

$$\vec{p} = -i\hbar \nabla = -i\hbar \frac{d}{dx}; \vec{p}_x = -i\hbar \frac{\partial}{\partial x}; \vec{p}_y = -i\hbar \frac{\partial}{\partial y}; [\vec{r}, \vec{p}] = i\hbar \delta_{ij}$$

$$\vec{L} = -i\hbar [\vec{r}, \nabla] = -i\hbar [\vec{r}, \frac{d}{dx}] ; [\vec{L}_i, \vec{r}_j] = i\hbar \epsilon_{ijk} r_k ; [\vec{L}_i, \vec{p}_j] = i\hbar \epsilon_{ijk} p_k$$

$$\hbar \vec{J} = [\vec{L}, \vec{p}]$$

$$\psi(x) = \sqrt{\frac{2m\omega}{\pi \hbar}} \cos\left[\frac{1}{\hbar} \int_a^x dx p(x) - \frac{\pi}{4}\right]$$

Вопрос: как же квант. Борн-Зоммергольца

$$W_{mn} = \frac{2\pi}{\hbar} |\hat{V}_{mn}|^2 \rho(E_n) - \text{Золото и красные}$$

$\rho(E_n)$ - плотность состояний ^{ферми.}
в интервале энергий $(E_f, E_f + dE_f)$

$$\vec{\sigma}_z = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \quad S_{p...} = 0$$

$$\vec{\sigma}_x = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \quad \vec{\sigma}_x^2 = \vec{\sigma}_y^2 = \vec{\sigma}_z^2 = \mathbf{1} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\vec{\sigma}_y = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix} \quad \text{Матрицы Паули}$$

$$\hbar = \frac{h}{2\pi} = 1.054 \cdot 10^{-34} \text{ Дж.с} - \text{Постоянная Планка}$$

$$W = \int dq |\psi(q)|^2 = 1 - \text{Условие нормировки}$$

$$\int dq \psi_i^* \psi_k = \delta_{ik} - \text{Условие ортонормировки}$$

$$a_n = \int dq \psi_n^*(q) \psi(q) - \text{Коэффициент разложения}$$

$$\langle f \rangle = \int dq \psi^* \hat{f} \psi(q) - \text{Среднее физическое велич.}$$

$$\hat{f} \psi_n(q) = f_n \psi_n(q); f_n - \text{Собст. значения функции}$$

$$\hat{f} = \hat{f}^* = \hat{f}^\dagger - \text{Эрмитовский оператор}$$

$$[\hat{f}, \hat{g}] = \hat{f}\hat{g} - \hat{g}\hat{f}; \text{Коммутатор } i\hbar = 0 \text{ на коммут.}$$

$$\psi_n(q) - n - \text{индекс состояния}$$

$$q - \text{индекс представления}$$

$$\hat{H} = i\hbar \frac{\partial}{\partial t} - \text{Гамильтониан}$$

$$i\hbar \frac{\partial \Psi(q,t)}{\partial t} = \hat{H} \Psi(q,t) - \text{Волн. уравн. Шредингера}$$

$$f_{nm} = \int dq \Psi_n^* f \Psi_m ; f_{gg'}(t) = \int dq \Psi_g^* f \Psi_{g'} - \text{Матричные эл-ты}$$

$$(f^*)_{nm} = f_{mn} - \text{б. в. а. эрмитовой матрицы}$$

$$\text{Sp}(f g^* h) = \text{Sp}(h f g) = \text{Sp}(g^* h f)$$

$$\vec{P} = i\hbar \nabla = -i\hbar \frac{d}{d\vec{r}} ; - \text{Оператор импульса}$$

$$\vec{P}_x = -i\hbar \frac{\partial}{\partial x} ; \vec{P}_y = -i\hbar \frac{\partial}{\partial y} ; \vec{P}_z = -i\hbar \frac{\partial}{\partial z} - \text{Компоненты}$$

$$[x_i, \vec{P}_k] = i\hbar \delta_{ik} ; [\vec{r}, \vec{P}] = i\hbar ; [f(\vec{r}), \vec{P}] = i\hbar \frac{\partial f(\vec{r})}{\partial \vec{r}}$$

$$\Psi_{\vec{p}}(\vec{r}) = \left(\frac{1}{2\pi\hbar}\right)^{3/2} \exp\left[\frac{i}{\hbar} \vec{p} \vec{r}\right] - \text{Собственно нормированная волновая функция импульса}$$

