

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

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

**«СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЯДЕР»**

направления 011700 «Физика»

Магистерская программа «Физика ядра и элементарных частиц»

г. Дубна, 2011 г.

УМК разработан _____ к. ф.-м. н. доцентом Ю. А. Музычкой _____
(ученая степень, ученое звание, фамилия, имя, отчество разработчиков)

Протокол заседания кафедры **ядерной физики** № _____ от “ _____ ” _____ 20____ г.

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

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
1. Выписка из ГОС ВПО	10
2. Аннотация.....	10
3. Цели и задачи дисциплины.....	11
4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины.....	11
5. Объём дисциплины и виды учебной работы (час):.....	12
6. Разделы (темы) дисциплины.....	12
Содержание разделов дисциплины	12
Семинары (практические занятия)	13
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	13
Основная литература.....	Ошибка! Закладка не определена.
Дополнительная литература:	Ошибка! Закладка не определена.
Периодические издания:	14
Справочные ресурсы и материалы в Интернет:	14
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины	14
9. Формы контроля и оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.....	15
Вопросы к экзамену	15
10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.....	15
Методические рекомендации преподавателю	15
Методические указания студентам.....	15

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Курс изучается на 5 курсе в 9 семестре

Целью курса «Статистическая модель и термодинамические свойства ядер» является углубление основных понятий, современных представлений о составном ядре, образующемся при ядерных реакциях и методов расчета различных характеристик распада составного ядра.

В ходе изучения данного курса студент должен изучить свойства низкоэнергетических ядерных реакций, идущих при столкновении атомных ядер с нейтронами и ядрами.

При разработке учебно-методического комплекса курса «Статистическая модель и термодинамические свойства ядер» особое внимание уделялось тому, чтобы ее содержание было ориентировано на изложение материала с учетом современного состояния предмета, а также с использованием современных компьютерных и Интернет технологий при организации учебного процесса и самостоятельной работы студентов.

По содержанию данная дисциплина является продолжением изученных в рамках подготовки бакалавров раздела «Ядерная физика» естественно-научной дисциплины «Общая физика», дисциплин специализации «Теория атомных ядер и ядерные модели», и «Специальный семинар по физике ядра и ядерным реакциям» и связана с изучаемой одновременно дисциплиной «Ядерные реакции с тяжелыми ионами».

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН (РАБОЧАЯ ПРОГРАММА)

проректор.....С.В.Моржухина

Учебно-методическая карта дисциплины «Статистическая модель и термодинамические свойства ядер»

“.....”.....2011г.

Кафедра Ядерной физики.....направление: Физика.....курс.....5...семестр...9...2011/2012 учебного года, учебный план 2011г.

Номера и даты недель	Виды и содержание учебных занятий						Практические занятия (час .1 в неделю)	Лабораторные работы (час. в неделю)		Самостоятельная работа студентов			
	Лекции (1 час. в неделю)*			Самостоятельное изучение									
	Даты лекций	Часы	Содержание	Исполз. ТСО*	Содержание и раздел учебника (глава, параграф)	Форма контроля		№	Название	Ви д зад ан.	Содержание	Часы	Форма контроля
1 нед.		2	Вводная лекция. Необходимые сведения из термодинамики и статистической физики		5	К					Элементы термодинамики	2	К
2 нед.		2					Элементы термодинамики и статистической физики			А	Элементы статистической физики	2	К
3 нед.		2	Составное ядро		4, гл. 4 § 5-11.	К					Составное ядро	3	К
4 нед.		2					Свойства составного ядра			А	Составное ядро	3	К
5 нед.		2	Плотность уровней составного ядра. Ядерная температура.		4, гл. 4 § 5-11.	К					Плотность уровней составного ядра. Ядерная температура	3	К
6 нед.		2					Плотность уровней составного ядра в модели Ферми-газа			А	Плотность уровней составного ядра. Ядерная температура	3	К
7 нед.		2	Испарение частиц из составного ядра.		4, гл. 4 § 5-11.	К					Испарение частиц из составного ядра.	3	К
8 нед.		2					Испарение частиц из составного ядра в моделях Вайскопфа – Эвинга и Хаузера – Фешбаха.			А	Испарение частиц из составного ядра.	3	К
9 нед.		2	Деление составного ядра		4, гл. 4 § 5-11.	К					Деление составного ядра	3	К

