

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ ИМЕНИ Д.В. СКОБЕЛЬЦЫНА

И.М. КАПИТОНОВ

ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ АТОМНЫХ ЯДЕР

Учебное пособие



УДК 539.14 (075.8)
ББК 22.38я73
К20

Рецензент:

Варламов В.В. – доктор физико-математических наук, профессор,
главный научный сотрудник НИИЯФ МГУ.

Капитонов И.М.

К20 Флуоресценция атомных ядер: учебное пособие / И.М. Капитонов. – М.: «КДУ», «Добросвет», 2023. – 128 с. – doi: 10.31453/kdu.ru.978-5-7913-1282-2-2023-128.

ISBN 978-5-7913-1282-2

Книга посвящена флуоресценции атомных ядер, обычно именуемой Ядерной Резонансной Флуоресценцией – ЯРФ. Именно эта аббревиатура используется в книге при упоминании этого явления. Описаны физические принципы ЯРФ, методы его исследования и приведены примеры полученных результатов. Большое внимание уделено выводу основных формул и соотношений, определению энергии, мультипольности и чётности ядерного гамма-перехода, устройству современных экспериментальных установок, характеристикам электронных ускорителей. Дано представление о ЯРФ-экспериментах, выполненных в Отделе электромагнитных процессов и взаимодействий атомных ядер НИИЯФ МГУ. В двух последних главах описаны магнитные дипольные возбуждения атомных ядер, изучение которых с использованием ЯРФ-методики привело к открытию нового типа низколежащих ядерных возбуждений несферических ядер – изовекторного орбитального M1-возбуждения ножничного типа (scissors mode).

Книга написана на основе созданного автором спецкурса, читаемого для студентов кафедры Общей ядерной физики физического факультета МГУ, и рассчитана на студентов Отделения ядерной физики этого факультета и студентов других вузов, специализирующихся в области физики атомного ядра.

УДК 539.14 (075.8)
ББК 22.38я73

© Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова, 2023
© НИИЯФ МГУ, 2023
© Капитонов И.М., 2023
© Издательство «КДУ», 2023

ISBN 978-5-7913-1282-2

Содержание:

Глава 1. Введение	стр. 6
Глава 2. Эффективное сечение ЯРФ	12
<i>Схема получения энергетической зависимости формулы</i> <i>Брейта-Вигнера</i>	15
Глава 3. Роль эффекта Доплера в ЯРФ.....	16
Глава 4. Связь радиационной ширины уровня с волновыми функциями начального и конечного состояний ядра	22
Глава 5. Эксперимент по резонансному рассеянию γ -квантов	27
- <i>Общая формула</i>	27
- <i>Схема эксперимента по рассеянию. Основная формула.....</i>	29
- <i>Толщина мишени</i>	30
- <i>Калибровка установки</i>	32
Глава 6. Германиевый детектор γ -квантов	34
- <i>Устройство детектора и свойства германия</i>	34
- <i>Регистрация фотонов. Отклик детектора</i>	35
- <i>Эффективность детектора</i>	41
- <i>Энергетическое разрешение. Фактор Фано</i>	44
Глава 7. Ускорительно-детекторный комплекс для ЯРФ- экспериментов	49
- <i>Непрерывные пучки электронов для ЯРФ- экспериментов</i>	49
- <i>Формирование тормозного излучения для ЯРФ- экспериментов и детекторный узел</i>	52
- <i>Системы из нескольких германиевых детекторов. EUROBALL Cluster detector</i>	56
- <i>Ускоритель НИИЯФ МГУ для ЯРФ-экспериментов</i>	58
Глава 8. Эксперимент по самопоглощению	63
Глава 9. Определение мультипольности гамма-переходов в ЯРФ- экспериментах	70
Глава 10. Определение чётности гамма-переходов в поляризационных ЯРФ-экспериментах	77
- <i>Метод, использующий линейно поляризованное тормозное излучение</i>	77
- <i>Метод определения чётности ядерных состояний, использующий комптоновское рассеяние</i>	85
- <i>Устройство комптоновского поляриметра. Примеры результатов</i>	90

Глава 11. Магнитные дипольные возбуждения атомных ядер.	
Предсказание орбитального M1-резонанса (scissors mode).....	97
- Орбитальные и спиновые M1-переходы	97
- M1-переходы в ядрах 1f2p-оболочки	100
- Коллективный образ ядерных M1-возбуждений.	
Предсказание ножничного возбуждения (scissors mode).....	106
Глава 12. Открытие и исследование изовекторных орбитальных (ножничных) M1-возбуждений	113
- Открытие и исследование изовекторных орбитальных (ножничных) M1-возбуждений в тяжёлых деформированных ядрах	113
- Ножничные возбуждения ядер 1f2p-оболочки.....	120
- Заключение.....	124
Литература	126