

Квантованность пространства-времени

Клящицкий Григорий (ГК)

1 Введение

Квантовая идея сегодня является одним из фундаментов нашего мировоззрения. На ней построен важнейший раздел физики, квантовая механика. Более того, квантовая идея является сегодня основным направлением нашего движения в понимании законов мироздания.

Термин «квант» в нашем сознании прочно ассоциируется с энергией. Квант энергии – это минимальная порция энергии, которая не может быть разделена на более мелкие порции. То есть, тот факт, что энергия не может меняться непрерывно, а изменяется порциями, эта идея всеми сегодня разделяется. Макс Планк, выдвинувший предположение квантования энергии, одновременно указал, что квантованность энергии неизбежно требует квантованности пространства-времени. Хотя идея квантованности энергии сегодня является общепризнанной, о квантованности пространства-времени говорят крайне мало. Я не планирую здесь обсуждать почему этой идее (квантованности пространства-времени) уделяется столь мало внимания. Я просто постараюсь поразмышлять над этим фактом.

2 Квантованность пространства

Сегодня никто не станет оспаривать идею квантованности энергии, которая является одной из базовых аксиом физики. Мы примем её в качестве аксиомы и попробуем выяснить, как квантованность энергии связана с квантованностью пространства.

2.1 Квантованность геометрического пространства

В общем виде уравнение энергии в дифференциальной форме выглядит следующим образом:

$$\partial E = P * \partial x \quad (1)$$

где ∂E – малое изменение энергии;

P – характеристика системы, которую мы называем потенциал;

∂x – малое изменение параметра системы, характеризующее процесс.

Если энергия квантована, то в левой части стоит не бесконечно малое изменение энергии, а величина, кратная кванту энергии. То есть левая часть уравнения квантована.

Знак равенства означает, что правая часть уравнения (1) ($P * \partial x$) подчиняется квантованию. Это возможно лишь в том случае, если один из компонентов (или оба) является квантованной величиной. На деле, структура уравнения с неизбежностью требует квантованности величины, стоящей под дифференциалом (так как слева квантованная величина стоит под дифференциалом). Это ведёт нас к выводу о том, что Аксиома о квантованности энергии требует квантования и ряда физических характеристик, связанных с ней уравнением (1). Давайте посмотрим, как это отражается на физической реальности.

Электрическая энергия

Энергия в электрических процессах выражается уравнением:

$$\partial E = U * \partial q \quad (1.1)$$

где U – электрический потенциал;

q – электрический заряд.

Очевидно, что заряд q меняется не непрерывно. Минимальной величиной изменения является заряд электрона q_e , что означает квантованность электрического заряда системы.

Химическая энергия

Для химических процессов энергия записывается в виде:

$$\partial E = \mu * \partial m \quad (1.2)$$

где μ – химический потенциал;

m – масса компонента.

Как нетрудно заметить, масса компонента в ходе реакции также меняется скачкообразно, где минимальная величина изменения представляет собой массу молекулы рассматриваемого вещества (m_i). То есть, на деле масса является квантованной величиной.

Тепловая энергия

Энергия тепловых процессов описывается уравнением:

$$\partial Q = T * \partial \zeta \quad (1.3)$$

где ∂Q – малое изменение тепловой энергии;

T – температура;

ζ – энтропия.

Энтропия по смыслу представляет собой число микросостояний, соответствующих макросостоянию системы. Из определения энтропии следует, что число микросостояний является целочисленной величиной. Это означает, что энтропия ζ является квантованной

величиной и меняется как целочисленная переменная, то есть минимальное изменение энтропии равно 1 (в единицах микросостояний).

Механическая энергия

Уравнение механической энергии имеет вид:

$$\partial E = F * \partial s \quad (1.4)$$

где ∂E – изменение энергии;

F – действующая сила;

∂s – перемещение.

Логика показывает, что квантованность энергии ∂E означает квантованность перемещения ∂s , которое является комбинацией изменения геометрических координат пространства. Таким образом мы вынуждены заключить, что

Геометрическое пространство является квантованным и меняется дискретно, кратно кванту пространства.

