

8.8. Возбужденное состояние «частиц»

Ты Потряс землю, Разбил ее: исцели повреждения ее, ибо она колеблется.

Библия, Псалтирь, 59:4

В пп. 8.1, 8.4 мы исходили из того, что любое микроскопическое, в среднем сферически-симметричное $\lambda_{-12 \div -16}$ -вакуумное образование островного типа может быть разбито на две области: «ядро» (т. е. центральную часть, ограниченную раковицей) и внешняя оболочка (от внешней границы ракии до бесконечности). На «ядро» в микромире действует огромное количество различных силовых факторов: волновые возмущения различных частот, соседние частицы, внутренние флуктуации и т. д. Это приводит к тому, что «ядро» постоянно отклоняется от исходного положения. Отклонение «ядра» от положения равновесия приводит к возникновению напряжений в окружающей «ядро» оболочке. Такие $\lambda_{-12 \div -16}$ -вакуумные напряжения возбуждают силы упругости, стремящиеся вернуть «ядро» в исходное место. Но за счет приобретенной кинетической энергии «ядра», возвращаясь к «исходному центру», каждый раз, по инерции «проскакивает» его. Это приводит к постоянному хаотическому блужданию «ядра» вокруг «истинного» центра рассматриваемого локального образования.

Подобные хаотические блуждания, как уже отмечалось, присущи не только «ядрам» частиц, но и другим сферически симметричным, микроскопическим образованиям. Например, центру солнечного (субконт-антисубконтного) сплетения внутри самих «ядер»; центру шельтов частиц; центру масс кварков, атомов, молекул; ядрам биологических клеток; телу животных, «привязанных» к местам пропитания и водоемов; человеку, прикрепленный к месту жительства и месту работы и т. д.

В мире вообще нет ничего устойчивого. Все пребывает в непрерывном движении. Только более тонко организованные слои псевдоповерхности Естества более чувствительны к изменению окружения. Они более восприимчивы (т. е. менее инертны) по отношению к воздействиям и менее устойчивы в отношении места положения.

Центральным частям различных локальных образований мы присвоили обобщающее название – материальная «точка». Хаотические блуждания материальной «точки» можно подразделить на два больших класса: равновесные и неравновесные. Равновесные блуждания, в свою очередь, можно подразделить на два типа:

1. Блуждания в неограниченной области с постоянным и неизменным энергетическим обменом с окружающей средой (с бесконечным энергетическим резервуаром). Частным случаем этого широчайшего класса процессов являются марковские процессы. Среди марковских процессов широко известно так называемое броуновское (или диффузионное) движение. В этом случае зона блужданий материальной «точки» неумолимо расширяется. Броуновское (диффузионное) движение описывается уравнением Эйнштейна – Фоккера (8.22) (это уравнение вытекает из более общего уравнения Фоккера – Планка или второго уравнения Колмогорова [14,15,20]). Для одномерного случая броуновского (диффузионного) движения плотность распределения вероятности места нахождения блуждающей материальной «точки» может быть задана гауссовой ПРВ

$$\rho(x, t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2(t)}} \exp\left\{-\frac{[x - m_x]^2}{2\sigma_x^2(t)}\right\}, \quad (8.211)$$

где m_x – математическое ожидание (координата местонахождения «истинного» центра, вокруг которого происходит блуждание материальной «точки»);

$\sigma_x^2(t)$ – дисперсия диффузионного движения, связанная с коэффициентом диффузии выражением

$$\sigma_x^2(t) = \int_{t_0}^t B(\tau) d\tau,$$

или в случае, когда коэффициент диффузии постоянен ($B = \text{const}$):

$$\sigma_x^2(t) = B \cdot t.$$

2. Второй широкий класс случайных процессов – это блуждания материальной «точки» в центрально-симметричных силовых полях, или внутри замкнутых областей. При этом полная механическая энергия материальной «точки» сохраняется. В этом случае выявлен ряд интересных эффектов. Выяснилось, например, что в

замкнутой области блуждающая материальная «точка» может иметь дискретный ряд полных механических энергий (энергетических уровней). Причем каждому энергетическому уровню соответствует свой характер хаотического движения материальной «точки» в замкнутой области. Состояние такой системы с самым нижним из возможных энергетических уровней называют основным энергетическим состоянием, а все последующие – возбужденными состояниями.

