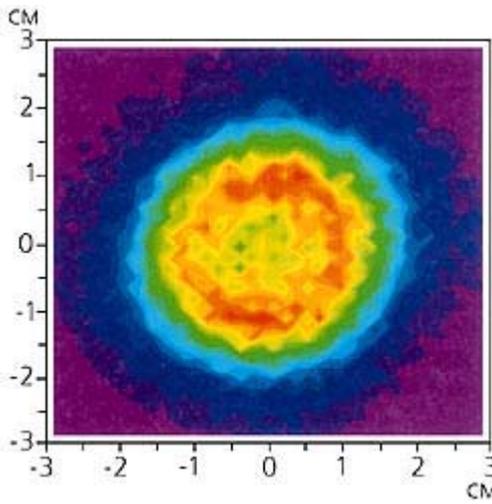


Антивещество.



Как долететь до Марса за месяц? Для этого нужно придать космическому кораблю хороший импульс. Увы, лучшее имеющееся в распоряжении человека топливо - ядерное дает удельный импульс в 3000 секунд, и полет растягивается на долгие месяцы. А нет ли под рукой чего-то более энергичного? Теоретически есть: **термоядерный синтез**; он обеспечивает импульс в сотни тысяч секунд, а **использование антивещества** позволит получить импульс в миллионы секунд.

Ядра антивещества построены из антинуклонов а внешняя оболочка состоит из позитронов.

Вследствие инвариантности сильного взаимодействия относительно зарядового сопряжения (С-инвариантности) антиядра обладают массой и энергетическим спектром такими же, как у ядер, состоящих из соответствующих нуклонов, причем **атомы антивещества и вещества** должны иметь идентичную структуру и химические свойства, с одним единственным НО, **столкновение объекта, состоящего из вещества, с объектом из антивещества приводит к аннигиляции входящих в их состав частиц и античастиц.**

Аннигиляция медленных электронов и позитронов ведет к образованию гамма-квантов, а аннигиляция медленных нуклонов и антинуклонов - к образованию нескольких пи-мезонов. В результате последующих распадов мезонов образуется жесткое гамма-излучение с энергией гамма-квантов более 70 МэВ.

Антиэлектроны (позитроны) были предсказаны П. Дираком и вслед за этим экспериментально обнаружены в “ливнях” П. Андерсоном, даже не знавшем 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 ничтожные количества - всех антипротонов, синтезированных в ЦЕРНе за год, хватит на работу одной электрической лампочки в течение нескольких секунд.

Первое сообщение о синтезе девять 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 деселератора (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.

На «Антипротонном замедлителе» и началась жесткая конкуренция двух групп ученых, участников экспериментов «ATHENA» (39 ученых из разных стран мира) и «ATRAP».

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 «ATRAP». 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.

По оценкам, **в ловушке образовалось примерно 170 000 атомов антиводорода**, о чём исследователи и рассказали в статье опубликованной в «Physical Review Letters».

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 мазер 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.

Что же касается полета к Марсу за один месяц, то для него американские физики рекомендуют использовать другую технологию - ядерное деление, катализируемое антипротонами. Тогда на весь полет потребуется 140 нанограммов антипротонов, не считая радиоактивного топлива.

Источник : «Химия и жизнь», 2002, № 10, «Химия и жизнь», 2003, № 1 www.hij.ru
http://perst.isssp.kiae.ru/Inform/perst/2002/2_19/index.htm

<http://www.ufo.obninsk.ru/anti.htm>