

ФИЗИКА

Л. А. Ананова, Ф. Р. Арутюнян, Р. А. Оганесян и Ж. В. Петросян

Переходное излучение при наклонном прохождении
 электронов через пленки алюминия

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР М. Л. Тер-Микаеляном 20/IV 1966)

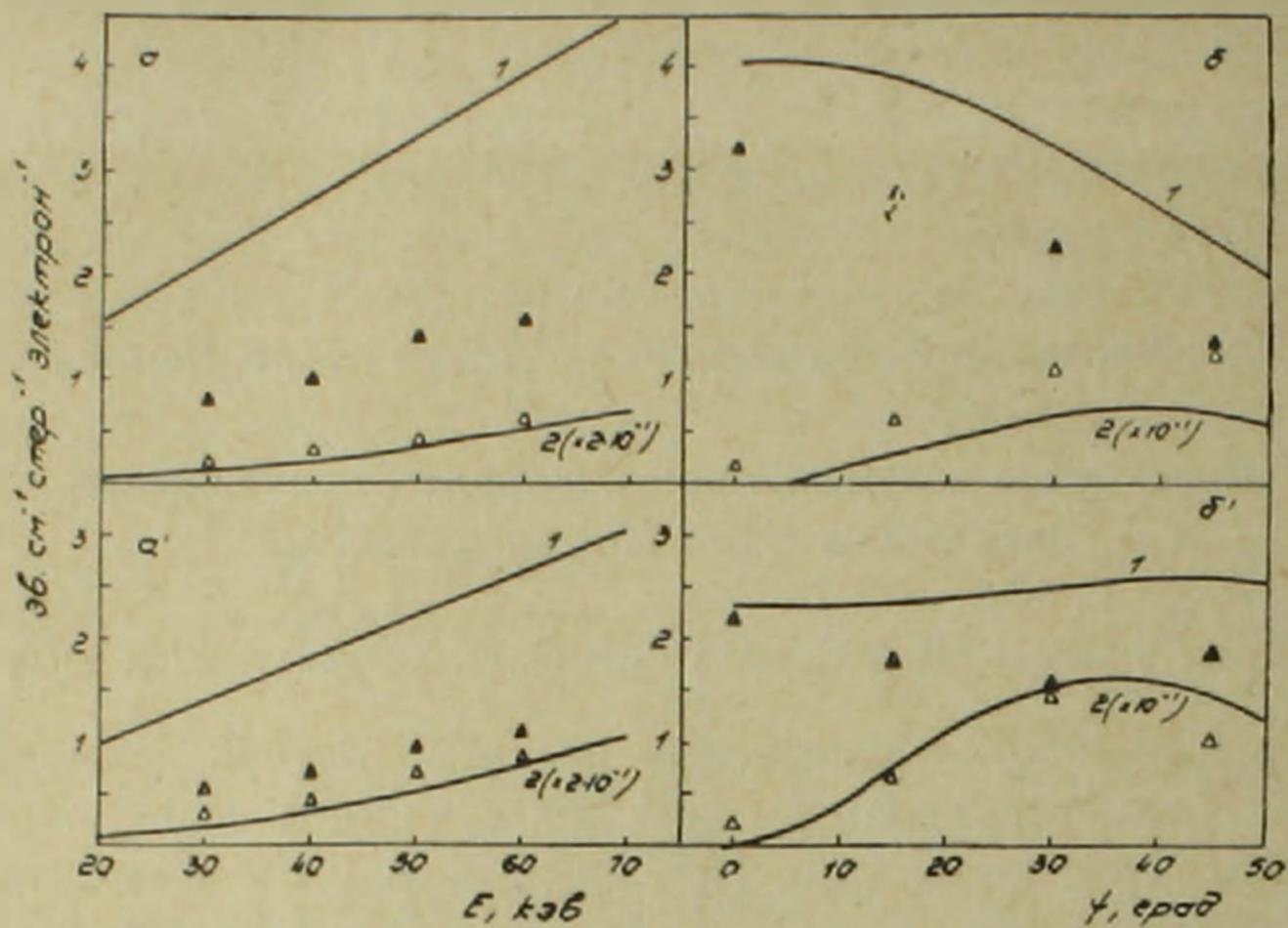
Общим и наиболее интересным является случай возникновения переходного излучения, когда заряженная частица падает на границу раздела двух сред под углом. При этом, наряду с составляющей излучения, поляризованной в плоскости нормали к поверхности пленки и направления наблюдения (I_{\parallel}) возникает составляющая излучения, поляризованная в перпендикулярной плоскости (I_{\perp}).

