Квантовая механика для тел большой массы

Е.Г. Якубовский

e-mail yakubovski@rambler.ru

Квантовая механика получается как описание частиц вакуума, которые группируются, образуя элементарные частицы см. [1]. Элементарные частицы группируясь образуют макротела. Элементарные частицы имеют комплексную кинематическую вязкость $i\hbar/(2m)+(\hbar G/c)^{0.5}$. Макротела имеют другое эффективное значение постоянной Планка $137Gm^2/c = 137\hbar m^2/m_{Pl}^2$, где величина G это гравитационная постоянная, m_{Pl} это масса Планка и комплексную кинематическую вязкость $137iGm/c+\nu$, где ν кинематическая вязкость среды. Влияние вязкости среды сглаживает квантовые эффекты тел с массой меньше $10^{14}g$ согласно формуле для кинематической вязкости. Макротела состоят из элементарных частиц, и, их движение в среде описывается комплексной кинематической вязкостью с малой мнимой частью с помощью уравнения Навье - Стокса. Значит, при преобладании мнимого члена кинематической вязкости они описываются уравнением Шредингера см. [1], с эффективным значением постоянной Планка. При этом можно объяснить отсутствие потери энергии согласно классической теории излучения при ускоренном вращении планет и как следствие падение на Солнце. Траектории планет описываются квантовыми законами, и излучение происходит квантами, поэтому падения на Солнце нет.

При движении тела в среде, среда и силы, действующие на двигающееся тело, описывается уравнением Навье – Стокса. Покажем, что при этом тело подчиняется уравнению Шредингера, причем волновая функция уравнения Шредингера описывает скорость среды, которую можно также определить с помощью уравнения Навье – Стокса. Уравнение Навье – Стокса имеет вид

$$\frac{\partial V_l}{\partial t} + V_k \frac{\partial V_l}{\partial x_k} = -\frac{\partial p}{\rho \partial x_l} + \nu \Delta V_l .$$

При этом скорость потока равна $V_l = -2\nu\nabla_l \ln\psi$, где ψ волновая функция системы. При этом решение уравнения Навье – Стокса должно удовлетворять условию $\frac{\partial V_l}{\partial x_k} - \frac{\partial V_k}{\partial x_l} = 0, \mathrm{rot}\mathbf{V} = 0$ в силу потенциальности скорости. Для выполнения этого условия решение уравнения Навье – Стокса должно удовлетворять условию $V_l = V(x^1 + x^2 + x^3)$. Т.е. получается, что решение уравнения Шредингера, это частный случай решения уравнения Навье – Стокса.

Но каким образом описать решение для водородоподобного атома, используя предлагаемую идеологию. Для этого импульс надо представить в виде $p_k = p_k(x_k)$, при этом для волновой функции справедливо разделение переменных. Логарифм волновой функции $\ln\psi(r,\theta) = \ln R_{nl}(r) + \ln P_l^m(\theta) + \ln\exp(i\,m\varphi)$ является потенциалом для значения импульса, и удовлетворяет условию интегрирования. Т.е. градиент волновой функции представляет сумму трех функций $p_r(r) = \frac{\partial \ln R_{nl}(r)}{\partial r}, L_\theta(\theta) = \frac{\partial \ln P_l^m(\theta)}{\partial\theta}, L_\varphi = \frac{\partial i m\varphi}{\partial\varphi} = im$, удовлетворяющих условию интегрирования.

Покажем, что скорость частицы, описываемая законом движения Ньютона для жидкости, непосредственно связана с волновой функцией, описываемой квантовой механикой. Подставим это значение скорости в уравнение Навье – Стокса

$$\frac{\partial 2\nu\nabla\ln\psi}{\partial t} - 4\nu^2 \frac{\partial \ln\psi}{\partial x_l}\frac{\partial\nabla\ln\psi}{\partial x_l} = \nu\frac{\partial^2 2\nu\nabla\ln\psi}{\partial x_l^2} + \nabla\int_{t_0}^{t} \frac{\partial p}{\rho\partial x^k} V_k dt.$$

Где интеграл берется вдоль линии тока частиц $V_k dt = dx_k$, $\int_{t_0}^{t} \frac{\partial p}{\rho\partial x^k} V_k dt = \int_{(x_1^0, x_2^0, x_3^0)}^{(x_1, x_2, x_3)} \frac{\partial p}{\rho\partial x^k} dx_k$. Причем частная производная от этого интеграла вдоль линии тока, равна

$$\frac{\partial}{\partial x_l}\int\limits_{(x_1^0,x_2^0,x_3^0)}^{(x_1,x_2,x_3)}\frac{\partial p}{\rho\partial x^k}dx_k=\frac{d}{V_l dt}\int\limits_{t_0}^{t}\frac{\partial p}{\rho\partial x^k}V_k dt=\frac{\partial p}{V_l\rho\partial x^k}V_k=\frac{dp}{V_l\rho dt}=\frac{\partial p}{\rho\partial x^l}$$

