

ВЕСТНИК

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Серия 4 | 2012 | ФИЗИКА
Выпуск 3 | Сентябрь | ХИМИЯ

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ. ИЗДАЁТСЯ С АВГУСТА 1946 ГОДА

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

- Анисимова Г. П., Долматова О. А., Полищук В. А.* Параметры тонкой структуры и множителя Ланде ряда конфигураций $np^1 r$ C I, Si I, P II, Ge I. 3
- Кербалиев Р. А., Сеидов Н. М.* О функции распределения размеров частиц алюминия при синтезе катализатора полимеризационных процессов 15
- Кербалиев Р. А., Сеидов Н. М.* Гидродинамика ламинарного обтекания полидисперсных частиц алюминия при наличии физико-химических превращений в реакции синтеза катализатора для полимеризационных процессов 21
- Вовк М. А., Павлова М. С., Чижиж В. И.* Квантово-химические расчёты констант квадрупольной связи дейтронов для кластера $SO_4^{2-} \cdot 24(D_2O)$ 28
- Талалаев В. Г., Сеничев А. В., Новиков Б. В., Томм Й. В., Асрян Л. В., Захаров Н. Д., Вернер П., Буравлёв А. Д., Самсоенко Ю. Б., Хребтов А. И., Сошников И. П., Цырлин Г. Э.* Релаксация возбуждения в туннельно-инжекционных структурах с квантовыми точками 34
- Багаев А. А.* Эффективное действие в формализме фонового поля 56
- Novozhilov V. Yu.* Color solitons in the extended chiral group E_χ 66
- Baraban A. P., Drozd V. E., Nikiforova I. O., Dmitriev V. A., Prokof'ev V. A., Gadzhala A. A., Matveeva O. P.* Electronic structure of thin Ta_2O_5 films on silicon 73

ХИМИЯ

- Антимонова О. И., Галкина О. В., Морозкина С. Н., Шавва А. Г.* Стероидные эстрогены как антиоксиданты 79
- Перетрухина Я. В., Постнов В. Н.* Темплатный синтез пористого углеродного материала на аэросиле и исследование его сорбционных свойств 96



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ОСНОВАН В 1724 ГОДУ
1824 – ГОД ВЫХОДА В СВЕТ ПЕРВОГО ИЗДАНИЯ УНИВЕРСИТЕТА

© Авторы статей, 2012

© Издательство
Санкт-Петербургского университета, 2012

<i>Дмитриева И. Б., Чухно А. С.</i> Электроповерхностные свойства оксидов никеля(II) и железа(III) в водных растворах замещённых азолов (производных имидазола и 1,2,4-триазола).....	103
<i>Залов А. З., Вердизаде Н. А.</i> 2-Гидрокси-5-хлортиофенол новый аналитический реагент для экстракционно-фотометрического определения ванадия(IV) в нефти и почвах	111
<i>Razgoniaev A. O., Ukolov A. I., Zenkevich I. G.</i> Application of combined GC and MS data in GC-MS determining the structures of products of phenol alkylation by butyl alcohols	119
<i>Морозкина С. Н., Антимонова О. И., Дроздов А. С., Богаутдинов Р. П., Шавва А. Г.</i> Синтез и исследование некоторых биологических свойств 17,17-диметил-D-гомо-8 α -аналогов стероидных эстрогенов	128

КРАТКИЕ НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

<i>Чижевик В. И.</i> К вопросу о теоретическом описании ядерной магнитной релаксации в системе двух эквивалентных спинов	136
<i>Павлов В. А.</i> Термодинамическая теория плавления наночастиц	140
<i>Артемиев Ю. М., Борисов Е. Н., Сиротов В. В.</i> Получение титан-оксидного покрытия на медном металлическом электроде, предназначенном для фотоэлектрохимического разложения воды	145
<i>Пастор А. А., Тимофеев Н. А., Шевкунов И. А., Ходорковский М. А., Мурашов С. В.</i> Исследование разряда в смеси аргона с парами воды в присутствии катализатора двуокиси титана	149

РЕЦЕНЗИИ

<i>Паж В. Н.</i> [Рец. на кн.:] Соколова Е. П., Смирнова Н. А. Межмолекулярные взаимодействия. Основные понятия: учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2008. 225 с.	153
<i>Киприанов А. А.</i> [Рец. на кн.:] Химические сенсоры. Сер.: Проблемы аналитической химии. Т. 14 / под ред. Ю. Г. Власова. М.: Наука, 2011. 399 с.	156
Аннотации	158
Abstracts	163
Сведения об авторах	167
Contents	171

АННОТАЦИИ

УДК 539.18

Анисимова Г. П., Долматова О. А., Полицук В. А. **Параметры тонкой структуры и множители Ланде ряда конфигураций $npr'r$ С I, Si I, P II, Ge I** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2012. Вып. 3. С. 3–14.

Получена матрица оператора энергии для конфигураций $npr'r$. В матрице оператора энергии учтены взаимодействия: электростатическое и спин — своя орбита, спин — чужая орбита, спин—спин и орбита—орбита. Это позволило свести невязки (разности между расчётными и экспериментальными энергиями) практически к нулю. Определены коэффициенты разложения волновых функций по LS -связному базису (коэффициенты промежуточной связи) и гиромагнитные отношения для конфигураций $2p3p$, $2p4p$ С I, $3p4p$, $3p5p$ Si I и P II, $4p5p$, $4p6p$ Ge I. Полученные данные сравниваются с имеющимися в литературе аналогичными экспериментальными значениями. Их согласие хорошее. Библиогр. 10 назв. Ил. 4. Табл. 7.

Ключевые слова: полуэмпирический расчёт, матрица оператора энергии, тонкая структура, зеемановское расщепление, гиромагнитные отношения, коэффициенты связи.

