

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

## ЭФФЕКТИВНЫЕ УГЛЫ ИСПУСКАНИЯ РЕНТГЕНОВСКОГО ПЕРЕХОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

ЯН ШИ

В формулах для интенсивности рентгеновского переходного излучения (см., напр., [1]), генерируемого как на одной пластине, так и на регулярной или нерегулярной [2] стопке пластин, неизменно присутствует множитель

$$f(\vartheta) = \frac{\omega_0^4 \vartheta^3}{\omega^4 (\gamma^{-2} + \vartheta^2 + \omega_0^2/\omega^2) (\gamma^{-2} + \vartheta^2)^2} \quad (1)$$

Здесь  $\omega$  и  $\vartheta$  — частота и угол испускания излучения,  $\omega_0$  — плазменная частота вещества пластины,  $\gamma$  — лоренц-фактор заряженной частицы. Множитель (1) характеризует рентгеновское переходное излучение, образующееся на одной границе раздела вещества и вакуума. Этим множителем наряду с фактором, описывающим интерференцию излучений, образующихся на разных границах, полностью обусловлена угловая зависимость интенсивности излучения при фиксированной частоте.

В настоящей заметке мы, исходя из (1), хотим выяснить область эффективных углов испускания при различных отношениях  $p = \omega_0 \gamma / \omega$ . Ясность в этом вопросе необходима для правильного представления характера рентгеновского переходного излучения и поможет правильно выбрать верхний предел при интегрировании интенсивности излучения по  $\vartheta$ .

На рис. 1 представлены кривые зависимости функции  $f(\vartheta)/\gamma$  от значений  $\vartheta\gamma$  для разных  $p$ . С увеличением  $p$  кривые поднимаются и уширяются.

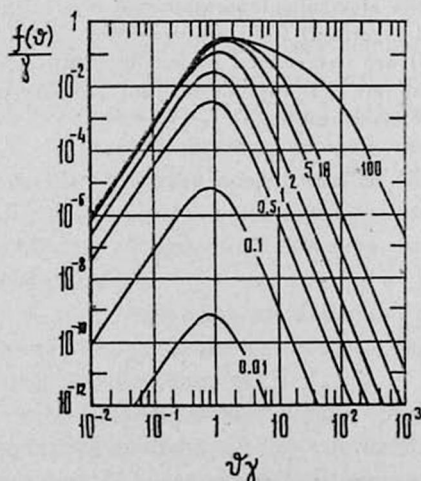


Рис. 1. Зависимость функции  $f(\vartheta)/\gamma$  от  $\vartheta\gamma$  при различных значениях  $p = \omega_0 \gamma / \omega$ , которые обозначены на соответствующих кривых.

ся. Максимум функции  $f(\theta)$  приходится на  $\theta \sim \gamma^{-1}$  при всех значениях  $p$ . Однако при  $p \gg 1$  кривые  $f(\theta)$  становятся широкими и углы порядка  $\omega_0/\omega$

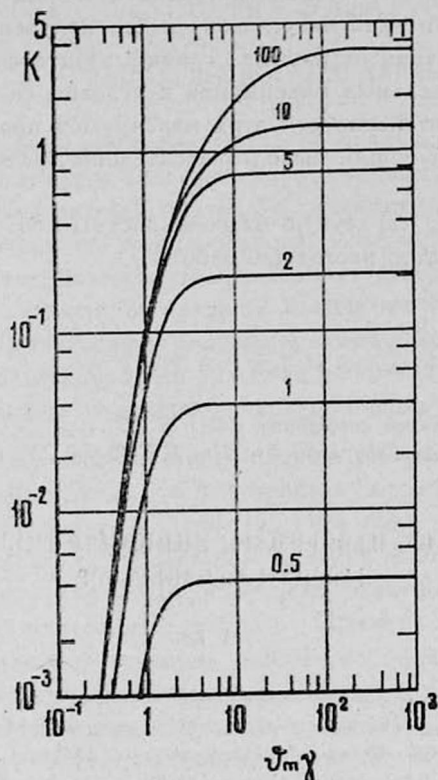


Рис. 2. Зависимость интеграла  $K$  от верхнего предела интегрирования (умноженного на  $\gamma$ ) при различных значениях  $p$ . Цифры на кривых указывают значения  $p$ .

