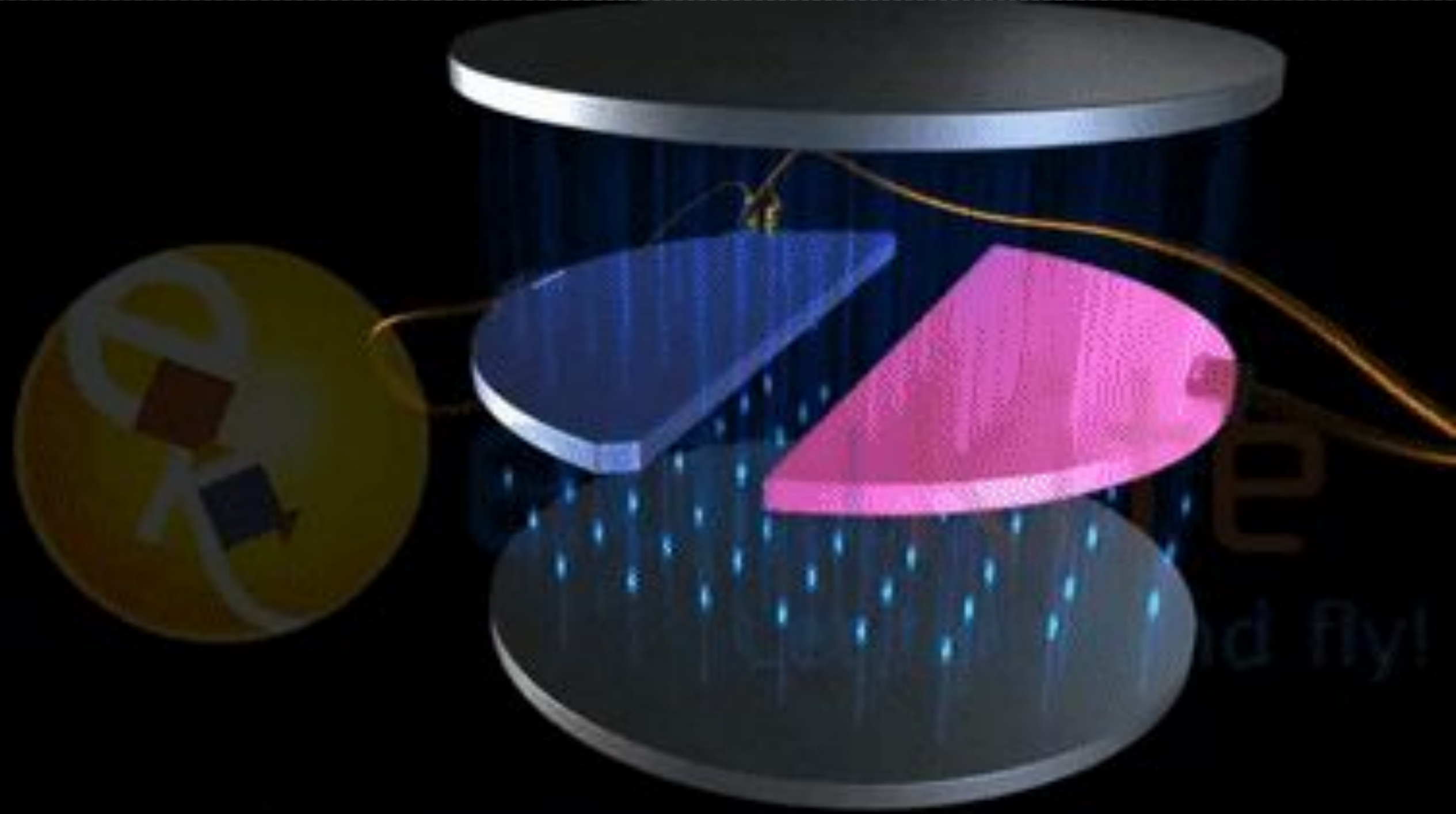




ЦИКЛОТРОН

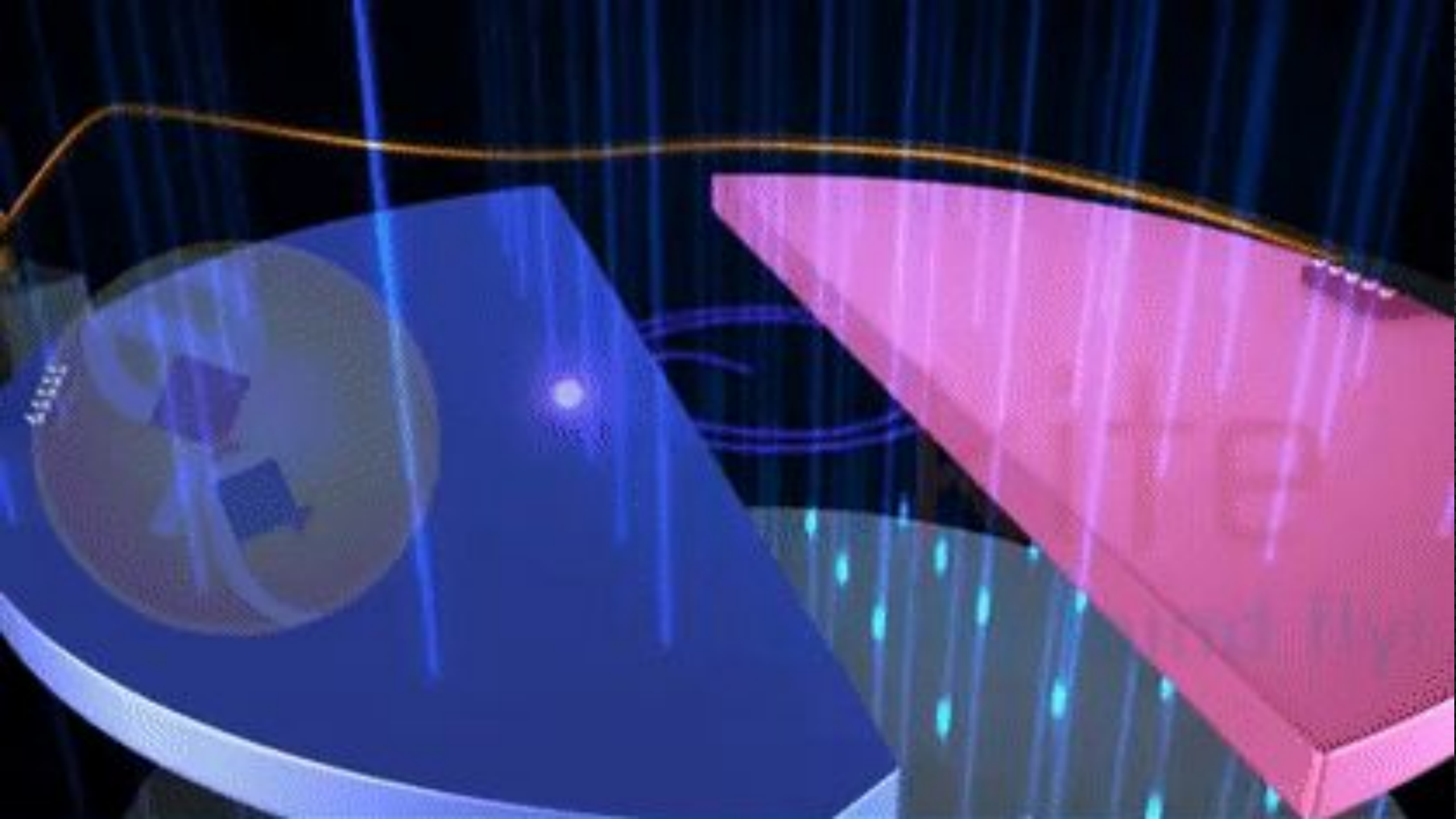
ОПРЕДЕЛЕНИЕ

- Циклотрон — резонансный циклический ускоритель нерелятивистских тяжёлых заряженных частиц (протонов, ионов), в котором частицы двигаются в постоянном и однородном магнитном поле, а для их ускорения используется высокочастотное электрическое поле неизменной частоты.