УДК 66.095.264.3

Кербалиев Р. А., Сеидов Н. М. **О функции распределения размеров частиц алюминия при синтезе катализатора полимеризационных процессов** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2012. Вып. 3. С. 15–20.

Предложена математическая модель растворения дисперсных частиц алюминия в растворе. Использование подобной модели в задачах управления позволит интенсифицировать процесс. В исследовании рассматриваются одновременные и взаимосвязанные явления: убывание размеров одной твёрдой фазы (алюминия) до критически минимального размера, образование, рост частиц другой твёрдой фазы (катализатора) как результат взаимодействия с растворителем частиц алюминия. Библиогр. 10 назв.

Ключевые слова: растворение, дисперсные частицы, стохастические методы, катализатор, раствор.

УДК 66.095.264.3

Кербалиев Р. А., Сеидов Н. М. **Гидродинамика ламинарного обтекания полидисперсных частиц алюминия при наличии физико-химических превращений в реакции синтеза катализатора для полимеризационных процессов** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2012. Вып. 3. С. 21–27.

Анализируется методика решения уравнения конвективной диффузии в случае обтекания дисперсной частицы ламинарным потоком жидкости. Разработано уравнение изменения массы частицы при наличии физико-химических превращений. Решение уравнения конвективной диффузии определяет профиль изменения концентрации. Библиогр. 21 назв. Ил. 1.

Ключевые слова: растворение, дисперсные частицы, конвективная диффузия, катализатор, раствор.

УДК 539.143.44, 544.353.21

Вовк М. А., Павлова М. С., Чижик В. И. **Квантово-химические расчёты констант квадрупольной связи дейтронов для кластера $SO_4^{2-} \cdot 24(D_2O)$** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2012. Вып. 3. С. 28–33.

Представлены результаты квантово-химических расчётов константы квадрупольной связи дейтронов, принадлежащих молекулам воды в гидратной оболочке иона SO_4^{2-} . Рассчитанные величины сравниваются с экспериментальными данными. Вычисления проведены для различных оптимизированных конфигураций кластера $SO_4^{2-} \cdot 24(D_2O)$. Библиогр. 8 назв. Ил. 3. Табл. 2.

Ключевые слова: ЯМР-релаксация, квантово-химические расчёты, V3LYP.

УДК 538.915+538.935+538.958

Талалаев В. Г., Сеничев А. В., Новиков Б. В., Томм Й. В., Асрян Л. В., Захаров Н. Д., Вернер П., Буравлёв А. Д., Самсоненко Ю. Б., Хребтов А. И., Сошников И. П., Цырлин Г. Э. **Релаксация возбуждения в туннельно-инжекционных структурах с квантовыми точками** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2012. Вып. 3. С. 34–55.

Исследованы процессы туннелирования и релаксации в гибридных туннельно-инжекционных структурах (ТИС), имеющих инверсную последовательность слоёв: квантовые точки (КТ) InGaAs — барьер GaAs — квантовая яма (КЯ) InGaAs. Методами фотолюминесценции (ФЛ) установлено, что при низких температурах доминирует экситонный механизм туннелирования из КЯ в КТ. Обнаруженное сокращение времени переноса до единиц пикосекунд при толщине туннельного барьера менее 6 нм объясняется формированием наномостиков InGaAs между вершинами КТ и слоем КЯ. Устранение наномостиков потенциального барьера между КЯ и КТ приводит к надбарьерному резонансу состояний и обеспечивает «мгновенную» инжекцию носителей в КТ. Рассмотрена релаксация экситонов через возбуждённые состояния, а также механизмы одночастичного туннелирования при высоких температурах. Обнаружено торможение переноса носителей внутренним электрическим полем, наведённым туннелированием в условиях высокой плотности накачки. Исследованы резонансы состояний КТ и КЯ во внешнем электрическом поле и их влияние на ФЛ массива КТ в гибридных ТИС. Библиогр. 40 назв. Ил. 19. Табл. 2.

Ключевые слова: люминесценция, квантовые точки, квантовая яма, туннелирование, туннельный барьер, релаксация, наномостики, экситон, резонанс состояний.

УДК 53:51;530.145.1

Багаев А. А. **Эффективное действие в формализме фонового поля** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2012. Вып. 3. С. 56–65.

Обсуждается вариант формализма фонового поля, предложенный Л. Д. Фаддеевым. Доказана эквивалентность определений эффективного действия как связанной части производящего функционала S -матрицы и преобразования Лежандра производящего функционала связанных функций Грина. Объяснено появление квантовых уравнений движения. Приводятся результаты вычисления перенормировок констант связи полей Янга—Миллса, модели \sin -Гордона (однопетлевое приближение) и нелинейной сигма-модели (двухпетлевое приближение), демонстрирующие возможности метода фонового поля. Наблюдается их соответствие результатам, полученными традиционными методами квантовой теории поля (например, теорией возмущений). Библиогр. 56 назв. Ил. 1.

Ключевые слова: производящие функционалы, формализм фонового поля, квантовые уравнения движения, поля Янга—Миллса, модель \sin -Гордона, нелинейная сигма-модель.

УДК 539.1.01

Novozhilov V. Yu. **Color solitons in the extended chiral group E_χ** // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 4. 2012. Iss. 3. P. 66–72.

An extended chiral group E_χ of gauge plus chiral transformations of a quark path integral in the background gauge is considered and a present novel type of color solitons described by the effective action resulting from bosonization as well. $O(3)$ solitons are formed by a chiral field including parameters with diquark quantum numbers within symplectic subgroup of E_χ , as well as within complete E_χ ; solitons in gluonic vacuum can be stable due to proper asymptotics induced by background vacuum, their topological charge starts with $\pm 4/3$ and does not coincide with the baryon number.

Keywords: diquark, soliton.

