

Нейтронная оптика и основы нейтронографии

(Спецкурс, 5 курс, 10-й семестр)

А.И.Франк

Аннотация курса

В курсе дается представление о нейтронной оптике, как науке о взаимодействии нейтронных волн с веществом и полями. Рассказывается об аналогии световой и нейтронной оптики и о фундаментальных нейтронно - оптических экспериментах. Дается представление о природе показателя преломления для нейтронных волн, об их отражении и преломлении на границе вещества. Значительное внимание уделено физике и оптике ультрахолодных нейтронов. Изучаются основы физики поляризованных нейтронов. Дается представление о физических основах дифракции нейтронов. Фундаментальные основы нейтронной оптики рассматриваются как научная база для нейтронно-оптических методов изучения конденсированных сред – нейтронографии.

Программа

1. Предмет нейтронной оптики
2. Фундаментальные свойства нейтрона. Масса, заряд, магнитный момент, оценка размеров нейтрона.
3. Классификации нейтронов по энергии и длине волны.
4. Нейтрон и фундаментальные взаимодействия.
5. Рассеяние нейтрона на одиночном ядре
6. Амплитуда рассеяния и полное сечение рассеяния
7. Оптическая теорема
8. Длина рассеяния и ее физический смысл
9. Рассеяние на свободном и на закрепленном ядре. Связь между длинами рассеяния в этих случаях.
10. Понятие о когерентном и некогерентном рассеяния. Источники некогерентности.
11. Рассеяние нейтронов коллективом ядер. Показатель преломления и эффективный потенциал.
12. Комплексность длины рассеяния и комплексность потенциала. Волновая функция нейтронной волны в среде
13. Действительная и мнимая части волнового числа в среде.
14. Пороговое (граничное) значение волнового числа.
15. Эксперименты, демонстрирующие существование показателя преломления для нейтронов
16. Эксперимент(ы), демонстрирующие проникновение волны в вещество при «полном» отражении от среды
17. Особенность «потенциального» закона дисперсии.
18. Нейтронно-оптические явления
19. Взаимодействие нейтрона с магнитным полем
20. Методы получения поляризованных нейтронов.
21. Прецессия спина в магнитном поле.
22. Две картины спиновой прецессии – приготовления состояния с прецессирующим нейтроном: стационарный и радиочастотный флипперы.
23. Полное отражение нейтронов от поверхности вещества и ультрахолодные нейтроны

24. Коэффициент поглощения ультрахолодных нейтронов
25. Магнитные зеркала для УХН
26. Фундаментальные исследования с УХН
27. Дифракция нейтронов на макроскопических объектах
28. Дифракция на периодической структуре и переданный импульс
29. Дифракция нейтронов в кристаллах – условие Брэгга
30. Дифракция Брэгга и дифракция Лауэ
31. Представление о нейтронном интерферометре
32. Квантовые эксперименты в нейтронной оптике
33. Представление о нейтронной рефлектометрии
34. Представление о дифракционных методах исследования вещества
35. Представление о спин -эхо

Список рекомендованной литературы

1. И.И. Гуревич, В.П.Протасов. Нейтронная физика. Москва, Энергоатомиздат, 1997.
2. И.И.Гуревич, Л.В.Тарасов. Физика нейтронов низких энергий. Москва, Физматгиз.1965.
3. Д.Юз. Нейтронная оптика. Изд.-во Иностранной литературы, Москва, 1955.
4. Д.Юз. Нейтронные исследования на ядерных котлах. Изд.-во Иностранной литературы, Москва, 1955. (Главы X и XI)
5. В.Ф.Турчин. Медленные нейтроны. Госатомиздат, 1963.
6. Дж. Бэкон. Дифракция нейтронов. Изд.-во Иностранной литературы, Москва, 1957.
7. Ю.А.Александров, Э.И.Шарапов, Л.Чер. Дифракционные методы в нейтронной физике. Москва, Энергоатомиздат, 1981.
8. Ю.Г.Абов, Н.О. Елютин. Пучки нейтронов и нейтронно-оптические явления. Московский Инженерно-физический Ин-т. Москва, 1983
9. Ю.Г.Абов, Н.О. Елютин. Свойства и взаимодействия медленных нейтронов. Московский Инженерно-физический Ин-т. Москва, 1985.
10. Ю.Г.Абов, Н.О. Елютин. Нейтроны и фундаментальные симметрии. Московский Инженерно - Физический Ин-т. Москва, 1986

Количество часов: 15 лекций и 2 семинара – 34 часа

Требования к студентам

После каждой лекции материал должен самостоятельно прорабатываться с помощью конспекта и рекомендованной литературы. Формулируются вопросы преподавателю.