

ПОВЕРХНЕВИЙ ПЛАЗМОННИЙ РЕЗОНАНС В ЕЛІПСОЇДАЛЬНИХ МЕТАЛЕВИХ НАНОЧАСТИНКАХ

В останні роки особливу увагу привертають способи формування металевих наночастинок та вивчення їх характеристик. Насамперед це зумовлене з перспективами їх використання в оптиці, хімії та біології. Зокрема, значний інтерес представляють високі оптичні нелінійності, викликані яскраво вираженим ефектом підсилення поля в околі наночастинок за рахунок плазмового резонансу.

Як відомо, у частинки сферичної форми такий резонанс один, а у сфероїдальній формі (еліпсоїд обертання) таких резонансів два. Це пов'язане з тим, що при відхиленні форми наночастинок від сферичної її поляризованість із скалярної величини перетворюється на тензорну. В результаті поверхневий плазмонний резонанс у такій частинці стає залежним як від орієнтації наночастинок відносно падаючого світла, так і від поляризації падаючого світла.

Тому задача про дослідження розмірної залежності частоти поверхневих плазмонів у металевих наночастинках у формі сплюсненого та витягнутого еліпсоїдів обертання є актуальною.

Вираз для частоти плазмових резонансів у сфероїдальних металевих наночастинках може бути записаний у вигляді

$$\omega_{\perp(\parallel)} = \sqrt{\mathcal{L}_{\perp(\parallel)}} \omega_p, \quad (1)$$

де ω_p – частота об'ємних плазмонів; $\mathcal{L}_{\perp(\parallel)}$ – коефіцієнти деполізації еліпсоїда обертання, що визначаються як

$$\mathcal{L}_{\perp} = \frac{1}{2}(1 - \mathcal{L}_{\parallel}), \quad \mathcal{L}_{\parallel} = \begin{cases} \frac{1 - e_p^2}{e_p^3} \left(\ln \frac{1 + e_p}{1 - e_p} - 2e_p \right), & R_{\perp} < R_{\parallel}; \\ \frac{1 + e_p^2}{e_p^3} (e_p - \operatorname{arccg} e_p), & R_{\perp} > R_{\parallel}, \end{cases} \quad (2)$$

де $e_p \equiv |1 - R_{\perp}^2/R_{\parallel}^2|$ – ексцентриситет; $R_{\perp(\parallel)}$ – поперечна (поздовжня) напівосі еліпсоїда.

Встановлено, що при деформації сферичної наночастинки у витягнутий або сплюснений еліпсоїд обертання, внаслідок анізотропії відбувається розщеплення поверхневого плазмонного резонансу. Це, в свою чергу, приводить до особливостей у поглинанні та розсіянні світла асиметричними металевими наночастинками.