

2.3.6 Переходное излучение

Переходное излучение - излучение, возникающее при пересечении заряженной частицей границы между двумя средами с разными электромагнитными константами.

Выше уже упоминалось, что заряд, движущийся равномерно и прямолинейно, не может излучать электромагнитные волны: излучает только заряд, движущийся с ускорением. Это верно, если заряд находится в вакууме. Если же заряд перемещается в веществе с постоянной скоростью, превышающей фазовую скорость распространения света в этой среде, то возникает черенковское излучение. А может ли излучать заряд, движущийся без ускорения с досветовой скоростью? Рассматривая, как образуется черенковское излучение, мы считали путь заряженной частицы в среде достаточно длинным, оставив без ответа вопрос, что происходит при входе частицы в черенковский радиатор. Между тем, поведение частицы на входе в черенковский радиатор или в общем случае при пересечении границы двух сред с различными электрическими и/или магнитными свойствами, как оказалось, представляет самостоятельный интерес. В.Л.Гинзбург и И.М.Франк в середине прошлого века показали, что при переходе заряда из одного вещества в другое возникает новый тип электромагнитного излучения, которое было названо переходным. Оно сопровождает частицы, движущиеся со скоростью как большей, так и меньшей фазовой скорости света. В 1959 году П. Голдсмит и Л. Джелли наблюдали оптическое переходное излучение, образованное пучком протонов при пересечении металлической поверхности, и показали, что его характеристики совпадают с предсказанными теорией Гинзбурга и Франка. Применение переходного излучения в физических экспериментах для детектирования частиц началось почти 20 лет спустя.

Переходное излучение широко применяется в настоящее время для регистрации ультрарелятивистских заряженных частиц - в основном самых легких: электронов и позитронов. При этом используется излучение только в области рентгеновских частот. Именно по интенсивности переходного излучения или числу зарегистрированных рентгеновских фотонов отличают электроны и позитроны от более тяжелых частиц. Идентификация электронов и позитронов представляет хотя и частную, но весьма важную задачу в физике высоких энергий. Дело в том, что время жизни большинства элементарных частиц столь мало, что они не могут быть зарегистрированы непосредственно, и изучить их свойства можно только путем регистрации продуктов распада. Многие из очень интересных для физиков частиц распадаются с испусканием электронов и / или позитронов.

Детектор переходного излучения состоит из нескольких модулей радиатор-детектор рентгеновских фотонов. Радиатор состоит из большого числа пленок с малым средним атомным номером Z . Последнее существенно для уменьшения поглощения излучения в радиаторе, связанного главным образом с фотоэффектом: коэффициент поглощения рентгеновских фотонов пропорционален Z^4 . Отметим, что интенсивным источником переходного излучения могут быть не только регулярные стопки из пленок или пластинок, но и микропористые материалы из полиэтилена, полиуретана, полистирола и других органических соединений. Конструктивно они гораздо удобнее и в настоящее время часто применяются при создании ДПИ.