Это уравнение можно записать в виде

$$\nabla[\frac{\partial 2\nu\ln\psi}{\partial t}-4\nu^2(\frac{\partial\ln\psi}{\partial x_l})^2/2-2\nu^2\frac{\partial^2\ln\psi}{\partial x_l^2}-\int\limits_{t_0}^{t}\frac{\partial p}{\rho\partial x^k}V_k dt]=0.$$

Проинтегрируем градиент, получим

$$2\nu\frac{\partial\ln\psi}{\partial t}-2\nu^2(\frac{\partial\ln\psi}{\partial x_l})^2=2\nu^2\frac{\partial^2\ln\psi}{\partial x_l^2}+\int\limits_{t_0}^{t}\frac{\partial p}{\rho\partial x^k}V_k dt=-\frac{\hbar^2}{2m^2}\frac{\partial^2\ln\psi}{\partial x_l^2}+U/m.$$

Умножим на массу $m\psi$, перенесем второй член в правую часть, получим уравнение Шредингера, причем справедливо $\frac{\partial^2\psi}{\partial x_l^2}=\psi[\frac{\partial^2\ln\psi}{\partial x_l^2}+\frac{1}{\psi^2}(\frac{\partial\psi}{\partial x_l})^2]$

$$2\nu m\frac{\partial\psi}{\partial t}=2\nu^2 m\psi[\frac{\partial^2\ln\psi}{\partial x_l^2}+\frac{1}{\psi^2}(\frac{\partial\psi}{\partial x_l})^2]+\psi\int\limits_{t_0}^{t}\frac{\partial p}{\rho\partial x^k}V_k dt=$$
$$=2\nu^2\frac{\partial^2\psi}{\partial x_l^2}+U\psi;U=m\int\limits_{t_0}^{t}\frac{\partial p}{\rho\partial x^k}V_k dt.$$

Т.е. для скорости частиц вакуума получено уравнение Шредингера, причем волновая функция этого уравнения связанна со скоростью частиц соотношением $V_l=-2\nu\nabla\ln\psi$ или $\psi=c\exp(V_l\Delta x_l/2\nu)$, где потенциал равен $U=m\int\limits_{t_0}^{t}\frac{\partial p}{\rho\partial x^k}V_k dt=m\int\limits_{(x_1^0,x_2^0,x_3^0)}^{(x_1,x_2,x_3)}\frac{\partial p}{\rho\partial x^k}dx_k$. Решение можно представить в виде локальной плоской волны

$$\psi=\frac{1}{\sqrt{V}}\exp[(E\Delta t-\mathbf{p}_0\Delta\mathbf{r})/(2m\nu)][1+0(\mathbf{r}-\mathbf{r}_0)^3].$$

При этом локальное решение имеет смысл в силу малого приращения времени и координаты. Эта формула является решением уравнения Шредингера в окрестности точки $\mathbf{r}_0$ и при подстановке ψ в этом виде в уравнение Шредингера

$$2m\nu\frac{\partial\psi}{\partial t}=2m\nu^2\frac{\partial^2\psi}{\partial x_l^2}+U_0\psi+0(\mathbf{r}-\mathbf{r}_0)\psi\,.$$

Причем если использовать равенство $\nu=i\frac{\hbar}{2m}$, то получим уравнение Шредингера

$$i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t}=-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2\psi}{\partial x_l^2}+U\psi\,.$$

Получаем равенство

$$E\psi==[\frac{p_0^2}{2m}+U_0+0(\mathbf{r}-\mathbf{r}_0)]\psi+0(\mathbf{r}-\mathbf{r}_0)\psi$$

Это уравнение сводится к тождеству $E=\frac{p_0^2}{2m}+U_0$. А величина скорости равна $\mathbf{V}=\frac{\mathbf{p}_0}{m}+0(\mathbf{r}-\mathbf{r}_0)^2$ в окрестности точки $\mathbf{r}_0$.

Вопрос заключается в том, какова кинематическая вязкость массивных тел. Если для тел со средней массой вопрос ясен, кинематическая вязкость совпадает с обычной кинематической вязкостью тела. Какова кинематическая вязкость вакуума для тел большой массы. Для элементарных частиц кинематическая вязкость вакуума $i\hbar/(2m)$. В случае тел с массой порядка планет и звезд вопрос требует дополнительного исследования. Можно высказать предположение, что она равна для N масс Планка величине $i\frac{\hbar}{2m_{Pl}}N=i\frac{\hbar}{2m_{Pl}}\frac{m}{m_{Pl}}$. С точностью до коэффициента это предположение подтверждается.

