

Трансформация принципа неопределённости Гейзенберга

Б.С. Дижечко
fizika3000@yandex.ru

(Получена 27 июля 2008; опубликована 15 октября 2008)

На основе концепции движущегося пространства-материи принцип неопределённости Гейзенберга трансформирован в принцип физической иррациональности точек пространства-материи, что позволяет чётко выявить геометрический смысл вероятностного описания квантовых явлений.

Принципом неопределённости Гейзенберга в квантовой физике называют закон, который устанавливает ограничение на точность одновременного измерения двух переменных состояний, например, положения и импульса частицы, являющегося самым известным отношением этого принципа:

$$\Delta x_i \Delta p_i \geq \frac{\hbar}{2},$$

где « \hbar » является постоянной Планка (h) поделенной на 2π . Заметим, что здесь, очевидно, $\Delta x_i = \Delta l_i = \sqrt{\Delta^2 x + \Delta^2 y + \Delta^2 z}$

Благодаря этому принципу, теоретически стало возможным заполнить пустое пространство внутри атома вероятностями появления электрона, что практически означает пространственное распределение электромагнитной материи электрона. В результате этого, внутри атома исчезло пустое пространство, рассматриваемое в атомной модели Резерфорда как классическоеместилище тел, в данном случае электронов. Однако эта сторона принципа неопределённости Гейзенберга рассматривается очень редко, и не приобрела должного развития.

Обобщение двух понятий пространства и материи в понятие единой субстанции движущегося пространства-материи, даёт возможность, двигаясь именно в этом направлении, трансформировать принцип неопределённости Гейзенберга в принцип определённости точек движущегося пространства-материи. И наоборот, именно эта трансформация даёт описание самого обобщённого понятия движущегося пространства-материи. В этой работе известные квантовые выражения интерпретированы на основе этого обобщённого понятия движущегося пространства-материи.

Рассмотрим пространство-материю в состоянии физического вакуума. В этом состоянии пространство-материя не содержит частиц вещества и поэтому абсолютно прозрачно. В таком состоянии пространство-материя осознаётся нами как пустоеместилище тел. Однако кажущееся нам пустымместилище тел образуется движущимся пространством-материей и не может существовать без него. Это происходит оттого, что движение точек пространства-материи подчиняется принципу линейной суперпозиции, и они участвуют в бесконечном числе колебаний пространства-материи. Колебаться так могут только абсолютно твёрдые, бесконечно свободные и не обладающие внутренней нелинейностью объекты. Далее обратим внимание на то, что слева и справа знака неравенства в формуле принципа неопределённости Гейзенберга стоят выражения

момента импульса. По определению момент импульс содержит в себе радиус кривизны движения вокруг точки с координатами x_0, y_0, z_0 :

$$R = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - z_0)^2}$$

Учитывая совпадение $\Delta x = R$, неравенство принципа неопределённости Гейзенберга можно записать следующим образом:

$$\Delta p_i \geq \frac{\mathbf{h}}{2R} = \frac{\mathbf{h}}{2\sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - z_0)^2}}.$$

Это неравенство показывает, что при уменьшении интервала, содержащего точку с координатами x_0, y_0, z_0 , происходит увеличение приращения импульса, необходимого для приведения во вращение пространства-материи вокруг этой точки. В бесконечно малом интервале, содержащем эту точку, это приращение становится бесконечно большим. Приведённая формула трансформирует принцип неопределённости Гейзенберга в принцип определённости каждой точки пространства-материи с координатами x_0, y_0, z_0 . Принцип определённости показывает, что выделение области содержащей точку пространства-материи с координатами x_0, y_0, z_0 происходит путём воздействия импульса, превышающего или равного указанной величине.

Принцип определённости является своего рода принципом физической иррациональности точек пространства-материи, который указывает на их неуничтожимость и бесконечную делимость. Он означает то, что локализацию точки пространства-материи можно произвести лишь интервально с той или иной точностью. При этом с уменьшением интервала возрастает импульс, т.е. точность локализации точки пространства-материи зависит от его величины. Таким образом, каждая точка пространства-материи с координатами x_0, y_0, z_0 помечена тем, что для её расщепления от других точек необходим бесконечно большой импульс.

