

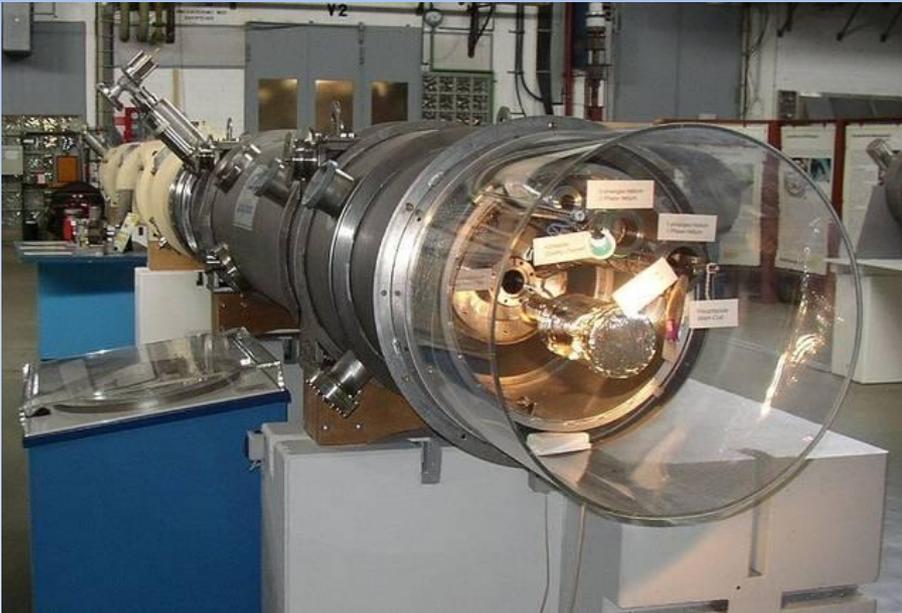
Бетатрон

Выполнила студентка группы Ф-34пр: Навныко
Кристина

Содержание:

- 1 *Определение*
- 2 *История*
- 3 *Принцип работы*
- 4 *Ограничения*

Определение:



Бетатрон — циклический, но не резонансный ускоритель электронов с фиксированной равновесной орбитой, ускорение в котором происходит с помощью вихревого электрического поля. Предельно достижимая энергия в бетатроне: ≤ 300 МэВ.

История:

Впервые бетатрон был разработан и создан Видероз в 1928 году, однако он не заработал. Первый надёжно функционирующий бетатрон был создан Д.В. Керстом лишь в 1940—1941 гг. в США, университет Иллинойса. Именно в бетатроне Керстом впервые были подробно изучены квазипериодические поперечные колебания, которые совершает частица вокруг равновесной орбиты, теперь называемые бетатронные колебания. Максимальная энергия, которую удалось достичь в бетатроне, не превышает 300 МэВ. С развитием технологии линейного ускорения бетатроны, которые раньше часто применяли для первичного ускорения интенсивного электронного пучка, были сильно потеснены линаками (линейными ускорителями), и в настоящее время используются редко.

Принцип работы:

Бетатрон состоит из электромагнита с кольцевым зазором, питаемым переменным током. В кольцевой зазор устанавливается ускорительная камера, внутри которой создан глубокий вакуум.

Инжектор впрыскивает электроны при напряжении $40\div 50$ кВ в момент, когда напряженность магнитного поля соответствует этому напряжению. Электроны захватываются магнитным полем и начинают двигаться по замкнутой равновесной орбите, находящейся внутри ускорительной камеры.

Если импульс тока подать в другие катушки, то ускоренные электроны, обойдя мишень, выйдут из бетатрона через специальное окно в ускорительной камере (бета-излучение). Сторона бетатрона, обращенная к больному, оборудуется свинцовой защитой, поглощающей неиспользуемое излучение. В защите имеется коллимируемое отверстие, размер которого соответствует заднему полю облучения.

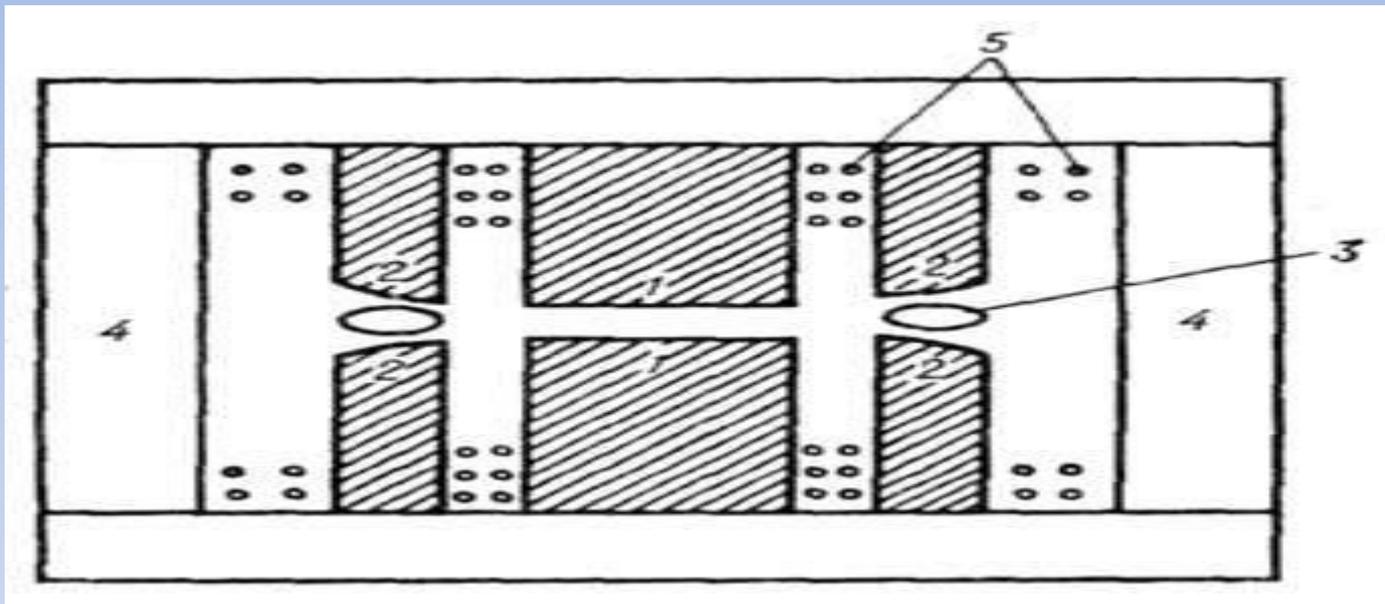


Рис. 1. Схематический разрез бетатрона:

1 - центральный сердечник; 2 - полюсные наконечники; 3 - сечение кольцевой вакуумной камеры; 4 - ярмо магнита; 5 - обмотки электромагнита

Ограничения:

Поскольку создаваемое сердечником поле ограничено по величине из-за насыщения железа, единственный способ повышать энергию — увеличивать площадь сечения сердечника, а значит и размер бетатрона и, соответственно, его массу. Так, 300-мэвный бетатрон в Иллинойсе весил более 300 тонн. Ещё более серьёзное ограничение связано с потерями энергии частиц на синхротронное излучение, которые становятся значительными уже начиная с энергии ~ 100 МэВ. В принципе, в бетатроне можно ускорять и протоны, так, приобретенная энергия будет равна произведению пройденной разности потенциалов на заряд, но из-за большой массы протона его скорость будет в сотни раз меньше. Так как прирост энергии частицы в бетатроне зависит только от количества оборотов (единицы кэВ на период), для разгона протона потребуется очень большое время. Кроме того, для удержания протонов на равновесной орбите ($\beta W = 300B(r,t)R$, где W [МэВ], B [Тл], R [м]) требуются более сильные магнитные поля. Поэтому бетатрон применяется для ускорения электронов.

Спасибо за
внимание!