При этом радиус электрона $r=\frac{e^2}{mc^2}=\frac{\hbar}{137mc}=\lambda\!\!\!^{-}/137$, заменяется на гравитационный радиус, откуда получаем по формуле

$$137k=\frac{1}{\frac{\hbar}{137mc}+\frac{Gm}{c^2}}=\frac{1}{\frac{\hbar}{137mc}+\frac{\hbar m}{cm_{Pl}^2}}=\frac{137mc}{\hbar_{eff}}\,.$$

Откуда имеем формулу для эффективного значения постоянной Планка

$$\hbar_{eff} = \hbar + \frac{137Gm^2}{c} = \begin{cases} \frac{137Gm^2}{c} = \frac{137\hbar m^2}{m_{Pl}^2}, m >> m_{Pl}/\sqrt{137} \\ \hbar, m << m_{Pl}/\sqrt{137} \end{cases}.$$

При этом квантовая механика для макротел начинается с предела $m >> m_{Pl}/\sqrt{137}$. Для этого предела кинематическая вязкость среды равна $\frac{137Gm}{2c}i + \nu = \frac{137\hbar m}{2m_{Pl}^2}i + \nu$, где величина ν кинематическая вязкость среды. Начиная с массы, удовлетворяющей условию $137Gm/c = \nu = 0.1cm^2/s$ справедливо квантовое описание макротел. При массах меньше, чем величина $m = \frac{\nu c}{137G} = 10^{14}g = 10^8 t$, существенную роль играет действительная вязкость, которая преобладает над квантовыми эффектами. Трение гораздо сильнее квантовых эффектов при малых массах, и взаимодействие происходит по законам Ньютона с учетом трения. При промежуточных массах квантовые числа велики и система описывается квазиклассическим приближением, т.е. законами Ньютона.

Характерное время для элементарных частиц $\frac{\hbar}{mc^2} = 10^{-21}s$. Характерное время взаимодействия небесных тел, к примеру Земли, в вакууме $\frac{137Gm}{c^3} = 10^{-9}s$, причем, чем массивнее тела, тем взаимодействие происходит медленнее. В атмосфере Земли, учитывая, что скорость распространения возмущения равна $c = 340m/s$, имеем время взаимодействия $\frac{137Gm}{c^3} = 1.39 \cdot 10^9 s = 1.61 \cdot 10^4 d$, т.е. время взаимодействия 10^4 суток. Поэтому квантовые эффекты на Земле имеют характерное время в 10^{30} раз медленнее, чем эффекты квантовой механики микромира. В вакууме этот эффект 10^{12} раз медленнее, чем эффекты микромира. Т.е. если квантовые эффекты микромира в макромире сказывается через 1 сек, то на планеты оказывается квантовое воздействие через $10^{12}s$. Так квантовый эффект смещения орбиты Меркурия рассчитывается за 100лет. Периоды квантового излучения гравитационной энергии в эксперименте LIGO не проявлялись в течении 20 лет.

Но при мнимой большой кинематической вязкости отсутствуют пульсации, поток, окружающий тело ламинарный. В квантовой механике см. [3]§16 получено условие положительности полинома второй степени при произвольных массах тела. Записываем это условие для частиц с массой меньше массы Планка и для тел с массой больше массы Планка с общим коэффициентом α и суммируем с одинаковыми коэффициентами. Получаем условие для тел с произвольной массой, причем в силу равноправности уравнений с большой и малой массой коэффициент при суммировании одинаков.

$$\alpha^2(\delta x)^2 - \alpha + (\delta p_x)^2[\frac{1}{(\hbar\frac{137m^2}{m_{Pl}^2}+\hbar)^2} + \frac{1}{\hbar^2}]/2 > 0.$$

Для положительности полинома необходимо, чтобы дискриминант этого уравнения был отрицательный, откуда получаем соотношение неопределенности для тела произвольной массы

$$\delta p_x \delta x > \frac{\hbar}{2\sqrt{[\frac{1}{(\frac{137m^2}{m_{Pl}^2}+1)^2}+1]/2}} = \begin{cases} \hbar/2, m << m_{Pl}/\sqrt{137} \\ \hbar/\sqrt{2}, m >> m_{Pl}/\sqrt{137} \end{cases}$$

При этом при увеличении массы тела, растет кинематическая вязкость, и решение переходит в ламинарный режим. Если квантовое решение микромира содержало большую комптоновскую частоту, и было турбулентным, с большой размазанностью – шероховатостью решения, то квантовое решение для макромира является ламинарным, и размазанности решения нет. Решение в свободном пространстве содержит малый параметр $1/\hbar_{eff} << 1/\hbar$, и волновая функция является плавной, в отличие от пульсирующей волновой функции микромира. Но уравнения те же самые, только постоянная Планка увеличилась.