Принцип определённости точек пространства-материи, или принцип физической иррациональности, делает абсолютно твёрдым бесконечно малый интервал, т.е. точку пространства-материи с координатами x_0, y_0, z_0 и, наоборот, делает пластичным бесконечно большой интервал пространства-материи. Этот факт указывает на то, что все точки пространства-материи находятся под концентрирующимся на них воздействием всего пространства-материи. Для того чтобы привести совокупность точек пространства-материи во вращательное движение, необходим импульс, компенсирующий это воздействие. Сумма сил при этом будет равна нулю:

$$F = \frac{dp}{dt} = \frac{d}{dt} \frac{\mathbf{h}}{R} = 0$$

При расширении интервала, бесконечно большая сила, сконцентрированная на точке пространства-материи, распределяется между остальными точками и тем самым даёт возможность каждому импульсу скомпенсировать давление и возбудить вращение пространства-материи в интервале соответствующем его величине. Всё это можно интерпретировать так, как будто абсолютная твёрдость отдельных точек пространства-материи переходит в упругость его натяжения, которая уменьшается до абсолютной мягкости при бесконечном увеличении радиуса совокупности точек пространства-материи. Такое распределение упругости способствует распространению в её среде особого рода упругих поперечных волн Рэлея, возникающих путём компенсирующего

противодействия давлению пространства-материи, побуждающего его точки вращаться вокруг общего центра.

Такими волнами пространства-материи являются электромагнитные волны. Принято считать, что электромагнитные волны для своего распространения, не нуждаются ни в какой среде. Это не правильно. Электрическое и магнитное поле электромагнитных волн возникают и исчезают в тех же местах в то же самое время, так что представление о том, что электрическая и магнитная энергия, превращаясь друг в друга циклически, продвигают вперёд электромагнитную волну – не правильно. Поэтому электромагнитные колебания нуждаются в среде для передачи вперед своего импульса. Пространство-материя и есть та самая среда, в которой образуются и распространяются электромагнитные волны.

В этих волнах пространства-материи электрические и магнитные поля существуют без всякой связи со свойствами электронами и служат лучшим объектом для изучения их свойств. С одной стороны, представляя собой колебания электрических и магнитных полей, электромагнитная волна является волной с поперечным колебанием векторов напряжённости электрического и магнитного полей, описанные уравнениями Максвелла. С другой стороны то, что возбуждение с импульсом p не может проникнуть вглубь определённого интервала пространства-материи делает электромагнитные волны похожими на поверхностные волны Рэлея. Каждый период этой волны несёт в себе квант действия равный импульсу $p = \hbar/2R$. При этом скорость передвижения волны совпадает со скоростью частиц пространства-материи на её гребне, т.е. в слое на расстоянии R от центра вращения. Для электромагнитной волны пространства-материи в состоянии физического вакуума квадрат этой скорости равен $c^2 = 1/\mu_0 \epsilon_0$.

Электромагнитная волна не является стационарным объектом. Точки пространства-материи при её движении совершают вращательное движение. С окончанием возбуждения заканчивается и вращение точек пространства-материи. Подчиняясь принципу суперпозиции, точки пространства-материи могут участвовать одновременно в нескольких колебательных процессах, под воздействием накладывающихся на них волн, образуя интерференционную картину в случае монохроматических волн. Совершая вращательное движение в электромагнитной волне как твёрдое тело, пространство-материя остаётся проницаемой (прозрачной) для других электромагнитных волн и частиц вещества и по причине того, что частицы пространства-материи уже участвуют в других движениях, приходится говорить не о самом импульсе p , а о приращении импульса Δp и приращении других величин, например, энергии ΔE .

Если взять монохроматическую электромагнитную волну с частотой ν . То, как и во всякой поверхностной волне точки пространства-материи в ней вращаются в общем случае по эллипсу, одна ось которого направлена вдоль движения волны, а другая перпендикулярно ему. Очевидно, что вращающееся как твёрдое тело пространство-материя имеет относительно центра вращения момент импульса, который равен, согласно принципу определённости, нижней грани его неравенства, т.е. $L_z = \hbar$

Известно, что момент импульса твёрдого тела относительно оси равен произведению момента инерции тела относительно той же оси на угловую скорость.

$$L_z = J_z \omega$$

Откуда можно выразить момент инерции: $J_z = L_z / \omega$

Известно также, что кинетическая энергия вращения равна: $E = J_z \omega^2 / 2$.

Подставляя в эту формулу выражение момента инерции, получим $E = L_z \omega / 2$.

