

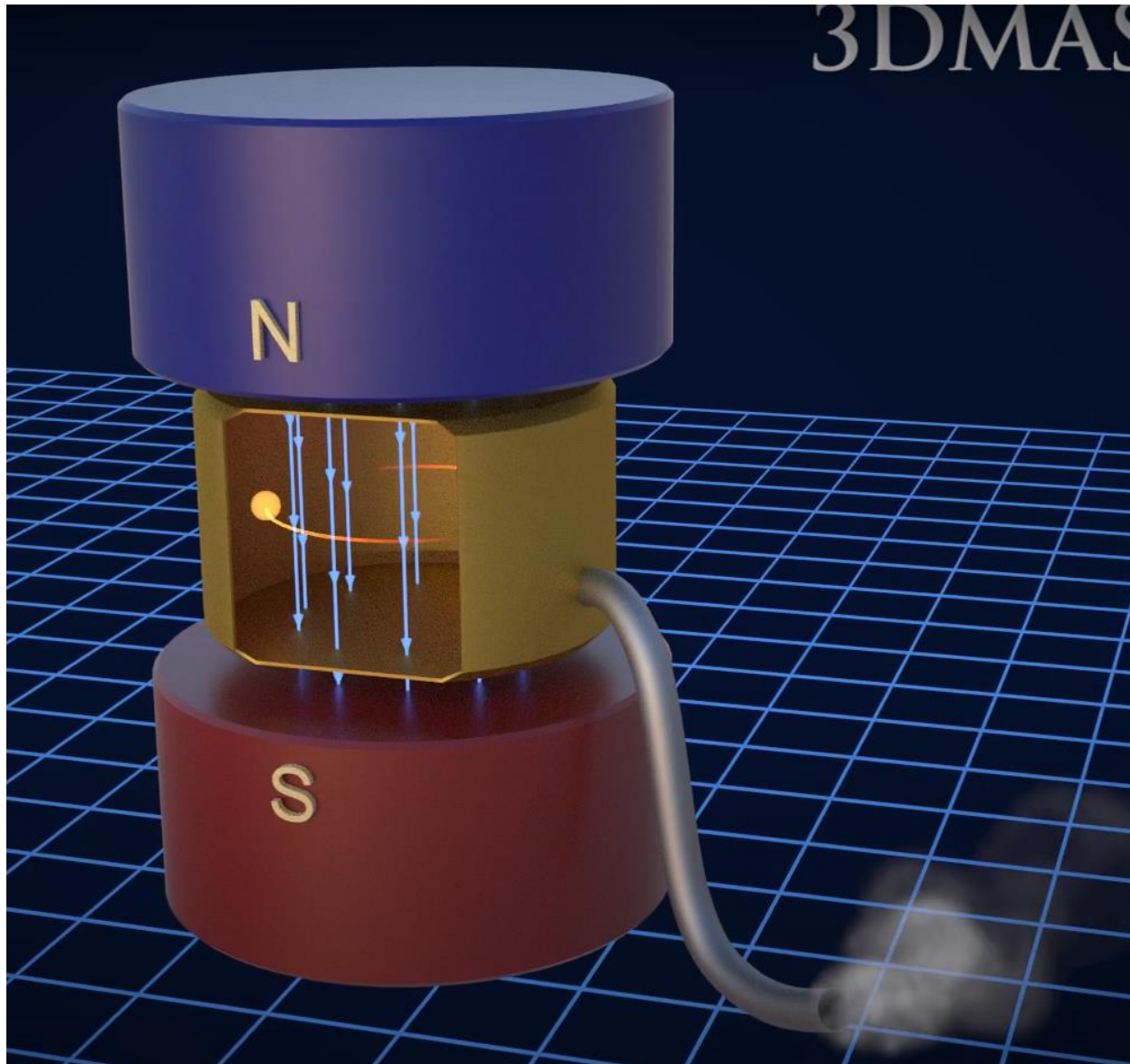
Вариант 3. Выполнил Костыгов Андрей, группа М3203.

№1

Как работает циклотрон и масс-спектрометр?

Циклотрон

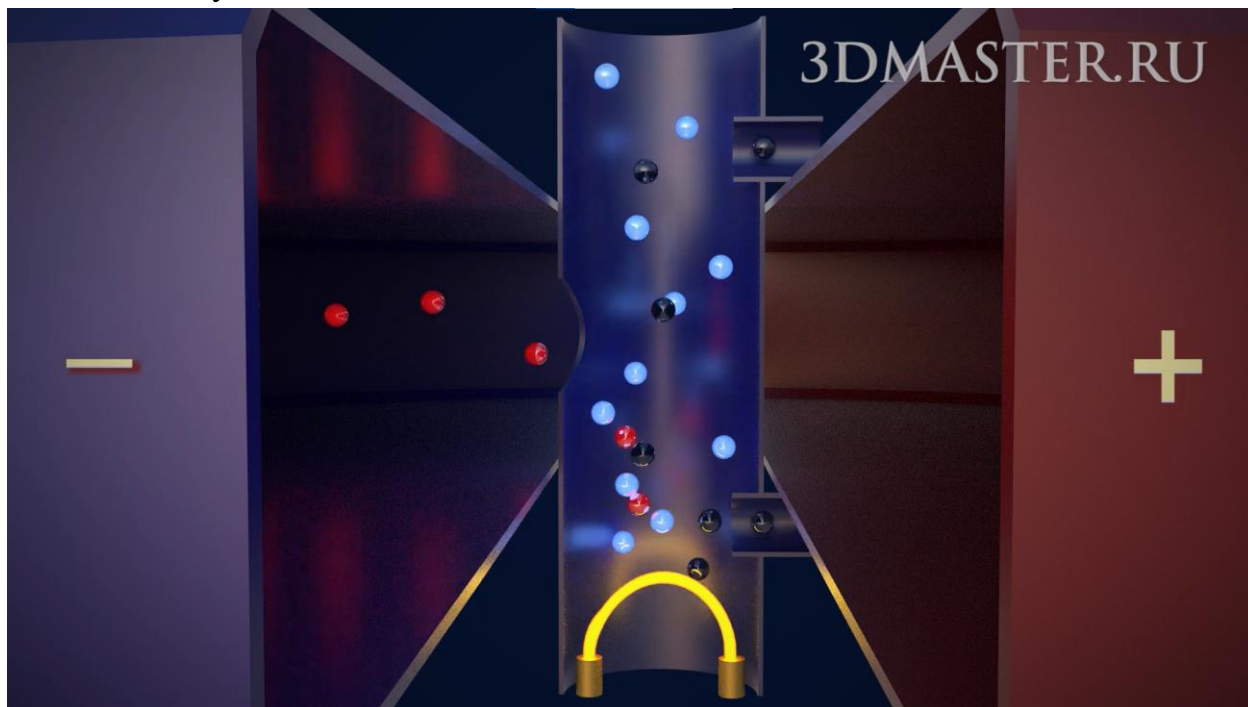
Представляет собой «ваккумную камеру» между полюсами электромагнита:



