

Реферат

Перечень ключевых слов

Ядро, ядерные реакции, деление, изотопы, изотоны, оптическая модель, ядерное обратное рассеяние, радиофармпрепарат, щитовидная железа.

Отчет состоит из 1 части:

- | | |
|--|---------|
| 1. Реферат — | стр. 4 |
| 2. Введение — | стр. 6 |
| 3. Основная часть — | стр. 7 |
| 4. Заключение — | стр. 9 |
| 5. Список использованных источников — 23 ссылки — | стр. 10 |
| 6. Приложение А. — Таблица А.1 — | стр. 14 |
| 7. Приложение В. — Иллюстрации — 4 рисунка, файл в формате pdf | |
| 8. Приложение С. — Текст содержания отчета, файл в формате pdf | |

Цель НИР: развитие новых теоретических и экспериментальных подходов к изучению механизмов ядерных реакций и свойств образующихся в реакциях ядерных систем в области низких и средних энергий, а также новых подходов к решению прикладных задач, включая анализ свойств новых материалов и ядерную медицину.

Основные задачи четвертого этапа НИР:

- Анализ одночастичных характеристик изотопов Si и эволюция нейтронной одночастичной структуры изотонов с $N=28$ вблизи границы нейтронной стабильности.
- Исследование влияния входного канала реакций с тяжелыми ионами на спины осколков деления
- Исследование ориентационных характеристики возбужденных состояний легких ядер
- Построение потенциалов для описания рассеяния α -частиц на легких ядрах с возбуждением экзотических состояний.
- Разработка новых методов анализа поверхностных слоев на основе спектрометрии ядерного обратного рассеяния.
- Исследование энергии связи молекул в нанокластерах содержащих три и более молекул и анализ индукционных процессов идущих в этих нанокластерах
- Исследование фармакокинетики радиофармпрепарата (РФП) 211- At на крысах

Основные полученные результаты четвертого этапа НИР:

1. Результаты анализа в рамках развиваемой дисперсионной оптической модели демонстрируют уменьшение нейтронной частично-дырочной щели в изотопе ^{42}Si по сравнению с ^{48}Ca , замыкание протонной подболочки $Z = 14$ в ^{42}Si , сохранение магических свойств $N = 20$ и формирование пузырьковой структуры протонной плотности в ^{34}Si .
2. Проведены расчеты средних спинов осколков деления для реакций полного слияния $^{12,13}\text{C} + ^{235,236}\text{U}$ при энергиях столкновений $E = (55 - 75)$ МэВ. Показано, что при разумных временах релаксации для К-моды и коэффициентах ядерной вязкости, определенных из анализа угловых распределений осколков деления, на энергетическую зависимость средних спинов осколков деления должны заметное влияние оказывать начальные распределения составного ядра по компонентам

полного углового момента. Результаты настоящей работы можно рассматривать, как предсказания для будущих экспериментов.

3. Измерены двойные дифференциальные сечения реакции $^{13}\text{C}(d, p\gamma)^{14}\text{C}(3^-, 6.73 \text{ МэВ})$ в четырех плоскостях регистрации гамма-квантов при энергии дейтронов 15.5 МэВ для углов вылета протонов 30, 60 и 120 град. В результате впервые получены угловые зависимости всех 16 четных по k компонентов $A_{kk}(q_p)$ спин-тензоров матрицы плотности ядра ^{14}C в состоянии 3^- (6.73 МэВ).
4. Построен полумикроскопический потенциал для описания рассеяния α -частиц на легких ядрах с возбуждением экзотических состояний. С этой целью выполнен анализ новых экспериментальных данных по рассеянию $\alpha + ^9\text{Be}$ в области энергий от 28 до 104 МэВ.
5. На основе метода ядерного обратного рассеяния протонов разработаны новые методики анализа поверхностных слоев материалов и защитных покрытий. Полученные в ходе разработок методики были применены для анализа защитных покрытий на основе оксидов гафния, циркония и алюминия, а также проведено исследование по определению бора в поверхностных слоях стали.
6. Исследована энергия связи трёх молекулярного нанокластера, одна из молекул которого имеет дипольный момент. В анализе учитывались дисперсионные, кулоновские и индукционные процессы. Показано, что индукционные энергии молекул вносят заметный вклад в энергию связи молекул трёх молекулярного нанокластера.
7. Изучены фармакокинетики РФП 211-At на самцах крыс, находившихся на безйодовой и обычной диете. Найдено, что 211-At тропен к щитовидной железе в обоих случаях. Однако безйодовая диета повышает концентрацию радионуклида 211-At в щитовидной железе в несколько раз, что может свидетельствовать о важности соблюдения безйодовой диеты при использовании РФП 211-At в клинической практике.