Дискретность (квантование) состояний характерна не только для микроскопических замкнутых образований. Квантование присуще любым замкнутым системам. Например, душа, запертая в теле человека, также имеет дискретный ряд энергетических взаимоисключающих состояний, таких, как: любовь – ненависть, восторг – уныние, равнодушие – депрессия, отвага – страх, и т. д. Национальное государство как замкнутая система также, в конце концов, приходит к дискретным иерархическим формам. Платон и Аристотель учили, что возможны три дискретные формы организации государства:

*Монархия (или ее антипод – Тирания),
Аристократия (или ее антипод – Олигархия),
Демократия (или ее антипод – Демагогия).*

Критерий позитивности или негативности конкретной формы правления зависит от отношения власти предрержащих к собственному народу. Если правители расходуют 70 % национального дохода на развитие общества, а 30 % – на личное благосостояние, то это прогрессивные формы правления: монархия, аристократия или демократия. Если, наоборот, на личное обогащение идет 70 % доходов государства, а 30 % – на поддержание народа в повиновении, то это деградирующие формы: тирания, олигархия или демагогия.

Существуют, но только в теории, еще три формы общественного устройства: теократия, анархия и коммунизм. Теократия – когда государством управлял Сам Б-Г. Черты анархии присущи периодам народных смут, что соответствует переходным (неравновесным) состояниям любой замкнутой системы. Что касается коммунизма, то без Б-ГА это утопия (т. к. без Б-ГА не может существовать ничего), а с Б-ГОМ это та же Теократия – т. е. Царствие Б-жее на Земле. Теократическая форма правления была реализована в Израиле, когда Б-Г Сам выводил евреев из египетского плена, и позднее, когда ОН Управлял Израилем через пророков и судей. Но и Израиль не вынес столь высокую струну морально-нравственной ответственности данной формы организации общества и попросил царя.

Поведение блуждающих материальных «точек» в центрально-симметричных силовых полях или внутри замкнутых областей описывается уравнением Шредингера (8.101). Важно отметить, что в силу множества независимых факторов, влияющих на материальную «точку» в микромире, процесс ее блуждания можно отнести к классу марковских случайных процессов. В теории вероятности считается, что если на случайный процесс влияет более 10 независимых факторов (примерно равных по интенсивности), то такой процесс можно считать марковским (т. е. без последствия) [14,15].

Уравнение Шредингера является основным уравнением нерелятивистской квантовой механики. На базе этого уравнения удалось описать внушительное количество эффектов и явлений микромира. Но квантовый микромир вовсе не имеет эксклюзивные права на это уравнение. На самом деле уравнение Шредингера описывает не только квантовые эффекты микромира. Например, при $\langle U(r) \rangle = 0$ можно показать, что уравнение Шредингера (6.101) сводится к уравнению типа уравнения Эйнштейна – Фоккера (8.22) и описывает обычное броуновское движение (только в квантовой механике такое движение называют размытием волнового пакета). А квантово-механический переход от координатного представления к импульсному представлению может быть с успехом применен и в других областях знаний, как, например, при исследовании рассеяния электромагнитных волн на статистически неровных поверхностях (п. 8.5).

Заманчиво было бы применить предложенную в данной работе физико-математическую модель вещества для переосмысления всей квантовой механики, но это непосильный труд для одного исследователя. Здесь мы затронем всего лишь один вопрос, сопрягающийся с проблемами квантовой механики, но эта тема очень важна в плане понимания структуры и способов существования стабильных $\lambda_{-12 \div -16}$ - вакуумных, локальных образований, т. е. элементарных частиц.

8.8.1. Блуждания материальной «точки» в центрально-симметричном поле (*)

«Если вещь уже послужила для выполнения одной заповеди, пусть она послужит для другой» ([166], 9:19). Ибо «Увеличивают святость вещи, но не уменьшают ее» ([166], 10:18).

«Если не будите взывать к ВСЕВЫШНЕМУ, говоря: «Все, что происходит с нами, - это одно из явлений природы, и беда эта случайно пришла на нас». И если будите относиться к Посланному МНОЮ как к случайности, Я Пошлю вам яростные случайности» (Талмуд).

Попытаемся конкретизировать вид усредненной потенциальной энергии материальной «точки», хаотически блуждающей в ограниченной области псевдоповерхности Естества (8.66). Для этого еще раз вернемся к рис. 8.1б.

Пусть материальная «точка» отклонена от «истинного» центра на расстояние r (рис.8.1б), притом внешняя оболочка частицы закреплена на бесконечности. Центр системы координат X_1, X_2, X_3 совпадает с «истинным» центром данного образования.

Предположим теперь, что в данной ситуации в $\lambda_{-12} +_{-16}$ –вакууме, окружающем материальную «точку», возникают напряжения, приводящие к возникновению суммарной усредненной силы упругости $F(r)$, стремящейся вернуть материальную «точку» в положение равновесия, т. е. в начало координат. Будем называть такие напряжения внешним (по отношению к материальной «точке») силовым полем. Вполне резонно предположить, что при незначительных отклонениях материальной «точки» от положения «истинного» центра системы усредненная сила упругости пропорциональна r . То есть чем больше отклонение материальной «точки» от «истинного» центра локального образования, тем больше влияние усредненного силового поля, стремящегося вернуть материальную «точку» в «истинный» центр. Другими словами, мы предполагаем, что для силового поля, влияющего на блуждающую материальную «точку», приближенно справедлив закон Гука

$$F \approx -k_{yn} r,$$

где k_{yn} – коэффициент пропорциональности, который мы будем называть коэффициентом упругого натяжения.

