

Реферат на тему

Антивещество

Аннотация

Статья посвящена исследованию антивещества, что оно представляет в общем. В статье говорится об истории получения, а также о методах его получения. Особое внимание уделяется вопросам получения такого вещества и устройствам удерживания на более длительные сроки. В заключении рассматриваются вопросы, связанные с получением более дешёвых, качественных и безопасных средств, без которых использование таких видов энергии пока ещё недостаточно надёжно.

Частицы и античастицы всегда рождаются парами. Во Вселенной должно существовать антивещество равное по массе колоссальной массе вещества метагалактики. Отсутствие антивещества в видимой Вселенной - нашей метагалактике является одной из основных проблем астрофизики: проблемой барионной асимметрии. **АНТИВЕЩЕСТВО**, вещество, состоящее из атомов, ядра которых имеют отрицательный электрический заряд и окружены позитронами - электронами с положительным электрическим зарядом. В обычном веществе, из которого построен окружающий нас мир, положительно заряженные ядра окружены отрицательно заряженными электронами. Обычное вещество, чтобы отличать его от антивещества, иногда называют койновеществом (от греч. *койнос* - обычный). Однако в русской литературе этот термин практически не употребляется. Следует подчеркнуть, что термин «антивещество» не совсем правилен, поскольку антивещество - тоже вещество, его разновидность. Антивещество обладает такими же инерционными свойствами и создает такое же гравитационное притяжение, как и обычное вещество.

При столкновении электрона и позитрона происходит их аннигиляция, т.е. обе частицы исчезают, а из точки их столкновения испускаются два гамма-кванта. Если сталкивающиеся частицы движутся с небольшой скоростью, то энергия каждого гамма-кванта составляет 0,51 МэВ. Эта энергия есть «энергия покоя» электрона, или его масса покоя, выраженная в единицах энергии. Если же сталкивающиеся частицы движутся с большой скоростью, то энергия гамма-квантов будет больше за счет их кинетической энергии. Аннигиляция происходит и при столкновении протона с антипротоном, но процесс в этом случае протекает гораздо сложнее. В качестве промежуточных продуктов взаимодействия рождается ряд короткоживущих частиц; однако спустя несколько микросекунд как окончательные продукты превращений остаются нейтрино, гамма-кванты и небольшое число электрон-позитронных пар. Эти пары в конечном итоге могут аннигилировать, создавая дополнительные гамма-кванты. Аннигиляция происходит и при столкновении антинейтрона с нейтроном или протоном. Коль скоро существуют античастицы, возникает вопрос, не могут ли из античастиц образовываться антиядра. Ядра атомов обычного вещества состоят из протонов и нейтронов. Самым простым ядром является ядро изотопа обычного водорода ^1H ; оно представляет собой отдельный протон. Ядро дейтерия ^2H состоит из одного протона и одного нейтрона; оно называется дейтроном. Еще один пример простого ядра - ядро ^3He , состоящее из двух протонов и одного нейтрона. Антидейтрон, состоящий из антипротона и антинейтрона, был получен в лаборатории в 1966; ядро анти- ^3He , состоящее из двух антипротонов и одного антинейтрона, было впервые получено в 1970. Согласно современной физике элементарных частиц, при наличии соответствующих технических средств можно было бы получить антиядра всех обычных ядер. Если эти антиядра окружены надлежащим числом позитронов, то они образуют антиатомы. Антиатомы обладали бы почти в точности такими же свойствами, как и обычные атомы; они образовали бы молекулы, из них могли бы формироваться твердые тела, жидкости и газы, в том числе и органические вещества. Например, два антипротона и одно ядро антикислорода вместе с восемью позитронами могли бы образовать молекулу антиводы, сходную с обычной водой H_2O , каждая молекула которой состоит из двух протонов ядер водорода, одного ядра кислорода и восьми электронов. Современная теория элементарных частиц в состоянии предсказать, что антивода будет замерзать при 0°C , кипеть при 100°C и в остальном вести себя

подобно обычной во де. Продолжая такие рассуждения, можно прийти к выводу, что построенный из антивещества антимир был бы чрезвычайно сходен с окружающим нас обычным миром. Этот вывод служит отправной точкой теорий симметричной Вселенной, основанных на предположении, что во Вселенной равное количество обычного вещества и антивещества.

