

ВЕСТНИК

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Серия 4 | 2013 | ФИЗИКА
Выпуск 3 | Сентябрь | ХИМИЯ

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ. ИЗДАЁТСЯ С АВГУСТА 1946 ГОДА

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

- Анисимова Г. П., Горбенко А. П., Долматова О. А.* Взаимодействия спин — чужая орбита, спин—спин и орбита—орбита в матрице оператора энергии конфигураций sk , ks , $k^{29}s$ 3
- Гуцев С. А.* Некоторые особенности зондовых измерений в распадающейся плазме гелия и кислорода 16
- Вагин С. А., Козлова А. В., Варданянц И. Л.* Двумерная инверсия магнитотеллурических данных с учётом влияния рельефа поверхности 27
- Ковалевский Д. В.* Туннелирование частицы через двойной дельтаобразный барьер с зависящим от времени потенциалом 36
- Анисимов Ю. И., Агишев Н. А., Жувикин Г. В., Крюков Н. А., Рябчиков Е. Л.* Исследование дисперсии света на основе интерферометра Рождественского, сопряжённого со спектрографом 47

ХИМИЯ

- Киприанов А. А., Пономарёв И. А.* Об устойчивости стеклянного электрода к действию фторидсодержащих растворов 63
- Конаков В. Г., Куралова О. Ю., Голубев С. Н., Соловьёва Е. Н., Ушаков В. М.* Термическая эволюция, фазообразование и дисперсность наноразмерных прекурсоров на основе стабилизированного диоксида циркония, полученных лиофильной сушкой с добавками криопротекторов 72



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

© Авторы статей, 2013

© Издательство
Санкт-Петербургского университета, 2013

<i>Меньшиков И. Н., Емельянов Г. А., Найден С. В., Курлянд С. К., Иванькова Е. М., Юдин В. Е., Суходолов Н. Г., Жуков А. Н.</i> Взаимодействие полифторированного дисульфида с частицами железа и исследование продуктов методами электронной микроскопии и ¹⁹ F ЯМР-спектроскопии	85
<i>Савинов С. С., Дробышев А. И.</i> Возможности атомно-эмиссионной цифровой спектрографии с дуговым возбуждением спектра в анализе жидких объектов ..	98
<i>Суходолов Н. Г., Янкллович М. А.</i> Исследования состава монослоёв жирных кислот на водной субфазе (часть II)	103
<i>Келбалиев Г. И., Гусейнова Л. В., Расулов С. Р., Сулейманов Г. З., Мурадханов Р. М.</i> Коалесценция и осаждение капель и пузырей в изотропном турбулентном потоке	113

КРАТКИЕ НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

<i>Кочурова Н. Н., Абдулин Н. Г., Караев Р. А., Гермашева И. И.</i> Исследование динамического поверхностного натяжения водных растворов алкилсульфатов натрия	121
<i>Artem'ev Yu. M., Kozhina I. I., Panchuk V. V., Semenov V. G.</i> Synthesis of ferric tantalate by sol-gel technique	126

ХРОНИКА

<i>Трофимов Б. А.</i> Чтения памяти академика А. Е. Фаворского в Иркутском институте химии им. А. Е. Фаворского СО РАН	131
Аннотации	136
Abstracts	141
Contents	148

АННОТАЦИИ

УДК 539.18

Анисимова Г. П., Горбенко А. П., Долматова О. А. **Взаимодействия спин — чужая орбита, спин—спин и орбита—орбита в матрице оператора энергии конфигураций sk , ks , $k^{29}s$** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2013. Вып. 3. С. 3–15.

Высоковозбуждённые конфигурации с s - и k -электронами на внешних оболочках — новые объекты исследования, для которых нет почти никакой информации, кроме экспериментальных энергий трёх конфигураций $1snk$ ($n = 8 \div 10$) атома гелия. Известно, что в высоковозбуждённых конфигурациях усиливается роль магнитных взаимодействий, каковыми являются, наряду с взаимодействием спин — своя орбита, взаимодействия спин — чужая орбита и спин—спин. Цель работы — наиболее полное математическое описание энергетических спектров, а именно учёт в матрице оператора энергии максимально возможного числа взаимодействий в двухэлектронном гамильтониане Брейта. Кроме указанных взаимодействий спин — чужая орбита и спин—спин, рассмотрено взаимодействие орбита—орбита, поскольку все они описываются одними и теми же радиальными интегралами спиновых взаимодействий Марвина. Расчёт угловых коэффициентов при радиальных интегралах выполнен в формализме неприводимых тензорных операторов, в одноконfigurационном приближении и в двух представлениях: LSJM и несвязанных моментов. В последнем состоянии двухэлектронного атома зависят только от индивидуальных квантовых чисел отдельных электронов, а весь расчёт сводится по существу к вычислению $3j$ -символов Вигнера. Кроме того, расчёт матричных элементов в двух представлениях позволяет исключить возможные ошибки, не говоря о том, что дырочные конфигурации $k^{29}s$ (почти заполненная k -оболочка и s -электрон на другой оболочке) можно рассматривать только в представлении несвязанных моментов, учитывая изменённый знак орбитальных и спиновых проекций k -электрона. Матрица оператора энергии — основа численного расчёта параметров тонкой структуры полуэмпирическим методом, который планируется в следующих работах. Библиогр. 9 назв. Табл. 2.

Ключевые слова: матрица оператора энергии, взаимодействия спин — чужая орбита, спин—спин и орбита—орбита, LSJM-представление, представление несвязанных моментов.

УДК 537(533.9.082.5)

Гуцев С. А. **Некоторые особенности зондовых измерений в распадающейся плазме гелия и кислорода** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2013. Вып. 3. С. 16–26.

Работа посвящена экспериментальным исследованиям распадающейся плазмы гелия и кислорода с помощью зондов Ленгмюра. Давление газа, ток разряда и момент послесвечения выбирались для получения зондовых характеристик в дрейфовом режиме движения заряженных частиц. Разбирается вопрос о форме вольт-амперных характеристик при наличии столкновений и целесообразности применения различных статистик. Предложены модель взаимодействия заряженных частиц в слое зонда и методика определения концентрации ионов по вольт-амперной характеристике в режиме нескольких столкновений в слое. Предлагаемые методики позволяют также определить слой объёмного заряда зонда, а также величину самосогласованного поля. Библиогр. 11 назв. Ил. 9. Табл. 3.

