

КОНСПЕКТ
по **Експериментална ядрена физика**,
Магистърска програма
(професионални бакалаври задочно обучение),
Специалност *Ядрена техника и ядрена енергетика*,
за учебната **2010-2011 год.**
лектор доц. д-р Д. Колев

Основни характеристики на типовете радиоактивно разпадане

1. Ядрата като силно свързана система от нуклони, енергия на свързване, специфична енергия на свързване.
2. Капков модел на ядрото. Формула на Вайцекер, смисъл на членовете във формулата, видове стабилни ядра според броя на нуклоните.
3. Стабилни и радиоактивни изотопи. Радиоактивно разпадане, условия за спонтанно разпадане. Граници на стабилност, карта на изотопите.
4. Бета разпадане. Видове, условия за β -разпадане по ядрена и атомна маса и по енергия.
5. Характерни особености на β -разпадането. Енергия, форма на спектъра, тип на дъщерните ядра, възможност за следващо γ -разпадане.
6. Връзка между енергията на β -разпадането и енергията на връзка. Параболи за нечетно и четно A . Условия за съществуване на нечетно-нечетни ядра. Аналитичен вид на линията на стабилност.
7. Алфа разпадане. Условия за α -разпадането, енергия на разпадането и разпределение на енергията между α -частиците и дъщерното ядро. Оценка на енергиите на α -частиците, роля на кулоновата бариера. α -разпадане и съществуване на стабилни трансуранови елементи.
8. Спонтанно делене на атомните ядра. Енергетическо условие, оценка на енергията при делене, средна кинетична енергия на фрагментите. Граници на стабилност по делене, бариера на делене и параметърът Z^2/A , радиоактивност на фрагментите.

Взаимодействие на гама-кванти с веществото

9. Обща характеристика на гама-излъчването: произход, енергии, дължини на вълните, импулс, мултиполност, спин, енергия на откат на излъчващото ядро.
10. Фотоефект. Кинетична енергия на фотоелектроните. Очевидни следствия. Математическа обосновка на основното (неочевидно) условие за фотоефект.
11. Сечение за фотоефект, основни зависимости, особености при ниски енергии на γ -квантите. Относителна големина на сечението за различните слоеве на електронната обвивка на ядрото. Ъглови

разпределения на фотоелектроните. Ефекти, следващи излъчването на фотоелектрон.

12. Ефект на Комптон, дефиниция, формули за енергията на разсеяните γ -кванти и електрони, интерпретация на тези формули. Комптоново разсейване в спектъра на единична линия. Ъглова импулсна диаграма на разсеяните комптонови γ -кванти и електрони.
13. Диференциално сечение за Комптоново разсейване, формула на Клейн, Нишина, Там. Томсоново разсейване. Пълно сечение, основни зависимости.
14. Раждане на двойка електрон-позитрон, необходими условия за раждане на $(e^- - e^+)$, физическа и математическа обосновка. Пълно сечение за раждане на двойки в полето на ядрото.
15. Явления, следващи раждането на двойка $(e^- - e^+)$ и проявата им в спектъра на единична γ -линия с надпрагова енергия. Процес на многократно раждане на двойки в електромагнитен порой.
16. Пълен коефициент на поглъщане на γ -кванти във веществото, пълно сечение, закон за поглъщане на γ -кванти, ефективна дебелина. Основни зависимости определящи хода на пълното сечение и следствия за оптимизиране на условията при спектрометрични измервания. Най-общо условие за възникване на кохерентно (Релеевско) разсейване.

Взаимодействие на заредени частици с веществото

17. Взаимодействие на тежки заредени частици (ТЗЧ) с веществото. Йонизационни загуби, среден йонизационен потенциал. Формула на Бете и очевидни зависимости е нея.
18. Пробег на α -частици и други ТЗЧ във веществото. Формула на Бете за кинетичната енергия на ТЗЧ. Дължина на пробега на α -частици. Крива на Бряг. Делта електрони.
19. Ръдърфордско разсейване. Ефективно диференциално сечение. Опит на Гайгер, Марсден, Ръдърфорд. Формула на Ръдърфорд за α -частици. Пълно (интегрирано) сечение за разсейване на даден ъгъл. Сравнителна оценка на сечението за йонизация и за Ръдърфордско разсейване за α -частици.
20. Взаимодействие на електрони с веществото. Формула на Бете-Блох за специфичните йонизационни загуби на енергия. Специфични йонизационни загуби, нормирани на плътността на средата и зависимостта им от енергията на e^- . Пробег на монохроматични електрони, оценки.
21. Поглъщане на β -частици с непрекъснат спектър. Обрато разсейване на e^- . Електрон-електронно разсейване. Ръдърфордско разсейване на бързи електрони ($\beta \rightarrow 1$) в кулоновото поле на ядрото (атома). Практически изводи за спектрометрията на електрони.
22. Радиационни загуби, спиращо лъчение. Формула на Бете-Хайтлер. Спектър и ъглово разпределение на спиращото лъчение. Синхротронно лъчение. Понятие за ефект на Черенков.

Детектори на ядрени лъчения

23. Сцинтилационни детектори. Основни компоненти. Сцинтилационен процес в неорганични сцинтилатори – етапи. Роля на активаторите. Енергетичен добив. Квантов добив. Типични неорганични сцинтилатори и техните характеристики.
24. Органични сцинтилатори, видове. Механизъм на сцинтилационния процес, отместване спектъра на изсветване спрямо спектъра на поглъщане, сместители. Типични органични сцинтилатори, характеристики, приложения и недостатъци.
25. Фотоелектронни умножители (ФЕУ), устройство и принцип на действие. Фотокатоди, квантова ефективност. Динодна система, коефициент на вторична електронна емисия, коефициент на усилване.
26. Делител на ФЕУ, амплитуда на изходния сигнал, оценка на разделителната способност по енергии. Шумове. Форма на импулса от сцинтилационен детектор. Бързи ФЕУ за времеви измервания.
27. Полупроводникови детектори (ППД). Елементи от зонната теория, Собствена проводимост, подвижност и концентрация на носителите в зависимост от температурата. Примесна проводимост, акцепторни и донорни нива, компенсация. Ge(Li) детектори, особености на експлоатация.
28. Преобразуване на енергията на първичната заредена частица в двойки носители, етапи. Флуктуации на броя на двойките носители. Оценка на разделителната способност и роля на фактора на Фано.
29. p-n и p-i-n преходи без подадено напрежение и в електрично поле. Дебелина на обеднения слой в повърхностно-бариерни детектори. Принцип на действие и предназначение на зарядо-чувствителните предусилватели.
30. Технология и конструкция на ППД. Коаксиални детектори за γ -излъчване. Условия на експлоатация, работно напрежение. Характеристики: Ефективност, отношение комптон-фотопик, FWHM.
31. Повърхностно-бариерни детектори. Конструктивно оформление. Области на приложение. Типични особености и характеристики, коефициент на обратно разсейване. Връзка между специфичните йонизационни загуби и генерирания сигнал, радиационни увреждания.