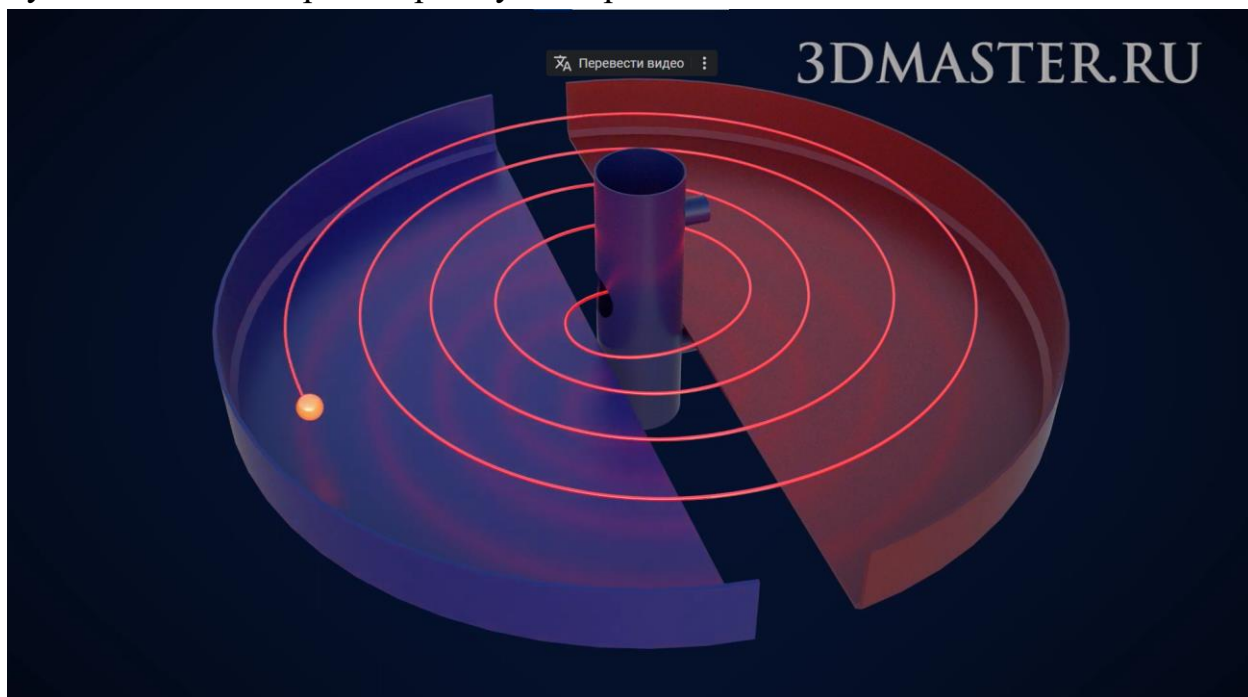
В камере циклотрона для ускорения ионов установлены 2 медные коробки с промежутком между ними – дуанты.

В источнике ионов снизу (смотри картинку) находится катод, при пропускании тока через него, разогревается, и, вследствие термоэлектронной эмиссии испускает электроны, которые под действием разности потенциалов ускоряются. В трубку под небольшим давлением поступает газ. Из-за электронов атомы газа ионизируются и выходят из трубки под действием электрического поля дуантов, а неионизированные

остатки газа удаляются.