Ключевые слова: плазма низкого давления, послесвечение гелия, зонды Ленгмюра, орбитальное движение, вольт-амперная характеристика, функция распределения электронов по энергиям, температура электронов, плотность частиц, слой объёмного заряда.

УДК 550.837.211

Вагин С. А., Козлова А. В., Варданянц И. Л. **Двумерная инверсия магнитотеллурических данных с учётом влияния рельефа поверхности** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2013. Вып. 3. С. 27–35.

При проведении магнитотеллурических зондирований в районах с неровной поверхностью (горы, впадины) исследователь сталкивается с проблемой адекватности интерпретации. Известные и доступные программы инверсии относятся к ровной поверхности. Двумерная инверсия и квазидвумерная интерпретация, основанные на одномерной инверсии и не учитывающие рельефа поверхности, как показывает моделирование, могут сильно исказить информацию о геоэлектрическом разрезе. В предлагаемой статье разработаны алгоритм и программа двумерной инверсии магнитотеллурических данных с учётом рельефа местности. Инверсия основана на методе минимальных невязок с адаптивной регуляризацией. Решение прямой двумерной задачи осуществляется методом конечных разностей. Подробно

представленный алгоритм может быть применён и для других задач. Алгоритм был протестирован на модельных данных. Сравнение полученных характеристик моделей с учётом рельефа и без его учёта показало эффективность разработанной методики для получения достоверной информации о геоэлектрическом разрезе. Библиогр. 4 назв. Ил. 6.

Ключевые слова: двумерная инверсия, магнитотеллурические данные, рельеф, адаптивная регуляризация, моделирование.

УДК 538.94

Ковалевский Д. В. Туннелирование частицы через двойной дельтаобразный барьер с зависящим от времени потенциалом // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2013. Вып. 3. С. 36–46.

Рассмотрено прохождение частицы через систему двух дельтаобразных потенциальных барьеров, первый из которых имеет гармонически осциллирующую добавку к мощности дельта-функции. В рамках теории Флоке получена бесконечная система связанных уравнений на амплитуды мод одномерного уравнения Шрёдингера. Выведена формула для вероятности прохождения частицы через двойной потенциальный барьер. Описан алгоритм численного расчёта вероятности прохождения. Изложение проиллюстрировано численными примерами в случае низкочастотной добавки к потенциалу. Развита теория может найти применение в расчётах реалистичных моделей систем потенциальных барьеров в различных полупроводниковых структурах, включая квантовые ямы и сверхрешётки. Библиогр. 12 назв. Ил. 6.

Ключевые слова: полупроводниковые гетероструктуры, зависящий от времени потенциал, теория Флоке.

УДК 535.341+539.186.3

Анисимов Ю. И., Агишев Н. А., Жувикин Г. В., Крюков Н. А., Рябчиков Е. Л. Исследование дисперсии света на основе интерферометра Рождественского, сопряжённого со спектрографом // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2013. Вып. 3. С. 47–62.

Описана модернизация классической схемы исследования дисперсии света на основе двухлучевого интерферометра, сопряжённого со спектрографом. Рассмотрена взаимосвязь методов Пуччианти и крюков Рождественского, использующих технику скрещивания дисперсий, с вариантами амплитудно-фазового метода, использующего настройку интерферометра на нулевую разность хода по всему световому полю. Создана экспериментальная установка, позволяющая работать в различных режимах настройки интерферометра. Использование современных матричных фотоприёмников, полупроводниковых источников излучения и возможность обработки данных в реальном времени позволяет превратить классические интерферометрические методы в эффективное средство научных исследований и учебной демонстрации явления аномальной дисперсии. Библиогр. 41 назв. Ил. 13.

Ключевые слова: интерферометр Рождественского, метод Пуччианти, метод крюков, крюки Рождественского, сила осциллятора, дисперсия света, аномальная дисперсия, амплитудно-фазовый метод, скрещивание дисперсий.

УДК 666.112.1:544.076.32+544.354.3+546.161

Киприанов А. А., Пономарёв И. А. Об устойчивости стеклянного электрода к действию фторидсодержащих растворов // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2013. Вып. 3. С. 63–71.

В рамках работы исследовалось поведение стеклянного электрода во фторидсодержащих растворах. Выявлена связь между протяжённостью выщелоченного слоя на поверхности стекла и потенциометрической устойчивостью стекла к действию фторида. Сделан вывод о потенциалопределяющей роли выщелоченного слоя, который не противоречит теориям Б.П. Никольского и Ф. Бауке. Определено направление изменения составов стёкол для обеспечения потенциометрической устойчивости к фториду: многощелочные литиево-силикатные стёкла с добавками компонентов (бора, тантала), повышающих устойчивость. Библиогр. 10 назв. Ил. 6. Табл. 1.

Ключевые слова: рН-метрия, стеклянный электрод, фторидоустойчивость.

УДК 54.165

Конаков В. Г., Курапова О. Ю., Голубев С. Н., Соловьёва Е. Н., Ушаков В. М. **Термическая эволюция, фазообразование и дисперсность наноразмерных прекурсоров на основе стабилизированного диоксида циркония, полученных лиофильной сушкой с добавками криопротекторов** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2013. Вып. 3. С. 72–84.

В работе методами СТА, РФА, PSD-анализа был проведён комплексный взаимодополняющий анализ прекурсоров, полученных лиофильной сушкой в различных вариантах. Показано, что добавка криопротектора влияет на механизм фазообразования, термоэволюцию и дисперсность исследуемых прекурсоров. Применение лиофильной сушки гелей, полученных золь-гель синтезом, с добавкой 10 мас. % глицерина способствует стабилизации флюоритоподобного твёрдого раствора на основе ZrO_2 в более широких областях «температура–состав», чем это следует из фазовой диаграммы системы $CaO-ZrO_2$. Для прекурсоров, полученных лиофильной сушкой с добавкой 10 мас. % глицерина, наблюдается уменьшение среднего размера агломератов с ростом температуры вплоть до 1000 °С. Библиогр. 23 назв. Ил. 6. Табл. 7.

Ключевые слова: прекурсор оксидной керамики, стабилизированный диоксид циркония, золь-гель синтез, криохимическая обработка, лиофильная сушка, криопротектор.

УДК 541.183

Меньшиков И. Н., Емельянов Г. А., Найден С. В., Курлянд С. К., Иванькова Е. М., Юдин В. Е., Суходолов Н. Г., Жуков А. Н. **Взаимодействие полифторированного дисульфида с частицами железа и исследование продуктов методами электронной микроскопии и ^{19}F ЯМР-спектроскопии** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2013. Вып. 3. С. 85–97.

Проведена поверхностная модификация частиц железа различного происхождения (две партии частиц карбонильного железа и частицы, полученные испарением железа в электродуговом плазменном разряде с высокоскоростным охлаждением паров) полифторированным дисульфидом (*бис*(3-окса-2-хлорперфторбутил)дисульфид) в растворах на основе перфторметилциклогексана или толуола при 20 и 60 °С, а также при ступенчатом подъёме температуры от 20 или 60 °С до 100 или 120 °С. Кроме того, проведено прямое взаимодействие реагентов при 110 °С. Получены изотермы адсорбции *бис*(3-окса-2-хлорперфторбутил)дисульфида, вид которых свидетельствует об образовании монослоя модификатора на поверхности частиц. С повышением температуры и сродства растворителя к модификатору предельное количество реагента, провзаимодействовавшего с частицами железа, возрастает, что указывает на хемосорбционный характер процесса. Методом сканирующей электронной микроскопии изучена морфология поверхности частиц до и после модификации, а методом ^{19}F ЯМР-спектроскопии проведён анализ продуктов взаимодействия в жидкой фазе, подтверждающий образование тиолятов железа, которые частично десорбируются с поверхности частиц. Полученные результаты показывают хорошую воспроизводимость и гибкость метода поверхностной модификации частиц железа полифторированным дисульфидом, который может быть использован для частиц железа различного происхождения. Библиогр. 18 назв. Ил. 4. Табл. 2.

Ключевые слова: частицы железа, поверхностная модификация, *бис*(3-окса-2-хлорперфторбутил)дисульфид, морфология поверхностного слоя, сканирующая электронная микроскопия, ^{19}F ЯМР-спектроскопия.

УДК 543.423.1

Савинов С. С., Дробышев А. И. **Возможности атомно-эмиссионной цифровой спектрографии с дуговым возбуждением спектра в анализе жидких объектов** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2013. Вып. 3. С. 98–102.

В работе приведены результаты исследования аналитических возможностей атомно-эмиссионной цифровой спектрографии с дуговым возбуждением спектра сухого остатка жидких проб с низким содержанием определяемых элементов, выполненной на установке МФС-8, модифицированной многоканальным анализатором эмиссионных спектров МАЭС. Методическая реализация атомно-эмиссионного цифрового спектрального анализа в оптимизированных условиях возбуждения и регистрации спектра позволила создать универсальную методику анализа жидких объектов, отличающихся друг от друга биоорганическими матрицами. Адекватность получаемых результатов продемонстрирована на примере анализа слюны человека путём разбавления пробы и введения добавок определяемого элемента. Методика позволяет определять концентрации ряда элементов начиная с уровня $n = 10^{-7}$ г/л из

пробы объёмом 10 мкл. Воспроизводимость результатов анализа составляет 10–15 отн. %. Диапазон линейности градуировочного графика составляет более трёх порядков величины концентрации определяемых элементов. Библиогр. 15 назв. Ил. 3.

Ключевые слова: АЭСА, цифровая спектрография, метод сухого остатка, слюна.

УДК 539.216.2+541.183.022

Суходолов Н. Г., Янклович М. А. **Исследования состава монослоёв жирных кислот на водной субфазе (часть II)** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2013. Вып. 3. С. 103–112.

На примерах из ряда работ по изучению состава монослоёв (МС) жирных кислот на водной субфазе (в том числе и работ, выполненных при участии одного из авторов) показана необходимость учёта возможности физической адсорбции металла МС и проанализированы различные способы её оценки. Проведён критический анализ работ, использующих способ расчёта состава МС жирных кислот на водной субфазе, содержащей ионы металлов, по данным, полученным при изучении изотерм сжатия таких МС. По обсуждаемой методике сделаны расчёты с использованием собственных данных авторов и показана ограниченная применимость подобных методов. На базе цитируемых материалов составлена и обсуждена таблица величин истинных констант диссоциации стеариновой кислоты в МС (pK_{aHSt}^S). Обнаружено, что металл-ионы, расположенные в порядке убывания величины pK_{aHSt}^S , довольно точно повторяют лиотропный ряд, который составлен по возрастанию их адсорбционных потенциалов и характеризует коагулирующее действие электролитов, что позволяет объяснить влияние существующего на границе раздела МС — водная субфаза ψ_0 -потенциала на изменение величин pK_{aHSt}^S . Библиогр. 24 назв. Ил. 6. Табл. 2.

Ключевые слова: лэнгмюровские плёнки, состав монослоя, монослой стеариновой кислоты.

УДК 533.6

Келбалиев Г. И., Гусейнова Л. В., Расулов С. Р., Сулейманов Г. З., Мурадханов Р. М. **Коалесценция и осаждение капель и пузырей в изотропном турбулентном потоке** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2013. Вып. 3. С. 113–120.

Рассматриваются вопросы, связанные с коалесценцией и осаждением капель и пузырей в изотропном турбулентном потоке. На основе гидродинамической аналогии выведено уравнение осаждения мелкодисперсных капель, определена частота столкновений капель в турбулентном потоке. Библиогр. 12 назв. Ил. 4.

Ключевые слова: коалесценция, осаждение, изотропная турбулентность, капли и пузыри.