Подставляя сюда $L_z = h$, получим $E = h \omega / 2$. Так как один период колебания содержит два полупериода, то окончательно получим $E = 2h\omega / 2 = h \omega$. Таким образом, из принципа физической иррациональности пространства-материи получили выражение энергии кванта электромагнитной волны. Пространство-материя в возбуждённом состоянии в пределах интервала определённости является квантом. При этом очевидно, что длина электромагнитной волны λ равна радиусу кванта пространства-материи.

Выражая частоту ω через период обращения, и подставляя знаки приращения Δ , получим известное отношение принципа неопределённости Гейзенберга - отношение неопределённости между энергией и временем:

$$\Delta E \Delta t \geq \frac{h}{2}$$

Здесь Δt – это период обращения пространства-материи вокруг общего центра. Тогда, ΔE будет приращением энергии, необходимой для возбуждения этого обращения. Обратно, выражая период обращения через его частоту, получим известное выражение энергии кванта электромагнитного излучения $E = h\nu$. Отметим, что здесь взят период обращения интервала пространства-материи, радиус которого определяется приращением импульса согласно принципу физической иррациональности точек пространства-материи. Уменьшение радиуса уменьшает период обращения, и необходимое приращение энергии возрастает, достигая бесконечно большого значения в центре обращения.

Выявляя квантовое свойство пространства-материи, принцип определённости указывает на то, что по отношению к возбуждению оно ведёт себя абсолютно жёстко и его вращение вокруг центра происходит аналогично твёрдому телу, к которому можно применить формулы динамики вращающегося тела. При этом частота вращения точек пространства-материи не зависит от расстояния от центра вращения. Как и в твёрдом теле, импульс материальной точки при вращении пространства-материи (промата) уменьшается по мере приближения к центру вращения и в самом центре становится равным нулю. Это позволяет брать точку центра вращения промата за начало системы координат с осями, продолжающимися до точек пространства-материи, покоящимися относительно этого центра. Относительно этой системы и происходит вращение промата. Таким образом, пространство-материя (промат) обладает твёрдостью, которая проявляется при его возбуждении.

Частицы вещества также представляют собой вращение пространства-материи. Их твёрдость и непроницаемость, обусловлены принципом определённости и вытекают из свойства пространства-материи проявлять твёрдость при его возбуждении, т.е. частицы вещества представляют собой стационарно возбуждённые участки пространства-материи.

При взаимодействии с частицами вещества электромагнитная волна проникает в глубь атома настолько, насколько позволяет ей это делать согласно принципу определённости её импульс, т.е. до расстояния от центра равному радиусу: $R = \frac{h}{\Delta p}$. Отсюда и следует, что взаимодействие квантов электромагнитной волны с частицами вещества происходит аналогично взаимодействию двух твёрдых тел.

Наилучшим подтверждением этого взаимодействия считается комптоновский эффект, который объясняет квантовая механика. Однако существование кванта невозможно без электромагнитной волны и поэтому объяснение этого эффекта должно быть и на основе теории электромагнитных волн. Качественное объяснение этого явления на основе волновой теории может состоять в том, что частицы вещества обладают нелинейностью и различными частотами обращения частиц пространства-материи внутри микрочастиц. Механизм изменения длины волны набегающего кванта в результате рассеяния на электроны состоит в том, что частота излучения, при сложении с различными вращательными колебаниями точек пространства-материи на нелинейности частицы вещества, образует биения с низкой частотой. Но так как глубина проникновения электромагнитной волны вглубь электрона зависит от её длины волны, то разность длины волны набегающего излучения и рассеянного остаётся постоянной и зависит только от точности её попадания в электрон. На языке классической теории рассеяния электромагнитных волн Дж. Дж. Томсона электромагнитная волна возбуждает не весь электрон, а только его внешний слой.

Следовательно, частица вещества также представляет собой вращение интервала точек пространства-материи, но отличается от кванта излучения тем, что точки пространства-материи в ней вращаются с различной частотой, т.е. представляют собой волновой пакет, непрерывные составляющие которого удерживаются вместе в результате действия нелинейности пространства-материи в частице вещества.