Усредненная потенциальная энергия «точки» при этом, как известно, имеет вид

$$\langle U(r) \rangle = \langle \int (F(r) \cdot dr) \rangle = -\frac{1}{2} k_{yn} r^2. \quad (8.212)$$

Знак минус был уже учтен, когда вместо минуса в подынтегральном выражении (8.69) был поставлен плюс. Поэтому будем полагать, что для данного случая потенциальная энергия блуждающей материальной «точки» приближенно равна

$$\langle U(r) \rangle \approx \frac{1}{2} k_{yn} r^2. \quad (8.213)$$

Подставляя (8.213) в уравнение Шредингера (8.101), получим

$$i\hbar \frac{\partial \psi(r,t)}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2\mu} \frac{\partial^2 \psi(r,t)}{\partial r^2} + \frac{k_{yn} r^2}{2} \psi(r,t), \quad (8.214)$$

где $r^2 = x^2 + y^2 + z^2$.

С учетом (8.102) и того, что система стационарна и как целое неподвижна (т. е. $p = 0$), уравнение (8.214) принимает вид

$$E_T \psi(r) = -\frac{\hbar^2}{2\mu} \frac{\partial^2 \psi(r)}{\partial r^2} + \frac{k_{yn} r^2}{2} \psi(r). \quad (8.215)$$

Сравним полученное уравнение (8.215) с хорошо известным в квантовой механике уравнением гармонического осциллятора

$$E_T \psi(r) = -\frac{\hbar^2}{2\mu} \frac{\partial^2 \psi(r)}{\partial r^2} + \frac{\mu \omega_0^2}{2} r^2 \psi(r), \quad (8.216)$$

где ω_0 – так называемая собственная частота гармонического осциллятора. Очевидно, что при

$$k_{yn} = \mu\omega_0^2 \tag{8.217}$$

уравнения (8.216) и (8.215) полностью совпадают. Уравнение типа (8.216) хорошо изучено, а его решение приведено во многих учебниках по квантовой механике. Из анализа (8.216) следует [32]:

а) полная механическая энергия материальной «точки» может принимать дискретный ряд значений

$$E_{Tn} = \hbar\omega_0 \left(n_0 + \frac{1}{2} \right). \tag{8.218}$$

Или согласно (8.217)

$$E_{Tn} = \hbar \sqrt{\frac{k_{yn}}{\mu}} \left(n_0 + \frac{1}{2} \right), \tag{8.219}$$

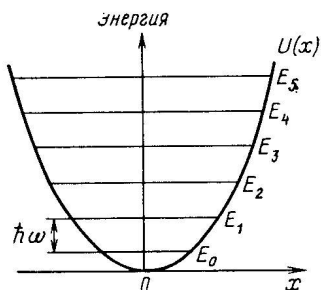


Рис. 8.17

Энергетические уровни

где n_0 – главное квантовое число ($n_0 = 0, 1, 2, \dots$). Данный энергетический спектр представляет собой систему эквидистантных (т. е. равноотстоящих друг от друга) энергетических уровней (рис. 8.17);

б) каждому дискретному значению полной механической энергии «точки» E_T соответствует собственная функция

$$\psi_{n_0}(r) = \frac{1}{\sqrt{\lambda_0}} \exp\left\{-\frac{r^2}{2}\right\} H_{n_0}(r), \tag{8.220}$$

где

$$H_{n_0} = \frac{(-1)^{n_0}}{\sqrt{2^{n_0} n_0! \sqrt{\pi}}} e^{r^2} \frac{\partial^{n_0} e^{-r^2}}{\partial r^{n_0}} \tag{8.221}$$

– полином Чебышева – Эрмита n_0 -го порядка.

$$\lambda_0 = \sqrt{\frac{\hbar}{\mu\omega_0}} = \sqrt{\frac{\hbar}{k_{yn}}}. \tag{8.222}$$

