

Три Фундаментальные Константы

§1. Скорость света

Скорость света C (см/с) является скоростью фундаментальных взаимодействий и является единственной скоростью в физике нашего мира. Наблюдаемые скорости движения микрообъектов¹ являются результирующими в силу дискретности их движения. При дискретном движении равномерное движение микрообъекта в не возмущенном трехмерном евклидовом пространстве рассматривается в виде поочередной реализации состояний покоя "объект" и состояний волнового движения "волна" (в абсолютной системе отсчета, связанной с основным, нулевым энергетическим состоянием Физического Вакуума).

Состояние "объект" – собственно микрообъект, а состояние "волна" – волновой процесс в Физическом Вакууме (ФВ). Квантом длины L является пространственная характеристика одного волнового акта состояния, а в роли кванта времени τ выступает длительность одного акта состояния "объект" τ_o (индекс o – *object*), или же длительность одного акта состояния "волна" τ_w (индекс w – *wave*), причем:
 $\tau = \tau_o = \tau_w$; $L/\tau = C$, где C – скорость света.

Состояние *object* характеризуется параметром $m_0 c^2$, а волновое состояние $h\nu$ характеризует волновой процесс в ФВ. Индекс "0" можно опустить, так как масса не зависит от скорости.

Из-за постоянства и единственности скорости света эта дискретная кинематическая модель движения приводит к формулам преобразований Лоренца и становится понятным как Природа реализует постоянство скорости света. Из модели следует независимость скорости фронта электромагнитной волны, т. е. скорости света от скорости как излучателя, так и детектора. Из модели же следует неравенство Гейзенберга и становится понятным, что такое время нашего Мира, почему с увеличением скорости микрообъекта удлиняется время жизни элементарных частиц и почему масса не зависит от скорости.

1 Микрообъектом называем любую частицу, которая обладает корпускулярно-волновыми свойствами.

§2. Постоянная Планка

Постоянная Планка h ($г \cdot см^2/с$) является квантом действия. Дословно, это единичный поток массы через единичную площадку в единицу времени. Постоянная Планка связана с энергией электромагнитной волны, распространяющейся со скоростью света, формулой

$$\varepsilon_\lambda = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda} . \quad (1)$$

Из (1) следует, что

$$h = \frac{\varepsilon_\lambda \cdot \lambda}{c} . \quad (2)$$

Здесь h – константа, c – константа, значит, $\varepsilon_\lambda \cdot \lambda$ – также константа. Поэтому, чем меньше длина волны, тем больше энергия и наоборот, – чтобы сохранить величину $\varepsilon_\lambda \cdot \lambda$ константой. Произведение энергии поперечной волны на длину этой волны является константой.

Для наглядности воспользуемся геометрией, чтобы попытаться представить, что такое постоянная Планка или какая характеристика электромагнитного явления является фундаментальной константой.

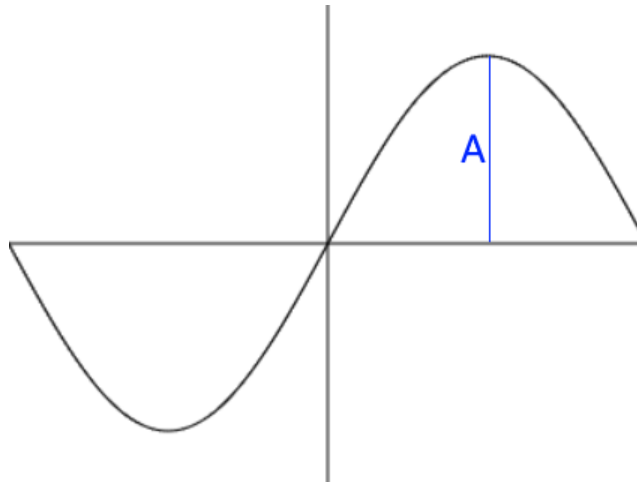


Рис. 1: Волна.