3 Квантованность времени

Аксиомы о четырехмерности пространства и неразличимости осей приводят нас к заключению, что пространство квантовано также и по временной оси. Однако, Макс Планк выдвинул утверждение о квантованности времени когда теория относительности ещё не была сформулирована, как и идея о четырёхмерности пространства. То есть положение о квантованности времени Планк выдвинул на основе общих рассуждений. Давайте поробуем повторить их.

Для этого рассмотрим уравнение, связывающее геометрическое пространство и время. Это уравнение кинетики:

$$\partial s = v * \partial t \quad , \quad (2.1)$$

где ∂s – перемещение;

v – скорость;

t – время.

Квантованность геометрической составляющей пространства (s) с неизбежностью приводит нас к выводу о квантованности времени (t). Таким образом, мы действительно приходим к заключению, что квантование пространства с неизбежностью влечёт квантование времени.

Время является квантованным и меняется дискретно, кратно кванту времени.

3.1 Квантованность пространства-времени

Аксиомы о четырехмерности Пространства (пространство-время) и неразличимости осей приводят нас к заключению, что Пространство в целом квантовано, то есть, геометрические составляющие и временная составляющая Пространства квантованы.

Квантованность Пространства можно определить следующими положениями:

- *Пространство не является непрерывным.*
- *Пространство дискретно и состоит из «отдельных» квантов.*
- *Квант Пространства не может быть разделён на более мелкие порции.*
- *Кванты Пространства неразличимы. То есть не существует критериев, основываясь на которые возможно идентифицировать отдельный квант Пространства.*

4 Величина Кванта пространства

Какова величина кванта пространства? Я не уверен, насколько сегодня величина кванта является доказанной. Мысль Планка состояла в том, что общепринятые единицы измерения выбраны произвольно (исходя из практических потребностей) и не содержат под собой физического обоснования. В 1900 году Макс Планк предложил единицы измерения (длины, времени, энергии, импульса....), полученные с помощью мировых констант. В современной физике считается, что квант пространства (длины и времени) связан с (равен) Планковской единицей длины и времени.

Для времени Планковская величина определяется формулой:

$$T = \text{SQRT}(Gh/c^3) / c \quad (3.1)$$

где G – гравитационная постоянная ($6.6732 \text{ E-11} \text{ нм}^2/\text{кг}^2$),
 h – постоянная Планка ($6.6262 \text{ E-34} \text{ дж сек}$),
 c – скорость света ($3 \text{ E8} \text{ м/сек}$).

Численно квант в единице времени будет $5,391 \times 10^{-44}$ секунд. Это значение считают интервалом времени, меньше которого не существует.

Единица длины связана со временем через скорость света, и в Планковских переменных имеет вид:

$$L = \text{SQRT}(Gh/c^3) \quad (3.2)$$

что составляет $1,616 \times 10^{-35}$ м.

В современной физике эти величины полагаются размерами кванта пространства.

5 Заключение

В конце 19-го столетия в нашем понимании Мира произошла Революция. К сожалению она осталась не вполне оценённой. Этот переворот связан с двумя физиками, которых более следует считать Великими Философами нежели учёными. Это Макс Планк и Людвиг Больцман.

Идея Макса Планка – это идея квантованности. Как мы видели выше, Макс Планк отчётливо понимал, что квантованна не только энергия, но пространство и время. Мир в своей основе не является непрерывным. Мир в своей основе является дискретным (квантованным).

Этот шаг фундаментально меняет наши взгляд на мироустройство. В последующих статьях (см Приложение) мы попытаемся исследовать некоторые последствия квантовой идеи.

2023, Сентябрь – 2024, Апрель

Приложение: список статей по квантовой тематике

- «Квантованность пространства-времени»
- «Материальность пространства-времени»
- «Пространство и Время»
- «Свойства квантов пространства-времени»
- «Ньютонова и не-Ньютонова материя»
- «Геометрия квантованного пространства»