

ԵՐԵՎԱՆԻ ԶՐԶՐԿՈՒՄ ԲՆՍՏՐՏՈՒՄ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЕФИ- 313(38)- 78

SC 7904563

А.О. АГАНЬЯНЦ

ИЗЛУЧЕНИЕ УЛЬТРАРЕЛЯТИВИСТСКИХ ЭЛЕКТРОНОВ
В ОРИЕНТИРОВАННОМ КРИСТАЛЛЕ АЛМАЗА



1978

ВФИ- 313(38)-78

УДК. 539.12

ИССЛЕДОВАНИЕ

ИЗЛУЧЕНИЕ УЗКОДИФФРАКЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ
В ОРИЕНТИРОВАННОМ КРИСТАЛЛЕ АЛМАЗА

Исследовалось излучение электронов с энергией 4,7 Гэв в зависимости от угла влета относительно одной из кристаллических плоскостей. Эксперимент выполнялся с внутренним электронным пучком Ереванского синхротрона. При помощи квантометра измерен полный поток энергии γ - квантов в диапазоне до 4,7 Гэв. Поток энергии при среднем угле влета электронов $\Theta = 0$ оказался в 2,5 раза больше, чем в случае разориентированного кристалла. При тех же условиях обнаружено увеличение выхода γ - квантов с энергией в несколько десятков Мэв более чем на два порядка.

Ереванский физический институт
Ереван 1978

~~EW~~-313(38)-78

A.O.AGANYANTS

THE RADIATION OF ULTRARELATIVISTIC ELECTRONS
IN THE ORIENTED DIAMOND CRYSTAL

The radiation of 4,7 GeV electrons was investigated in terms of the incoming angle relative to one of the crystal planes. The experiment was carried out on the internal electron beam at Yerevan synchrotron. The total energy flux of γ -quanta was measured by the quantameter in the energy range up to 4,7 GeV. The energy flux at the average incidence angle of electrons $\theta = 0$ proved to be 2,5 times as high as that of the disoriented crystal. Under the same conditions the yield enhancement of several tens MeV γ -quanta is more than two orders.

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1978

ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ФИ-313(38)-78

А.О. АГАНЬЯНЦ

ИЗЛУЧЕНИЕ УЛЬТРАРЕЛЯТИВИСТСКИХ ЭЛЕКТРОНОВ
В ОРИЕНТИРОВАННОМ КРИСТАЛЛЕ АЛМАЗА

Ереван 1978

© Ереванский физический институт, 1978

В работе [6] сообщалось об интенсивных потерях энергии электронов в кристалле алмаза. Здесь показано, что потери энергии, в основном, обязаны излучению.

Аппаратура и установка, при помощи которых был выполнен эксперимент описаны в предыдущей статье. Методика исследований - та же самая: изучается зависимость полной энергии излучения и выхода ζ - квантов от угла влета θ_e электронов с энергией 4,7 Гэв относительно кристаллической плоскости. Максимальный эффект достигается при среднем угле влета $\theta_e = 0$. Угловая расходимость пучка электронов в ускорителе с введенной мишенью $0,2 + 0,6$ мрад. Зависимости на графиках представлены в виде отношения R числа отсчетов счетчика при некотором значении угла θ_e , устанавливаемого при помощи гониометра, к числу фоновых отсчетов. Фоновое значение достигается практически при $|\theta_e| \approx 2$ мрад для любого диапазона регистрируемых энергий. Ввиду уже обнаруженной симметричности эффекта относительно $\theta_e = 0$ некоторые измерения проводились только по одну сторону от $\theta_e = 0$. Статистические ошибки во всех случаях незначительны, кроме п.3, где они составляют около 5%.

1. При помощи квантометра измерялся поток энергии γ - квантов во всем энергетическом диапазоне тормозного спектра, т.е. до 4,7 Гэв. Относительное мониторирующее число электронов, прошедших через алмаз, проводилось пороговым счетчиком по высокоэнергетической части тормозного спектра. Как видно из рис.1а, поток энергии при $\theta_e = 0$ в 2,5 раза больше фонового, т.е. Бете-Гайтлеровского.

2. При выборе метода регистрации потока γ - квантов в узком энергетическом интервале и с энергией ϵ_γ в несколько десятков Мэв на фоне интенсивного γ - пучка мы исходили из соотношений: $\bar{\alpha} \sim \frac{m_e}{E_e}$ и $\langle \beta^2 \rangle \sim \frac{1}{E_e^2}$, где $\bar{\alpha}$ - средний угол вылета электрона пары, а $\langle \beta^2 \rangle$ - среднеквадратичный угол многократного рассеяния.

На пути тормозного γ - пучка был помещен алюминиевый конвертор толщиной 1 мм. Некоторая часть рожденных электронов (позитронов) и рассеянных на угол $\psi = 6^\circ$ относительно направления γ - пучка, регистрировалась счетчиком C_2 с пластиковым сцинтиллятором с размерами 5 x 5 x 1 см³. Счетчик был настроен на режим чувствительности к максимальным пробегам заряженных частиц ~ 5 см, т.е. к энергии $E_e \geq 10$ Мэв или $E_\gamma > 10$ Мэв. Число γ - квантов при $\theta_e = 0$ в 190 раз превысило фоновое (рис.1б). При внесении поправки на мониторирующее с пороговым счетчиком Π отношение $R \approx 500$.

