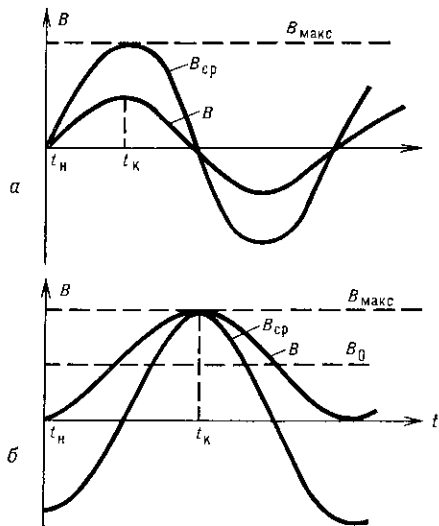


Бета-тронный режим ускорения применяется также на небольших *синхротронах* для предварит. ускорения частиц до релятивистских энергий.

Благодаря простоте конструкции, дешевизне и удобству пользования Б. получили особенно широкое применение в прикладных целях в диапазоне энергий 20—50 МэВ. Используется либо непосредственно пучок ускоренных электронов, либо вызываемое им при ионизации на мишень *тормозное излучение*. Преимущества

Рис. 2. Изменение магнитного поля в бетатроне без подмагничивания (а) и с подмагничиванием (б). B — управляющее магнитное поле; $B_{ср}$ — среднее поле внутри орбиты; B_0 — постоянная составляющая управляющего поля; t_n и t_k — начальный и конечный моменты времени цикла ускорения.



Б. перед др. источниками γ -излучения — простота обращения с ним, возможность плавной регулировки энергии, очень малые размеры источника излучения. В промышленности Б. используются гл. обр. для радиац. дефектоскопии материалов и изделий и в скоростной рентгенографии (при исследовании быстро протекающих процессов внутри закрытых объёмов), в медицине — для радиац. терапии.

Разработаны разл. модификации Б.: двухкамерные (стереобетатроны), дающие два луча, пересекающиеся в заданном месте вне Б.; с постоянным во времени магн. полем (типа магн. поля в секторных *фазотронах* и *циклоотронах*), преимуществом к-рых является существ. увеличение времени захвата в режим ускорения. Для повышения интенсивности ускоренного пучка в Б. предлагались также более эффективные методы фокусировки (жёсткая фокусировка, фокусировка продольным магн. полем, газовая фокусировка и др.).

Лит.: Керст Н. У., Бетатрон, пер. с англ., «УФН», 1944, т. 26, с. 181; Аняньев Л. М., Воробьев А. А., Горбунов В. И., Индукционный ускоритель электронов — бетатрон, М., 1961; Коломенский А. А., Физические основы методов ускорения заряженных частиц, М., 1980; Москалев В. А., Бетатроны, М., 1981. Э. Л. Бурштейн.

БЕТАТРОННОЕ УСЛОВИЕ (условие Видероз) — условие постоянства радиуса равновесной орбиты в бетатроне, заключающееся в том, что скорость изменения ср. магн. поля, пронизывающего орбиту, должна быть вдвое больше скорости изменения ведущего магн. поля на орбите (см. *Бетатрон*).

БЕТАТРОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ — колебания заряж. частиц в *циклических ускорителях* относительно мгновенных или равновесных орбит. В ускорителе с плоской мгновенной орбитой различают *аксиальные* (вертикальные) Б. к., перпендикулярные плоскости орбиты, и *радиальные* Б. к. — в плоскости орбиты. Б. к. в отсутствие возмущающих сил, обусловленные только отклонениями нач. поперечных координат и скоростей частиц, наз. *свободными*, а колебания, обусловленные возмущающими силами, — *вынужденными*. См. *Фокусировка частиц в ускорителе*.

Э. Л. Бурштейн.

БЕТАТРОННЫЙ РЕЖИМ УСКОРЕНИЯ — режим ускорения в *циклических ускорителях*, при к-ром прирост энергии частиц происходит за счёт эдс индукции, создаваемой пронизывающим орбиту переменным во времени магн. потоком (см. *Бетатрон*).

