

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
ФИЛИАЛ МГУ В Г. ДУБНЕ

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора
филиала МГУ в г.Дубне
_____/ Э.Э. Боос /
«01» сентября 2024 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Нейтронная ядерная физика

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки:

03.04.02 Физика

Направленность (профиль)/специализация образовательной программы:

Физика элементарных частиц

Форма обучения:

Очная

Дубна 2024

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению 03.04.02 «Физика», утвержденным приказом МГУ от 30.12.2020 г. № 1366.

Год (годы) приема на обучение_____

Авторы–составители:

1. доктор физ.-мат. наук, Лычагин Егор Валерьевич, почасовик МГУ

Руководитель магистерской программы:

Доктор физ.-мат. наук, профессор академик РАН В.А. Матвеев, заведующий кафедрой физического факультета МГУ

Аннотация к рабочей программе дисциплины

Целью курса является изучение студентами практических и теоретических основ описания взаимодействия нейтронов и гамма-квантов с ядрами. В курсе рассматриваются основные типы ядерных реакций с нейтронами, нейтронная ядерная спектроскопия, нейтронно-активационный анализ, роль нейтронных реакций в астрофизике, источники фотонов для изучения фотоядерных реакций, гигантский дипольный резонанс, ядерная резонансная флюоресценция и применение фотоядерных реакций.

Дисциплина реализуется на 1 курсе во 2 семестре и входит в состав вариативной части.

Объем дисциплины составляет 2 з.е., в том числе 34 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 38 академических часа, отведенных на самостоятельную работу обучающихся.

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) – экзамен во 2 семестре.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина реализуется на 1-ом курсе во 2-ом семестре и входит в состав вариативной части, является дисциплиной по выбору.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

Курсы математического анализа, линейной алгебры и дифференциальных уравнений, методов математической физики, разделы оптика и атомная физика из курса общей физики, электродинамика, термодинамика и статистическая физика, квантовая механика из курса теоретической физики, физика атомного ядра и частиц, молекулярная физика в объеме классических университетских курсов.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Компетенции	Результаты обучения
ОПК-1	<p><u>Знать</u> основные законы, научные концепции и методы исследований в области современной ядерной физики</p> <p><u>Уметь</u> применять на практике результаты актуальных научных исследований в области современной ядерной физики</p> <p><u>Владеть</u> навыками применения современных научных принципов и методов исследования в области ядерной физики для решения профессиональных задач</p>
ПК-1	<p><u>Знать</u> разделы ядерной физики, необходимыми для решения поставленной научной задачи</p> <p><u>Уметь</u> применять экспериментальные и теоретические знания при решении поставленной научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> экспериментальными и теоретическими методами исследования при решении научных задач в области современной ядерной физики</p>
МПК-2	<p><u>Знать</u> основные типы и особенности реакций с нейтронами, а также виды и характеристики реакций с гамма-квантами.</p> <p><u>Уметь</u> описывать процессы в реакциях с нейтронами и гамма-квантами.</p> <p><u>Владеть</u> методами, применяемыми в экспериментальных исследованиях реакций с нейтронами и гамма-квантами, в том числе для анализа таких экспериментов.</p>

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., в том числе: 34 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 38 академических часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся.

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

№ темы		Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы					Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
		Всего часов	Лекции	Семинары	Учебно-практические занятия (лабораторные или практические занятия)	Самостоятельная работа	
1	Введение в нейтронную ядерную физику	7	2	2		3	
2	Основные типы реакций с нейтронами	7	2	2		3	
3	Нейтронная ядерная спектроскопия	7	2	2		3	
4	Роль нейтронных реакций в астрофизике	7	2	2		3	
5	Нейтронно-активационный анализ	8	2	2		4	
6	Источники фотонов для изучения фотоядерных реакций	8	2	2		4	
7	Гигантский дипольный резонанс	8	2	2		4	
8	Ядерная резонансная флюоресценция	8	2	2		4	
9	Применение фотоядерных реакций	8	1	1		4	
	Промежуточная аттестация	4				4	Экзамен
ИТОГО:		72	17	17		38	

6. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

6.1. Типовые задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения:

Примерные вопросы для коллоквиума

1. Псевдопотенциал Ферми. Потенциал взаимодействия медленных нейтронов с веществом.
2. Потери УХН при отражении. Зависимость коэффициента отражения от энергии нейтрона.
3. Рассеяние УХН на газе.
4. Неупругое рассеяние УХН на поверхности.
5. Производство УХН. Общая формула для потока УХН из конвертора. Сравнение различных типов конверторов.
6. Особенности производства УХН на импульсных источниках.
7. Постоянная времени хранения УХН. Эффективная частота соударений нейтронов о стенки ловушки.
8. Методы регистрации УХН.
9. Спектрометрия УХН, способы, достоинства и недостатки.
10. Хранение УХН в магнитном поле.

