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

Descripción Hibridación de polaritón plasmónico de grafeno y fonónico de volumen: Heteroestructura aire/grafeno/sustrato de material polar.

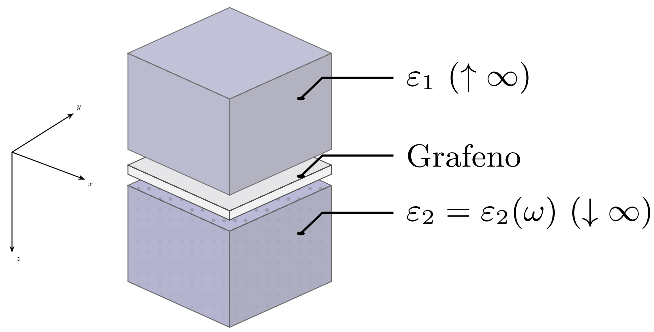

Figure 1: Esquema del sistema Hibridación de polaritones fonónicos superficiales.

Ecuación característica.

$$\varepsilon_1\,\omega^2 + \varepsilon_{\infty,2}\,\omega^2 \frac{\omega_{L,2}^2 - \omega^2}{\omega_{T,2}^2 - \omega^2} - 2\,\omega_D\,c\,k_x \;=\; 0. \tag{1}$$

Forma cuadrática en $u = \omega^2$. Definimos la frecuencia de interfase

$$\omega_{(2|1)}^2 = \frac{\varepsilon_{\infty,2}\,\omega_{L,2}^2 + \varepsilon_1\,\omega_{T,2}^2}{\varepsilon_1 + \varepsilon_{\infty,2}}, \tag{2}$$

y el parámetro plasmónico efectivo (dependiente de k_x)

$$\omega_p^2(k_x) = \frac{2\,c\,\omega_D}{\varepsilon_1 + \varepsilon_{\infty,2}}\,k_x. \tag{3}$$

Con $u = \omega^2$, la (1) es equivalente a

$$u^2 \;-\; u\big(\omega_p^2 + \omega_{(2|1)}^2\big) \;+\; \omega_p^2\,\omega_{T,2}^2 \;=\; 0. \tag{4}$$

Relaciones de dispersión (dos ramas). Las soluciones de (4) son

$$\boxed{{\omega_{H-I}^{\pm}}^2(k_x) = \frac{\omega_{(2|1)}^2 + \omega_p^2 \;\pm\; \sqrt{\big(\omega_{(2|1)}^2 + \omega_p^2\big)^2 - 4\,\omega_p^2\,\omega_{T,2}^2}}{2}} \tag{5}$$

Límite $k_x \to 0$. Como $\omega_p^2 \propto k_x$, se anula en el límite:

$$\boxed{{\omega_{H-I}^{-}}^2(k_x)(0) = 0, \qquad {\omega_{H-I}^{+}}^2(k_x)(0) = \frac{\varepsilon_{\infty,2}\,\omega_{L,2}^2 + \varepsilon_1\,\omega_{T,2}^2}{\varepsilon_1 + \varepsilon_{\infty,2}}} = \omega_{(2|1)} \tag{6}$$

Límite $k_x \to \infty$. Usando $\omega_p^2 \sim \alpha\, k_x$ con $\alpha = \dfrac{2c\omega_D}{\varepsilon_1 + \varepsilon_{\infty,2}}$:

$$\boxed{{\omega_{H-I}^{-}}^2(k_x) \to \omega_{T,2}^2}, \qquad \boxed{{\omega_{H-I}^{+}}^2(k_x) \simeq \frac{2c\,\omega_D}{\varepsilon_1 + \varepsilon_{\infty,2}}\,k_x}. \tag{7}$$

Cruce útil (estimación del "gap"). Tomamos la intersección entre la asíntota de la rama superior y $\omega_{T,2}$:

$$\omega_{T,2}^2 = \frac{2c\,\omega_D}{\varepsilon_1 + \varepsilon_{\infty,2}}\,k_x \quad \Longrightarrow \quad \boxed{k_x^* = \frac{\omega_{T,2}^2\,(\varepsilon_1 + \varepsilon_{\infty,2})}{2c\,\omega_D}}. \tag{8}$$

En este sistema no hay parámetros adicionales que modulen el acoplo: el "gap" es único. Obsérvese que el mínimo de $\omega_+ - \omega_-$ no coincide exactamente con el valor del "gap" dado por esta intersección (sirve como estimación operativa).

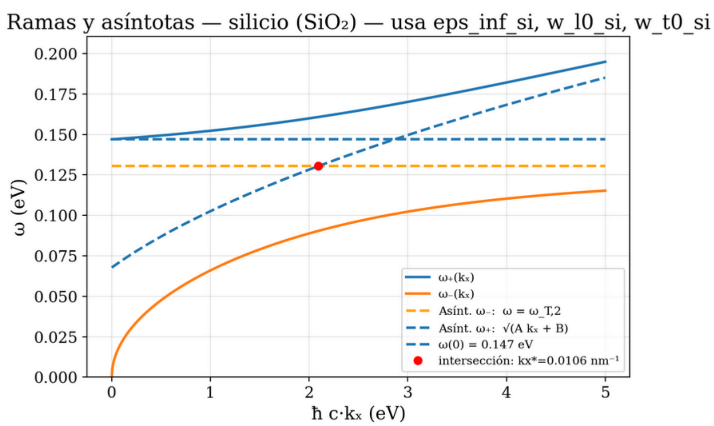

Figure 2: Representación

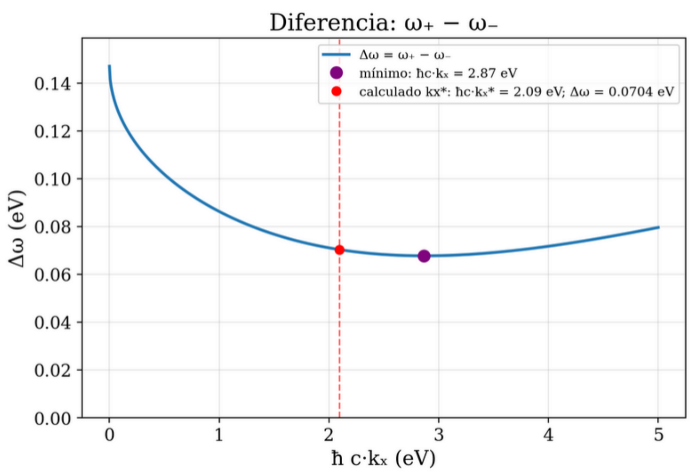

Figure 3: Enter Caption