УДК 532.74:661.105

Кочурова Н. Н., Абдулин Н. Г., Караев Р. А., Гермашева И. И. **Исследование динамического поверхностного натяжения водных растворов алкилсульфатов натрия** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2013. Вып. 3. С. 121–125.

Для понимания динамических свойств поверхности необходимо расширение области исследований ПАВ с различной длиной углеводородной цепи и концентрациями раствора. В работе исследовались водные растворы октилсульфата натрия (ОСН) концентрации $1 \cdot 10^{-3}$, $2 \cdot 10^{-3}$, $2,5 \cdot 10^{-3}$, $5 \cdot 10^{-3}$, $12,7 \cdot 10^{-3}$ моль/л и растворы бутилсульфата натрия (БСН) концентрации $2 \cdot 10^{-3}$ моль/л при 20 и 25 °С. Измерения динамического поверхностного натяжения растворов проводились методом максимального давления в газовом пузырьке. Особый интерес вызывает эффект появления максимума на изотерме поверхностного натяжения. Сопоставляя его с эффектом Джонсона—Рея для растворов неорганических солей, можно сделать вывод о влиянии электризации поверхности на поверхностное натяжение. В случае растворов ПАВ, по-видимому, диссоциация молекул ПАВ может быть не так велика, как у солей, и тогда необходимо учитывать присутствие ионов воды. В этом случае при увеличении концентрации ПАВ может проявиться эффект подавления диссоциации молекул воды на поверхности ионами ПАВ (как более сильным электролитом, чем вода). Оценки показывают, что это вполне соответствует вкладу в поверхностное натяжение, которое может давать член qdy . Библиогр. 11 назв. Ил. 7.

Ключевые слова: динамическое поверхностное натяжение, поверхностно-активные вещества, электризация поверхности.

УДК 546.882'883

Арте́мьев Ю. М., Кожина И. И., Панчук В. В., Семёнов В. Г. **Синтез танталата железа(III) золь-гель методом** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2013. Вып. 3. С. 126–130.

В золь-гель процессе получены образцы танталата железа(III), характеризующиеся теми же структурными параметрами, по данным рентгеновской дифракции и мёсбауровской спектроскопии, что и образцы, синтезированные твердофазными методами при температурах выше 1000 °С. Синтез осуществляли исходя из безводного этанольного раствора хлорида тантала(V) и коллоидно-дисперсной системы, содержащей Fe(III). Отжиг образцов проводили при 200, 500 и 800 °С. После отжига при 200 и 500 °С образцы не давали рефлексов в дифрактограммах. Повышение температуры отжига, согласно мёсбауровским спектрам, приводило к унификации состояния железа в образцах и упорядочению структуры. В ЯГР-спектре образца после отжига при 800 °С наблюдается один дублет, характеризующийся изомерным сдвигом $0,40 \pm 0,01$ мм/с и квадрупольным расщеплением $0,57 \pm 0,02$ мм/с при комнатной температуре. Библиогр. 10 назв. Ил. 2. Табл. 2.

Ключевые слова: танталат железа(III), золь-гель метод, мёсбауровская спектроскопия.

УДК 547.314

Трофимов Б. А. **Чтения памяти академика А. Е. Фаворского в Иркутском институте химии им. А. Е. Фаворского СО РАН** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2013. Вып. 3. С. 131–135.

В Иркутском институте химии им. А. Е. Фаворского СО РАН с 18 по 20 февраля состоялись Чтения, посвящённые памяти академика Алексея Евграфовича Фаворского. Такая конференция в этом институте проведена впервые и была приурочена ко дню рождения академика Фаворского. Подведены итоги последних достижений в химии ацетиленов. Ил. 2.

Ключевые слова: ацетилен, перегруппировка и реакция Фаворского, конференция.

ABSTRACTS

UDC 539.18

Anisimova G. P., Gorbenko A. P., Dolmatova O. A. **Spin — other orbit, spin—spin and orbit—orbit interactions in the matrix of energy operator for sk , ks , $k^{29}s$ configurations** // Vestnik St. Petersburg University. Ser. 4. 2013. Issue. 3. P. 3–15.

Galina Pavlovna Anisimova — Candidate of Physical-Mathematical Sciences, Saint-Petersburg State University; e-mail: olgadolmatova@gmail.com

Anna Petrovna Gorbenko — Candidate of Physical-Mathematical Sciences, Saint-Petersburg State University; e-mail: spbgor@mail.ru

Olga Aleksandrovna Dolmatova — Candidate of Physical-Mathematical Sciences, Saint-Petersburg State University; e-mail: olgadolmatova@gmail.com

Highly excited configurations with s and k electrons in outer shells are of scientific interest due to the fact that they have so far been poorly studied. There are no experimental data except for fine structure levels energies of $1snk$ ($n = 8 \div 10$) configurations of the helium atom. It is known that magnetic interactions make a valuable contribution to highly excited configurations. It is important to consider such small magnetic interactions as the spin — other orbit and orbit—orbit interactions because of their significant influence on highly excited configurations. The major purpose of this paper is to provide the most detailed mathematical description of energy spectra. Therefore, it is necessary to consider maximum number of interactions of the two-electron Breit Hamiltonian. Besides of noted spin — other orbit and spin—spin interactions the paper considers the orbit—orbit interaction. Each of these interactions is represented by radial Marvin spin interaction integrals. The calculation of angular coefficients of radial integrals is performed using the formalism of irreducible tensor operators in the single-configuration approximation in two representations: LSJM and uncoupled momenta. In the latter case all calculation of angular coefficients of radial integrals is mostly reduced to the calculation of the Wigner $3j$ -symbols. This is much easier although more cumbersome if to compare with calculation of $9j$ -symbols in the LSJM representation. Besides, two representations approach is necessary to verify the results. In regard to the $k^{29}s$ configurations corresponding results for these configurations can only be obtained in the representation of uncoupled momenta by changing the sign of orbital and spin projections of the hole (missing k electron). This matrix forms the basis for nonlinear equations systems for the numerical determination of fine structure parameters and other characteristics of atoms related to them planned in further papers. Refs. 9. Tables 2.

