



# ДЕБАЕВСКИЙ РАДИУС ЭКРАНИРОВАНИЯ

Авторы: Н. С. Ерохин

ДЕБАЕВСКИЙ РАДИУС ЭКРАНИРОВАНИЯ, характерный пространственный масштаб в плазме, электролитах или полупроводниках, на котором экранируется поле заряженной частицы за счёт образующегося вокруг неё облака зарядов противоположного знака. Д. р. э. впервые был введён в 1923 П. [Дебаем](#). С учётом экранирования электрич. потенциал

$\varphi(r)$ , создаваемый частицей с зарядом

$q$  на расстоянии

$r$  от неё, определяется формулой

$\varphi(r) = (q/r)\exp(-r/r_D)$ , где

$r_D$  – Д. р. э., т. е. экспоненциально убывает для

$r > r_D$ . Характерная величина Д. р. э. в плазме оценивается следующим образом. В равновесной плазме (температуры электронов

$T_e$  и ионов

$T_i$  равны) полное разделение зарядов при смещении слоя электронов с концентрацией  $n$  относительно ионов на величину

$r$  возможно, если потенциальная энергия взаимодействия частиц

$e\varphi = 2\pi n e^2 r^2$  по порядку величины равна тепловой энергии движения частицы

$kT/2$  в направлении разделения (

$e$  – заряд электрона,

$k$  – постоянная Больцмана). Отсюда это расстояние в равновесной плазме

оценивается как

$r = (kT/4\pi n e^2)^{1/2} \equiv r_D$ . В неравновесной плазме с

$T_e \gg T_i$  Д. р. э. определяется электронной температурой. Обычно Д. р. э. мал по

сравнению с пространственными размерами плазмы и она в целом квазинейтральна.

Существенное нарушение квазинейтральности возможно в слоях толщиной порядка  $\lambda_D$ . Такие слои возникают, напр., в пограничных областях при контакте плазмы с твёрдым телом. В неравновесной плазме характерный масштаб области разделения зарядов может существенно превышать  $\lambda_D$ . Это имеет место, напр., в волнах пространственного заряда или в плазме с током.

$\lambda_D$  является макс. прицельным параметром при парных столкновениях заряженных частиц в плазме. Вследствие дебаевского экранирования электрич. поле кулоновского взаимодействия на расстояниях

$r > \lambda_D$  убывает экспоненциально, поэтому, если прицельный параметр заряженной частицы больше

$\lambda_D$ , фактически никакого рассеяния при столкновениях заряженных частиц не происходит. На таких расстояниях взаимодействие носит коллективный характер, т. е. осуществляется через самосогласованные электрич. и магнитное поля, создаваемые всеми заряженными частицами. Коллективное взаимодействие будет сильным, если число частиц в дебаевской сфере

$n\lambda_D^3$  существенно больше единицы.

## Литература

Лит.: Франк-Каменецкий Д. А. Лекции по физике плазмы. 2-е изд. М., 1968; Кролл Н., Трайвелпис А. Основы физики плазмы. М., 1975; Арцимович Л. А., Сагдеев Р. З. Физика плазмы для физиков. М., 1979; Морозов А. И. Введение в плазмодинамику. М., 2006.