Содержание

Определения, обозначения и сокращения

В настоящем отчете о НИР применяют следующие термины с соответствующими определениями, сокращениями:

РФП — радиофармпрепарат

Введение

Исследования ядерных реакций при низких и средних энергиях являются важным и перспективным направлением современной теоретической и экспериментальной физики. Они обеспечивают возможность получить новые знания о ядерной материи, свойствах разнообразных промежуточных ядерных систем, образующихся в ходе ядерных реакций, свойствах экзотических ядерных систем (сверхтяжелые ядра и ядра, удаленные от долины стабильности). Изучения этого круга вопросов представляется чрезвычайно важным для поиска ответа на целый ряд фундаментальных вопросов современной науки. Например, пределы существования ядерных структур, динамика протекания взрывного нуклиосинтеза и эволюции звезд, свойства предельно несимметричной нейтронной материи и многое др. Важную роль физика ядерных реакций играет в решении целого ряда прикладных задач в области ядерной энергетики, материаловедения и ядерной медицины.

Цель НИР: развитие новых теоретических подходов к изучению механизмов ядерных реакций при низких и средних энергиях, а также новых подходов к решению прикладных задач, включая анализ свойств новых материалов и ядерную медицину.

План работ четвертого этапа НИР был следующим:

- Выполнить анализ одночастичных характеристик изотопов и эволюция нейтронной одночастичной структуры изотонов вблизи границы нейтронной стабильности.
- Исследовать влияния входного канала реакций с тяжелыми ионами на спины осколков деления
- Исследовать ориентационных характеристики возбужденных состояний легких ядер
- Построение потенциалов для описания рассеяния α -частиц на легких ядрах с возбуждением экзотических состояний.
- Разработка новых методов анализа поверхностных слоев на основе спектрометрии ядерного обратного рассеяния.
- Исследование энергии связи молекул в нанокластерах содержащих три и более молекул и анализ индукционных процессов идущих в этих нанокластерах
- Исследование фармакокинетики РФП 211- At на крысах

Основная часть

Выполнен расчет эволюции одночастичных характеристик изотопов Si с N от 12 до 28 в дисперсионной оптической модели. Расчетные энергии и вероятности заполнения одночастичных состояний хорошо согласуются с данными совместной оценки реакций срыва и подхвата нуклона на одном и том же стабильном изотопе. Проведенный анализ демонстрирует сужение нейтронной частично-дырочной щели N = 28 в ^{42}Si по сравнению с ^{48}Ca , что согласуется с представлением об исчезновении магического числа N = 28 при приближении к границе нейтронной стабильности. Магическое число N = 20 сохраняется. Протонная щель в ^{42}Si расширяется по сравнению со стабильными изотопами, что предсказывает магичность числа Z = 14 в этом перегруженном нейтронами ядре (см. рис 1). Расчетная центральная протонная плотность ядра ^{34}Si истощена и демонстрирует т.н. пузырьковую (bubble) структуру. Вблизи границы нейтронной стабильности нейтронные состояния 2p3/2, 2p1/2 и 1f7/2 изотонов с N = 28 становятся практически вырожденными, что является одной из причин деформации нейтронно-избыточных изотонов с N = 28 за счет эффекта Яна-Теллера. [1-5]

Для обнаружения влияния входного канала реакций с тяжелыми ионами на спины осколков деления проведены следующие исследования: динамическая модель процесса формирования средних спинов осколков вынужденного деления обобщена на области подбарьерных энергий ядро-ядерных столкновений. Проведены расчеты средних спинов осколков деления для реакций полного слияния $^{12,13}\text{C} + ^{235,236}\text{U}$ и энергий столкновений E = (55 - 75) МэВ. Реакции подобраны таким образом, чтобы они приводили к образованию и распаду соседних ядер-изотопов $^{247,248}\text{Cf}$ при близких энергиях возбуждения и значениях полного углового момента. Показано, что при разумных временах релаксации для K-моды и коэффициентах ядерной вязкости, определенных при анализе угловых распределений осколков деления, на энергетическую зависимость средних спинов осколков деления должны заметное влияние оказывать начальные распределения составного ядра по компонентам полного углового момента. Результаты настоящей работы можно рассматривать, как предсказания для будущих экспериментов.

