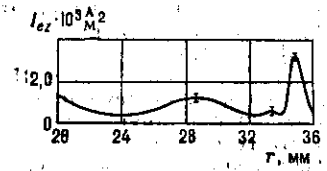


$$f_{отр}(v, x) = \hat{S} k f_{отр}(v', x') + q(v, x).$$

Здесь $f_{отр} \equiv v_n f(v, x)$ — распределение по скоростям потока частиц, идущих от стенки, v_n — нормальная составляющая скорости, x — координата точки на поверхности объёма, \hat{k} — оператор «переноса» частиц от одной точки (x) к другой (x') (в известных E, H полях он определяется из решения ур-ния Власова), \hat{S} — оператор рассеяния частиц на поверхности, q — плотность эмиссии (поглощения) электронов.

Проводимость, очень напоминающая пристеночную, может наблюдаться и на ионах, если повторная ионизация нейтрального атома, возникшего при попадании иона на стенки, происходит на расстояниях меньше ларморовского радиуса.

Рис. 2. Распределение плотности продольного электронного тока $I_z(r)$ по радиусу в канале ускорителя с замкнутым дрейфом электронов на расстояниях 13 мм от анода (внутренний радиус канала $r = 20$ мм, внешний — 36 мм).



Аналогом П. п. является т. н. *статический скин-эффект*, к-рый наблюдается в охлаждённых до гелиевых темп-р металлах, находящихся во внеш. магн. поле.

Выявление П. п. было предсказано А. И. Морозовым и обнаружено экспериментально на *плазменном ускорителе* с замкнутым дрейфом электронов. Он представляет собой цилиндрич. канал, перпендикулярно стенкам к-рого создаётся квазирадialное магн. поле, а вдоль системы между анодом и катодом приложено продольное электр. поле. Ускоритель работал на He и имел характерные параметры: $H_{макс} \leq 200$ Э, $U_0 = 200$ В, $n_e \leq 10^{13}$ см⁻³, $T_e \leq 20$ эВ, $n_d \sim 10^{13}$ см⁻³ при расстоянии между стенками 16 мм и длине канала 40 мм. Радиальное распределение продольного электронного тока, полученное с помощью зонда, имело осциллирующую структуру (рис. 2).

Лит.: Морозов А. И., Эффект пристеночной проводимости в хорошо замагниченной плазме, *Ж. прикл. мех. и техн. физ.*, 1968, в. 3, с. 19; Морозов А. И., Шубин А. П., Кинетика электронов в режиме пристеночной проводимости, *Физ. плазмы*, 1984, т. 10, в. 6, с. 1282; Бугрова А. И., Морозов А. И., Харчевников В. К., Исследование структуры пристеночного слоя с помощью зондов различных размеров, *ЖТФ*, 1985, т. 55, в. 6, с. 1072. А. И. Бугрова.

ПРИЦЕЛЬНЫЙ ПАРАМЕТР (прицельное расстояние, параметр удара) — в классич. теории рассеяния частиц расстояние между рассеивающим центром и первичным направлением движения рассеивающихся частиц (*см. Рассеяние микрочастиц*).

ПРИЧИННАЯ ФУНКЦИЯ ГРИНА — то же, что *пропагатор*.

ПРИЧИННОСТИ ПРИНЦИП — один из наиб. общих принципов физики, устанавливающий допустимые пределы влияния физ. событий друг на друга. П. п. запрещает влияние данного события на все прошедшие события («событие-причина предшествует по времени событию-следствию», «будущее не влияет на прошлое»). Более сильный релятивистский П. п. включает также взаимное влияние событий, разделённых пространственноподобным *интервалом*, для к-рых сами понятия «раньше», «позже» не абсолютны, а меняются местами с изменением системы отсчёта. Взаимное влияние таких событий было бы возможно лишь с помощью объекта, движущегося со скоростью, превышающей скорость света в вакууме. Поэтому известное утверждение о невозможности сверхсветовых движений в рамках *относительности теории* вытекает именно из релятивистского П. п.