На Рис. 1 условно изображена волна. Амплитуда поперечной волны соответствует энергии. Поэтому, запишем $\varepsilon_\lambda \propto A$. Значит, у нас произведение амплитуды на длину волны равно константе, равно площади. Поэтому, в размерности h присутствует площадь. Эта площадь является константой, она не меняется: *чем больше амплитуда*

волны, тем больше энергия кванта и тем меньше длина волны, чтобы сохранить площадь постоянной.

Ясно, что это иллюстрация, но она помогает понять, чем является энергетическая величина "постоянная Планка" в природе:

Постоянной Планка соответствует площадь огибаемая колебанием кванта света и нормированная на скорость света.

У любого электромагнитного кванта эта площадь постоянна. Меняется только амплитуда и длина волны. При этом, скорость распространения волны в пространстве постоянна.

Любой квант, будь-то квант радиоволны или квант жесткого гамма-излучения, имеет одну и ту же площадь колебания волны в ФВ. Это константа. Но так как это колебания материальной среды, то постоянная Планка имеет массу в качестве энергетического эквивалента в размерности и время, так как этот процесс характеризуется конечной длительностью.

Будет ли площадь огибаемая колебанием кванта константой, если скорость распространения волны в пространстве будет переменной? Очевидно, что нет, не будет. Т.е., чтобы постоянная Планка была постоянной, требуется постоянство скорости света в ФВ, т. е., требуется постоянство скорости фундаментальных взаимодействий.

Поэтому, чтобы описывать корректно и в одной системе отсчета процессы и события, вне зависимости от их скорости, потребовалось физикам ввести скорость света в координатную систему отсчета, т.е. построить пространство событий. Четвертой (мнимой) пространственной координатной осью стало произведение скорости света на время Ct .

О чем говорит размерность фундаментальной постоянной? Это поток единичной массы через единичную площадь за единицу времени. Это динамическая характеристика, а значит, эта характеристика отражает фундаментальные энергетические свойства нашего вещества. С другой стороны, так как вещество нашего мира является проявлением свойств ФВ, то названная динамическая характеристика отражает энергетические характеристики и ФВ. Но почему в размерности присутствует масса у энергетического не массивного процесса (см. формулу (1))?

Это значит, что масса каким-то образом связана с энергией электромагнитного кванта, у которого масса отсутствует. И так, у нас с одной стороны энергия фотона, а с другой стороны масса. Эти два явления связаны. Например, переход атома в более низкое энергетическое состояние сопровождается излучением электромагнитного кванта. А

чтобы увеличить свою энергию, атом должен поглотить квант или отнять в столкновении энергию у другого атома, что тоже связано с обменом квантами. И во всех этих процессах порции энергии являются дискретными, кратными величине постоянной Планка.

В случае дискретного движения микрообъекта становится понятной природа связи волнового процесса с массой. Волновое состояние несет информацию о том, где и когда сформируется из материи ФВ масса микрообъекта с наперед заданными характеристиками. Причем, энергия, которая заключена в массе, эквивалентна энергии волнового состояния, связанного с этой массой.

При рассмотрении силы тяготения взаимодействующих массивных объектов и силы, которая вызывает ускорение массивного объекта согласно второму закону Ньютона, мы можем приравнять эти две силы. Эксперимент подтверждает это. Поэтому говорим о *Принципе эквивалентности* для сил гравитации и инерции. Иными словами, тяготеющая масса и инертная эквивалентны.

Другим *Принципом эквивалентности* является эквивалентность энергии и массы. Т.е., мы можем приравнять энергии, которые дают (1) и (3).

Оба Принципа являются двумя сторонами одной и той же медали, так как, чтобы придать заданной массе заданное ускорение, требуется по величине одна и та же энергия, одна и та же по величине и направлению сила, вне зависимости от ее природы, чтобы выполнялся закон сохранения энергии. Т.е., *эквивалентность сил является следствием эквивалентности массы и энергии*.