УДК 537.311.33:621.382

Baraban A. P., Drozd V. E., Nikiforova I. O., Dmitriev V. A., Prokof'ev V. A., Gadzhala A. A., Matveeva O. P. **Electronic structure of thin Ta₂O₅ films on silicon** // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 4. 2012. Iss. 3. P. 73–78.

By a low-temperature atomic layer deposition method using a single-crystal silicon substrate (thermally oxidized silicon) Ta₂O₅ layers of various thicknesses (20–100 nm) possessing increased value of relative dielectric permeability have been synthesized. On the basis of high frequency capacitive measurements the basic electrical properties of the formed structures are studied. There are identified: a sign and magnitude of the effective charge in Si–Ta₂O₅ structures ($-4,11 \cdot 10^{11} \text{ cm}^{-2}$), magnitude of relative permeability

($\epsilon \sim 13,5$) and breakdown field (≥ 12 MV/cm) films of tantalum pentoxide. There are obtained spectra of photoluminescence and photoluminescence excitation of tantalum pentoxide films which together with the results of electro physical studies allowed to propose a model of their electronic structure.

Keywords: insulator-semiconductor structure, flat-band potential, energetic diagram, field cycling method, photoluminescence and photoluminescence excitation spectra.

УДК 547.92+542.91

Антимонова О. И., Галкина О. В., Морозкина С. Н., Шавва А. Г. **Стероидные эстрогены как антиоксиданты** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2012. Вып. 3. С. 79–95.

Обзор литературы посвящён механизмам образования и взаимопревращений активных форм кислорода в организме, окислительному стрессу, возможным путям его преодоления, антиоксидантным свойствам стероидных эстрогенов. Библиогр. 105 назв. Табл. 2.

Ключевые слова: стероидные эстрогены, антиоксидантные свойства, нейродегенеративные болезни.

УДК 541.183

Перетрухина Я. В., Постнов В. Н. **Темплатный синтез пористого углеродного материала на аэросиле и исследование его сорбционных свойств** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2012. Вып. 3. С. 96–102.

Описан синтез пористого углеродного материала с использованием аэросила в качестве темплата. Пористая структура была исследована методами БЭТ, Кельвина-Томсона, теории объёмного заполнения микропор и методом сканирующей электронной микроскопии. Установлено, что полученный пористый углеродный материал обладает большой удельной поверхностью и высоким предельным сорбционным объёмом. Исследование хроматографических свойств темплатного углерода, полученного по разработанной методике, показало возможность его использования в процессе твердофазной экстракции органических токсикантов из водных растворов. Библиогр. 13 назв. Ил. 4. Табл. 5.

Ключевые слова: темплатный синтез, углерод, аэросил, сорбент.

УДК 541.49.183:546.562.'723:547.854.5

Дмитриева И. Б., Чухно А. С. **Электроповерхностные свойства оксидов никеля(II) и железа(III) в водных растворах замещённых азолов (производных имидазола и 1,2,4-триазола)** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2012. Вып. 3. С. 103–110.

В системах водные растворы замещённых азолов (производные имидазола и 1,2,4-триазола) — адсорбенты NiO и Fe₂O₃ исследованы временные изменения электрокинетического потенциала поверхностей оксидов, а также влияние азолов на значение изоэлектрической точки оксидов. Библиогр. 24 назв. Ил. 5.

Ключевые слова: адсорбция, изоэлектрическая точка, имидазол.

УДК 543.42.062:546.881.4:43.431.6

Залов А. З., Вердизаде Н. А. **2-Гидрокси-5-хлортиофенол новый аналитический реагент для экстракционно-фотометрического определения ванадия(IV) в нефти и почвах** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2012. Вып. 3. С. 111–118.

Спектрофотометрическим методом исследовано комплексообразование ванадия(IV) с 2-гидрокси-5-хлортиофенолом в присутствии аминифенолов. Определены оптимальные условия образования и экстракции комплекса. Установлено, что разнолигандные комплексы образуются при pH = 3,2 ÷ 5,1. Наилучшими экстрагентами являются хлороформ и дихлорэтан. Определены некоторые физико-химические характеристики разнолигандных комплексов. Максимум в спектре светопоглощения наблюдается при $\lambda = 625 \div 635$ нм. Молярный коэффициент светопоглощения равен $(3,56 \div 3,70) \cdot 10^4$. Координирующим ионом является двухзарядный катион VO₂⁺. Молярное соотношение компонентов в комплексе соответствует V(IV) : ГХТФ : АФ = 1 : 2 : 1. Библиогр. 18 назв. Ил. 3. Табл. 5.

Ключевые слова: ванадий, 2-гидрокси-5-хлортиофенол, разнолигандные комплексы, экстракционно-фотометрический метод.

УДК 54.061:543.544.32:547.022

Razgoniaev A. O., Ukolov A. I., Zenkevich I. G. **Combined Application of GC and MS data in GC-MS determining structures of phenol alkylation products by butyl alcohols** // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 4. 2012. Iss. 3. P. 119–127.

As a result of combined application of mass spectrometry data and preliminary evaluated retention indices (RI) the structures of phenol alkylation products by butyl alcohols are determined. On the example of isomeric butyl phenols the possibilities of different methods of RI pre-calculation are compared.

Keywords: non-regioselective reactions, isomeric butyl phenols, gas chromatographic retention indices, mass spectrometry, identification.

УДК 547.92+542.91

Морозкина С. Н., Антимонова О. И., Дроздов А. С., Богаутдинов Р. П., Шавва А. Г. **Синтез и исследование некоторых биологических свойств 17,17-диметил-D-гомо-8 α -аналогов стероидных эстрогенов** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2012. Вып. 3. С. 128–135.