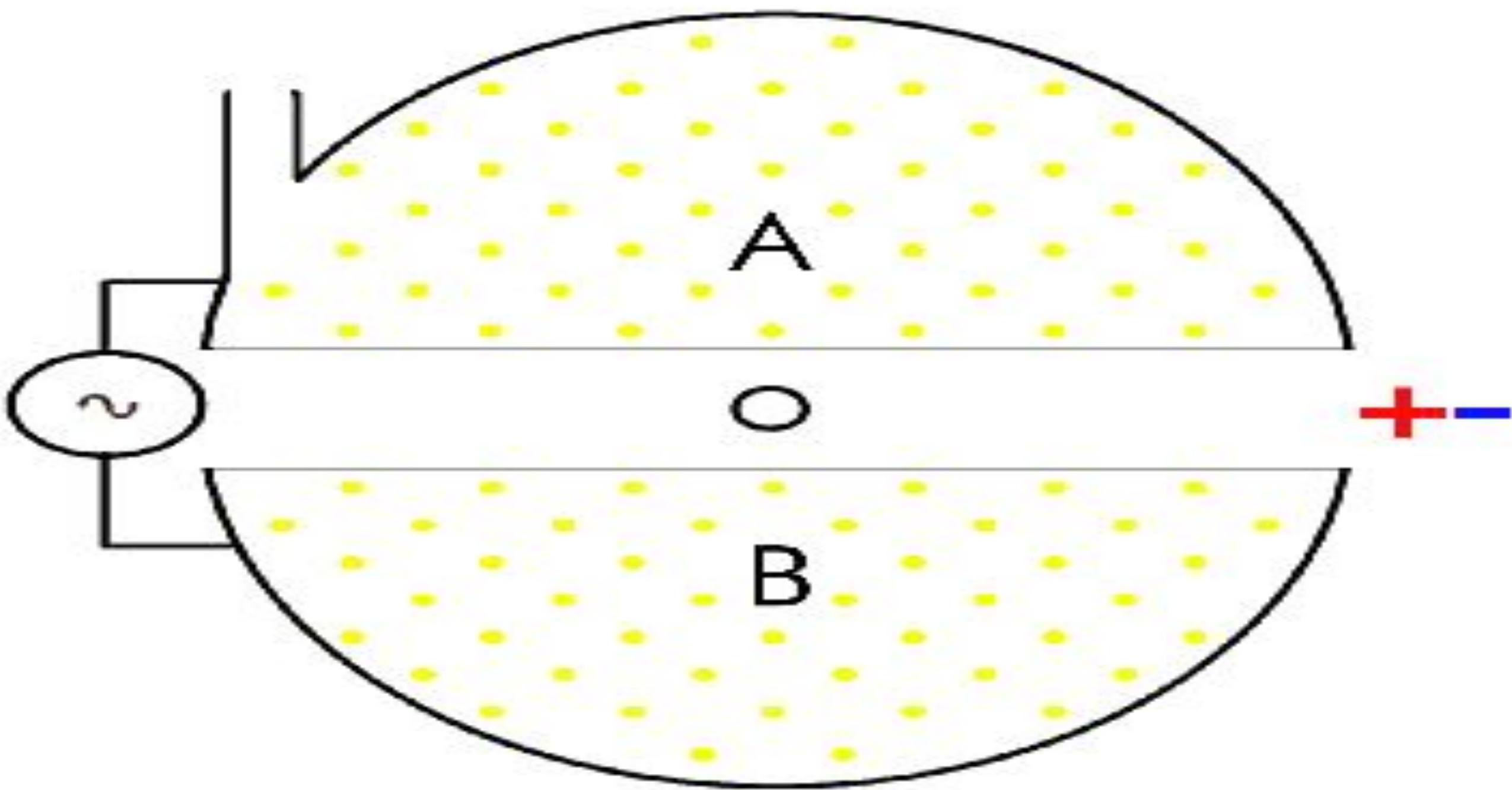
ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

- В циклотроне тяжёлые ускоряемые частицы инжeksiруются в камеру вблизи её центра. После этого они движутся внутри полости двух чуть раздвинутых полуцилиндров (дуантов), помещённых в вакуумную камеру между полюсами сильного электромагнита. Однородное магнитное поле этого электромагнита искривляет траекторию частиц. Ускорение движущихся частиц происходит в тот момент, когда они оказываются в зазоре между дуантами. В этом месте на них действует электрическое поле, создаваемое электрическим генератором высокой частоты, которая совпадает с частотой обращения частиц внутри циклотрона (циклотронной частотой).



ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

- При не слишком больших скоростях эта частота не зависит от энергии частиц, так что в зазор между дуантами частицы попадают всегда через один и тот же момент времени. Получая каждый раз при этом некоторое приращение скорости, они продолжают своё движение дальше по окружности всё большего радиуса, и траектория их движения образует плоскую раскручивающуюся спираль. На последнем витке этой спирали включается дополнительно отклоняющее поле, и пучок ускоренных частиц выводится наружу. Поскольку задающее орбиту пучка магнитное поле неизменно, и ускоряющее высокочастотное электрическое поле в процессе ускорения частиц также не меняет параметров, циклотрон может работать в непрерывном режиме: все витки спирали заполнены частицами пучка ионов.



ФОКУСИРОВКА ПУЧКА

- В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ ЧАСТИЦЫ АВТОМАТИЧЕСКИ ФОКУСИРУЮТСЯ В ОДНОРОДНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ. В ВЕРТИКАЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ ФОКУСИРОВКА ПРОИСХОДИТ ЗА СЧЁТ НЕОДНОРОДНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В УСКОРЯЮЩЕМ ЗАЗОРЕ. ДЕЙСТВИТЕЛЬНО, ЕСЛИ ЧАСТИЦА СМЕЩЕНА ПО ВЕРТИКАЛИ ИЗ МЕДИАННОЙ ПЛОСКОСТИ, ТО НА ВХОДЕ В УСКОРЯЮЩИЙ ЗАЗОР ОНА ИСПЫТАЕТ ТОЛЧОК В СТОРОНУ МЕДИАННОЙ ПЛОСКОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ КОМПОНЕНТОЙ КРАЕВОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ. НА ВЫХОДЕ ТОЛЧОК БУДЕТ ОБРАТНОГО ЗНАКА, НО МЕНЬШЕЙ СИЛЫ, ЗА СЧЁТ КОНЕЧНОГО СМЕЩЕНИЯ ЧАСТИЦЫ. НА ВНЕШНЕМ РАДИУСЕ ЦИКЛОТРОНА, ГДЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ СПАДАЕТ, ПРОИСХОДИТ ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ФОКУСИРОВКА ПО ОБЕИМ КООРДИНАТАМ ЗА СЧЁТ ЛИНЕЙНОГО ГРАДИЕНТА ПОЛЯ.

