



Утвърдил:

Декан

Дата

СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ “СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ”

Факултет: Физически факултет

Специалност: Медицинска физика

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

УЧЕБНА ПРОГРАМА

Дисциплина:

--	--	--	--

ФИЗИКА НА АТОМНОТО ЯДРО И ЕЛЕМЕНТАРНИТЕ ЧАСТИЦИ

Преподавател: проф. дфн Р. Ценов

Асистент: преподавател от катедра „Атомна физика”

Учебна заетост	Форма	Хорариум
Аудиторна заетост	Лекции	45
	Семинарни упражнения	15
	Практически упражнения (хоспетиране)	
Обща аудиторна заетост		60
Извънаудиторна заетост	Самостоятелна работа в библиотека или с ресурси	20
	Самостоятелно решаване на задачи за домашна работа	30
	Подготовка за изпит	25
Обща извънаудиторна заетост		75
ОБЩА ЗАЕТОСТ		135
Кредити аудиторна заетост		2.0
Кредити извънаудиторна заетост		2.5
ОБЩО ЕКСТ		4.5

№	Формиране на оценката по дисциплината ¹	% от оценката
1.	Текуща самостоятелна работа /контролно	30
2.	Изпит	70

Анотация на учебната дисциплина:

¹ В зависимост от спецификата на учебната дисциплина и изискванията на преподавателя е възможно да се добавят необходимите форми, или да се премахнат ненужните.

Курсът по **Физика на атомното ядро и елементарните частици** е едносеместриален (VI семестър). Той е последен от серията курсове по Обща физика, като целта му е да въведе студентите в субатомната физика, с което да завърши изграждането у тях на физическата картина за устройството на света. Курсът започва, малко нетрадиционно, с основни сведения за най-малките структурни частици на материята: кварките и лептоните и техните фундаментални взаимодействия: гравитационно, слабо, електромагнитно и силно. Дава се идея за Стандартния модел на частиците и взаимодействията. Въвеждат се адроните, в частност протонът и неутронът като съставени от кварки и атомите ядра като свързани системи от нуклеони. Разглеждат се от единна гледна точка реакциите и превръщанията (разпаданията) в субатомната физика. Кратко се дават основни понятия за фундаменталните симетрии и връзката им със законите за запазване. След това се преминава към описанието на атомните ядра. Разглеждат се основните свойства на ядрата и методите за тяхното определяне, моделите за устройството на ядрената материя. Нужното внимание е отделено на радиоактивността, видовете разпадания и тяхното теоретично обяснение. Дават се основни понятия за най-важните от практическа гледна точка ядрени реакции, за ядреното делене и ядрения синтез. Кратко се разглежда съвременната експериментална техника в субатомната физика и приложенията на нейните методи и устройства в други области на човешката практика.

Съществена част от курса са семинарните занятия, които са посветени на решаването на задачи. Задачите са подбрани така, че да допълват, развиват и онагледяват преподавания на лекциите материал. Успешното справяне със задачите не изисква широко използване на целия арсенал на математическите методи на физиката, а по-скоро зависи от усвояването на физическите идеи и ориентирането в конкретния проблем.

Предвидените часове и кредити извънаудиторна заетост са за самостоятелна работа с литературните източници, за решаването на предложените задачи за домашна работа и за подготовката за изпита.

Предварителни изисквания:

Студентите трябва да са усвоили материала, преподаван в задължителните курсовете по Обща физика, включително Атомна физика и взаимодействие на йонизиращите лъчения с веществото и Квантова механика. Студентите трябва да имат записан **шести** семестър в специалност „Медицинска физика“.

Очаквани резултати:

След успешно завършване на курса студентите ще имат системни знания за фундаменталните съставляващи на материята и техните взаимодействия, за свойствата, структурата и превръщанията на атомните ядра. Ще са запознати в общи линии използваните експериментални методи в субатомната физика и тяхното приложение в други области на човешката практика, вкл. и медицината. Ще могат да решават прости задачи, свързани със свойствата и превръщанията на атомните

