

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

1. Поляризованный вырожденный ферми-газ

G.B. Partridge и его коллеги из США и Нидерландов изучили свойства облака поляризованного вырожденного газа атомов-фермионов ^6Li в магнитооптической ловушке. Степень поляризации (относительный избыток числа атомов с одним из двух направлений спина) регулировалась с помощью микроволнового излучения. Исследовалась форма и фазовое состояние подсистем облака с различной степенью поляризации при разных температурах. Методом резонанса Фешбаха часть атомов переводилась в спаренное состояние. Пары атомов — бозоны образовывали неполяризованное ядро бозе-эйнштейновского конденсата в центре частично поляризованного газового гало. Гало имело форму очень вытянутого сфероида — в соответствии с геометрией потенциала магнитооптической ловушки. При достаточно низкой температуре граница между ядром становилась резкой, а само ядро имело близкую к сферической форму, что объяснялось действием сил поверхностного натяжения на границе ядра. При более высокой температуре между ядром и гало возникал переходный слой из частично поляризованного газа, а ядро было существенно деформировано. Результаты эксперимента подтверждают существование тройной точки на фазовой диаграмме, в которой переход из сверхтекучего в нормальное состояние превращается при понижении температуры из фазового перехода второго рода в переход первого рода.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **97** 190407 (2006); prl.aps.org

2. "Очищение запутанности" квантовых состояний

В последние годы ведутся активные исследования запутанных (entangled) квантовых состояний (см. *УФН* **171** 625 (2001)). Проблемой экспериментов является декогеренция — разрушение квантовой корреляции системы под влиянием возмущений. С.Н. Bennett и его коллеги в 1996 г. предложили алгоритм "очищения запутанности" (entanglement purification), позволяющий проверять наличие корреляции и затем отбирать коррелированные пары частиц. Основой алгоритма является создание копий квантового состояния — дополнительных пар частиц, коррелированных с исходной парой, и сравнение (по классическим каналам передачи информации) их квантового состояния с состоянием первой пары. До последнего времени реализовать этот алгоритм удавалось лишь в опытах с фотонами, но с очень малой эффективностью и только деструктивным образом, когда запутанное состояние разрушается в процессе измерения. R. Reichle и его коллеги разработали новую методику и выполнили в Национальном институте стандартов и технологий (Боулдер, США) эксперимент с запутанными по направлению спинов парами ионов $^9\text{Be}^+$. Сначала два иона в ионной ловушке с помощью лазерных импульсов переводились в запутанное состояние. Затем создавалось запутанное состояние каждого иона первой пары с ионами второй пары. Измерение квантовой корреляции ионов одной из пар позволяло судить об успешности процесса "запутывания" ионов второй пары и тем самым отбрасывать неудачные случаи. В эксперименте достигнуто "очищение запутанности" до уровня 35 %, причем запутанное состояние второй пары ионов не разрушалось и могло быть использовано в дальнейших исследованиях. Принципиально возможно повторение этого алгоритма несколько раз с повышением уровня достоверности "запутывания".

Источник: *Nature* **443** 838 (2006); www.nature.com

3. Сверхпроводимость кремния, допированного бором

Сверхпроводимость у кремния ранее наблюдалась лишь при очень большом давлении — порядка 10 ГПа в гексагональной фазе. E. Bustarret и его коллеги из Франции и Словакии впервые обнаружили сверхпроводимость кремния, допированного бором, в кубической фазе при атмосферном давлении. Применялся метод диффузионного лазерного допирования: атомы бора проникали в тонкую

пленку кремния в процессе ее многократного плавления и отверждения. Таким путем удалось создать пленки кремния с очень большим содержанием атомов бора — в количестве нескольких процентов. Температура сверхпроводящего перехода составила 0,35 К, а критическое магнитное поле, разрушающее сверхпроводимость, равно 0,4 Тл. Сверхпроводящий переход был выявлен путем измерения электрического сопротивления и магнитной восприимчивости. Допированный кремний оказался сверхпроводником второго рода. Согласно теоретическим расчетам, подтверждаемым рамановской спектроскопией, сверхпроводимость пленок имеет фоновый механизм.

Источник: *Nature* **444** 465 (2006); www.nature.com

4. Гамма-источник в центре Галактики

В 2004 г. в центре нашей Галактики был обнаружен источник гамма-излучения (в диапазоне порядка ТэВ), природа которого до сих пор неизвестна. Высказывались предположения, что излучает оболочка взорвавшейся сверхновой или вещество вблизи центральной сверхмассивной черной дыры, либо происходит аннигиляция частиц темной материи в центре Галактики. Аннигиляция будет выглядеть как почти точечный гамма-источник в том случае, если плотность темной материи нарастает к центру Галактики, как это предсказывается теоретическими моделями (см., например, *УФН* **165** 723 (1995)), и подтверждается численным моделированием образования галактик. Новые наблюдения выполнены с помощью телескопа H.E.S.S., состоящего из четырех черенковских детекторов. Фиксировались ливни частиц в атмосфере, вызываемые фотонами высоких энергий. Согласно наблюдениям, источник имеет угловой размер менее $1,2'$ и приблизительно степенной энергетический спектр без признаков завала со стороны высоких энергий. Такой спектр не может быть объяснен аннигиляцией нейтрально с учетом существующих в настоящее время ограничений на параметры этих частиц. В модели с нейтрально спектр должен обрезаться на масштабе энергии, соответствующей массе частиц. Таким образом, вклад аннигиляции нейтрально в составе гамма-излучения источника не превышает примерно 10 %, а основной поток излучения должен иметь иное происхождение. Кроме того, наблюдения H.E.S.S. не выявили в излучении источника какой-либо переменности или спектральных линий.

Источник: <http://arxiv.org/abs/astro-ph/0610509>

5. Темная энергия на красных смещениях $z \approx 1$

Достаточно надежно установлено (см. *УФН* **174** 764 (2004)), что в настоящий момент около 70 % общей плотности Вселенной составляет темная энергия. Для выяснения природы темной энергии важно знать, как именно ее плотность изменялась со временем. С помощью космического телескопа Хаббла выполнены новые поиски далеких сверхновых типа Ia (термоядерные взрывы звезд — белых карликов), которые служат "стандартными свечами" для определения космологических расстояний и скорости космологического расширения. В дополнение к двум ранее обнаруженным сверхновым на красных смещениях $z > 1$ телескоп Хаббла зафиксировал еще 21 сверхновую, которые взорвались 8–10 млрд. лет назад. По результатам их наблюдений сделан вывод, что уже тогда темная энергия давала заметный вклад в общую космологическую плотность, и Вселенная постепенно переходила от замедляющегося расширения к ускоренному. К сожалению, наблюдения пока не позволили точно определить уравнение состояния темной энергии, в частности, наряду с космологической постоянной остаются допустимы и модели квинт-эссенции.

Источник: <http://arxiv.org/abs/astro-ph/0611572>

Подготовил Ю.Н. Ерошенко