Известно, что полная энергия массивной частицы

$$\varepsilon_m = mc^2 \quad (3)$$

Движение частицы при рассмотрении дискретной модели движения состоит из двух состояний – волнового движения и покоящейся массивной частицы. Волновое движение по неизвестному(?) нам закону каким-то образом "мгновенно" трансформируется в частицу и наоборот. Согласно закону сохранения энергии, энергия волны равна энергии формируемой ею массы: $\varepsilon_\lambda = \varepsilon_m = \varepsilon$. Уравняв (1) и (3), получим:

$$m = \frac{\varepsilon}{c^2} = \frac{h}{c^2 \cdot (\lambda/c)} = \frac{h}{c^2 \cdot t} \quad (4)$$

т. к. $\lambda/c = t$.

В уравнении (4) в числителе стоит постоянная Планка, в знаменатели постоянная скорости света и время. В рамках дискретной модели движения время является дискретной величиной для одиночной частицы. Дискретность предопределена длительностью одного планковского "кванта" времени.

Чем короче длина волны, тем больше энергия волны и тем больше должна быть масса данной частицы, согласно (4). Но так как, согласно модели дискретного движения, масса частицы всегда одна и та же, вне зависимости от ее результирующей скорости. То есть, масса не зависит от соотношения длительности одного волнового движения и длительности одного состояния покоя, являющихся суммами единичных временных квантов. Значит *разные частоты соответствуют разным микрообъектам.*

Электрону соответствует одна собственная частота, а протону другая². Причем, результирующая скорость передвижения в пространстве данной частицы зависит только от отношения длительности одного волнового состояния к длительности одного состояния покоя.

Поэтому, можно сделать вывод, что *спектру элементарных частиц соответствует спектр собственных электромагнитных частот ФВ.*

В рамках дискретной модели движения объект перемещается с какой-то результирующей скоростью V в пространстве, чередуя состояние *object* и состояние *wave*. Характеризует такое дискретное движение известная формула для полной собственной энергии микрообъекта (квадратичная форма обусловлена введением четвертой координатной оси Ct для привязки событий к скорости фундаментальных взаимодействий):

$$E^2 = P_w^2 C^2 + m_0^2 C^4, \quad (5)$$

где $m_0^2 C^4$ является квадратом энергии микрообъекта в состоянии *object*, а $P_w^2 C^2$ является квадратом энергии волнового процесса, где P_w – импульс. Поэтому, для импульса волнового состояния $h\nu = P_w C$. А значит, так как $\lambda = C/\nu$, импульс будет $P_w = h\nu/C = h/\lambda$. Отсюда ясно, почему энергия в виде формулы (5) является лоренцевым инвариантом.

Так как $\varepsilon_\lambda = \varepsilon_m = \varepsilon$, то можно записать

$$E^2 = P_w^2 C^2 + m_0^2 C^4 = 2 \cdot m_0^2 C^4.$$

2 Когда мы научимся генерировать в лаборатории собственные частоты, произойдет технологическая революция и революция мировоззренческая.

Значит, полная или результирующая собственная энергия микрообъекта численно будет равна

$$E = \sqrt{2} \cdot m_0 c^2 . \quad (6)$$

Так как квант действия h иллюстрируется площадью поперечной волны, то импульс, в таком случае, будет пропорционален амплитуде этой волны. Вот почему энергия, а соответственно и импульс у поперечной волны с высокой частотой больше чем у волны со сравнительно низкой частотой, так как в первом случае амплитуда будет больше. То есть, чем больше масса микрообъекта, тем больше, при заданной скорости, будет импульс движущегося микрообъекта, т.е., тем больше будет амплитуда волнового состояния.