10 нед.	2			6		Деление составного ядра в модели Бора-Уиллера		А	Деление составного ядра	3	К	
11 нед.	2	Угловые распределения частиц, испаряющихся из составного ядра		4, гл. 4 § 5-11.	К				Угловые распределения частиц, испаряющихся из составного ядра	3	К	
12 нед.	2					Угловые распределения частиц, испаряющихся из составного ядра		А	Угловые распределения частиц, испаряющихся из составного ядра	3	К	
13 нед.	2	Угловые распределения осколков деления		4, гл. 4 § 5-11.	К				Угловые распределения осколков деления	3	К	
14 нед.	2					Угловые распределения осколков деления		А	Угловые распределения осколков деления	3	К	
15 нед.	2	Предравновесный распад		4, гл. 4 § 5-11.	К				Предравновесный распад	3	К	
16 нед.	2					Предравновесный распад		А	Предравновесный распад	3	К	
17 нед.	1	Мультифрагментация		4, гл. 4 § 5-11.	К	Мультифрагментация		А	Мультифрагментация.	3	К	
									А Л	Всего	49	
									Р, Т П	Всего		Зачет

Учебная литература (обязательная)

№	Название, автор, год издания	Примечания
1	К.Н. Мухин. Экспериментальная ядерная физика (в трех томах), Т.2. Физика ядерных реакций. СПб., Издательство Лань, 2008	
2	Б.С.Ишханов, Н.П.Юдин, Частицы и атомные ядра, М. Изд. ЛКИ, 2007.	
3	А.К. Шевелев Структура ядра. - М.: КомКнига, 2006.	
4	Ю.М. Широков и Н.П. Юдин. Ядерная физика. М.: Наука, 1972	
5	Иродов И.Е. Физика макросистем: Основные законы: Учебное пособие для вузов / - М.: Физматлит; : Лаборатория Базовых Знаний; СПб.: Невский Диалект, 2001. - 200с	

"Утверждаю"

Дата 01.09.2011 г. Лектор _____ Музыка Ю.А., __ Зав. кафедрой _____ Оганесян Ю.Ц.

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

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

УТВЕРЖДАЮ

проректор по учебной работе

_____ С.В. Моржухина

«_____» _____ 20 г.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
**«СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЯДЕР»**

направления **011700.68 Физика**

Магистерская программа «Физика ядра и элементарных частиц»

Форма обучения: очная

Уровень подготовки: _____ *магистр* _____

Курс (семестр): 5 курс, 9 семестр

г. Дубна, 2011 г.

Автор программы:
Музычка Ю.А.
кандидат физико-математических наук
доцент кафедры «Ядерная физика» _____

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и учебным планом по направлению подготовки 011200.68 Физика

Программа рассмотрена на заседании кафедры «Ядерная физика»

Протокол заседания № _____ от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / Оганесян Ю.Ц. /

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета естественных и инженерных наук _____ / Деникин А.С. /

« ____ » _____ 20__ г.

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

Руководитель библиотечной системы _____ / Черепанова В.Г. /
(подпись) (ФИО)

Содержание

1. Выписка из ГОС ВПО.....	10
2. Аннотация	10
3. Цели и задачи дисциплины.....	11
4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины.....	11
5. Объём дисциплины и виды учебной работы (час):.....	12
6. Разделы (темы) дисциплины.....	12
Содержание разделов дисциплины	12
Семинары (практические занятия).....	13
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	13
Основная литература	Ошибка! Закладка не определена.
Дополнительная литература:	Ошибка! Закладка не определена.
Периодические издания:	14
Справочные ресурсы и материалы в Интернет:.....	14
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	14
9. Формы контроля и оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины	15
Вопросы к экзамену	15
10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины	15
Методические рекомендации преподавателю	15
Методические указания студентам	15

1. Выписка из ГОС ВПО

Выписка из государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования. Специальность 010700 Физика. Квалификация – физик. Регистрационный N 177 ен/маг (утв. Минобразованием РФ 17.03.2000г.).