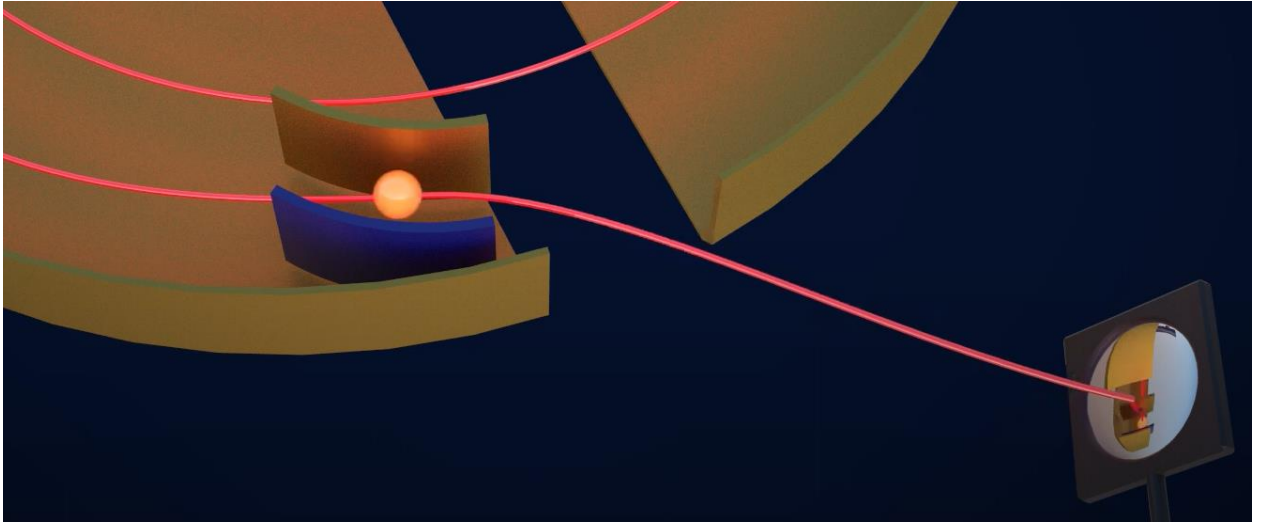


Электрическое поле между дуантами сообщает ионам энергию. Далее ионы раскручиваются по спирали, так как потенциалы дуантов меняются, когда ионы находятся в полости между ними. Ионы ускоряются. Так происходит, пока радиус окружности, по которой движется ион, не достигнет радиуса дуантов. Ион набирает огромную энергию.

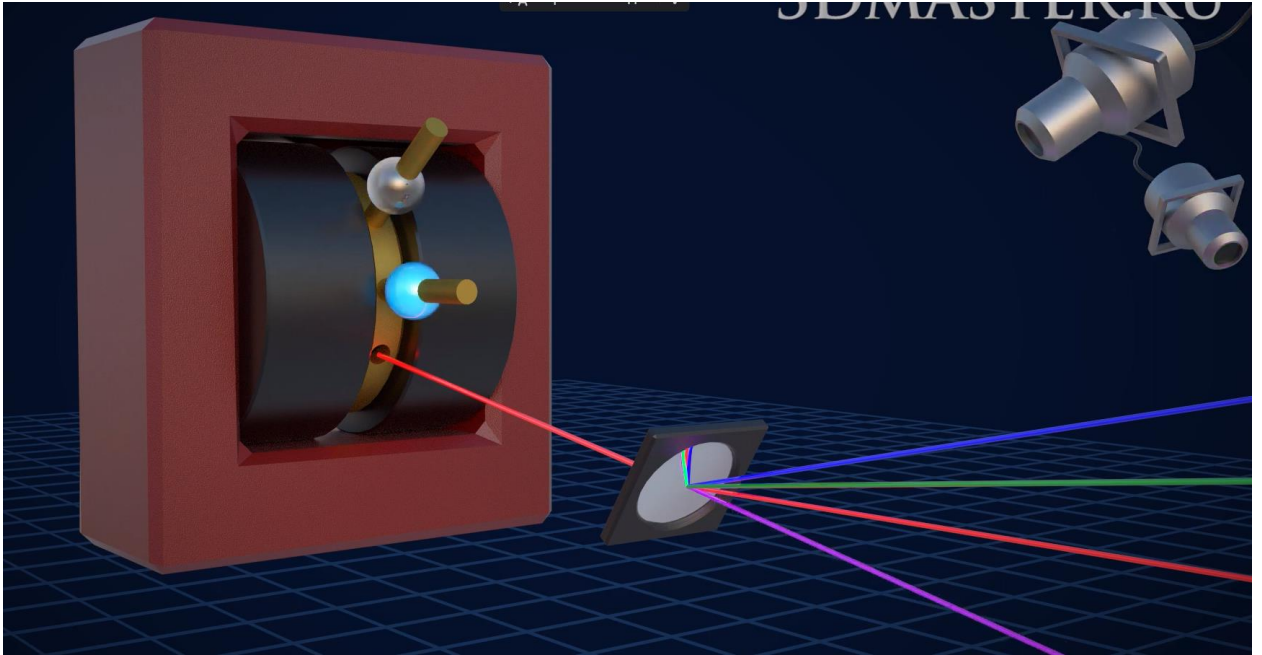


Далее, для вывода иона из камеры циклотрона, используется электростатический дефлектор. Он состоит из двух пластин, одна из которых (синяя на рисунке) находится под отрицательным потенциалом (электростатическое поле меняет траекторию иона). После вылета из камеры

ион движется прямолинейно.



Рядом с циклотроном находится камера, на которой ионы бомбардируют мишень. Стреляя по подходящим мишеням, можно производить новые радиоактивные атомы. Продукты реакции фиксируются детектором.



