ственно-плоской. Для корректной постановки квантовой задачи необходимо считать, что при $t \to -\infty$ метрика становится четырехмерноплоской. Для бозонного поля классическая теория является точным асимптотическим пределом квантовой теории при большом числе частиц. Благодаря однородности трехмерного пространства импульс поля сохраняется и остается нетривиальной только зависимость амплитуды плоской волны от времени.

Физически рождение пар в этой метрике аналогично явлению параметрического резонанса, так как осцилляторы поля возбуждаются за счет изменения их частоты, а не за счет внешней неоднородной периодической силы. Как и в электрическом поле, рождение частиц неразрывно связано с поляризацией вакуума. Простой конечный и однозначный ответ получен для конечного состояния в случае метрики, совпадающей с плоской метрикой Минковского при $t = \pm\infty$. Сложнее задача о коллапсе и о выходе из космологической сингулярности (она связана с перенормировкой). Л. Паркер показал, что в изотропном случае ($a = b = c$) частицы не рождаются, если их масса $m = 0$ или $m \to \infty$. Результат для $m = 0$ объясняется тем, что выбранная метрика в изотропном случае является конформно-плоской, а уравнение поля конформно-инвариантно при $m = 0$. В случае изотропного коллапса ($a(t) \sim |t|^q$ при $t \to 0$; $0 < q < 1$) энергия рожденных частиц зависит от нарушения конформной инвариантности при $m \neq 0$ и растет как $m^4 |mt|^{-4q}$ при $|mt| \ll 1$ (здесь $\hbar = c = 1$). Если $a(t) \sim \sqrt{|t|}$ (эта метрика создается внешним веществом с уравнением состояния $p = {}^1/_3\varepsilon$), то отношение энергии рожденных частиц к энергии внешнего вещества порядка $Gm^2/\hbar c$, т. е. очень мало. Наиболее интересен результат для анизотропного мира, например типа Казнера ($a \sim t^{q_1}$, $b \sim t^{q_2}$, $c \sim t^{q_3}$; $q_1 + q_2 + q_3 = 1$, $q_1^2 + q_2^2 + q_3^2 = 1$), который не является конформно-плоским. Из размерности следует, что при $|t| \ll \hbar/mc^2$ плотность энергии рождающихся частиц пропорциональна $\hbar/c^3t^4$. Поэтому можно ожидать, что при малых t тензор энергии-импульса пар становится доминирующим в уравнениях и появится тенденция к изотропизации. По порядку величины это происходит при характерном времени 10^{-44} *сек*, составленном из G, $\hbar$ и c. Ближайшая нерешенная задача — последовательное рассмотрение анизотропного коллапса с определением точной величины и знаков энергии и давлений по трем осям и с учетом обратного влияния рождающегося вещества на метрику. Наконец, отметим задачи, составляющие часть общей проблемы, но требующие новых идей: 1) общековариантная формулировка теории; 2) учет непосредственного, негравитационного взаимодействия частиц между собой; 3) наиболее трудная и важная задача — космологическая задача о выходе из сингулярности, о формулировке начальных данных в сингулярном состоянии. Возможно, что эта последняя задача неотделима от общей проблемы квантования метрики.

См. литературу: В. С. Попов, ЯФ **12**, 429 (1970), Я. Б. Зельдович, В. С. Попов, УФН **105**(3), 403 (1971); Я. Б. Зельдович, Л. П. Питаевский, Comm. Math. Phys, **23**, 185 1971); Я. Б. Зельдович, А. А. Старобинский, ЖЭТФ **60** (6(12)), 2161 (1971).

А. Б. Мигдал. Устойчивость вакуума и предельные поля.

Обычно при изучении поляризации вакуума исключается из рассмотрения поле, в котором имеются глубокие связанные состояния частиц. В докладе обсуждаются явления, возникающие в том случае, когда сильное внешнее поле в одночастичной задаче приводит к появлению связанного состояния с энергией, близкой к энергии образования частиц из вакуума.

Наиболее широко известный пример появления таких критических уровней — это точечное ядро с зарядом $Z_c = 137$ или конечное ядро радиуса $R = r_0A^{1/3}$ с зарядом $Z_c = 170$. Можно показать, что при $Z > Z_c$ состояние наинизшей энергии соответствует энергии с зарядом. Этот заряд располагается в области $\hbar/mc$. Из-за принципа Паули, который не позволяет частицам накапливаться в опасном состоянии, возникает слабое экранирующее поле. Более существенная перестройка вакуума происходит в полях, в которых возможно рождение бозе-частиц. Учет взаимодействия между частицами обеспечивает устойчивость вакуума. Благодаря существованию бозе-частиц эффективное поле не может превышать значение, при котором достигается критическое значение энергии частицы.

Особенно интересное явление происходит в поле, которое осуществляется в ядерном веществе. Поле, действующее на мезоны в ядерном веществе, определяется формулой $V = 4\pi nf$, где n — плотность нуклонов, f — амплитуда рассеяния π-мезона на нулевой угол. При достаточно высокой плотности n (когда $V > \mu^2c^4$) возникает перестройка мезонного вакуума и происходит фазовый переход, при котором изменяется уравнение состояния ядерного вещества. Такой фазовый переход, по-видимому, может осуществляться в нейтронных звездах, в области большой плотности нейтронов. В обычных ядрах плотная фаза отделена от обычной громадным потенциальным барьером. Можно пытаться искать такие сверхплотные ядра в космических лучах. Отношение заряда к массе у таких ядер значительно больше обычного.