3. Тормозное когерентное излучение, возникающее в кристалле - линейно поляризовано [1]. При очень малых углах влета, т.е. для $x = \frac{\hbar\omega}{E_e} \ll 1$ наличие линейной поляризации можно обнаружить по асимметрии рождения пары, так как e^+e^- образуются

преимущественно в плоскости поляризации фотона [2]. Измерения, сходные с п.2, были выполнены при изменении плоскости предполагаемой поляризации фотонов на $\psi = 90^\circ$ ($\theta_1 = 50$ мрад, а θ_2 изменялся). Регистрировались частицы, рассеянные на угол $\varphi = 17^\circ$ относительно направления χ - пучка. При угле влета в кристалл $\theta_2 = 0$ нет усиления (рис.2), наоборот, наблюдается уменьшение по сравнению с фоном (~ 5 раз). Если учесть поправку на мониторирование с пороговым счетчиком, то $R \approx 0,5$. Полученный результат скорее всего свидетельствует в пользу того, что излучение при среднем угле влета $\theta = 0$ линейно поляризовано.

Все описанные здесь и в предыдущем номере препринта ЕФИ эффекты наиболее ярко выражены при среднем угле влета электронов в кристалл $\theta = 0^\circ$. Поскольку пучок электронов в ускорителе с введенной мишенью имеет угловую расходимость $(0,2 + 0,6)$ мрад, то это означает, что процессы интенсивного излучения связаны с пролетом электронов под малыми углами к плоскости кристалла.

Предполагаемое [3,4,5] излучение при каналировании электронов по нашим оценкам может дать только небольшой вклад в наблюдаемые эффекты.

Полученные результаты, говорят о том, что когерентное тормозное излучение в кристалле в условиях, когда на длине когерентности ℓ расположено N атомов и $Nze^2 \gg 1$, т.е. при малых углах влета и $\alpha = \frac{\hbar\omega}{E_0} \ll 1$, модифицируется: сечение излучения значительно возрастает.

Необходимо отметить, что при сверхвысоких энергиях электронов условие $Nze^2 \gg 1$ на длине когерентности $l = \frac{2E_0(1-x)}{m^2x}$ может реализоваться для x уже близких к единице и тогда возможное значительное усиление излучения по сравнению с Бете-Гайтлеровским будет представлять практический интерес для изучения процессов фоторождения при сверхвысоких энергиях.

Благодарю А.Ц.Аматуни за внимание, Г.А.Вартапетяна за поддержку настоящей работы.

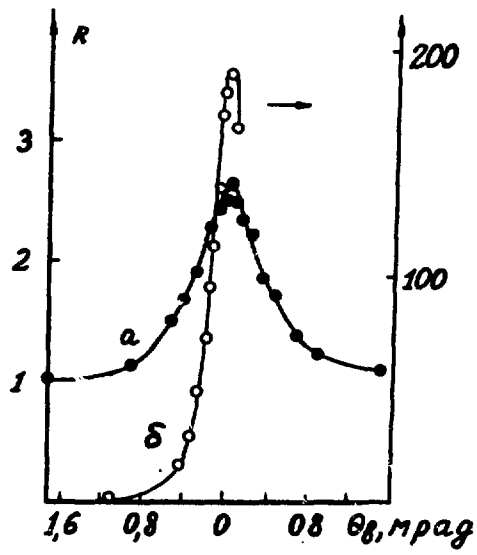


Рис. I

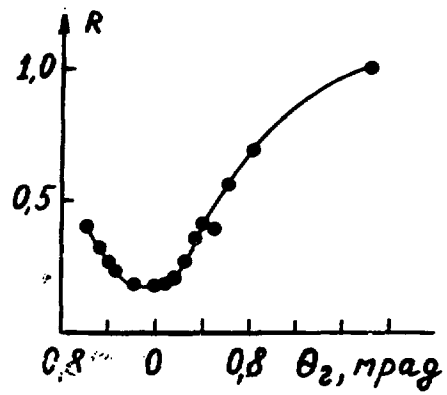


Рис.2

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

Рис.1 Зависимость относительных величин R от угла θ_{ϵ} : а - полной энергии излучения, регистрируемой квантометром; б - числа частиц с пробегом ≥ 5 см.

Рис.2 Зависимость относительного числа регистрируемых частиц от угла θ_{ϵ} при фиксированном значении $\theta_{\epsilon} = 50$ мрад.

ЛИТЕРАТУРА

1. М.Л.Тер-Микаелян. Влияние среды на электромагнитные процессы при высоких энергиях, Ереван, изд. АН Арм.ССР, 1969.
2. В.Н.Байер, В.М.Катков, В.С.Фадин. Излучение релятивистских электронов, Москва, Атомиздат, 241, 1973.
3. М.А.Кумахов. ЖЭТФ, 72, 1489, 1977,
4. А.И.Ахиезер, В.Ф.Болдышев, Н.Ф.Шульга. ДАН СССР, 236, 830, 1977.
5. М.И.Подгорецкий. Препринт ОИЯИ, P2-11140, Дубна, 1977.
6. А.О.Аганьянц, Н.Э.Акопов, Ю.А.Вартанов, Г.А.Вартапетян. Препринт ЕФИ-312(37)-78.

Рукопись поступила 2-го июня 1978 г.



Редактор Л.П.Мукаян
Тех.редактор А.С.Абрамян

Заказ 274

ВФ-03895

Тираж 299

Подписано к печати 15/VI-78г., Формат издания 60x84/16

0,8 уч.изд.л. Ц.5 к

Издано Отделом научно-технической информации
Ереванского физического института, Ереван-36, пер.Маркаряна 2

индекс 3624