

УДК 539.1
ББК 22.38
М69

Рецензенты:

доктор физико-математических наук, доцент кафедры общей и экспериментальной физики Московского педагогического государственного университета И. А. Васильева;
кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой физики и высшей математики Московского государственного университета технологии и управления В. Ф. Дмитриев.

М69 **Михайлов М. А.** Ядерная физика и физика элементарных частиц: Учебное пособие: В 2-х ч. — Ч.1. — М.: МПГУ, 2011. — 94 с.

В пособии рассмотрены основные понятия и законы физики атомного ядра и элементарных частиц. В первой части изложен ряд общих вопросов, а также вопросы, касающиеся строения и свойств атомного ядра, радиоактивных распадов и ядерных реакций. Во второй части рассматриваются вопросы взаимопревращений элементарных частиц, подробно излагается теория сильного и слабого взаимодействий, дается понятие о современных единых теориях фундаментальных взаимодействий. Пособие предназначено для преподавателей физики, для студентов физических специальностей педагогических вузов.

ISBN 978–5–4263–0048–4

© М. А. Михайлов, 2011

© МПГУ, 2011

© Оформление. Издательство «Прометей», 2011

Содержание

1. ВВЕДЕНИЕ В ЯДЕРНУЮ ФИЗИКУ И ФИЗИКУ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ.....	5
1.1. Фундаментальные взаимодействия.....	5
1.2. Классификация элементарных частиц	7
2. СТАБИЛЬНЫЕ ЯДРА И ИХ ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	10
2.1. Состав ядра.....	10
2.2. Энергия связи ядра	11
2.3. Ядерные силы и их свойства.....	12
2.4. Изотопический спин	13
2.5. Радиус ядра.....	14
2.6. Спин ядра	15
2.7. Четность	16
2.8. Электромагнитные моменты ядер	17
3. ЯДЕРНЫЕ МОДЕЛИ.....	20
3.1. Классификация ядерных моделей	20
3.2. Капельная модель ядра	21
3.3. Формула Вейцзеккера для энергии связи ядра	23
3.4. Несферическая модель ядер	25
3.5. Оболочечная модель ядер.....	26
3.6. Обобщенная модель ядра	29
4. РАДИОАКТИВНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ.....	31
4.1. Явление радиоактивного распада. Закон радиоактивного распада. Период полураспада	31
4.2. Альфа-распад	32
4.3. Законы сохранения при α -распаде.....	33
4.4. Механизм α -распада	36
4.5. Бета-распад	38
4.6. Энергетический баланс β -превращений ядер. Нейтрино	39
4.7. Правила отбора при β -превращениях	44
4.8. Нарушение закона сохранения пространственной четности в β -распадах	45
4.9. Гамма-излучение ядер	48

4.10. Эффект Мессбауэра	51
5. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЧАСТИЦ И ИЗЛУЧЕНИЯ	
С ВЕЩЕСТВОМ	53
5.1. Прохождение тяжелых заряженных частиц через вещество. Ионизационное торможение.	53
5.2. Особенности прохождения легких частиц через вещество. Ионизационные потери энергии. Тормозное излучение	60
5.3. Излучение Вавилова—Черенкова	63
5.4. Взаимодействие гамма-квантов с веществом	65
6. ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ	68
6.1. Классификация ядерных реакций и их общие закономерности	68
6.2. Законы сохранения энергии и импульса в ядерных реакциях	70
6.3. Закон сохранения момента импульса	74
6.4. Механизмы протекания ядерных реакций	75
6.4.1. Механизм составного ядра	75
6.4.2. Механизм прямых реакций.	78
6.4.3. Деление тяжелых ядер	80
6.5. Деление ядер под действием нейтронов. Цепные ядерные реакции	84
6.6. Термоядерные реакции. Управляемый термоядерный синтез	88
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	92