Г.И. Шипов

СВЯЗЬ МЕЖДУ ИНЕРЦИЕЙ И КВАНТОВОЙ ТЕОРИЕЙ В МЕХАНИКЕ ДЕКАРТА

Введение

Одной из причин, побудившей основателей квантовой механики М.Планка, А.Эйнштейна, Л. де Бройля и Э.Шредингера не считать квантовую теорию окончательной, является отсутствие в ней образного мышления. Многие из выдающихся физиков (Н.Бор, М.Борн) считали такое положение дел неотъемлемым свойством микромира, противореча, тем самым, известному философскому принципу – что наверху, то и внизу.

Отказ от образного мышления, точнее всего отражает следующее замечание М. Гелл-Манна: «Квантовая механика, это полная загадок и парадоксов дисциплина, которую мы не понимаем до конца, но умеем применять». П.Ланжевен назвал отказ от образного мышления в квантовой теории «интеллектуальным развратом», полагая, что «ничто в переживаемых нами трудностях не оправдывает и не требует изменения наших установок, что было бы равносильно отречению».

Какие последствия отказа от образного мышления в квантовой физике мы видим сегодня? Это, прежде всего:

1) изобилие насыщенных математикой теоретических работ, далеких от решения насущных проблем современной физики и создающих «белый шум» в информационном поле науки;
2) насаждение в умах молодого поколения физиков точки зрения, что только квантовая теория может быть исходным пунктом для дальнейшего развития физики;
3) пренебрежительное отношение к философии, методологии и интуиции при разработке новых физических концепций;
4) появление общепризнанных конструктивных теорий, таких, как теория сильного, слабого взаимодействий, теории струн и т.д., которые, являясь тупиковыми в силу своей конструктивной природы, возводятся в ранг фундаментальных теорий;
5) тотальное игнорирование ведущими теоретиками экспериментальных данных, которые не укладываются в современную картину мира, особенно тех экспериментов, которые касаются психофизики.

В такой сложной ситуации у нас остается, пожалуй, единственный рациональный путь, который может привести к успеху – это возврат к решению тыловых (нерешенных) проблем физики, на которые указывали, в свое время, И.Ньютон, Э.Мах, А.Эйнштейн, П.Дирак и другие физики. Одной из таких нерешенных задач является проблема происхождения инерции.

Проблема происхождения инерции

Вот что пишет об инерции А.Пайс в книге «Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна», Москва, Наука, 1989: «По моему мнению, проблема происхождения инерции была и остается наиболее темным вопросом в теории частиц и полей».

Проблема инерции интересует физиков со времен Ньютона. Почему искривляется поверхность воды в ведре при его вращении? Чтобы объяснить этот опытный факт Ньютон вводит в физику понятие абсолютного пространства (эфир Ньютона) и трактует появление сил инерции ускоренным движением ведра относительно абсолютного пространства.

Ньютон связывает с абстрактным абсолютным пространством абстрактную инерциальную систему отсчета, которая в материальном мире существует лишь в воображении.

Позднее Э.Мах заменяет абстрактный эфир Ньютона более реальным объектом – распределением масс во Вселенной, полагая, что силы инерции возникают при ускоренном движении относительно удаленных масс. Принцип Маха фактически предполагает существование в природе своего рода «материального эфира», заполняющего все пространство и обеспечивающего дальнодействие между объектами, т.е. мгновенную передачу информации. Действительно, удаленные массы находятся на большом расстоянии от ускоренно движущегося предмета (например, вращающегося ведра), а силы инерции возникают сразу же, как только начинается ускоренное движение. Поэтому принцип Маха предполагает, что причинно-следственная связь между удаленными массами и ускоренным объектом устанавливается мгновенно, допуская сверхсветовые скорости передачи информации. Согласно Маху, инерциальная система отсчета связана с центром масс Вселенной, относительно которого рассматривается ускоренное движение. Отметим, что центр масс Вселенной предполагает существование некоторой выделенной точки (или достаточно малой области) в трехмерном пространстве. Это порождает анизотропию трехмерного пространства по отношению к ускоренному движению. В эксперименте такой анизотропии не наблюдается, поэтому принцип Маха не проясняет проблему инерции.

