

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования Московской области
«Международный университет природы, общества и человека «Дубна»
(Университет «Дубна»)
Факультет естественных и инженерных наук

Кафедра Ядерной физики

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

«Специальный физический практикум по ядерной физике»

Для направления (специальности) _____

по направлению 010700 – физика

(код и наименование направления (специальности))

Дубна, 2011 г.

УМК разработан _____ д. ф.-м. н., профессором Загребаевым В. И. _____
(ученая степень, ученое звание, фамилия, имя, отчество разработчиков)

Протокол заседания кафедры **ядерной физики** № _____ от _____

Заведующий кафедрой д. ф.-м. н. профессор / _____ / Оганесян Ю.Ц.

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета естественных и инженерных наук _____ / А.С. Деникин /
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

“ _____ ” _____ 20 _____ г.

Проректор по учебной работе

к.х.н., доцент С.В. Моржухина

“ _____ ” _____ 20 _____ г.

Оглавление

Пояснительная записка.....	4
КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН (РАБОЧАЯ ПРОГРАММА)	5
ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
1. Выписка из ГОС ВПО.....	12
2. Аннотация.....	12
3. Цели и задачи дисциплины.....	13
4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины.....	13
5. Объем дисциплины и виды учебной работы.....	13
6. Разделы (темы) дисциплины.....	14
Содержание разделов дисциплины.....	14
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	16
Основная литература.....	16
Дополнительная литература:.....	16
Периодические издания:.....	16
Справочные ресурсы и материалы в Интернет:.....	17
Перечень программного обеспечения.....	17
Интернет–ресурсы:.....	18
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	18
9. Формы контроля и оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.....	18
Перечень примерных тем заданий КСР на 1 семестр.....	18
Перечень примерных тем заданий КСР на 2 семестр.....	19
10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.....	20
Методические рекомендации преподавателю.....	20
Методические указания студентам.....	21

Пояснительная записка

Курс предлагается для изучения в магистратуре «Физика ядра и элементарных частиц» десятом и одиннадцатом семестрах.

Целью курса «Специальный физический практикум по ядерной физике» является получение студентами дополнительных сведений о структуре ядер и ядерных реакциях.

В ходе изучения данного курса студент должен развить представления о компьютерных методах моделирования физических процессов в атомных ядрах, в том числе при ядерных реакциях, а также о взаимодействии тяжелых ионов с веществом,.

При разработке учебно-методического комплекса «Специальный физический практикум по ядерной физике» особое внимание уделялось тому, чтобы его содержание было ориентировано на изложение материала с учетом экспериментальных методов фундаментальных эффектов в области ядерной физики и современного состояния ядерной физики, а также с использованием современных компьютерных и Интернет технологий при организации учебного процесса и самостоятельной работы студентов.

Изучение дисциплины «Специальный физический практикум по ядерной физике» способствует расширению знаний, полученных при изучении основных дисциплин «Деление атомных ядер» (10 семестр), «Методика ядерно-физического эксперимента» и «Реакции с нейтронами и гамма распады ядер» «Альфа, бета распады ядер» (9 семестр).

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН (РАБОЧАЯ ПРОГРАММА)

проректор.....С.В.Моржухина

Учебно-методическая карта дисциплины «Факультатив по ядерной физике»

“.....”2011г.

Кафедра Ядерной физики.....направление: Физика Магистерская программа «Физика ядра и элементарных частиц»

.....курс...5...семестр...10...2011/2012 учебного года, учебный план 2011г.

Номера и даты недель	Виды и содержание учебных занятий											Самостоятельная работа студентов			
	Лекции (час. в неделю)*						Практические занятия (час. в неделю)	Лабораторные работы (час. в неделю)							
	В аудитории			Самостоятельное изучение				№	Название	Вид зан.	Содержание	Часы	Форма контроля		
Даты лекций	Часы	Содержание	Использ. ТСО**	Содержание и раздел учебника (глава, параграф)	Форма контроля										
1 нед.					[5], гл. 3, §3.1				Р	Сглаживание экспериментальных данных.	5	К			
2 нед.					[5], гл. 3, §3.1				Р	Сглаживание экспериментальных данных.	4	К			
3 нед.					[5], гл. 3, §3.1				Р	Сглаживание экспериментальных данных.	5	К			
4 нед.					[1], гл. 2, §. 17,18, гл. 7, §. 60-62;				Р	Туннельный эффект	4	К			
5 нед.					[3], гл. 9, § 71-73; [4], гл. 6 § 1-3				Р	Радиоактивность и альфа-распад	5	К			
6 нед.					Дополнительная литература				Р	Слияние и деление атомных ядер	4	К			
7 нед.					[3], гл. 14, § 93-96; [4], гл. 10 § 1-3. Дополнительная литература.				Р	Деление атомных ядер	5	К			
8 нед.					Дополнительная литература.				Р	Упругое рассеяние медленных нейтронов на атомных ядрах	4	К			
9 нед.					Дополнительная литература.				Р	Упругое рассеяние медленных нейтронов на атомных ядрах	5	К			
10 нед.					Дополнительная литература.				Р	Упругое рассеяние медленных нейтронов на атомных ядрах	4				
11 нед.					[3], гл. 3, § 78; [4], гл. 3 § 4.				Р	Оболочечная модель ядра	5	К			