Пользуясь выражениями (8.220) – (8.221), выпишем несколько собственных функций, описывающих вероятностное поведение материальной «точки», замкнутой силовым полем в ограниченной области локальной аномалии в теле $\lambda_{-12 \div -16}$ -вакуума

$$\psi_{n_0}(r) = \frac{1}{\sqrt{\lambda_0 \sqrt{\pi}}} \exp\left\{-\frac{r^2}{2\lambda_0^2}\right\}, \text{ при } n_0 = 0; \tag{8.223}$$

$$\psi_{n_0}(r) = \frac{1}{\sqrt{2\lambda_0 \sqrt{\pi}}} \exp\left\{-\frac{r^2}{2\lambda_0^2}\right\} \frac{2r}{\lambda_0}, \text{ при } n_0 = 1; \tag{8.224}$$

$$\psi_{n_0}(r) = \frac{1}{\sqrt{8\lambda_0 \sqrt{\pi}}} \exp\left\{-\frac{r^2}{2\lambda_0^2}\right\} \left(\frac{4r^2}{\lambda_0^2} - 2\right), \text{ при } n_0 = 2. \tag{8.225}$$

Вид функций ψ_{n_0} и квадрата их модуля $|\psi_{n_0}|^2$ представлен на рис. 8.18.

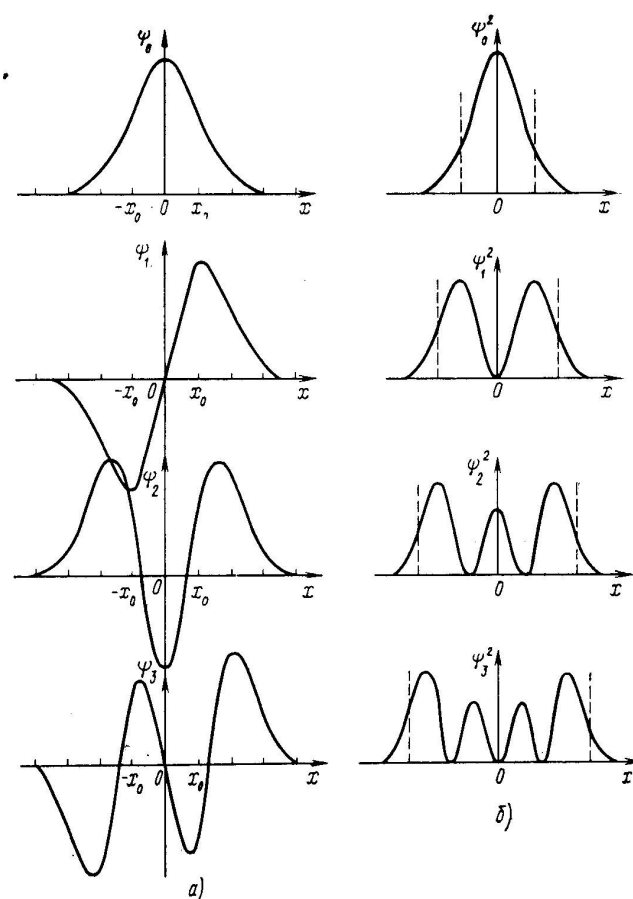


Рис. 8.18

Из уравнения (8.219) следует, что даже в невозбужденном состоянии (т. е. в основном состоянии, при $n_0 = 0$) полная механическая энергия «точки» не равна нулю. То есть при $n_0 = 0$ имеем полную механическую энергию блуждающей материальной «точки»

$$E_T = \frac{1}{2} \hbar \sqrt{\frac{k_{\text{уп}}}{\mu}}. \quad (8.226)$$

То есть материальная «точка» должна непрерывно блуждать возле «истинного» центра, так, что плотность распределения вероятности обнаружить ее в этой области описывается гауссовой кривой (рис. 8.18, верхний рисунок). Такие блуждания «точки» в этом случае оказываются неотъемлемой сущностью поведения материальной «точки» в усредненном центрально-симметричном силовом поле.

8.8.2. Блуждания материальной точки в изолированной, замкнутой области

«Если перед человеком две заповеди часто выполняемая и менее часто выполняемая, пусть исполнит вначале ту, что встречается более часто» ([166], 10:2).

Рассмотрим изолированную, замкнутую систему с усредненной потенциальной энергией, описываемой функцией;

$$\langle U(r) \rangle = \begin{cases} 0, & \text{при } 0 \leq r \leq l; \\ \infty, & \text{при } r < 0 \text{ и } r > l. \end{cases} \quad (8.227)$$

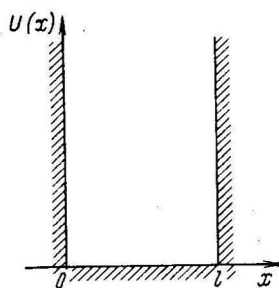


Рис. 8.20

График функции (8.227), приведен на рис. 8.20. Это так называемая бесконечно глубокая потенциальная яма. Такой вид усредненной потенциальной энергии равносильно тому, что «точка» как бы заперта внутри сферы с радиусом $l/2$. Данный вид усредненной потенциальной энергии во многом соответствует потенциальной энергии центра «солнечного» субконт-антисубконтного сплетения внутри «ядра» элементарной частицы (например, «электрона», см. рис. 7.16). Внутренняя сторона ракии «электрона» и ближайшая к ней периферийная часть его ядра (кора ядра) в этом случае играют роль бесконечно высокого потенциального барьера для блуждающей внутри ядра точки солнечного сплетения. Анализ уравнения Шредингера $i\hbar \frac{\partial \psi(r,t)}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2\mu} \frac{\partial^2 \psi(r,t)}{\partial r^2} + \langle U(r) \rangle \psi(r,t)$ при усредненной потенциальной энергией материальной «точки» вида (8.227), приводит к следующему дискретному ряду собственных значений энергии этой «точки» [30, 32]:

$$E_{T n_0} = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2\mu l^2} n_0^2, \tag{8.228}$$

где $n_0 = 1, 2, 3, \dots$ (Размещение дискретных энергетических уровней в данном случае показано на рис. 8.21.) Разность энергий двух соседних уровней равна

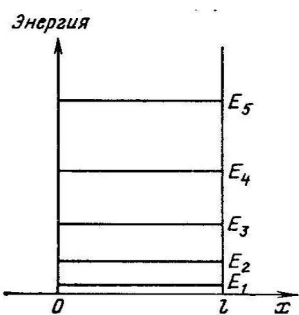


Рис. 8.21

$$\Delta E_T = E_{T n_{0+1}} - E_{T n_0} = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2\mu l^2} (2n_0 + 1), \tag{8.229}$$

т. е. чем больше основное квантовое число n_0 , тем больше порог между двумя энергетическими уровнями такой материальной «точки».

Собственные функции материальной «точки», блуждающей в замкнутой (изолированной) области, т. е. функции, являющиеся решениями уравнения Шредингера при учете (8.227) для соответствующих значений энергии (8.229), имеют вид

$$\psi_{n_0}(r) = \sqrt{\frac{2}{l}} \sin\left(\frac{n_0 \pi r}{l}\right), \tag{8.230}$$

где $n_0 = 1, 2, 3, \dots$

Сами функции ψ_{n_0} и квадрат их модулей $|\psi_{n_0}|^2$, определяющих плотность распределения вероятности обнаружения материальной «точки» в замкнутой и изолированной области с радиусом $l/2$, представлен на рис. 8.22.

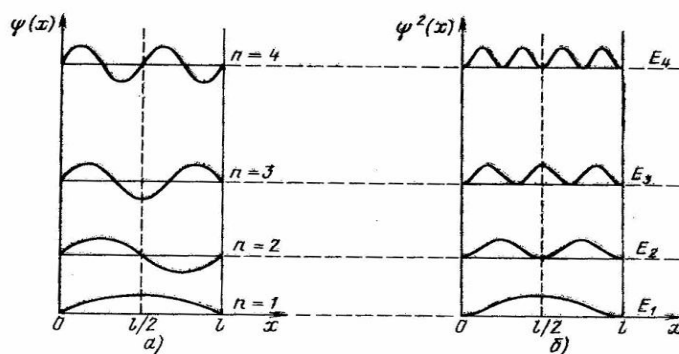


Рис. 8.22

8.8.3. Физический смысл постоянной Планка

Уравнение (8.102 й)

$$\frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial Y}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{\sin^2 \theta} \frac{\partial^2 Y}{\partial \varphi^2} + \lambda Y = 0 \tag{8.231}$$

или

$$\hat{L}^2 Y = \hbar \lambda Y$$

не зависит от вида потенциального поля, в котором блуждает МТ. Поэтому собственные функции $Y_l^m(\theta, \varphi)$ данного оператора (т. е. решения (8.231))

$$Y_l^m(\theta, \varphi) = \left[\frac{(2l+1)(l-m)!}{4\pi(l+m)!} \right]^{1/2} e^{im\varphi} P_l^m(\cos \theta) \tag{8.232}$$

(в данном пункте вместо индекса n используется индекс m)

пригодны для описания хаотического орбитально-вращательного движения МТ вокруг истинного центра сингулярной области («электрона», рис. 8.1 б) для любого вида центрально-симметричного поля сил упругости, стремящихся вернуть МТ в «истинный» центр исследуемого, в среднем сферически-симметричного образования.

В табл. 8.1 даны выражения для ряда функций $Y_l^m(\theta, \varphi)$ и соответствующих плотностей вероятности $|Y_l^m(\theta, \varphi)|^2$. А на рис. 8.1 в приведены плотности углового распределения места нахождения МТ в окрестности «истинного» центра «электрона» [30] при различных значениях орбитального квантового числа l и магнитного квантового m чисел.