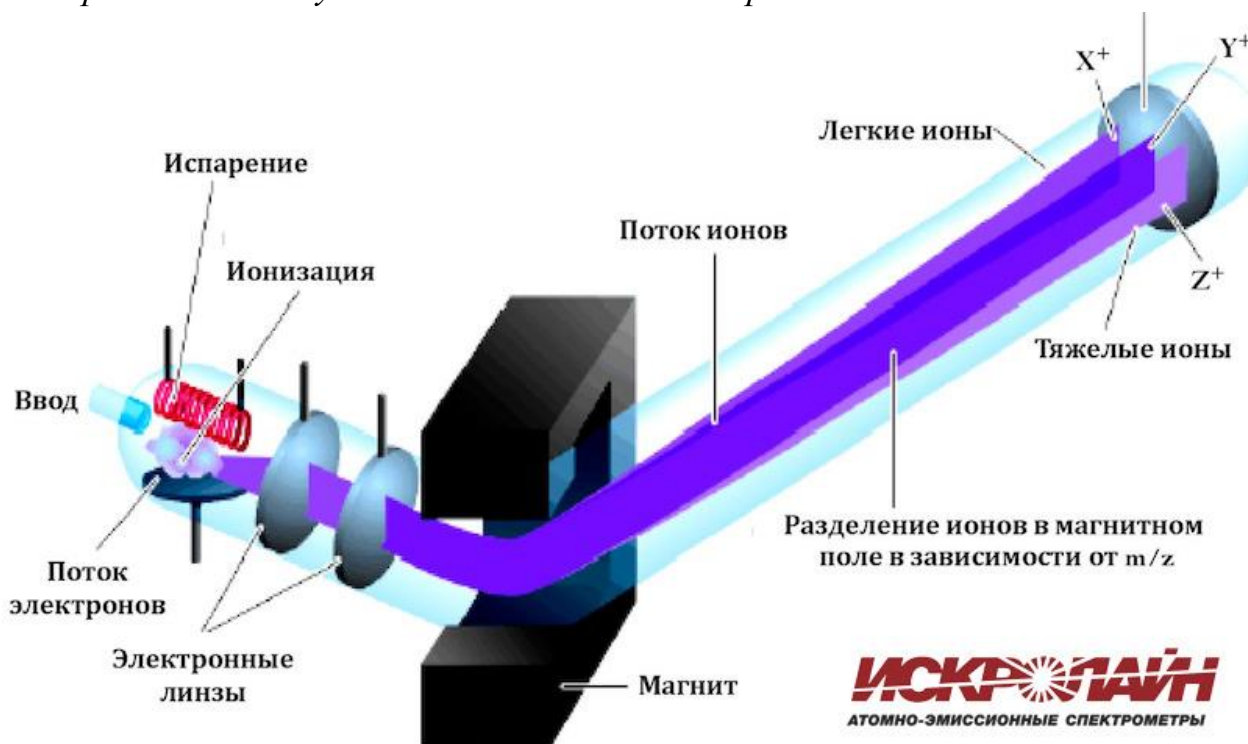
Масс-спектрометр

Прибор, с помощью которого можно определить поэлементный состав вещества.

Этапы:

1. Помещение образца в прибор. Испарение вещества.
2. Ионизация (например, засчет электронного удара).
3. Акселерация: накопление ионов.
4. Воздействие на ионы магнитным полем. Ионы с меньшим соотношением массы к заряду отклоняются (дефлексия). Также отклоняются и тяжелые ионы. Это позволяет определить массу молекулы.

5. Детектирование
6. Обработка данных системой. *«В результате исследования строится график распределения заряженных частиц по массовым числам, который имеет визуальное сходство со спектральными линиями.»*



Источники:

1. [Циклотрон \(youtube.com\)](https://www.youtube.com/watch?v=...)
2. [Масс-спектрометрия. 2 часть. 10 класс. \(youtube.com\)](https://www.youtube.com/watch?v=...)
3. [Работа масс-спектрометры: принцип и схема спектрометра - «ИСКРОЛАЙН» \(iskroline.ru\)](http://iskroline.ru)

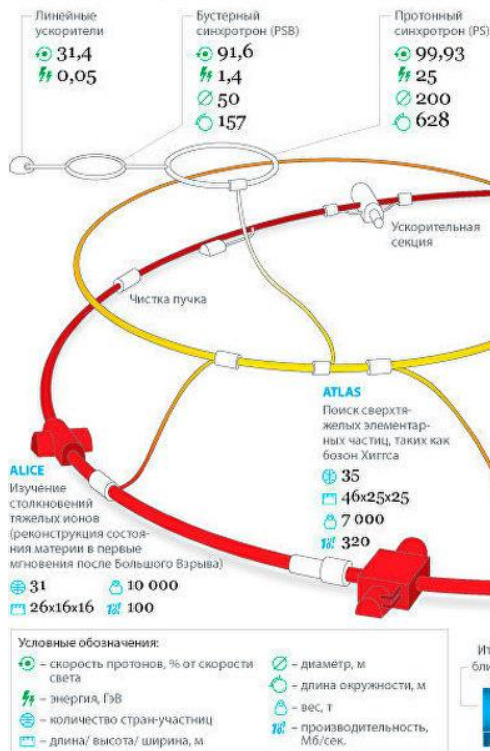
№2

Большой адронный коллайдер

БАК – самый большой и мощный в мире ускоритель заряженных частиц

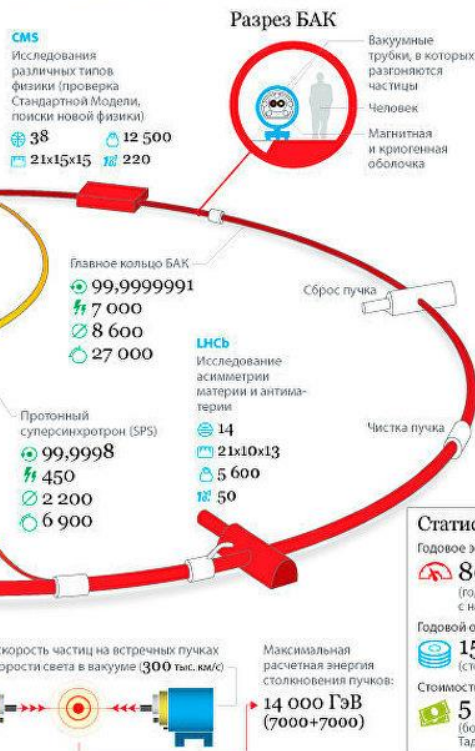
Система ускорителей

Циркулирующие в коллайдере пучки протонов способны совершать более 10 тысяч оборотов в секунду, сталкиваясь на каждом круге со встречными пучками