Эфир механики Декарта

Подобных недостатков лишена механика Декарта (см. G. Shipov. Decartes' Mechanics - Fourth Generalization of Newton's Mechanics. In: «7-th International.Conference Computing Anticipatory Systems» HEC - ULg, Liege, Belgium, 2005. P. 36.), поскольку в ней все системы отсчета оказываются ускоренными, даже если они движутся прямолинейно и равномерно относительно друг друга! В работе автора «Теория физического вакуума, теория, эксперименты, технологии» М.: Наука, 1997, с.450. такие системы отсчета были названа ускоренными локально инерциальными системами отсчета второго рода. Такая система отсчета может быть связана с центром масс свободно вращающегося однородного сферического гироскопа. Известно, что на центр масс такого гироскопа (в силу его симметрии и однородности) действуют скомпенсированные силы инерции, поэтому он движется равномерно и прямолинейно относительно центра масс другого подобного гироскопа. Устремив радиус гироскопа к нулю, мы получим ориентируемую материальную точку со свойствами инерциальной системы отсчета. Но, из-за воздействия на ее центр масс скомпенсированных сил инерции, она является ускоренной по определению - система отсчета считается ускоренной, если в ней действуют силы инерции. Другими словами, «материальный эфир» в механике Декарта представляет собой многообразие ориентируемых точек - своеобразных вращающихся микрогироскопчиков, движущихся друг относительно друга с постоянной скоростью. Назовем этот объект «материальным эфиром Декарта». Поскольку в механике Декарта любое движение является вращательным, то поля и силы инерции возникают в этой механике при ускоренном движении (вращении) материального объекта относительно «материального эфира Декарта», т.е. инерция имеет в механике Декарта локальную природу и не нуждается в привлечении понятия дальнодействия.

Масса в механике Декарта

Специальная теория относительности обобщила механику Ньютона на случай больших скоростей, при этом масса m оказалась зависящей от скорости частицы

$$m = m_0(1 - v^2/c^2)^{-1/2}, \tag{1}$$

где m_0 - масса покоя, c - скорость света, v - скорость частицы.

С другой стороны, в квантовой механике масса частицы зависит от частоты ω волновой функции как

$$m = h\omega/c^2, \tag{2}$$

где h - постоянная Планка. Это соотношение можно переписать, например, через спин электрона $s = h/2$ в виде

$$m = 2s\omega/c^2. \tag{3}$$

В макроскопических экспериментах С. Барнетта (1909 г.) и Эйнштейна-де Гааса (1915 г.) с ферромагнетиками спин электрона трактуется как его собственный механический момент. Эти эксперименты явно указывают на глубокую связь между квантовой и классической физикой через вращательные свойства материи. Действительно, в системе отсчета, в которой частица покоится, формула (3) принимает вид: $m_0 = 2s\omega_0/c^2$, откуда следует, что свойства массы покоя зависят от ее внутреннего вращения.

Этот вывод блестяще подтверждается уравнениями механики Декарта, поскольку в ней любое наблюдаемое движение представляет собой вращение. Например, при движении частицы вдоль оси x, формула (1) в механике Декарта принимает вид

$$m = m_0(1 - v^2(t)/c^2)^{-1/2} = m_0[1 - (th\theta_x(t))^2]^{-1/2}, \tag{4}$$

где θ_x - псевдоевклидов угол в плоскости $ct - x$. Из этой формулы видно, что изменение массы происходит в результате ее вращения в пространственно-временных плоскостях.

В общем случае масса m в механике Декарта имеет полевую природу и определяется через торсионное поле $T^i{}_{jk}$ согласно соотношению (см. «Теория физического вакуума, теория, эксперименты, технологии» М.: Наука, 1997, с.450.)

$$m = \int (-g)^{1/2} \rho dV = \frac{c^2}{4\pi G} \int (-g)^{1/2} \left\{ g^{jm} \left(\nabla_{[i} T^{i}{}_{|j|m]} + T^{i}{}_{s[i} T^{s}{}_{|j|m]} \right) \right\} dV, \tag{5}$$

$$i, j, k ... = 0,1,2,3.$$

Здесь ρ - плотность массы, G - гравитационная константа, g - детерминант метрического тензора g_{ik} пространства событий, ∇_i - ковариантная производная относительно символов Кристоффеля $\Gamma^{i}{}_{jk}$. Интегрирование ведется по трехмерному объему $dV = dxdydz$.