Поскольку функции $|Y_l^m(\theta, \varphi)|$ не зависят от угла φ , угловое распределение вероятности места нахождения МТ «электрона» является аксиально-симметричным.

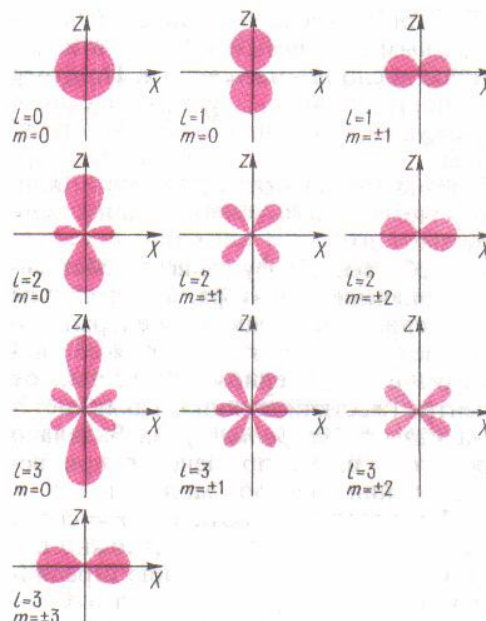


Рис. 8.1. в. Плотность углового распределение места нахождения МТ в окрестности «истинного» центра «электрона» [30].

Состояние	Y_l^m	$ Y_l^m ^2$
$l = 0, m = 0$	$Y_0^0 = 1/\sqrt{4\pi}$	$ Y_0^0 ^2 = 1/(4\pi)$
$l = 1, m = 0$	$Y_1^0 = [3/(4\pi)]^{1/2} \cos \theta$	$ Y_1^0 ^2 = [3/(4\pi)] \cos^2 \theta$
$l = 1, m = +1$	$Y_1^1 = -[3/(8\pi)]^{1/2} \sin \theta e^{i\varphi}$	$ Y_1^1 ^2 = [3/(8\pi)] \sin^2 \theta$
$l = 1, m = -1$	$Y_1^{-1} = [3/(8\pi)]^{1/2} \sin \theta e^{-i\varphi}$	$ Y_1^{-1} ^2 = [3/(8\pi)] \sin^2 \theta$
$l = 2, m = 0$	$Y_2^0 = [5/(4\pi)]^{1/2} [(3/2) \cos^2 \theta - 1/2]$	$ Y_2^0 ^2 = [5/(4\pi)] [(3/2) \cos^2 \theta - 1/2]^2$
$l = 2, m = 2$	$Y_2^2 = [15/(32\pi)]^{1/2} \sin^2 \theta e^{2i\varphi}$	$ Y_2^2 ^2 = [15/(32\pi)] \sin^4 \theta$
$l = 2, m = 1$	$Y_2^1 = -[15/(8\pi)]^{1/2} \sin \theta \cos \theta \cdot e^{i\varphi}$	$ Y_2^1 ^2 = [15/(8\pi)] \sin^2 \theta \cos^2 \theta$
$l = 2, m = -1$	$Y_2^{-1} = [15/(8\pi)]^{1/2} \sin \theta \cos \theta \cdot e^{-i\varphi}$	$ Y_2^{-1} ^2 = [15/(8\pi)] \sin^2 \theta \cos^2 \theta$
$l = 2, m = -2$	$Y_2^{-2} = [15/(32\pi)]^{1/2} \cdot \sin^2 \theta e^{-2i\varphi}$	$ Y_2^{-2} ^2 = [15/(32\pi)] \sin^4 \theta$

Рассмотрим самое простое, невозбужденное состояние хаотического движения МТ возле центра исследуемой сингулярной области («электрона»), в случае, когда потенциальное поле сил «упругости», стремящееся вернуть МТ в положение равновесия, имеет вид (8.213)

$$\langle U(r) \rangle \approx \frac{1}{2} k_{yn} r^2. \tag{8.233}$$

При этом основное не возбужденное состояние хаотического движения МТ «электрона» имеет место при квантовых числах $n_0 = 0, l = 0, m = 0$ и описывается соответствующими им собственным функциям (8.223)

$$\psi_0(r) = \frac{1}{\sqrt{\lambda_0} \sqrt{\pi}} \exp\left\{-\frac{r^2}{2\lambda_0^2}\right\}$$

и согласно табл. 1

$$Y_0^0(\theta, \varphi) = \frac{1}{\sqrt{4\pi}}$$

При этом плотность распределения вероятности места нахождения МТ в области центра сингулярной области задается гауссовской функцией

$$\rho(r, \theta, \varphi) = \frac{1}{4\pi} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_r^2}} \exp\left\{-\frac{r^2}{2\sigma_r^2}\right\} \tag{8.234}$$

где σ_r – среднеквадратичное отклонение МТ от центра сингулярности.
 $r^2 = x^2 + y^2 + z^2$ – расстояние от центра сингулярности до МТ.