При увеличении результирующей скорости микрообъекта увеличивается только кинетическая энергия, а значит увеличивается импульс движущейся массы:

$$p_k = mv .$$

Здесь p_k – это кинетический импульс, который отличается от импульса волнового состояния P_w .

Кинетический импульс является величиной, которая характеризуется произведением массы объекта на его результирующую скорость. А значит, кинетический импульс характеризуется длительностью волнового состояния, которое может состоять из N единичных волновых актов. Чем выше скорость микрообъекта, тем больше кинетический импульс, так как чем выше скорость микрообъекта, тем длительнее волновое состояние.

§3. Гравитационная постоянная

Гравитационная постоянная в уравнении Ньютона появилась в начале девятнадцатого века. Это уравнение описывает силу притяжения между двумя сферическими массами на заданном расстоянии, где сила убывает обратно пропорционально квадрату расстояния:

$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2} .$$

В уравнении присутствуют две тяготеющие массы, квадрат расстояния между ними и G – гравитационная постоянная, имеющая размерность $см^3/(г \cdot с^2)$.

Гравитационная постоянная является коэффициентом пропорциональности. Какую информацию нам несет этот коэффициент? Из-за каких свойств (параметров) ФВ он появился, чтобы связать силу с порождающей ее массой на заданном расстоянии? И, главное: *почему при наличии массы возникает сила тяготения, притягивающая другую массу и искривляющая путь электромагнитных волн?*

Если квант действия и скорость света участвуют в определении величины энергии электромагнитной волны и массивных микрообъектов, то гравитационная постоянная участвует в комбинации с квантом действия только при определении квантов Планка: длины, времени и массы. Это значит, что гравитационная постоянная не имеет прямого отношения к скорости фундаментальных взаимодействий и обмену энергией квантами.

Построить три фундаментальных кванта без участия кого-либо из скорости света, постоянной Планка и гравитационной постоянной невозможно. Никакая комбинация двух постоянных из названных трех не даст требуемые кванты. Значит, гравитационная постоянная играет не менее важную роль чем скорость света и квант действия и также прямо связана со свойствами ФВ, которые проявляются при рождении массы.

Из трех постоянных только гравитационная постоянная имеет в размерности куб пространственной размерности. У скорости света пространственная размерность ($см$) первого порядка, у постоянной Планка второго порядка ($см^2$) и, наконец, у гравитационной постоянной пространственная размерность третьего порядка ($см^3$).

Наблюдается закономерность: пространственная размерность присутствует по нарастающей степени. Нет такого, чтобы дважды повторилась одна и та же пространственная размерность. Или трижды. Как мы знаем, у Природы не бывает случайностей.

Мы постепенно совершенствуем и совершенствуем матаппарат для описания физики нашего мира. Продвигаемся все глубже и глубже в понимании Природы – по крайней мере так считаем. Но на этом фоне остаются незыблемыми аксиомы и постулаты, которые положены в основу не только того как мы описываем наблюдаемые явления, но и как мы их понимаем. Вероятно, многим хотелось бы знать каким образом Природа реализует эти аксиомы и постулаты.

Поэтому, было бы полезным попытаться понять суть трех фундаментальных констант. Но если с пониманием того, что такое скорость света и что такое постоянная Планка не возникает трудностей, то с пониманием того, что такое гравитационная постоянная, трудности возникают. И все же попробуем сделать один шаг к разгадке этого вопроса. Это принципиально, если считать, что *существует Физический Вакуум и наблюдаемый нами мир является проявлением его свойств.*

Если мы можем понять и принять плоское единичное колебание поперечной волны, то массу мы знаем всегда трехмерной. Трехмерность является неотъемлемым атрибутом массы. А значит и гравитационная постоянная должна иметь размерность, которая отражает трехмерность существующего пространства.