БЕТА-ФУНКЦИЯ в квантовой теории поля — определяет поведение эффективной константы связи (или *инвариантного заряда*) \bar{g} в зависимости от квадрата переданного 4-импульса Q^2 . Б.-ф. стоит в правой части дифференц. ур-ния *ренормализационной группы*, к-рое в простейшей, безмассовой квантовой модели с одной константой связи g имеет вид:

$$\frac{\partial \bar{g}(x)}{\partial \ln x} = \beta(\bar{g}),$$

где $x=Q^2/\mu^2$, μ — параметр размерности массы, возникающий при *перенормировке* теории (используется система единиц, в к-рой $\hbar=c=1$). В этом случае Б.-ф. оказывается ф-цией лишь одного аргумента, $\beta(g)$. При учёте масс частиц Б.-ф. зависит также от соответствующих этим масс безразмерных аргументов. В ренормгрупповом формализме для моделей квантовой теории поля (КТП) с нек. константами связи g_1, \dots, g_k возникает нек. Б.-ф., по одной на каждый эффективный заряд g_i . Такие Б.-ф. зависят от нескольких зарядовых аргументов и входят в правые части системы нелинейных дифференц. ур-ний первого порядка для g_1, \dots, g_k .

Знание безмассовой Б.-ф. $\beta(g)$ в принципе позволяет решить задачу определения асимптотич. ультрафиолетового (т. е. на малых расстояниях) поведения эффективного заряда и, как следствие, осн. характеристик (*Грина функций*, нек-рых матричных элементов) дашой модели КТП. Однако, как правило, Б.-ф. вычисляется с помощью *перенормированной теории возмущений* в виде степенного разложения по g и поэтому известна лишь при достаточно малых значениях g . Этого оказывается достаточно для надёжного определения УФ-асимптотики лишь для случая $\beta(g) < 0$ (случай *асимптотической свободы*), когда при $Q^2 \rightarrow \infty$ инвариантный заряд стремится к нулю, как

$$\bar{g}(Q^2) \rightarrow \text{const.} \ln Q^2.$$

Лит. см. при ст. *Ренормализационная группа*.

БЕТА-ЧАСТИЦЫ (β -частицы) — электроны и позитроны, испускаемые при *бета-распаде* ядер и свободного нейтрона. Электроны испускаются при превращении внутриядерного или свободного нейтрона n в протон $p: n \rightarrow p + \bar{\nu}_e$, позитроны — при превращении внутриядерного протона в нейтрон: $p \rightarrow n + \nu$. Здесь $\bar{\nu}_e$ и ν_e — электронные *антинейтрино* и *нейтрино*. Спины электронов ориентированы преимущественно против направления вылета из ядра, спины позитронов — по направлению вылета.

БЕТЕ — СОЛПИТЕРА УРАВНЕНИЕ — релятивистское соотношение для двухчастичной *Грина функции* $D(x_1, x_2; x'_1, x'_2)$ системы двух частиц (или полей):

$$D(x_1, x_2; x'_1, x'_2) = \bar{D}(x_1, x_2; x'_1, x'_2) + \int K(x_1, x_2; x_3, x_4) D(x_3, x_4; x'_1, x'_2) d^4x_3 d^4x_4 \quad (**)$$

(x_1, x_2, x'_1, x'_2 — начальные и конечные четырёхмерные координаты частиц). Сформулировано Х. А. Бете (H. A. Bethe) и Э. Э. Солпитером (E. E. Salpeter) в 1951 для описания связанных состояний системы частиц 1 и 2, к-рым отвечают полюсы ф-ции D [в этом случае в ур-нии (*) отсутствует неоднородный член \bar{D} , не содержащий этих полюсов], и опирается на инвариантную теорию возмущений в форме *Фейнмана диаграмм*. Б.—С. у. связывает полную ф-цию Грина двух частиц $D(x_1, x_2; x'_1, x'_2)$, понимаемую как сумма всех диаграмм Фейнмана (рис. 1, левая часть), с определён-