



Утвърдил:

Декан

Дата

СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ "СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ"

Факултет: Физически

Специалност: (код и наименование)

--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ядрена техника и ядрена енергетика

Бакалавърска програма: (код и наименование)

--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ядрена техника и ядрена енергетика

УЧЕБНА ПРОГРАМА

Дисциплина:

--	--	--	--

Неутронна физика

(код и наименование)

Преподавател: доц. д-р Ивайло Христосков

Асистент: ас. Тодор Йорданов

Учебна заетост	Форма	Хорариум
Аудиторна заетост	Лекции	45
	Семинарни упражнения	30
Обща аудиторна заетост		75
Извънаудиторна заетост	Самостоятелна работа в библиотека или с ресурси	45
	Самостоятелно решаване на задачи от семинарните упражнения	60
ОБЩА ЗАЕТОСТ		180
Кредити аудиторна заетост		2.5
Кредити извънаудиторна заетост		3.5
ОБЩО ЕКСТ		6.0

№	Формиране на оценката по дисциплината	% от оценката
1.	Участие в тематични дискусии в часовете	25
2.	Изпит	75

Анотация на учебната дисциплина:

Курсът “Неутронна физика“ е базова, задължителна дисциплина за студентите от специалност “Ядрена техника и ядрена енергетика” във Физическия факултет. Познаването на основните положения на неутронната физика позволява да се разбере по-задълбочено физическата теория на ядрените реактори и неутронните методи, използвани в реакторните пресмятания, проектирането и експлоатацията на АЕЦ.

В курса се разглеждат основните взаимодействия които изпитват неутроните с ядрата, извеждат се неутронните ефективни сечения на тези взаимодействия и уравненията на процесите при движение на неутроните в средата. Прави се обзор на източниците на неутрони и методите за детектирането им, както и на методите за измерване на неутронните сечения.

Упражненията следват лекционния курс, като в тях се извеждат аналитично теоретичните разглеждания, както и с примери и конкретни задачи се илюстрира материала от лекциите.

Съдържанието на този курс дава на студентите познания, необходими им за курса по “Физика на ядрените реактори”.

Степента на усвояване на учебния материал се оценява чрез изпит по конспект, базиран на лекционните теми.

Предварителни изисквания:

- Математически анализ;
- Линейна алгебра и аналитична геометрия;
- Математически методи на физиката;
- Атомна и ядрена физика;
- Квантова механика.

Очаквани резултати:

Студентите, завършили успешно курса по Неутронна физика, могат да:

- Решават проблеми по планиране на експерименти с използване на неутронни източници;
- Анализират резултатите от експерименти по спектрометриране и детектиране на неутрони;
- Пресмятат и оценяват неутронни сечения;
- Пресмятат активността на неутронни детектори;
- Извеждат дифузното приближение на уравнението на Болцман;
- Решават уравнението на дифузията при различни условия за неутронния източник и в среди с различна геометрия;
- Анализират и извеждат уравненията на процесите и взаимодействията, възникващи при движението на неутроните в различни среди.

Учебно съдържание

Лекции:

№	Тема:	Хорариум
1.	Фундаментални свойства на неутроните. Маса, заряд, спин, магнитен момент, радиоактивност, вълнови и гравитационни свойства на неутроните. Класификация на неутроните.	3
2.	Източници на неутрони. Общи свойства. Радиоактивни източници на неутрони. Ускорителите на заредени частици и ядрените реактори като източници на неутрони.	6
3.	Методи за детектиране на неутрони. Методи на отскачащите ядра, на (n, α) реакциите, на активационните детектори. Борни и литиеви детектори. Делителни детектори на неутрони. Методи на филтрите, на времето на прелитане. Кристален монохроматор.	6
4.	Взаимодействие на неутроните с ядрата. Неутронни ефективни сечения. Сечение на потенциалното разсейване. Съставно ядро, формули на Брайт-Вигнер. Макроскопично сечение. Среден свободен пробег.	6
5.	Измерване на неутронните ефективни сечения. Измерване на пълните неутронни сечения. Измерване на сеченията на нееластично и еластично разсейване, на радиационно залавяне.	3
6.	Делене на ядрата. Капков модел. Сечение на деленето. Продукти на делене. Мигновени и закъсняващи неутрони. Енергия, освобождавана при делене на уран.	3
7.	Дифузия на неутроните. Общо кинетично уравнение на неутронния пренос, приблизителни методи за решаване. Елементарна теория на дифузията. Решение на уравнението на дифузия. Албеда. Методи за измерване на дифузионната дължина.	6
8.	Забавяне на бързите неутрони. Еластично разсейване. Летаргия. Средна логаритмична загуба на енергия. Коефициент на забавяне. Забавяне на бързите неутрони в слабопоглъщащи среди. Пространствено и енергетично разпределение на неутроните в процеса на забавяне. Константи на забавянето.	6
9.	Термализация на неутроните. Диференциални сечения на разсейването. Параметри на термализацията. Топлинни неутрони. Скорост на реакциите в поле от топлинни неутрони. Пространствено разпределение. Ефективна неутронна температура.	6