Основные экспериментальные зоны

Ожидается, что изучение продуктов соударения частиц в БАК даст ответы на важнейшие вопросы теоретической физики

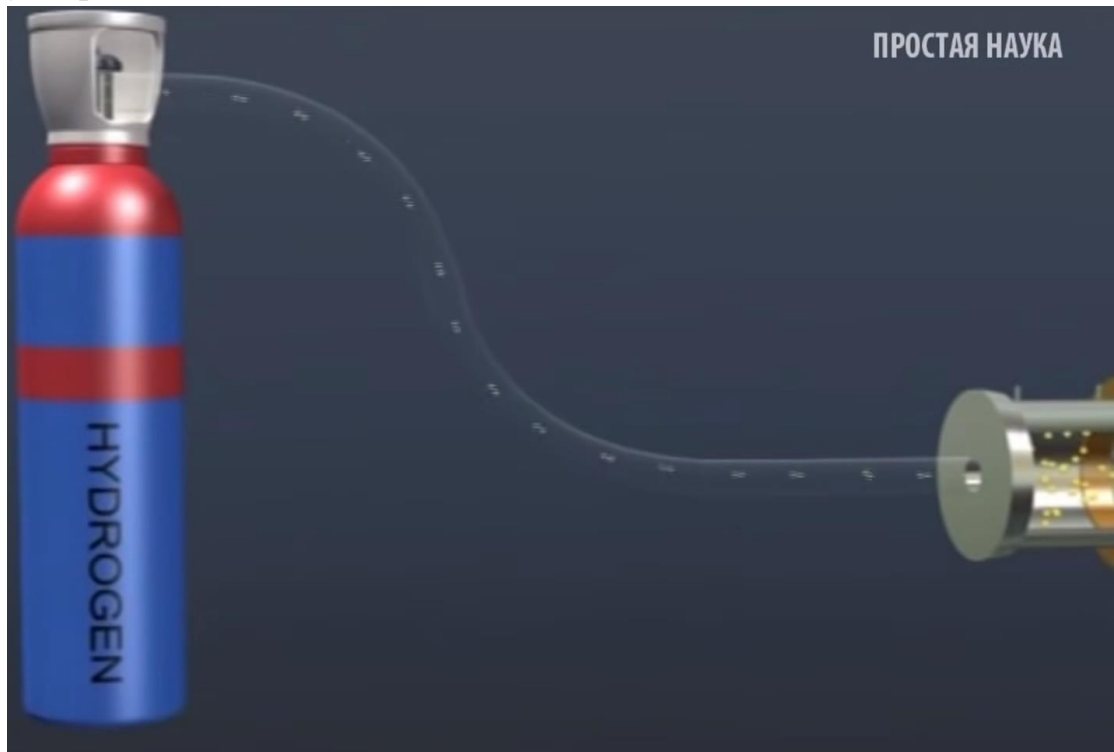


Общие характеристики

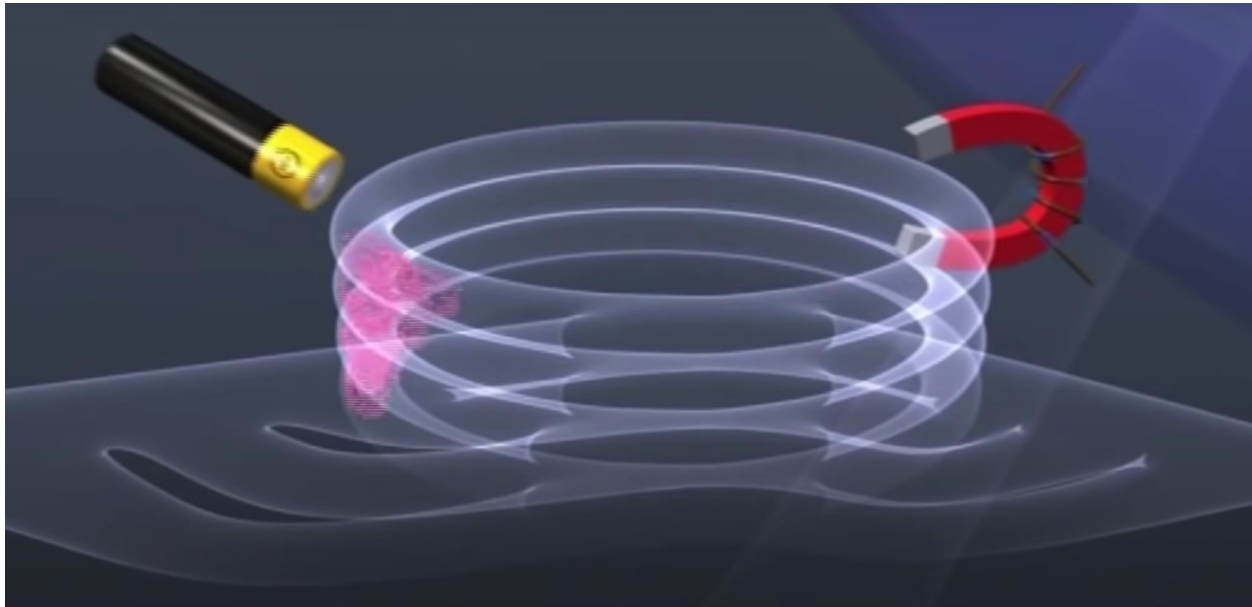


1. Сначала атомы водорода из баллона попадают в специальную линейную камеру специального ускорителя, где с помощью электрического поля от них отрываются электроны и остаются только ионы. Далее, посредством электрического поля, начинается их

ускорение.

