

Задачи

Кочаровский Вл.В.

Институт прикладной физики РАН, Нижний Новгород

4-ая Школа современной астрофизики, Пущино, 7-18 июля 2008г.

Задача 1

Найти диэлектрическую проницаемость бесстолкновительной плазмы с учетом теплового движения электронов. Для этого проинтегрировать движение электрона во внешнем поле $\mathbf{E} = \mathbf{E}_0 \exp(i(\mathbf{k}\mathbf{r} - \omega t))$, вычислить плотность тока, создаваемого одной частицей, и произвести усреднение по начальному равновесному распределению координат и скоростей, считая его максвелловским. Ограничиться линейным приближением по напряженности электрического поля, движение ионов не учитывать. Заданы средняя концентрация электронов n и температура плазмы T .

Задача 2

Оценить среднее количество рассеяний необходимых электрону для того чтобы выйти из резонанса за счет перескоков. Ширину линии принять равной β_T .

Задача 3

В момент $t = 0$ в плазме нарушилась нейтральность заряда, в результате чего возник объемный заряд плотностью $\rho(\mathbf{r}, 0)$.

- а) Вычислить плотность $\rho(\mathbf{r}, t)$ для $t > 0$, используя функцию диэлектрической проницаемости “холодной” плазмы.
- б) Как изменится качественно результат, если учесть тепловое движение частиц плазмы? Прodelать конкретный расчет для

$$\epsilon_{\parallel} = 1 - \frac{\omega_L^2}{\omega^2} \left(1 + \frac{3k^2}{\omega^2} v_{\parallel}^2 \right),$$

выбрав

$$\rho(\mathbf{r}, 0) = \rho \frac{x}{x_0} \exp \left[- \left(\frac{x}{x_0} \right)^2 \right].$$

Задача 4

Некоторый источник испускает свет изотропно в своей системе покоя, так что внутри телесного угла $d\Omega$ распространяется доля $dN = d\Omega/4\pi$ от полного излучения. Найти функцию распределения излучаемого света по углам $f(\theta) = dN/d\Omega'$ в системе, относительно которой источник движется со скоростью v . Построить полярные диаграммы направленности излучения для различных значений гамма-фактора. Исследовать ультрарелятивистский случай. Какова характерная угловая ширина излучения движущегося источника в этом случае?

Задача 5

Источник, испускающий свет частоты ω_0 изотропно в своей системе отсчета, движется равномерно и прямолинейно относительно наблюдателя со скоростью V , проходя от него в момент наибольшего сближения на прицельном расстоянии d . Число фотонов, излучаемых в единицу телесного угла равно J_0 в системе покоя источника. Найти зависимость частоты ω и интенсивности J потока фотонов, регистрируемого наблюдателем, от угла между направлением луча и скоростью V . При каких углах регистрируемые частота и интенсивность совпадут с ω_0 , J_0 ?

Задача 6

Релятивистская частица с зарядом q движется в изотропной среде по прямолинейной траектории со скоростью $v = \text{const}$ (рассеянием частицы пренебрегаем). С помощью разложения Фурье вычислить электромагнитное поле частицы, выразив его через интегралы, содержащие диэлектрические проницаемости $\epsilon_l(k, \omega)$, $\epsilon_t(k, \omega)$.