П. п. — эмпирич. постулат, основанный на обобщении данных эксперимента и общечеловеческой практики и подтверждающийся без к.-л. исключений в широ-

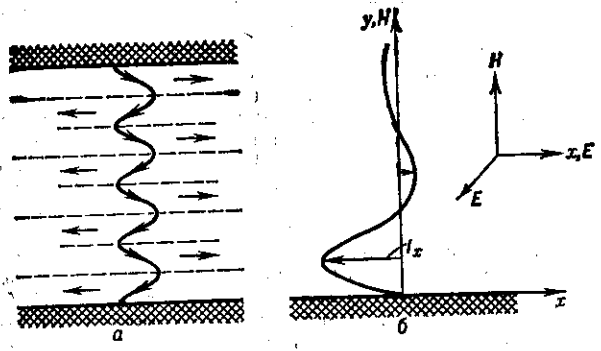


Рис. 1. Схема взаимодействия электронов с поверхностью: а — токовые слои в идеализированной модели рассеяния моноэнергетических электронов стенкой (кривая со стрелками — проекция траектории движения электрона, отражённого стенкой, на плоскость xy); б — распределение пристеночного тока при наличии разброса скоростей электронов.

поверхности и направлено вдоль оси z . Электроны при падении на стенку полностью теряют скорость. Возвращаясь в объём, они разгоняются в дебаевском слое (скачок потенциала U_D) и приобретают скорость $v_{0y} = \sqrt{2eU_D/m_e}$. Двигаясь далее с такой скоростью в объёмных электр. и магн. полях, электроны начинают выписывать циклоиду вдоль осей z и x , смещаясь со скоростью v_{0y} вдоль магн. поля. Проекция этого движения на плоскость xy имеет вид, приведённый на рис. 1: объём канала разбивается на систему плоскопараллельных n слоёв с чередующимся противоположным направлением движения электронов. При этом толщина каждого слоя $h = v_{0y} T_H/2 = v_{0y} \pi / \omega_H$ (T_H — период ларморовского вращения). Если в канале укладывается целое число слоёв, то переносимый ток будет равен либо нулю (число слоёв чётное), либо будет максимальным (при нечётном числе слоёв). Отнесённый к 1 см длины вдоль оси z он равен

$$J_{макс} = en \int v_x dy = 2v_{0y} n m_e^2 / H^2 \sim nE/H^2.$$

Поскольку в реальных условиях отражённые электроны не имеют одинаковых скоростей, плоскопараллельные слои имеют разную толщину и вследствие этого разнородные электроны, находящиеся на одном расстоянии от стенки, будут иметь разное направление движения. В результате в плазменном канале оказываются чётко выраженными 2—3 осцилляции (около стенок), а остальные затухают при удалении от них (рис. 1, б).

Пристеночная проводимость с «квазизеркальным» рассеянием реализуется на шероховатой поверхности ($h \gg r_D$) или на гладкой поверхности, если скорость дрейфа ей не параллельна. Зеркальное отражение электрона от дебаевского скачка потенциала приводит к изменению дрейфовой скорости. В этом случае (в отличие от диффузного) в П. п. втягиваются все электроны, достигающие дебаевского слоя вне зависимости от того, рассеются они на самой поверхности или нет.

Перенос электронов путём рассеяния на стенках является своеобразным обобщением кнудсеновского течения газа в трубах (*см. Динамика разреженных газов*).

Различие состоит в том, что электрон находится в эл. магн. полях и поэтому между столкновениями двигается не по прямой, а по сложной траектории. Кроме того, при кнудсеновском течении каждая частица сталкивается со стенкой, тогда как в плазменном объёме может существовать группа электронов, к-рая вообще не достигает стенок, т. к. заперта в объёме полями. Ур-ние для *универсального* распределения электронов, рассеиваемых стенкой при отсутствии столкновений в объёме, имеет вид: