ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПТОНОВСКОГО РАССЕЯНИЯ В ЗАМАГНИЧЕННОЙ РЕЛЯТИВИСТСКОЙ ПЛАЗМЕ

И. Д. Маркозов

Санкт-Петербургский государственный университет

В ходе работы рассмотрено комптоновское рассеяние фотонов двух эллиптических поляризаций на электронах в плазме в сильном магнитном поле. Были выведены функции перераспределения фотонов по частоте и численно получены такие характеристики, как средний импульс фотона после рассеяния, средняя энергия, а также дисперсии данных величин. Произведено усреднение по ансамблю электронов, имеющих релятивистское распределение Максвелла вдоль поля. Промоделировано многократное рассеяние в среде и получены вышеуказанные характеристики в этом случае.

STUDY OF STATISTICAL PROPERTIES OF COMPTON SCATTERING IN A MAGNETIZED RELATIVISTIC PLASMA

I. D. Markozov

Saint-Petersburg State University

We considered Compton scattering of photons of two elliptical polarizations by electrons in plasma in a strong magnetic field. The frequency redistribution functions of the photons were derived, and characteristics such as the average photon momentum after scattering, average energy, and dispersions of these quantities were obtained numerically. These were averaged over an ensemble of electrons with a relativistic Maxwell distribution along the field. Multiple scattering in the medium was simulated and the above characteristics were obtained in this case.

При формировании спектров ярких рентгеновских пульсаров (аккрецирующих нейтронных звезд с сильными магнитными полями) комптоновское рассеяние играет важную роль. В процессе аккреции вещество звезды-компаньона захватывается нейтронной звездой, устремляется к магнитным полюсам нейтронной звезды и теряет там

энергию, высвечиваемую в основном в виде рентгеновского излучения. В замагниченной плазме излучение распадается на две эллиптические поляризации — обыкновенную и необыкновенную плазменные моды. Сечение комптоновского рассеяния сильно зависит от напряженности поля и различно для фотонов, принадлежащих разным плазменным модам. От этого, в свою очередь, зависит характер переноса излучения в атмосфере нейтронных звезд.

В ходе выполнения работы была написана программа, позволяющая считать сечения для обеих эллиптических поляризаций и вычислять средние значения импульса и энергии фотона после рассеяния вместе с дисперсиями данных величин. Мы рассматривали случай плазмы с релятивистским распределением Максвелла по импульсам вдоль поля. Вышеуказанные средние величины и их дисперсии были усреднены по ансамблю электронов в плазме, имеющей температуру порядка 1 кэВ. С помощью Монте-Карло симуляции было промоделировано многократное рассеяние — блуждание электрона в среде и получены средние с дисперсиями для этого случая. Показаны различия в вычисляемых характеристиках для фотонов, принадлежащих разным поляризациям. Также были выведены усредненные по ансамблю электронов функции перераспределения фотонов по частоте для различных поляризаций в случае сильно анизотропной индикатрисы рассеяния, определяемой рассматриваемыми сечениями в магнитной плазме. Дана качественная интерпретация наблюдаемых особенностей перераспределения фотонов по энергиям и указаны эффекты, к которым это может приводить. Результаты данной работы важны для решения задачи переноса излучения в атмосфере нейтронной звезды, численного моделирования спектров и поляризации излучения ярких рентгеновских пульсаров.