

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

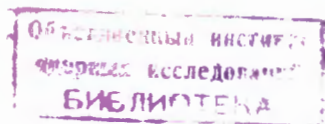
№ 15

P-8

Ю.А.Матуленко, И.А.Савин, В.С.Ставинский

Об измерении скорости заряженной  
релятивистской частицы методом интерференции  
излучения Вавилова-Черенкова<sup>x/</sup>

ЖТЭ, 1956, № 3, с 44.



Декабрь 1956 года

---

x/ Направлено в журнал "Инструмент и техника эксперимента"

Об измерении скорости заряженной частицы методом интерференции излучения Вавилова-Черенкова.

Необходимые теоретические предпосылки использования интерференции излучения Вавилова-Черенкова даны в работах И.М.Франка [1] , [2] .

Как известно, при прохождении заряженной частицы через среду /радиатор/ со скоростью, превышающей фазовую скорость света в этой среде, частица излучает свет. Это излучение имеет непрерывный спектр и резкую направленность. Его можно рассматривать как излучение бесконечного числа точечных когерентных источников, расположенных на траектории частицы. Угол свечения  $\chi$  к направлению движения частицы определяется соотношением

$$\cos \chi = \frac{1}{n_0 \beta}$$

где  $n_0$  - коэффициент преломления среды,

$\beta$  - скорость частицы в единицах скорости света.

Если после радиатора поставить плоско-параллельную пластинку с полупрозрачными зеркальными поверхностями /интерферометр типа Фабри-Перро/ перпендикулярно к траектории частицы, то в ней будет происходить интерференция лучей, пришедших из радиатора и многократно отразившихся от полупрозрачных слоёв.

В результате интерференции из пластинки выйдет линейчатый спектр, вид которого существенно зависит от угла  $\chi$  , а следовательно, и от скорости частицы  $\beta$  .

Максимумы интенсивности спектра приходятся на длины волн, удовлетворяющие соотношению

$$\lambda_m = \frac{\Delta}{m}$$

$\Delta$   $\rightarrow$  разность хода между соседними интерферирующими лучами,

$m$  - целое число, порядок интерференции ( $\Delta = 2d\sqrt{n^2 - n_0^2 + \frac{1}{\beta^2}}$  где  $n, d$  - коэффициент преломления и толщина пластинки),

Расстояние между максимумами  $\Delta \lambda_m$  равно

$$\Delta \lambda_m = \frac{\lambda_m}{m}$$

и полуширина максимума  $\omega_m$ , соответственно,

$$\omega_m = \frac{1-R}{\pi\sqrt{R}} \Delta \lambda_m$$

где  $R$  - коэффициент отражения полупрозрачных поверхностей.

Если пропустить свет с данным спектром через интерференционно-поляризационный светофильтр [3], [4], имеющий расстояние между максимумами пропускания, равное  $\Delta \lambda_m$ , то детектор, стоящий после него, будет регистрировать частицы, имеющие скорость  $\beta_0$ .

С изменением скорости частицы выходящий из радиатора спектр сдвигается, сдвиг спектра  $\delta \lambda_m = \lambda_m - \lambda'_m$  / где  $\lambda'_m$  - максимумы интенсивности для скорости  $\beta$  / в зависимости от изменения скорости  $\Delta \beta = \beta_0 - \beta$ , даётся равенством

$$\delta \lambda_m \approx \Delta \beta \lambda_m$$

Если скорость  $\beta$ , такова, что  $\Delta\beta \geq \frac{1}{m} \cdot \frac{1-R}{\pi\sqrt{R}}$ , т.е.  $\delta\lambda_m \geq \frac{1-R}{\pi\sqrt{R}} \Delta\lambda_m$ , то светофильтр, настроенный на пропускание спектра от частицы со скоростью  $\beta_0$ , не пропустит спектр, соответствующий скорости  $\beta$ .

Очевидно, что существует набор неразличимых скоростей

$$\beta_i \quad \text{для которых} \quad \beta_i - \beta_{i+1} \sim \frac{1}{m}$$

Следовательно, для выделения скорости  $\beta$  необходим предварительный анализ по скоростям. Для известного сорта частиц это можно сделать, например, с помощью анализирующего магнита, обеспечивающего точность выделения по импульсу порядка.

$$\frac{\Delta p}{p} \sim \frac{1}{2m(1-\beta)} \frac{1-R}{\pi\sqrt{R}}$$

где  $p$  - импульс частицы.

Важным обстоятельством является то, что для постоянства выходящего спектра необходимо, чтобы частица проходила через радиатор параллельно оси без рассеяния. Можно показать, что прохождение под углом к оси или многократное рассеяние приводят к уширению линий выходящего спектра и уменьшению интенсивности в максимуме. При достаточно большом угле рассеяния вообще будет выходить сплошной спектр. Предельный угол  $\delta\alpha$  порядка  $\Delta\beta$  - разрешающей способности прибора.

Это обстоятельство существенно ограничивает эффективность счетчика.

Л и т е р а т у р а

1. И.Е. Тамм и И.М.Франк ДАН СССР 1937 г. т. 14, 107.
2. И.М.Франк ДАН СССР 1944 г. т. 10, 8 стр. 354.
3. *V. Lyot, Ann. Astrophis* 7, 1 - 2, 31 /1944 г./
4. Розенберг УФН т. 47 вып. 2, стр. 173 /1952/.