В нашем макро-пространстве массивные объекты имеют только три степени свободы: движение в пространстве – раз, вращение вокруг собственной оси – два, пульсации – три. И это все. Размерность равна трем, а четвертую размерность, $c \cdot t$, мы вводим искусственно для того, чтобы правильно описывать пространство событий с учетом того, что единственной реальной скоростью является скорость света, скорость фундаментальных взаимодействий.

Скорость света характеризует скорость фундаментальных взаимодействий. Постоянная Планка говорит о том, что передача или отбор энергии с помощью колебаний ФВ осуществляется дискретным образом и существует квант этой дискретности.

Но эти две фундаментальные константы не говорят нам, что происходит с непрерывной материей ФВ при рождении массы. Они характеризуют поведение уже сформированной массы. Характеризует же последствия формирования массы в ФВ гравитационная постоянная.

Важно отметить, что

- 1). Первые две константы характеризуют уже рожденный дискретный мир вещества, его динамику.
- 2). Гравитационная постоянная характеризует последствия рождения дискретного вещества непрерывной материей ФВ и то как эти последствия проявляются в мире рожденного вещества.

Из-за расхода материи ФВ на формирование массы в ФВ возникают натяжения, что, в свою очередь, приводит к возникновению силы направленной к рожденной массе.

Вектор силы, вызванной возникшим натяжением, направлен к массе. Это натяжение тянет любую массу к породившей его массе. Благодаря этому существует механизм возврата вещества в исходную материю ФВ: накопившаяся масса из-за слияния масс, достигнув радиуса Шварцшильда, возвратится в исходное состояние материи ФВ.

Если произошло натяжение в материи ФВ, значит должна быть у этой материи характеристика, которая предопределяет величину натяжения непрерывной материи при формировании заданной величины массы. Такой характеристикой должна была бы быть упругость.

Упругость характеризуется силой, которую надо приложить к пружине на секунду, чтобы изменить ее на единицу длины в эту же секунду. Размерность коэффициента упругости равна $\text{дин}/\text{см} = \text{г} \cdot \text{см}/(\text{см} \cdot \text{с} \cdot \text{с}) = \text{г}/\text{с}^2$, где $\text{дин} = \text{г} \cdot \text{см}/(\text{с} \cdot \text{с})$.

Дина — единица силы. Исходя из второго закона Ньютона она определяется как сила, изменяющая за 1 секунду скорость тела массой 1 г на 1 см/с в направлении действия силы.

Исходная размерность гравитационной постоянной — $\text{см}^3/(\text{г} \cdot \text{с}^2)$. Эту размерность можно переписать как $(\text{г} \cdot \text{см}/\text{с}^2) \cdot (\text{см}^2/\text{г}^2)$, где первый множитель — это сила. А что такое $(\text{см}^2/\text{г}^2)$? Получается поток силы через элементарную площадку, который вызван одним граммом массы и действующий на каждый грамм массы.

Перепишем размерность гравитационной постоянной иначе: $(\text{г}/\text{с}^2) \cdot (\text{см}^3/\text{г}^2)$. Здесь $(\text{г}/\text{с}^2)$ — размерность коэффициента упругости, который говорит какую силу надо приложить к абсолютно упругому предмету, чтобы изменить его длину на единицу расстояния. В нашем случае этот коэффициент говорит о том, какая сила возникает вследствие натяжения материи ФВ при формировании Физическим Вакуумом единичной массы.

Если мы возьмем резиновый метр и растянем и, или изогнем его, то в абсолютной по отношению к метру системе отсчета произойдет увеличение единицы длины метра. Изменится метрика геометрии метра. К этому привела приложенная сила в определенных точках метра.

Для заданной величины приложенных к метру сил изменение длины метра, т.е., изменение единицы длины, изменение метрики будет зависеть от материала метра. Ясно, что наибольший интерес представляет физика материи метра, а его геометрия является следствием этой физики и величины сил и точек их приложения.