Вопросы к зачету:

1. Основные свойства нейтрона, особенности взаимодействия нейтрона с веществом.
2. Взаимодействие медленных нейтронов с веществом, ультрахолодные нейтроны.
3. Источники нейтронов (типы характеристики).
4. Особенности взаимодействия нейтронов разных энергий (какие реакции характерны для нейтронов каких энергий).
5. Деление ядер нейтронами.
6. Реакции, используемые для регистрации нейтронов.
7. Рассеяние тепловых и резонансных нейтронов.
8. Рассеяние быстрых нейтронов, оптическая модель.
9. Нейтрон-активационный анализ.
10. Распространенность элементов во вселенной, S и R процессы образования ядер.
11. Источники фотонов (типы, преимущества, недостатки).
12. ГДР, основные характеристики и зависимости
13. Длинноволновое приближение и его следствия (связь матричных элементов с моментами ядер, относительная вероятность переходов разной мультипольности).
14. Ядерная резонансная флюоресценция.

6.2. Шкала и критерии оценивания

Результат освоения дисциплины	Критерии оценивания знаний, умений и навыков			
	2/ не зачтено	3/ зачтено	4/ зачтено	5/ зачтено
Знания	Отсутствие знаний	В целом успешные, но не систематические знания	В целом успешно, но содержащее отдельные	Успешные и систематические знания

			пробелы знания	
Умения	Отсутствие умения применять фундаментальных и актуальных проблем. знания	В целом успешное, но не систематическое умение применять знания	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы умение применять знания	Успешное и систематическое умение применять знания
Навыки	Отсутствие/фрагментарные навыки в решении задач	В целом успешные, но не систематические навыки в решении задач	В целом успешные, но содержащее отдельные пробелы навыки в решении задач	Успешные и систематические навыки в решении задач

7. Ресурсное обеспечение

Основная литература

1. В.В. Федоров, Нейтронная физика, учебное пособие СПб.: Изд-во ПИЯФ, 2004. 334 стр.
2. К. Н. Мухин. «Курс теоретической физики. Книга 1. Часть 2. Ядерные взаимодействия.»
3. Мухин К. Н. Экспериментальная ядерная физика: Физика атомного ядра. Свойства нуклонов, ядер и радиоактивных излучений.
4. Н.А.Власов, Нейтроны, М.: Наука - 1971.

Дополнительная литература

1. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов. «Взаимодействие электромагнитного излучения с атомными ядрами.» М., Изд-во Моск. ун-та, 1979. 216 с 97 ил.
2. Л.Д. Ландау, Е.М.Лифшиц, т.3 Квантовая механика, М. Наука - 1974
3. Дональд Дж. Юз «Нейтронные эффективные сечения» Изд. Иностранной литературы, Москва 1959
4. А.А.Лукьянов «Структура нейтронных сечений» Атомиздат, Москва 1978
5. А.Л.Барабанов «Симметрии и спин-угловые корреляции в реакциях и распадах» Москва Физматлит 2010

При реализации дисциплины может быть использовано следующее программное обеспечение:

1. Программный продукт Java 8 (64-bit) Oracle Corporation
2. Программный продукт Dev-C++ Bloodshed Software
3. Операционная система Microsoft Windows 10 Education академическая лицензия
4. Программный продукт Microsoft Project Professional 2013 академическая лицензия
5. Программный продукт Microsoft Visio Professional 2013 академическая лицензия

6. Программный продукт Microsoft Visual Studio Professional 2013 - RUS академическая лицензия

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. <http://www.edu.ru> – портал Министерства образования и науки РФ
2. <http://www.ict.edu.ru> – система федеральных образовательных порталов «ИКТ в образовании»
3. <http://www.openet.ru> - Российский портал открытого образования
4. <http://www.mon.gov.ru> - Министерство образования и науки Российской Федерации
5. <http://www.fasi.gov.ru> - Федеральное агентство по науке и инновациям

Материально-техническое обеспечение

В соответствии с требованиями п. 5.3. образовательного стандарта МГУ по направлению подготовки 03.04.02 «Физика», курс может быть прочитан в поточной аудитории при наличии: работающих электрических розеток, компьютера, проектора, экрана, учебной доски.

8. Язык преподавания: русский