

УДК 530.145

ИЗЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ С ЭНЕРГИЕЙ 21 МэВ ПРИ ПЛОСКОСТНОМ КАНАЛИРОВАНИИ В КРИСТАЛЛЕ CsCl

Н. Н. КОРХМАЗЯН, Г. Г. МЕЛИКЯН

Армянский государственный педагогический институт им. Х. Абовяна

(Поступила в редакцию 9 августа 1994г.)

Рассмотрено излучение каналированных электронов с энергией 21 МэВ в ионном кристалле CsCl. Исходя из ранее предложенного авторами метода расчета эффективных потенциалов каналирования, получено частотное распределение интенсивности излучения для разных значений угла влета электронов в кристалл. Показано, что для малых углов влета в спектре излучения появляются четко выраженные линии, связанные с переходами между отдельными связанными состояниями электронов в канале.

В последние годы возрос интерес к процессу излучения каналированных частиц с энергией порядка нескольких десятков МэВ в кристаллах. Это связано с тем, что, во-первых, в ряде работ [1,2] была продемонстрирована возможность использования излучения каналированных частиц для диагностики свойств кристаллов, и, во-вторых, с тем, что в ряде экспериментальных и теоретических работ [3,4] было показано, что излучение каналированных электронов с энергией порядка нескольких десятков МэВ является источником интенсивного, с хорошей монохроматичностью, жесткого рентгеновского излучения. В связи с этим исследование спектра излучения каналированных электронов средних энергий в кристаллах разных структур имеет важное практическое значение.

В настоящей работе рассмотрен процесс излучения плоскоканализированных электронов с энергией 21 МэВ в ионном кристалле CsCl. В связи со спецификой ионных кристаллов авторами ранее был предложен новый метод [5] расчета эффективных потенциалов каналирования в ионных кристаллах. С помощью формулы (3.6) работы [5] на одном периоде кристалла CsCl эффективный потенциал плоскостного каналирования после численного расчета представляется в виде двух потенциальных ям с глубинами $(U_0)_{Cs} = 35,96$ эВ и $(U_0)_{Cl} = 12,66$ эВ соответственно (рис.1).

Аппроксимируя обе ямы модельным потенциалом Пешля-Теллера $U(x) = -U_0 \left[\frac{\cosh(x/b)}{b} \right]^2$ ($b_{Cs} = 0,37E$, $b_{Cl} = 0,26E$) и используя выражение для собственных значений энергии связанных состояний [6], для электронов с энергией 21 МэВ получим шесть связанных уровней для потенциальной ямы Cs^+ и три уровня для Cl^- . Соответствующие значения этих энергий приведены на рис.1. В силу симметрии потенциальных ям дипольные переходы возможны лишь между состояниями с различной четностью [6].

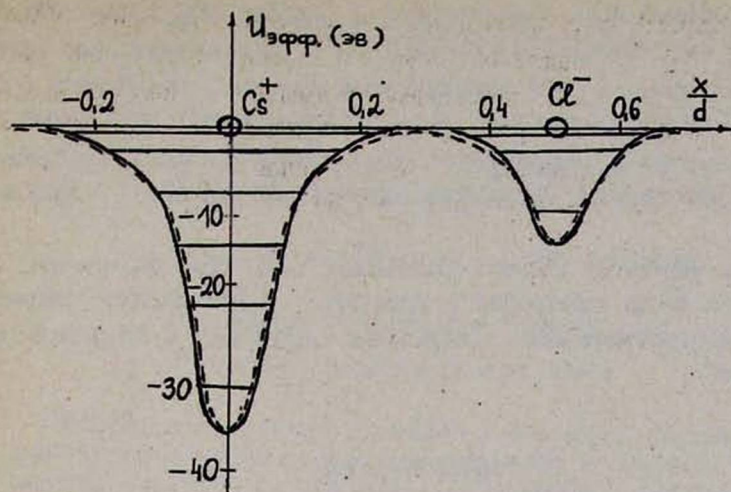


Рис. 1. Эффективный потенциал плоскостного каналирования (сплошная линия), аппроксимированный потенциалом Пешля-Теллера.

Используя соответствующие волновые функции [6], можно вычислить спектр излучения для всех разрешенных переходов. Результаты этих расчетов для числа излученных фотонов с единицы пути пробега электрона в зависимости от энергии фотона при различных значениях угла падения θ ($\theta = 0; 0,4\theta_0; 0,8\theta_0$, где θ_0 - угол Линдхарда) приведены на рис.2.