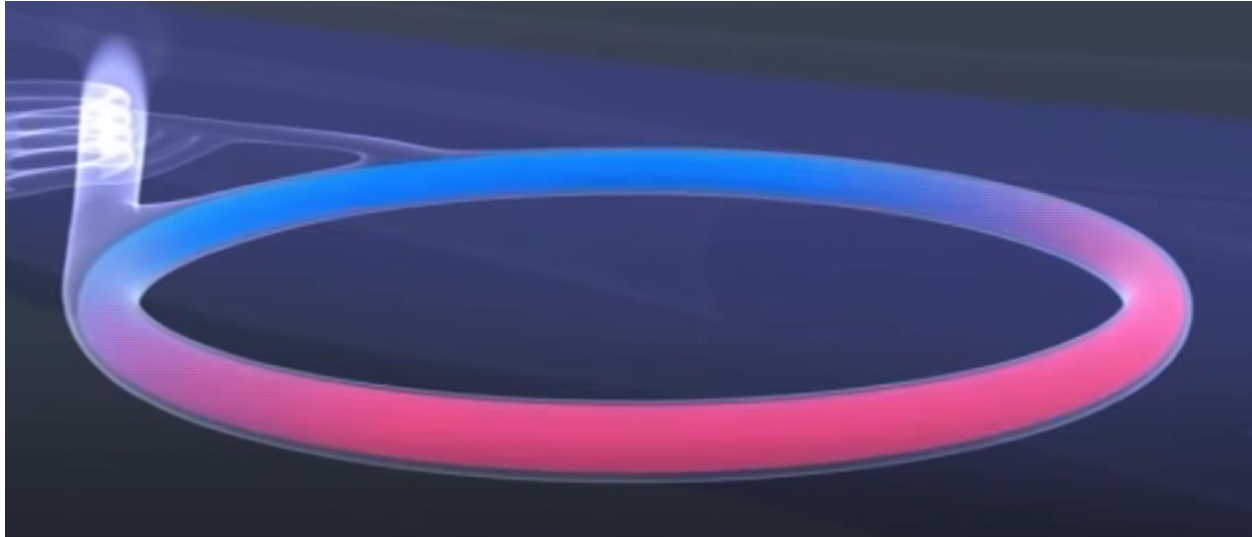


2. Затем частицы попадают в бустер, где пучок разделяют на 4 части и крутят каждый по своему кольцу бустера. Электромагниты устанавливают направление частиц по кругу, а электрическое поле пульсирует подобно тому, как родитель толкает дворовую карусель, когда ребенок достигает определенной точки. Протоны ускоряются до 91,6% скорости света.

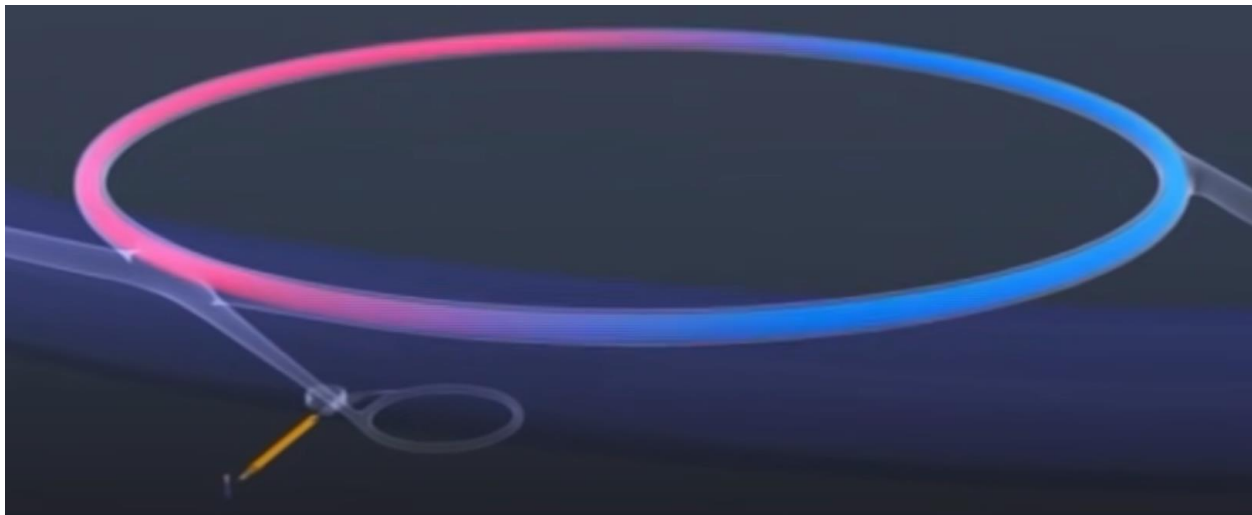


3. Потом собранные пучки в один попадают в протонный синхротрон, где также под действием электрического поля, частицы ускоряются до критической скорости, почти равной скорости света. Когда увеличить скорость уже не получается, начинает расти масса протонов. Протоны

становятся в 25 раз тяжелее, чем тогда, когда они находились в покое.

