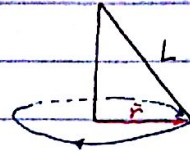


$$H = \frac{(P - \frac{e}{c} A_r)^2}{2m} + mg(l - \sqrt{l^2 - r^2}) \doteq$$

$$\doteq \frac{P^2}{2m} - \frac{e}{2mc} (P A_r + A_r P) + (mgl - mgl + \frac{1}{2} mg (\frac{r^2}{l})) \doteq$$

$$\doteq \underbrace{\frac{P^2}{2m} + \frac{1}{2} m \omega^2 r^2}_{H_0} - \underbrace{\frac{e}{2mc} (P A_r + A_r P)}_{V_{int}}$$



השדה המגנטי T. ונניח $A_r = \dots$

$$\omega \equiv \sqrt{\frac{g}{l}} \quad \text{ג'ר}$$

$$\Gamma = \frac{\lambda \pi}{\hbar} |\langle \psi | V_{int} | i \rangle|^2 \delta(E_f - E_i)$$

כלי נדון

$$H_0 |\psi_{n_x, n_y}\rangle = (n_x + n_y + 1) \hbar \omega |\psi_{n_x, n_y}\rangle$$

סדרת דק הבאים המקיפה שטח אנליזה - $\hbar \omega_k = E^f - E^i$ (כלומר) $\frac{E^f - E^i}{\hbar \omega}$: $\langle \psi_{n_x, n_y} | \hat{V}_{int} | \psi_{n_x, n_y} \rangle$

$$V_{int} = -\frac{e}{mc} \left(\frac{\hbar}{i} \nabla \right) \cdot \vec{A} = -\frac{e}{mc} \left(\frac{\hbar}{i} \right) (\hat{p} \cdot \vec{A}) = -\frac{e}{mc} \left(\frac{\hbar}{i} \right) (\hat{p} \cdot \vec{A})$$

האיבר האחרון של הקווקו הוא $\hat{A} \cdot \vec{p}$: $\langle \psi_{n_x, n_y} | \hat{V}_{int} | \psi_{n_x, n_y} \rangle = \langle \psi_{n_x, n_y} | \hat{A} \cdot \vec{p} | \psi_{n_x, n_y} \rangle$

הקווקו הדיבור $\hat{A} \cdot \vec{p}$: $\langle \psi_{n_x, n_y} | \hat{V}_{int} | \psi_{n_x, n_y} \rangle = \langle \psi_{n_x, n_y} | \hat{A} \cdot \vec{p} | \psi_{n_x, n_y} \rangle$

$$V_{int} = -\frac{e}{mc} \left(\frac{\hbar}{i} \right) \sqrt{\frac{\pi \hbar c^2}{\omega_k}} \hat{p} \cdot \vec{A} = -\frac{e}{mc} \left(\frac{\hbar}{i} \right) \sqrt{\frac{\pi \hbar c^2}{\omega_k}} \hat{p} \cdot \vec{A}$$

הקווקו הדיבור $\hat{A} \cdot \vec{p}$: $\langle \psi_{n_x, n_y} | \hat{V}_{int} | \psi_{n_x, n_y} \rangle = \langle \psi_{n_x, n_y} | \hat{A} \cdot \vec{p} | \psi_{n_x, n_y} \rangle$

$$\Gamma = \frac{\lambda \pi}{\hbar} \left(\frac{e}{mc} \right)^2 \left(\frac{\pi \hbar c^2}{\omega_k} \right)^2 \left| \langle \psi_{n_x, n_y} | \hat{p} \cdot \vec{A} | \psi_{n_x, n_y} \rangle \right|^2 \doteq$$

$$\doteq A \left| \langle \psi_{n_x, n_y} | \hat{p} \cdot \vec{A} | \psi_{n_x, n_y} \rangle \right|^2$$

$$\langle \psi_{n_x, n_y} | \hat{p} | \psi_{n_x, n_y} \rangle = \frac{m}{i \hbar} \langle \psi_{n_x, n_y} | [r, H_0] | \psi_{n_x, n_y} \rangle = -\frac{i m \hbar \omega}{\hbar} \langle \psi_{n_x, n_y} | r | \psi_{n_x, n_y} \rangle$$

$$\hat{x} \psi_{n_x, n_y} = \sqrt{\frac{\hbar}{2m\omega}} (\sqrt{n_x} \psi_{n_x-1, n_y} + \sqrt{n_x+1} \psi_{n_x+1, n_y})$$

$$\langle \psi_{n_x, n_y} | r | \psi_{n_x, n_y} \rangle = \left(\frac{\sqrt{\hbar}}{\sqrt{2m\omega}} \right) (\sqrt{n_x} \langle \psi_{n_x-1, n_y} | r | \psi_{n_x, n_y} \rangle + \sqrt{n_x+1} \langle \psi_{n_x+1, n_y} | r | \psi_{n_x, n_y} \rangle)$$

$$\Gamma = \frac{1}{2} \hbar m \omega A \left| \left(\frac{\sqrt{\hbar}}{\sqrt{2m\omega}} \right) (\sqrt{n_x} \langle \psi_{n_x-1, n_y} | r | \psi_{n_x, n_y} \rangle + \sqrt{n_x+1} \langle \psi_{n_x+1, n_y} | r | \psi_{n_x, n_y} \rangle) \right|^2$$

כאן נכנסת התלות בקווקו