

*Приложение к приказу первого проректора
по учебной и научной работе*

от _____ № _____

**Правительство Российской Федерации
Санкт-Петербургский государственный университет**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Теория взаимодействия нейтронного излучения с веществом

The theory of neutron interaction with matter

Язык(и) обучения

Русский

Трудоёмкость (границы трудоёмкости) в зачетных единицах: 2

Регистрационный номер рабочей программы: _____

Санкт-Петербург

2014

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Дать базовые знания по теории взаимодействия тепловых нейтронов с веществом. Преподавать теоретические основы интерпретации результатов современных нейтронных экспериментов. Дать базовые знания о современных методах исследования конденсированных сред тепловыми нейтронами.

1.2. Требования к подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Для успешного освоения программы дисциплины «Теория взаимодействия тепловых нейтронов с веществом» студентам необходим объем знаний, полученный на первых трех курсах Физического факультета СПбГУ.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

В результате освоения дисциплины студенты должны:

- знать основы теории взаимодействия тепловых нейтронов с веществом;
- понимать какая информация об исследуемом объекте может быть получена при помощи нейтронных экспериментов;
- ориентироваться в многообразии методов и подходов к исследованию конденсированных сред тепловыми нейтронами;
- воспринимать научную информацию о нейтронных исследованиях в научной литературе.

1.4. Перечень активных и интерактивных форм учебных занятий

- Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя) (22 часов).
- Семинарские занятия (самостоятельная работа студента в присутствии преподавателя) проводятся в виде интерактивных лекций с подготовленными слайдовыми презентациями (22 часов).

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся															
Период обучения (модуль)	Контактная работа обучающихся с преподавателем										Самостоятельная работа			Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам.раб. с использованием методических материалов		
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ															

очная форма обучения																	
Семестр 1 (часы кол.студ.)	22		2						2			22			24		
	2-100		2-100						2-100			2-100			2-100		72
ИТОГО	22		2					2			22			24		72	2

Формы текущего контроля успеваемости, виды промежуточной и итоговой аттестации			
Период обучения (модуль)	Формы текущего контроля успеваемости	Виды промежуточной аттестации	Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ			
очная форма обучения			
Семестр 1		экзамен	

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Основной курс Основная траектория Очная форма обучения

Период обучения (модуль): **Семестр 1**

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
1	Введение. 1. Основные свойства нейтрона. Численные значения скорости, энергии и длины волны холодных, тепловых и горячих нейтронов. Источники нейтронов. 2. Сильные и слабые стороны нейтронных методов исследования вещества. 3. Краткая история нейтронных исследований в нашей стране и за рубежом. 4. Сечение рассеяния нейтронов. Сечение поглощения нейтронов.	Лекции	1
2	Основы теории ядерного рассеяния нейтронов.	Лекции	2

	5. Рассеяние нейтрона на изолированном ядре. Ослабление прямого пучка нейтронов при прохождении через образец. 6. Выражение для дифференциального сечения рассеяния. Псевдопотенциал Ферми. Когерентное и некогерентное рассеяние.	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
3	7. Ядерное рассеяние в кристаллах. Выражение операторов смещения атомов через операторы рождения и уничтожения фононов. Функция распределения вероятностей гармонического осциллятора. Вывод выражения для дифференциального сечения когерентного рассеяния. Фактор Дебая-Валлера.	Лекции	2
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	2
4	8. Когерентное упругое рассеяние: закон Брэгга, случай нескольких атомов в элементарной ячейке, методы измерения брэгговского рассеяния. 9. Неупругое рассеяние. Когерентное однофононное рассеяние	Лекции	2
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	1
5	10. Измерение дисперсии фононов. Некогерентное однофононное рассеяние, измерение плотности состояний фононов. Многофононное рассеяние.	Лекции	2
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	1
6	11. Определение и основные аналитические свойства корреляционных функций. Связь сечения рассеяния с корреляционными функциями. Статическое приближение.	Лекции	1
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	1
7	12. Рассеяние в жидкостях. Когерентное рассеяние. Некогерентное рассеяние.	Лекции	1
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
8	13. Магнитное взаимодействие нейтрона с веществом. Выражение	Лекции	1

	для сечения магнитного рассеяния. Рассеяние на кристалле из ионов с нулевым орбитальным моментом.	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
9	14. Магнитное рассеяние в кристалле из ионов с ненулевым орбитальным моментом. Общее выражение для сечения упругого магнитного рассеяния. 15. Сечение рассеяния в парамагнетике. 16. Рассеяние в магнитоупорядоченных фазах. Упругое магнитное рассеяние в ферромагнетике.	Лекции	2
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
10	17. Упругое магнитное рассеяние в антиферромагнетиках и спиральных магнетиках. 18. Неупругое рассеяние (рассеяние на спиновых волнах). Линейная теория спиновых волн.	Лекции	2
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
11	19. Одномагнитное сечение рассеяния.	Лекции	1
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	1
12	Анализ поляризации при рассеянии нейтронов. 20. Описание нейтронной поляризации. Вектор поляризации во внешнем магнитном поле. Величины, измеряемые в экспериментах с поляризованными нейтронами. 21. Когерентное и некогерентное рассеяние поляризованных нейтронов.	Лекции	2
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
13	22. Рассеяние поляризованных нейтронов в парамагнетике. 23. Брэгговское рассеяние в магнитоупорядоченных кристаллах.	Лекции	1
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
14	24. Швингеровское рассеяние нейтронов.	Лекции	2

	Основы нейтронной оптики. 25. Коэффициент преломления нейтронов. Отражение нейтронов от гладкой поверхности. Магнитное зеркало.	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Не предусмотрено

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Для самостоятельной работы студенты должны обеспечиваться:

- программой курса, адаптированной для студента;
- перечнем заданий для самостоятельной работы

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Проведение промежуточной аттестации будет осуществляться в виде устного экзамена и оцениваться на основании балльно-рейтинговой системы. Целями введения балльно-рейтинговой системы являются стимулирование систематической учебной работы студентов в течение всего периода обучения, повышение объективности оценки знаний студентов и мотивация их к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины в течение семестра.

