

Возникновение квантовой электродинамики

Йордан, Паули (1928): квантование свободных полей, коммутаторы.

Хайзенберг, Паули (1929–1930). Квантование электромагнитного поля (тонкости) и дираковского поля. Явная релятивистская инвариантность. Хайзенберг (1934–1936) квантование дираковского поля.

Дирак предпочитал частицы. (1932). Многовременной формализм (Дирак, Фок, Подольский) эквивалентен Хайзенбергу–Паули. Розенфельд тоже доказал это. Лагранжиан в квантовой механике (Дирак 1933).

Ферми (1929–1930): кулоновская калибровка.

Явно S -инвариантная формулировка: Фок (1933); Фарри, Оппенгеймер (1934), Хайзенберг (1934). Паули, Вайскопф (1934): заряженное поле Клейна–Гордона, рождение и аннигиляция пар без моря Дирака. β -распад Ферми (1933–1934). Юкава (1935). Спин и статистика: Паули (1940). Фирц (1939) произвольный спин. Хайзенберг изоспин (ядра из протонов и нейтронов, Майорана, Иваненко). Паули (1930) нейтрино, Чадвик (1932) нейтрон.

Обзор Паули (1941), Вентцель “Квантовая теория волновых полей” (1943).

Альтернативный подход без квантования поля Дирака: Гайтлер “Квантовая теория излучения” (1936). Комптон: Клейн, Нишина (1929). 2-фотонная аннигиляция: Дирак (1930). ee : Мёллер (1932). e^+e^- : Баба (1936). Тормозное излучение, рождение пары фотоном на ядре: Бёте, Гайтлер (1934).

Ультрафиолетовые расходимости. Поляризация вакуума. Дирак (1933); Хайзенберг (1934); Фарри, Оппенгеймер; Пайерлс (1934); Вайскопф (1936). Перенормировка заряда: Дирак, Хайзенберг, Вайскопф (1936); Вайскопф (1939). Потенциал Юлинга (1935).

Собственная энергия электрона. Бор считал, что нужна новая революция. Вайскопф (1934) — ошибка в знаке. Фарри, Карлсон (1934) — логарифмическая расходимость. Крамерс (1938) — перенормировка массы.

Данков (1939): радиоправка к рассеянию электрона во внешнем поле. Сделал ошибку (ту же, что Фарри, Карлсон в 1934): учёл только поперечные фотоны, но не продольные. Расходимости не сократились.

Классический электрон Дирака.

Инфракрасные расходимости. Мотт (1931). Блох, Нордсик (1937). Паули, Фирц (1938).

Ойлер, Коккель (1935); Ойлер (1936) — рассеяние фотонов низких энергий. Хайзенберг, Ойлер (1936) — эффективный лагранжиан. Война — лёгчик, сбит в 1941 над Азовским морем. Вайскопф (1936) упростил вывод лагранжиана Хайзенберга–Ойлера.

1938–1939: указания на расщепление $2S_{1/2}-2P_{1/2}$ в водороде.

Лонг Айленд 1947

Лэмб: расщепление $2S_{1/2}-2P_{1/2}$ (с Резерфордом)

Раби: сверхтонкая структура Н

Крамерс: перенормировка массы в классической электродинамике

Вайскопф: собственная энергия электрона логарифмически расходится, разность уровней м.б. конечной

Бёте: инфракрасная катастрофа (с Оппенгеймером; Блох–Нордсик; Паули–Фирц)

Оппенгеймер: мезоны. Маршак: π , μ ; Блэккет: открытие π

Фейнман: пространственно-временной подход к квантовой механике..

Бёте: в поезде вычислил Лэмб-сдвиг в нерелятивистском приближении.

Поконо 1948

Швингер и Фейнман развили релятивистски-инвариантные методы вычислений в КЭД.

Швингер: КЭД (целый день)

Фейнман: альтернативная формулировка, подверглась критике.

Письмо Томонаги Оппенгеймеру. Он ответил: подготовьте краткое изложение работ для срочной публикации в Phys. Rev.

Швингер: Мичиганская летняя школа. Дайсон слушал эти лекции.

Олдстоун 1949

Фейнман: теория позитронов; пространственно-временной подход к КЭД.

Френч, Вайскопф; Кролл, Лэмб — релятивистские вычисления Лэмб-сдвига.

Фейнман

Дайсон

Дайсон: эквивалентность теорий излучения Томонаги, Швингера и Фейнмана; перенормируемость КЭД.

Син-Итиро Томонага

1906 Токио. Отец — профессор философии.

1913 Переехали в Киото. Школа. Дружба с Юкавой.

1926 Императорский университет Киото, вместе с Юкавой. Самостоятельно изучали статьи основателей квантовой механики.

item[1929] Лекции Хайзенберга и Дирака в Токио.

1931 Рикен, группа Нишины

1933 Нишина, Томонага: рождение пары фотоном на ядре (Бёте, Гайтлер). Эквивалентность теорий Дирака и Хайзенберга–Паули.

1935 Перевод учебника Дирака на японский.

1937 Лейпциг, Хайзенберг (до 1939). Капельная модель; мезоны.

1939 Диссертация по ядерной физике по результатам работы в Лейпциге. Профессор педагогического университета Токио. Сверхмноговременной формализм. Военные работы, связанные с радиолокацией.

1948 Пересмотрел работу Данкова релятивистски-инвариантным образом, расходимости сократились. Голод, разруха. Лэмб-сдвиг, радпоправка к Клейну-Нишине.

1949 Принстон, Оппенгеймер (до 1950)

1955 Нобелевская премия

Джулиан Швингер

1918 Нью Йорк

1936 бакалавр, Колумбия

1939 PhD, Колумбия

Rad. Lab. MIT — радар

Ричард Фейнман

1918 Нью Йорк

1935 МІТ
Принстон
Лос Аламос
Корнел

Фримен Дайсон

1923 Англия. Отец — композитор.

1936 Винчестерский колледж до 1941. С 15 лет изучал математику в Тринити (Харди).

1941 Управление бомбардировок до 1945

1946 Тринити, бакалавр математики. Член колледжа.

1947 Корнел, Бёте до 1948. Дружба с Фейнманом.

1948 Принстон, институт высших исследований

1949 Бирмингем до 1951

1951 Корнел

1953 Принстон

1957 гражданин США

1994 пенсия

Жив (94 года).