Этот вопрос для случая одной границы раздела сред рассматривался в работе ⁽¹⁾, а для пластинки вещества — в ⁽²⁾. Поляризация излучения при наклонном падении заряженной частицы на границу раздела двух сред анализировалась в работе ⁽³⁾, где было показано, что она в общем случае является эллиптической. Единственный эксперимент по исследованию излучения для наклонного падения электронов на границу вакуум-серебро был недавно выполнен авторами работы ⁽⁴⁾.

В настоящей работе приводятся результаты по исследованию переходного излучения, возникающего при наклонном прохождении электронов с энергией до 60 кэВ через пленки алюминия толщиной от 124Å до 329Å. Исследования, выполненные нами ранее ⁽⁵⁾ для прямого прохождения электронов через пленки различных металлов (Al, Au, Ag) показали, что в случае тонких алюминиевых пленок, вследствие малого выхода тормозного излучения и отсутствия эффектов, связанных с рассеянием электронов, I_{\perp} не наблюдается ⁽⁵⁾. Поэтому, исследования переходного излучения в случае наклонного падения были выполнены для алюминиевых пленок.

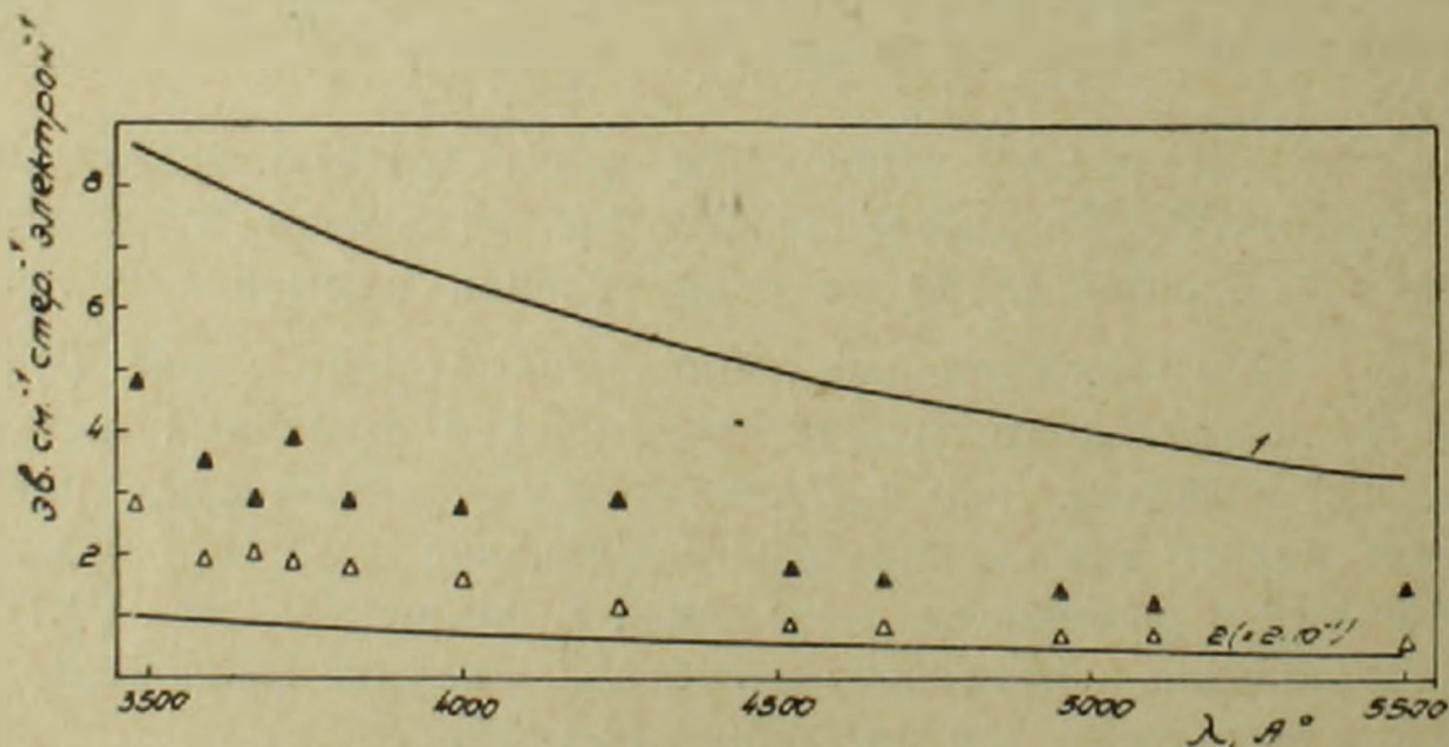
При ψ отличном от нуля (ψ — угол между нормалью к поверхности пленки и направлением движения начального электрона) появляется перпендикулярная составляющая излучения, величина которой растет с ростом ψ в области ψ от 0° до 45° (фиг. 1б и 1б'). Поляризация излучения в этом случае перестает быть линейной и плоскость, в