также вносят существенный вклад. Это хорошо видно из рис. 2, на котором приведены кривые зависимости интеграла

$$K = \int_0^{\vartheta_m} f(\theta) d\theta = \frac{1}{2} \left\{ \frac{2+p^2}{p^2} \ln \frac{(\vartheta_m^2 \gamma^2 + 1)(p^2 + 1)}{(\vartheta_m^2 \gamma^2 + p^2 + 1)} - \right. \\ \left. - \vartheta_m^2 \gamma^2 \left( \frac{1}{\vartheta_m^2 \gamma^2 + p^2 + 1} + \frac{1}{\vartheta_m^2 \gamma^2 + 1} \right) \right\} \quad (2)$$

от  $\vartheta_m \gamma$  для различных значений  $p$ . Если при  $p \lesssim 1$  значение  $K$  достигает насыщения при  $\vartheta_m \gamma \sim 1$ , то в случае, когда  $p \gg 1$ , насыщение наступает лишь при  $\vartheta_m \gamma \sim p$  или  $\vartheta_m \sim \omega_0/\omega$ .

Таким образом, если под эффективными углами испускания понимать углы, которые вносят существенный вклад в суммарную интенсивность излучения, то эти углы определяются областью, заключенной между углами порядка  $\gamma^{-1}$  и порядка  $\gamma^{-1} \sqrt{1+p^2}$ . В случае  $p \lesssim 1$  эта область имеет

ширину порядка  $\gamma^{-1}$  в окрестности значения  $\gamma^{-1}$ . Но если  $p \gg 1$ , то область эффективных углов простирается от  $\gamma^{-1}$  до  $p\gamma^{-1}$ .

Приведенный анализ относится только к множителю  $f(\theta)$ . В случае пластины или стопки пластин угловой спектр излучения усложняется интерференцией излучений от разных границ. Интерференция приводит к появлению дополнительных максимумов в угловом спектре (при заданной частоте). Однако интенсивности этих максимумов пропорциональны  $f(\theta)$ , поэтому полученный общий вывод относительно эффективных углов остается в силе.

Автор выражает сердечную благодарность Г. М. Гарибяну за ценное обсуждение результатов настоящей работы.

Ереванский физический институт

Поступила 3.III.1974

### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Г. М. Гарибян. Научное сообщение, ЕФИ-27 (73).
2. Г. М. Гарибян, А. А. Геворкян, Ян Ши. ЖЭТФ, 66, 552 (1974).

### ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ԱՆՅՈՒՄԱՅԻՆ ՀԱՌԱԳԱՅՔՄԱՆ ԱՌԱՔՄԱՆ ԷՖԵԿՏԻՎ ԱՆԿՅՈՒՆՆԵՐԸ

ՅԱՆ ՇԻ

Ցույց է տրված, որ ռենտգենյան անցումային ճառագայթման առաքման էֆեկտիվ անկյունները  $\sim \gamma^{-1}$  կարգի են, երբ  $\omega_0/\omega \lesssim 1$  ( $\gamma$ -ից բխող լորենց-ֆակտորն է,  $\omega_0$ -սլաքմային հաճախությունը), իսկ փոքր հաճախությունների դեպքում էֆեկտիվ անկյունների տիրույթը լայնանում է, և ճառագայթման դոմար ինտենսիվության մեջ էական արժեք է ներդրում նաև  $\omega_0/\omega$  կարգի անկյունները:

### EFFECTIVE ANGLES OF XTR EMISSION

C. YANG

The effective angles of XTR emission at the threshold and superthreshold frequencies are determined by the angular range proportional to the reverse Lorentz factor of the charge. At lower frequencies the angles of an order of the ratio of plasma frequency to the radiation frequency also contribute to the total radiation intensity.