

Аннотация к работе «Поляризация теплового тормозного излучения, вызванная анизотропией электронного давления»

Авторы: Комаров С.В., Хабибуллин И.И. (основные авторы), Чуразов Е.М., Щекочихин А.А.

Публикация: Polarization of thermal bremsstrahlung due to electron pressure anisotropy, 2016, MNRAS, 461, 2162, DOI: 10.1093/mnras/stw1370

Астрофизическая плазма и, в частности, межгалактическая плазма являются замагниченными: тепловые заряженные частицы в них обращаются вокруг силовых линий магнитного поля с ларморовскими радиусами на много порядков меньше их длин свободного пробега. Фундаментальные свойства такой плазмы, такие как теплопроводность и вязкость, до сих пор неизвестны и могут определяться неустойчивостями на ларморовских масштабах, вызываемыми анизотропией функций распределения частиц. Подобная анизотропия создается турбулентными или упорядоченными движениями газа как следствие сохранения адиабатических инвариантов, а также тепловыми потоками.

Известно, что анизотропия распределения тепловых электронов приводит к поляризации тормозного излучения. В данной работе обсуждалась такая возможность в контексте скоплений галактик. В случае крупномасштабных движений газа, формируемых обтеканием «холодных фронтов» (облаков холодного газа, окруженных горячей межгалактической плазмой), анизотропия распределения электронов создается растяжением силовых линий магнитного поля и тепловыми потоками, связанными с градиентами температуры. Структура обтекания холодного фронта была получена с помощью магнитогидродинамических симуляций с анизотропной теплопроводностью (использованный код написан авторами статьи). Затем вычислялась степень анизотропии электронов в различных областях холодного фронта. Полученная степень анизотропии конвертировалась в степень поляризации тормозного излучения на основе релятивистской теории излучения.

Для надтепловых энергий тормозного излучения электронов было продемонстрировано наличие в холодных фронтах слабой поляризации излучения на уровне порядка 0.1%. Хотя такая величина поляризации слишком мала для измерений следующим поколением рентгеновских поляриметров, данный эффект потенциально может дать информацию о процессах физики плазмы, протекающих на очень малых масштабах. Отсутствие эффекта на предсказанном уровне может позволить установить нижний предел на столкновительность электронов в скоплениях галактик. С другой стороны, малая величина эффекта не препятствует использованию скоплений в качестве калибровочных объектов для нового поколения поляриметров.