

$$1) \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi}$$

$$C: \int_{-\infty}^{+\infty} |\psi|^2 dx = 1$$

$$\bar{E}_x = \int_{-\infty}^{+\infty} \psi^* \frac{\hat{p}^2}{2m} \psi dx = \int_{-\infty}^{+\infty} dx \left[\frac{\hat{p}}{\sqrt{2m}} \psi \right]^2$$

$$\text{Duen: } \Delta p^2 = \langle p^2 \rangle - \langle p \rangle^2$$

$$1) \langle (\Delta x)^2 \rangle \langle (\Delta p_x)^2 \rangle \geq \frac{\hbar^2}{4}$$

$$2) \int dq |\psi(q)|^2 = 1. \quad \int dq \psi_{f'}^*(q) \psi_f(q) = \delta(f' - f)$$

$$3) a_n = \int dq \psi_n^*(q) \psi(q)$$

$$4) \langle f \rangle = \sum_n f_n |a_n|^2$$

$$5) \psi = a e^{-\frac{is}{\hbar}} \quad \text{квантовое в. в.}$$

$$6) -i\hbar \frac{\partial \psi(q,t)}{\partial t} = \hat{H} \psi(q,t)$$

$$7) \dot{\hat{f}} = \frac{\partial \hat{f}}{\partial t} + \frac{i}{\hbar} [\hat{H}, \hat{f}]$$

кв. сходке Пурсеко

$$8) \psi_n(q,t) = e^{-\frac{i}{\hbar} E_n t} \psi_n(q)$$

$$9) f_{nm}(t) = \int dq \psi_n^* \hat{f} \psi_m(q,t)$$

21) $E \leq 5$

22) E_1
 E_2

257 B
4

24)

25)

26)

$$15) \frac{\hbar^2}{2m} \Delta \psi + [E - U(r)] \psi = 0$$

25)

26)

вектор ^{потока} плотности вероятности $\equiv$ плотность потока

27)

$$D = \frac{1}{1 + \left[\frac{(k^2 - x^2) \sin 2\alpha}{2kx} \right]^2}$$

23)

$$k = \frac{\sqrt{2 m E}}{h}$$

$$21) \quad E < U_0 \Rightarrow D = \frac{1}{1 + \left[\frac{(k^2 + \kappa^2) \sin \kappa a \cos \kappa' a}{2k\kappa'} \right]^2}$$

22) E_n в яме $U \rightarrow \infty$

$$E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2 n^2}{2ma^2}$$

$$\psi_I(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{\pi n x}{a} \quad \begin{matrix} n=2,4,6... \\ \cos n=1,3,5... \end{matrix}$$

23) В.ф. кубан гарм. оу:

$$\psi_n = \frac{1}{\sqrt{2^n n! \sqrt{\pi}}} H_n(\xi) e^{-\frac{\xi^2}{2}}$$

24) Энергия в. ямы оу. $E_n = \hbar \omega (n + \frac{1}{2})$

$$E_0 = \frac{\hbar \omega}{2}$$

25) $E_n = m \omega^2 \langle x^2 \rangle_n$

$$26) \quad \hat{a} \psi_n(\xi) = \sqrt{n} \psi_{n-1}(\xi)$$

$$\hat{a}^+ \psi_n(\xi) = \sqrt{n+1} \psi_{n+1}(\xi)$$

$$[\hat{a}, \hat{a}^+] = 1$$

$$\hat{H} = \hbar \omega (\hat{a}^+ \hat{a} + \frac{1}{2})$$

27) $\hat{O} = 1 + \delta \vec{\varphi} \cdot \sum [\vec{r}_i, \nabla_i]$ - опер. поворота по $\delta \vec{\varphi}$

28) Он. м. ум: $\hat{\vec{L}} = -i [\vec{r}, \nabla]$

$$[\hat{L}_i, \hat{L}_j] = i \epsilon_{ijk} \hat{L}_k$$

$$[\hat{L}_i, \hat{p}_j] = i \epsilon_{ijk} \hat{p}_k$$

$$[\hat{L}_i, \hat{L}_j] = i \epsilon_{ijk} \hat{L}_k$$

$$[\hat{L}_i^2, \hat{L}_i] = 0$$

$$\hat{L}_+ = \hat{L}_x + i \hat{L}_y$$

$$\hat{L}_- = \hat{L}_x - i \hat{L}_y$$

В сфер коорд

$$\hat{L}_z = -i \frac{\partial}{\partial \varphi}$$

$$\hat{L}^2 = - \left\{ \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{\sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} \right\}$$

