

13/1-92

Содержание ✓

ISSN 0002-3442

РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ВЕСТНИК

- НАУКА ЗА РЫНОЧНЫМ ПРИЛАВКОМ
- НАВСТРЕЧУ
МЕЖДУНАРОДНОМУ КОНГРЕССУ
“ЭКОЛОГИЯ РОССИИ”
- СОЦИОЛОГИ
О ГРЯДУЩЕЙ БЕЗРАБОТИЦЕ
- К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ
АКАДЕМИКА Д.В. СКОБЕЛЬЦЫНА
- ИЗ ИСТОРИИ
АКАДЕМИЧЕСКОГО КНИГОПЕЧАТАНИЯ

11

1992



ЗОЛОТОЙ ФОНД ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Первые экспериментальные исследования в области физики микромира Д.В. Скобельцын начал в 1923 г. под влиянием открытия эффекта Комптона. Дмитрий Владимирович предложил использовать камеру Вильсона для регистрации так называемых комптон-электронов, то есть электронов отдачи, возникающих при взаимодействии гамма-излучения с электронами среды. Первые его наблюдения дали экспериментальное

доказательство существования импульса у фотона (гамма-кванта), создающего эффект, иными словами, была совершенно определенно подтверждена корпускулярная модель явления.

В дальнейшем Скобельцын поместил камеру Вильсона в магнитное поле ($= 2000$ Гс), что позволило определять импульс заряженных частиц и впервые измерить энергетические и угловые распределения электронов отдачи [1]. В классической монографии Э. Резерфорда, Дж. Чадвика и К.Д. Эллиса (*Radiation from Radioactive Substances*. Cambridge, 1930) содержится ряд интересных высказываний об этих работах Скобельцына. Смысл их таков. Скобельцын развил оригинальный и мощный метод изучения взаимодействия гамма-квантов с веществом — камеру Вильсона в магнитном поле. Им проведена прямая и достоверная проверка существования импульса у фотона. Именно его опыты показали, что теории Комптона (1923) и Дирака (1927) противоречат эксперименту, а теория Клейна—Нишины (1929) — первый строгий результат квантовой электродинамики — хорошо согласуется с экспериментом. Таким образом, классические работы Скобельцына по исследованию энергетического и углового распределения комптон-электронов стали надежной экспериментальной основой квантовой электродинамики.

Как известно, дальнейшее развитие техники нового метода — камера Вильсона в магнитном поле — дало результаты исключительного значения (открытие позитрона, мюона, странных частиц и т.д.), так же как и идея Скобельцына о регистрации нейтрального излучения по частицам отдачи.

Наблюдение Комpton-эффекта с помощью камеры Вильсона в магнитном поле привело Дмитрия Владимировича к открытию двух замечательных явлений. Во-первых, он обнаружил на фотографиях камеры Вильсона частицы с энергией, значительно превышающей энергию частиц радиоактивного источника гамма-квантов, использовавшегося для наблюдения Комpton-эффекта. Эти частицы он приписал космическому излучению и объяснил геофизическое явление ионизации, наблюдавшееся В.Гессом. Таким образом, Скобельцын открыл природу космических лучей, состоящих преимущественно из заряженных частиц высоких энергий". Во-вторых, он обнаружил, что частицы космического излучения появляются генетически связанными группами. Фактически это были первые наблюдения множественных процессов, столь характерных для физики высоких энергий [2].

Дальнейший прогресс в понимании лавинных процессов связан с открытием позитрона и явления образования электрон-позитронных пар. Скобельцын сыграл выдающуюся роль и в этих исследованиях [3]. Фактически он впервые наблюдал рождение пар и частицы, движущиеся вверх (позитроны), хотя и не дал сразу интерпретацию этих явлений в терминах теории Дирака. Однако путь к открытию дираковского позитрона другими исследователями (Ч. Андерсон, П. Блэкетт и Дж. Оккиалини) был достаточно сложен, и конкретные результаты работ Скобельцына оказались совершенно необходимыми для окончательного вывода.

К осени 1931 г. Ч. Андерсон получил уже около тысячи хороших снимков треков частиц космического излучения в сильном магнитном поле (13 000 Гс). Часть наблюдавшихся им треков была вскоре приписана в статье Р. Милликена и Ч. Андерсона [4] протонам (а не позитронам) высокой энергии, созданным фотонами первичного космического излучения (в соответствии с известной в то время гипотезой Милликена о происхождении космического ультра-гамма-излучения в результате синтеза ядер в космосе). Только спустя год, анализируя удельную ионизацию треков с положительной кривизной, Андерсон приходит к осторожному выводу о существовании положительно заряженных частиц с массой, которая мала по сравнению с массой протона [5]. Даже в статье 1933 г., названной "Положительный электрон" [6], Андерсон не пытается связать результаты своего эксперимента с теорией позитрона Дирака. Он предлагает, например, гипотезу об индуцированном космическим излучением превращении протона в позитрон.

Для выяснения природы явления требовалось достаточно точное определение массы "положительного электрона". Измеряя ионизацию вдоль трека как функцию величины $H\rho$, пропорциональной импульсу частицы (ρ — кривизна трека в камере Вильсона с магнитным полем H), нельзя было определить массу частицы с надлежащей точностью. Проблема идентификации "положительного электрона" как позитрона теории Дирака была решена только тогда, когда выяснилось, что гамма-излучение рождает пары легких частиц с противоположными единичными зарядами. Закон сохранения энергии требовал приписать положительной частице массу, равную массе электрона.

