"Волчок Томсона и когерентное пленение в трехуровневой V-схеме"

Денис Сычев

Санкт-Петербургский Государственный Университет

6 ноября 2020 г.

Волчок Томсона

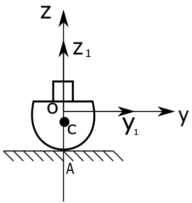

Рис.: Волчок Томсона

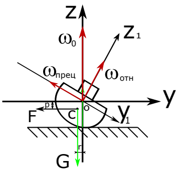

Рис.: Волчок Томсона

Волчок Томсона

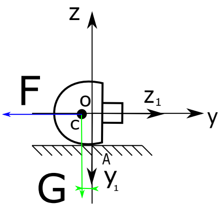

Рис.: Волчок Томсона

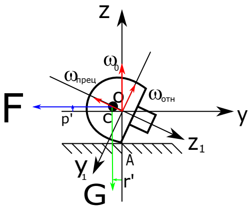

Рис.: Волчок Томсона

Трехуровневая V-схема

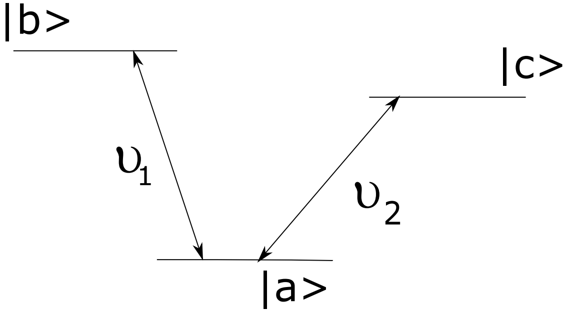

Рис.: V схема

Трехуровневая V-схема

Для схемы справедливо:

$$|\psi(t)\rangle = C_1(t)\,|a\rangle + C_2(t)\,|b\rangle + C_3(t)\,|c\rangle\,. \tag{1}$$

Уравнения для амплитуд описываются следующим образом:

$$C_a = c_a e^{-i\omega_a t}, \tag{2}$$

$$C_b = c_b e^{-i\omega_b t}, \tag{3}$$

$$C_c = c_c e^{-i\omega_c t}. \tag{4}$$

Из уравнения Шредингера:

$$\begin{cases} \dot{c}_a = \frac{i}{2}(\Omega_1 e^{-i\Phi_1} c_b + \Omega_2 e^{-i\Phi_2} c_c), \\ \dot{c}_b = \frac{i}{2}\Omega_1 e^{i\Phi_1} c_a, \\ \dot{c}_c = \frac{i}{2}\Omega_2 e^{i\Phi_2} c_a. \end{cases} \tag{5}$$

Трехуровневая V-схема

Решая систему уравнений (5) используя начальное условие: $c_b(0) = \cos\frac{\theta}{2}$, $c_c(0) = \sin\frac{\theta}{2}$, $c_a(0) = 0$, приходим к:

$$c_a(t) = \frac{i}{\Omega}(\Omega_1 e^{-i\Phi_1}\cos\frac{\theta}{2} + \Omega_2 e^{-i\Phi_2}\sin\frac{\theta}{2})\sin\frac{\Omega t}{2}, \tag{6}$$

$$c_b = \frac{1}{\Omega^2}((\Omega_2^2+\Omega_1^2\cos\frac{\Omega t}{2})\cos\frac{\theta}{2} - 2\Omega_1\Omega_2 e^{-i(\Phi_1-\Phi_2-\psi)}\sin^2\frac{\Omega t}{4}\sin\frac{\theta}{2}), \tag{7}$$

$$c_c = \frac{1}{\Omega^2}((\Omega_2^2+\Omega_1^2\cos\frac{\Omega t}{2})e^{-i\psi}\sin\frac{\theta}{2} - 2\Omega_1\Omega_2 e^{-i(\Phi_1-\Phi_2)}\sin^2\frac{\Omega t}{4}\cos\frac{\theta}{2}). \tag{8}$$

Когеретное пленение в V-схеме

Когерентное пленение будет наблюдаться при: $\Omega_1 = \Omega_2$, $\theta = \pi/2$, $\Phi_1 - \Phi_2 - \psi = \pm\pi$, тогда:

$$c_a(t) = 0, \tag{9}$$

$$c_b = \frac{1}{\sqrt{2}}, \tag{10}$$

$$c_c = \frac{1}{\sqrt{2}}. \tag{11}$$

Система ‘поле-атом‘

Гамильтониан взаимодействия поля с атомом:

$$H_1 = -\frac{\hbar}{2}(\Omega_{R1} e^{-i\Phi_1} e^{-i\nu_1} t \left|a\right\rangle \left\langle b\right| + \Omega_{R2} e^{-i\Phi_2} e^{-i\nu_2} t \left|a\right\rangle \left\langle c\right| + ..) \tag{12}$$

$$\rho = \rho_{aa} \left|a\right\rangle \left\langle a\right| + \rho_{bb} \left|b\right\rangle \left\langle b\right| + \rho_{cc} \left|c\right\rangle \left\langle c\right| + \ldots \tag{13}$$

Система 'поле-атом'

Система уравнений для матрицы плотности:

$$
\begin{cases}
\dot{\rho}_{aa} = \frac{i}{2}(\Omega_R \tilde{\rho}_{ba} + \Omega_\mu \tilde{\rho}_{ca} - c.c.) + \gamma_c \rho_{cc} + \gamma_b \rho_{bb} \\
\dot{\rho}_{bb} = -\frac{i}{2}(\Omega_R \tilde{\rho}_{ba} - c.c.) - \gamma_b \rho_{bb} \\
\dot{\rho}_{cc} = -\frac{i}{2}(\Omega_\mu \tilde{\rho}_{ca} - c.c.) - \gamma_c \rho_{cc} \\
\dot{\tilde{\rho}}_{ba} = \frac{i}{2}\Omega_R(\rho_{bb} - \rho_{aa}) + \frac{i}{2}\Omega_\mu \tilde{\rho}_{cb} - \tilde{\rho}_{ab}(i\Delta + \gamma_1) \\
\dot{\tilde{\rho}}_{cb} = -\frac{i}{2}(\Omega_R \tilde{\rho}_{ca} - \Omega_\mu \tilde{\rho}_{ab}) - \tilde{\rho}_{cb}(i\Delta + \gamma_3) \\
\dot{\tilde{\rho}}_{ac} = \frac{i}{2}\Omega_R \tilde{\rho}_{bc} - \frac{i}{2}\Omega_\mu(\rho_{cc} - \rho_{aa}) - \tilde{\rho}_{ac}\gamma_2
\end{cases}
\tag{14}
$$