Квантовые эффекты в поперечной диэлектрической проницаемости максвелловской электрон–ионной плазмы и лево-преломляющие среды

Б.А. Векленко

Объединенный институт высоких температур РАН, г. Москва, Россия

Возбужденные термическим путем ленгмюровские волны плазмы обратно воздействуют квантовым образом на ее электроны и ионы. Такое воздействие оказывается резонансным и определяется в рационализированной гауссовой системе единиц характерной частотой

  ,

где  — дебаевский радиус, — температура. Влияние этого эффекта на продольную диэлектрическую проницаемость плазмы исследовано в работе [1] и, по-видимому, нашло экспериментальное подтверждение [2]. В настоящей работе исследуется влияние термически возбужденных ленгмюровских волн на поперечную диэлектрическую проницаемость плазмы. Обнаружена сильная деформация дисперсионного соотношения в районе частоты . Если вне этого района , то внутри его . Резонансная частотная область с отрицательной групповой скоростью характеризуется значительным коэффициентом поглощения. Тем не менее, оценки показывают, что при концентрации электронов плазмы  и  в плазме на частоте  возможны волны, но затухающие. Характерное время их затухания составляет десятки оптических колебаний, что позволяет констатировать существование в природе однородных изотропных сред, допускающих оптические волны с отрицательной групповой скоростью. Отрицательная групповая скорость влечет за собой аномальное преломление оптических волн, описываемое отрицательным показателем преломления. Оптика таких сред своеобразна и представляет значительный экспериментальный интерес. Среды с отрицательным коэффициентом преломления были синтезированы в 2000году [3 – 4]. Они макроскопически однородны и изотропны. Микроскопическая теория таких сред до сих пор не построена. До сих пор остается открытым вопрос о существовании в природе микроскопически оптически однородных и изотропных лево-преломляющих сред. В настоящей работе приводится пример, указывающий на принципиальную возможность их существования.

Литература

1. Veklenko B.A. International Journal of Optics. Volume 2012. Article ID 648741.
2. Векленко Б.А., Афанасьев В.П., Лубенченко А.В. ЖЭТФ 145 (2014)601.
3. Smith D.R., Padilla W.J., Vier D.C., Nemat-Nasser S.C., Schultz S. Phys.Rev.Lett. 2000. V.84, Pp.4184…4187.
4. Smith D.R., Kroll N. Phys.Rev.Lett. 2000. V.85. Pp.2933…2936.