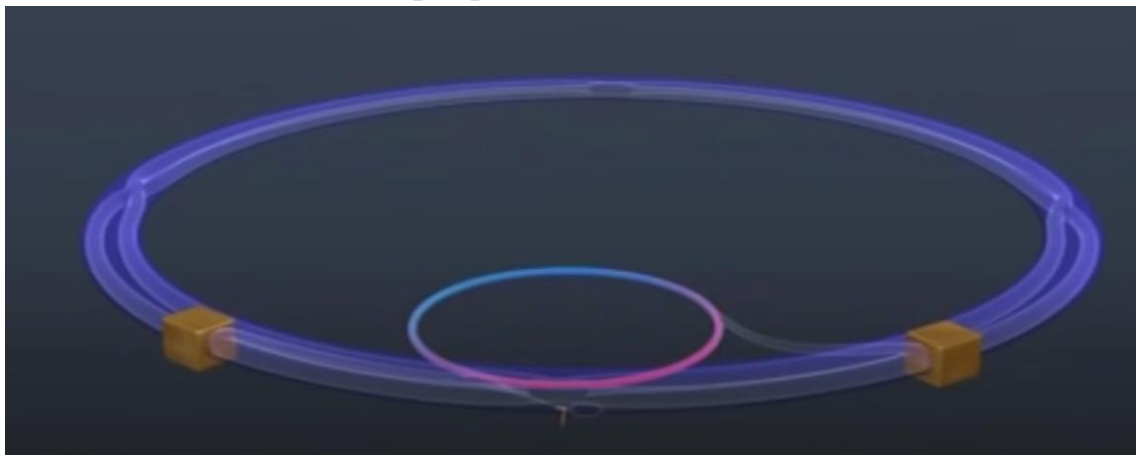


4. Пучок попадает в протонный суперсинхрофазатрон. Используется для увеличения энергии протонов до 450 ГэВ.

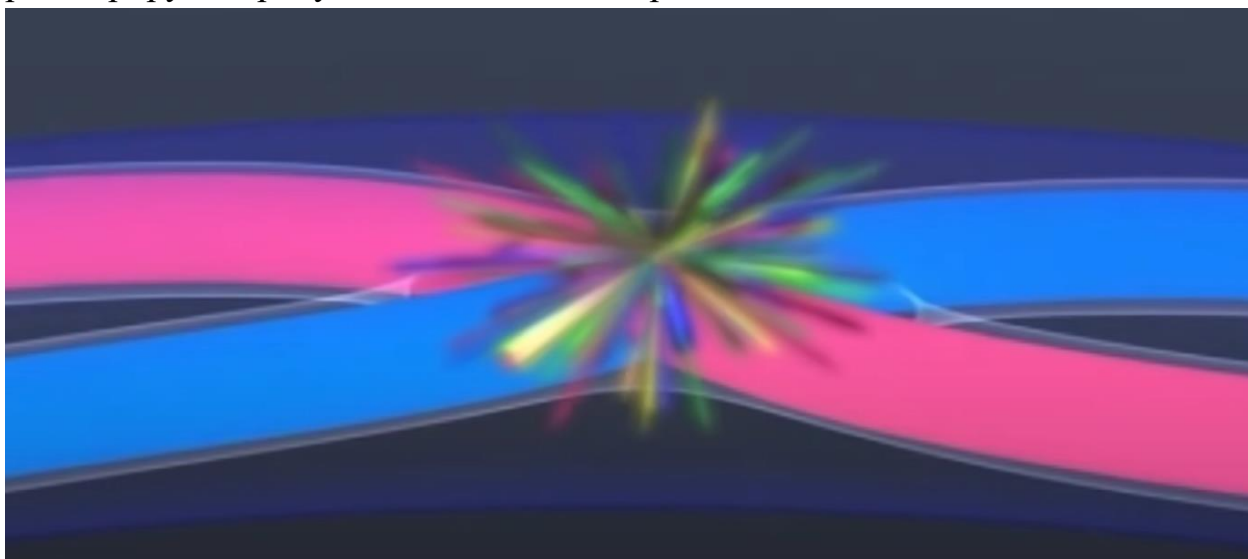


5. Протоны попадают в большой адронный коллайдер. Длина его окружности примерно 27 км. В этом огромном кольце, с помощью специальных устройств – кикером, они разделяются так, чтобы вращаться в противоположные стороны по окружности. Также действует электрическое поле, которое увеличивает массу протонов, в 7000 раз превышающую их массу в покое. Для создания сильного магнитного поля, БАК охлаждают до температуры ниже космической,

и магниты становятся сверхпроводящими.



6. Трубки пересекаются в 4 местах, где расположены детекторы, которые регистрируют продукты столкновения протонов.



7. Следы столкновения анализируются суперкомпьютерами. Таким образом, ученые пытаются воспроизвести состояние, подобное тому, что было при Большом взрыве. Это дает нам пролить свет на то, как Вселенная появилась, развивалась и что ждет ее в будущем.

Источники:

1. [Большой Адронный Коллайдер - как устроен и зачем он нужен \(youtube.com\)](https://www.youtube.com/watch?v=...)
2. [Принцип работы Большого адронного коллайдера - РИА Новости, 23.03.2011 \(ria.ru\)](https://ria.ru/...)