Keywords: matrix of the energy operator, spin — other orbit, spin—spin and orbit—orbit interactions, LSJM representation, uncoupled momenta representation.

UDC 537(533.9.082.5)

Gutsev S. A. **On the probe measurements in helium and oxygen plasma afterglow** // Vestnik St. Petersburg University. Ser. 4. 2013. Issue. 3. P. 16–26.

Sergei Anatolievich Gutsev — Researcher, Saint-Petersburg State University; e-mail: gsa_ges@mail.ru

The paper presents experimental Langmuir probe measurements in helium and oxygen plasma afterglow. The research is carried out in three different cases: under classical Langmuir condition, under moderate pressure and under diffusion drift of charged particles to the probe. With pictures and estimate calculations it was shown that formula of orbital motion correctly describes only the collisionless case in electric field of the probe. Sources of concentration and electron temperature errors are given in detail. A correct logarithmic method of finding electron temperature is presented. A calculation of sheath of spatial charge near the probe was performed. A change of shape of volt-ampere characteristic from classical to diffusion condition is shown. Refs. 11. Figs. 9. Tables 3.

Keywords: helium, oxygen, plasma afterglow, ion temperature, ion density, probe sheath.

UDC 550.837.211

Vagin S. A., Kozlova A. V., Vardaniants I. L. **Two-dimensional inversion of magnetotelluric data including topography** // Vestnik St. Petersburg University. Ser. 4. 2013. Issue. 3. P. 27–35.

Stanislav Aleksandrovich Vagin — Professor, Saint-Petersburg State University; e-mail: stvagin@gmail.com
Alexandra V. Kozlova — Saint-Petersburg State University; e-mail: fev83@rambler.ru
Izabella Levonovna Vardaniants — Researcher, Saint-Petersburg State University; e-mail: izabella-spb@mail.ru

During the magnetotelluric sounding in areas with uneven surface (mountains, depressions), researchers are faced with a problem of adequate interpretation in these situations. Nowadays there are some available programs of inversion employed to examine the surface with a smooth topography. Quasi-two-dimensional inversion and interpretation which are based on one-dimensional inversion and do not take into account the surface relief, as the simulation shows, can distort the information about the geo-electric section. The article develops the algorithm and program of two-dimensional inversion of the magnetotelluric data considering the profile relief. The inversion is based on the minimal residual method with the adaptive regularization. The solution of a direct two-dimensional problem is carried out by a finite difference method. Detailed presentation of the algorithm can also be used for other tasks. Algorithm was tested on model data. Comparison of the received characteristics of models taking into account a relief and without it showed efficiency of the technique. Refs. 4. Figs. 6.

Keywords: 2D inversion, magnetotelluric data, relief, adaptive regularization, modeling.

UDC 538.94

Kovalevsky D. V. **Particle tunnelling through double δ -function barrier with time-dependent potential** // Vestnik St. Petersburg University. Ser. 4. 2013. Issue. 3. P. 36–46.

Dmitry Valerievich Kovalevsky — Candidate of Physical-Mathematical Sciences, Saint-Petersburg State University; Scientific Foundation “Nansen International Environmental and Remote Sensing Centre”; Nansen Environmental and Remote Sensing Center (Bergen, Norway); e-mail: d.v.kovalevsky@list.ru

The article considers transmission of a particle through the system of two δ -function barriers, the first of which having an oscillating component of the amplitude of the δ -function. In the framework of Floquet theory an infinite system of coupled equations for amplitudes of modes of one-dimensional Schrödinger equation is obtained. A formula for probability of transmission of the particle through the double potential barrier is derived. An algorithm for numeric computation of probability of transmission is described. Numeric examples for the case of low-frequency oscillating component of the potential are provided as illustrations. The theory developed can be applied to perform computations within realistic models of systems of potential barriers in different semiconductor structures, including quantum wells and superlattices. Refs. 12. Figs. 6.

Keywords: semiconductor heterostructures, time-dependent potential, Floquet theory.

UDC 535.341+539.186.3

Anisimov Yu. I., Agishev N. A., Zhuvikin G. V., Kryukov N. A., Ryabchikov E. L. **Study of the light dispersion by Rozhdestvenskii's interferometer coupled with spectrograph** // Vestnik St. Petersburg University. Ser. 4. 2013. Issue. 3. P. 47–62.

Yurii Ivanovich Anisimov — Candidate of Physical-Mathematical Sciences, Saint-Petersburg State University; e-mail: yuanis@mail.ru

Nikolai Aleksandrovich Agishev — student, Saint-Petersburg State University; e-mail: kolyan_a-ev@mail.ru
Georgii Viktorovich Zhuvikin — Candidate of Physical-Mathematical Sciences, Saint-Petersburg State University; e-mail: george.zhuvikin@pobox.spbu.ru

Nikolai Aleksandrovich Kryukov — Candidate of Physical-Mathematical Sciences, Saint-Petersburg State University; e-mail: nkryukov@yandex.ru

Egor Lvovich Ryabchikov — Head of tutorial laboratory, Saint-Petersburg State University; e-mail: yuanis@mail.ru

The classical methods by Puccianti and by Rozhdestvenskii (the hook method) are based on the technique of the crossed dispersions. These methods are considered in the context of coupling of two optically dispersive devices. The close connection between classical methods and new phase methods using zero mode adjustment of the interferometer is analysed. The variants of the experimental realizations of 2D- and 1D-spectrointerferometry are described. The use of the matrix digital photodetectors and broad band light emitting diodes together with the online data computing makes it possible to convert classical interferometric methods into effective instruments applicable to the research laboratory as well as in the classroom activity. Refs. 41. Figs. 13.

Keywords: light dispersion, anomalous dispersion, Puccianti method, Rozhdestvenskii method, hook method, amplitude-phase method, oscillator strength.

UDC 666.112.1:544.076.32+544.354.3+546.161

Kiprianov A. A., Ponomarev I. A. **On durability of glass electrode to an action of fluorine-containing solutions** // Vestnik St. Petersburg University. Ser. 4. 2013. Issue. 3. P. 63–71.

A. A. Kiprianov — Candidate of Chemical Sciences, Saint-Petersburg State University; e-mail: aakiprianov@yandex.ru

I. A. Ponomarev — post-graduate student, Saint-Petersburg State University; e-mail: ponom.ilia@gmail.com

Glass electrode is a well-known instrument, but there are still some problems in theory and practice. The article considers glass electrode behaviour in fluorine-containing solutions. Correlation between leached layer length and potentiometrical durability of glass electrode is found. A conclusion on the potential-forming role of leached layer is drawn. The conclusion doesn't contradict the most wide-spread theories of glass electrode by B. Nikolsky and F. Baucke. High-alkaline lithium-silicate glasses with additions of boron or tantalum have been found to be the most durable. Refs. 10. Figs. 6. Tables 1.

Keywords: measurement, glass electrode, fluorine-resistance.

UDC 54.165

K o n a k o v V. G., K u r a p o v a O. Yu., G o l u b e v S. N., S o l o v i e v a E. N., U s h a k o v V. M. **The effect of the cryoprotectant on thermal evolution, phase formation and dispersity of freeze-dried stabilized zirconia nanosized powders** // Vestnik St. Petersburg University. Ser. 4. 2013. Issue. 3. P. 72–84.

V. G. Konakov — Doctor of Chemical Sciences, Professor, Saint-Petersburg State University; e-mail: glasscer@mail.ru

O. Y. Kurapova — post-graduate student, Saint-Petersburg State University; e-mail: plyshka@gmail.com

S. N. Golubev — Candidate of Chemical Sciences; e-mail: glasscer@mail.ru

E. N. Solovieva — Candidate of Chemical Sciences; e-mail: glasscer@mail.ru

V. M. Ushakov — Candidate of Chemical Sciences; e-mail: glasscer@mail.ru

An in-depth analysis of freeze-dried precursor nanopowders was performed via STA, X-ray and PSD-analysis. It was shown that physical and chemical properties of final powders (such as mechanisms of phase formation, agglomeration degree, etc.) as well as the kinetics of its crystallization strongly depend on the nature and amount of cryoprotectant addition. In case of precursor, freeze-dried with 10 wt. % glycerol addition, the stabilization of cubic zirconia solid solution was observed in wider “temperature—composition” region than it was expected from phase diagram of CaO—ZrO₂ system. The tendency of the average precursor agglomerate size of the precursors

manufactured by freeze-drying with 10 wt. % of glycerol to decrease with the calcination temperature (T_c) increase up to 1000 °C was observed. Refs. 23. Figs. 6. Tables 7.

Keywords: precursor, cubic zirconia solid solution, sol-gel synthesis, cryochemical treatment, freeze-drying, cryoprotectant.

UDC 541.183

Menshikov I. N., Emelianov G. A., Nayden S. V., Kurlyand S. K., Ivankova E. M., Yudin V. E., Sukhodolov N. G., Zhukov A. N. **Modification of iron particles with polyfluorinated disulfide and their investigation by electron microscopy and ^{19}F NMR spectroscopy** // Vestnik St. Petersburg University. Ser. 4. 2013. Issue. 3. P. 85–97.

Ivan N. Menshikov — Researcher, Federal State Unitary Enterprise S. Y. Lebedev Research Institute for synthetic rubber; e-mail: ivanmensh@gmail.com

G. A. Emelianov — Head of section, Federal State Unitary Enterprise S. Y. Lebedev Research Institute for synthetic rubber; e-mail: emelianovgennadiy@yandex.ru

S. V. Nayden — post-graduate student, Saint-Petersburg State University; e-mail: sv.nayden@gmail.com

S. K. Kurlyand — Head of laboratory, Federal State Unitary Enterprise S. Y. Lebedev Research Institute for synthetic rubber; e-mail: s.kurlyand@yandex.ru

E. M. Ivankova — Senior Researcher, Institute of macromolecular compounds of Russian Academy of Sciences; e-mail: ivelen@mail.ru

V. E. Yudin — Head of laboratory, Institute of macromolecular compounds of Russian Academy of Sciences; e-mail: yudin@hq.macro.ru

N. G. Sukhodolov — Associate Professor, Saint-Petersburg State University; e-mail: sng196505@mail.ru

A. N. Zhukov — Professor, Saint-Petersburg State University; e-mail: zhuk@az1038.spb.edu

Surface modification of iron particles of various origin (two lots of carbonyl iron particles and ones prepared by evaporation of iron in the electric arc plasma discharge with a rapid vapor cooling) with polyfluorinated disulfide (*bis*(3-oxy-2-chloro-perfluorobutyl)disulfide) was carried out in solutions based on perfluoromethylcyclohexane or toluene at 20 and 60 °C, as well as using a stepwise increase of temperature from 20 or 60 °C to 100 or 120 °C. Besides, the direct interaction of reagents at 110 °C was carried out. *Bis*(3-oxy-2-chloro-perfluorobutyl)disulfide adsorption isotherms were obtained; their shape gives evidence in favor of modifier monolayer formation on the particle surface. Ultimate modifier quantity interacted with iron particles enhanced under an increase of both temperature and affinity between solvent and modifier, which indicates chemisorption nature of the process. Surface layer morphology of iron particles before and after modification was investigated by scanning electron microscopy. NMR ^{19}F spectroscopy was applied for the analysis of interacting products in liquid phase, supporting formation of iron tiolates partially desorbed from the iron surface. The results show good reproducibility and flexibility of the method of surface modification of iron particles by polyfluorinated disulfide, which can be used for iron particles of various origin. Refs. 18. Figs. 4. Tables 2.

Keywords: iron particles, surface modification, *bis*(3-oxy-2-chloro-perfluorobutyl)disulfide, surface layer morphology, scanning electron microscopy.

UDC 543.423.1

Savinov S. S., Drobyshev A. I. **Resources of atomic emission digital spectrography with arc excitation of spectrum in the analysis of liquid samples** // Vestnik St. Petersburg University. Ser. 4. 2013. Issue. 3. P. 98–102.