Общее максимальное количество баллов – 100, из них за посещение и работу на лекциях – 10 баллов, за работу, выполняемую под руководством преподавателя – 20 баллов, за ответ на вопросы во время промежуточной аттестации – 70 баллов.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

Перечень билетов для проведения экзамена.

Билет 1.

1. Основные свойства нейтрона. Источники нейтронов. Сильные и слабые стороны нейтронных методов исследования вещества. Сечение рассеяния нейтронов. Сечение поглощения нейтронов.
2. Сечение рассеяния в парамагнетике.

Билет 2.

1. Сечение рассеяния нейтронов. Рассеяние нейтрона на изолированном ядре. Ослабление прямого пучка нейтронов при прохождении через образец.
2. Описание нейтронной поляризации.

Билет 3.

1. Выражение для дифференциального сечения ядерного рассеяния. Псевдопотенциал Ферми.
2. Одномагнитное сечение рассеяния нейтронов.

Билет 4.

1. Когерентное и некогерентное ядерное рассеяние.
2. Вектор поляризации нейтронов во внешнем магнитном поле.

Билет 5.

1. Вывод выражения для дифференциального сечения когерентного ядерного рассеяния.
2. Величины, измеряемые в экспериментах с поляризованными нейтронами.

Билет 6.

1. Фактор Дебая-Валлера.
2. Когерентное и некогерентное рассеяние поляризованных нейтронов.

Билет 7.

1. Методы измерения брэгговского рассеяния.
2. Рассеяние поляризованных нейтронов в парамагнетике.

Билет 8.

1. Когерентное однофононное рассеяние, измерение дисперсии фононов.
2. Отражение нейтронов от гладкой поверхности. Магнитное зеркало.

Билет 9.

1. Некогерентное однофононное рассеяние, измерение плотности состояний фононов.
2. Брэгговское рассеяние в магнитоупорядоченных кристаллах.

Билет 10.

1. Связь сечения рассеяния с корреляционными функциями. Основные аналитические свойства корреляционных функций.
2. Упругое магнитное рассеяние в ферромагнетиках, антиферромагнетиках и спиральных магнетиках.

Билет 11.

1. Статическое приближение.
2. Швингеровское рассеяние нейтронов.

Билет 12.

1. Когерентное рассеяние в жидкостях.
2. Общее выражение для сечения упругого магнитного рассеяния.

Билет 13.

1. Некогерентное рассеяние в жидкостях.
2. Рассеяние на кристалле из ионов с нулевым и ненулевым орбитальным моментом.

Билет 14.

1. Магнитное взаимодействие нейтрона с веществом. Выражение для сечения магнитного рассеяния.
2. Коэффициент преломления нейтронов.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Анкета-отзыв на дисциплину «Теория взаимодействия тепловых нейтронов с веществом».

Просим Вас заполнить анкету-отзыв по прочитанной дисциплине. Обобщенные данные анкет будут использованы для ее совершенствования. По каждому вопросу проставьте

соответствующие оценки по шкале от 1 до 10 баллов (**обведите** выбранный Вами балл). В случае необходимости впишите свои комментарии.

1. Насколько Вы удовлетворены содержанием дисциплины в целом?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий _____

2. Насколько Вы удовлетворены общим стилем преподавания?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий _____

3. Как Вы оцениваете качество подготовки предложенных методических материалов?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий _____

4. Какой из модулей (разделов) дисциплины Вы считаете наиболее полезным, ценным с точки зрения дальнейшего обучения и/или применения в последующей практической деятельности?

Комментарий _____

5. Что бы Вы предложили изменить в методическом и содержательном плане для совершенствования преподавания данной дисциплины?

Комментарий _____

СПАСИБО!

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень и/или ученое звание, имеющие опыт планирования и организации учебного процесса, а также главные и ведущие специалисты в этой области

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Требования не предъявляются

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный, доска

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Для проведения занятия необходимы: видеопроектор, ноутбук, переносной экран и доска.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

3.3.5 Перечень и объемы требуемых расходных материалов

Фломастеры цветные, губки, бумага формата А4, канцелярские товары, картриджи принтеров, диски, флеш-накопители, мел и др. в объеме, необходимом для организации и проведения занятий, по заявкам преподавателей, подаваемым в установленные сроки.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список обязательной литературы

1. Michael J. Lyons, Neutron Scattering Methods and Studies, – Nova, 2011
2. B. T. M. Willis and C. J. Carlile, Experimental Neutron Scattering, – Oxford University Press, 2013
3. G.C. Squires, Thermal Neutron Scattering, Cambridge University Press, 1978
4. S.W. Lovesey, Theory of Neutron scattering from Condensed Matter, Oxford, Clarendon Press, 1988.
5. В.Ф. Турчин, Медленные нейтроны, Госатомиздат, 1963.
6. Ю.А. Изюмов, Р.П. Озеров, Магнитная нейтронография, Москва, Наука, 1966.
7. С.В. Малеев, Рассеяние поляризованных нейтронов в магнетиках, УФН 172 (6), 617 (2002).
8. А.И. Ахиезер, И.Я. Померанчук, Некоторые вопросы теории ядра, ГИТТЛ Москва-Ленинград, 1950.

3.4.2 Список дополнительной литературы

1. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, Квантовая механика, Наука, 1988.
2. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, Статистическая физика, часть 1, Наука, 1988

3.4.3 Перечень иных информационных источников