ПРИНЦИП РАБОТЫ ЦИКЛИЧЕСКОГО УСКОРИТЕЛЯ

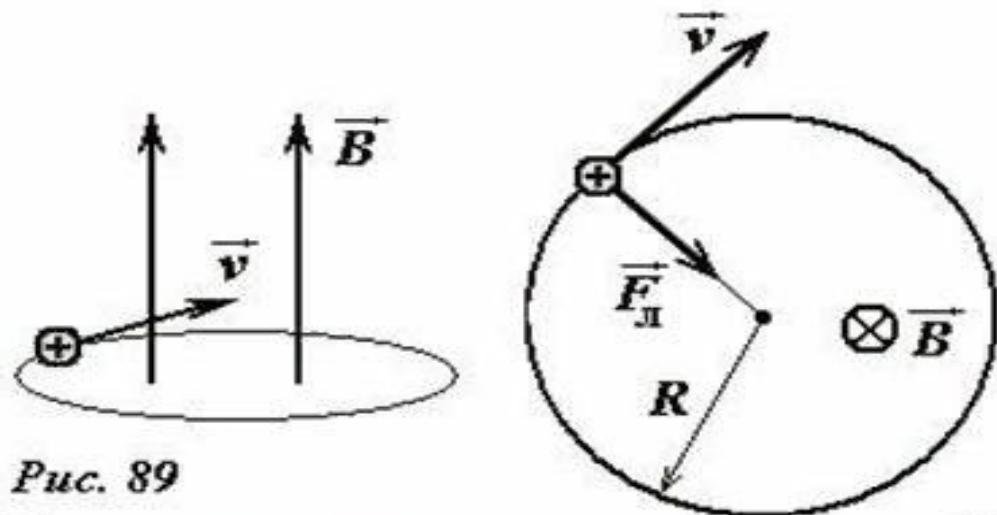
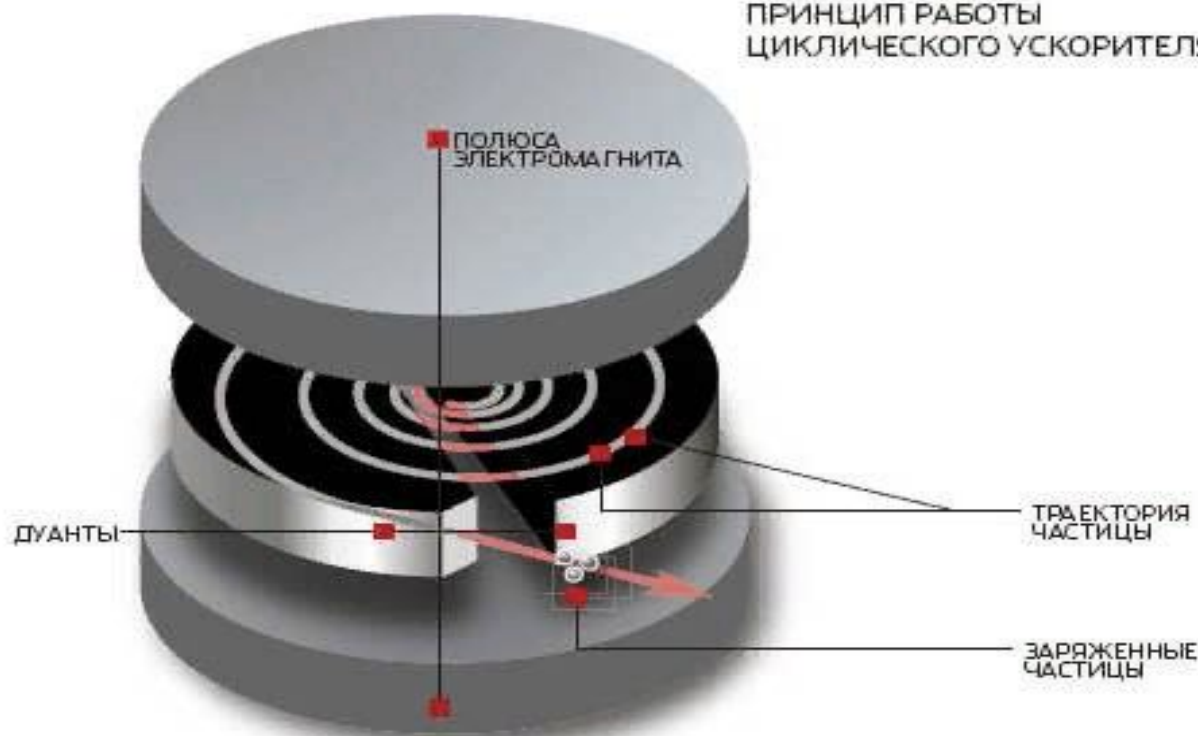
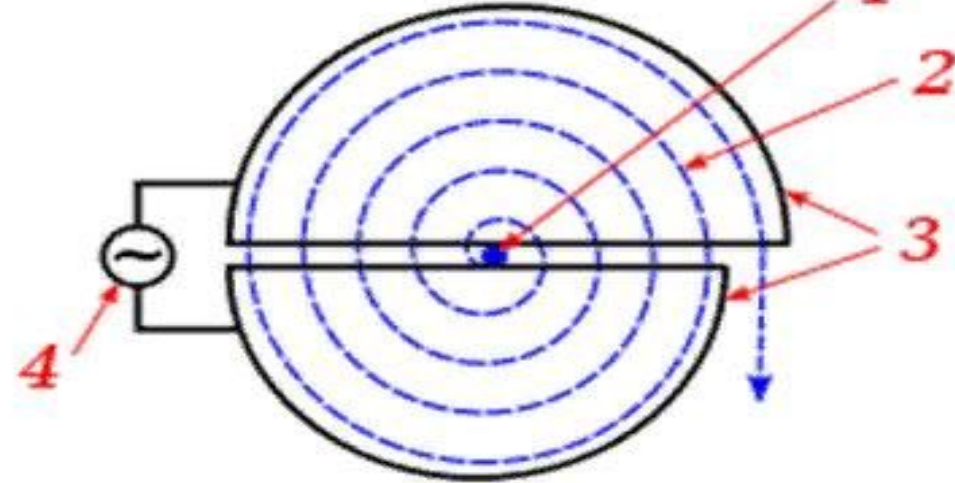


Рис. 89

Максимальная энергия частиц 10-20 МэВ



$$F_L = ma_c$$

$$qVB = \frac{mV^2}{R}$$

$$R = \frac{mV}{qB}$$

$$T = \frac{2\pi R}{V} = \frac{2\pi mV}{qBV}$$