Интеграл столкновений для спин - поляризованной плазмы

И.В. Фомин, П.В. Сасоров*\**

Московский физико - технический институт, Государственный университет,
 Долгопрудный, Россия, fominalsha@gmail.com
\*Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук,
 Москва, Россия, pavel.sasorov@gmail.com

Создание спин поляризованной плазмы может обеспечить протекание таких реакций в плазме, которые невозможны в неполяризованной плазме, что представляет фундаментальный интерес.

Значимость таких исследований частично сдерживается отсутствием более или менее надежных теоретических оценок скорости релаксации спиновой поляризации электронов. Оказывается, что даже в простейшем случае полностью ионизованной плазмы в литературе нет кинетического уравнения для электронов, которое описывает динамику спин - поляризации электронного газа. По этой причине является осмысленным более полное, чем обычно, описание динамики электронов в плазме.

При этом, кроме обычного кинетического уравнения Больцмана - Власова для полной плотности электронов в фазовом пространстве $f\left(\vec{x},\vec{p}\right)$, возникает второе кинетическое уравнение для описания эволюции вектора $\vec{S}\left(\vec{x},\vec{p}\right)$. Этот вектор является плотностью в фазовом пространстве $f\left(\vec{x},\vec{p}\right)$ вектора $\vec{s}$, определяющего поляризационную матрицу плотности. Это дополнительное уравнение в некоторой степени аналогично уравнению Больцмана - Власова. Оно описывает перенос поляризации электронов в фазовом пространстве, в том числе, и за счет кулоновских столкновений электронов с ионами и электронами. Кроме того, это уравнение описывает процессы переворота спина за счет спин - орбитального и спин - спинового взаимодействия с ионами и электронами.

Целью данной работы является вывод общего вида интегралов столкновений электронов с ионами и электронами, входящих в уравнения для ${df}/{dt}$ и ${d\vec{S}}/{dt}$, вычисление амплитуд переворота спина при рассеянии электронов на электронах и на ионах на основе известных квантовых амплитуд рассеяния Мотта (e-p рассеяние), а точнее, их нерелятивистских пределов. С помощью указанных амплитуд проводится частичное интегрирование получаемого кинетического уравнения и приводятся оценки для времен релаксации распределения спинов.

Полученное обобщение кинетического уравнения для электронной компоненты плазмы может стать основой для уравнений гидродинамического типа, описывающих динамику макроскопически поляризованной плазмы.