которой наблюдается максимальная интенсивность излучения уже не совпадает с плоскостью, содержащей нормаль к поверхности пленки и направление наблюдения.



Фиг. 1. Зависимости I_{11} и I_{\perp} от энергии электронов ($\lambda = 4950 \text{ \AA}$, $d = 208 \text{ \AA}$, $\psi = 30^\circ$: $a - \theta = 50^\circ$; $a' - \theta = 30^\circ$) и угла влета ψ ($\lambda = 4670 \text{ \AA}$, $d = 124 \text{ \AA}$, $E = 60 \text{ кэВ}$: $b - \theta = 60^\circ$; $b' - \theta = 30^\circ$) 1 — заполненные треугольники — I_{11} ; 2 — полые треугольники — I_{\perp} .

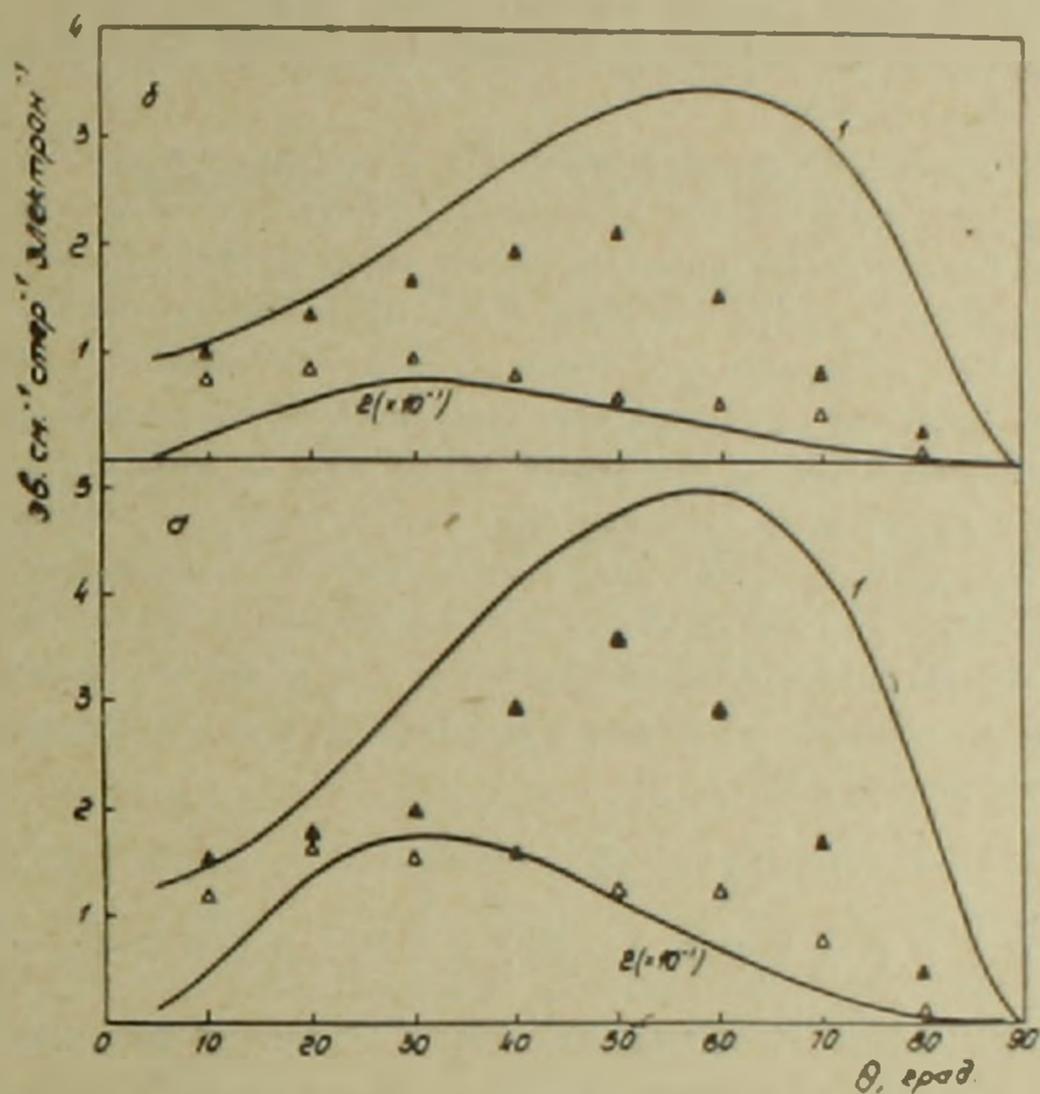
На фиг. 1б и 1б' приводятся также зависимости I_{11} от ψ . Экспериментальные данные, как и в случае $\psi = 0^\circ$ (5), приводятся уменьшенными в 1,65 раза и сравниваются с теоретическими кривыми, вычисленными по работе (3). Спектральные и угловые распределения



Фиг. 2. Спектральные распределения I_{11} и I_{\perp} . $d = 252 \text{ \AA}$; $E = 60 \text{ кэВ}$; $\theta = 50^\circ$; $\psi = 30^\circ$; 1 — заполненные треугольники — I_{11} ; 2 — полые треугольники — I_{\perp} .

излучения (θ отсчитывается от направления движения электрона), также зависимости его интенсивности от энергии электронов приводятся соответственно на фиг. 2, 3, 1а и 1а'.

Из всех данных следует, что I_{\perp} по абсолютной величине наблюдается в среднем на порядок выше, а I_{\parallel} примерно в два раза ниже, чем предсказывает теория; но в то же время, данные для обеих компонент излучения, показывают одинаковый с теорией ход кривых. Угловые распределения излучения, полученные для $\psi = 30^\circ$, также как и для случая $\psi = 0^\circ$ (5), смещены в область малых углов наблюдения. Интересно также отметить, что при различных углах наблюдения, распределения I_{\parallel} и I_{\perp} по θ заметно отличаются (фиг. 1б и 1б').



Фиг. 3. Угловые распределения I_{\parallel} и I_{\perp} . $d = 329 \text{ \AA}$; $\lambda = 4670 \text{ \AA}$; $\psi = 30^\circ$; 1 — заполненные треугольники — I_{\parallel} ; 2 — полые треугольники — I_{\perp} ; а — $E = 60 \text{ кэв}$; б — $E = 40 \text{ кэв}$.