Семинарни упражнения:

№	Тема:	Хорариум
1.	Анализ на експериментите свързани с откриването на неутрона - елементарна теория на ефекта на Комптън, и сравняване с получените резултати за “берилиевата радиация”.	2
2.	Система център на масите. Извеждане на връзката между енергиите в лабораторна координатна система и система център на масите. Връзка между скоростите в система център на масите.	2
3.	Пресмятане на пълното неутронно ефективно сечение. Пресмятане на собствената стойност на квадрата на оператора на момента на импулса. Извод на комутационните съотношения. Сферични функции.	6
4.	Метод на активационните детектори. Пресмятане на наситената активност в топлинната, резонансната област и в областта на бързите неутрони. Кадмиево съотношение.	4
5.	Извеждане на формулите на Брайт-Вигнер за еластично и нееластично разсейване. Матрица на разсейването.	4
6.	Решаване на уравнението на дифузията при различни видове източници на неутрони и среди. Гранични условия.	6
7.	Извеждане на зависимостите при забавяне на бързите неутрони. Механика на еластичното разсейване. Енергия на неутрона след разсейването в лабораторна координатна система и система център на масите. Ъгъл и амплитуда на разсейване.	4
8	Презентация върху темата по неутронни сечения	2

Конспект за изпит

№	Въпрос
1.	Фундаментални свойства на неутроните. Маса, заряд, спин, магнитен момент, радиоактивност, вълнови и гравитационни свойства на неутроните. Класификация на неутроните.
2.	Източници на неутрони. Общи свойства. Радиоактивни източници на неутрони.
3.	Радиоактивни източници на неутрони. Ускорителите на заредени частици и ядрените реактори като източници на неутрони.
4.	Методи за детектиране на неутрони. Методи на отскачащите ядра, на (n,α) реакциите. Борни и литиеви детектори.
5.	Методи за детектиране на неутрони. Делителни детектори на неутрони. Метод на активационните детектори. Метод на филтрите.

6.	Методи за детектиране на неутрони. Метод на времето на прелитане. Механични селектори и монохроматори. Кристален монохроматор.
7.	Взаимодействие на неутроните с ядрата. Неутронни ефективни сечения. Сечение на потенциалното разсейване.
8.	Съставно ядро, резонансно поглъщане и разсейване. Формули на Брайт-Вигнер. Систематика на ядрените реакции, предизвикани от неутрони. Макроскопично сечение. Среден свободен пробег.
9.	Измерване на неутронните ефективни сечения. Измерване на пълните неутронни сечения. Измерване на сеченията на нееластично и еластично разсейване, на радиационно залавяне.
10.	Делене на ядрата. Капков модел. Сечение на деленето. Продукти на делене. Мигновени и закъсняващи неутрони. Енергия, освобождавана при делене на уран.
11.	Дифузия на неутроните. Общо кинетично уравнение на неутронния пренос, приблизителни методи за решаване. Елементарна теория на дифузията.
12.	Решение на уравнението на дифузия. Албедо. Методи за измерване на дифузионната дължина.
13.	Забавяне на бързите неутрони. Еластично разсейване. Летаргия. Средна логаритмична загуба на енергия. Коефициент на забавяне.
14.	Забавяне на бързите неутрони в слабопоглъщащи среди. Пространствено и енергетично разпределение на неутроните в процеса на забавяне. Константи на забавянето.
15.	Термализация на неутроните. Диференциални сечения на разсейването. Параметри на термализацията.
16.	Топлинни неутрони. Скорост на реакциите в поле от топлинни неутрони. Пространствено разпределение. Ефективна неутронна температура.

Библиография

Основна:

1. В. Христов, Т. Апостолов, Основи на неутронната физика и физика на ядрените реактори, М. Дринов, София, 2000
2. Д. Белл, С. Глесстон, Теория ядерных реакторов, Атомиздат, Москва, 1974

Допълнителна:

1. Е. Вапирев, И. Христосков, Неутронно-физични процеси при ВВЕР-440 (В-230) и ВВЕР-1000 (В-320), УТЦ - "АЕЦ Козлодуй" ЕАД, 2004
2. Д. Блохинцев, Основы квантовой механики, Государственное издательство "Высшая школа", 1961
3. Э. В. Шпольский, Атомная физика, Издательство "Наука", Москва, 1984

Дата: 13.03.2013 г.

Съставил:

доц. д-р Ивайло Христосков