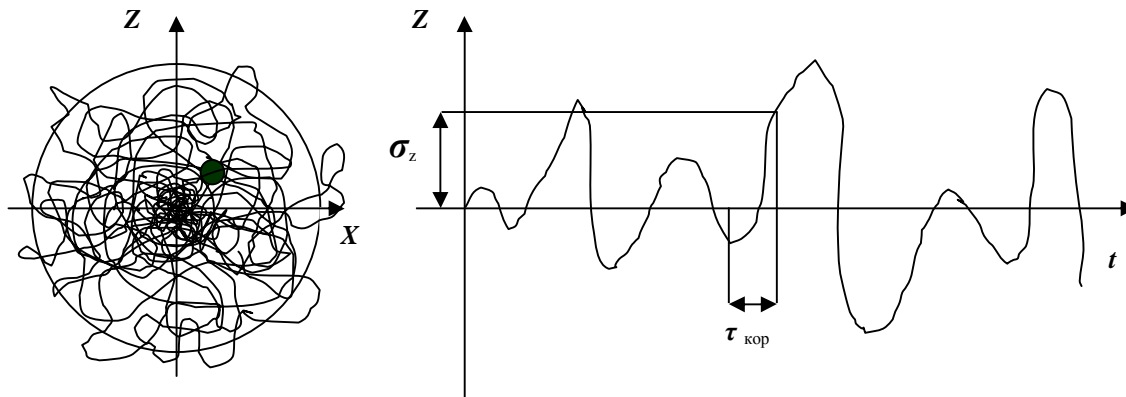


Рис. 8.1в. Невозбужденное ($n_0 = 0, l = 0, m = 0$) хаотическое движение МТ возле центра сингулярности.

Рассмотрим случайную функцию изменения проекции места нахождения МТ на ось Z со временем (рис. 8.1в). Согласно (8.234) данная функция является стационарным случайным гассовским процессом с ПРВ

$$\rho(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_z^2}} \exp\left\{-\frac{z^2}{2\sigma_z^2}\right\} \quad (8.235)$$

Точно так же легко получить ПРВ проекций места положения МТ на оси X и Y

$$\rho(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2}} \exp\left\{-\frac{x^2}{2\sigma_x^2}\right\} \quad (8.236)$$

и

$$\rho(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_y^2}} \exp\left\{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right\} \quad (8.237)$$

При этом ПРВ проекции скорости МТ на ось Z $v_z = dz/dt$ согласно п. 8.2. так же является гауссовской функцией

$$\rho(v_z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{vz}^2}} \exp\left\{-\frac{v_z^2}{2\sigma_{vz}^2}\right\} \quad (8.238)$$

где $\sigma_{vz} = \sigma_z/\tau_{кор}$ – среднеквадратичное отклонение проекции скорости МТ на ось Z.

$\tau_{кор}$ – радиус корреляции рассматриваемого случайного процесса (рис. 8.1в).

Точно так же получаются ПРВ проекций скорости МТ на оси X и Y $v_x = dx/dt$ согласно п. 8.2. так же является гауссовской функцией

$$\rho(v_x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{vx}^2}} \exp\left\{-\frac{v_x^2}{2\sigma_{vx}^2}\right\} \quad (8.239)$$

и

$$\rho(v_y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{vy}^2}} \exp\left\{-\frac{v_y^2}{2\sigma_{vy}^2}\right\} \quad (8.240)$$

Для рассматриваемого невозбужденного, сферически симметричного случая (рис. 8.1в)

$$\sigma_{vz} = \sigma_{vx} = \sigma_{vy} = \sigma_z/\tau_{кор} = \sigma_x/\tau_{кор} = \sigma_y/\tau_{кор}$$

Рассмотрим теперь величину (8.43)

$$h = \frac{2\sigma_z^2}{\tau_{кор}} = \frac{2\sigma_x^2}{\tau_{кор}} = \frac{2\sigma_y^2}{\tau_{кор}} \quad (8.241)$$

Представим данное выражение в виде трех равенств

$$h = \frac{2\sigma_z^2}{\tau_{кор}} = 2\sigma_z \frac{\sigma_z}{\tau_{кор}} = 2\tilde{z}\tilde{v}_z$$

$$h = \frac{2\sigma_x^2}{\tau_{кор}} = 2\sigma_x \frac{\sigma_x}{\tau_{кор}} = 2\tilde{x}\tilde{v}_x$$

$$h = \frac{2\sigma_y^2}{\tau_{кор}} = 2\sigma_y \frac{\sigma_y}{\tau_{кор}} = 2\tilde{y}\tilde{v}_y$$

где $\tilde{z}, \tilde{x}, \tilde{y}$ – среднеквадратичные отклонения проекции места нахождения МТ соответственно на оси Z, X и Y.