В своем письме, направленном мне 28 декабря 1982 г., Дмитрий Владимирович вспоминал о событиях на VII Сольвеевском конгрессе (октябрь 1933): "Кроме тех в сущности "косвенных" данных¹, о которых докладывал Блэккетт, ко времени заседания конгресса в Брюсселе были наблюдаемы три пары электрон-позитрон, образованные гамма-лучами непосредственно в газе камеры Вильсона с магнитным полем, следовательно, в условиях, когда баланс энергии мог быть проверен². Первая такая пара была опубликована Жолио в печати (1933 г.), две другие — мои, были "привезены" в Брюссель с прошедшей только что перед этим в Ленинграде первой Всесоюзной конференции по физике атомного ядра". В 1934 г. в статье Скобельцына в "Nature" [3] приводится уже коллекция из четырех пар, наблюдаемых им в камере Вильсона с магнитным полем.

Таким образом, можно уверенно утверждать, что не только методика, разработанная и созданная Скобельцыным, но и полученные с ее помощью результаты (наблюдение рождения электрон-позитронных пар) способствовали открытию первой античастицы — позитрона и экспери-

¹ В пользу теории Дирака.

² Напомню, что в этом балансе массы частиц играют существенную роль даже с учетом ошибок в измерении импульсов электрона и позитрона.

ментальному подтверждению теории Дирака. Это признают в своих статьях и Андерсон, и Блэккетт [7, 8].

Подробная история открытия позитрона описана Н.Р. Хансенем (*The Concept of the Positron*. Cambridge, Univ. Press, 1963). В ней приводятся свидетельства крупнейших физиков XX столетия — Дирака, Блэккетта, Жолио-Кюри и других — о большой роли Скобельцына в экспериментальном обосновании квантовой электродинамики.

В последующие годы Дмитрий Владимирович провел серию исследований (как теоретических, так и экспериментальных) по лавинным процессам в космических лучах. Это явление, обнаруженное Скобельцыным [2], а также Блэккеттом и Оккиалини [8], привлекло внимание выдающихся физиков. Одним из первых попытался объяснить лавинные процессы В.Гейзенберг. На протяжении пяти страниц статьи Гейзенберга наблюдения Скобельцына 1929 г. цитируются 11 раз, что несомненно характеризует их уникальность. Долгое время природа "ливней" оставалась загадкой. Частичное решение этой загадки — первый вариант электромагнитной каскадной теории — появилось в 1937 г. [10]. Скобельцын заинтересовался этой теорией. Его работы 40—50-х годов были посвящены как решению конкретных вопросов теории лавинных процессов, так и анализу существующих и постановке новых экспериментов. Особое внимание он уделил так называемым широким атмосферным ливням — явлению, рожденному первичными космическими лучами огромных энергий (10^8 — Юн ГэВ). При исследовании этого наиболее яркого проявления лавинных процессов Скобельцын и его ученики обнаружили принципиальные расхождения между экспериментом и электромагнитной каскадной теорией. Это противоречие им удалось разрешить (и таким образом найти разгадку "ливней") в конце 40-х и начале 50-х годов после открытия электронно-ядерных ливней и ядерно-каскадного процесса в космических лучах. На базе этих открытий Скобельцын с сотрудниками создали общую количественную картину прохождения космических лучей через атмосферу и сопровождающих его вторичных процессов.

В апрельском номере журнала "Physics Today" за 1982 г. содержится отчет о симпозиуме по истории физики элементарных частиц. В этом отчете работы Скобельцына рассматриваются как основа современной физики высоких энергий. Но не только научные результаты ученого, упоминавшиеся выше, составляют золотой фонд физики высоких энергий и широко используются в работах на ускорителях и в физике космических лучей. Многие методы, предложенные им (идея "ионизационного калориметра", использование магнитной индукции для измерения импульса мюонов и др.), находят весьма удачное применение в экспериментах по физике высоких энергий на современных коллайдерах и теперь уже почти "индустриальных" установках для исследования космических лучей.

А.М. БАЛДИН,
академик

ЛИТЕРАТУРА

1. *Skobeltzyn D.V.* Zs. f. Phys. 1924. Bd. 24. H5—6. S. 393; Zs. f. Phys. 1924. Bd. 28. H5. S. 278; Nature. 1925. V. 116. N. 2910. P. 206—207; Nature. 1929. V. 123CN. 3098. P. 411; Zs. f. Phys. 1930. Bd. 65. H1 1—12. S. 773.
2. *Skobeltzyn D.V.* Zs. f. Phys. 1927. Bd. 34. H5—6 S. 354; Zs. f. Phys. 1929. Bd. 54. H 9—10. S. 686.
3. *Skobeltzyn D.V.* C.R. Acad Sci. 1932. V. 195. P. 315; Nature. 1934. V. 133. N. 3349. P. 23.
4. *Millikan R., Anderson C* Phys. Rev. 1932. V. 40. P. 325.
5. *Anderson C* Science. 1932. V. 76. P. 1967.
6. *Anderson C* Phys. Rev. 1933. V. 43. P. 491.
7. *Anderson C* Phys. Rev. 1932. V. 41. P. 405.
8. *Blacken P., Occialini G.* Proc. Roy. Soc. 1933. V. 139. P. 699.
9. *Heisenberg W.* Ann. Phys. 1939. Bd. 13. S. 430.
10. *Bhabha H., Heitler W.* Proc. Roy. Soc. 1937. V. 159. P. 432.