Расхождение эксперимента с теорией по абсолютной величине нельзя устранить вариациями значений оптических постоянных вокруг взятых за основу из работы (6), и, по-видимому, это расхождение связано с особой структурой алюминиевой пленки. В самом деле, ряд исследований (7) показывает, что тонкие пленки из металлов с низкой температурой плавления имеют крупно-кристаллическую структуру. Отсутствие теории переходного излучения в случае наклонного падения частицы на кристалл лишает нас возможности сделать соответствующее сравнение эксперимента с теорией.

Физический институт
Объединенная радиационная лаборатория
Академии наук Армянской ССР
и Ереванского государственного университета

Անցումային ճառագայրումը ալյումինի քաղանճների միջով էլեկտրոնների քեֆ անցման դեպքում

Անցումային ճառագայթման առաջացման ամենարեզահանուր և հետաքրքիր դեպքը հանդիսանում է լիցքավորված մասնիկի թեք անցումը երկու տարրեր միջավայրերի սահմանով: Այս դեպքում ասճմանին ուղղահայացով և դիտման ուղղությամբ կառուցված հարթության մեջ բևեռացած ճառագայթման բաղադրիչից ($I_{||}$) բացի, առաջացնում է նաև նշված հարթությանը ուղղահայաց հարթությունում բևեռացած ճառագայթման նոր բաղադրիչ (I_{\perp}): Այս հարցի հետադոտմանը նվիրված են տեսական մի շարք աշխատանքներ: Վերջերս կատարված է էքսպերիմենտալ մեկ աշխատանք, որտեղ ուսումնասիրված է էլեկտրոնների դատարկության — արծաթ սահմանի վրա թեք անկման դեպքը:

Ներկա հոդվածում բերվում են դատարկության մեջ տեղավորված ալյումինի քարակ թաղանթների (124 — 329 Å միջով մինչև 60 կէվ էներգիայի էլեկտրոնների թեք անցումով պայմանավորված անցումային ճառագայթման ուսումնասիրման արդյունքները: Ուսումնասիրված է ճառագայթման բաղադրիչների ($I_{||}$, I_{\perp}) ինտեսիվության անկյունային, սպեկտրալ քաշխումները, ինտեսիվության կախումը էլեկտրոնների էներգիայից և նրանց անկման անկյունից: էքսպերիմենտալ արդյունքները տեսական տվյալների հետ համեմատելուց հետևում է, որ ինտեսիվության բացարձակ արժեքը ճառագայթման I_{\perp} բաղադրիչի համար մոտ 10 անգամ բարձր է, իսկ $I_{||}$ բաղադրիչի համար մոտ 2 անգամ ցածր սպասվող տեսական արժեքներից: Միևնույն ժամանակ ճառագայթման երկու բաղադրիչները ցույց են տալիս տեսության հետ համընկնող կորերի ընթացքը: էքսպերիմենտալ տվյալների բացարձակ մեծության տարամիտումը տեսության նկատմամբ, չի բացատրվում ալյումինի թաղանթների օպտիկական հաստատուների արժեքների վարիացիայով: Ո՛րք թվում է, որ նշված տարամիտումը կարող է պայմանավորված լինել ալյումինի քարակ թաղանթների բյուրեղային կառուցվածքով:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

- ¹ Լ. Ա. Անանով, «Известия АН АрмССР» (серия физ.-мат.) 15, 115 (1962).
² В. А. Енгибарян, Б. В. Хачатрян, «Известия АН АрмССР» II (серия физ.-мат.), 1, 11 (1966).
³ В. Е. Пафолов, О поляризации переходного излучения, Препринт ФИАН СССР А—72, 1964.
⁴ Г. Берш П. Добберштейн, Д. Фритч, Г. Соурбрей, Z. fur Physik, 187, 97 1965.
⁵ Փ. Ր. Արությունյան, Ջ. Վ. Սետրոսյան, Ր. Ա. Օգանեսյան, ЖЭТФ, письма в редакцию 3, 193, 1966.
⁶ Г. Гесс, Ж. Е. Вайлонис, J. Opt. Soc. Am. 51, 719, 1961.
⁷ Г. В. Розенберг, Оптика тонкослойных покрытий, Физматгиз, М., 1958.