

эффекты Доплера. Можно полагать, что всякая система частиц, способная взаимодействовать с эл.-магн. полем, будет излучать свет за счёт своей кинетич. энергии, если её скорость превышает фазовую скорость света.

*Лит.:* Черенков П. А., Видимое свечение чистых жидкостей под действием  $\gamma$ -радиации, «ДАН СССР», 1934, т. 2, в. 8, с. 451; Вавилов С. И., О возможных причинах синего  $\gamma$ -свечения жидкостей, там же, с. 457; Тамм И. Е., Франк И. М., Когерентное излучение быстрого электрона в среде, там же, 1937, т. 14, в. 3, с. 107; Черенков П. А., Тамм И. Е., Франк И. М., Нобелевские лекции, М., 1960; Джелли Дж., Черенковское излучение и его применения, пер. с англ., М., 1960; Зрелов В. П., Излучение Вавилова — Черенкова и его применение в физике высоких энергий, т. 1—2, М., 1968. *И. М. Франк.*

**ЧЕРЕНКОВСКИЙ СЧЁТЧИК** — детектор быстрых заряж. частиц, основанный на регистрации черенковского излучения, испускаемого частицами (см. *Черенкова — Вавилова излучение*). Излучение Черенкова испускается только частицами, двигающимися со скоростью  $v > c/n$  в среде с коэффициентом преломления  $n$ . Излучение происходит под углом  $\theta = \arccos(1/\beta n)$  к направлению движения частицы ( $\beta = v/c$  — скорость частицы, выраженная в единицах скорости света в вакууме), а интенсивность излучения пропорциональна  $\sin^2 \theta$ . Осн. элементы Ч. с.: радиатор, оптич. система, фокусирующая свет, и один или неск. *фотозлектронных умножителей* (ФЭУ), преобразующих световой сигнал в электрический.

Одно из осн. назначений Ч. с. — разделение релятивистских частиц с разл. скоростями. Пусть имеется пучок, содержащий  $\pi$ -мезоны  $\pi^+$  и протоны с равными импульсами. Скорости этих частиц различны:  $\beta_\pi > \beta_p$ . Если поместить в пучок Ч. с. с таким радиатором, что  $\beta_\pi > 1/n > \beta_p$ , то пионы будут испускать черенковское излучение, а протоны не будут. Счётчик будет регистрировать только  $\pi^+$ . Если включить Ч. с. в схему совпадений или антисовпадений (см. *Совпаденый метод*) с неск. сцинтилляционными счётчиками, к-рые не реагируют на скорость частиц, то можно получить систему, к-рая может считать либо только  $\pi^+$ , либо только протоны.

Задачу разделения частиц с разными скоростями можно решить и воспользовавшись зависимостью угла испускания черенковского излучения  $\theta$  от скорости частицы. Если  $n$  радиатора выбран так, что  $\beta_\pi > \beta_p > 1/n$ , то и  $\pi^+$  и протоны дают черенковское излучение, однако углы испускания света этими двумя частицами различны:

$$\theta_\pi = \arccos(1/\beta_\pi n) > \theta_p = \arccos(1/\beta_p n).$$

С помощью оптич. системы можно регистрировать излучение в том или ином угл. диапазоне и разделять между собой частицы с разными массами.

Существуют 2 типа Ч. с. — пороговые, регистрирующие все частицы со скоростью  $\beta > \beta_{\text{пор}} = 1/n$ , и дифференциальные, регистрирующие излучение в узком угл. интервале, соответствующем определ. интервалу скоростей частиц, выделяемых этим счётчиком:

$$1/n < \beta_{\text{мин}} \leq \beta \leq \beta_{\text{макс.}}$$

Осн. назначение оптики пороговых Ч. с. — собрать весь черенковский свет, испущенный частицей, на фотокатод умножителя (рис. 1).

Для фокусировки света в дифференциальных Ч. с. пучок заряж. частиц пропускается параллельно гл. оси оптич.

