

**СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ**

БЪЛГАРИЯ, СОФИЯ 1164
БУЛ. "ДЖЕЙМЗ БАУЧЪР" 5
ТЕЛ.: +359 2 622 446

ФАКС: + 359 2 962 5276, ТЕЛЕКС: 23296 SUKO BG



**SOFIA UNIVERSITY
FACULTY OF PHYSICS**

1164 SOFIA, BULGARIA
5 JAMES BOURCHIER BLVD.
TEL.: +359 2 622 446

FAX: +359 2 962 5276, TELEX: 23 296 SUKO BG

Утвърдена с Протокол на ФС N:/

Декан:

/доц. д-р Д. Мърваков/

УЧЕБНА ПРОГРАМА

ПО ДИСЦИПЛИНАТА: Ядрени реакции в медицинската физика

ВКЛЮЧЕНА В УЧЕБНИЯ ПЛАН НА СПЕЦИАЛНОСТ: Медицинска физика

СТЕПЕН НА ОБУЧЕНИЕ: бакалавър

КРЕДИТИ (ECTS): 4.5

КАТЕДРА: Атомна физика

ИЗВАДКИ ОТ УЧЕБНИЯ ПЛАН

Вид на занятията:	Семестър:	Хорариум-часа/ седмично:	Хорариум-часа Общо:
Лекции	7 - ми	3	45
Семинарни упражнения	7 - ми	1	15
Практически упражнения			
Общо часа:		4	60
Форма на контрол:			изпит

А. АНОТАЦИЯ

Курсът е предназначен за студентите от бакалавърската степен на специалността Медицинска физика, но е твърде полезен и за приложно ориентираните специалности като Инженерна физика и Ядрена техника и ядрена енергетика. По съдържанието си курсът се явява необходимо и сериозно допълнение

към базовото обучение по Ядрена физика на всички специалности във Физическия факултет. Препоръчителен е за всички, които възнамеряват да упражняват професия, свързана с приложение на ядрени реакции посредством ускорители за медицински цели, за изследвания в материалознанието или други приложни направления. Задълбочни познания по физиката на ядрените реакции са необходими във фундаметалната ядрена физика и физиката на елементарните частици.

Курсът излага основите на физиката на ядрените реакции при ниски енергии на взаимодействие, т.е. енергии, при които сеченията за раждане на пиони са малки. Тази активно разработвана област на съвременната фундаментална и приложна ядрена физика е спомената бегло общия курс по Ядрена Физика и спецкурсовете по Теоретична ЯФ и Експериментална ЯФ. Курсът предлага добре балансирано феноменологичното и разширеното в теоретичен план изложение. Запазена е методическата близост с основния курс по АЯФ, математическият апарат съответства на подготовката на студентите. Представени се съвременните експериментални методи за определянето на основните характеристики на ядрената реакция: функции на възбуждане, диференциални сечения, енергетични спектри на продуктите. Скицирани са най-известните моделни представи за механизма на реакциите. Курсът се състои от три раздела. Разделите "Еластични взаимодействия" и "Нееластични взаимодействия" въвеждат основните физични предстви и експериментални методи. Разделът "Терапевтични приложения" очертава ролята на ядрените реакции в лечението на ракови заболявания чрез облъчване на туморите със снопове високоенергетични електронеутрални и заредени частици. Основните теми са обект на специализирани семинарни занятия за решаване на задачи и придобиване на практически знания по моделни пресмятания на сечения на реакциите.

Б. СЪДЪРЖАНИЕ НА УЧЕБНАТА ПРОГРАМА:

Лекции и упражнения

№	ЛЕКЦИИ	Брой часове
1.	Разсейване – елементарна формулировка, основни понятия: <ul style="list-style-type: none"> - реакция, - добив на реакция, - сечение, - диференциално сечение, - единици. 	1 час
2.	Разсейване от Кулонов потенциал. Диференциално и пълно сечение за: <ul style="list-style-type: none"> - Ръдърфордово разсейване, - разсейване от твърда сфера. - ефект на спина, формула на Mott за разсейване на e^- 	2 часа
3.	Еластично разсейване. <ul style="list-style-type: none"> - дефиниция на проблема - стационарно третиране, сферични и плоски вълни - връзка между амплитуда на разсейване и сечение 	2 часа