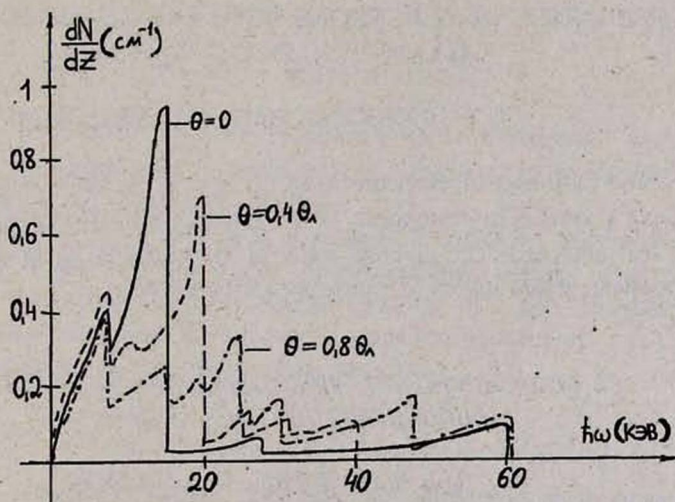


Рис. 2. Число фотонов с единицы пути пробега в зависимости от энергии.

Из рис.2 видно, что при малых значениях угла падения в спектре излучения наблюдаются четко выраженные пики, полуширина которых совпадает с полушириной излучения вакуумного плоского ондулятора и имеет порядок $\Delta\omega/\omega_m \approx 1/6$.

При $\theta = 0$ острый пик, наблюдаемый в спектре излучения, обусловлен переходом $4 \rightarrow 3$ потенциальной ямы Cs^+ . Аналогичный пик, который обусловлен переходом $1 \rightarrow 0$ потенциальной ямы Cl^- , получается в случае $\theta = 0,4\theta$. При увеличении угла θ число пиков растет, суммарный спектр расплывается и уширяется. С точки зрения получения квазимонохроматического излучения случай $\theta \geq 0,4\theta$, практически непригоден.

Таким образом, анализ показывает, что при достаточно малых значениях угла влета электронов в кристалле $CsCl$ можно генерировать достаточно монохроматичное, интенсивное излучение с энергией кванта порядка 20 кэВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л.И. Огнев, УФН, 154, 691 (1988).
2. Ч. Б. Лушик, Ф. Ф. Гаврилов, Г.С. Завт и др. Электронные возбуждения и дефекты в кристаллах гидрида лития. М., Наука, 1985.
3. J.U. Andersen et al. Ann. Rev. Nucl. Part. Sci., 33, 459 (1983).
4. J.F. Bark, M. Atkinson. Phys. Lett., B110, 83 (1988).
5. Н.Н. Корхмазян, Г.Г. Меликян, Изв. НАН Армении., Физика, 28, 56 (1993).
6. В.А. Базылев, Н.К. Жеваго. Излучение быстрых частиц в веществе и во внешних полях. М. Наука, 1987.

THE RADIATION OF ELECTRONS WITH ENERGY OF 21 MeV AT PLANE CHANNELING IN $CsCl$ CRYSTAL

N.N. GHORKHMAZIAN, G.G. MELIKIAN

The radiation of electrons with energy of 21 MeV at plane channeling in $CsCl$ ionic crystal is investigated. Two potential pits associated with Cs^+ and Cl^- planes are obtained. The discrete spectral lines stipulated by quantum transitions of electrons at small angles of incidence are obtained.

21 ՄԵՎ ԷԼԵԿՏՐՈՆԱՅԻՆ ԴՆՐԹ ԿԱՆԱԼԱՅՎԱԾ ԷԼԵԿՏՐՈՆՆԵՐԻ ԾԱՌԱԳԱՅԹՈՒՄԸ $CsCl$ ԲՅՈՒՐԵՂՈՒՄ

Ն. Ն. ԴՈՐԽՄԱԶՅԱՆ, Գ. Գ. ՄԵԼԻԿՅԱՆ

Դիտարկված է 21 ՄԵՎ էներգիայով հարթ կանալացված էլեկտրոնների ճառագայթումը $CsCl$ բյուրեղում: Ստացված է ճառագայթման սպեկտրը էլեկտրոնի մուտքի անկյան տարբեր արժեքների համար: Ցույց է տրված, որ մուտքի փոքր անկյունների դեպքում ճառագայթման սպեկտրում ներկա են հստակ արտահայտված գծեր՝ պայմանավորված էլեկտրոնի դիսկրետ անցումներով: