

Магнитная турбулентность как источник сверхвысокоэнергетических космических лучей



Дата публикации: 08.01.2025

Космические лучи сверхвысокой энергии — одно из самых загадочных явлений Вселенной. Эти частицы, рождающиеся в экстремальных **астрофизических** условиях, таких как окрестности черных дыр и нейтронных звезд, обладают энергией, в миллионы раз превышающей ту, что доступна на Земле. Например, их энергия в 10 миллионов раз выше, чем у частиц, ускоряемых в Большом адронном **коллайдере**, самом мощном коллайдере частиц на Земле. До недавнего времени ученые считали, что основной механизм их ускорения связан с ударными волнами, вызванными взрывами звезд или другими масштабными астрофизическими катастрофами. Однако новое исследование, опубликованное в The Astrophysical Journal Letters, предлагает иную картину.

Роль магнитной турбулентности в ускорении

частиц

Исследователи из Колумбийской астрофизической лаборатории установили, что истинным источником огромной энергии космических лучей является магнитная турбулентность — хаотическое переплетение **магнитных** полей в экстремальных условиях. Эти запутанные магнитные поля способны ускорять частицы с невероятной скоростью, что позволяет достигать энергий до 10^{20} электрон-вольт. Для сравнения, частицы, испускаемые нашим Солнцем, достигают лишь 10^{10} электрон-вольт, что на десять порядков ниже. Разница в энергиях между **солнечными** частицами и космическими лучами сверхвысокой энергии настолько велика, что сравнима с разницей между весом зерна риса и 500-тонным самолетом Airbus A380.

Ключевые выводы исследования:

- Магнитная турбулентность играет ведущую роль в ускорении частиц.
- Ударные волны, которые ранее считались основным источником энергии, менее эффективны в объяснении наблюдаемых данных.
- Запутанные магнитные поля в таких экстремальных условиях, как окрестности черных дыр и нейтронных звезд, создают идеальные условия для ускорения частиц.

Магнитная турбулентность действует как своеобразный "ускоритель", где частицы хаотично сталкиваются с запутанными линиями магнитного поля, каждое столкновение увеличивает их энергию до предела, пока они не достигают своего "энергетического обрыва".

Почему это открытие важно: Понимание механизма, лежащего в основе ускорения частиц, помогает ученым не только изучить экстремальные условия во Вселенной, но и приблизиться к разгадке других астрофизических явлений. Например, аналогичные процессы могут происходить в солнечной короне, где магнитные поля Солнца также оказывают значительное влияние на энергетику частиц.

Данные исследования показывают, что несмотря на огромные различия в масштабах и **энергиях**, между сверхвысокоэнергетическими космическими лучами и солнечными частицами существует общая черта: сложная структура и динамика **магнитных** полей.

Перспективы для дальнейших исследований:

- Изучение турбулентности магнитных полей в лабораторных условиях.
- Разработка методов прогнозирования активности космических лучей и их воздействия на Землю.
- Моделирование поведения частиц в экстремальных астрофизических условиях

для уточнения параметров процессов, связанных с магнитной турбулентностью.

Таким образом, новое исследование не только раскрывает природу космических лучей, но и открывает перспективы для изучения магнитных явлений на всех уровнях. От солнечных вспышек до процессов в галактических ядрах — магнитная турбулентность оказывается ключом к пониманию самых энергичных явлений во Вселенной.

Ссылка: «Космические лучи сверхвысокой энергии, ускоренные магнитно-доминируемой турбулентностью» DOI: [10.3847/2041-8213/ad955f](https://doi.org/10.3847/2041-8213/ad955f).