С целью исследования ориентационных характеристик возбужденных состояний легких ядер проведены следующие работы [6-15]:

1. Измерены двойные дифференциальные сечения реакции $^{13}\text{C}(d, p\gamma)^{14}\text{C}(3^-, 6.73 \text{ МэВ})$ в четырех плоскостях регистрации гамма-квантов при энергии дейтронов 15.5 МэВ для углов вылета протонов 30, 60 и 120 град. В результате впервые получены угловые зависимости всех 16 четных по k компонент A_{kk} спин-тензоров матрицы плотности ядра ^{14}C в состоянии 3^- (6.73 МэВ). На их основе восстановлены угловые зависимости заселенностей магнитных подсостояний этого ядра (рис. 2). Предварительный анализ показал, что основным механизмом реакции в области углов передней полусферы является срыв нейтрона.
2. Выполнен теоретический анализ экспериментальных угловых зависимостей компонент спиновой матрицы плотности и ориентационных характеристик конечного ядра реакции $^{27}\text{Al}(p, \alpha)^{24}\text{Mg}(2^+, 1.369 \text{ МэВ})$ при $E_p = 7.4 \text{ МэВ}$ во всей угловой области вылета альфа-частиц в предположении механизма подхвата тритона и образования составного ядра. Показано, что вклад механизма срыва тяжелого кластера незначителен. Получено качественное согласие экспериментальных и теоретических ориентационных характеристик ядра $^{24}\text{Mg}(2^+)$ – заселенностей магнитных подуровней, тензоров ориентации мультипольных моментов и тензорной поляризации (рис. 3).

3. Получены новые данные о структуре динейтронной периферии ядра ^{18}O в реакции $^{15}\text{N}(\alpha, p)^{18}\text{O}$ при $E(\alpha) = 30$ МэВ.
4. Выполнен цикл работ в рамках «Соглашения о научно-техническом сотрудничестве между НИЯФ МГУ и ИМБП РАН» связанных с радиационной и гипомагнитной безопасностью дальних и длительных космических полетов.
5. Выполнен цикл работ в рамках «Соглашения о научно-техническом сотрудничестве между НИЯФ МГУ и ИЯИ РАН» по исследованию в области структуры малонуклонных систем в реакциях, вызываемых заряженными частицами.

Для построения потенциалов описывающих рассеяние α -частиц на легких ядрах с возбуждением экзотических состояний выполнен анализ новых экспериментальных данных по рассеянию $\alpha + ^9\text{Be}$ в совокупности с уже имеющимися данными в области энергий от 28 до 104 МэВ на основе дисперсионной оптической модели с полумикроскопическим потенциалом, который построен с использованием модификации модели двойной свертки. Этот потенциал дает хорошее описание угловых распределений упругого рассеяния и данных по сечениям реакции, удовлетворяет дисперсионным соотношениям и линейному энергетическому поведению Айри-структур. Его параметры обладают плавной энергетической зависимостью, что дает возможность использовать этот потенциал в расчетах прямых ядерных реакций. что и продемонстрировано на анализе неупругого рассеяния с возбуждением уровней $5/2^-$ (2.43МэВ) и $7/2^-$ (6.38МэВ) ротационной полосы основного состояния. Получено хорошее описание угловых распределений в дифракционной области. Это открывает возможность использования постороенного полумикроскопического потенциала для исследования таких возбужденных состояний стабильных легких ядер, в которых ядра могут иметь увеличенные размеры, высокую степень кластеризации и проявлять наличие нуклонного гало. [16-20]

На основе метода ядерного обратного рассеяния протонов разработаны новые методики анализа поверхностных слоев материалов и защитных покрытий, позволяющие определять пористость тонких (до 50 мкм) защитных покрытий и определять неоднородность по плотности тонкого (до 2 мкм) поверхностного слоя. Полученные в ходе разработок методики были применены для анализа теплозащитных покрытий на основе оксидов гафния, циркония и алюминия, нанесенных методами микродугового оксидирования и плазменно-кластерного нанесения. Проведено исследование по определению содержания бора по глубине в поверхностных слоях стали после насыщения в боросодержащей атмосфере (рис. 4). По результатам работ была опубликована 1 статья, сделано 5 докладов на конференциях и выполнена 1 НИР. [21]

Исследована энергия связи трёх молекулярного нанокластера, одна из молекул которого имеет дипольный момент. В анализе учитывались дисперсионные, кулоновские и индукционные процессы. Показано, что индукционные энергии молекул вносят заметный вклад в энергию связи молекул трёх молекулярного нанокластера.