Торсионное поле $T^{i}{}_{jk}$ выражается через производные от шести угловых переменных - трех пространственных углов $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ и трех пространственно-временных углов $\theta_1, \theta_2, \theta_3$, т.е. фактически является угловой скоростью вращения 4^x мерной ориентируемой точки. Поэтому формулу (5) необходимо рассматривать как обобщение соотношения (3). Обращение торсионного поля $T^{i}{}_{jk}$ в нуль (остановка вращения внутри массы) обращает массу (5) в нуль. Для механики Декарта это вполне приемлемо, поскольку в этой механике нет никакого движения, кроме вращения, а значит не может быть никакой материи вне вращения.

Плотность массы ρ в формуле (5) значительно упрощается, если записать ее в ускоренной локально инерциальной системы отсчета второго рода, заменившей инерциальную систему. Используя статическое, сферически симметричное частицеподобное решение вакуумных уравнений, которым удовлетворяет торсионное поле $T^{i}{}_{jk}$, можно представить плотность массы в виде

$$\rho = \frac{c^2}{8\pi G} \Phi^2 = m \,|\, \Psi \,|^2 = m \psi^* \psi = m \delta(\mathrm{r}), \tag{6}$$

где Φ - торсионное поле, Ψ - нормированное на единицу комплексное торсионное поле (для простоты мы взяли одну компоненту), $\delta(\mathrm{r})$ - дельта функция Дирака, а m просто число. Соотношение (6) совпадает с подобным равенством в квантовой механике и позволяет понять дуализм волна-частица в терминах классической физики торсионных полей. Такой дуализм появляется в чисто полевой теории массы, описываемой равенством (5) , в частном случае, когда полевая масса:

1) не зависит от времени;
2) наблюдается в ускоренной локально инерциальной системе отсчета второго рода;
3) торсионное поле $T^{i}{}_{jk}$ является слабым.

Торсионное поле порождает поля и силы инерции

В механике Декарта торсионное поле $T^{i}{}_{jk}$ определяет антисимметричный тензор вращения 4^x мерной ориентируемой точки

$$\Omega_{ij} = T_{ijk} \frac{dx^k}{ds} = -\Omega_{ji}, \tag{7}$$

где $ds = (g_{ik} dx^i dx^k)^{1/2}$ - линейный элемент пространства событий. Для слабых полей и в нерелятивистском приближении тензор (7) имеет следующие компоненты

$$\Omega_{ij} = \begin{pmatrix} 0 & -W_1 & -W_2 & -W_3 \\ W_1 & 0 & -c\omega_3 & c\omega_2 \\ W_2 & c\omega_3 & 0 & -c\omega_1 \\ W_3 & -c\omega_2 & c\omega_1 & 0 \end{pmatrix}. \tag{8}$$

Здесь трехмерный вектор поступательного ускорения W_α, $\alpha = 1,2,3$, определяется через вращение в псевдоевклидовых плоскостях как

$$W_\alpha = (W_1 = c\frac{d(th\theta_x)}{dt}, W_2 = c\frac{d(th\theta_y)}{dt}, W_3 = c\frac{d(th\theta_z)}{dt}), \tag{9}$$

а компоненты $\Omega_{\alpha\beta}$ связаны с пространственной угловой скоростью

$$\omega_\alpha = (\omega_1 = \frac{d\varphi_1}{dt}, \omega_2 = \frac{d\varphi_2}{dt}, \omega_3 = \frac{d\varphi_3}{dt}). \tag{10}$$

Элементы матрицы (8) образуют поля и силы инерции. Действительно, поступательная сила инерции $\vec{F}_1$, порожденная вращением в пространственно-временных плоскостях, запишется как

$$\vec{F}_1 = -m\vec{W} \tag{11}$$

Оставшиеся три силы инерции – центробежная, Кориолиса и сила, связанная с вращательным ускорением

$$\vec{F}_2 = -m[\vec{\omega}[\vec{\omega}\vec{r}]], \quad \vec{F}_3 = -2m[\vec{\omega}\vec{v}], \quad \vec{F}_4 = -m[\dot{\vec{\omega}}\vec{r}] \tag{12}$$

