



# СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ "СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ"

## ФИЗИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ

Утвърдена с Протокол на ФС N: ...../ .....

Декан:

/доц. д-р Д. Мърваков/

### УЧЕБНА ПРОГРАМА

ПО ДИСЦИПЛИНАТА: *ФИЗИКА НА АТОМНОТО ЯДРО И ЕЛЕМЕНТАРНИТЕ ЧАСТИЦИ*

ВКЛЮЧЕНА В УЧЕБНИЯ ПЛАН НА СПЕЦИАЛНОСТ: *МЕДИЦИНСКА ФИЗИКА*

СТЕПЕН НА ОБУЧЕНИЕ: *БАКАЛАВЪР*

КРЕДИТИ: 4.5

КАТЕДРА: АТОМНА ФИЗИКА

ИЗВАДКА ОТ УЧЕБНИЯ ПЛАН

Вид на занятията:	Семестър:	Хорариум-часа/ седмично:	Хорариум-часа Общо:
Лекции	VI	3	45
Семинарни упражнения		1	15
Общо часа:		4	60
Форма на контрол:	изпит		

### АНОТАЦИЯ

Курсът по **Ядрена физика и физика на 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 протона и неутрона 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.

## СЪДЪРЖАНИЕ НА УЧЕБНАТА ПРОГРАМА:

№	Тема, вид на занятието:	Брой часове
<b>I. Фундаментални частици и взаимодействия (12 часа)</b>		
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
<b>II. Свойства и строеж на атомните ядра (15 часа)</b>		
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	2

	изучаването му: разсейване на бързи електрони и неутрони, огледални ядра и други.	
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. $\alpha$ -разпадане: основни факти; емпиричен закон на Гайгер-Нътъл; теория на $\alpha$ -разпадането. $\beta$ -разпадане: видове, теория на Ферми за $\beta$ -разпадането; сравнителен период на полуразпадане; графика на Кюри; подборни правила по спин и четност при $\beta$ -разпадането. Гама-преходи: подборни правила при $\gamma$ -преходите; вътрешна конверсия; ядрена изомерия	5
9.	Последователни разпадания и радиоактивни семейства. Естествена радиоактивност.	2
<b>III. Модели за строежа на ядрата (7 часа)</b>		
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
<b>IV. Специфични ядрени реакции и приложения (6 часа)</b>		
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
<b>V. Експериментална техника в субатомната физика (5 часа)</b>		
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 (15 ЧАСА)

Тема 1. Квантови микрообекти. Елементарни частици и атомни ядра. Фундаментални взаимодействия – 1 час.

Тема 2. Реакции и разпадания. Класически и релативистки кинематични зависимости –

2 часа.

Тема 3. Основни свойства на ядрата. Ядрени формфактори – 2 часа.

Тема 4. Спин и магнитни моменти на ядрата – 2 часа.

Тема 5. Закон за радиоактивното разпадане. Последователни разпадания.  $\alpha$ -разпадане – 2 часа.

Тема 6.  $\beta$ -разпадане -2 часа.

Тема 7.  $\gamma$ -преходи и вътрешна конверсия – 2 часа.

Тема 8. Експериментални методи на субатомната физика – 2 часа.

### **ФОРМА НА КОНТРОЛ:**

Проверката на знанията се провежда чрез едно домашно задание в средата на семестъра и един писмен тест в края на семестъра. И двете се оценяват от водещия семинарните занятия и оценките се вземат предвид от преподавателя на изпита.

### **КРИТЕРИИ ЗА ОЦЕНЯВАНЕ НА ИЗПИТ:**

Проверката на знанията се прави на общ изпит от преподавателя и водещия семинара на съответната група. Студентите изтеглят 2 въпроса от конспекта и ги развиват писмено. След това се провежда събеседване, по време на което студентите трябва да изложат подробно материала по изтеглените въпроси и да отговорят на допълнително зададените кратки въпроси.

В крайната оценка участва с тегло 1/3 оценката от семинарните занятия, която взема предвид цялостната работа на студента през учебната година и представянето му на текущите проверки.

### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. У. Уилямс, Физика на ядрото и елементарните частици, Издателство на Софийския университет, 2000 г.
2. 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/>)
3. Н. Балабанов, Ядрена физика, Пловдивско университетско издателство, 1998 г.
4. E. Henley, A. Garcia, Subatomic Physics – 3<sup>d</sup> edition, World Sci. Pub., 2007 (има превод на руски език на първото издание: Г. Фрауенфелдер, З. Хенли, Субатомная физика, изд. “Мир”, Москва, 1979 г.)
5. A. Das, T. Ferbel, Introduction to Nuclear and Particle Physics, 2<sup>nd</sup> edition, World Sci. Pub.,

2003.

6. К.Н.Мухин, Экспериментальная ядерная физика, т. I – Физика атомного ядра, изд. “Энергоатомиздат”, Москва, 1983 г.
7. 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.)

януари 2009 г.

Изготвил програмата:

доц. д-р Румен Ценов

