

Лит.: 1) Зоммерфельд А., Строение атома и спектры, пер. с нем., т. 2, М., 1956; 2) Бушнев В. А., Кузьмин Р. П., Неупругое рассеяние рентгеновского и синхротронного излучений в кристаллах, когерентные эффекты в неупругом рассеянии, «УФН», 1977, т. 122, с. 81; 3) Дыхне А. М., Юдин Г. Л., «Встряхивание» квантовой системы и характер стимулированных им переходов, «УФН», 1978, т. 125, с. 377; 4) Дыхне А. М., Юдин Г. Л., Вынужденные эффекты при «встряске» электрона во внешнем электромагнитном поле, «УФН», 1977, т. 121, с. 157. Г. Л. Юдин.

КОМПТОНОВСКАЯ ДЛИНА ВОЛНЫ (λ_C , λ_C) — параметр размерности длины, характерный для релятивистских квантовых процессов; выражается через массу m частицы и универсальные постоянные \hbar (h) и c :

$$\lambda_C = \frac{\hbar}{mc}, \quad \lambda_C = \frac{h}{mc}. \quad (1)$$

Для электрона $\lambda_C^e \approx 3,9 \cdot 10^{-11}$ см ($\lambda_C^e = 2,4 \cdot 10^{-10}$ см), для протона $\lambda_C^p = 2,1 \cdot 10^{-14}$ см ($\lambda_C^p = 1,3 \cdot 10^{-13}$ см). Назв. «К. д. в.» связано с тем, что величина λ_C^e определяет изменение длины волны эл.-магн. излучения в *Комптона эффекте*.

Частица, локализованная в области с линейными размерами $\ll \lambda_C$, согласно *неопределённости соотношению*, имеет квантовомеханич. неопределённость в импульсе $\geq mc$ и неопределённость в энергии $\geq mc^2$, что достаточно для рождения пар частиц-античастиц с массой m . В такой области элементарная частица, вообще говоря, уже не может рассматриваться как «точечный объект», потому что часть времени она проводит в состоянии «частица + пары». В результате на расстояниях, меньших λ_C , частица выступает как система с бесконечным числом степеней свободы и её взаимодействия должны описываться в рамках *квантовой теории поля* (КТП) — в этом фундам. роль параметра λ_C , определяющего мин. погрешность, с к-рой может быть измерена координата частицы в её системе покоя. В частности, переход в промежуточное состояние «частица + пары», осуществляющийся за время $\sim \lambda_C/c$, характерное для рассеяния света с длиной волны λ , при $\lambda \ll \lambda_C$ приводит к нарушению законов классич. электродинамики в комптон-эффекте.

В действительности во всех случаях размер области, где частица перестаёт быть «точечным объектом», зависит не только от её К. д. в., но и от К. д. в. других частиц, в к-рые данная частица может динамически превращаться. Но, напр., для *лептонов*, не обладающих *сильным взаимодействием*, переход в др. состояния маловероятен (можно сказать, что он происходит редко или требует большого времени). Поэтому лептонная «шуба» из пар является как бы прозрачной, и во мн. задачах лептоны с хорошей точностью могут рассматриваться как «точечные частицы». Для тяжёлого *адрона*, напр. нуклона, эфф. размер области, где начинает проявляться «шуба», значительно больше К. д. в. нуклона и определяется К. д. в. самого лёгкого из адронов — пиона (заметьте, что $\lambda_C^\pi \approx 7\lambda_C^N$). В области с линейным размером порядка λ_C^π нуклоны с большой интенсивностью (из-за сильного взаимодействия) переходят в промежуточные состояния «нуклон + пионы», поэтому нуклонная «шуба», в отличие от лептонной, плотная.

Т. о., эфф. область, где частица перестаёт проявляться как «точечная», определяется не только соответствующими К. д. в., но и *константами взаимодействия* данной частицы с др. частицами (полями).

М. В. Терезинев.

