

1. Барийная асимметрия

Объяснение барийной асимметрии Вселенной (преобладание числа частиц над числом античастиц) является одной из главных проблем в физике высоких энергий. Асимметрия присутствует в Стандартной модели элементарных частиц через нарушение CP-инвариантности (наличие комплексной фазы матрицы Кабиббо–Кобаяши–Маскавы). Нарушение CP-инвариантности наблюдалось экспериментально в распадах K- и B-мезонов, где был отмечен более медленный распад частиц, по сравнению с античастицами. Однако Стандартная модель дает лишь малый уровень асимметрии, которого недостаточно для объяснения доминирования во Вселенной вещества. Поэтому актуальным является поиск новых эффектов за пределами Стандартной модели. Один из таких эффектов, возможно, обнаружен международным коллективом исследователей на ускорителе KEK (Япония). В столкновениях электронов и позитронов рождались B-мезоны, распады которых на K-мезоны и пионы изучались с помощью детектора Belle. Эксперимент проводился в течение шести лет, и было изучено 535 млн распадов B-мезонов. Установлено, что нейтральные B-мезоны распадаются быстрее, чем их античастицы, а для заряженных B-мезонов ситуация обратная — античастицы распадаются быстрее. Это явление не укладывается в Стандартную модель, согласно которой асимметрия в распадах заряженных и нейтральных B-мезонов должна быть одинакова. По одной из гипотез, на промежуточных стадиях распадов B-мезонов рождаются неизвестные короткоживущие частицы, ответственные за дополнительное нарушение CP-инвариантности. Пока неясно, может ли обнаруженный эффект объяснить всю наблюдаемую барийную асимметрию Вселенной. Дальнейшее уточнение результата ожидается с вводом в действие Большого адронного коллайдера (LHC) в ЦЕРНе.

Источник: *Nature* 452 332 (2008);

<http://dx.doi.org/10.1038/nature06827>

2. Новый тип сверхпроводников

Н. Носано (Токийский технологический институт) и его коллеги впервые обнаружили высокотемпературную сверхпроводимость в веществе на основе железа. Кристаллический материал LaOFeAs , допированный ионами фтора, состоит из плоских слоев лантана и кислорода между слоями атомов железа и мышьяка. Температура сверхпроводящего перехода составляет $T_c = 26$ К. Предварительные исследования показали, что сверхпроводимость LaOFeAs не описывается, по-видимому, БКШ-теорией (спариванием электронов посредством фононов), а близка по свойствам к сверхпроводимости высокотемпературных сверхпроводников-купратов. Интересной особенностью является то, что хотя магнитное поле обычно разрушает сверхпроводимость, в LaOFeAs магнитные свойства атомов железа препятствием не являются. Теоретические расчеты методом функционала плотности показали, что в случае фононного спаривания критическая температура T_c в LaOFeAs не превышала бы примерно 1 К. Также установлено, что принципиальную роль в сверхпроводимости LaOFeAs играет допирование. Предполагается, что теория спиновых флуктуаций, которая неудовлетворительно описывает сверхпроводимость купратов, может быть вполне применима в случае соединения на основе железа — LaOFeAs .

Источники: *J. Am. Chem. Soc.* 130 3296 (2008);

<http://dx.doi.org/10.1021/ja800073m>

<http://physicsworld.com/cws/article/news/33461>

3. Оптоэлектронные свойства кремния

До последнего времени оставался неясным механизм, за счет которого кристаллы кремния нанометрового масштаба излучают люминесцентный свет. Подобное излучение впервые было обнаружено в пористых образцах кремния. В отличие от микроскопических кристаллов, большие кристаллы кремния излучают свет неэффективно, поскольку электронные зоны кремния устроены так, что прямые переходы электронов с излучением фотонов затруднены. Выдвигались две гипотезы: в микроскопических кристаллах электронные зоны искажены дефектами, что облегчает электронные переходы, либо действует эффект квантового удержания (масштаб волновой функции электронов сравним с размером кристалла), который также деформирует электронные зоны. Группой исследователей из Ланкастерского университета (Великобритания) выполнен эксперимент, который позволил прояснить относительную роль этих двух механизмов. Микроскопические кристаллы кремния помещались в магнитное поле величиной 50 Тл с характерным масштабом 1–3 нм. Такое поле действует преимущественно на электронные состояния, связанные с квантовым захватом, и почти не затрагивает электроны в дефектах. Исследовались кристаллы, в которых, как было известно, присутствует множество дефектов. Оказалось, что при включении магнитного поля характер люминесценции кристаллов не изменился. Это свидетельствует о том, что люминесценция вызывается преимущественно дефектами. Длина волны света менялась под влиянием магнитного поля в том случае, когда дефекты были предварительно удалены путем нагрева кристаллов в водороде. Таким образом установлено, что за люминесценцию ответственны оба эффекта (дефекты и квантовый захват), но дефекты играют более существенную роль. Данное исследование может помочь в создании новых фотоэлектронных устройств на основе кремния. В настоящее время кремний для этих целей почти не применяется, более эффективным является использование других полупроводников, например арсенида галлия.

Источник: *Nature Nanotechnology* 3 174 (2008);

<http://dx.doi.org/10.1038/nnano.2008.7>

4. Мощный гамма-всплеск

Самый мощный из наблюдавшихся гамма-всплесков, получивший номер GRB 080319B, зафиксирован телескопом BAT космической обсерватории Swift. Всплеск произошел на красном смещении $z = 0,937$, что соответствует расстоянию примерно 7,5 млрд световых лет от Земли. Оптическое излучение всплеска GRB 080319B достигло 5,6 звездной величины — и это первый известный случай, когда источник гамма-всплеска можно было наблюдать невооруженным глазом. Через 122 с после регистрации гамма-излучения начались наблюдения послесвечения всплеска от ИК- до ближнего УФ-, а также в X-диапазоне. Послесвечение возникло за счет взаимодействия ударной волны и гамма-излучения с газом, окружающим источник всплеска. Послесвечения гамма-всплесков наблюдаются с помощью телескопов, которые оперативно наводятся на источник по сигналу от гамма-обсерватории. Вероятным механизмом гамма-всплеска GRB 080319B является взрыв массивной сверхновой звезды с быстрым вращением. Энергия всплеска стала рекордной даже в предположении изотропного излучения, но большая наблюдаемая яркость может объясняться еще и тем, что излучение коллимировано в малый угол вдоль оси вращения, и струя случайным образом оказалась направлена точно на Землю.

Источник: <http://arxiv.org/abs/0803.3215>