

ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

В.А. МАЗУРОВА

**УЧЕБНОЕ
ПОСОБИЕ**

Элементарные частицы

Атомное ядро

Радиоактивный распад ядер атомов

Ионизирующее излучение

Ядерные реакции и ядерная энергетика

КНОРУС

BOOK.ru
ONLINE МАТЕРИАЛЫ



Оглавление

Введение	6
1. Элементарные частицы	10
1.1. Определение элементарных частиц	10
1.2. Краткие исторические сведения	10
1.3. Основные свойства элементарных частиц	12
1.4. Основные виды взаимодействий элементарных частиц	17
1.5. Основные характеристики элементарных частиц	26
1.6. Классификация элементарных частиц	35
1.7. Законы сохранения	58
2. Атомное ядро	67
2.1. Основные характеристики и свойства атомного ядра	67
2.1.1. Основные характеристики нуклонов	69
2.1.2. Ядра-изотопы, ядра-изобары, ядра-изотоны, ядра-изомеры, зеркальные ядра, магические и дважды магические ядра	75
2.1.3. Взаимодействие нуклонов. Ядерные силы	78
2.1.4. Основные характеристики стабильных ядер атомов	83
2.1.4.1. Размер атомных ядер и их форма	84
2.1.4.2. Электрический заряд ядра. Электрический квадрупольный момент	87
2.1.4.3. Масса ядра	92
2.1.4.4. Энергия связи ядра. Удельная энергия связи	93
2.1.4.5. Система энергетических уровней ядер	102
2.1.4.6. Полный механический момент импульса ядра. Спин ядра	107
2.1.4.7. Магнитный момент ядра	109
2.1.4.8. Четность ядра	110
2.1.4.9. Изотопический спин ядра	112
2.2. Ядерные модели	114
2.2.1. Капельная модель ядра	115
2.2.2. Оболочечная модель ядра	117
3. Радиоактивный распад ядер атомов	123
3.1. Естественная и искусственная радиоактивность	123
3.2. Радиоактивные ряды (радиоактивные семейства)	126
3.3. Закон радиоактивного распада	127
3.4. Основные характеристики радиоактивных ядер	135
3.5. Активность радиоактивного источника	137
3.6. Основные виды радиоактивного распада	140
3.6.1. Альфа-распад (α -распад)	141
3.6.2. Бета-распад (β -распад)	154

3.6.2.1. Электронный распад (β^- -распад)	155
3.6.2.2. Позитронный распад (β^+ -распад)	156
3.6.2.3. Электронный захват (е-захват)	164
3.6.3. Спонтанное деление ядер	166
3.6.4. Протонная и двухпротонная радиоактивность атомных ядер	167
3.6.5. Запаздывающая нейтронная радиоактивность, запаздывающая протонная радиоактивность и др.	168
4. Ионизирующее излучение	170
4.1. Определение и свойства ионизирующего излучения	170
4.2. Некоторые характеристики ионизирующего излучения	171
4.3. Альфа-излучение	173
4.3.1. Основные характеристики альфа-частиц	173
4.3.2. Взаимодействие альфа-излучения с веществом	174
4.3.2.1. Ионизационные потери энергии альфа-частицы	177
4.3.2.2. Упругое рассеяние альфа-частиц на ядрах	183
4.3.2.3. Неупругое рассеяние альфа-частиц на ядрах атомов	184
4.3.2.4. Ядерные реакции	184
4.3.2.5. Излучение Вавилова — Черенкова	185
4.3.3. Закон ослабления альфа-излучения	186
4.3.4. Физические принципы защиты от альфа-излучения	188
4.4. Бета-излучение	189
4.4.1. Механизм взаимодействия бета-излучения с веществом	189
4.4.1.1. Упругое рассеяние быстрых электронов на электронах электронной оболочки атомов	190
4.4.1.2. Неупругое рассеяние быстрых электронов на электронах электронной оболочки атомов	190
4.4.1.3. Радиационное торможение быстрого электрона в поле ядра	191
4.4.1.4. Упругое рассеяние электронов на ядрах атомов	193
4.4.1.5. Ионизационные и радиационные потери энергии электронов в веществе	193
4.4.2. Закон ослабления бета-излучения	199
4.4.3. Физические принципы защиты от бета-излучения	205
4.5. Гамма-излучение	206
4.5.1. Механизм взаимодействия гамма-излучения с веществом	209
4.5.1.1. Фотоэффект	211
4.5.1.2. Комптон-эффект (комптоновское рассеяние)	216
4.5.1.3. Образование электрон-позитронных пар	220
4.5.2. Закон ослабления гамма-излучения	224
4.5.3. Физические принципы защиты от гамма-излучения	233

4.6. Нейтронное излучение	234
4.6.1. Классификация нейтронов по энергии	235
4.6.2. Источники нейтронов	237
4.6.3. Взаимодействие нейтронного излучения с веществом	244
4.6.3.1. Упругое рассеяние нейтронов на атомных ядрах	245
4.6.3.2. Неупругое рассеяние нейтронов на ядрах атомов	253
4.6.3.3. Радиационный захват нейтронов	257
4.6.3.4. Наведенная активность вещества	259
4.6.3.5. Закон Ферми, определяющий эффективное сечение радиационного захвата нейтронов	262
4.6.4. Закон ослабления нейтронного излучения	265
4.6.5. Замедление и диффузия нейтронов	267
4.6.6. Физические принципы защиты от нейтронного излучения	273
5. Ядерные реакции и ядерная энергетика	279
5.1. Определение и типы ядерных реакций	279
5.2. Законы сохранения в ядерных реакциях	282
5.3. Характеристики ядерных реакций	284
5.4. Модели ядерных реакций	289
5.4.1. Модель ядерной реакции, протекающей с образованием промежуточного (составного) ядра	290
5.4.2. Модель прямой ядерной реакции	295
5.5. Ядерная реакция деления ядер тяжелых атомов	297
5.5.1. Механизм ядерной реакции деления тяжелых ядер под действием нейтронов	305
5.5.1.1. Особенности ядерной реакции деления ядер урана $^{235}_{92}\text{U}$ при захвате тепловых нейтронов	309
5.5.1.2. Особенности ядерной реакции деления ядер урана $^{238}_{92}\text{U}$ при захвате нейтронов	310
5.5.2. Цепная ядерная реакция деления тяжелых ядер под действием нейтронов	311
5.6. Ядерный реактор	322
5.7. Цепная ядерная реакция взрывного типа	329
5.8. Термоядерные реакции. Проблема управляемого термоядерного синтеза (УТС)	332
Основной библиографический список	344
Дополнительный библиографический список	345