S. S. Savinov — post-graduate student, Saint-Petersburg State University; e-mail: s.sergei.s@mail.ru

A. I. Drobyshev — Doctor of Physical-Mathematical Sciences, Saint-Petersburg State University; e-mail: drobyshevai@mail.ru

Development and upgrading of methods of liquid sample element analysis are one of significant directions of recent analytical chemistry progress, which is of current interest in ecology, control of foods quality, and analysis of biological fluids. The paper presents the results of the investigation of analytical resources of atomic emission digital spectrography with arc excitation of spectrum of dried residue of sample with low content of detected elements. The investigation was performed with MFS-8, updated with the multichannel analyzer of emission spectra MAES. The results show that maximum intensity of spectral lines of detected elements excited in arc plasma was reached when the current was 20 A. Experimentally chosen addition of 0.15 mg of sodium chloride allowed to create a universal technique to analyse liquid samples with different bioorganic matrixes. Adequacy of the results was proved on the example of human saliva analysis by sample dilution and injection of an additive. Developed technique allows to detect concentrations of a number of elements starting from $n = 10^{-7}$ g/l in $n = 10$ μ l of a sample. Linear range of calibration curve is more than three degrees of concentration of the elements. Refs. 15. Figs. 3.

Keywords: OES, digital spectrography, technique of dried residue, saliva.

UDC 539.216.2+541.183.022

Sukhodolov N. G., Yanklovich M. A. **Studies of fatty acid monolayers composition on water subphase (part II)** // Vestnik St. Petersburg University. Ser. 4. 2013. Issue. 3. P. 103–112.

N. G. Sukhodolov — Associate Professor, Saint-Petersburg State University; e-mail: sng196505@mail.ru

M. A. Yanklovich — student, Saint-Petersburg State University; e-mail: aleksyank@rambler.ru

The studies on the structure of monolayers (MLs) of fatty acids on the aqueous subphase (including the works performed with the participation of one of the authors) prove the necessity of considering the possibility of physical adsorption of metal on the monolayer, with different ways to assess it being analysed. A critical analysis of the works using the method of calculation of the composition of monolayers of fatty acids on the water subphase containing metal ions based on the data obtained from the pressure-area isotherms of MLs was performed. The article discusses in detail how to calculate the composition of monolayers (MLs) of fatty acids on the aqueous subphase containing metal ions, according to data from the pressure-area isotherms of MLs. In accordance to this method, the calculations were made using the authors' own data to show the limited applicability of such type of methods. Based on the cited articles, the article compiles and discusses a table of values of the true dissociation constants of stearic acid in ML ($\text{p}K_{\text{aHS}^{\text{S}}}^{\text{S}}$). It was found that the metal ions are arranged in descending order of magnitude of $\text{p}K_{\text{aHS}^{\text{S}}}^{\text{S}}$ and repeat a lyotropic series quite precisely, which follows an order of increasing adsorption potential and characterizes the coagulating action of electrolytes, which can explain the influence of the ψ_0 -potential on the interface ML—water subphase on the change in the magnitude of $\text{p}K_{\text{aHS}^{\text{S}}}^{\text{S}}$. Refs. 24. Figs. 6. Tables 2.

Keywords: Langmuir films, composition of the monolayer, monolayer of stearic acid, dissociation constants of stearic acid in monolayer.

UDC 533.6

Kelbaliyev G. I., Guseynova L. V., Rasulov S. R., Suleymanov G. Z., Muradkhanov R. M. **Coalescence and deposition of drops or bubbles in isotropic turbulent flows** // Vestnik St. Petersburg University. Ser. 4. 2013. Issue. 3. P. 113–120.

Gudret Isfandiyar Kelbaliyev — Corresponding Member of Azerbaijan National Academy of Sciences, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Institute of Chemical Problems of Azerbaijan National Academy of Sciences; e-mail: kkelbaliyev@yahoo.com

Lala Vagif Guseynova — Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Azerbaijan State Oil Academy.

S. R. Rasulov — Doctor of Engineering Sciences, Professor, Azerbaijan State Oil Academy;
e-mail: rasulovsakit@gmail.com

G. Z. Suleymanov — Doctor of Chemical Sciences, Professor, Azerbaijan National Academy of Sciences.

R. M. Muradkhanov — Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Azerbaijan National Academy of Sciences.

The article examines the coalescence and deposition of drops and bubbles in an isotropic turbulent flow. On the basis of the solution of the mass transfer, an expression for the frequency of collisions of particles depending on the specific energy dissipation in a turbulent flow and particle sizes was derived. It is noted that an increase in the intensity of turbulence and, consequently, the frequency of collision and coalescence and aggregation of drops increases the rate of sedimentation and phase separation. The article derives an equation for the rate of deposition of particles in an isotropic turbulent flow and an empirical equation to calculate the rate of deposition of drops and the rise of gas bubbles. The proposed equations are compared with experimental data from the literature, and the results are satisfactory. Refs. 12. Figs. 4.

Keywords: coalescence, sedimentation, drop, bubble, isotropic turbulence, rising velocity.

UDC 532.74:661.105

Kochurova N. N., Abdulin N. G., Karaev R. A., Germasheva I. I. **Investigation of the dynamic surface tension of aqueous solutions of sodium alkylsulfates** // Vestnik St. Petersburg University. Ser. 4. 2013. Issue. 3. P. 121–125.