12 нед.					[3], гл. 3, § 78; [4], гл. 3 § 4.					Р	Оболочечная модель ядра	5	К
13 нед.					[3], гл. 3, § 78; [4], гл. 3 § 4. Дополнительная литература.					Р	Оболочечная модель ядра	5	К
										А Л			
										Р, Т П		60	

УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА (ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ)

№	Название, автор, год издания	Примечания
1	Д.В. Сивухин Курс общей физики. Том V: Атомная и ядерная физика, Москва Физматлит, 2011.	
2	Субатомная физика: Вопросы. Задачи. Факты: Учебное пособие /Под. ред. Б.С.Ишханова. - М.: Издательство Московского университета, 1994..	
3	Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том 5, Атомная и ядерная физика. М.- ФИЗМАТЛИТ, 2011	
4	Ю.М. Широков и Н.П. Юдин. Ядерная физика. М.: Наука, 1972.	
5	Марчук Г.И. Методы вычислительной математики: Учебное пособие для вузов. - М.: Наука, 1977.	

Виды заданий:

А – задание к практич. занятиям
Л – задание к лабор. занятиям
Р – расчетное задание
Т – типовой расчет
П – курсовой проект
К – контрольная или проверочная работа

.....курс....6...семестр...11...2011/2012 учебного года, учебный план 2011г.

Номера и даты недель	Виды и содержание учебных занятий										Самостоятельная работа студентов		
	Лекции (час. в неделю)*						Практические занятия (час. в неделю)	Лабораторные работы (час. в неделю)					
	В аудитоии			Самостоятельное изучение				№	Название	Вид задан.	Содержание	Часы	Форма контроля
	Даты лекций	Часы	Содержание	Использ. ТСО**	Содержание и раздел учебника (глава, параграф)	Форма контроля							
1 нед.					[3], гл. 10, § 77; [4], гл. 3 § 3,5,6.				Р	Коллективные свойства ядер.	5	К	
2 нед.					Дополнительная литература.				Р	Квазиклассическая модель диссипативных процессов GRAZING	5	К	
3 нед.					Дополнительная литература.				Р	Метод сильной связи каналов	5	К	
4 нед.					Дополнительная литература..				Р	Метод сильной связи каналов	5	К	
5 нед.					Дополнительная литература..				Р	Слияние атомных ядер и метод сильной связи каналов	5	К	
6 нед.					Дополнительная литература.				Р	Энергия связи и оболочечные поправки	5	К	
7 нед.					Дополнительная литература.				Р	Параметризация формы делящихся и сливающихся ядер.	5	К	
8 нед.					1, гл. 10, § 77; 5, гл. 3 § 3,5,6.				Р	Использование разложений по системе функций	5	К	
9 нед.					Дополнительная литература.				Р	Использование разложений по функциям Бесселя	5	К	
10 нед.					Дополнительная литература.				Р	Квазиклассическая модель нуклонных передач GRAZING	5		
11 нед.					[5], гл. 5, § 5.3 Дополнительная литература.				Р	Нестационарный квантовый подход для описания нуклонных передач	5	К	

12 нед.			Зачет		Подготовка по лекциям							

А			
Л		55	
Р, Т П			

УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА (ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ)

№	Название, автор, год издания	Примечания
1	Д.В. Сивухин Курс общей физики. Том V: Атомная и ядерная физика, Москва Физматлит, 2011.	
2	Субатомная физика: Вопросы. Задачи. Факты: Учебное пособие /Под. ред. Б.С.Ишханова. - М.: Издательство Московского университета, 1994..	
3	Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том 5, Атомная и ядерная физика. М.- ФИЗМАТЛИТ, 2011	
4	Ю.М. Широков и Н.П. Юдин. Ядерная физика. М.: Наука, 1972.	
5	Марчук Г.И. Методы вычислительной математики: Учебное пособие для вузов. - М.: Наука, 1977.	

Виды заданий:

- А – задание к практич. занятиям
- Л – задание к лабор. занятиям
- Р – расчетное задание
- Т – типовой расчет
- П – курсовой проект
- К – контрольная или проверочная работа

Дата 01.09.2011 г.

Преподаватель _____ Загребаев В.И..