порождены вращением в трехмерном пространстве. Таким образом, источником сил инерции является торсионное поле $T^i{}_{jk}$. Антисимметричная часть торсионного поля

$$T^i{}_{[jk]} = -\Omega_{jk}{}^{..i} \tag{13}$$

представляет собой кручение пространства абсолютного параллелизма. Поэтому можно утверждать, что силы инерции и поля инерции порождены кручением пространства абсолютного параллелизма. Поскольку все силы и поля инерции связаны с вращением материи, то справедливо и обратное утверждение (Э.Картан, 1922 г.) – вращение материи порождает кручение пространства.

Проблема движения торсионной материи

Торсионные поля удовлетворяют расширенной геометризированной системы уравнений Эйнштейна-Янга-Миллса

$$\nabla_{[k} e^a_{j]} + T^i_{[k\,j]} e^a_i = 0, \tag{A}$$

$$R_{jm} - \frac{1}{2} g_{jm} R = \nu T_{jm}. \tag{B.1}$$

$$C^a_{bkm} + 2\nabla_{[k} T^a_{|b|m]} + 2T^a_{c[k} T^c_{|b|m]} = -\nu J^a_{bkm}, \tag{B.2}$$

с геометризированным тензором энергии-импульса

$$T_{jm} = -\frac{2}{\nu}\left\{\left(\nabla_{[i} T^i_{|j|m]} + T^i_{s[j} T^s_{|i|m]}\right) - \frac{1}{2} g_{jm} g^{pn}\left(\nabla_{[i} T^i_{|p|n]} + T^i_{s[i} T^s_{|p|n]}\right)\right\}, \tag{14}$$

и с геометризированным тензором тока

$$J_{ijkm} = 2g_{[k(i}T_{j)m]} - \frac{1}{3}Tg_{i[m}g_{k]j.} \quad (15)$$

Уравнения (B.1) представляют собой обобщение вакуумных уравнений Эйнштейна $R_{jk} = 0$, но с тензором энергии импульса материи (14), порождённым торсионным полем $T^i{}_{jk}$. Если торсионное поле обращается в нуль, то кривизна Римана в уравнениях (B.1) равна нулю и пространство событий переходит в пространство Минковского.

Определение массы (5) следует из тензора (14). Поскольку торсионное поле $T^i{}_{jk}$ в интеграле (5) выражается через поля инерции, мы можем определить массу любого объекта как меру его поля инерции. Можно также считать, что уравнения (A), (B) описывают динамику полей инерции.

Уравнения движение частиц материи следуют из тождеств Бианки, которые для уравнений (B.1) запишутся в виде

$$\nabla_j\left(R^{jm} - \frac{1}{2}g^{jm}R\right) = \nu\,\nabla_j T^{jm} = 0. \quad (16)$$

Для частного случая, когда плотность торсионной материи представляется соотношениями (6) из закона сохранения (16) следует

$$\nabla_j T^{jm} = \frac{1}{\nu}[\nabla_j \rho(x^i)u^j]u^m + \frac{1}{\nu}\rho(x^i)u^j\nabla_j u^m = 0, \quad (17)$$

где $u^i = dx^i/ds$ - 4^x вектор линейной скорости начала ориентируемой материальной точки. Равенство (17) распадается на уравнения движения начала ориентируемой точки во внешних полях

$$u^j\nabla_j u^m = \frac{d^2x^i}{ds^2} + \Gamma^i_{jm}\frac{dx^j}{ds}\frac{dx^m}{ds} = 0, \quad (18)$$

и обобщенное уравнение непрерывности (уравнение во внешних полях)

$$\nabla_j(\rho\, u^j) = (\rho\, u^j)_{,j} + \Gamma^n_{nj}(\rho\, u^j) = 0. \quad (19)$$

Если масса (5) сохраняется, то уравнение (19) принимает обычный вид

$$(\rho\, u^m)_{,m} = 0. \quad (20)$$

Квантовая механика торсионных полей

Учитывая (6), запишем уравнение непрерывности (20) в виде

$$\frac{\partial\rho}{\partial t} + div\rho v = \frac{\partial\Psi\Psi^*}{\partial t} + div\Psi\Psi^* v = 0. \quad (21)$$