Если произвести измерение над элементарной частицей, то она изменит свой импульс и координату, и ее собственное значение меняется. Аналогично и тело большой массы при столкновениях меняет свой импульс и координату в соответствии с принципом неопределенности и координата положения равновесия меняется. В случае движения по эллипсу координате положения равновесия соответствует большая и малая полуось эллипса. Координата положения равновесия тела, это аналог собственного значения элементарной частицы.

При этом спин у макротела не постоянный, так же как и скорость распространения возмущения. Это связано с другой формулой связи размера тела и его массы, которые зависят от скорости распространения возмущения в случае элементарных частиц.

При этом для главного квантового числа получим формулу $\frac{\hbar^2}{me^2}p^2 = r_p$, где величина r_p радиус вращения вокруг ядра, Солнца. Подставляя $e^2 = GmM, \hbar_{eff} = \frac{137Gm^2}{c}$, получим для главного квантового числа p формулу $p = \sqrt{\frac{2r_p M}{mr_{ge}}}/137 = 10^7, r_{ge} = \frac{2Gm}{c^2}$.

При этом большое квантовое число соответствует квазиклассическому описанию, и можно применять формулы закона движения Ньютона. Величина r_n определится из формул $\frac{mV^2}{r_p} = \frac{GmM}{r_p^2}$, $mVr_p = L_p$, где величина L_p орбитальный момент тела. Откуда имеем $r_p = \frac{L_p^2}{GMm^2}$ и выражение для квантового числа $p = \frac{137L_p c}{Gm^2}$. Но какова энергия перехода между разными уровнями энергии. Она равна $E_{n+1} - E_n = \frac{M^2c^2}{2 \cdot 137^2 mn^3} = 1.58 \cdot 10^{34} erg$. Причем удары метеоритов массой меньше $10^{13} g = 10^7 t$ не могут изменить орбиту Земли.

Использование квантовой механики для описания движения макротел позволяет объяснить стационарные орбиты планет. Планеты движутся с центростремительным ускорением и должны излучать гравитационную энергию, так как описываются волновым уравнением. Это следует из уравнения ОТО, при малых поправках к метрическому тензору Минковского. Причем гравитационное взаимодействие тел солнечной системы определяется поправками, равными гравитационному радиусу, деленному на радиус планеты, т.е. поправки малы. При этом должно произойти падение на центр, на Солнце. Большая полуось эллипса равна $a=\frac{GMm}{2|E|}$, малая полуось равна $b=\frac{M}{\sqrt{2m|E|}}$ см. [4]§15. Где величина E полная отрицательная энергия тела, величина M равна орбитальному моменту тела. Интенсивность полного излучения ускоренно двигающегося тела $I=\frac{2GMmw^2}{3c^3}=\frac{2GMmV^4}{3c^3R^2}$ см. [5]§67, где величина w ускорение тела. При непрерывном излучении энергии ускоренно двигающегося тела энергия стремится к минус бесконечности, причем значение большой полуоси стремится к нулю, т.е. происходит падение на центр системы. Время, за которое отрицательная энергия удвоится равно $\frac{2GMmV^4}{3c^3R^2}t=\frac{GMm}{2R}$. Откуда имеем время, за которое отрицательная энергия удвоится

$$t=\frac{3c^3R}{4V^4}=\frac{81\cdot 10^{30}1.49\cdot 10^{13}}{4\cdot 2.97^4 10^{24}}=0.37\cdot 10^{18}s=1.2\cdot 10^{11}year$$

Значит, большая полуось эллипса, описывающая вращение Земли вокруг Солнца за каждый год уменьшается на 1.2м. За столетие на 120м. Это означает, что период вращения Земли за один год меняется на 0.00026 сек.

Но этого не происходит, так как планеты описываются квантовыми законами, и излучение происходит квантами.

Литература

1. *Якубовский Е.Г.* ЧАСТИЦЫ ВАКУУМА, ОПИСЫВАЮЩИЕ СВОЙСТВА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ПОЛЯ Реферативный журнал «Научное обозрение» 2016,т.2, стр.58-80, http://science-review.ru/abstract/pdf/2016/2/662.pdf
2. *Никифоров А.Ф., Уваров В.Б.* Специальные функции математической физики М.: Наука , 1978г, 320стр.
3. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Квантовая механика Нерелятивистская теория. Т. III, М.: Наука, 1989г., 768стр.
4. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Механика. Т. I, М.: Наука, 1965г., 203стр.
5. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Теория поля. Т. II, М.: Наука, 1973г.,503стр.