Рассеяние электронов вакуумными флуктуациями плазменных волн

Векленко Б.А., \*Афанасьев В.П., \*Лубенченко А.В.

ОИВТ (РАН), Москва , Россия, VeklenkoBA@yandex.ru
\*НИУ (МЭИ), Москва, Россия: v.af@mail.ru

Характеристические потери энергии электронов, отраженных от поверхностей металлов, обнаруженные Рудбергом [1] в первой половине прошлого столетия, положили начало дискуссии о природе этого явления. Интерес к предмету возрос после работы Мертона и Ледера [2], когда стало ясно, что, во всяком случае, часть характеристических потерь электронов носит не индивидуальный, а коллективный характер. Последовательной, исходящей из первых приципов, теории этого явления не существует по сей день. Предпочтение отдается полуфеноменологической теории Ритчи [3]. Теория Ритчи не позволяет, в частности, рассчитывать ширины распределений распределения электронов по энергиям, возникших в результате взаимодействия монохроматических потоков электронов с плазмонами. В предлагаемой работе предпринята попытка устранения этого дефекта. Рассмотрен процесс взаимодействия потока зондирующих электронов с ленгмюровскими колебаниями фермиевской плазмы (плазмонами). Теория строится на основе квантовой электродинамики. Как электроны, так и продольные электрические колебания плазмы описываются квантовым образом. Используется аппарат квантовых функций Грина, для которых уравнения Дайсона –Келдыша выводятся методом функциональных производных. Вводятся понятия когерентного и некогерентного каналов взаимодействия зондирующих электронов с плазмонами. В когерентном канале в результате взаимодействия состояния плазмонов не изменяется. В некогерентном канале взаимодействия эти свойства подвергаются изменению. Очевидным образом, существует связь между каналами, свойства которой исследуются в работе. Квантовое описание продольного электромагнитного поля приводит к наличию вакуума продольных волн, свойства которого отличаются от свойств вакуума поперечных волн, и изучаются в настоящей работе. Именно, взаимодействие зондирующих электронов с вакуумными колебаниями плазмы вынуждает их спонтанно излучать ленгмюровские кванты, и терять характерные порции энергии. Вакуумные колебания плазмы макроскопическим образом деформируют ее диэлектрическую проницаемость, что приводит к уширению ленгмюровскоих пиков рассеянных электронов в численном согласии с экспериментальными данными. В работе показано, что последовательное квантовое описание процесса рассеяния уже в первом порядке теории возмущений вносит поправки в расчеты существующих полуфеноменологических теорий. При стемлении  предлагаемая теория воспроизводит формулу торможения средой заряженных частиц, найденную Э.Ферми в 1940 году.

Литература

1. 1.Rudberg E. Phys. Rev. 50 (1936)138.
2. 2. Marton L., Leder L.B. Phys.Rev. 94 (1954) 203.
3. 3.Ritchie R.H. Phys. Rev. 106 (1957) 874.