

Е. А. Соловьёв

НОВЫЕ ПОДХОДЫ

В КВАНТОВОЙ
ФИЗИКЕ



Е. А. Соловьёв

НОВЫЕ ПОДХОДЫ В КВАНТОВОЙ ФИЗИКЕ

*Под редакцией академика РАН
Л.И. Пономарёва*



МОСКВА
ФИЗМАТЛИТ®
2019

УДК 530.145

ББК 22.314

С 60

Соловьёв Е. А. **Новые подходы в квантовой физике** / Под ред. академика РАН Л.И. Пономарёва. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2019. — 216 с. — ISBN 978-5-9221-1876-7.

В книге представлено значительное число результатов и методов, которые обычно даже не упоминаются в стандартных учебниках по квантовой физике.

Особое внимание уделено связи между квантовым, классическим и квазиклассическим описаниями явлений микромира. Этим книга также отличается от большинства изданий по данному предмету.

Монография предназначена в первую очередь аспирантам по специальности «Теоретическая физика».

ISBN 978-5-9221-1876-7

© ФИЗМАТЛИТ, 2019

© Е. А. Соловьёв, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

От редактора	6
Предисловие	7
Введение	10
Глава 1. Классическое представление в квантовой физике	12
1.1. Преобразование Абеля	13
1.2. Уравнение Шрёдингера в классическом представлении	15
1.3. Гармонический осциллятор	16
1.4. Нерелятивистская модель конфайнмента кварков	17
1.5. Нестационарная модель Фейнмана	19
1.6. Атом водорода в s -состоянии	21
1.7. Квазиклассическое приближение	24
Глава 2. Точно решаемые задачи	26
2.1. Преобразования координат	26
2.1.1. Зависящий от времени сдвиг начала отсчёта	26
2.1.2. Временное масштабное преобразование	27
2.2. Фоковское представление для атома водорода	28
2.3. Скрытая симметрия периодической системы Менделеева	29
2.4. Проблема отделения центра масс в присутствии внешних полей	32
2.5. Модель Демкова–Ошерова	33
2.6. Модель, учитывающая движение ядер	35
2.7. Суперинтерференция	38
2.7.1. Периодические во времени потенциалы	38
2.7.2. Рассеяние на линейных молекулах	42
2.7.3. Канализованные состояния в тонких плёнках	44
2.8. Осцилляционная структура токов Холла	47
Глава 3. Классические подходы	51
3.1. Метод вековых возмущений	52
3.1.1. Скрытая симметрия в квадратичном эффекте Зеемана	53
3.1.2. Атом гелия	57
3.2. Метод адиабатического включения	61
3.2.1. Модель Хенона–Хейлеса	63
3.2.2. Атом водорода в электрическом и магнитном полях	66
3.3. Спонтанный распад возбуждённого атома водорода	69
3.4. Приближение Гутцвиллера; сверхширокие резонансы	71
3.4.1. Рассеяние на кулоновском центре в электрическом поле	71
3.4.2. Рассеяние на двух кулоновских центрах	73

3.5. Сечения Пуанкаре для атома гелия	75
3.5.1. Сверхузкие резонансы	76
3.5.2. Скрытые пересечения в гиперсферическом представлении	78
3.6. Ионизация отрицательного иона электроном	88
3.7. Бинарное приближение	91
Глава 4. Квазиклассическое приближение	95
4.1. Высшие порядки	95
4.2. Ренорм-групповая симметрия	97
4.3. Оценки точности квазиклассического разложения	99
4.4. Равномерная квазиклассика; метод эталонного уравнения	99
4.4.1. Атом водорода в магнитном поле	99
4.4.2. Асимптотика для нижних уровней в (nm) -подоболочке	103
4.4.3. Асимптотика для верхних уровней в (nm) -подоболочке	106
Глава 5. Адиабатическое приближение	109
5.1. Вывод уравнения Борна–Фока	109
5.2. Аналитическая структура адиабатических состояний	112
5.3. Адиабатический базис на границе континуума	114
5.3.1. Короткодействующее взаимодействие	115
5.3.2. Кулоновское дальнеедействие	117
5.4. Радиальные переходы в адиабатическом базисе	119
5.5. Обобщение метода Цваана	120
5.6. Топологическая фаза. Явление интерференции	123
5.7. Вращательные переходы в адиабатическом базисе	125
5.8. Скрытые пересечения в задаче двух кулоновских центров	126
5.8.1. Супервыдвижение; S-серии скрытых пересечений	127
5.8.2. Седловой канал; T- и Q-серии скрытых пересечений	130
5.8.3. Квазирезонанс; P-серии скрытых пересечений	132
5.9. Скрытые пересечения в гиперсферическом представлении	134
5.10. Модифицированный адиабатический подход	141
Глава 6. Неупругие переходы через скрытые пересечения	146
6.1. Изотопические эффекты	146
6.1.1. Столкновение изотопов экзотических атомов	148
6.1.2. Столкновение позитрона с атомом водорода	150
6.2. Многоэлектронные системы	152
6.2.1. Захват антипротонов в инертных газах	152
6.2.2. Двойная ионизация гелия протонами и антипротонами	156
6.3. Переходы, вызванные электрическим импульсом	159
6.3.1. Распад квазистационарных состояний водорода	159
6.3.2. Вращательные переходы в молекуле воды	164
Глава 7. Динамическое приближение	168
7.1. Метод нестационарного масштаба длины	169
7.2. Аналитическое продолжение и принцип причинности	172
7.3. Обоснование стандартного адиабатического приближения	173

7.4. Вращательные переходы в динамическом базисе	174
7.5. Интерференционные осцилляции в вероятности перехода	178
7.6. Вклад возбуждённых состояний и область максимума сечения	179
7.7. Отрыв электрона от отрицательного иона.	183
Глава 8. Основы квантовой физики и её связь с другими науками	189
8.1. Каноническое преобразование и квантовая физика	190
8.2. Время в квантовой физике.	192
8.3. Глобальное информационное поле.	194
8.3.1. Теорема Лиувилля и глобальное информационное поле	196
8.3.2. Уравнения Максвелла и глобальное информационное поле	197
8.3.3. Глобальное информационное поле и сознание	197
8.4. Квантовая теория распространения ЭЭГ-сигналов	199
8.5. Стрела времени	201
8.6. Критика релятивистского подхода.	202
8.7. Заключительные замечания	204
Список литературы	206