1 Hibridación de polaritón plasmónico de grafeno acústico y polaritón fonónico de volumen I

Descripción. Heteroestructura aire/grafeno/lámina de material polar de espesor d/sustrato conductor perfecto. Estudiar el caso límite $d \to \infty$.

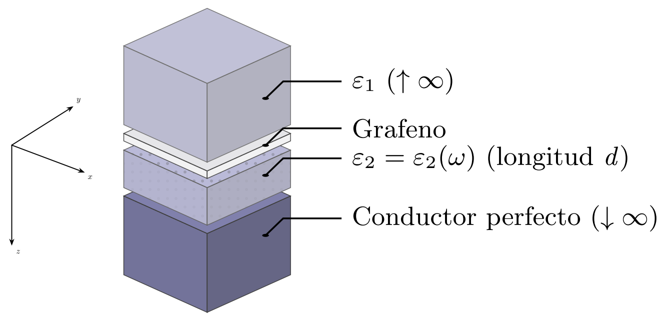

Figure 1: Esquema del sistema Hibridación de polaritones fonónicos superficiales.

Ecuación característica (con $\kappa = \coth(dk_x)$).

$$\varepsilon_{\infty 2}\ \omega^2\,(\omega-\omega_{L2})(\omega+\omega_{L2})+\big(\varepsilon_1\,\omega^2-2c\,k_x\,\omega_D\big)\,(\omega-\omega_{T2})(\omega+\omega_{T2})\ \tanh(dk_x)=0. \tag{1}$$

Equivalente, en $u = \omega^2$:

$$\varepsilon_{\infty 2}\ u\,(u-\omega_{L2}^2)+\big(\varepsilon_1\,u-2c\,k_x\,\omega_D\big)\,(u-\omega_{T2}^2)\tanh(dk_x)=0.$$

Reducción a cuadrática en $u = \omega^2$. Definimos

$$\boxed{\omega_{(2|1)}^2(\kappa) := \frac{\varepsilon_{\infty 2}\,\kappa\,\omega_{L2}^2+\varepsilon_1\,\omega_{T2}^2}{\varepsilon_1+\varepsilon_{\infty 2}\,\kappa}}, \qquad \boxed{\omega_p^2(k_x) := \frac{2c\,\omega_D}{\varepsilon_1+\varepsilon_{\infty 2}\,\kappa}\,k_x} \tag{2}$$

(de modo que cuando $k_x \to \infty$, $\kappa \to 1$, y cuando $k_x \to 0$, $\kappa \to \infty$). Con estas definiciones, la ecuación adopta la forma compacta

$$u^2\ -\ a_2\,u\ +\ a_0=0, \qquad \boxed{a_2=\omega_{(2|1)}^2(\kappa)+\omega_p^2(k_x)}, \quad \boxed{a_0=\omega_p^2(k_x)\,\omega_{T2}^2}. \tag{3}$$

Relaciones de dispersión (dos ramas).

$$\boxed{\omega_\pm(k_x)=\sqrt{\frac{\omega_{(2|1)}^2(\kappa)+\omega_p^2(k_x)\ \pm\ \sqrt{\big(\omega_{(2|1)}^2(\kappa)+\omega_p^2(k_x)\big)^2-4\,\omega_p^2(k_x)\,\omega_{T2}^2}}{2}}}. \tag{4}$$

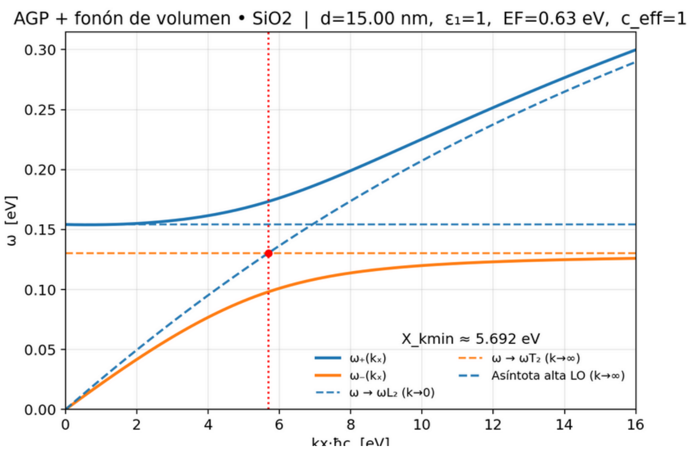

Figure 2: Representación

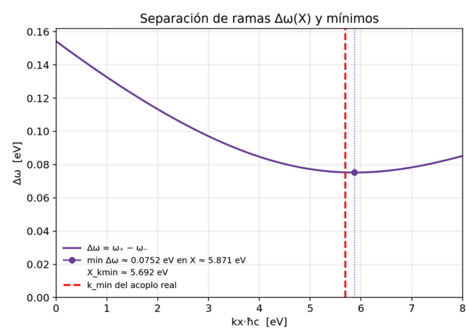

Figure 3: wup - wlow

Límites asintóticos (usando $\kappa = \coth(dk_x)$).

$k_x \to 0$. Aquí $\kappa \to \infty$ y $\omega_p^2 \to 0$. Además $\omega^2_{(2|1)}(\kappa) \to \omega^2_{L2}$. Por tanto:

$$\boxed{\omega_-(0) = 0, \qquad \omega_+(0) = \omega_{L2}}.$$

$k_x \to \infty$. Aquí $\kappa \to 1$ y $\omega_p^2 \sim \dfrac{2c\,\omega_D}{\varepsilon_1 + \varepsilon_{\infty 2}}\,k_x$. Con $\omega^2_{(2|1)}(1) = \dfrac{\varepsilon_{\infty 2}\,\omega^2_{L2} + \varepsilon_1\,\omega^2_{T2}}{\varepsilon_1 + \varepsilon_{\infty 2}}$:

$$\boxed{\omega_-^2(k_x) \to \omega^2_{T2}}, \qquad \boxed{\omega_+^2(k_x) \sim \frac{2c\,\omega_D}{\varepsilon_1 + \varepsilon_{\infty 2}\kappa}\,k_x}.$$