

Утвърждавам:
Декан ФзФ
(проф. дфн Г. Райновски)

К О Н С П Е К Т

за конкурсен кандидат-докторантски изпит по Ядрена физика

2024

1. Строеж на материята. Атом, атомно ядро и елементарни частици. Общи свойства на атомните ядра. Ядрен радиус. Ядрени маси и разпространение на изотопите. Масов дефект и енергия на свързване на атомните ядра. Линия на стабилност. Ядрен спин и четност.
2. Строеж на атома. Характеристично рьонгеново лъчение – закон на Мозли. Квантовомеханична теория на водородния атом.
3. Радиоактивност. Видове радиоактивни превръщания. Закон за радиоактивното разпадане. Верига от последователни разпадания – математическо описание и формула на Бейтмън. Радиоактивно равновесие.
4. Алфа разпадане на атомните ядра. Основни експериментални факти. Квантовомеханично обяснение на алфа-разпадането.
5. Бета разпадане. Основни експериментални факти. Теория на Ферми за бета-разпада. График на Кюри. Приведен период на полуразпадане. Класификация и правила на отбор.
6. Гама-излъчване от атомните ядра. Гама-преходи и ядрена изомерия. Закони за съхранение при гама-излъчването. Правила за отбор - тип и мултиполност. Приведени вероятности за преход. Вътрешна конверсия. Коефициент на вътрешна конверсия. $0^+ \rightarrow 0^+$ преходи. Коефициент на вътрешна конверсия.
7. Взаимодействие на заредени частици с веществото. Загуби на енергия при стълкновения и за спиращо лъчение. Взаимодействие на тежки заредени

частици с веществото. Пробег и флуктуации в пробега на тежките заредени частици във веществото.

8. Взаимодействие на електрони и позитрони с веществото. Линейна и масова спираща способност. Формула на Бете-Блох-Щернхаймер за йонизационните загуби. Радиационни загуби. Многократно разсейване.
9. Взаимодействие на рьонгеново и гама-лъчение с веществото. Фотоефект, кохерентно и комптъново разсейване, раждане на двойка електрон-позитрон.
10. Ускорители на заредени частици. Принцип на ускоряване. Генератор на Ван-де-Граф. Линейни ускорители. Циклотрон.
11. Детектори на ядрени лъчения. Принцип на действие на газонапълнени и сцинтилационни детектори. Сцинтилационен процес. Фотоелектронни умножители.
12. Полупроводникови детектори. Принцип на действие на полупроводниковите детектори. Преобразуване на енергията в заряд. Разделителна способност. P-n и p-i-n преходи в електрично поле. Конструкция на полупроводниковите детектори.
13. Метод на гама-спектрометрията. Параметри на гама-линията. Интерпретация на апаратурен гама-спектър на моноенергиен гама-източник. Калибриране по енергия и ефективност. Гама-спектрометри с комптъново подтискане.
14. Статистика при регистрацията на ядрени лъчения. Поасоново и гаусово разпределение. Неопределеност в регистрирания брой импулси. Разпространение на неопределеностите. Концепция за минимална детектируема активност.
15. Измерване на времена в ядрената физика. Измерване на къси времена. Доплерово отместване.

16. Ъглови корелации. Обща теория. Корелации от ориентирани ядра, получени в ядрени реакции.
17. Емпирични ядрени модели. Слоест модел за сферични ядра. Енергетични спектри на сферични ядра. Приближение на Хартри-Фок.
18. Колективни движения в атомните ядра. Вибрационни и ротационни спектри в четно-четни ядра.
19. Ефект на Мьосбауер. Мьосбауерова спектроскопия. Оптично резонансно разсейване. Форма на линията. Излъчване на свободни ядра - откат. Резонансно безоткатно поглъщане. Опити на Мьосбауер. Вероятност за безоткатно поглъщане. Модел на Дебай. Модел на Айнщайн.
20. Параметри на Мьосбауеровата линия. Изомерно (химическо) отместване. Зависимост от s-електронната плътност. Квадруполно разцепване. Градиент на електричното поле. Магнитно свръхфино взаимодействие. Магнитно разцепване и вътрешнокристални полета.
21. Техника на Мьосбауеровия експеримент. Спектрометри с постоянна скорости ускорение. Детектори. Експериментални геометрии - на пропускане, на разсейване. Мьосбауерова конверсионна електронна спектрометрия. Дълбочинно-селективна Мьосбауерова спектрометрия. Примери за приложения.
22. Основни дозиметрични величини и единици. Предадена енергия, доза, керма, експозиция, еквивалентна и ефективна доза. Пренос на частици и пренос на енергия.
23. Биологично действие на йонизиращите лъчения. Стохастични и детерминирани ефекти. Съвременни оценки на риска за стохастични ефекти. Облъчване на човека от естествени и изкуствени източници на йонизиращи лъчения. Фоново облъчване, облъчване в медицината и ядрената енергетика.
24. Цел и задачи на радиационната защита. Принципи на радиационната защита. Принцип ALARA.

25. Ядрени реакции. Делене на ядрата и верижни реакции. Принцип на действие на ядрен реактор. Реакции на синтез - термоядрен синтез.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Минкова, Атомна физика. София, изд. Ромина; 2000.
2. Н. Балабанов, Ядрена физика. Пловдив, Университетско издателство; 1998.
3. К. Н. Мухин, Экспериментальная ядерная физика, т. I. Москва, Энергоатомиздат; 1983.
4. S. Krane, "Introductory nuclear physics", Wiley, New York, 1988.
5. Б. Славов, "Увод в теоретичната ядрена физика", СУ, 2003.
6. Glenn F. Knoll, "Radiation detection and measurement", Wiley, New York, 2000.
7. W.R. Leo, "Technique for nuclear and particle experiments", Springer-Verlag New York Inc., 1994.
8. И. Манджуков, Записки по експериментална ядрена физика, <http://atomic.phys.uni-sofia.bg/elektronna-biblioteka/lectures/eiaf-Mandjukov/>
9. И. Манджуков, Б. Манджукова, Практикум по експериментална ядрена физика, Тита-консулт, 2010.
10. Т. Русков, Ефект на Мьосбауер, Наука и изкуство, София, 1975.
11. L. A. Currie. Limits for qualitative detection and quantitative determination. Analytical Chemistry, vol. 40, pp. 586-593; 1968.
12. В. Штольц, Р. Бернхард, Дозиметрия йонирующего излучения, РИГА-ЗИНАТНЕ, 1982.

Ръководител на катедра

„Атомна физика”

/доц. д-р М. Богомилов/