Формула для потока в дрейфовом приближении как следствие из формулы для потока в квазилинейном приближении

Рассматривается кинетическое уравнение Власова

Магнитные поле предполагается постоянным и однородным. Электрическое поле состоит из внешней постоянной и однородной компоненты и собственного поля системы . Не ограничивая общности, считается, что .

Оси координат выберем так, чтобы магнитное поле было направлено вдоль оси , а внешнее электрическое вдоль оси . Поскольку рассматриваются плоские волны (), ниже координата опускается, а функция считается проинтегрированной по .

Линейная теория и дрейфовое приближение

Линеаризуем кинетическое уравнение относительно равновесного решения .

Подставляя находим

где интегрирование ведется по траекториям электрона в фазовом пространстве:

Здесь и .Если ввести обозначения и , то интеграл по траектории запишется в виде .

Для случая медленного и гладкого электрического поля формулу для потока электронов вдоль электрического поля пишут в дрейфовом приближении:

Квазилинейная теория

Представляем функцию распределения в виде суммы плавно меняющейся и быстро осциллирующей функции: . Здесь совпадает с первой поправкой линейной теории. Усредняя исходное уравнение, получаем

Откуда, интегрируя по траектории, имеем

С учетом данного выражения поток электронов вдоль электрического поля равен

Поток при гладком и медленном

Если поле слабо меняется на расстояниях порядка ларморовского радиуса и на временах порядка циклотронного периода тогда в формуле для величину можно вынести за знак интеграла по . Имеем

Заметим, что

Следовательно,

Первое слагаемое в правой части данного равенства в точности совпадает с формулой для дрейфового приближение. Для вычисления второго слагаемого учтем, что это линейная поправка:

Здесь мы воспользовались гладкостью поля изотропностью равновесного распределения . Через обозначен оператор поворота на Подставляя последнее выражение во второе слагаемое получаем

В крайнем интеграле повернем систему координат так, что бы ось Ox смотрела в сторону вектора (мы считаем поле фактически однородным) и перейдем к полярным координатам

Таким образом, , в случае гладкого медленного электрического поля и изотропного невозмущенного распределения.