4.	<p>Определяне на сечения чрез разложение по парциални вълни.</p> <ul style="list-style-type: none"> - сечение за еластично разсейване - сечение за реакция в кулонов и ядрен потенциал - съотношение между сеченията за еластично разсейване и реакция 	2 часа
5.	<p>Определяне на сечения по метода на фазовото отместване.</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятие за дължина на разсейване - понятие за оптична теорема - приближение на s - вълни за неутрони 	2 часа
6.	<p>Пресмятане на сечения за правоъгълен потенциал и s - вълни.</p> <ul style="list-style-type: none"> - вълнови функции пред и зад границата на потенциала - понятие за резонансно и потенциално разсейване - обобщение за реалистичен потенциал по измерени ъглови разпределения и пресметнати фазови отмествания 	2 часа
7.	<p>Дължина на разсейване.</p> <ul style="list-style-type: none"> - определение на дължина на разсейване при малки енергии - пълно сечение чрез дължината на разсейване за: <ul style="list-style-type: none"> - силен потенциал на привличане - потенциал на привличане - потенциал на отблъскване - сечение чрез ефективна дължина на взаимодействие 	2 часа
8.	<p>Борново приближение</p> <ul style="list-style-type: none"> - определение - вероятност за преход - амплитуда и диференциално сечение в приближение на плоски вълни и централен потенциал - приложение в случая на Ръдърфордско разсейване 	2 часа
9.	<p>Еластично разсейване в Борново приближение.</p> <ul style="list-style-type: none"> - разсейване на електрони от ядро, формфактори - разсейване от правоъгълен потенциал - дифракционни структури в диференциалното сечение 	2 часа
10.	<p>Еластично разсейване на тежки частици върху тежки ядра</p> <ul style="list-style-type: none"> - класически траектории в Кулонов потенциал - параметър на Зомерфелд - функция на отклонение - периферийно съударение (“докосване”) - връзка между параметъра на Зомерфелд и ъгъла на разсейване. 	2 часа
11.	<p>Дифракционни ефекти в диференциалните сечения за разсейване на тежки частици. Разсейване на идентични частици.</p> <ul style="list-style-type: none"> - дифракция на Фрауенхофер - дифракция на Френзел. 	2 часа
12.	<p>Ядрени реакции, основни типове и механизми на реакциите.</p> <ul style="list-style-type: none"> - канали, канален спин - функция на възбуждане - директни реакции - реакции през съставно ядро - предравновестни реакции 	2 часа

13.	<p>Кинематика, координатни системи, запазващи се величини, енергетични зависимости.</p> <ul style="list-style-type: none"> - връзка между лабораторна система и система на центъра на масите - Q - стойност на реакцията - прагова енергия на реакцията 	2 часа
14.	<p>Обратимост на реакцията (теорема на реципрочност).</p> <ul style="list-style-type: none"> - вероятност за преход - условие за обратимост на реакцията - съотношение на обратимост - сечение на основните типове реакции като функция на скоростта на бомбрадиращата частица 	2 часа
15.	<p>Резонанси, резонансно и потенциално разсейване, ширини, сечения, формула на Брайт - Вигнер.</p> <ul style="list-style-type: none"> - логаритмична производна, условия за непрекъснатост на вълновата функция. - сечения при резонансно и потенциално разсейване - пълно сечение на реакцията (формула на Breit - Wigner) 	2 часа
16.	<p>Реакции с образуване на съставно ядро.</p> <ul style="list-style-type: none"> - ширина и време на живот на компаунд състоянията - сечения за създаване и разпад на съставното ядро - трансмисионни коефициенти - сечение на реакцията през съставно ядро по метода на Хаузер - Фешбах. 	2 часа
17.	<p>Статистически модел.</p> <ul style="list-style-type: none"> - енергийни спектри на излъчените частици - статистическа хипотеза, "изпарителен" спектър - плътност на нивата - сечение на обратната реакция - формула на Вайскопф - Юинг - предравновесна емисия 	2 часа
18.	<p>Оптически модел.</p> <ul style="list-style-type: none"> - осреднен потенциал - потенциално и компаунд - еластично разсейване - реална и имагинерна част на оптичния потенциал, повърхнинно и обемно поглъщане - типични стойности на параметрите на оптичния потенциал 	2 часа
19.	<p>Директни реакции.</p> <ul style="list-style-type: none"> - реакции на откъсване и подхват на нуклони - основни характеристики на наблюдаемите величини - елементарно описание на директните реакции 	2 часа
20.	<p>Механизми на реакциите с тежки йони.</p> <ul style="list-style-type: none"> - особености, възможни траектории, предаден орбитален момент - процеси на сливане на взаимодействащите йони - канали на разпад на съставната система - дълбоко нееластични взаимодействия 	2 часа

21.	Използване на спирачно лъчение за терапевтични цели. - източници: бетатрон, линеен ускорител на e^- - пространствено разпределение на отделената енергия - роля на фотоядрените реакции.	2 часа
22.	Приложение на нуклонни снопове за терапевтични цели - използване на бързи неутрони - използване на протонни снопове - ефект на реакциите на еластично разсейване и емисия на вторични частици	2 часа
23.	Терапия с тежки йони. - предимства на използване на многозарядни ускорени йони - реакции на фрагментация - закъсняващи ефекти	2 часа
СЕМИНАРНИ ЗАНЯТИЯ		
1.	Ядрени взаимодействия, лабораторна координатна система и система на центъра на инерция, импулсни диаграми.	2 часа
2.	Еластични взаимодействия, кинематични величини и характеристики.	2 часа
3.	Ядрени реакции, енергетически характеристики, ъглови зависимости.	3 часа
4.	Сечения и добиви на ядрени реакции. Ефективни сечения. Връзка между ширни и сечения, формула на Breit-Wigner.	3 часа
5.	Резонансни ефекти, пресмятане на сечения в Борново приближение.	3 часа
6.	Пресмятане на функции на възбуждане в рамките на екситонния модел за биологично интересни ядра-мишени.	2 часа

В. Формата на контрол е **изпит**

Изпитът се провежда по време на редовната изпитна сесия. Критериите за оценяване са стандартни - оценката се поставя за количеството и качеството на показаните знания. Като част от изпита е и контролът върху практическите умения на студентите за конкретни пресмятания и оценки на основни величини и характеристики на реакциите, придобити в резултат от проведените семинарните занятия.

Г. Основна литература:

1. Т.Мayer-Kuckuck, Atomphysik, Kernphysik, B.G.Teubner, Stuttgart, 1994 и следващи издания. Т. Meyer-Kuckuck, "Kernphysik", Teubner, 2002, ISBN 3519132230

2. В.В.Волков. Ядрение реакции глубоконеупругих передач. Москва, Енергоиздат, 1982.

3. А.Г.Ситенко. Теория ядерних реакции, Москва, 1983

4. M.B.Chadwick. Hadron Cancer Therapy: Role of Nuclear reactions.

Отпечатано в: Hadrons, Nuclei and Applications:Proceedings of the conference: Bologna 2000, ISBN:9810247338, p.437, 2001

5. M.B.Chadwick. Nuclear reactions in proton, neutron, and photon radiotherapy Radiochim. Acta 89, 325–336l, 2001

Д. Допълнителна литература:

1. Б. С. Ишханов, И. М. Капитонов, Взаимодействие электромагнитного излучения с атомными ядрами, Москва, Изд. Моск. университета, 1979
2. Е. Г. Комар, Основы ускорительной техники, М., Атомиздат, 1975
3. M. Blann, Pre-equilibrium models for nuclear reactions, Bonn, 1974
4. H. Machner, PRPLCM, 127(5), 1985
5. J. Ernst, W. Friedland and H. Stockhorst, Z. Phys., A333, 45-56, 1994
6. C. M. Perey and F.G. Perey, ADNDT 17, 1-101, 1976
7. B. L. Berman and S.C. Fultz, Rev. Mod. Phys., 47(3), 713, 1975
8. S.S. Dietrich, B. L. Berman, ADNDT, 38(2), 1988

Съставил програмата:

Дата: 26.12.2007 год.

/доц.д-р Д.Колев/