1.5 Аннотированный перечень магистерских программ:

510401 - Физика ядра и элементарных частиц

Источники, методы регистрации и измерения физических характеристик ядер и элементарных частиц. Взаимодействия частиц. Ядерные реакции и реакторы. Ускорители. Экспериментальное изучение фундаментальных явлений физики микромира. Современные теоретические представления и математические методы исследований в физике ядра и элементарных частиц. Практика научной работы.

Требования к обязательному минимуму содержания специализированной подготовки

СДМ.00	<u>Специальные дисциплины</u>	<u>800</u>
СДМ.01	Специальный физический практикум Лабораторные работы, связанные с изучением экспериментальными методами фундаментальных эффектов и явлений по областям физики в соответствии с перечнем магистерских программ.	160
СДМ.02 и т.д.	Состав и содержание специальных дисциплин определяется требованиями специализации магистра физики при реализации конкретной магистерской программы	500

2. Аннотация

Место курса в профессиональной подготовке магистров

Дисциплина «Статистическая модель и термодинамические свойства ядер» относится к циклу специальных дисциплин. До данной дисциплины студенты изучили бакалаврские курсы: раздел «Ядерная физика» естественно-научной дисциплины «Общая физика» и дисциплины специализации «Теория атомных ядер и ядерные модели» и «Специальный семинар по физике ядра и ядерным реакциям». По содержанию она связана с изучаемой одновременно дисциплиной «Ядерные реакции с тяжелыми ионами».

Методы обучения (в т.ч. инновационные)

Преподавание дисциплины «Статистическая модель и термодинамические свойства ядер» предусматривает активное использование следующих методов обучения: мультимедийных презентаций; в т.ч. инновационных методов: использованием образовательных Интернет-ресурсов.

Требования к студентам

В качестве входных знаний студенты должны владеть основными законами термодинамики, статистической и квантовой физики.

Виды контроля и формы работ студентов:

практические (семинарские) занятия, итоговый контроль – зачет.

Методика формирования результирующей оценки.

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

- участие в аудиторной работе,
- посещение занятий,
- выполнение заданий к практическим занятиям,
- уровень ответов на зачетные вопросы.

3. Цели и задачи дисциплины.

Цели освоения дисциплины:

- приобретение знаний об экспериментальных свойствах и теоретических моделях составного ядра, образующегося при ядерных реакциях;
- ознакомление с основными методами расчета термодинамических характеристик составного ядра и каналах его распада.

Задачи освоения дисциплины:

- освоение методов расчета угловых и энергетических распределений частиц, испущенных составным ядром и продуктов его деления;
- изучение общих свойств низкоэнергетических ядерных реакций, идущих с образованием составного ядра;
- практическое ознакомление с типичными примерами ядерных реакций идущих с образованием составного ядра.

4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: экспериментальные свойства и теоретические модели составного ядра, образующегося при ядерных реакциях.

Уметь: объяснять свойства расчета угловых и энергетических распределений частиц, испущенных составным ядром и продуктов его деления.

Владеть навыками: вычисления плотности уровней, энергии возбуждения и других характеристик составного ядра,.

Приобрести опыт деятельности: практической работы по применению статистической теории для анализа угловых и энергетических распределений частиц, испущенных составным ядром и продуктов его деления.

5. Объем дисциплины и виды учебной работы (час):

Вид занятий	Всего часов	Семестр
		А (10)
Общая трудоемкость	83	83
Аудиторные занятия:	34	34
Лекции	17	17
Практические занятия (ПЗ)	17	17
Самостоятельная работа:	49	49
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	зачет	зачет

6. Разделы (темы) дисциплины.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины, содержание	Лк	ПЗ (С)	СР
1	Введение. Необходимые сведения из статистической физики.	2	2	4
2	Составное ядро	2	2	6
3	Плотность уровней составного ядра	2	2	6
4	Испарение частиц из составного ядра.	2	2	6
5	Деление составного ядра	2	2	6
6	Угловые распределения	4	4	12
7	Предравновесный распад и мультифрагментация	3	3	9
Всего		17	17	49

Содержание разделов дисциплины

1. Введение. Необходимые сведения из статистической физики.

Необходимые сведения из статистической физики: функции распределения, температура, плотности уровней.

2. Составное ядро

Составное ядро. Гипотеза Н.Бора о независимости образования и распада составного ядра. Образование составного ядра.

