

в сверхпроводнике действует линейно растущий потенциал; соответственно сила притяжения между ними не убывает с расстоянием, как бы велико это расстояние не было.

Выдвинута гипотеза (С. Манделстам [2], Г'Хоофт), согласно к-рой У. ц. в глюодинамике осуществляется с помощью т. н. дуального эффекта Мейснера. В основе сверхпроводимости лежит конденсация куперовских пар электронов. Магн. поле не проникает в конденсат электрич. зарядов, и между магн. зарядами (монополями) образуется линейный потенциал. Если бы в глюодинамике происходила конденсация цветных магн. монополей (в теории Янга — Миллса существуют конфигурации глюонного поля, имеющие характер магн. монополей, в отличие от обычной электродинамики, где монополи можно создать лишь искусственно с помощью бесконечно узких соленоидов), то в такую среду не должны были бы проникать цветоэлектрич. силовые линии, отвечающие электрич. компонентам цветового поля (дуальный эффект Мейснера). В этом случае внесённые цветные заряды соединялись бы трубкой из электрич. силовых линий, внутри к-рой конденсат монополей был бы разрушен. В результате между цветowymi зарядами возник бы линейный потенциал. Отметим, что в упомянутой выше двумерной теоретико-полевой модели реализуется близкий к описанному механизм У. ц.

Этот красивый механизм У. ц. остаётся пока гипотезой. Аналитич. проверка этой гипотезы (как и мн. других, см. обзоры [3, 4]) крайне затруднена, т. к. «сильная связь» препятствует применению традиц. методов теоретич. физики. В теории сильных взаимодействий используются (с 1980) методы прямого численного моделирования теории поля, в частности для исследования проблемы У. ц. [4]. Разумеется, численный метод, учитывающий большое, но всё же конечное число степеней свободы, не может доказать рост кварк-антикваркового потенциала до асимптотически больших расстояний. Однако даже обнаруженный в компьютерных «измерениях» рост потенциала на промежуточных расстояниях (область проведённых измерений примерно до 1,5 Ф) факт нетривиальный. (На рост кварк-антикваркового потенциала на таких расстояниях указывает и анализ в рамках потенциальных моделей реально существующих в природе связанных состояний тяжёлых кварков.) Имеются также компьютерные свидетельства того, что при высокой темп-ре (ок. 200 МэВ) в КХД происходит фазовый переход к «деконфайнменту» — состоянию вещества, в к-ром нет У. ц., а ядерная материя существует в форме *кварк-глюонной плазмы*. Такой фазовый переход может иметь важные последствия для космологии горячей стадии Вселенной. Однако физ. механизм этого фазового перехода остаётся неясным, если не считать нек-рых данных о причастности к нему конфигураций глюонного поля типа описанных выше цветных монополей.

Несмотря на впечатляющее кол-во «эксперим. данных», полученных с помощью компьютерного моделирования теории поля (см. *Рецепты метод*), многие исследователи подвергают сомнению его адекватность физ. реальности, поскольку условия такой адекватности (большой объём системы, малый шаг численной решётки, малость «затравочной» константы связи и др.) если и выполняются, то с натяжкой. По-видимому, надо с нек-рой осторожностью относиться к компьютерным данным, поскольку они, помимо прочего, указывают на то, что линейный потенциал существует не только между кварком и антикварком, но и между двумя глюонами (точнее, двумя пробными источниками с цветовым зарядом глюона). Если предположить (как это обычно делается), что в глюодинамике существуют связанные состояния глюонов — «бесцветные» *глюболы*, то асимптотич. линейного потенциала между глюонными источниками не может быть: было бы энергетически более выгодным рождение глюоболов, т. е. наблюдаемый рост потенциала между глюонами есть предасимптотич. эффект. В таком случае нельзя исключить, что и наблюдаемый при численном моделировании линейный потенциал между кварком и антикварком тоже есть не асимптотическое, а временное явление.