№3

Измерения:

В обычной среде 20-55 мкТл

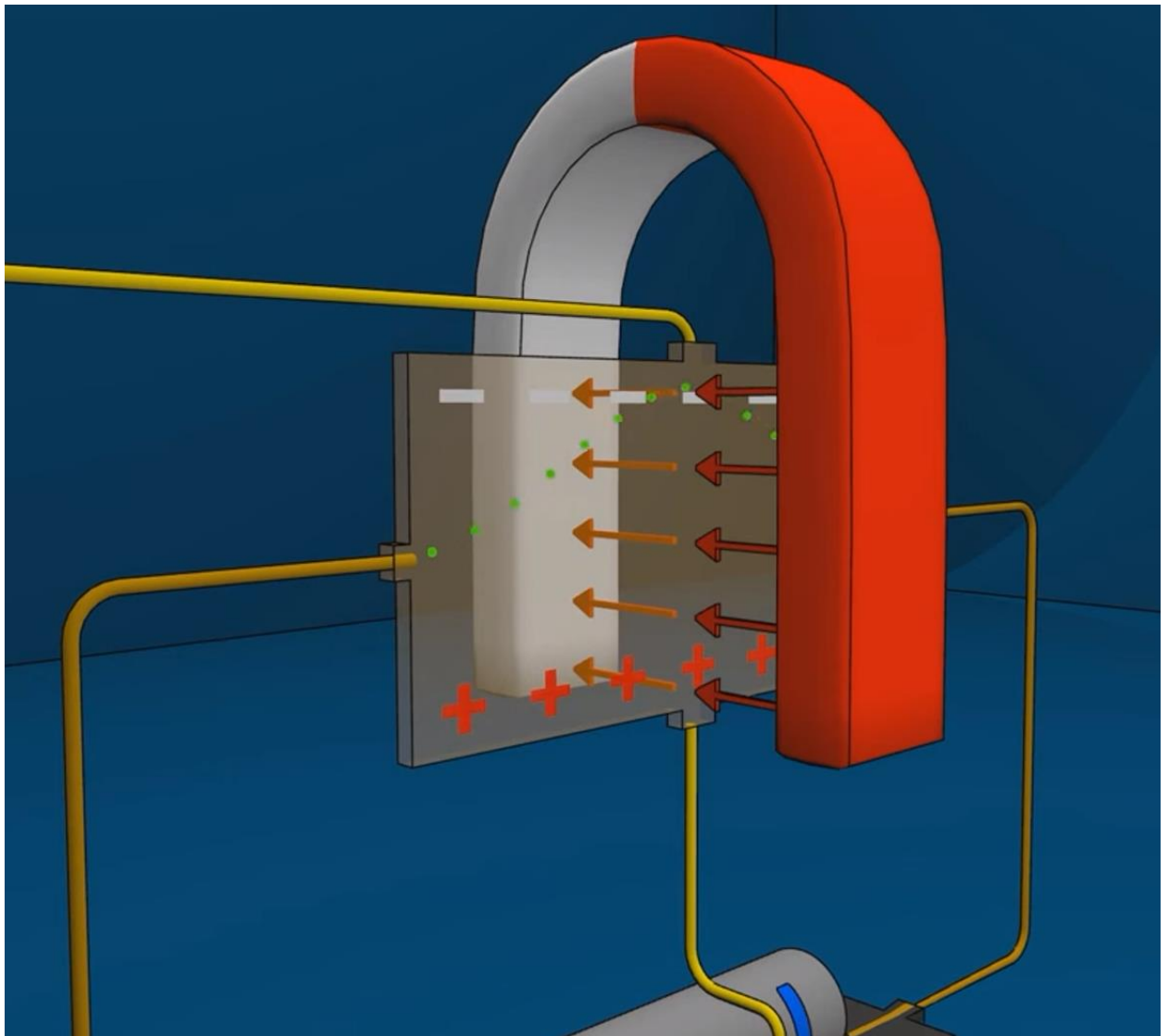
В вагоне метро при разгоне: 500-600 мкТл

У лампы: порядка 100 мкТл

У микроволновки получилось 50 мкТл

Другой телефон: 36-90 мкТл в зависимости от угла между телефонами
Ноутбук: 45-90 мкТл, также зависело от угла
Магнит холодильника:
Перпендикулярно экрану: 800-1000 мкТл
Параллельно: 50 мкТл

Различные показатели можно объяснить различием абсолютного значения вектора магнитной индукции, что обусловлено разной силой тока в приборах и их строением. Также угол между вектором магнитной индукции и прибором (пластиной), через которую шел ток, играл важную роль. При возникновении магнитного поля на частицы, движущиеся в проводнике, начинает действовать сила Лоренца, благодаря чему возникает избыток отрицательных зарядов в верхней части пластины и положительных в нижней, откуда и возникает разность потенциалов (Холловское напряжение) на вольтметре, подключенному к верхней и нижней частям пластины (смотрите рисунок):



А сила Лоренца зависит от синуса угла между вектором магнитной индукции и вектором скорости заряженной частицы. Этим можно объяснить различные значения, полученные при вращении тел относительно магнитометра (в основе работы которого лежит эффект Холла). Когда значение максимально, угол близок к прямому ($\sin \rightarrow 1$), когда минимально – угол мал ($\sin \rightarrow 0$).

Задача:

$$n = 10^{26} \text{ частиц/м}^3$$

$$I = 0,2 \text{ А}$$

$$B = 0,5 \text{ Т}$$

$$U_H = 50 \text{ мкВ}$$

d - ?

Решение:

$$\text{Коэффициент Холла } R_H = 1/(ne) = 6,25 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{Кл}$$

$$U_H = R_H \cdot B \cdot I / d$$

$$d = B \cdot I \cdot R_H / U_H = 0,5 \text{ Т} \cdot 0,2 \text{ А} \cdot 6,25 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{Кл} / (50 \cdot 10^{-6} \text{ В}) = 0,000125 \text{ м.}$$

Ответ: $d = 0,000125 \text{ м.}$

Источники:

1. [Эффект Холла \(Hall effect\) - YouTube](#)
2. [Hall effect - Wikipedia](#)