"Утверждаю"

Зав. кафедрой _____ Оганесян Ю.Ц.

**Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования Московской области «Международный
университет природы, общества и человека «Дубна»
(университет «Дубна»)**

**Факультет естественных и инженерных наук
Кафедра ядерной физики**

УТВЕРЖДАЮ
проректор по учебной работе

_____ С.В. Моржухина

« ____ » _____ 20 ____ г.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Специальный физический практикум по ядерной физике»

(наименование дисциплины)

по направлению 010700 – «Физика»

Магистерская программа «Физика ядра и элементарных частиц»

(№, наименование направления, специальности)

Форма обучения: дневная

Уровень подготовки: бакалавр

Курс (семестр): 4 (7,8)

г. Дубна, 2011 г.

Автор программы:

д. ф.-м. н. профессор Загребаев В.И.

профессор кафедры “Ядерная физика” / _____ /

(подпись)

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и учебным планом по направлению подготовки (специальности)

010700 – физика

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Программа рассмотрена на заседании кафедры “Ядерная физика”
(название кафедры)

Протокол заседания № _____ от “_____” _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой д. ф.-м. н. профессор / _____ / Оганесян Ю.Ц.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета естественных и инженерных наук _____ / А.С. Деникин /
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

“_____” _____ 20____ г.

Рецензент _____

(ученая степень, ученое звание, Ф.И.О., место работы, должность)

Руководитель библиотечной системы / _____ / Черепанова В.Г.

Содержание

1. Выписка из ГОС ВПО	12
2. Аннотация.....	12
3. Цели и задачи дисциплины.....	13
4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины.	13
5. Объем дисциплины и виды учебной работы.....	13
6. Разделы (темы) дисциплины.....	14
Содержание разделов дисциплины	14
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.	16
Основная литература	16
Дополнительная литература:	16
Периодические издания:.....	16
Справочные ресурсы и материалы в Интернет:	17
Перечень программного обеспечения.....	17
Интернет–ресурсы:	18
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины	18
9. Формы контроля и оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.....	18
Перечень примерных тем заданий КСР на 1 семестр	18
Перечень примерных тем заданий КСР на 2 семестр	19
10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.....	20
Методические рекомендации преподавателю	20
Методические указания студентам	21

1. Выписка из ГОС ВПО

Выписка из государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования. Специальность 010700 Физика. Квалификация – физик. Регистрационный N 172ен/сп (утв. Минобразованием РФ 17.03.2000г.).

СДМ..00	Специальные дисциплины	160
	Специальный физический практикум Лабораторные работы, связанные с изучением экспериментальными методами фундаментальных эффектов и явлений по областям физики и в соответствии с перечнем магистерской программ	

2. Аннотация

Место курса в профессиональной подготовке бакалавров

Дисциплина «Факультатив по ядерной физике» относится к циклу дисциплин специализации. До дисциплины «Факультатив по ядерной физике» студенты изучили раздел курса общей физики «Ядерная физика», раздел курса теоретической физики «Квантовая теория» и специальные дисциплины профессионального цикла: «Теория атомных ядер и ядерные модели», «Взаимодействие излучения с веществом» а также некоторые разделы математических дисциплин, включая дифференциальное и интегральное исчисление. В качестве входных знаний студенты должны владеть основными законами классической и квантовой физики. Освоение дисциплины «Факультатив по ядерной физике» может быть полезно для подготовки к выполнению бакалаврской работы, а впоследствии и магистерской работы.

Методы обучения (в т.ч. инновационные)

Преподавание дисциплины «Факультатив по ядерной физике» предусматривает активное использование следующих методов обучения: мультимедийных презентаций с представлением экспериментальных данных и компьютерных расчетов; в т.ч. инновационных методов: интерактивной работой с базой знаний ЛЯР ОИЯИ по низкоэнергетическим ядерным реакциям – Интернет-сервером “Nuclear Reaction Video”, применением других образовательных Интернет-ресурсов.

Требования к студентам

В качестве входных знаний студенты должны владеть основными законами квантовой физики, знать основные свойства атомных ядер, основные типы ядерных реакций, методы их теоретического исследования, иметь навыки программирования на языках C++ и/или фортран. Важно владение английским языком для чтения статей из иностранных журналов по тематике ядерной физики.

Виды контроля и формы работ студентов:
защиты отчетов по КСР.

Методика формирования результирующей оценки.

Для оценки результатов деятельности студента по изучению дисциплины используется три показателя:

- своевременность выполнения заданий КСР,
- оформление отчета по КСР,
- уровень объяснений содержания программ при защите отчетов по КСР.

3. Цели и задачи дисциплины.