Изучены фармакокинетики РФП 211-At на самцах крыс SD (Sprague Dawley), находившихся на безйодовой и обычной диете. Найдено, что 211-At тропен к щитовидной железе в обоих случаях. Однако безйодовая диета повышает концентрацию радионуклида 211-At в щитовидной железе в несколько раз, что может свидетельствовать о важности соблюдения безйодовой диеты при лечении с помощью РФП 211-At. [22-23]

Заключение

Поставленные задачи четвертого этапа НИР были успешно выполнены. Получены следующие основные результаты:

- Результаты анализа в рамках развиваемой дисперсионной оптической модели демонстрируют уменьшение нейтронной частично-дырочной щели в изотопе ^{42}Si по сравнению с ^{48}Ca , замыкание протонной подболочки $Z = 14$ в ^{42}Si , сохранение магических свойств $N = 20$ и формирование пузырьковой структуры протонной плотности в ^{34}Si .
- Проведены расчеты средних спинов осколков деления для реакций полного слияния $^{12,13}\text{C} + ^{235,236}\text{U}$ и энергий столкновений $E = (55 - 75)$ МэВ. Показано, что на энергетическую зависимость средних спинов осколков деления заметное влияние оказывают начальные распределения составного ядра по компонентам полного углового момента. Результаты настоящей работы можно рассматривать, как предсказания для будущих экспериментов.
- Измерены двойные дифференциальные сечения реакции $^{13}\text{C}(d, p\gamma)^{14}\text{C}(3^-, 6.73 \text{ МэВ})$ в четырех плоскостях регистрации гамма-квантов при энергии дейтронов 15.5 МэВ для углов вылета протонов 30, 60 и 120 град. В результате впервые получены угловые зависимости всех 16 четных по k компонентов $A_{kk}(q_p)$ спин-тензоров матрицы плотности ядра ^{14}C в состоянии 3^- (6.73 МэВ).
- Построен полумикроскопический потенциал для описания рассеяния α -частиц на легких ядрах с возбуждением экзотических состояний. С этой целью выполнен анализ новых экспериментальных данных по рассеянию $\alpha + ^9\text{Be}$ в области энергий от 28 до 104 МэВ.
- На основе метода ядерного обратного рассеяния протонов разработаны новые методики анализа поверхностных слоев материалов и защитных покрытий. Полученные в ходе разработок методики были применены для анализа защитных покрытий на основе оксидов гафния, циркония и алюминия, а также проведено исследование по определению бора в поверхностных слоях стали.
- Исследована энергия связи трёх молекулярного нанокластера, одна из молекул которого имеет дипольный момент. В анализе учитывались дисперсионные, кулоновские и индукционные процессы. Показано, что индукционные энергии молекул вносят заметный вклад в энергию связи молекул трёх молекулярного нанокластера.
- Получены данные о фармакокинетиках РФП 211-At на самцах крыс, находившихся на безйодовой и обычной диете. Найдено, что 211-At тропен к щитовидной железе в обоих случаях. Однако безйодовая диета повышает концентрацию радионуклида 211-At в щитовидной железе в несколько раз, что может свидетельствовать о важности соблюдения безйодовой диеты при лечении с помощью РФП 211-At.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