Описывает поведение метрики пространства-времени в присутствии тяготеющей массы Общая Теория Относительности (ОТО) и спектр других "геометрических" теорий. ОТО и др. базируются не на описании и использовании законов, которые описывают физику материи ФВ, а на характеристиках явлений, которые являются проявлением этих свойств. Грубо говоря, ОТО "откалибрована" на уже известных ньютоновских зависимостях и, опираясь на них, описывает метрику пространства-времени.

Это связано с тем, что физика эволюционировала во времени от простого к сложному. Т.е., путь ее развития был от частного к сложному. На этом пути создавались и совершенствовались аксиомы. Развивался матаппарат, который призван был вместе с исходными аксиомами позволить описывать всю наблюдаемую физику природы в рамках единой теории.

В ОТО законы Ньютона переписаны геометрическим языком с использованием мнимой четвертой координатной оси $c \cdot t$. Фактически, используя ОТО, мы знаем только как изменится метрика пространства-времени в присутствии нерелятивистской массы, т. е. массы, радиус которой далек от радиуса Шварцшильда. Но о физике материи, метрика которой изменяется, мы не узнаем ничего.

Природу эквивалентности энергии массы и энергии электромагнитной волны мы разобрали в §2, остается еще вопрос о том как реализуется в природе эквивалентность сил ускорения и сил тяготения.

В силу эквивалентности сил ускорения и сил тяготения, они приравниваются:

$$F = ma = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2}, \quad (7)$$

где a – ускорение, вызванное приложенной силой к массе.

Поэтому,

$$a = G \cdot \frac{M}{r^2}. \quad (8)$$

Почему эти силы эквивалентны и почему ускорение пробной частицы в поле тяготения другой массы не зависит от ее собственной массы, если $M \gg m$?

У нас есть исходные факты: 1). Согласно дискретной модели движения масса микрообъекта не зависит от его результирующей скорости. 2). Скорость волнового перемещения всегда одна и та же и равна скорости света. 3). Энергия волнового движения (1) и энергия, которую содержит масса (3), равны.

Гравитационная сила притяжения является силой натяжения. Эта сила ускоряет объект, увеличивает длительность волнового состояния объекта. Остальные типы сил, аналогично, чтобы придать телу ускорение должны сообщить этому телу дополнительный импульс, т. е. увеличить длительность волнового состояния этого объекта. Все силы действуют через один и тот же механизм – увеличивают или укорачивают длительность волнового состояния объекта.

Следовательно, чтобы сообщить телу ускорение природа происхождения силы не играет роли потому как масса объекта постоянна и скорость перемещения волнового состояния постоянна. А так как выполняется закон сохранения энергии, то и силы вызывающие одинаковый эффект, вне зависимости от их происхождения, должны быть равны.

Величины констант

Гравитационная постоянная:

$$G = 6.67408 \cdot 10^{-8} \text{ дин} \cdot \text{см}^2 / \text{г}^2. \text{ 1 дин} = 1 \text{ г} \cdot \text{см} / \text{с}^2, (\text{г} \cdot \text{см} / \text{с}^2) \cdot (\text{см}^2 / \text{г}^2) = \text{см}^3 / (\text{г} \cdot \text{с}^2)$$

Скорость света:

$$c = 2.997792458 \cdot 10^{10} \text{ см} / \text{с}.$$

Постоянная Планка:

$$h = 6.626068 \cdot 10^{-27} \text{ г} \cdot \text{см}^2 / \text{с}.$$

Квант длины Планка:

$$l_{Pl} = \sqrt{\frac{G \cdot h}{c^3}} = 4.05155 \cdot 10^{-33} \text{ см}.$$

Квант массы Планка:

$$m_{Pl} = \sqrt{\frac{h \cdot c}{G}} = 5.45548 \cdot 10^{-5} \text{ г}.$$

Квант времени Планка:

$$t_{Pl} = \sqrt{\frac{G \cdot h}{c^5}} = 1.35151 \cdot 10^{-43} \text{ с}.$$