3. Плотность уровней составного ядра. Ядерная температура.

Фазовое пространство и плотность уровней составного ядра. Роль квазичастичных состояний. Формулы для плотности уровней. Параметр плотности уровней. Влияние оболочечных эффектов. Ядерная температура.

4. Испарение частиц из составного ядра

Испарение частиц из составного ядра. Модель Вайскопфа – Эвинга. Испарительная модель Хаузера – Фешбаха.

5. Деление составного ядра

Переходные состояния. Вероятность деления составного ядра. Модель Бора-Уиллера.

6. Угловые распределения

Зависимость плотности состояний от углового момента. Угловые распределения частиц, испаряющихся из составного ядра. Угловые распределения осколков деления.

7. Предравновесный распад и мультифрагментация

Предравновесный распад. Экситонная модель. Мультифрагментация

Семинары (практические занятия)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование семинаров (практических занятий)	Кол-во ч.
С1	1	Элементы статистической физики	2
С2	2	Плотность уровней составного ядра в модели Ферми-газа	2
С3	3	Испарение частиц из составного ядра в моделях Вайскопфа – Эвинга и Хаузера – Фешбаха.	2
С4	4	Деление составного ядра в модели Бора-Уиллера	2
С5	5	Угловые распределения частиц, испаряющихся из составного ядра	2
С6	6	Угловые распределения осколков деления	4
С7	7	Предравновесный распад	2
С8	7	Мультифрагментация	1

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

1. К.Н. Мухин. "Экспериментальная ядерная физика" (в 3-х т.), Т.2. Физика ядерных реакций. СПб., Издательство Лань, 2008
2. Ишханов Б. С., Капитонов И. М., Юдин Н. П.. "Частицы и атомные ядра", М., Издательство ЛКИ, 2007.
3. Шевелев А. К. Структура ядра / М.: КомКнига, 2006. - 312с.
4. Широков Ю. М., Юдин Н. П.. Ядерная физика. М.: Наука, 1972.
5. Иродов И.Е. Физика макросистем: Основные законы: Учебное пособие для вузов / - М.: Физматлит; : Лаборатория Базовых Знаний; СПб.: Невский Диалект, 2001. - 200с.

Дополнительная литература:

1. Субатомная физика: Вопросы. Задачи. Факты: Учебное пособие / Под ред. Б.С.Ишханова. - М.: Издательство Московского университета, 1994. - 224с
2. Поликанов С.М. Изомерия формы атомных ядер / Поликанов Сергей Михайлович. - М.: Атомиздат, 1977. - 200с.
3. Калинин Б.Н. Некоторые вопросы теории ядра и ядерных реакций / Калинин Б.Н. - Алматы, 2011. - 202с.
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. Валантэн Л. Субатомная физика: ядра и частицы: В 2 т. Т.2 : Дальнейшее развитие / Валантэн Люк; Пер.с фр. Н.Н. Колесникова. - М.: Мир, 1986. - 336с.
6. Экспериментальная ядерная физика: Пер.с англ. Т.2 / Под ред. Э.Сегре. - М.: Издательство иностранной литературы, 1955. - 494с