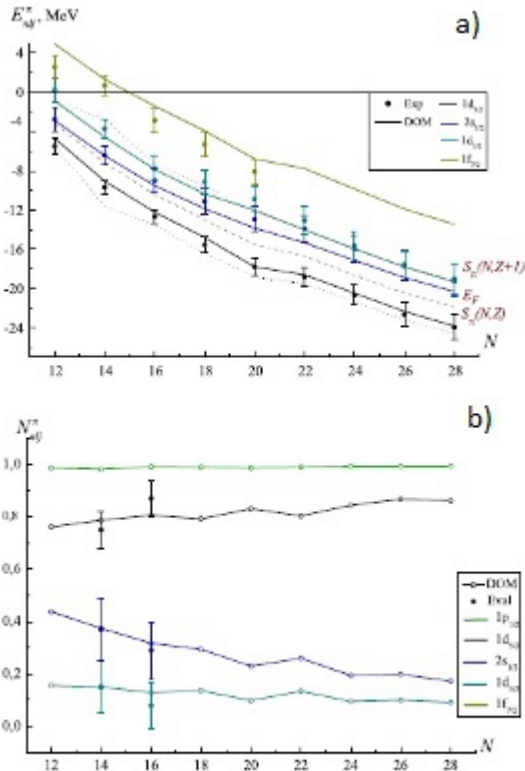
1. Bespalova O.V., Fedorov N.A., Klimochkina A.A., Markova M.L., Spasskaya T.I., Tretyakova T.Yu. "Evolution of single-particle structure of silicon isotopes". European Physical Journal A, 2018, 54: 2. DOI: 10.1140/epja/i2018-12449-x.
2. Bespalova O.V. Evolution of the Neutron Single-Particle Structure of Neutron-rich Isotones with $N = 28$ in the Dispersive Optical Model. Moscow University Physics Bulletin. 2018. V.73. N 6. P. 605. DOI: 10.3103/S0027134918060048.
3. Беспалова О.В. Эволюция нейтронной одночастичной структуры нейтронно-избыточных изотонов с $N = 28$ в дисперсионной оптической модели. Вестник Московского университета. Серия 3: Физика, астрономия. 2018. Т. 73. № 6.
4. Bespalova O.V., Klimochkina A.A. Evolution of the single-particle structure of neutron-rich isotopes with $N = 20$ within the dispersive optical model. LXVIII international conference «Nucleus 2018». Book of abstracts. July 2-6, 2018. Voronezh, Russia, p. 66.
5. Bespalova O.V., Klimochkina A.A. Neutron radii of Ca and Zr isotopes near the neutron drip-line within the dispersive optical model. LXVIII international conference «Nucleus 2018». Book of abstracts. July 2-6, 2018. Voronezh, Russia, p.59.
6. Галанина Л. И., Зеленская Н. С., Лебедев В. М., Орлова Н. В., Спасский А. В. Исследование механизма реакции $^{13}\text{C}(d, p)^{14}\text{C}$ при $E_d = 15.3$ МэВ. ЯФ, 2018, Т. 81, №2, С. 174-180. L. I. Galanina, N. S. Zelenskaya, V. M. Lebedev, N. V. Orlova, A. V. Spassky. Study of the Mechanism of the $^{13}\text{C}(d, p)^{14}\text{C}$ Reaction at $E_d = 15.3$ MeV. Physics of Atomic Nuclei, 2018, Vol. 81, No. 2, pp. 176–182.
7. Огнев В.Ю., Галанина Л.И., Зеленская Н.С. Вклад прямых механизмов передачи нуклонов в спектры протонов в реакции $^{15}\text{N}(\alpha, p)^{18}\text{O}$. Известия РАН, серия физическая, том 82, № 6, с. 748-752.
8. Конобеевский Е.С., Кукулин В.И., Зуев С.В., Каспаров А.А., Мицук В.В., Мордовской М.В., Лебедев В.М., Померанцев В.Н., Спасский А.В. Определение низкоэнергетических параметров NN-взаимодействия в малонуклонных реакциях. ЯФ 2018. Т. 81, №5, С. 555-563. Low-Energy Parameters of Neutron–Neutron Interaction: Analysis of Data Obtained in nd and dd Breakup Reactions. Konobeevski E.S., Zuyev S.V., Kasparov A.A., Kukulin V.I., Lebedev V.M., Mordovskoy M.V., Pomerantsev V.N., Spassky A.V. Physics of Atomic Nuclei, том 81, № 5, с. 595-603.
9. Konobeevski E.S., Afonin A.A., Kasparov A.A., Lebedev V.M., Mitcuk V.V., Mordovskoy M.V., Spassky A.V., Zuyev S.V. Study of light nuclei cluster structure in d - ^9Be interaction. LXVIII international conference «nucleus 2018», Saint-Petersburg, тезисы, с. 84.
10. L. I. Galanina, N. S. Zelenskaya, V. M. Lebedev, N. V. Orlova, A. V. Spassky, I.S. Tyurin. Angular p - γ -correlations in the $^{13}\text{C}(d, p_3)^{14}\text{C}(3^-, 6.73 \text{ MeV})$ reaction. LXVIII International conference «Nucleus 2018», Saint-Petersburg, тезисы, С. 90.
11. L. I. Galanina, N. S. Zelenskaya, V. M. Lebedev, N. V. Orlova, A. V. Spassky. Polarizing characteristics of $^{24}\text{Mg}(2^+)$ nucleus formed in $^{27}\text{Al}(p, \alpha)^{24}\text{Mg}(2^+)$ reaction. LXVIII International conference «Nucleus 2018», Saint-Petersburg, тезисы, С. 164.