Наконец, даже если в чисто глюонном мире имеет место неограниченно растущий линейный потенциал между статич. кварками, то в реальном мире с лёгкими кварками его быть не может; т. к. при большом разведении пробных кварка и антикварка становится энергетически выгодным рождение кварк-антикварковых пар, образующих обычные мезоны. Иными словами, линейно растущий потенциал неизбежно «экранируется» лёгкими кварками. Поэтому возможно, что для создания реалистич. количественной теории адронов придётся комбинировать идеи линейного потенциала с идеей экранировки цвета. Строго говоря, доказательством У. ц. было бы установление того, что в корреляторах «бесцветных» (калибровочно-инвариантных) токов нет порогов рождения цветных кварков и глюонов, а есть только полюса и пороги, отвечающие бесцветным состояниям — мезонам и барионам.

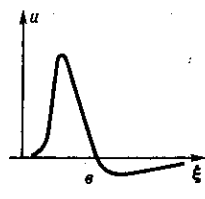
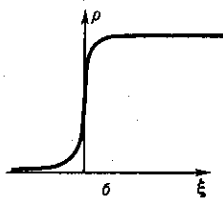
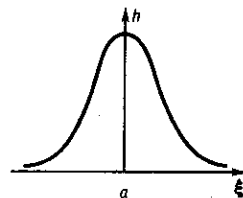
Проблема У. ц. — одна из наиб. фундам. проблем совр. теоретич. физики. Уникальность ситуации состоит в том, что накоплен богатейший эксперим. материал по свойствам адронов и их взаимодействиям, и вместе с тем, даже если будет обнаружен следующий, более глубокий уровень материи (напр., окажется, что кварки сами являются составными объектами), то это не поможет решению проблемы: У. ц. должно быть объяснено в рамках существующей теории — КХД.

Лит.: 1) Polyakov A. M., Quark confinement and topology of gauge theories, «Nucl. Phys.», 1977, v. 120B, p. 429; 2) Mandelstam S., Vortices and quark confinement in non-Abelian gauge theories, «Phys. Reports», 1976, v. 23C, p. 245; 3) Симонов Ю. А., Модели конфайнмента, в сб.: Физика элементарных частиц (Материалы XXII Зимней школы ЛИЯФ), Л., 1987, с. 3; 4) Макенко Ю. М., Метод Монте-Карло в калибровочных теориях на решетке, «УФН», 1984, т. 143, с. 161.

Д. И. Дьяконов.

УЕДИНЁННАЯ ВОЛНА — волновое движение (см. *Волны*), к-рое в каждый момент времени локализовано в конечной области пространства и достаточно быстро убывает с удалением от этой области. Типичная У. в. имеет вид одиночного импульса или перепада (рис.), но У. в. может иметь и более сложную структуру.

В более узком смысле под У. в. понимают локализованную стационарную нелинейную волну, распространяющуюся без изменения формы с пост. скоростью и описываемую ур-ниями в обыкновенных производных. В фазовом пространстве У. в. отвечает траектория, соединяющая



Примеры уединённых волн: *a* — стационарное возвышение (солитон) на мелкой воде; *h* — смещение поверхности жидкости; *b* — ударная волна небольшой амплитуды в газе; *p* — изменение давления; *e* — импульс возбуждения в аксоне нерва; *u* — потенциал мембраны. По оси абсцисс отложена переменная $\xi = t - x/v$, где *t* — время, *x* — координата, *v* — скорость уединённой волны.

две разл. точки равновесия или возвращающаяся в ту же самую точку. К У. в. относят, напр., такие типы нелинейных волн, как ударные волны в диссипативной среде, стационарные импульсные волны возбуждения в активных средах (напр., нервный импульс) и солитон в среде без потерь.

Лит. см. при ст. *Солитон*.

Л. А. Островский.

УЙЛЕРА — ДЕ ВИТТА УРАВНЕНИЕ — основное ур-ние квантовой геометродинамики, представляющей собой направление *квантовой теории гравитации*, в основе к-рого лежит применение *гамильтонова формализма* для систем