

51-я Международная Тулиновская конференция по
Физике Взаимодействия Заряженных Частиц с Кристаллами (МТК-51)
МГУ имени М.В. Ломоносова, 24-26 мая 2022 г.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ПРИ ИОНИЗАЦИИ УЛЬТРАРЕЛЯТИВИСТСКИХ ИОНОВ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ДВУХ СРЕД

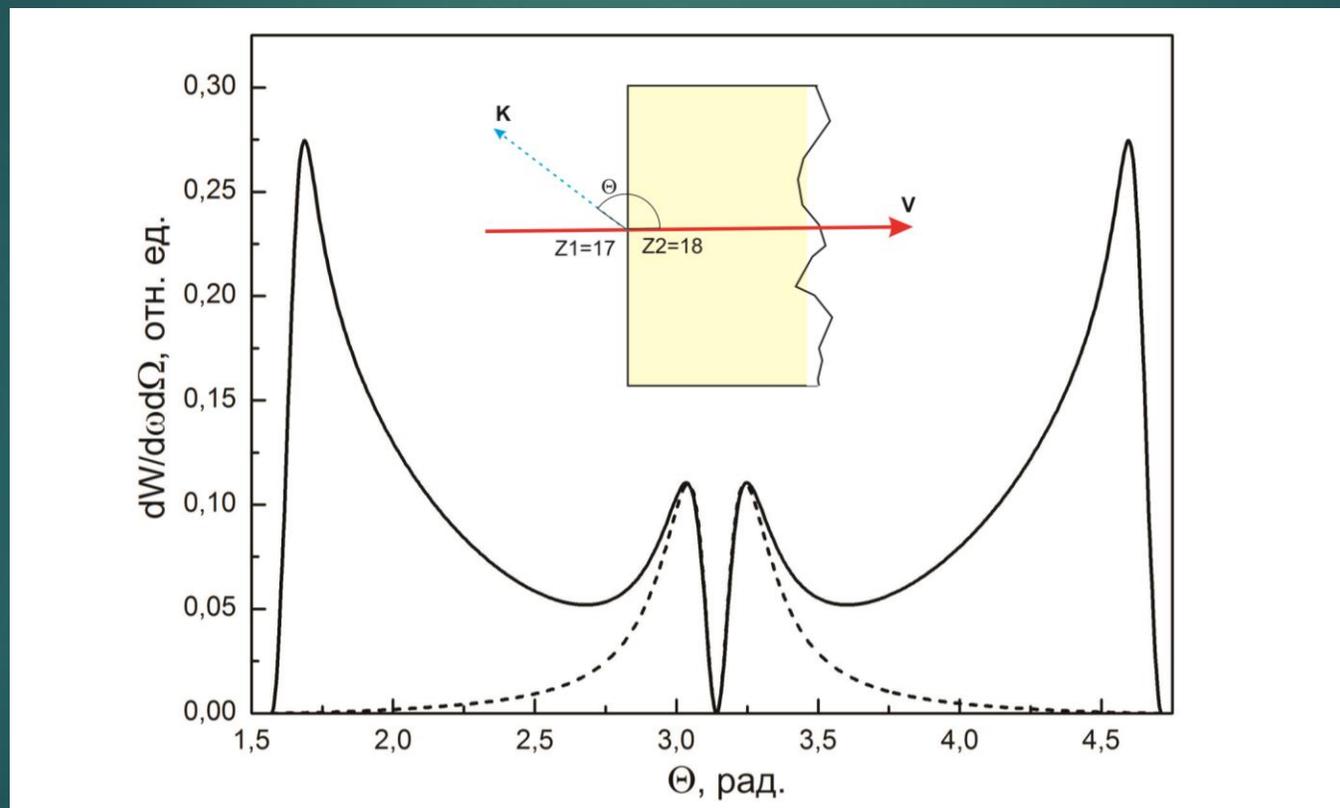
М.В. Булгакова, В.С. Малышевский, Г.В. Фомин

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия
e-mail: vsmalyshevsky@sfedu.ru