Опер поворота на конечн угол

$$\hat{R}_\chi = e^{i\chi \hat{L}_z}$$

$$\Delta = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \left[\frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{\sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} \right]$$

Оператор центробежн энергии:

$$\frac{\hbar^2}{2\mu r^2} \hat{L}^2$$

$$\text{Центробежная энергия } V = \frac{\hbar^2 l(l+1)}{2\mu r^2}$$

$$\text{Волн. коэф. атом: } E_n = -\frac{\mu z^2 e^4}{2\hbar^2 n^2}$$

Волн. ф-ция осн сост H:

$$\psi_{100}(\vec{r}) = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}} e^{-\frac{r}{a_0}}$$

Вектор эксцентриситета { Рунге - Вентзе }

$$\hat{\vec{e}} = \frac{\hat{\vec{z}}}{2} + \frac{1}{2\mu z e^2} \{ [\hat{\vec{e}} \times \hat{\vec{p}}] - [\hat{\vec{p}} \times \hat{\vec{e}}] \}$$

R свен word

$$\psi_{\vec{p}}(\vec{z}) = \langle \vec{z} | \vec{p} \rangle = \frac{1}{(2\pi\hbar)^{3/2}} \exp\left(\frac{i\vec{p}\vec{r}}{\hbar}\right) \quad \begin{array}{l} \text{собств вф} \\ \text{оператора} \\ \text{импульса в} \\ \text{коорд представлени} \end{array}$$

Опер. коорг в импульсных представлени

$$\hat{z} = i\hbar \frac{\partial}{\partial \vec{p}}$$

Оператор эволюции $\hat{R}(t, t_0) = \exp\left[-\frac{i}{\hbar}(t-t_0)\hat{H}\right]$

Уравн Гейзенберга $i\hbar \frac{d\hat{Q}_H(t)}{dt} = [\hat{Q}_H(t), \hat{H}]$

$$\hat{a}|n\rangle = \sqrt{n}|n-1\rangle$$

$$\hat{a}^+|n\rangle = \sqrt{n+1}|n+1\rangle$$

$$\hat{H} = \hat{H}_0 + \hat{V}$$

$$V_{nn} = \int dq \psi_n^{(0)*} \hat{V} \psi_n^{(0)} \quad E_n^{(1)} = V_{nn} !$$

$$E_n^{(2)} = \sum_m \frac{|V_{mn}|^2}{E_n^{(0)} - E_m^{(0)}} < 0 \quad m \neq n.$$

Критерий применимости $|V_{mn}| \ll |E_n^{(0)} - E_m^{(0)}|$

Золотое правило Ферми: $\omega_{mn} = \frac{2\pi}{\hbar} |\hat{V}_{mn}|^2 \rho(E_n^{(0)})$

Условие применимости возмущающа крива

$$\frac{dX}{dx} \ll 1$$

$$m \frac{|F(x)|\hbar}{|p|^3} \ll 1.$$

с? малый импульс
крутой барьер
не применима

В сфер коорд
 $\hat{L}_z = -i \frac{\partial}{\partial \varphi}$

3-н Гейзенберг-Киттеля -

$$\ln \frac{1}{mR^2} t_{1/2} = \frac{A}{\sqrt{E}} - B$$

Пр. кв Бора - Зоммерф.

$$\frac{1}{2\pi k} \oint dx \rho(x) = n + \frac{1}{2}$$

$$[\hat{S}_i, \hat{S}_j] = i \epsilon_{ijk} \hat{S}_k$$

$$\hat{\sigma}_i \hat{\sigma}_j = i \epsilon_{ijk} \hat{\sigma}_k + \delta_{ij}$$

$$\hat{\sigma}_z = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \quad \hat{\sigma}_x = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \quad \hat{\sigma}_y = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}$$

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

МАТРИЦЫ ПАУЛИ.

$$[\hat{a}_i, \hat{a}_k^\dagger - \hat{a}_k^\dagger \hat{a}_i] = \delta_{ik}$$

Одночастичный оператор

$$\hat{f}^{(1)} = \sum_{i,k} f_{ik}^{(1)} \hat{a}_i^\dagger \hat{a}_k$$