Учебно съдържание

№	Тема:	Хора-риум
1	Йерархия и структурата на материята: вещество, атоми, ядра, нуклеони, кварки и лептони. Квантова структура на микросвета. Основни свойства на обектите на субатомната физика (елементарните частици и атомните ядра): маса, електрически и други заряди, спин, други квантови числа. Фундаментални частици – лептони и кварки. Съставни частици: адрони. Адронна спектроскопия. Атомни ядра.	3
2	Фундаментални взаимодействия и техните преносители. Интензивност и радиус на действие. Гравитационно, слабо, електромагнитно и силно взаимодействия. Специфика на отделните взаимодействия. Стандартен модел на частиците и взаимодействията.	3
3	Реакции и превръщания в микросвета. Реакции между елементарни частици. Ядрени реакции. Разпадане. Закон за радиоактивното разпадане. Константа на разпадане, период на полуразпадане и ширина на енергетичните състояния. Примери.	3
4.	Симетрии, инвариантност и закони за запазване. Преобразувания и симетрии в квантовата физика. Пространствени симетрии: непрекъснати и дискретни. Примери: трансляции, пространствено отражение, обръщане знака на времето, зарядово спрягане. Връзка между преобразуванията на симетрия и законите за запазване. Точни и нарушени симетрии. Примери.	3
5.	Състав на атомното ядро: изотопи, изотони, изобари. Маса на ядрото в основно състояние и енергия на свързване. Методи за определяне на масата. Приложения на енергията на свързване: енергия за отделяне на частица; енергия на реакцията.	3
6.	Разпределение на ядрения заряд и ядрената материя. Методи за изучаването му: разсейване на бързи електрони и неутрони, огледални ядра и други.	2
7.	Ядрени моменти и методи за измерването им. Спин на ядрото. Електромагнитни моменти: магнитен диполен момент, електричен квадруполен момент. Ядрен магнитен резонанс.	3
8.	Стабилност на ядрата. Радиоактивно разпадане. Енергетични условия. α -разпадане: основни факти; емпиричен закон на Гайгер-Нътъл; теория на α -разпадането. β -разпадане: видове, теория на Ферми за β -разпадането; сравнителен период на полуразпадане; графика на Кюри; подборни правила по спин и четност при β -разпадането. Гама-преходи: подборни правила при γ -преходите; вътрешна конверсия; ядрена изомерия.	5

9.	Последователни разпадания и радиоактивни семейства. Естествена радиоактивност.	2
10.	Капков модел на ядрото – формула на Вайцекер за масата; масова парабола за изобарни ядра. Едночастичен слоест модел: магически числа; силно спин-орбитално взаимодействие; експериментални потвърждения. Колективни модели: вибрации на ядрената материя; ротация на деформираните ядра. Обобщени модели	5
11.	Силно ядрено взаимодействие: свойства, спинова зависимост, зарядова независимост (изоспин); обменен характер; потенциали на силното ядрено взаимодействие.	2
12.	Механизми на ядрените реакции: съставно ядро и преки реакции; резонансни реакции. Ядрени реакции с неутрони, получаване на изкуствени радиоактивни ядра, приложения.	3
13.	Делене на ядрата: факти и елементарна теория; делене от бавни и от бързи неутрони. Верижна реакция. Ядрен синтез: енергия на активация; термоядрени реакции в звездите. Неуправляеми и управляеми реакции на делене и синтез. Бомби и реактори.	3
14.	Ускорители – видове, принципи на действие, характеристики. Приложения в техниката, медицината и другаде.	2
15.	Регистрация на бързи заредени частици, неутрони и гама-кванти. Типове детектори и техни основни характеристики. Приложения извън физичните изследвания.	3
Семинарни занятия:		
1.	Квантови микрообекти. Елементарни частици и атомни ядра. Фундаментални взаимодействия.	1
2.	Реакции и разпадания. Класически и релативистки кинематични зависимости.	2
3.	Основни свойства на ядрата. Ядрени формфактори.	2
4.	Спин и магнитни моменти на ядрата.	2
5.	Закон за радиоактивното разпадане. Последователни разпадания. α -разпадане.	2
6.	β -разпадане.	2
7.	γ -преходи и вътрешна конверсия.	2
8.	Експериментални методи на субатомната физика.	2

Конспект за изпит

№	Въпрос
1.	Иерархия и структурата на материята: вещество, атоми, ядра, нуклеони, кварки и лептони. Квантова структура на микросвета. Единици в субатомната физика.
2.	Фундаментални частици (лептони и кварки), фундаментални взаимодействия и техните преносители. Интензивност и радиус на действие. Специфика на отделните взаимодействия. Стандартен модел на частиците и взаимодействията.
3.	Основни свойства на обектите в субатомната физика (елементарните частици и атомните ядра): маса, електрически и други заряди, спин, други квантови числа.