Для изучения взаимосвязи между строением и биологическими свойствами D-гомо-8 α -аналогов стероидных эстрогенов синтезированы соединения, содержащие две метильные группы в положении 17. Показано, что 17,17-диметил-D-гомо-В-нор-8 α -эстрон проявляет кардиопротекторное действие при отсутствии утеротропной активности. Библиогр. 34 назв. Табл. 3.

Ключевые слова: стероидные эстрогены, спектроскопия ЯМР, кардиопротекторная активность.

УДК 539.143:(75.8)

Чижик В. И. **К вопросу о теоретическом описании ядерной магнитной релаксации в системе двух эквивалентных спинов** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2012. Вып. 3. С. 136–139.

Проведён анализ результатов классической статьи И. Соломона (1955). Обсуждается ошибка в описании процессов релаксации в системе двух эквивалентных спинов. Эта ошибка до настоящего времени перепечатывается во многих статьях, обзорах, книгах и «Энциклопедии ЯМР». Библиогр. 12 назв.

Ключевые слова: ядерная магнитная релаксация.

УДК 536.4

Павлов В. А. **Термодинамическая теория плавления наночастиц** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2012. Вып. 3. С. 140–144.

Описаны основные положения нанотермодинамики, изложенные в 1962 г. в монографии Т. Хилла «Термодинамика малых систем». Представлено развитие термодинамической теории влияния поверхностных свойств микрочастицы на равновесную температуру её фазового перехода кристалл–жидкость (понижение температуры плавления). Этот эффект для мельчайших конденсированных частиц (менее дюжины атомов аргона) составляет более полусотни градусов. Предложены описывающие его формулы. При определённых упрощающих предположениях основная формула приобретает простую экспоненциальную форму и является точным следствием нанотермодинамики. Библиогр. 10 назв.

Ключевые слова: нанотермодинамика, наночастицы, температура плавления, размерный эффект.

УДК 544.526.5

Артемьев Ю. М., Борисов Е. Н., Сиротов В. В. **Получение титан-оксидного покрытия на медном металлическом электроде, предназначенном для фотоэлектрохимического разложения воды** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2012. Вып. 3. С. 145–148.

Методом лазерной абляции на медный металлический электрод нанесён субмикронный титан-оксидный слой. Развитие фотогенерированных потенциалов полученного электрода исследовалось в модельной фотоэлектрохимической ячейке. Регистрируемые потенциалы возникали при использовании квантов света ближнего УФ-диапазона. Значения потенциалов не изменялись при периодических

включениях-выключениях света. Наблюдалась стабильность значений электродных потенциалов при облучении в течение десятков минут. Библиогр. 6 назв. Ил. 3.

Ключевые слова: фотоэлектрохимическое разложение воды, титан-оксидное покрытие, лазерная абляция.

УДК 537.525

Пастор А. А., Тимофеев Н. А., Шевкунов И. А., Ходорковский М. А., Мурашов С. В. **Исследование разряда в смеси аргона с парами воды в присутствии катализатора двуокиси титана** // Вестн. С.-Петербур. ун-та. Сер. 4. 2012. Вып. 3. С. 149–152.

Изучена возможность увеличения эффективности генерации ультрафиолетового излучения молекулами гидроксила плазмой разряда низкого давления в смеси паров воды с аргоном в присутствии катализатора, ускоряющего разрушение молекул воды на атомарный водород и молекулы гидроксила. В качестве катализатора используется двуокись титана TiO_2 . Исследование проводилось на основе системы уравнений, описывающих плазму разряда. Показано, что увеличение скорости разрушения молекул воды приводит к росту концентраций молекул гидроксила в основном и возбужденном состояниях и, как следствие, к увеличению эффективности генерации УФ-излучения молекул гидроксила. Библиогр. 7 назв.

Ключевые слова: разряд, источник света, двуокись титана.

ABSTRACTS

Anisimova G. P., Dolmatova O. A., Polishchuk V. A. Fine-structure parameters and g -factors for configurations $npn'p$ of C I, Si I, P II, Ge I // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 4. 2012. Iss. 3. P. 3–14.

The matrix of the energy operator is constructed for the $npn'p$ configurations. The electrostatic, spin — own-orbit, spin — other-orbit, spin—spin and orbit—orbit interactions are taken into account. Parameters of thin structure, energy of level excitation, decomposition coefficients of wavefunctions of the pure-basis coupling LS and g -values of configurations $2p3p$, $2p4p$ C I, $3p4p$, $3p5p$ Si I and P II, $4p5p$, $4p6p$ Ge I are calculated by a semi-empirical method. Discrepancies between the calculated and experimental energy are virtually zero. The results obtained are compared with the experimental ones.

Keywords: semi-empirical computation, matrix of the energy operator, fine-structure parameters, gyro-magnetic values, coupling coefficients.

Kerbaliev R. A., Seidov N. M. Determination of distribution of aluminium particle sizes under synthesis of polymerization process catalyst // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 4. 2012. Iss. 3. P. 15–20.

The purpose of this investigation is creating the model of aluminium dispersed particle solution in solvent. Using the similar model for the purpose of control allows to intensify the process. The distinctive particularity characteristic for the conducted investigation is the similarity of such interrelated phenomena as both decrease of sizes of one solid phase down to critically minimum and formation and growth of particles of another solid phase (catalyst) as a result of interaction of the solvent with particles of aluminium.

Keywords: dissolution, disperse particles, stochastic methods, catalyst, solution.

Kerbaliev R. A., Seidov N. M. Hydrodynamics of laminar flow round polydispersed aluminum particles in the presence of physicochemical transformation of catalyst synthesis for polymerization processes // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 4. 2012. Iss. 3. P. 21–27.

Hydrodynamics of laminar flow round polydispersed aluminum particles in the presence of physicochemical transformation of catalyst synthesis for polymerization processes. Solving a convective diffusion equation in case of stream line flow round a dispersed particles of laminar is analyzed. The equation of particle mass change in the presence of physicochemical transformation is developed. Solution of a convective diffusion equation determines the profile of concentration change.