Антиэлектроны (позитроны) были предсказаны П. Дираком и вслед за этим экспериментально обнаружены в “ливнях” П. Андерсоном, даже не зная тогда о предсказании Дирака. Это открытие было отмечено Нобелевской премией по физике 1936 г. Антипротон был открыт в 1955 г. на “Беватроне” в Беркли, что также было удостоено Нобелевской премии. В 1960 там же обнаружили антинейтрон. С введением в действие Серпуховского ускорителя и нашим физикам кое в чем удалось выйти вперед - в 1969 году там были открыты ядра антигелия. Но **атомы антивещества** получить не удавалось. Да если быть откровенным, то и античастиц за все время существования ускорителей получили ничтожное количество - всех антипротонов, синтезированных в ЦЕРНе за год, хватит на работу одной электрической лампочки в течение нескольких секунд. Первое сообщение о синтезе девяти атомов **антивещества** - антиводорода в рамках проекта «АТРАР» (ЦЕРН) появилось в 1995 году. Просуществовав примерно 40 нс, эти единичные атомы погибли, выделив положенное количество излучения (что и было зарегистрировано). Цели были ясны и оправдывали усилия, задачи определены, и в 1997 году, вблизи Женевы, благодаря международной финансовой помощи, ЦЕРН начал строительство десселератора (не будем его переводить неблагозвучным эквивалентом “тормозитель”), который позволил замедлить («охладить») антипротоны еще в десять миллионов раз по сравнению с установкой 1995 года. Это устройство, названное «Антипротонный замедлитель» (AD) вступило в строй в феврале 2002 года. Установка - после выхода антипротонов из замедляющего кольца - состоит из четырех основных частей: ловушки для захвата антипротонов, накопителя позитронов, ловушки-смесителя и детектора антиводорода. Поток антипротонов вначале тормозится с помощью микроволнового излучения, затем охлаждается в результате теплообмена с потоком низкоэнергетических электронов, после чего попадает в ловушку - смеситель, где находится при температуре 15 К. Позитронный накопитель последовательно замедляет, захватывает и накапливает позитроны от радиоактивного источника; около половины из которых попадает в ловушку-смеситель, где они дополнительно охлаждаются синхротронным излучением. Все это необходимо для значительного повышения вероятности образования атомов антиводорода. В номере Nature (Nature 2002, vol.419, p.439, ibid p.456) вышедшем 3 октября 2002 года, участники эксперимента «ATHENA» заявили, что им удалось получить 50 000 атомов антивещества - антиводорода. Наличие атомов антивещества фиксировали в момент их аннигиляции, свидетельством которой считали пересечение в одной точке следов двух жестких квантов, образовавшихся при электрон-позитронной аннигиляции, и следов пионов, получившихся при аннигиляции антипротона и протона. Был получен первый “портрет” антивещества (фото в начале) - синтезированное из таких точек компьютерное изображение. Поскольку аннигилировали только те атомы, которые “выскользнули” из ловушки (а таких, достоверно пересчитанных, оказалось всего 130), заявленные 50 000 атомов антиводорода лишь создают невидимый фон “портрета”. Проблема в том, что аннигиляция антиводорода регистрировалась на общем, более сильном фоне аннигиляций позитронов и антипротонов. Это, естественно, вызвало здоровый скепсис коллег из смежного

конкурирующего проекта «АТРАР». Они, в свою очередь, синтезировав антиводород на той же установке, смогли с помощью сложных магнитных ловушек зарегистрировать атомы антиводорода без какого-либо фонового сигнала. Образовавшиеся в эксперименте атомы антиводорода становились электрически нейтральными и в отличие от позитронов и антипротонов могли свободно покидать ту область, где удерживались заряженные частицы. Вот там, без фона, их и регистрировали.

И это уже успех. Теперь полученного количества антиводорода вполне может хватить для изучения его свойств. Для атомов антиводорода, например, предполагается измерение частоты электронного перехода $1s-2s$ (из основного состояния в первое возбужденное) методами лазерной спектроскопии высокого разрешения. (Частота этого перехода в водороде известна с точностью до $1.8 \cdot 10^{-14}$ - не зря же водородный лазер считается стандартом частоты.) Согласно теории, они должны быть таким же, как и у обычного водорода. Если же, например спектр поглощения, окажется другим, то придется вносить коррективы в фундаментальные основы современной физики. Но интерес к антивеществу - антиматерии отнюдь не чисто теоретический. Двигатель на антивеществе может работать, например следующим образом. Сначала создают два облака из нескольких триллионов антипротонов, которые от соприкосновения с материей удерживает электромагнитная ловушка. Потом между ними вводят частичку топлива весом в 42 нанограмма. Она представляет собой капсулу из урана-238, в которую заключена смесь дейтерия и гелия-3 или дейтерия и трития. Антипротоны моментально аннигилируют с ядрами урана и вызывают их распад на фрагменты. Эти фрагменты, вместе с образовавшимися гамма-квантами, так сильно разогревают внутренность капсулы, что там начинается термоядерная реакция. Ее продукты, обладающие огромной энергией, еще сильнее разгоняются магнитным полем и улетают через сопло двигателя, обеспечивая космическому кораблю неслыханную тягу.

Получение такого количества антивещества является первым шагом к разгадке одного из парадоксов нашего мира, передает ИТАР-ТАСС. Согласно общепринятым теориям, в момент образования Вселенной создавалось одинаковое количество вещества и антивещества. По физическим законам они должны были немедленно войти в соприкосновение и уничтожить друг друга с выделением огромной энергии. Однако этого не случилось, и сейчас ученые пытаются понять, куда делось антивещество и какие потенциальные опасности оно несет для нашей Вселенной.

Использованная литература :

- <http://www.krugosvet.ru/articles/22/1002269/1002269a1.htm>
- <http://www.ufolog.nm.ru/anti.htm>
- <http://www.rubricon.com/qe.asp?qtype=7&id=0&srubr=1235>