Это уравнение нелинейно относительно торсионного поля Ψ. Линеаризуем его с помощью подстановок

$$v = Cgrad\ln\frac{\Psi}{\Psi^*} = C\left(\frac{grad\Psi}{\Psi} - \frac{grad\Psi^*}{\Psi^*}\right), \quad \Psi\Psi^* v = C\left(\Psi^* grad\Psi - \Psi grad\Psi^*\right),$$

$$C = const.$$

В результате из (21) имеем

$$\Psi\left(\frac{\partial\Psi^*}{\partial t}-C\Delta\Psi^*\right)+\Psi^*\left(\frac{\partial\Psi}{\partial t}+C\Delta\Psi\right)=0 \text{ или } \quad \frac{\dfrac{\partial\Psi}{\partial t}+C\Delta\Psi}{\dfrac{\partial\Psi^*}{\partial t}-C\Delta\Psi^*}=-\frac{\Psi}{\Psi^*} \qquad (22)$$

Уравнение (22) распадается на

$$\frac{\partial\Psi}{\partial t}+C\Delta\Psi+f\Psi=0, \quad \text{и} \quad \frac{\partial\Psi^*}{\partial t}+C\Delta\Psi^*+f\Psi^*=0, \qquad (23)$$

где $f(r,t)$ - некоторая функция. Если предположить теперь, что торсионное поле Ψ совпадет с волной де Бройля

$$\Psi=\Psi_0\exp\frac{i}{h}(Et-pr),$$

то мы имеем $2mC=h/i$, $2mCf=V$, где V - внешний потенциал, и, следовательно, $f=iV/h$, при этом уравнения (23) совпадают с уравнениями Шредингера

$$ih\frac{\partial\Psi}{\partial t}+\frac{h^2}{2m}\Delta\Psi+V(r,t)\Psi=0 \quad \text{и} \quad ih\frac{\partial\Psi^*}{\partial t}+\frac{h^2}{2m}\Delta\Psi^*+V(r,t)\Psi^*=0. \qquad (24)$$

Мы теперь можем утверждать, что в механике Декарта уравнения Шредингера (24) связаны с проблемой инерции и описывают движение материи через динамику полей инерции (или торсионных полей). Поскольку инерция присуща всем видам материи, то уравнения Шредингера (24) представляют собой простейшие уравнения единой теории поля.

Образное мышление в квантовой теории торсионных полей

Развитее физических теорий началось с механики Ньютона, в которой основным объектом исследования оказывается материальная точка. Подобные теории получили название «***Точечные теории***». Позднее появилась электродинамика Максвелла и уравнения свободного электромагнитного поля. Такая чисто полевая теория относится к классу «***Континуальных теорий***». В этом классе теорий физические поля непрерывно распределены в пространстве и времени, а элементарным объектом исследования в них является монохроматическая волна. Электродинамика Максвелла–Лоренца представляет собой комбинацию точечной и континуальной теории, т.е. является «***Континуально-Точечной теорией***». Во всех подобных теориях присутствует образное мышление.

Именно с таким образным багажом – материальной точкой и монохроматической волной, физики пытались понять объекты квантовой теории, возникшей под давлением экспериментальных фактов. Как известно, этого не удалось сделать по причине того, что квантовый объект имеет свойства частицы и волны одновременно, но не копирует в точности ни то, ни другое. Казалось бы, что естественным выводом из создавшейся ситуации является указание на то, что необходимо построить такую квантовую теорию, в которой квантовый объект с самого начала имел бы образ, соответствующий всем его свойствам, наблюдаемым в эксперименте и описываемым теоретически. К таким свойствам относится:

1) протяженность объекта;
2) статистическая природа его физических характеристик;
3) дискретность энергии, импульса и т.д. объекта;
4) полевая природа уравнений движения;
5) наличие собственного механического вращения – спина.

В классической механике протяженный объект, например, капля жидкости, описывается механикой Лиувилля, в основу которой положено бесконечное число точно определенных положений центра масс капли в ее внутренней (и, возможно, пограничной) области. Для определения координаты x_c или импульса p_c центра масс вводится совместная плотность вероятности $W(x,p,t)$, удовлетворяющая уравнениям Лиувилля. Такая теория использует многомерное конфигурационное или фазовое пространство и относится к классу «***Статистических точечных теорий***». Согласно теореме Лиувилля, фазовый объем капли сохраняется $\Delta p \Delta x = const$, что можно рассматривать как принцип неопределенности в механике капли. Понятно, что статистическая механика капли жидкости обобщает точечную механику Ньютона. Другой вывод заключается в том, что протяженность объекта является причиной его вероятностного описания, при условии, что протяженный объект меняет свою форму, оставаясь единым целым.

Вместо капли жидкости можно рассмотреть устойчивую волну жидкости на мелкой воде. Такая волна получила название солитона и описывается нелинейным уравнениям Котрвега-де Фриза. При взаимодействии между собой солитоны ведут себя подобно частицам, сохраняя при этом свою структуру. Подобные теории называются «***Солитонными теориями***». Конечно, если бы нам пришлось следить за движением центра масс солитона, то вполне можно было бы использовать уравнения Лиувилля и, соответственно, статистическую трактовку его основных физических параметров.

К солитонным теориям относятся разнообразные нелинейные теории, такие как теория сильного электромагнитного излучения в нелинейной среде, нелинейная спинорная теория Иваненко-Гайзенберга и т.д. В таких теориях принцип суперпозиции не выполняется, и это обстоятельство значительно отличает теорию солитонов от линейных квантовых теорий. В пределе, когда нелинейность в чисто полевой нелинейной теории незначительна, принцип суперпозиции выполняется (приближенно) и мы можем ввести для описания динамики солитона пространство состояний, т.е. гильбертово пространство со всеми вытекающими последствиями.

Вообще говоря, между солитонными теориями в сплошной среде и полевыми солитонными теориями появляется много общего, если и в том и другом случае, использовать для описания движения солитона уравнение непрерывности (закон сохранения массы или заряда), т.е. уравнение (20). Представляя плотность материи через комплексные волновую функцию квантовой теории (волну де Бройля), мы получаем уравнения Шредингера как для полевого, так и для гидродинамического солитона. Статистическая природа физических величин в такой солитонной теории возникает из-за того, что плотность материи выражается через плотность вероятности $W(x,t)$ как

$$\rho = m\psi^{*}\psi = mW ,$$

что позволяет найти среднее значение той, или иной физической величины. Иными словами, для «статистического солитона» вполне правомерно использовать уравнение механики Лиувилля с укороченной плотностью вероятности $W(x,t)$.

Механика Декарта является «***Геометризированной солитонно-инстантонной теорией***», в которой солитон описывается системой геометризированных уравнений (A), (B). Уравнения (A), (B) одновременно оказываются уравнениями физического вакуума и первоначально не содержат никаких физических констант. Произвольные константы появляются лишь тогда, когда найдены решения уравнений (A), (B), при этом физический смысл констант определяется из принципа соответствия упрощенных уравнений (A), (B) известным физическим уравнениям, в том числе и уравнениям квантовой теории. Именно на основе принципа соответствия удалось установить, что квантовая теория следует из уравнений механики Декарта (А), (В), причем волновая функция в новой квантовой теории оказывается геометризированной и выражается через торсионное поле геометрии абсолютного параллелизма. Торсионное поле оказалось связанным с полями и силами инерции, описывает структуру источников всех других полей и имеет смысл поля материи, о котором говорил Э. Шредингер и уравнения которого так долго искал А.Эйнштейн.

Заключение

Как и предполагал А.Эйнштейн, в механике Декарта физика едина и, вообще говоря, не разделятся на классическую и квантовую. «Квантовое» уравнение Шредингера и другие «квантовые» уравнения в ней имеют вполне классическую природу и сохраняют образное мышление благодаря тому, что волновая функция выражается через реальное физическое поле - поле инерции. Парадоксы и трудности традиционной квантовой теории могут быть поняты в терминах поля инерции, которое сопровождает любой физический процесс. Это поле по праву можно назвать универсальным, связывающим все другие поля и взаимодействия, или Единым Полем.