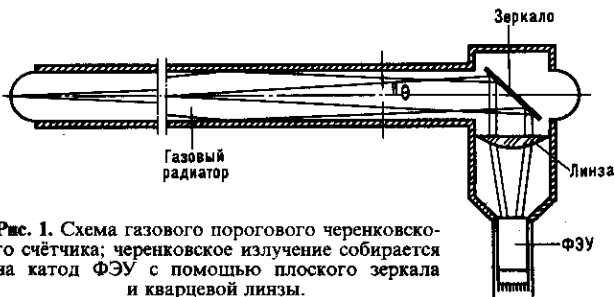
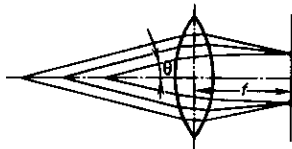


Рис. 1. Схема газового порогового черенковского счётчика; черенковское излучение собирается на катод ФЭУ с помощью плоского зеркала и кварцевой линзы.

системы (рис. 2). Если частицы излучают черенковские фотоны под углом  $\theta$ , то излучение любой частицы пучка собирается в кольцо, расположенное в фокальной плоскости системы. Центр кольца лежит на гл. оптич. оси, а его радиус  $R = f \tan \theta$ , где  $f$  — фокусное расстояние линзы. Если в фокальной плоскости оптич. системы поместить тонкую

Рис. 2. Оптическая система дифференциальных черенковских счётчиков.



кольцевую диафрагму, то такая система будет пропускать только свет, испущенный в области углов  $\theta \pm (\theta + \Delta\theta)$  частицами, летящими параллельно гл. оптич. оси. Свет, испущенный под др. углами (частицами с др. скоростями) или частицами, идущими под углом к гл. оси, не пройдет через диафрагму и не попадет на фотокатод умножителя.

С помощью пороговых и дифференциальных счётчиков с жидкими и твердыми радиаторами можно разделять между собой частицы со скоростями до  $\beta = 0,95—0,96$  (пионы с импульсом до 0,5 ГэВ/с, мюоны до 0,350 ГэВ/с, каоны до 1,6 ГэВ/с, протоны до 3,0 ГэВ/с). Для разделения частиц с большими скоростями пользуются газовыми Ч. с., в к-рых коэф. преломления можно плавно менять, изменяя давление газа.

Меняя давление, можно настраивать Ч. с. на регистрацию тех или др. частиц, входящих в состав пучка. По результатам подобных измерений в пучке частиц с импульсом 16 ГэВ/с можно хорошо разделять  $\pi^+$ ,  $K^+$  и протоны (рис. 3).

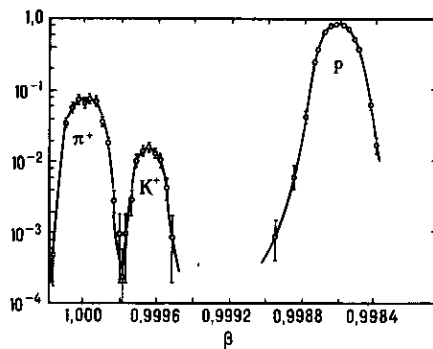


Рис. 3. Исследование состава пучка частиц с импульсом 16 ГэВ/с с помощью дифференциального газового черенковского счётчика.

**Чувствительность.** Число фотонов  $N_\phi$ , испускаемых частицей с зарядом  $Z$  на 1 см пути в радиаторе в единичном интервале энергий фотонов, определяется соотношением:

$$d^2 N_\phi / d\delta_\phi dx \approx 370 Z^2 \sin^2 \theta \text{ eB}^{-1} \cdot \text{см}^{-1},$$

где  $\delta_\phi$  — энергия фотона. При  $Z=1$  это соответствует  $dN_\phi/dx \approx 25 \sin^2 \theta$  фотозлектронам, образующимся на фотокатод ФЭУ при условии полного светосбора. Для того чтобы Ч. с. мог регистрировать заряж. частицы со 100%-ной эффективностью, необходимо, чтобы на фотокатоде образовалось 3—10 фотозлектронов. Для осуществления этого требования размеры радиатора Ч. с. должны варьироваться от неск. см (жидкие и твердые радиаторы) до неск. м (газовые).

**Разрешающая способность.** Осн. характеристика Ч. с. — его разрешение по скорости  $\Delta\beta/\beta$ , т. е. относит. интервал скоростей, к к-рым чувствителен счётчик. Разрешение по скорости обусловлено интервалом углов черенковского излучения  $\Delta\theta$ , выделяемых оптич. системой. Чем уже этот