$\tilde{v}_z, \tilde{v}_x, \tilde{v}_y$ – характеристические проекции скорости МТ на оси Z, X и Y.

$$\tilde{v}_i = \frac{\sigma_i}{\tau_{кор}}$$

Если обе стороны одного из выражений

$$h = \frac{2\sigma_y^2}{\tau_{кор}} = 2\sigma_y \frac{\sigma_y}{\tau_{кор}} = 2\tilde{y}\tilde{v}_y \quad (8.242)$$

умножить на массу покоя МТ и поделить на два то получим величину

$$\hbar' = m_{мм} \frac{h}{2} = \sigma_x \frac{\sigma_x}{\tau_{кор}} m_{мм} = \tilde{x}\tilde{v}_x m_{мм} \quad (8.243)$$

размерность которой, совпадает с размерностью момента импульса, и вместе с тем является характерной величиной для всех хаотических процессов присущих миру элементарных частиц.

Сделаем грубую оценку. Пусть среднеквадратичные величины проекций места положения и скорости и эффективная масса МТ равны

$$\tilde{x} \approx 10^{-13} \text{ м}, \quad \tilde{v}_x \approx 10^8 \text{ м/с}, \quad m_{мм} = 10^{-29} \text{ кг},$$

тогда и в самом деле получаем величину с размерностью момента импульса

$$\hbar' \approx \tilde{x}\tilde{v}_x m_{мм} \approx 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}. \quad (8.244)$$

и близкую по величине к экспериментальному значению постоянной Планка $\hbar \approx 1,05 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

Не исключена и такая точка зрения, согласно с которой хаотическое движение МТ в сингулярной области таково, что все три ее характеристики:

- 1) x – проекция места положения относительно истинного центра;
- 2) v_x – проекция ее скорости
- 3) $m_{мм}$ – ее инертная масса,

являются случайными величинами, но изменяющимися таким образом, чтобы их произведение всегда равнялась постоянной Планка.

Для рассматриваемого сферически симметричного случая, т. е. для невозбужденного поведения МТ в сингулярной области, среднеквадратические отклонения проекций координат и скоростей МТ на все три оси равны друг другу. Потому все три усредненные компоненты орбитального момента импульса равны нулю

$$\begin{aligned} \tilde{L}_x &= \tilde{y}\tilde{p}_z - \tilde{z}\tilde{p}_y = 0; \\ \tilde{L}_y &= \tilde{z}\tilde{p}_x - \tilde{x}\tilde{p}_z = 0; \\ \tilde{L}_z &= \tilde{x}\tilde{p}_y - \tilde{y}\tilde{p}_x = 0; \end{aligned} \quad (8.245)$$

Что полностью согласуется с нулевым значением собственного значения оператора момента импульса

$$L^2 = \hbar^2 l(l+1) = 0$$

при нулевом значении орбитального квантового числа $l = 0$.

Постоянная Планка, характеризующая согласно выражению (8.243)

$$\hbar' = \sigma_x \frac{\sigma_x}{\tau_{кор}} m_{мм} = \tilde{x}\tilde{v}_x m_{мм} \quad (8.246)$$

среднеквадратичное поведение локального материального образования, присуща не только миру элементарных «частиц», но и любому другому уровню Бытия. Можно, например, получить аналог постоянной Планка для человека. Пусть в невозбужденном состоянии (т.е. в состоянии отдыха) человек в среднем отдаляется от своего дома в течение суток на расстояние $R = 5$ км со средней скоростью $V = 10$ м/с и средняя масса этого человека $M = 70$ кг. Тогда постоянная Планка такого усредненного отдыхающего человека в основном (невозбужденном) состоянии будет равна

$$\hbar_{\text{ч}} \approx R V M = 5000 \cdot 10 \cdot 70 = 3,5 \cdot 10^6 \text{ Дж}\cdot\text{с}. \quad (8.247)$$

Если человек вынужден трудиться, то, как правило, он вращается уже вокруг двух центров: «место жительства» и «место работы», а траектории и скорость его движения скачкообразно изменяются по отношению к состоянию отдыха. А если он еще и учится и/или, не дай Б-Г, у него кто-то из близких находится в больнице, то ему приходится еще более увеличивать темп жизни и направления движения. То есть такой человек переходит в различные возбужденные состояния с другими квантовыми числами. При этом для бытия усредненного человека постоянная $\hbar_{\text{ч}}$ (8.247) носит исходное фундаментальное значение, относительно которого отмеряются все его возбужденные состояния.