12. L. I. Galanina, N. S. Zelenskaya, V. M. Lebedev, V. Yu. Ognev, N. V. Orlova, A. V. Spassky. Role of the heavy stripping mechanism in the formation of α -particles angular distribution in $^{27}\text{Al}(p, \alpha)^{24}\text{Mg}$ reaction. LXVIII International conference «Nucleus 2018», Saint-Petersburg, тезисы, С. 43.
13. K. E. Klementiev, E. G. Maksimov, D. A. Gvozdev, G. V. Tsoraev, F. F. Protopopov, I. V. Elanskaya, S. M. Abramov, M. Yu. Dyakov, V. K. Ilyin, N. A. Nikolaeva, Y. B. Slonimskiy, N. N. Sluchanko1, V. M. Lebedev, A. V. Spassky, T. Friedrich, G. V. Maksimov, V. Z. Paschenko, A. B. Rubin. Radioprotective role of cyanobacterial phycobilisomes. 2018. bioRxiv doi: <http://dx.doi.org/10.1101/281386>. P. 1-19. Konobeevski E.S., Afonin A.A., Kasparov A.A., Lebedev V.M., Mitcuk V.V., Mordovskoy M.V., Spassky A.V., Zuyev S.V. A setup for charged particles and neutrons detection for study p, d and ^4He reactions on light nuclei. LXVIII International conference «Nucleus 2018», Saint-Petersburg, тезисы, с. 83.
14. Платова Н.Г., Лебедев В.М., Спасский А.В., Толочек Р.В., Труханов К.А. Действие малых доз излучения на трассе авиационного полёта и его модификация гипоманнитными условиями на примере семян салата (устный доклад). VIII Международный конгресс "Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине" 10-14 сентября 2018. Санкт-Петербург, Россия, 10 сентября - 14 октября 2018.
15. Trukhanov K.A., Gurieva T.S., Dadasheva O.A., Platova N.G., Lebedev V.M., Spassky A.V. Problem of hypomagnetic conditions at the moon, mars and at manned flights in deep space (Стеновый) COSPAR 2018, Pasadena, California, США, 14-22 июля 2018.
16. Goncharov S. A., Sukhorukov R. V.. An Approximation for the Density Matrix in Calculations of the Mean-Field Potential of the Interaction of Nuclei. Moscow University Physics Bulletin, 2018, v.73, pp.301–305. (DOI 10.3103/S0027134918030074)
17. Belyaeva T.L., Goncharov S.A., Demyanova A.S., Ogloblin A.A., Danilov A.N., Maslov V.A., Sobolev Yu G., Trzaska W., Khlebnikov S.V., Tyurin G.P., Burtebaev N., Janseitov D., Mukhamejanov E.. Neutron halos in excited states of ^{12}B . Phys. Rev. C, 2018, v. 98, 034602, 9 pp. (DOI: 10.3103/ PhysRevC.98.034602).
18. Danilov A.N., Demyanova A.S., Ogloblin A.A., Belyaeva T.L., Goncharov S.A., Sukhorukov R. V., Maslov V.A, Sobolev Yu G., Trzaska W., Khlebnikov S.V., Tyurin G.P., Burtebaev N., Janseitov D., Mukhamejanov E., and Gurov Y.. Search for states with enlarged radii in excited states of ^{12}B . The 3rd International Conference on Particle Physics and Astrophysics, KnE Energy & Physics, 2018, pp. 83–88. (DOI 10.18502/ken.v3i1.1727).
19. Ogloblin A.A., Danilov A.N., Demyanova A.S., Goncharov S.A., Belyaeva T.L., Trzaska W.. Nuclear states with abnormal radii. The 3rd International Conference on Particle Physics and Astrophysics, KnE Energy & Physics, 2018, pp.10–20. (DOI 10.18502/ken.v3i1.1716).
20. Demyanova A.S., Ogloblin A.A., Danilov A.N., Belyaeva T.L., Goncharov S.A., Terehin P.N., Sukhorukov R.V., Possible existence of neutron-proton halo in ^6Li . The 3rd International Conference on Particle Physics and Astrophysics, KnE Energy & Physics, 2018, pp.1–9. (DOI 10.18502/ken.v3i1.1715).
21. L. Agureev, S. Savushkina, A. Ashmarin, A. Borisov, A. Apelfeld, K. Anikin, Tkachenko N., M. Gerasimov, A. Shcherbakov, V. Ignatenko, N. Bogdashkina Study of Plasma