N. N. Kochurova — Doctor of Chemical Sciences, Saint-Petersburg State University;
e-mail: oleg@nk2235.spb.edu

N. G. Abdulin — engineer, Saint-Petersburg State University; e-mail: nail_ag@mail.ru

R. A. Karaev — intern, Saint-Petersburg State University; e-mail: ruff4ik@mail.ru

I. I. Germasheva — Candidate of Chemical Sciences, Saint-Petersburg State University;
e-mail: saslabor@mail.ru

To understand the dynamic properties of the surface it is necessary to expand a research area of the surfactants with a various length of the hydrocarbon chain and concentration of the solution. Aqueous sodium octylsulfate solution (OSNa) with concentration $1 \cdot 10^{-3}$, $2 \cdot 10^{-3}$, $2.5 \cdot 10^{-3}$, $5 \cdot 10^{-3}$, $12.7 \cdot 10^{-3}$ mol/l and sodium butylsulfate solution (BuSNa) with concentration $2 \cdot 10^{-3}$ mol/l at 20 and 25 °C are investigated in this work. Measurements of dynamic surface tension were carried out by the method of the maximum pressure in a gas bubble. The effect of emergence of a maximum on an isotherm of a surface tension is of particular interest, which, as the Jones—Ray effect, is the result of influence of electrization of solution surface. Dissociation of the surfactant molecules is not considerable as of salts and, thus, the influence of water will be notably larger. In this case a decrease of the water molecular dissociation is possible. Estimation of this effect shows that it corresponds to the contribution which can be given by the term $qd\chi$ to the surface tension. Refs. 11. Figs. 7.

Keywords: dynamic surface tension, surface electrization, surfactants.

UDC 546.882'883

Artem'ev Yu. M., Kozhina I. I., Panchuk V. V., Semenov V. G. **Synthesis of ferric tantalate by sol-gel technique** // Vestnik St. Petersburg University. Ser. 4. 2013. Issue. 3. P. 126–130.

Yu. M. Artem'ev — Candidate of Chemical Sciences, Saint-Petersburg State University;
e-mail: yuriim54@yandex.ru

I. I. Kozhina — Researcher, Saint-Petersburg State University.

V. V. Panchuk — Candidate of Physical-Mathematical Sciences, Saint-Petersburg State University.

V. G. Semenov — Doctor of Physical-Mathematical Sciences, Saint-Petersburg State University.

Ferric tantalate samples were produced in sol-gel process. According to XRD and Mössbauer data, their structural parameters were the same as for the samples obtained by solid phase techniques at temperatures above 1000 °C. Anhydrous ethanol solution of tantalum(V) chloride and Fe(III) containing colloid dispersion were used as the starting reagents for the synthesis. The samples were annealed at 200, 500, and 800 °C. There were no reflexes in diffraction patterns of the samples annealed at 200 and 500 °C. According to Mössbauer spectra, iron atoms became in uniform states and sample structure turned ordered with an annealing temperature increase. One doublet was seen in Mössbauer spectrum of the sample annealed at 800 °C. Isomer shift was 0.40 ± 0.01 mm/s and quadrupole splitting was 0.57 ± 0.02 mm/s for room temperature measurements. Refs. 10. Figs. 2. Tables 2.

Keywords: ferric tantalate, sol-gel process, Mössbauer spectroscopy.

UDC 547.314

T r o f i m o v B. A. Memorial of Academician A. E. Favorsky Conference in A. E. Favorsky Irkutsk Institute of Chemistry SB RAS // Vestnik St. Petersburg University. Ser. 4. 2013. Issue. 3. P. 131–135.

B. A. Trofimov — Academician of Russian Academy of Sciences, A. E. Favorsky Irkutsk Institute of Chemistry, the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; e-mail: boris_trofimov@irioch.irk.ru

A. E. Favorsky Irkutsk Institute of Chemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science held Conference devoted to the academician A. E. Favorsky in February, 18–20, 2013. It summed up last achievements in acetylene chemistry. Figs. 2.

Keywords: acetylene, Favorsky rearrangement and reactions, conference.

CONTENTS

Physics

<i>Anisimova G. P., Gorbenko A. P., Dolmatova O. A.</i> Spin — other orbit, spin—spin and orbit—orbit interactions in the matrix of energy operator for $sk, ks, k^{29}s$ configurations	3
<i>Gutsev S. A.</i> On the probe measurements in Helium and Oxygen plasma afterglow	16
<i>Vagin S. A., Kozlova A. V., Vardaniants I. L.</i> Two-dimensional inversion of magnetotelluric data including topography	27
<i>Kovalevsky D. V.</i> Particle tunnelling through double δ -function barrier with time-dependent potential	36
<i>Anisimov Yu. I., Agishev N. A., Zhuvikin G. V., Kryukov N. A., Ryabchikov E. L.</i> Study of the light dispersion by Rozhdestvenskii's interferometer coupled with spectrograph	47

Chemistry

<i>Kiprianov A. A., Ponomarev I. A.</i> On durability of glass electrode to an action of fluorine-containing solutions	63
<i>Konakov V. G., Kurapova O. Yu., Golubev S. N., Solovieva E. N., Ushakov V. M.</i> The effect of the cryoprotectant on thermal evolution, phase formation and dispersity of freeze-dried stabilized zirconia nanosized powders	72
<i>Menshikov I. N., Emelianov G. A., Nayden S. V., Kurlyand S. K., Ivankova E. M., Yudin V. E., Sukhodolov N. G., Zhukov A. N.</i> Modification of iron particles with polyfluorinated disulfide and their investigation by electron microscopy and ^{19}F NMR spectroscopy	85
<i>Savinov S. S., Drobyshev A. I.</i> Resources of atomic emission digital spectrography with arc excitation of spectrum in the analysis of liquid samples	98
<i>Sukhodolov N. G., Yanklovich M. A.</i> Studies of fatty acid monolayers composition on water subphase (part II)	103
<i>Kelbaliyev G. I., Guseynova L. V., Rasulov S. R., Suleymanov G. Z., Muradkhanov R. M.</i> Coalescence and deposition of drops or bubbles in isotropic turbulent flows	113

Brief scientific notes

<i>Kochurova N. N., Abdulin N. G., Karaev R. A., Germasheva I. I.</i> Investigation of the dynamic surface tension of aqueous solutions of sodium alkylsulfates	121
<i>Artem'ev Yu. M., Kozhina I. I., Panchuk V. V., Semenov V. G.</i> Synthesis of ferric tantalate by sol-gel technique	126

Chronicle

<i>Trofimov B. A.</i> Memorial of Academician A. E. Favorsky Conference in A. E. Favorsky Irkutsk Institute of Chemistry SB RAS	131
---	-----

Abstracts	136
------------------	-----