Предполагая сферичность кванта пространства-материи можно определить плотность его энергии:

$$w = \frac{3hn}{4pR^3} = \frac{3hc}{4pR^4} = \frac{3\Delta p^4 c}{4ph^3}$$

Приравняв плотность энергии кванта к плотности энергии электромагнитной волны $w = \sqrt{emEH}$, получим уравнения, отражающие их связь:

$$w = \frac{3\Delta p^4 c}{4ph^3} = \sqrt{emEH}$$

$$\frac{3\Delta p^4}{4ph^3} = emEH$$

$$EH = \frac{3\Delta p^4 c^2}{4ph^3}$$

$$EH = \frac{3\Delta p^4}{4ph^3 em}$$

$$\Delta p = \sqrt[4]{\frac{4ph^3 EH}{3c^2}} = \sqrt[4]{4/3ph^3 emEH}$$

Эти выражения показывают, что с квантом пространства-материи импульса Δp связано произведение электрической и магнитной напряженности EH , которые до этого были скрытыми величинами. Отношения скрытых величин, характеризующих квант вращения и электромагнитного колебания пространства-материи, и определяют вероятность проявления его корпускулярных свойств.

Рассмотрим применение теории вероятности событий в пространстве-материи. Для этого используем геометрическое определение вероятности. Геометрической вероятностью события A называется отношение меры области, благоприятствующей появлению события A , к мере всей области, т.е.

$$P(A) = mes\ g / mes\ G.$$

В данном случае событие A состоит в участии точек пространства-материи электромагнитной волны в кванте вращательного движения. Следовательно, вероятность события A будет равно отношению $mes\ g$, участвующей во вращении к мере всей области $mes\ G$, в которой происходит колебание.

Колебание и квантовое вращение пространства-материи можно отобразить на комплексной плоскости формулами: $y_1 = R_1 e^{\frac{i}{\hbar} Et}$ и $y_2 = R_2 e^{\frac{i}{\hbar} px}$.

Для электромагнитной волны пространства-материи $R_1 = R_2 = \lambda$

Поделив ψ_2 на ψ_1 , получим волновую функцию для электромагнитной волны:

$$y = \frac{y_2}{y_1} = A e^{-\frac{i}{\hbar}(Et - px)}$$

где модуль $A = R_2 / R_1$ является безразмерным числом. Умножая ψ на сопряжённую функцию ψ^* , получим квадрат модуля $|\psi|^2 = R_2^2 / R_1^2$, который в квантовой механике имеет смысл плотности вероятности.

При нормировке квадрата модуля этой функции определяется отношение площади кванта к площади электромагнитной волны, т.е. вероятность её обнаружения.

После нормировки волновой функции из условия $\int_{-\infty}^{\infty} |\Psi|^2 dV = 1$ вероятность найти частицу в момент времени t в конечном объёме V будет равна

$$W = \int_V dW = \int_{-\infty}^{\infty} |\Psi|^2 dV$$

Следовательно, вероятность участия точек пространства-материи во вращательном движении электромагнитной волны будет равно отношению меры пространства-материи $mes\ g$, участвующей во вращении к мере всей области $mes\ G$, в которой происходят колебания. Для электромагнитной волны можно взять $mes\ g = 2\pi R^2$ и $mes\ G = 2\pi \lambda^2$, тогда эта вероятность будет равна $P(A) = mes\ g / mes\ G = R^2 / \lambda^2 = 1$, так как $R = \lambda$.

Таким образом, обобщённое понятие пространства-материи и трансформация принципа неопределённости Гейзенберга в принцип определённости точек пространства-материи позволяет выявить скрытые переменные, отношение которых делает движение микрообъектов вероятностным. Действительно, как сказал А.Эйнштейн: «Бог не играет в кости», а сама вероятность возникает из соотношения скрытых переменных. В данном случае от того, какой величины интервал пространства-материи способен возбудить тот или иной импульс.

Из всего этого следует, что обобщение понятий пространства и материи в понятие единой субстанции движущегося пространства-материи не только не противоречит основным идеям квантовой физики, но и необходимо современной физики для выхода из вероятностного описания явлений в микромире в более конкретное элементарное натурфилософское описание всего мира. Обобщённое понятие движущегося пространства-материи описывается принципом определённости или, точнее, принципом физической иррациональности его точек, основой которого является трансформированная формула принципа неопределённости Гейзенберга. Ввиду того, что формулы отношений неопределённости Гейзенберга здесь применяются иначе, чем принято в квантовой физике, предлагается этот принцип физической иррациональности называть также принципом определённости Дижечко-Гейзенберга.