

## ИНСТАНТОНЫ В КВАРКОВОЙ ПЛАЗМЕ. РОЛЬ ФЕРМИОННЫХ НУЛЕВЫХ МОД.

А.А.Абрикосов (мл.)

Методом точных функций Грина вычислена однопетлевая добавка к действию инстантона в плазме из легких кварков. Учтены недиагональные элементы матрицы плотности частиц. Получено не зависящее от температуры слагаемое, подавляющее большие инстантоны.

Как известно кварковая плазма является удобной моделью для применения квантовой хромодинамики, так как высокая плотность автоматически приводит систему в область асимптотической свободы. Одной из интересных проблем был вопрос о поведении инстантонов<sup>1</sup> в плазме<sup>2</sup>, однако полной ясности достигнуто не было.

Мы предложили<sup>3</sup> исследовать термодинамические функции с помощью одновременной теории возмущений по заряду и массе легких кварков. В однопетлевом приближении взаимодействие кварков с псевдочастицами отсутствовало и приходилось вычислять диаграммы следующего порядка<sup>4</sup>.

Как было указано<sup>5</sup>, при этом была допущена ошибка, так как при конечном химпотенциале нулевые фермионные моды начинали экспоненциально расти на временной бесконечности.

Более подробный анализ показал, что волновые функции частиц в самодуальном поле были найдены правильно, однако не были учтены недиагональные элементы матрицы плотности. Фактически это означало, что анализ был ограничен функциями, ортогональными фермионным нулевым модам.

Учет переходов в поле инстантонов с изменением 4-импульса кварков позволяет скомпенсировать нежелательный рост нулевых мод. Кроме того, присутствие недиагональных матричных элементов означает рассеяние кварков на инстантоне, поэтому взаимодействие частиц и псевдочастиц проявляется уже в однопетлевом приближении.

Результаты расчетов сводятся к следующему. Плотность кварковой плазмы уменьшается при погружении в нее инстантонов. Среда выталкивает псевдочастицы, действие каждой из них увеличивается на величину

$$\Delta S_{inst} = N_f \mu^2 \rho^2,$$

где  $N_f$  — число сортов кварков,  $\mu$  — химпотенциал плазмы,  $\rho$  — радиус инстантона.

Этот результат не зависит от температуры системы. Поскольку  $\Delta S$  отлично от нуля в первом порядке старшие поправки по  $g^2$  оказываются несущественными.

В интеграле по размерам псевдочастиц есть теперь обрезающий фактор  $\exp[-\Delta S_{inst}(\mu\rho)]$ , поэтому можно вычислить поправки к термодинамическим функциям плазмы. При разумном выборе физических параметров  $N_f = 3$ ,  $m_u = 4$  МэВ,  $m_d = 7$  МэВ,  $m_s = 150$  МэВ,  $\Lambda = 100$  МэВ в трехцветной КХД выясняется, что вклад инстантонов в термодинамику мал везде, где мала постоянная связи  $a$ ,  $a = g^2/4\pi < 1$ .

В заключение я хочу поблагодарить А.А.Мигдала за руководство работой и К.Каллана за обсуждение.

### Литература

1. Belavin A., Polyakov A., Schwartz A., Tyupkin Yu. Phys. Lett., 1977, 59B, 85.
2. Shuryak E.V. Phys. Lett., 1978, 79B, 135; Phys. Lett., 1979, 81B, 65.
3. Abrikosov A. (Jr.) Phys. Lett., 1980, 90B, 415.
4. Абрикосов А. (мл.). Пистма в ЖЭТФ, 1980, 32, 454; Abrikosov A. (Jr.) Nucl. Phys., 1981, B182, 441.
5. De Carvalho C.A. CERN preprint TH. 2941-CERN.