КОНВЕКТИВНАЯ ЗОНА звезды — область звезды с развитой конвекцией, являющейся осн. фактором переноса тепла и выравнивания хим. состава. У звезд главной последовательности с массами $M \leq 1,5 M_\odot$ имеются конвективные оболочки, толщина к-рых увеличивается с уменьшением массы, так что звезды с $M < 0,2 M_\odot$ конвективны полностью. Массивные звезды с $M > 1,5 M_\odot$ имеют конвективные ядра, масса к-рых достигает $(0,5-0,6)M_\odot$ (для $M = 30 M_\odot$). В этих двух

случаях превышение градиента темп-ры над адиабатическим, приводящее к конвекции (см. *Конвективная неустойчивость*), вызывается разл. причинами. Звёзды с $M < 1,5 M_\odot$ имеют плотные и сравнительно холодные оболочки, в к-рых достаточно велик коэф. непрозрачности и важны эффекты неполной ионизации водорода, гелия и др. элементов. Первое увеличивает лучистый (обусловленный лучистым переносом энергии) градиент темп-ры в оболочке, а второе уменьшает адиабатич. градиент (характеризующий изменение темп-ры в конвективном элементе), т. к. с ростом давления темп-ра растёт медленнее из-за расхода части энергии на ионизацию. Оба фактора определяют существование конвективных оболочек. Центр. темп-ра звезды растёт с ростом массы, поэтому горение водорода в звездах с $M \geq 1,5 M_\odot$ происходит в основном по *углеродно-азотному циклу* (CNO) вместо протон-протонной цепочки у менее массивных звезд. Из-за большой величины преодолеваемого кулоновского барьера CNO-цикл характеризуется гораздо более резкой зависимостью от темп-ры. В связи с этим в недрах звезды градиент темп-ры сильно превышает адиабатический и возникает конвекция. Ввиду большой плотности вещества конвективный перенос энергии в ядре значительно эффективнее лучистого. Конвекция быстро уменьшает градиент темп-ры, так что он мало отличается от адиабатического. При этом скорости конвективных элементов ~ 1 км/с (для $M = 30 M_\odot$).

В глубоких слоях конвективных оболочек градиент темп-ры также близок к адиабатическому, однако вблизи фотосферы плотность становится малой и эффективность конвективного переноса тепла падает. При этом градиент темп-ры может сильно превышать адиабатический, так что возможно существование областей с инверсным градиентом плотности. Конвективные скорости во внеш. слоях оболочек также ~ 1 км/с, но ввиду невысоких темп-р доля механ. энергии конвекции становится существенной в общем балансе энергии.

Существование конвективных оболочек приводит к генерации потока, механ. энергии, диссипация к-рой ведёт к образованию горячих ($\sim 10^8-10^7$ К) корон (см. *Звёздные атмосферы*). С этим же связаны разл. нестационарные явления, наблюдаемые у красных карликовых звезд типа Тельца и др. В К. з. в условиях турбулентной конвекции резко усиливаются процессы переноса энергии, импульса и диффузия вещества. Это приводит к практически однородному хим. составу конвективных ядер, быстрому установлению твердотельного вращения, установлению синхронного вращения звезд в двойных системах (последнее — особенно быстро при наличии мощных конвективных оболочек). Увеличение омич. диссипации в К. з. нарушает условие сохранения магн. потока и создаёт условия (в сочетании с вращением звезды) для генерации магн. поля механизмом *гидромагнитного динамо*.

Лит.: Шварцшильд М., Строение и эволюция звезд, пер. с англ., М., 1961; Эргма Э., Нелокальная модель конвекции для звездных оболочек, «Научн. информ. Астрон. совет АН СССР», 1972, № 23, с. 33.

Г. С. Бисноватий-Коган.

КОНВЕКТИВНАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ. 1) К. н. (сносовая неустойчивость) — тип неустойчивости в системе с распределёнными параметрами, при к-ром малое начальное возмущение нарастает во времени и сноситея в пространстве (см. *Абсолютная неустойчивость*, *Неустойчивость в колебательных и волновых системах*). 2) Неустойчивость в газовой или жидкой среде, находящейся в поле силы тяжести F и пронизываемой потоком тепла с компонентом в направлении, противоположном F . Эта К. н. объясняется появлением подъёмной (архимедовой) силы при случайных вертикальных перемещениях элемента вещества. Давление P_0 в элементе быстро сравнивается с давлением среды P , поэтому темп-ры и плотности в поднимающемся элементе (T_0, ρ_0) и в