	Съставни частици: адрони. Адронна спектроскопия. Атомни ядра.
4.	Реакции и превръщания в микросвета. Реакции между елементарни частици. Ядрени реакции. Кинематика. Закони за запазване. Енергиен баланс.
5.	Разпадане. Закон за радиоактивното разпадане и свързаните с него величини. Ширина на енергетичните състояния. Измерване на времена на живот.
6.	Преобразувания и симетрии в квантовата физика. Пространствени и вътрешни симетрии: непрекъснати и дискретни. Връзка между преобразуванията на симетрия и законите за запазване. Точни и нарушени симетрии. Симетрия спрямо отражение на пространствените оси.
7.	Основни свойства на ядрата. Маса на ядрото в основно състояние и методи за измерването ѝ. Енергия на свързване. Полуемпирична формула за енергията на свързване (капков модел). Масова парабола, линия на стабилност и граници на съществуване на ядрената материя.
8.	Размери на ядрата и разпределение на ядрения заряд и ядрената материя. Методи за изучаването им, резултати.
9.	Ядрени моменти и методи за измерването им: спин на ядрото, електромагнитни моменти - магнитен диполен и електричен квадруполен момент. Приложения.
10.	Радиоактивност – естествена и изкуствена. Видове по тип на излъчваните частици. Свързани разпадания. Радиоактивно датироване.
11.	α -разпадане: основни закономерности, емпиричен закон на Гайгер-Нътъл, квантово описание на α -разпадането. Правила за отбор.
12.	β -разпадане: видове, теория на Ферми за β -разпадането, сравнителен период на полуразпадане, графика на Кюри, подборни правила по спин и четност при β -разпадането. Маса на електронното антинеутрино.
13.	Гама-преходи: мултиполност, правила за отбор, едночастични оценки. Вътрешна конверсия. Резонансно поглъщане.
14.	Ядрени сили между нуклеоните: свойства, спинова зависимост, зарядова независимост и изоспин, обменен характер, потенциали на силното ядрено взаимодействие. Експериментални потвърждения.
15.	Едночастичен слоест модел: магически числа, концепция за средно поле, спин-орбитално взаимодействие, експериментални потвърждения.
16.	Колективни модели: вибрации на ядрената материя, ротации на деформирани ядра.
17.	Механизми на ядрените реакции: съставно ядро, резонансни реакции, преки реакции. Откриване на неутрона; забавяне на неутрони. Получаване на изкуствени радиоактивни ядра, приложения.
18.	Делене на ядрата: факти и елементарна теория. Верижна реакция. Ядрени реактори и ядрени бомби. Ядрен синтез. Термоядрени реакции в Слънцето. Управляем термоядрен синтез. Водородна бомба.
19.	Ускорители – видове, принципи на действие, характеристики. Приложения.
20.	Регистрация на бързи заредени частици, неутрони и гама-кванти. Типове детектори и техните основни характеристики. Приложения.

Библиография

Основна:

1. У. С. С. Уилямс , “Физика на ядрото и елементарните частици”, Унив. изд. “Св. Кл. Охридски”, 2000 г.
2. K. S. Krane, Introductory Nuclear Physics, John Wiley&Sons, Inc. New York, 1988.

3. А. Минкова, Ядрена физика, изд. „Тита Консулт”, София, 2008 г. (електронният вариант е достъпен на <http://atomic.phys.uni-sofia.bg/elektronna-biblioteka/lectures/aiaf-Minkova/>)
4. Н. Балабанов, Ядрена физика, Пловдивско университетско издателство, 1998 г.

Допълнителна:

5. E. M. Henley, A. Garcia, Subatomic Physics , 3rd edition, Marston Book Services Ltd., 2007
6. A. Das, T. Ferbel , Introduction to Nuclear and Particle Physics , 2nd edition, Marston Book Services Ltd., 2003;
7. К.Н.Мухин, Экспериментальная ядерная физика, т. I – Физика атомного ядра, изд. “Энергоатомиздат”, Москва, 1983 г.
8. L.Valantin, Subatomic Physics: Nuclei and Particles, Vol. 1&2, Nord-Holland Pub., 1981 (има превод на руски Л.Валантэн, Субатомная физика, Ядра и частицы, т. I и т. II, Москва, “Мир”, 1986 г.)
9. R.F. Casten, Nuclear structure from a simple perspective, Oxford University Press, 2000.
10. Б. Славов, Теоретична ядрена физика, Университетско издателство “Св. Кл. Охридски”, София 2000.

Дата: 12 февруари 2013 г.

Съставил: проф. дфн Румен Ценов
tsenov@phys.uni-sofia.bg
<http://atomic.phys.uni-sofia.bg/Members/tsenov>