$$\hat{T}_{\vec{a}} = \exp\left[\frac{i}{\hbar} \vec{a} \vec{p}\right] - \text{Опер. переноса на расстояние } \vec{a}$$

$$\langle (\Delta x)^2 \rangle \langle (\Delta \vec{p}_x)^2 \rangle \geq \frac{1}{4} \hbar^2 - \text{Соотношение Неопределенности}$$

$$\langle (\Delta x)^2 \rangle = \langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2 - \text{дисперсия}$$

$$i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \Psi + U(\vec{r}) \Psi - \text{Уравнение Шредингера во внешнем поле}$$

$$\Psi = e \cdot \exp\left[-\frac{i}{\hbar} (Et - \vec{p} \vec{r})\right] - \text{Волна в квантовой механике}$$

$$\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \Psi + [E - U(\vec{r})] \Psi = 0 - \text{Ур. Шредингера}$$

$$D = \frac{1}{1 + \left[\frac{(k^2 - \kappa^2) \sin \alpha_0}{2\kappa \alpha}\right]^2} - \text{Коэф. прохождения через прямоуг. барьер}$$

$$E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2ma^2} - \text{Энергия частицы в потенциальной яме } E_{\text{н.}}$$

$$D = \frac{1}{1 + \left[\frac{(E^2 - \hbar^2 \omega^2) \sin^2 \theta}{2kx} \right]^2} \quad \text{— коэффициент пропускания при прохождении через потенциальный барьер}$$

$$\left[\frac{d^2}{dx^2} - \frac{m^2 \omega^2 x^2}{\hbar^2} + \frac{2mE}{\hbar^2} \right] \psi(x) = 0 \quad \text{Уравнение Шрёдингера Гармонического Осциллятора}$$

$$E_n = \hbar \omega \left(n + \frac{1}{2} \right) \quad \text{— Энергия ГАРМОНИЧ. осциллятора}$$

$$\frac{1}{\hbar} \vec{L} = [\vec{r}, \vec{p}] = -i\hbar [\vec{r}, \nabla], \quad \text{Оператор момента}$$

$$\vec{L} = -i\hbar [\vec{r}, \nabla] = -i\hbar \left[\vec{r}, \frac{d}{dr} \right] \quad \text{и т.д.}$$

$$\vec{L}_x = -i\hbar y \frac{\partial}{\partial z} + i\hbar z \frac{\partial}{\partial y}; \quad \vec{L}_y = -i\hbar z \frac{\partial}{\partial x} + i\hbar x \frac{\partial}{\partial z}; \quad \vec{L}_z = -i\hbar x \frac{\partial}{\partial y} + i\hbar y \frac{\partial}{\partial x}$$

$$[\vec{L}_i, \vec{L}_j] = i\hbar \epsilon_{ijk} L_k; \quad [\vec{L}_i, \vec{p}_j] = i\hbar \epsilon_{ijk} p_k \quad \text{— Коммутации } \vec{L}_i$$

$$[\vec{L}_i, \vec{L}_i] = i\hbar \epsilon_{ijk} L_k; \quad [\vec{L}_i^2, \vec{L}_i] = 0 \quad \text{еще коммутации}$$

$$\vec{L}_z = -i\hbar \frac{\partial}{\partial \varphi} \quad \text{— Оператор } L_z \text{ в сферич. координ.}$$

$$\vec{L}^2 = -\hbar^2 \left[\frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{\sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} \right] \quad \text{— В сфер. коорд.}$$

$$\vec{R}_z = e^{i\alpha \vec{L}_z} \quad \text{— Оператор поворота на конечный угол } \alpha$$

$$\vec{L}^2 = L(L+1) \quad \text{— Собств. знач. Опер. } \vec{L}^2; \quad \vec{L}_z = m$$

$$\psi_{nlm}(\vec{r}) = \psi_{nlm}(\vec{r}) = \frac{1}{\sqrt{\pi a^3}} e^{-\frac{r}{a_0}}; \quad a_0 = \frac{\hbar^2}{\mu e^2} \quad \text{— Первый радиус Боровской орбиты}$$

