

Письма в ЖЭТФ, том 16, вып.8, стр. 499 – 501.

30 октября 1972 г.

РАСПАД МЮОНА И ПРИНЦИП ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ

Я. Смородинский

Известная формула для интервала

$$\Delta r = \int ds = \int (g_{\alpha\beta} dx^\alpha dx^\beta)^{1/2} \quad (1)$$

позволяет вычислить связь между инвариантным временем и временем наблюдателя t .

Пример: в гравитационном поле с потенциалом ϕ эта связь с точностью до членов $1/c^2$ такова

$$\Delta \tau \cong \int \left(1 + \frac{\phi}{c^2} - \frac{v^2}{2c^2} \right) dt = \int dt - \frac{1}{mc^2} \int L dt, \quad (2)$$

где L — нерелятивистская функция Лагранжа.

Как надо вычислять собственное время для частицы (например, мюона), находящегося в магнитном поле? Будет ли это время также определяться интегралом от функции Лагранжа, т. е. действием? Казалось бы действие — есть единственная величина, которая может входить в выражение для собственного времени, по крайней мере, в рассматриваемом приближении. В силу принципа эквивалентности нельзя, казалось бы в этом приближении различить потенциал в гравитационном и электромагнитном поле. Поэтому распад мезона, обращающегося по круговой орбите в циклотроне, должен рассчитываться по формуле, подобной формуле для собственного времени, измеряемая часами на спутнике Земли.

Подставляя в (2)

$$L = \frac{mv^2}{2} + \frac{e}{c} vA \quad (3)$$

и интегрируя по круговой орбите, считая магнитное поле B постоянным, получим

$$\frac{1}{mc^2} \oint L dt = \frac{v^2}{2c^2} \int dt + \frac{e}{mc^3} \Phi, \quad (4)$$

где Φ — магнитный поток, охватываемый орбитой частицы, а $\int dt$ — время одного оборота.

С помощью (2) получаем

$$\Delta \tau \cong \Delta t \left[1 - \left(1 + \frac{\Phi}{\pi R^2 B} \right) \frac{v^2}{2c^2} \right]. \quad (5)$$

Для прямолинейного движущегося мезона в этом приближении

$$\Delta \tau \cong \left(1 - \frac{v^2}{2c^2} \right) \Delta t. \quad (6)$$

Если частица обращается в однородном поле (как в циклотроне) то коэффициент в круглых скобках (5) равен 2. Если поле отлично от нуля только в узкой полосе (как в синхротроне), то верна формула (6).

Было бы полезным проверить формулу (5) на опыте.

Формулу (5) можно рассматривать как формулу для времени жизни с поправкой на внешнее поле. Эта поправка пропорциональна нулевой компоненте Фурье от взаимодействия, т. е. пропорциональна действию. Гравитационное поле в рассматриваемом приближении можно учитывать

также в формализме теории поля, считая метрику плоской. При таком подходе различие между гравитационным полем и магнитным в нашем приближении казалось бы исчезает.

Я очень благодарен В.И.Огиевскому за полезное обсуждение.

Институт ядерных исследований

Поступила в редакцию
12 сентября 1972 г.
