

История квантовой теории

1. Введение: физика от Архимеда до Эйнштейна.
2. Тепловое излучение: закон Кирхгофа, закон Штефана–Больцмана, закон смещения Вина.
3. Распределение Рэля–Джинса, распределение Вина, распределение Планка.
4. Эйнштейн: фотоэффект, флуктуации теплового излучения, спонтанное и вынужденное излучение, вывод распределения Планка.
5. Теплоёмкость твёрдых тел: закон Дюлонга–Пти, Эйнштейн, Дебай, Борн–Карман.
6. Модель атома Томсона. Открытие атомного ядра (Резерфорд).
7. Спектры: формула Бальмера, комбинационный принцип.
8. Теория Бора атома водорода. Принцип соответствия. Серия Пикеринга. Опыт Франка–Герца.
9. Квантование. Адиабатический принцип Эренфеста.
10. Несколько степеней свободы: Зоммерфельд.
11. Тонкая структура уровней атома водорода.
12. Эффект Штарка в атоме водорода: Шварцшильд, Эпштейн.
13. Нормальный эффект Зеемана, теорема Лармора. Аномальный эффект Зеемана, Ланде. Сильные магнитные поля: Паули.
14. Правила отбора.
15. Заполнение электронных оболочек: Стонер. Принцип Паули.
16. Спин электрона: Крониг, реакция Паули, Бора, Хайзенберга, Крамерса (лишний множитель 2 в тонкой структуре, почему $g = 2$, электроны в ядре?). Уленбек и Гаудсмит, реакция Эренфеста. Прецессия Томаса. Эксперимент Штерна–Герлаха. Эффект Эйнштейна–де Гааза.
17. Третье начало термодинамики (Нернст) как квантовый принцип. Энтропия Больцмановского газа (Сакур, Тетроде).
18. Статистика фотонного газа: Бозе. Обобщение на газ атомов: Эйнштейн. Конденсация (не Бозе, а Эйнштейна).
19. Статистика частиц, подчиняющихся принципу Паули: Йордан, Ферми, Дирак.
20. Теория Бора–Крамерса–Слэтера и её опровержение: эксперименты Боте–Гейгера, Комптона.
21. Рассеяние света атомом: Друде–Лоренц, правило сумм Томаса–Райхе–Куна, Ладенбург, Крамерс, Хайзенберг.
22. Открытие квантовой механики: Хайзенберг
23. Статьи Борна–Йордана и Хайзенберга–Борна–Йордана.
24. Спектр атома водорода: Паули. Вектор Рунге–Ленца (а также Германа–Бернулли–Лапласа–Гамильтона–Гиббса :-)

25. Коммутаторы и скобки Пуассона: Дирак.
26. Волны де Бройля.
27. Уравнение Шрёдингера (сначала он вывел релятивистское уравнение, ныне известное как уравнение Клейна–Гордона).
28. Эквивалентность матричной и волновой механики: Паули, Шрёдингер и другие.
29. Соотношение неопределённостей: Хайзенберг.
30. Симметрия волновых функций систем тождественных частиц: Хайзенберг (атом гелия), Дирак.
31. Рассеяние электронов: Борн. Вероятностная интерпретация.
32. Уравнение Паули со спином.
33. Теория преобразований: Дирак, Йордан.
34. Математическая формулировка квантовой механики: Гильберт, фон Нейман.
35. Электрон в периодическом потенциале: теорема Блоха. Металлы и диэлектрики.
36. Нестационарная теория возмущений, представление взаимодействия (Дирак). Поглощение и вынужденное излучение.
37. Квантование электромагнитного поля (Дирак). Спонтанное излучение.
38. Релятивистское уравнение Клейна–Гордона (иногда добавляют Фока).
39. Уравнение Дирака. Магнитный момент. Море Дирака, позитроны (аналогия с дырками в полупроводниках). Открытие позитрона.
40. Заключение: от квантовой электродинамики до Стандартной Модели.

Литература

1. Jagdish Mehra, Helmut Rechenberg, *The historical development of quantum theory*, Springer (2001)
 - v. 1, part 1
 - v. 1, part 2
 - v. 2
 - v. 3
 - v. 4
 - v. 5, part 1
 - v. 5, part 2
 - v. 6, part 1
 - v. 6, part 2
2. Макс Джеммер, *Эволюция понятий квантовой механики*, Наука, Москва (1985).
3. Фридрих Хунд, *История квантовой теории*, Наукова думка, Киев (1980).
4. Malcolm Longair, *Quantum concepts in physics*, Cambridge University Press (2013).
5. Abraham Pais, *Niels Bohr's times, in physics, philosophy, and polity*, Clarendon Press, Oxford (1991).
6. Даниил Данин, *Нильс Бор*, Молодая гвардия (1978).

7. David C. Cassidy, *Uncertainty: The life and science of Werner Heisenberg*, W. H. Freeman and Company, New York (1992).
8. David C. Cassidy, *Beyond uncertainty: Heisenberg, quantum physics, and the bomb*, Bellevue Literary Press, New York (2009).
9. Walter Moore, *Schrödinger: Life and thought*, Cambridge University Press (1998).
10. John Gribbin, *Erwin Schrödinger and the quantum revolution*, Wiley (2013).
11. Helge Kragh, *Dirac: A scientific biography*, Cambridge University Press (1990).
12. Graham Farmelo, *The strangest man: The hidden life of Paul Dirac, quantum genius*, Faber and Faber (2009).
13. Charles P. Enz, *No time to be brief: A scientific biography of Wolfgang Pauli*, Oxford University Press (2002).
14. Nancy Thorndike Greenspan, *The end of the certain world: The life and science of Max Born*, Basic Books, New York (2005).
15. А. Пайс, *Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна*, Наука, Москва (1989).
16. Martin J. Klein, *Paul Ehrenfest. v. 1. The making of a theoretical physicist*, Elsevier (1970).
17. В. Я. Френкель, *Пауль Эренфест*, Энергоатомиздат (1977).