награжден многими высокими орденами и медалями.

Факультет наук о материалах и кафедра неорганической химии химического факультета МГУ желают Вам, Игорь Васильевич, крепкого здоровья, счастья и всего самого наилучшего. Самые добрые чувства и пожелания на многие годы!

70 лет В.Я. Шевченко

Факультет наук о материалах и кафедра неорганической химии химического факультета Московского государственного университета сердечно поздравляют с 70-летием академика РАН Василия Ярославовича Шевченко.

Академик Шевченко известен как крупнейший ученый в области материаловедения, керамики и полупроводниковых материалов. Под его руководством созданы Институт материаловедения и Институт проблем керамических материалов.

В.Я. Шевченко внес огромный вклад в развитие отечественной и мировой науки - это открытие закономерности переходов «диэлектрик – металл», разработка теории прочности керамических материалов при интенсивных механических и тепловых нагрузках, что привело к созданию первых отечественных бронеконструкций для бронезилетов и машин. Также он сформулировал основные принципы структурной химии наносостояния, установил общие принципы строения различных объектов наномира, включающие в себя парадигму «строительных блоков», описание с использованием неевклидовой геометрии (приближение



искривленного пространства) и локально-минимальных многообразий, а также возможность когерентного соединения частиц, характеризующихся различными (несовместимыми в кристаллах) элементами симметрии, заложили основы теории строения вещества в наносостоянии.

В.Я. Шевченко ведет большую научно-организационную работу, возглавляя Научный совет РАН по керамическим и другим неметаллическим материалам.

Факультет наук о материалах и кафедра неорганической химии химического факультета МГУ желают Вам, Владимир Ярославович, крепкого здоровья, счастья и всего самого наилучшего.

Медали РАН с премиями для молодых ученых

Факультет наук о материалах поздравляет аспирантов Михаила Алексеевича Шехирева и Ярослава Юрьевича Филиппова, получивших медаль РАН в области физико-химии и технологии неорганических материалов за работу "Биоматериалы на основе фосфатов кальция с повышенной скоростью резорбции". Работа лауреатов относится к области медицинского материаловедения и направлена на создание керамических костных имплантатов необходимого химического и фазового состава, которые обеспечивают применение передовых методик при проведении операций по костной пластике. Особая роль отведена исследованию полученных материалов с помощью методов электронной микроскопии в рамках программ Центра коллективного пользования МГУ "Технологии получения новых наноструктурированных материалов и их комплексное исследование".

Как известно, классическим материалом, используемым в клинической практике, является гидроксиапатит $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ (ГАП), который очень близок по химическому и фазовому составу неорганической составляющей костной ткани. Однако, такой материал



Аспиранты ФНМ М.А. Шехирев и Я.Ю. Филиппов

обладает рядом недостатков: низкой скоростью растворения в среде организма (биорезорбция) и слабым стимулирующим воздействием на рост новой костной ткани (остеоиндукция), причиной чему является крайне низкая растворимость чистого гидроксиапатита. Решением этой проблемы может быть либо использование более растворимых форм фосфатов кальция (ПФК - пирофосфат кальция $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$, ТКФ - трикальциевый фосфат $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) для костных имплантатов, либо введение заместителей, повышающих растворимость фазы гидроксиапатита (КГАП - карбонатзамещенный гидроксиапатит $\text{Ca}_{10-x}\text{Na}_x(\text{PO}_4)_{6-x}(\text{CO}_3)_x(\text{OH})_{2-2y}(\text{CO}_3)_y$).

В связи с этим работа М.А. Шехирева и Я.Ю. Филиппова нацелена на направленную модификацию кальцийфосфатной керамики: как модификацию химического состава ГАП, так и получение многофазных материалов, содержащих высокорстворимые (резорбируемые) фазы. Эта комплексная задача включает в себя следующие направления:

1) Разработка способов получения КГАП с заданным уровнем содержания карбонат-иона и установление взаимосвязи между уровнем замещения и характером распределения карбонат-иона между двумя энергетически неэквивалентными позициями структуры ГАП.

2) Установление корреляции между характером распределения карбонат-иона – уровнем искажения решетки и растворимостью КГАП в модельных средах.

3) Решение проблемы создания компактного материала на основе карбонатзамещенного гидроксиапатита, которая возникает вследствие его термической нестабильности при температурах, необходимых для эффективного проведения процессов спекания, даже с использованием классических спекающих добавок, применяемых в данной области.

4) Применение специфических спекающих добавок (например, CaCl_2) с целью управления микроструктурой. Впервые при спекании ГАП в качестве спекающей добавки успешно применен CaCl_2 , что позволило получить плотноспеченные образцы при меньших температурах отжига. Помимо интенсификации спекания керамического материала на основе ГАП, добавка блокирует рост зерен в керамике, что позволяет получить наноструктурированный керамический материал с повышенной биорезорбцией.

Желаем лауреатам дальнейших творческих успехов и не останавливаться на достигнутом.

НАНОМЕТР: 119992, Москва, Ленинские Горы, ФНМ МГУ им. М.В. Ломоносова, тел. (495)-939-20-74, факс (495)-939-09-98, yudt@inorg.chem.msu.ru (акад. РАН Ю.Д. Третьяков, главный редактор), brylev@inorg.chem.msu.ru (доц. О.А. Брылёв, отв. редактор), goodilin@inorg.chem.msu.ru (проф. Е.А. Гудилин, пресс-центр), petukhov@inorg.chem.msu.ru (асп. ФНМ Д.И. Петухов, верстка)