Цели освоения дисциплины:

- расширение возможностей студентов в компьютерном моделировании ядерно-физических процессов;
- закрепления навыков численного решения уравнений Шредингера при описании свойств атомных ядер и расчетах сечений упругого рассеяния нейтронов на ядрах и сечений низкоэнергетических ядерных реакций;
- дополнение сведений о моделях атомных ядер и подходах для описания ядро-ядерных столкновений.

Задачи освоения дисциплины:

- развить у студентов навыки программирования на языках C++ и/или фортран для компьютерного моделирования ядерных явлений и реакций, подготовки графического материала для научных сообщений и рефератов в области физики,
- научить студентов применению программ на языках C++ и/или фортран для интерполяции и сглаживания экспериментальных данных.

4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: основные методы численного решения стационарного и нестационарного уравнения Шредингера и простейшие примеры их применения для описания ядерно-физических процессов и прохождения тяжелых ионов через вещество.

Уметь: выполнять интерполяцию и сглаживание экспериментальных данных.

Владеть навыками: использования программирования на языках C++ и/или фортран для решения задач, связанных с обработкой данных ядерно-физических экспериментов и моделированием ядерно-физических процессов.

Приобрести опыт деятельности: представления результатов расчетов, выполненных в C++ и/или фортран, для научных сообщений с учетом последующего выполнения курсовых, бакалаврских и магистерских работ.

5. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		10	11
Общая трудоемкость дисциплины	115	60	55
Аудиторные занятия			
Лекции			
Практические занятия (Семинары)			
Лабораторные работы			
КСР	48	26	22
Самостоятельная работа	67	34	33
Вид итогового контроля (зачет)			зачет

6. Разделы (темы) дисциплины.

Семестр	№ п/п	Раздел (тема) дисциплины, содержание	КСР	СР
10	1	Сглаживание экспериментальных данных.	5	6
10	2	Туннельный эффект. Радиоактивность. Слияние и деление атомных ядер.	5	6
10	3	Упругое рассеяние медленных нейтронов на атомных ядрах	5	6
10	4	Оболочечная модель сферических ядер	5	8
10	5	Одномерное нестационарное уравнение Шредингера	6	8
		Всего	26	34
11	1	Метод сильной связи каналов. Коллективные состояния.	5	8
11	2	Оболочечная модель деформированных ядер и двуцентровых систем	5	9
11	3	Нуклонные передачи при ядерных реакциях	6	8
11	4	Перезарядка и зарядовые состояния тяжелых ионов при прохождении через вещество.	6	8
		Всего	22	33

Содержание разделов дисциплины

1 семестр

Раздел 1. Сглаживание экспериментальных данных

Сплаины. Интерполяция сплайнами. Применение метода прогонки для решения систем линейных уравнений с трехдиагональной матрицей. Интерполяция сплайнами со сглаживанием. Применение метода Гаусса для решения систем линейных уравнений с пятидиагональной матрицей. Дифференцирование сглаженной кривой. Физический пример – функция распределения по барьерам для низкоэнергетических реакций слияния тяжелых атомных ядер

Раздел 2. Туннельный эффект. Радиоактивность. Слияние и деление атомных ядер.

Разностная аппроксимация одномерного уравнения Шредингера и граничных условий. Применение метода прогонки для решения разностной системы с трехдиагональной матрицей. Параболический барьер. Резонансное туннелирование.

Граничные условия на бесконечности для заряженных частиц и волновые функции Кулона. Туннельный эффект при альфа-распаде атомных ядер, протонной и кластерной радиоактивности и при слиянии атомных ядер Туннельный эффект при спонтанном делении атомных ядер.

Раздел 3. Упругое рассеяние медленных нейтронов на атомных ядрах

Разностная аппроксимация радиального уравнения Шредингера и граничных условий. Применение метода прогонки для решения разностной системы с

трехдиагональной матрицей. Расчет фазы, длины рассеяния и сечения рассеяния. Вычисление волновой функции нейтронов.

Раздел 4. Оболочечная модель сферических ядер

Оболочечная модель ядра. Физическое обоснование оболочечной модели ядра. Потенциал среднего ядерного поля. Спин-орбитальное взаимодействие.

Разностная аппроксимация радиального уравнения Шредингера и ее сведение к задаче о собственных значениях трехдиагональной матрицы. Применение метода деления отрезка пополам для нахождения одночастичных уровней энергий. Вычисление радиальных и полных волновых функций нуклонов.

Раздел 5. Одномерное нестационарное уравнение Шредингера.

Разностная аппроксимация одномерного нестационарного уравнения Шредингера. Неявные разностные схемы и схемы Кранка-Николсона. Устойчивость разностных схем. Волновые пакеты и стационарные состояния. Когерентные состояния в осциллирующем потенциале. Одномерная модель нуклонных передач.

