ημικλασικά @ ΔΣ

$$\mathcal{A}_R = \frac{\Omega_R^2}{\Omega_R^2+\Delta^2} \qquad T_R = \frac{2\pi}{\sqrt{\Omega_R^2+\Delta^2}} = \frac{1}{f_R}$$

$$\Delta := \omega - \Omega$$

$$\left.\begin{aligned} \Omega_R &:= \frac{\wp \mathcal{E}_0}{\hbar}, \text{ για } \wp>0 \\ \Omega_R &:= \frac{-\wp \mathcal{E}_0}{\hbar}, \text{ για } \wp<0 \end{aligned}\right\} \text{ ή } \Omega_R \text{ ορίζεται θετική}$$

$$\Omega_R := \frac{|\wp| \mathcal{E}_0}{\hbar}$$

$$\boxed{f_R = \frac{\sqrt{\Omega_R^2+\Delta^2}}{2\pi} \xrightarrow{\text{για } \Delta=0} \frac{\Omega_R}{2\pi} = \frac{|\wp|\mathcal{E}_0}{h}}$$

η συχνότητα δηλαδή (εκτός από την εξάρτηση από το Δ) εξαρτάται

- από το "πλάτος" του ηλεκτρικού πεδίου $\mathcal{E}_0$ $\vec{\mathcal{E}} = \vec{\mathcal{E}}_a \cdot \exp[i(\vec{k}\cdot\vec{r} - \omega t + \phi)]$
- και από το $\wp := \wp_{z12} = \wp_{z21} = -e z_{12} = -e z_{21}$ $= \underbrace{\vec{\mathcal{E}}_a \cdot \exp[i(\vec{k}\cdot\vec{R} + \phi)]}_{\vec{\mathcal{E}}_0} e^{-i\omega t}$ $\vec{r} \simeq \vec{R}$

κι αν οι $\Phi_1(\vec{r})$ και $\Phi_2(\vec{r})$ έχουν ίδια ομοτιμία $\wp = 0$
οπότε δεν υπάρχει ταλάντωση π.χ. $\vec{r} = \vec{r}_H \simeq \vec{r}_\Pi = \vec{R}$

κβαντομηχανικά @ ΔΣ

π.χ. @ απορρόφηση φωτονίου

$$\mathcal{A} = \frac{g^2 n}{\Omega_n^2} = \frac{g^2 n}{\left(\frac{\omega-\Omega}{2}\right)^2 + g^2 n} = \frac{4g^2 n}{4g^2 n + \Delta^2}$$

$g = g_m$
$n = n_m$
$\omega = \omega_m$

$$T = \frac{\pi}{\Omega_n} = \frac{\pi}{\sqrt{\left(\frac{\omega-\Omega}{2}\right)^2 + g^2 n}} = \frac{2\pi}{\sqrt{4g^2 n + \Delta^2}}$$

$$\omega_m = \frac{m\pi c}{L}, m \in \mathbb{N}^*$$

οπότε καλύτερα να ορίσουμε $4g^2 n = \Omega_R^2 \Leftrightarrow \boxed{\Omega_R = 2\sqrt{n}\, g}$

$$\hbar |g_m| = |\wp| \left| \left(\frac{\hbar\omega_m}{\varepsilon_0 V}\right)^{1/2} \sin\left(\frac{m\pi z}{L}\right) \right| \Rightarrow$$

$$\hbar \frac{\Omega_R}{2\sqrt{n}} = |\wp| \left| \left(\frac{\hbar\omega_m}{\varepsilon_0 V}\right)^{1/2} \sin\left(\frac{m\pi z}{L}\right) \right| \Rightarrow$$

$$\Omega_R = \frac{|\wp|}{\hbar} \left| \left(\frac{4\hbar\omega_m n}{\varepsilon_0 V}\right)^{1/2} \sin\left(\frac{m\pi z}{L}\right) \right| := \frac{|\wp| E_{0m}}{\hbar}$$

"πλάτος" $E_{0m} = \left| \left(\frac{4\hbar\omega_m n}{\varepsilon_0 V}\right)^{1/2} \cdot \sin\left(\frac{m\pi z}{L}\right) \right|$

Οπότε, επειδή η πυκνότητα ενέργειας είναι

$$\boxed{U = \frac{\varepsilon_0}{2} E^2}$$

εδώ θα έχουμε

$$\frac{\varepsilon_0}{2} E_{\phi m}^2 = \frac{\varepsilon_0}{2} \frac{4\hbar\omega_m n_m}{\varepsilon_0 V} \sin^2\left(\frac{m\pi z}{L}\right) \qquad \sin^2\alpha = \frac{1-\cos 2\alpha}{2}$$

$$= \frac{2\hbar\omega_m \cdot n_m}{V} \left\{ \frac{1}{2} - \frac{1}{2}\cos\left(\frac{2m\pi z}{L}\right) \right\}$$

$$= \boxed{\frac{\hbar\omega_m \cdot n_m}{V}} \boxed{\left\{ 1 - \cos\left(\frac{2m\pi z}{L}\right) \right\}} \leftarrow \boxed{\frac{J}{m^3}}$$

η οποία είναι πράγματι πυκνότητα ενέργειας και μάλιστα, εκτός από τη διαμόρφωση $\{\ldots\}$ ο αριθμητής είναι ο αριθμός των φωτονίων επί την ενέργεια του κάθε φωτονίου κι ο παρονομαστής ο όγκος της κοιλότητας

$$\int_0^L dz \left\{ 1 - \cos\left(\frac{2m\pi z}{L}\right) \right\} = \int_0^L dz - \int_0^L dz \cos\left(\frac{2m\pi z}{L}\right)$$

$$\psi := \frac{2m\pi z}{L}$$

$$d\psi = \frac{2m\pi}{L} dz$$

$$\frac{L}{2m\pi} \int_0^{2m\pi} d\psi \cos\psi = 0$$

$$\boxed{\int_0^L dz\, U} = \frac{\hbar\omega_m n_m}{S \cdot L} \cdot L = \frac{\hbar\omega_m n_m}{S} \rightarrow \frac{J}{m^2}$$