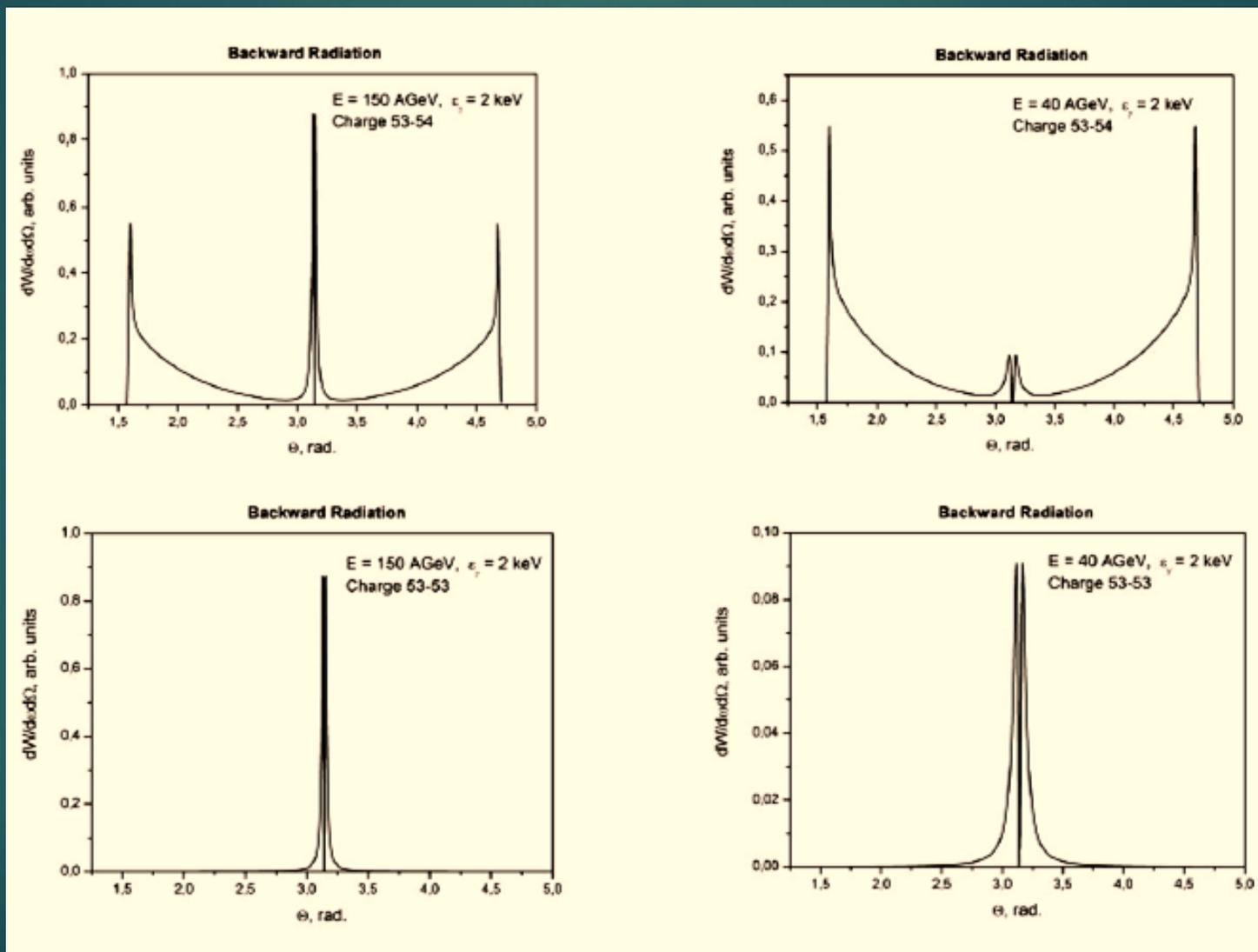


На основе уравнений макроскопической электродинамики исследованы угловые и спектральные характеристики электромагнитного излучения, сопровождающего ионизацию ультрарелятивистских тяжелых ионов при прохождении границы раздела двух сред. Рассчитано угловое распределение рентгеновского излучения водородоподобных ионов в пластинках золота в направлениях «вперед» (вдоль направления движения ионов) и «назад».

Угловое распределение излучения «назад» в спектральном диапазоне 0,5 кэВ ионов аргона $\beta=0.995$ при влете в золотую пластинку в случае полностью ионизованных ионов (пунктирная линия) и с отрывом одного электрона (сплошная линия).



Угловое распределение излучения «назад» в рентгеновском диапазоне частот релятивистских ионов ксенона при влёте в золотую пластинку без изменения заряда (нижний график) и с отрывом одного электрона (верхний график).



Наиболее удобным объектом для проведения измерений являются ионы инертных газов, ускоренные до релятивистских скоростей и имеющие на своих оболочках один или два остаточных электрона. Такие ионы при влете в среду, например, толстую золотую пластинку, быстро потеряют электроны. Электромагнитное излучение в направлении «назад» будет иметь характерные особенности, отсутствующие при излучении без потери электронов. Некоторые результаты расчётов приведены на рисунках, где энергия излучения приведена в безразмерных единицах $e^2/\pi^2 c$. Узкие максимумы в излучении «назад» в рентгеновском диапазоне при углах, близких к $\pi/2$ (воль поверхности раздела) связаны с эффектом полного внешнего отражения. Полное число излученных «назад» квантов в диапазоне энергий от $\hbar\omega_1$ до $\hbar\omega_2$ можно оценить из соотношения:

$$\Delta N = \int_{\omega_1}^{\omega_2} d\omega \int_0^{2\pi} d\varphi \int_{\pi/2}^{2\pi} d\vartheta \sin\vartheta \frac{1}{\hbar\omega} \frac{d^2 W}{d\omega d\Omega}.$$

Используя приведённые данные, нетрудно убедиться, что по порядку величины в диапазоне энергий фотонов от 1 до 2 кэВ на один ион аргона ($\gamma = 10$) излучается примерно 0,001 фотон. Это означает, что при токе пучка 10 мА поток фотонов составит величину в диапазоне от 5 до 10 фотонов за секунду, что вполне достаточно для уверенной регистрации эффекта.