2 семестр

Раздел 1. Метод сильной связи каналов. Коллективные состояния.

Коллективные свойства ядер. Модель жидкой капли. Деформация ядер. Колебательные и вращательные состояния ядер. Квазиклассическая модель диссипативных процессов GRAZING.

Уравнения и граничные условия метода сильной связи каналов. Разностная аппроксимация уравнения и граничные условия метода сильной связи каналов. Решение системы разностных уравнений с ленточной матрицей. Расчеты сечений слияния атомных ядер в программе CCFULL и на научном сервере по низкоэнергетическим ядерным реакциям Nuclear Reaction Video.

Коллективные состояния в системе двух ядер. Функция распределения по барьерам при слиянии тяжелых атомных ядер.

Раздел 2. Оболочечная модель деформированных ядер и двуцентровых систем.

Энергия связи и оболочечные поправки для деформированных и делящихся ядер. Изомеры и двугорбый барьер деления ядер. Параметризация формы делящихся и сливающихся ядер.

Использование разложений по системе функций при решении уравнения Шредингера для деформированных ядер и двуцентровых систем. Расчеты одночастичных состояний на научном сервере по низкоэнергетическим ядерным реакциям Nuclear Reaction Video.

Использование разложений по функциям Бесселя в сочетании с методом конечных разностей.

Раздел 3. Нуклонные передачи при ядерных реакциях.

Квазиклассическая модель нуклонных передач GRAZING. Вероятности, формфакторы и сечения передач. Обзор экспериментальных данных.

Нестационарный квантовый подход для описания нуклонных передач. Решение трехмерного нестационарного уравнения Шредингера без учета и с учетом спин-орбитального взаимодействия.

Влияние нуклонных передач на вероятность слияния ядер в нестационарном и стационарном подходах.

Раздел 4. Перезарядка и зарядовые состояния тяжелых ионов при прохождении через вещество.

Оболочечная модель нейтрального атома и иона. Волновые функции Слетера. Равновесные зарядовые состояния и эффективный заряд. Зарядовые состояния каналированных ионов и эффект Огорокова.

Перезарядка при ион-атомных столкновениях. Нестационарная модель перезарядки.

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

Основная литература

1. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Н. П. Юдин. Частицы и атомные ядра, М., Издательство ЛКИ, 2007
2. Субатомная физика: Вопросы. Задачи. Факты: Учебное пособие /Под. ред. Б.С.Ишханова. - М.: Издательство Московского университета, 1994. - 224с.
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том 5, Атомная и ядерная физика. М.-ФИЗМАТЛИТ, 2011
4. Ю.М. Широков и Н.П. Юдин. Ядерная физика. М.: Наука, 1972.
5. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики: Учебное пособие для вузов. - М.: Наука, 1977. - 456с.

Дополнительная литература:

1. Поликанов С.М. Изомерия формы атомных ядер / Поликанов Сергей Михайлович. - М.: Атомиздат, 1977. - 200с. – 1 шт
2. Калинин Б.Н. Некоторые вопросы теории ядра и ядерных реакций / Калинин Б.Н. - Алматы, 2011. - 202с. – 3 шт
3. Шевелев А.К. Структура ядра / Шевелев Александр Киприянович. - М.: КомКнига, 2006. - 312с. 1 шт
4. Бете Г. Элементарная теория ядра / Бете Г., Моррисон Ф.; Пер.с англ. О.А.Владимировой; Под ред. В.Б.Берестецкого. - М.: Иностранная литература, 1958. - 356с.
5. Нерсесов Э.А. Основные законы атомной и ядерной физики: Учебное пособие / Нерсесов Эдуард Аристаркесович. - М.: Высшая школа, 1988. - 288с.: 1 шт.
6. Ядерная энциклопедия / Авт. и гл.ред. А.А.Ярошинская. - М.: Благотворительный фонд Ярошинской, 1996. - 656с.: ил.
7. Адлер И. Внутри ядра / Адлер Ирвинг; Пер.с англ. Г.А.Васильева, В.А.Кучеряева, Ю.В.Орлова. - М.: Атомиздат, 1968. - 152с.
8. Загребаев В.И., Самарин В.В. Околобарьерное слияние тяжелых ядер. Связь каналов. // Ядерная физика. 2005. Т. 67, N 8. С. 1488-1502.
9. Самарин В.В. Двойные ядерные системы при энергиях вблизи Кулоновского барьера. // Ядерная физика. 2009. Т. 72, N 10. С. 1740-1752.
10. Загребаев В.И., Самарин В.В. Роль нейтронов в слиянии атомных ядер // Ядерная физика. 2007. Т. 70 N 6. С. 1038-1051.
11. Самарин В.В. Нуклонные состояния сильнодеформированных ядер и двойных ядерных систем в неосцилляторной двухцентровой модели. // Ядерная физика. 2010, том 73, №8, с. 1461–1473
- 12.

Периодические издания:

1. Ядерная физика / Учредитель: РАН; Гл.ред. Ю.Г. Абов. - М. : Наука. - Журнал, выходит 1 раз в месяц. - Основан в 1965 году.

Справочные ресурсы и материалы в Интернет:

1. <http://nr.v.jinr.ru/nrv>
2. <http://nuclphys.sinp.msu.ru/>
3. <http://theory.asu.ru/>
4. <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/phys.html>
5. http://www.srcc.msu.su/num_anal/
6. <http://www.cultinfo.ru/fulltext/>

Перечень программного обеспечения

1. Математические пакеты и системы: Maple V R4 (свободная версия для вузов), SMath Studio (не требует лицензии) или MathCAD.
2. Система Open Watcom Fortran или Open Watcom C++ или Microsoft Visual Studio - Visual C++ (не требуют лицензии), Microsoft Visual Fortran или Compaq Visual Fortran.
3. Программы научной графики: Origin (свободная версия MicroCal Origin 3.0 или др.)
4. База знаний по низкоэнергетическим ядерным реакциям Nuclear Reaction Video /FLNR, JINR/ (см. рис. 1,2,3), <http://nr.v.jinr.ru/nrv/>

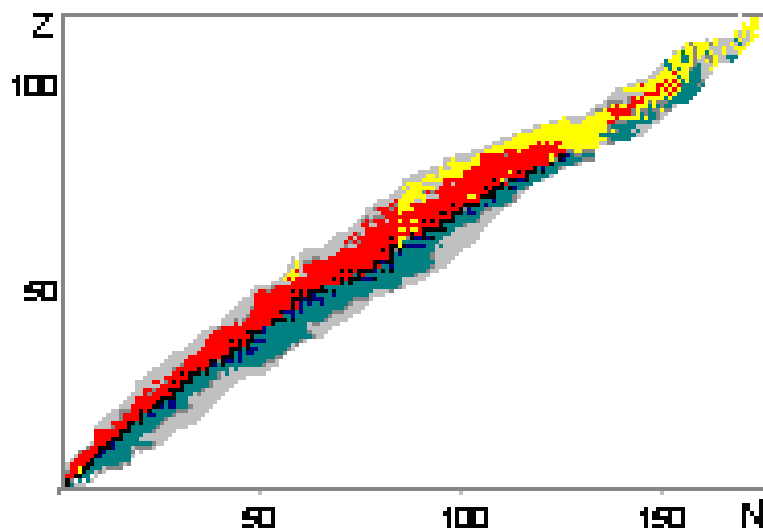


Рис. 1 Карта атомных ядер в базе знаний по низкоэнергетическим ядерным реакциям Nuclear Reaction Video /FLNR, JINR/

Nucleus	Binding energy (MeV)			Radius ^(4,5,6) (fm) & Deformation ⁽⁵⁾	
¹⁹⁷₇₉Au¹¹⁸ Gold	Experiment [1]	Theory [3]	Sh.corr. [3]	$\langle r_{ch}^2 \rangle^{1/2} = 5.4379 \pm 0.0046$ [4]	
J(π)=3/2+	-31.157 (29)	-30.810		$\beta_2 = -0.131$	
T _{1/2} =6.34e+9 y				$\beta_3 =$	
Abundance: 100%	BE	1559.401	1559.054	-5.560	$\beta_4 = -0.031$
	BE/A	7.916	7.914		$\beta_5 = 0.007$
Excited States click on a plot to process it	Known and possible Decays			Q-values (keV)	
855.5 keV 9/2+ ————— 2.67 ps				α - decay 954.40	
736.7 keV 7/2+ ————— 1.09 ps				β ⁻ - decay -599.66	
583.0 keV				β ⁺ - decay -1740.94	
547.5 keV 7/2+ ————— 4.61 ps				e-capture -718.94	
502.5 keV 5/2+ ————— 1.77 ps				1p - sep.en. -5783.10	
409.1 keV 11/2- ————— 7.73 s				2p - sep.en. -14042.60	
228.8 keV 5/2+ ————— 18.98 ps				1n - sep.en. -8071.10	
77.3 keV 1/2+ ————— 1.91 ns				2n - sep.en. -14714.00	
0.0 keV 3/2+ ————— 6.34e+9 y				2β ⁻ - decay -2779.93	
				β ⁻ ,n -7384.96	
	β ⁻ ,2n -16223.56				
	β ⁻ ,d -11707.06				
	β ⁻ ,t -13819.76				
	β ⁻ ,α 897.84				
	β ⁻ ,n,α -5357.66				
	EC,p -8992.03				
	EC,2p -16045.04				
	EC,α -186.14				

Рис. 2. Пример информации об атомном ядре ¹⁹⁷Au в базе знаний по низкоэнергетическим ядерным реакциям Nuclear Reaction Video /FLNR, JINR/

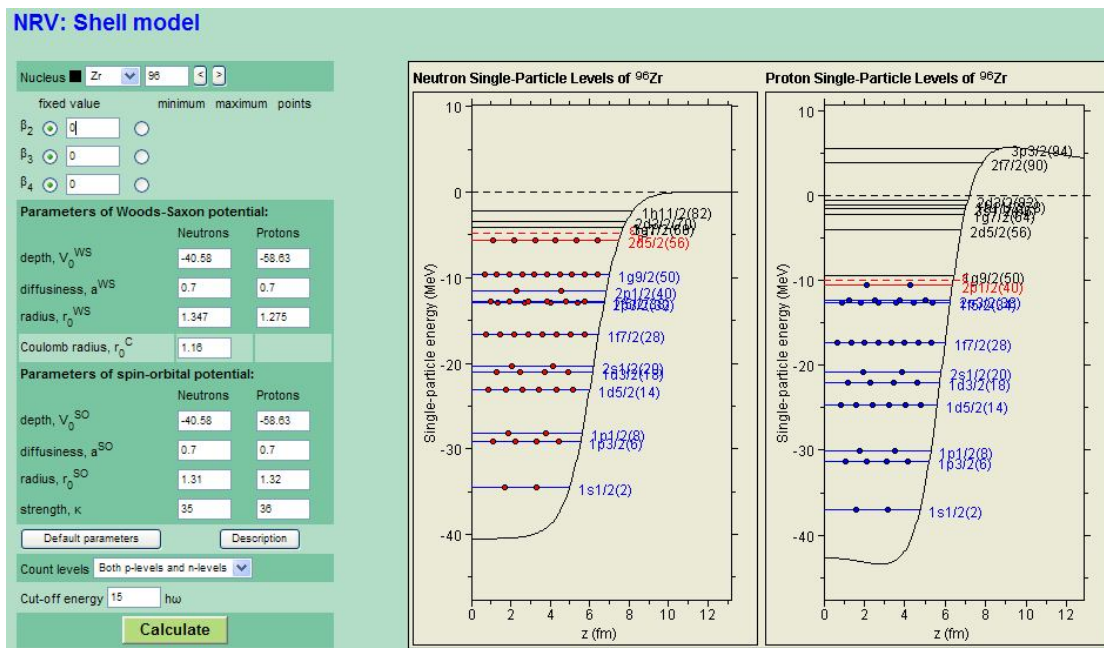


Рис. 3. Пример построения на экране монитора схемы расположения уровней с графиками потенциалов для ядра ^{96}Zr .

Интернет–ресурсы:

1. <http://nrv.jinr.ru/nrv>
2. <http://nuclphys.sinp.msu.ru/>
3. <http://theory.asu.ru/>
4. <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/phys.html>
5. http://www.srcc.msu.su/num_anal/
6. <http://www.cultinfo.ru/fulltext/>
7. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
8. <http://window.edu.ru/window>
9. Википедия : <http://wiki.web.ru>
10. Полнотекстовая база данных для университета «Дубна». Сайт библиотеки: <http://lib.uni-dubna.ru/biblweb>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. мультимедийный проектор;
2. иллюстративный материал в форме компьютерных презентаций и образовательных материалов из Интернет;
3. персональные компьютеры или ноутбуки с доступом в Интернет.

9. Формы контроля и оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Перечень примерных тем заданий КСР на 1 семестр

Тема 1. Интерполяция и сглаживание данных.

1. Интерполяция сплайнами.
2. Сглаживание сплайнами.
3. Дифференцирование сглаженной кривой.
4. Восстановление функции распределения по барьерам слияния из экспериментальных данных.

Тема 2. Туннельный эффект.

1. Расчет проницаемости и волновой функции для прямоугольного барьера.
2. Расчет проницаемости и волновой функции для параболического барьера.
3. Расчет проницаемости и волновой функции для барьера в виде гауссова колокола.
4. Расчет проницаемости и волновой функции для резонансного туннелирования.
5. Расчет проницаемости и волновой функции для альфа-частиц при альфа-распаде.
6. Расчет проницаемости и волновой функции для протонов при протонной радиоактивности.
7. Расчет проницаемости и волновой функции для кластеров при кластерной радиоактивности.
8. Расчет проницаемости и волновой функции для слияния ядер неизменной сферической формы.

