

Д. К. Чемни, П. Б. Мун

ОТСУТСТВИЕ ДОПЛЕРОВСКОГО СДВИГА ПРИ ДВИЖЕНИИ ИСТОЧНИКА И ДЕТЕКТОРА ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ПО ОДНОЙ КРУГОВОЙ ОРБИТЕ *

В сообщении о проверке воздействия кругового движения на резонансную частоту γ -перехода в ^{57}Fe Хэй и др. [1] указали, что можно рассматривать ускорение как эффективное гравитационное поле и рассчитывать сдвиг частоты из разности потенциалов источника и поглотителя или же можно получить тот же результат, используя растяжение времени в специальной теории относительности.

Для расположения с источником в центре и поглотителем на периферии вращающейся системы тот же результат следует из соображения, что поскольку источник и поглотитель имеют относительную скорость v ($\ll c$) в направлении, перпендикулярном к линии, соединяющей их, то существует поперечный эффект Доплера, дающий относительный сдвиг частоты $v^2/2c^2$. Удивительно, что такое наивное использование этой формулы без всякого учета ускорения дало правильный ответ; тонкости, связанные с этим явлением, обнаружены при рассмотрении источника и поглотителя, движущихся по одной окружности в диаметрально противоположных точках. Их псевдогравитационные потенциалы равны, одинаково и растяжение времени, однако их относительная скорость равна $2v$.

Мы благодарны нашим коллегам за интересные замечания к этому эксперименту, касающиеся таких вопросов, как кориолисовы силы, действующие на фотоны, и отклонение линий, по которым летят фотоны, от линий, соединяющих мгновенные положения источника и поглотителя.

Так как в нашей лаборатории мы проводили эксперимент с источником в центре, аналогичный эксперименту Хэй и др., мы решили также сделать экспериментальную

проверку диаметрально противоположного размещения источника и поглотителя. Нулевой результат, кроме подтверждения справедливости теоретических воззрений, явился бы важной проверкой отсутствия эффекта Доплера, вызванного механическим колебанием ротора.

Источник ^{57}Co в матрице ^{56}Fe , изготовленный в виде слегка выпуклой фольги F толщиной 0,025 мм, был припаян твердым припоем к короткому тонкому стальному цилиндру C , который установлен внутри трубчатого стального ротора (рис. 1) у края R ; поглотителем была аналогичная фольга из естественного железа (2% ^{57}Fe) на другом конце ротора. Этот агрегат был раскручен внутри откачанного стеклянного сосуда, снабженного тонким окном, за которым располагался пропорциональный счетчик гамма-излучения 14 кэВ (рис. 2). Избраны две стандартные скорости: 100 и 600 об/с и в различных сериях экспериментов использовались два различных метода для того, чтобы счет гамма-квантов производился лишь при тех нескольких градусах азимутального положения ротора, в пределах которых счетчик мог «видеть» источник через поглотитель.

В первом методе отсчеты выводились на экран стокального амплитудного анализатора с помощью прибора, который под действием каждого гамма-кванта выдавал в амплитудный анализатор импульс, пропорциональный азимуту ротора в этот момент времени; отсчеты в четырех каналах, соответствующих положению поглотителя, наиболее близкому к счетчику, были просуммированы. Типичная запись изображена на рис. 3.

Во втором методе использовался электронный затвор, который открывался и закрывался при прерывании двух пучков света одной из рукояток ротора; специальное устройство предотвращало срабатывание затвора от другой рукоятки ротора.

После вычитания фона (окно при измерении фона закрывали алюминиевым экраном толщиной 3 мм) было обнаружено, что число гамма-квантов, сосчитанных при 600 об/с первым методом, на $0,4 \pm 3\%$ меньше, а вторым методом на $2,0 \pm 5,0\%$ больше, чем при 100 об/с. Объединяя эти два результата, мы получаем $+0,8 \pm 2,0\%$.

Ширина резонансной линии для использованных источника и поглотителя была измерена методом, описанным Корди — Хэйсом, Дайсоном и Муном [2]. На основании результатов этих измерений было рассчитано, что

* Champeney D. C., Moon P. B. Absence of Doppler shift for gamma ray source and detection on same circular orbit.— Proc. Phys. Soc., 1961, 77, p. 350—352. Пер. Л. З. Позинского.

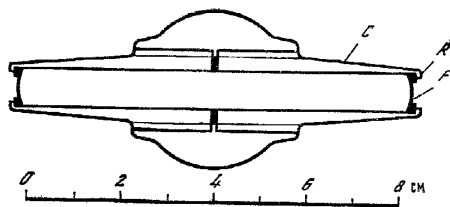


Рис. 1. Ротор

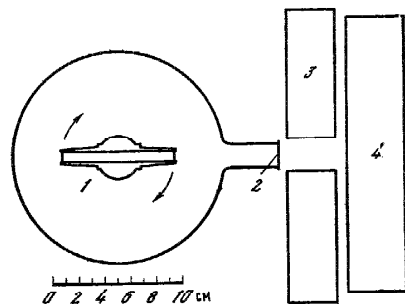


Рис. 2. Схема установки

- 1 — ротор;
- 2 — окно;
- 3 — свинцовый экран;
- 4 — пропорциональный счетчик

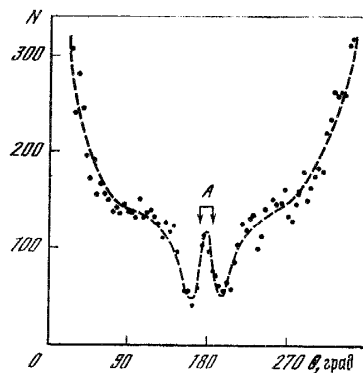


Рис. 3. Типичная запись амплитудного анализатора

- N — число импульсов на 1 канал за 2000 с;
- θ — азимутальное положение ротора;
- A — четыре выбранных канала. Номер канала однозначно связан с угловым положением ротора

относительный сдвиг $\frac{1}{2} (2v)^2/c^2$ приводил бы к скорости счета при 600 об/с на 9,4% большей, чем при 100 об/с. По сравнению с этим числом наши данные с учетом присутствующей им вероятной ошибки можно рассматривать как удовлетворительное доказательство отсутствия сдвига. В качестве дополнительной проверки того, что нулевой результат не обусловлен несовершенством аппаратуры, укажем, что эксперимент с источником в центре дал увеличение скорости счета на $7,1 \pm 1,7\%$ при 900 об/с в согласии с ожидаемым увеличением на 5,4%.

Литература

1. Cordey-Hayes M., Dyson N. A., Moon P. B.— Proc. Phys. Soc., 1960, 75, p. 810.
2. Hay H. J., Schiffer J. P., Cranshaw T. E., Egelstaff P. A.— Phys. Rev. Lett., 1960, 4, p. 165.
3. Ruderfer M.— Phys. Rev. Lett., 1960, 5, p. 191.