Electrolytic Oxidation Coatings on Aluminum Composites METALS, 2018, том 8, № 6

22. Yuminov O.A., Drozdov V.A., Bondarenko D.A., Eremenko D.O., Murashev A.N., Platonov S.Yu, Pashalov A.A., Fotina O.V. The Effect of a Iodine-Free Diet on the Pharmacokinetics of the ^{211}At Preparation. *Moscow University Physics Bulletin*, издательство Allerton Press (New York, N.Y., United States), 2018 том 73, № 4, с. 401-404 DOI
23. Юминов О.А., Бондаренко Д.А., Дроздов В.А., Еременко Д.О., Мурашев А.Н., Платонов С.Ю., Фотина О.В. Фармакокинетика ^{211}At при безйодовой диете. в журнале *Успехи молекулярной онкологии*, 2018 том 5, № 4, с. 97-98

Рис. 1



(Colour online) Proton single-particle energies $E_{n,lj}^{\pi}$ (a) and occupation probabilities $N_{n,lj}^{\pi}$ (b) of Si isotopes. The error bars reflect the evaluation uncertainty.

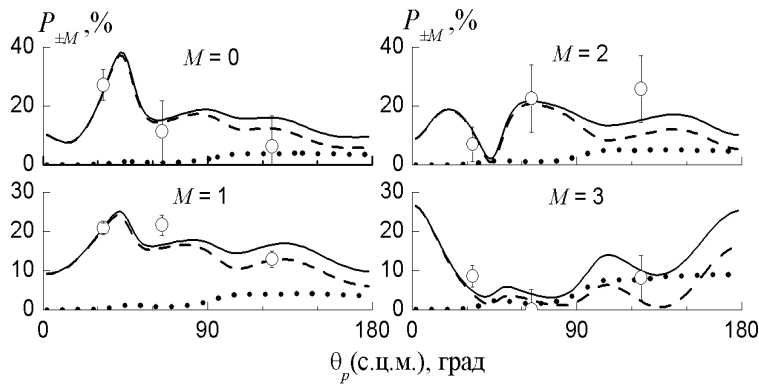


Рис. 2. Угловые зависимости заселенностей магнитных подсостояний ядра $^{14}\text{C}(3^-, 6.73 \text{ МэВ})$, образованного в реакции $^{13}\text{C}(d, p_3)^{14}\text{C}$ при $E_d = 15.3 \text{ МэВ}$. Кружки – эксперимент, пунктир – срыв нейтрона, точечная – вклад механизма составного ядра, сплошная – сумма этих кривых.

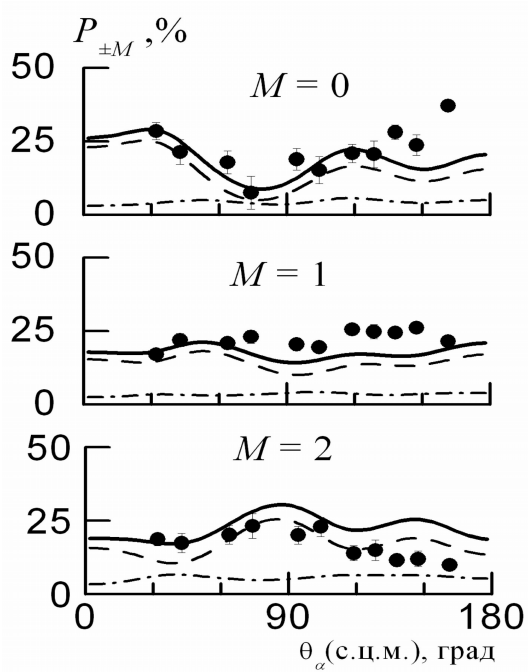


Рис. 3. Угловые зависимости заселенностей магнитных подуровней M ядра $^{24}\text{Mg}(2^+)$. Точки – эксперимент, пунктир – подхват тритона, штрих-пунктир – механизм составного ядра, сплошная – сумма этих кривых



Рис. 4.