Тема 3. Упругое рассеяние медленных нейтронов на атомных ядрах и нуклонные состояния в сферических ядрах

1. Расчет фазы, длины рассеяния и сечения рассеяния нейтронов на легких ядрах и энергий s-уровней нейтронов в ядрах.
2. Расчет фазы, длины рассеяния и сечения рассеяния нейтронов на средних ядрах и энергий s-уровней нейтронов в ядрах.
3. Расчет фазы, длины рассеяния и сечения рассеяния нейтронов на тяжелых ядрах и энергий s-уровней нейтронов в ядрах.
4. Расчеты уровней энергии и волновых функций нейтронов и протонов в стабильных ядрах.
5. Расчеты уровней энергии и волновых функций нейтронов и протонов в экзотических ядрах с гало из внешних нуклонов.
6. Расчеты уровней энергии и волновых функций нейтронов и протонов в нейтроноизбыточных ядрах и оценка нейтронной границы устойчивости ядер (drip-line).
7. Расчеты уровней энергии и волновых функций нейтронов и протонов в протоноизбыточных ядрах и оценка протонной границы устойчивости ядер (drip-line).
8. Расчеты уровней энергии и волновых функций нейтронов и протонов в сверхтяжелых ядрах и оценка границы стабильности ядер.

Тема 4. Одномерное нестационарное уравнение Шредингера.

1. Расчет проницаемости и волновой функции для столкновения волнового пакета с прямоугольным барьером.
2. Расчет проницаемости и волновой функции для столкновения волнового пакета с параболическим барьером.
3. Расчет проницаемости и волновой функции для столкновения волнового пакета с барьером в виде гауссова колокола.
4. Расчет проницаемости и волновой функции для столкновения волнового пакета с барьером в условиях резонансного туннелирования.
5. Расчет эволюции стационарных состояний в осцилляторном потенциале.
6. Расчет эволюции когерентных состояний в осцилляторном потенциале.

Перечень примерных тем заданий КСР на 2 семестр

Тема 1. Метод сильной связи каналов. Коллективные состояния.

1. Расчеты энергетических распределений ядер в выходных каналах ядерной реакции с помощью программы GRAZING.
2. Решение уравнений сильной связи каналов для одномерного движения.

3. Решение уравнений сильной связи каналов для радиального движения с нулевым моментом.
4. Решение уравнений сильной связи каналов для радиального движения с ненулевым моментом.
5. Расчеты сечения захвата ядер с помощью программы CCFULL.
6. Расчеты сечения захвата ядер с помощью научного сервера по низкоэнергетическим ядерным реакциям Nuclear Reaction Video.

Тема 2. Оболочечная модель деформированных ядер и двуцентровых систем.

1. Построение формы формы делящихся и сливающихся ядер в различных параметризациях.
2. Расчеты одночастичных состояний на научном сервере по низкоэнергетическим ядерным реакциям Nuclear Reaction Video.

Тема 3. Нуклонные передачи при ядерных реакциях.

1. Расчеты сечений нуклонных передач в выходных каналах ядерной реакции с помощью программы GRAZING.
2. Расчеты вероятностей нуклонных передач в одномерной модели передач.
3. Расчеты вероятностей нуклонных передач в трехмерной модели передач без учета спин-орбитального взаимодействия.
4. Расчеты сечений в одномерной модели нуклонных передач.
5. Расчеты сечений в трехмерной модели нуклонных передач без учета спин-орбитального взаимодействия.

Тема 4. Перезарядка и зарядовые состояния тяжелых ионов при прохождении через вещество.

1. Расчеты уровней энергии и волновых функций электронов в оболочечной модели нейтрального атома
2. Расчеты уровней энергии и волновых функций электронов в оболочечной модели иона
3. Расчеты уровней энергии и волновых функций электронов в модели псевдопотенциала.
4. Расчеты вероятностей перезарядки в одномерной модели передач.
5. Расчеты вероятностей перезарядки в трехмерной модели передач.
6. Расчеты сечений перезарядки в одномерной модели нуклонных передач.
7. Расчеты сечений в трехмерной модели перезарядки.
8. Решение уравнения баланса и определение зарядовых распределений тяжелых ионов при прохождении через вещество.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Методические рекомендации преподавателю

Данный курс читается студентам одновременно с изучением спецкурсов «Теория атомных ядер и ядерные модели», «Специальный семинар по физике ядра и ядерным реакциям», «Взаимодействие излучения с веществом». Основной упор делается на умение решать численно стационарное и нестационарное уравнения Шредингера с программированием на языках C++ и/или фортран и представлением результатов в графической форме.

Методические указания студентам

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний и навыков по дисциплине «Факультатив по ядерной физике» и предусматривает изучение отдельных разделов (тем) по рекомендованной литературе, составление, отладку и выполнение программ на языке фортран с последующим составлением и защитой отчета.