Keywords: dissolution, disperse particles, convective diffusion, catalyst, solution.

Vovk M. A., Pavlova M. S., Chizhik V. I. Quantum-chemical calculations of quadrupole coupling constants of deuterons for $\text{SO}_4^{2-} \cdot 24 (\text{D}_2\text{O})$ cluster // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 4. 2012. Iss. 3. P. 28–33.

Quantum-chemical calculations of quadrupole coupling constants of deuterons from water molecules belonging to SO_4^{2-} -ion hydration shell are presented. Calculations are performed for different optimized structures of $\text{SO}_4^{2-} \cdot 24 (\text{D}_2\text{O})$ cluster. Results of the calculations are compared with experimental data.

Keywords: NMR-relaxation, quantum-chemical calculations, B3LYP.

Talalaev V. G., Senichev A. V., Novikov B. V., Tomm J. W., Asryan L. V., Zakharov N. D., Werner P., Bouravleuv A. D., Samsonenko Yu. B., Khrebtov A. I., Soshnikov I. P., Cirilin G. E. Relaxation pathways of excitation in the tunnel-injection structures with quantum dots // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 4. 2012. Iss. 3. P. 34–55.

Processes of tunneling and relaxation have been studied in hybrid tunnel-injection structures (TIS) which have an inverted sequence of layers: InGaAs quantum dots (QD) — GaAs barrier — InGaAs quantum well (QW). The photoluminescence (PL) studies have demonstrated that the exciton mechanism of tunneling between QW and QD dominates at low temperatures. Observed transfer time reduction to picoseconds for the tunnel barrier thickness below 6 nm is explained by InGaAs nanobridge formation between QD apexes and QW layer. The elimination of a potential barrier between QW and QD by the nanobridge causes the above-barrier state resonance and provides a “momentary” injection of carriers into the QD. Novel models for the exciton relaxation through the excited states and the single-particle tunneling at high temperatures are proposed. The inhibition of carrier transfer by the tunneling-induced internal electric field is found

under high pump density. The state resonance between QD and QW in the external electric field and their influence on the PL of QD array are studied for the hybrid TIS.

Keywords: luminescence, quantum dot, quantum well, tunneling, tunnel barrier, relaxation, nanobridge, exciton, state resonance.

Bagayev A. A. An effective action in the background field formalism // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 4. 2012. Iss. 3. P. 56–65.

The L. D. Faddeev's version of the background field formalism is discussed. An equivalence of two definitions of effective action: from proper generating functional of S -matrix and from Legendre transformation of a generating functional of proper Green functions is proved. Emergence of quantum equations of motion is explained. We compared our results with those by other authors and other methods (e. g. perturbation theory) for Yang—Mills fields, sin-Gordon model (one loop approach) and a non linear sigma-model (two loops). Coincidence observed is very good.

Keywords: generating functionals, background field formalism, quantum equations of motion, Yang—Mills fields, sin-Gordon model, non linear sigma-model.

Novozhilov V. Yu. Color solitons in the extended chiral group E_χ // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 4. 2012. Iss. 3. P. 66–72.

An extended chiral group E_χ of gauge plus chiral transformations of a quark path integral in the background gauge is considered and a present novel type of color solitons described by the effective action resulting from bosonization as well. $O(3)$ solitons are formed by a chiral field including parameters with diquark quantum numbers within symplectic subgroup of E_χ , as well as within complete E_χ ; solitons in gluonic vacuum can be stable due to proper asymptotics induced by background vacuum, their topological charge starts with $\pm 4/3$ and does not coincide with the baryon number.

Keywords: diquark, soliton.

Baraban A. P., Drozd V. E., Nikiforova I. O., Dmitriev V. A., Prokof'ev V. A., Gadzhala A. A., Matveeva O. P. Electronic structure of thin Ta₂O₅ films on silicon // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 4. 2012. Iss. 3. P. 73–78.

By a low-temperature atomic layer deposition method using a single-crystal silicon substrate (thermally oxidized silicon) Ta₂O₅ layers of various thicknesses (20–100 nm) possessing increased value of relative dielectric permeability have been synthesized. On the basis of high frequency capacitive measurements the basic electrical properties of the formed structures are studied. There are identified: a sign and magnitude of the effective charge in Si—Ta₂O₅ structures ($-4,11 \cdot 10^{11} \text{ cm}^{-2}$), magnitude of relative permeability ($\epsilon \sim 13,5$) and breakdown field ($\geq 12 \text{ MV/cm}$) films of tantalum pentoxide. There are obtained spectra of photoluminescence and photoluminescence excitation of tantalum pentoxide films which together with the results of electro physical studies allowed to propose a model of their electronic structure.

Keywords: insulator-semiconductor structure, flat-band potential, energetic diagram, field cycling method, photoluminescence and photoluminescence excitation spectra.

Antimonova O. I., Galkina O. V., Morozkina S. N., Shavva A. G. Steroid estrogens as antioxidants // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 4. 2012. Iss. 3. P. 79–95.

Literature review is devoted to the mechanisms of formation and transformations of active forms of oxygen in the body, oxidative stress, possible ways of its overcoming, antioxidant properties of steroid estrogens.

Keywords: steroid estrogens, antioxidant properties, neurodegenerative diseases.

Peretrukhina Ya. V., Postnov V. N. Template synthesis of porous carbon material based on aerosil and investigation of its sorption properties // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 4. 2012. Iss. 3. P. 96–102.

The synthesis of porous carbon material using aerosil as a template, is discussed. The porous structure has been studied by BET method, by Kelvin-Thomson method, by the micropore volume filling theory and by scanning electron microscopy. It has been established that the derived porous carbon material has a large specific surface area and a high sorption capacity. The research of chromatographic properties of template carbon, obtained by our method, has shown the possibility of its use in the process of solid-phase extraction of organic pollutants from aqueous solutions.