Волновая ф. в основном состоянии в

Центрально симметричном кулоновском поле

$$E_n = -\frac{\mu e^4}{2\hbar^2 n^2} \quad \text{— Энергия в кулоновском поле}$$

$$\psi_a(\vec{r}) = \langle \vec{r} | a \rangle; \quad \langle \vec{r} | - \text{БРА и } |a\rangle \text{ — кет векторы}$$

$$\sum_F |F\rangle \langle F| = 1; \quad \int d^3p |\vec{p}\rangle \langle \vec{p}| = 1$$

$$\langle \xi | a \rangle = \int d^3p \langle \xi | \vec{p} \rangle \langle \vec{p} | a \rangle -$$

когда $\vec{p}$ представляет импульсное представление — формула перехода от одного к друг. предст.

$$\sum_n \langle \xi | E_n \rangle \langle E_n | a \rangle = \langle \xi | a \rangle - \text{Дискретный. Вариант}$$

$$|b\rangle \langle a| = \hat{G} - \text{некий оператор}$$

$\hat{G}$ проекционно-представление оператор.

$\langle a | c \rangle$ — скалярное произведение.

$$\hat{G} | c \rangle = | b \rangle \langle a | c \rangle - \text{Порой ставили на } | c \rangle,$$

но получили $| b \rangle : \langle a | c \rangle$ — коэффициент.

$$K_{AB} = \langle F_A | \hat{K} | F_B \rangle - \text{Матричный элемент оператора } \hat{K}$$

$$\langle \vec{p}, \vec{r} \rangle = \langle \vec{r}, \vec{p} \rangle^* - (\text{в-ва эти шук})$$

$$\langle \xi | \hat{H} | E_n \rangle = E_n \langle \xi | E_n \rangle - \text{Действие оператора на "БРА-кет" вектор}$$

$$\hat{T} = i \hbar \frac{\partial}{\partial \vec{p}} - \left[\hat{F} = -i \hbar \frac{\partial}{\partial \vec{r}} - \begin{matrix} \text{в координ.} \\ \text{предст.} \end{matrix} \right] - \text{Опер. координаты в импульсном предст.}$$

$$\hat{S}^{-1} = \hat{S}^\dagger - \text{Унитарный Опер. (каноничес. преобраз.)}$$

$$\hat{Q}_H = \hat{S}^{-1} \hat{Q}_S \hat{S} - \text{Каноническое представление преобразов. От "S-предст" } \underline{Q} \rightarrow \underline{H} - \text{предст}$$

Переход от координатного представления в численное записывание — называется —
— Вторичное квантование

$E_n^{(1)} = V_{nn}$ — Первая поправка энергии представляет диагональный элемент матричных возмущений

$$\frac{\hbar m |\vec{p}|}{|\vec{p}|^3} \ll 1 - \text{Условие применимости квазиклассического приближения}$$

5

$$D = \frac{|\bar{J}_{\text{прав}}|}{|\bar{J}_{\text{лев}}|} = D_0 \exp\left[-\frac{2}{\hbar} \int_0^a dx |p(x)|\right] - \text{Барьер } \mathcal{D}$$

Котлов. Проникновения барьера кривы
квантовомеханическом приближении

$$I(\mathcal{E}) = I_0 \langle D(\mathcal{E}) \rangle \cdot A \exp\left(-\frac{\mathcal{E}_0}{\mathcal{E}}\right) \begin{matrix} \text{Ток Холловский} \\ \text{Эмиссия} \end{matrix}$$

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} - \text{Закон радиоактивного распада}$$

$$\langle t \rangle = \frac{1}{\lambda} - \text{Средняя жизнь ядра}$$

$$\frac{1}{2\pi\hbar} \oint dx p(x) = n + \frac{1}{2} - \begin{matrix} \text{Правило квантования} \\ \text{Бора-Зоммерфельда} \end{matrix}$$

$$\hat{S} = \frac{1}{2} \hat{\sigma} - \text{Оператор спина, } \hat{\sigma} - \text{Матрица Паули}$$

Зависимость системы от полного спина
называется обменное взаимодействие

$$\hat{j} = \frac{i\hbar}{2m} (\nabla^2 \psi - \psi \nabla^2) = \frac{i\hbar}{2m} (\psi \nabla^2 - \nabla^2 \psi)$$

спин?, спинор?,

Урав квант. механики? 1. Канонический
но-вариантный формализм. 2. Дискретные величины.

Производная от оператора?