7. Персесов Э.А. Основные законы атомной и ядерной физики: Учебное пособие / Персесов Эдуард Аристаркесович. - М.: Высшая школа, 1988. - 288с.
8. Ядерная энциклопедия / Авт.и гл.ред. А.А.Ярошинская. - М.: Благотворительный фонд Ярошинской, 1996. - 656с.
9. Адлер И. Внутри ядра / Адлер Ирвинг; Пер.с англ. Г.А.Васильева, В.А.Кучеряева, Ю.В.Орлова. - М.: Атомиздат, 1968. - 152с.
10. Робертсон Б. Современная физика в прикладных науках / Робертсон Б.; Пер.с англ. под ред. Е.М.Лейкина. - М.: Мир, 1985. - 272с.
11. Орир Дж. Физика: Полный курс. Примеры, задачи, решения: Учебник / Орир Джей; Пер.с англ.и науч.ред. Ю.Г.Рудого, А.В.Беркова. - М.: КДУ, 2011. - 752с.
12. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том 5, Атомная и ядерная физика. М.- ФИЗМАТЛИТ, 2011.
13. : Киттель Ч. Статистическая термодинамика. - М.: Наука, 1977. - 336
14. Ландау Л.Д. Статистическая физика: Учебное пособие для вузов. Ч.1 / Ландау Лев Давидович, Лифшиц Евгений Михайлович; Под ред. Л.П.Питаевского. - 5-е изд.,стер. - М.: Физматлит, 2002. - 616с.:
15. Ландау Л.Д. Статистическая физика: Учебное пособие для вузов. Ч.2 : Теория конденсированного состояния / Ландау Лев Давидович, Лифшиц Евгений Михайлович; Под ред. Л.П.Питаевского. - 4-е изд.,испр. - М.: Физматлит, 2002. - 496с.:
16. Московский С.Б. Курс статистической физики и термодинамики: Учебник для вузов / Московский Сергей Борисович; Ярославский государственный педагогический университет им.К.Д.Ушинского. - М.: Академический проект; ; Фонд "Мир", 2005. - 320с
17. Румер Ю.Б. Термодинамика, статистическая физика и кинетика: Учебное пособие для студентов физических специальностей вузов / Румер Юрий Борисович, Рывкин Моисей Шоломонович. - 2-е изд.,испр.и доп. - М.: Наука, 1977. - 552с
18. Рейф Ф. Статистическая физика / Рейф Ф.; Пер.с англ.под ред. А.И.Шальникова и А.О.Вайсенберга. - 2-е изд.,стер. - М.: Наука, 1977. - 352с
19. Климонтович Ю.Л. Статистическая физика: Учебное пособие / Климонтович Юрий Львович. - М.: Наука, 1982. - 608с
20. Васильев А.М. Введение в статистическую физику: Учебное пособие для вузов / Васильев Андрей Михайлович. - М.: Высшая школа, 1980. - 272с.:
21. Терлецкий Я.П. Статистическая физика: Учебное пособие для вузов / Терлецкий Яков Петрович. - 3-е изд.,испр.и доп. - М.: Высшая школа, 1994. - 350с.:

Периодические издания:

1. Успехи физических наук/ Учредитель: РАН; Гл.ред. Л.В.Келдыш. - М.: Успехи физических наук. - Журнал, выходит 1 раз в месяц. - Основан в 1918 году. - См. электронные версии статей: <http://ufn.ru/ru/articles/>.
2. 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://nrv.jinr.ru/nrv>
2. <http://nuclphys.sinp.msu.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Электронное учебное пособие по курсу «Статистическая модель и термодинамические свойства ядер» Музычка Ю.А.2009г.
2. мультимедийный проектор;

3. иллюстративный материал в форме компьютерных презентаций и образовательных материалов из Интернет;

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

Вопросы к зачету

1. Составное ядро. Гипотеза Н.Бора о независимости образования и распада составного ядра. Образование составного ядра.
2. Фазовое пространство и плотность уровней составного ядра. Роль квазичастичных состояний.
3. Формулы для плотности уровней.
4. Параметр плотности уровней. Влияние оболочечных эффектов. Температура.
5. Испарение частиц из составного ядра. Модель Вайскопфа – Эвинга.
6. Испарительная модель Хаузера – Фешбаха.
7. Переходные состояния. Вероятность деления составного ядра. Модель Бора-Уиллера.
8. Зависимость плотности состояний от углового момента
9. Угловые распределения частиц, испаряющихся из составного ядра
10. Угловые распределения осколков деления.
11. Предравновесный распад. Экситонная модель
12. Мультифрагментация

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Методические рекомендации преподавателю

Полезность изучения данного курса состоит в том, что, он базируется на основных понятиях и законах общей физики, термодинамики, статистической физики, квантовой теории. В процессе освоения студентами данного курса, закрепляется материал ранее пройденных курсов.

Методические указания студентам

В силу большого объема изучаемого материала и ограниченного количества занятий работа студентов во многом должна быть самостоятельной. Допускается использование любой литературы и Интернет-ресурсов: материалов сайтов рекомендованных преподавателем и результатов поиска в различных системах. Одобряется обращаться к преподавателю за консультациями. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из основных и дополнительных литературных источников и из Интернет. По каждой теме рекомендуется иметь краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания.

Владение курсом термодинамики, статистической физики и квантовой механики. Крайне желательно владение английским языком.