Keywords: template synthesis, carbon, aerosol, adsorbent.

Dmitrieva I. B., Chukhno A. S. Electro-surface properties of nickel(II) and ferric(III) oxides in water solutions of substituted azoles (imidazole and 1,2,4-triazole derivatives) // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 4. 2012. Iss. 3. P. 103–110.

Within the systems of water solutions of substituted azoles (imidazole and 1,2,4-triazole derivatives) — NiO and Fe₂O₃ adsorbents changes of electrokinetic potential of oxides surfaces for a time, as well as the influence of azoles on the value of an oxide isoelectric point have been studied.

Keywords: adsorption, isoelectric point, imidazole.

Zalov A. Z., Verdizade N. A. 2-Hydroxy-5-chlorothiophenol new analytical reagent for photometric determination of vanadium(IV) in oil and soils // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 4. 2012. Iss. 3. P. 111–118.

Vanadium(IV) complexing with 2-hydroxy-5-chlorothiophenol in the presence of aminophenols is spectrophotometrically investigated. Optimum conditions for formation and extraction of the complex are determined. It is found that mixed ligand complexes are formed at pH 3.2–5.1. The best extractants are chloroform and dichloroethane. Some physical and chemical characteristics of mixed-ligand complexes are identified. The maximum in the absorption spectrum is observed at $\lambda = 625 \div 635$ nm. The molar absorption coefficient is equal to $(3,56 \div 3,70) \cdot 10^4$. Coordinating ion is a doubly charged cation VO₂⁺. The molar ratio of components in the complex corresponds to V(IV) : GHTF : AF = 1 : 2 : 1.

Keywords: vanadium, 2-hydroxy-5-chlorothiophenol, ternary complexes, extractational-photometric method, analysis.

Razgoniaev A. O., Ukolov A. I., Zenkevich I. G. Application of combined GC and MS data in GC-MS determining the structures of products of phenol alkylation by butyl alcohols // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 4. 2012. Iss. 3. P. 119–127.

As a result of combined application of mass spectrometry data and preliminary evaluated retention indices (RI) the structures of phenol alkylation products by butyl alcohols are determined. On the example of isomeric butyl phenols the possibilities of different methods of RI pre-calculation are compared.

Keywords: non-regioselective reactions, isomeric butyl phenols, gas chromatographic retention indices, mass spectrometry, identification.

Morozkina S. N., Antimonova O. I., Drozdov A. S., Bogautdinov A. S., Shavva A. G. Synthesis and investigation of some biological properties of 17,17-dimethyl-D-homo-8 α -analogues of steroid estrogens // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 4. 2012. Iss. 3. P. 128–135.

For investigation of the relationship between the structure and biological properties of D-homo-8 α -analogues of steroid estrogens the compounds with two methyl groups at position 17 have been synthesized. We found that 17,17-dimethyl-D-homo-B-nor-8 α -estrone possesses cardioprotective action and has not uterotrophic activity.

Keywords: steroid estrogens, NMR spectroscopy, cardioprotective activity.

Chizhik V. I. On the problem of theoretical description of nuclear magnetic relaxation in the system of two identical spins // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 4. 2012. Iss. 3. P. 136–139.

The analysis of the results of the classical paper by I. Solomon (1955) has been carried out. The error in the description of relaxation processes in the system of two equivalent spins is discussed. That error is still rewritten in many papers, reviews, books, and “Encyclopedia of NMR”.

Keywords: NMR-relaxation.

Pavlov V. A. Thermodynamic theory of melting nanoparticles // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 4. 2012. Iss. 3. P. 140–144.

Basic principles of nanothermodynamics stated in the monograph by T. Hill “Thermodynamics of Small Systems” in 1963 are described. The thermodynamic theory of influence of microparticle surface characteristics on equilibrium temperature of its phase transition crystal—liquid (melting point depression) is developed. This effect for the smallest condensed particles (less than a dozen argon atoms) is over fifty degrees. Formulae describing this size effect are suggested. The fact that (in the first approximation) this effect is inversely proportional to the particle diameter has been known for more than 100 years. Under certain simplifying assumptions the main formula gets a simple exponential form. This resulting formula is the exact consequence of nanothermodynamics.

Keywords: nanothermodynamics, nanoparticles, melting temperature, melting point depression, size effect.

Artem'ev Yu. M., Borisov E. N., Siroto V. V. Production of titanium-oxide coating on the metal copper electrode for the photoelectrochemical water decomposition // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 4. 2012. Iss. 3. P. 145–148.

Metallic copper electrode was covered by a titanium-oxide submicron layer with the use of a laser ablation technique. Photogenerated potentials of the electrode obtained were followed up in a test photoelectrochemical cell. The potentials observed were generated by light quanta of near UV range. The potential values were invariable on light “on-off” cycling. Electrode potentials were stable under light irradiation for tens of minutes.

Keywords: photoelectrochemical water decomposition, titanium-oxide coating, laser ablation.

Pastor A. A., Timofeev N. A., Shevkunov I. A., Khodorkovskii M. A., Murashov S. V. Discharge investigation of the (Ar + H₂O) mix with catalytic agent TiO₂ // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 4. 2012. Iss. 3. P. 149–152.

The possibility to increase the efficiency of the hydroxyl molecule UV emission of a low pressure (water vapor + argon) discharge plasma by using a catalyst that increases the rate of water molecule destruction in a hydrogen atom and a hydroxyl molecule is investigated. Titanium dioxide TiO₂ is used as a catalyst. The study is carried out with the help of the system of equations that describe the plasma in question. It is shown that the increase of the rate of water molecule destruction leads to the rise of the concentration of hydroxyl molecules in the ground and excited states and, in turn, to the increase of the efficiency of the hydroxyl molecule UV emission.

Keywords: discharge, light source, titanium dioxide.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Анисимова Галина Павловна, кандидат физико-математических наук, доцент, физический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: lozaolga@yandex.ru

Антимонова Ольга Игоревна, младший научный сотрудник, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: oa0584@mail.ru

Артемьев Юрий Михайлович, кандидат химических наук, доцент, химический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: yurim54@rambler.ru

Асрян Левон Володяевич, доктор физико-математических наук, научный сотрудник, Политехнический институт и Государственный университет Виржинии (Блэксбург); e-mail: asryan@vt.edu

Багаев Алексей Анатольевич, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник, физический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: багаев@mail.ru

Барабан Александр Петрович, доктор физико-математических наук, профессор, физический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: alnbaraban@yandex.ru

Богаутдинов Роман Павлович, студент, химический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: r.bogautdinov@mail.ru

Борисов Евгений Николаевич, ведущий специалист, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: enbor@yandex.ru

Буравлёв Алексей Дмитриевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, Санкт-Петербургский академический университет — научно-образовательный центр нанотехнологий РАН; старший научный сотрудник, Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН; e-mail: bour@mail.ioffe.ru

Вердизаде Налия Аллахверди кызы, доктор химических наук, профессор, заведующая кафедрой, Азербайджанский государственный педагогический университет; e-mail: iradam@rambler.ru

Вернер Петер, доктор физических наук, научный сотрудник, институт Макса Планка физики микроструктур (Халле); e-mail: werner@mpi-halle.mpg.de

Вовк Михаил Андреевич, аспирант кафедры квантовых магнитных явлений, физический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: b1-66er@bk.ru

Гаджала Андрей Александрович, аспирант кафедры электроники твёрдого тела, физический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: gadzhala.a@gmail.com

Галкина Ольга Вячеславовна, кандидат биологических наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: galkina@bio.pu.ru

Дмитриев Валентин Александрович, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, физический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: barabanalex@mail.ru

Дмитриева Ирина Борисовна, доктор химических наук, старший научный сотрудник, химический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: irina@dmitriyev.ru

Долматова Ольга Александровна, кандидат физико-математических наук, физический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: olgadolmatova@gmail.com

Дрозд Виктор Евгеньевич, кандидат физико-математических наук, доцент, химический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: vedrozd@mail.ru

Дроздов Андрей Сергеевич, аспирант кафедры химии природных соединений, химический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: i_norik@mail.ru

Залов Али Зал оглы, кандидат химических наук, доцент, Азербайджанский государственный педагогический университет.

Захаров Николай Дмитриевич, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник, институт Макса Планка физики микроструктур (Халле); e-mail: zakharov@mpi-halle.mpg.de

Зенкевич Игорь Георгиевич, доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией газовой хроматографии, химический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: izenkevich@mail15.com

Кербалиев Расим Акбер оглы, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Институт нефтехимических процессов Национальной академии наук Азербайджана; e-mail: rask1@rambler.ru

Киприанов Андрей Алексеевич, кандидат химических наук, доцент, химический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: aakiprianov@yandex.ru

Матвеева Ольга Петровна, кандидат физико-математических наук, инженер, СПбГТУ; e-mail: olgam29@yandex.ru

Морозкина Светлана Николаевна, кандидат химических наук, старший научный сотрудник, химический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: i_norik@mail.ru

Мурашов Сергей Вадимович, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет.

Никифорова Ирина Олеговна, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник, химический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет.

Новиков Борис Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор, физический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: bono1933@mail.ru

Новожилов Виктор Юрьевич, доктор физико-математических наук, профессор, физический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет;
e-mail: vnovozhilov@mail.ru

Павлов Владимир Алексеевич, кандидат физико-математических наук, ведущий инженер, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики; e-mail: nanopavlov@gmail.com

Павлова Мария Сергеевна, научный сотрудник, физический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: mariapavlova@mail.ru

Пак Вячеслав Николаевич, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой физической и аналитической химии РГПУ им. А. И. Герцена.

Пастор Александр Александрович, кандидат физико-математических наук, доцент, физический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет;
e-mail: pastor273@mail.ru

Перетрухина Яна Валерьевна, студентка, химический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: nivalowl@gmail.com

Полищук Владимир Анатольевич, доктор физико-математических наук, физический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: vpvova@rambler.ru

Постнов Виктор Николаевич, кандидат химических наук, доцент, химический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: postnovvn@rambler.ru

Прокофьев Владимир Александрович, аспирант кафедры электроники твёрдого тела, физический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет;
e-mail: bobapro@ya.ru

Разгоняев Антон Олегович, студент, химический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: anton.razgonyaev@gmail.com

Самсоненко Юрий Борисович, научный сотрудник, Санкт-Петербургский академический университет — научно-образовательный центр нанотехнологий РАН; старший научный сотрудник, Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН; старший научный сотрудник, Институт аналитического приборостроения РАН; e-mail: samsonenko.beam@mail.ioffe.ru

Сеидов Н. М., доктор химических наук, академик-секретарь отделения химических наук Национальной академии наук Азербайджана.

Сеничев Александр Викторович, аспирант, физический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; стипендиат Общества Макса Планка, институт Макса Планка физики микроструктур (Халле); e-mail: senichev@mpi-halle.mpg.de

Сирóтов Василий Валерьевич, студент, химический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: sirotov_vasilii@mail.ru

Сошников Илья Петрович, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, Санкт-Петербургский академический университет — научно-образовательный центр нанотехнологий РАН; старший научный сотрудник, Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН; e-mail: ipsosh@beam.ioffe.rssi.ru

Талалаев Вадим Геннадьевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, Санкт-Петербургский государственный университет; научный сотрудник, доцент, университет Мартина Лютера Халле-Виттенберг (Халле); гостевой научный сотрудник, институт Макса Борна нелинейной оптики и коротковременной спектроскопии (Берлин); гостевой научный сотрудник, институт Макса Планка физики микроструктур (Халле);
e-mail: talalaev@mpi-halle.mpg.de

Тимофеев Николай Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, физический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет;
e-mail: niktimof@yandex.ru

Томм Йенс Вольфганг, доктор физических наук, научный сотрудник, институт Макса Борна нелинейной оптики и коротковременной спектроскопии (Берлин);
e-mail: tomm@mbi-berlin.de

Уколов Антон Игоревич, научный сотрудник, ФГУП «НИИ гигиены, профпатологии и экологии человека» ФМБА России.

Ходорковский Михаил Алексеевич, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет;
e-mail: khodorkovskii@mail.ru

Хребтов Артём Игоревич, научный сотрудник, Санкт-Петербургский академический университет — научно-образовательный центр нанотехнологий РАН; e-mail: artemkh@pochta.ru

Цырлин Георгий Эрнстович, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник, Санкт-Петербургский академический университет — научно-образовательный центр нанотехнологий РАН; ведущий научный сотрудник, Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН; заведующий лабораторией приборов и методов эпитаксиальных нанотехнологий, Институт аналитического приборостроения РАН; e-mail: cirlin.beam@mail.ioffe.ru

Чижик Владимир Иванович, доктор физико-математических наук, профессор, физический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет;
e-mail: chizhik@nmr.phys.spbu.ru

Чухно Александр Сергеевич, кандидат химических наук, младший научный сотрудник, химический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет;
e-mail: alex-chuhno@yandex.ru

Шавва Александр Григорьевич, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химии природных соединений, Санкт-Петербургский государственный университет;
e-mail: agshavva@yandex.ru

Шевкунов Игорь Александрович, инженер, физический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: shevkunov_igor@mail.ru

CONTENTS

Physics

<i>Anisimova G. P., Dolmatova O. A., Polishchuk V. A.</i> Fine-structure parameters and g -factors for configurations $npn'p$ of C I, Si I, P II, Ge I	3
<i>Kerbaliev R. A., Seidov N. M.</i> Determination of distribution of aluminium particle sizes under synthesis of polymerization process catalyst	15
<i>Kerbaliev R. A., Seidov N. M.</i> Hydrodynamics of laminar flow round polydispersed aluminum particles in the presence of physicochemical transformation of catalyst synthesis for polymerization processes	21
<i>Vovk M. A., Pavlova M. S., Chizhik V. I.</i> Quantum-chemical calculations of quadrupole coupling constants of deuterons for $SO_4^{2-} \cdot 24 (D_2O)$ cluster	28
<i>Talalaev V. G., Senichev A. V., Novikov B. V., Tomm J. W., Asryan L. V., Zakharov N. D., Werner P., Bouravleuv A. D., Samsonenko Yu. B., Khrebtov A. I., Soshnikov I. P., Cirilin G. E.</i> Relaxation pathways of excitation in the tunnel-injection structures with quantum dots	34
<i>Bagaev A. A.</i> An effective action in the background field formalism	56
<i>Novozhilov V. Yu.</i> Color solitons in the extended chiral group E_γ	66
<i>Baraban A. P., Drozd V. E., Nikiforova I. O., Dmitriev V. A., Prokof'ev V. A., Gadzhala A. A., Matveeva O. P.</i> Electronic structure of thin Ta_2O_5 films on silicon	73

Chemistry

<i>Antimonova O. I., Galkina O. V., Morozkina S. N., Shavva A. G.</i> Steroid estrogens as antioxidants	79
<i>Peretrukhina Ya. V., Postnov V. N.</i> Template synthesis of porous carbon material based on aerosil and investigation of its sorption properties	96
<i>Dmitrieva I. B., Chukhno A. S.</i> Electro-surface properties of nickel(II) and ferric(III) oxides in water solutions of substituted azoles (imidazole and 1,2,4-triazole derivatives)	103
<i>Zalov A. Z., Verdizade N. A.</i> 2-Hydroxy-5-chlorothiophenol new analytical reagent for photometric determination of vanadium(IV) in oil and soils	111
<i>Razgoniaev A. O., Ukolov A. I., Zenkevich I. G.</i> Application of combined GC and MS data in GC-MS determining the structures of products of phenol alkylation by butyl alcohols ..	119
<i>Morozkina S. N., Antimonova O. I., Drozdov A. S., Bogautdinov A. S., Shavva A. G.</i> Synthesis and investigation of some biological properties of 17,17-dimethyl-D-homo-8 α -analogues of steroid estrogens	128

Brief scientific notes

<i>Chizhik V. I.</i> On the problem of theoretical description of nuclear magnetic relaxation in the system of two identical spins	136
<i>Pavlov V. A.</i> Thermodynamic theory of melting nanoparticles	140
<i>Artem'ev Yu. M., Borisov E. N., Siroto V. V.</i> Production of titanium-oxide coating on the metal copper electrode for the photoelectrochemical water decomposition	145
<i>Pastor A. A., Timofeev N. A., Shevkunov I. A., Khodorkovskii M. A., Murashov S. V.</i> Discharge investigation of the (Ar + H ₂ O) mix with catalytic agent TiO ₂	149
	171

Reviews

<i>Pak V. N.</i> Sokolova E. P., Smirnova N. A. Intermolecular interactions. Basic conceptions: Textbook. S.-Pb.: SPbGU Publishing House, 2008. 225 p.	153
<i>Kiprianov A. A.</i> Chemical sensors. Ser.: Problems of analytical chemistry / ed. by G. Vlasov. M.: Nauka, 2011. 399 p.	156
Abstracts	158
Authors	167