

ТЕМПЕРАТУРНА ЗАЛЕЖНІСТЬ ДІЕЛЕКТРИЧНОЇ ФУНКЦІЇ У КВАНТОВІЙ НАНОСТРУКТУРІ

Особливий поступ у розвитку електроніки обумовлений використанням та впровадженням наноструктур, тому дослідження особливостей впливу багаточастинкової взаємодії на відгук системи є **актуальним**.

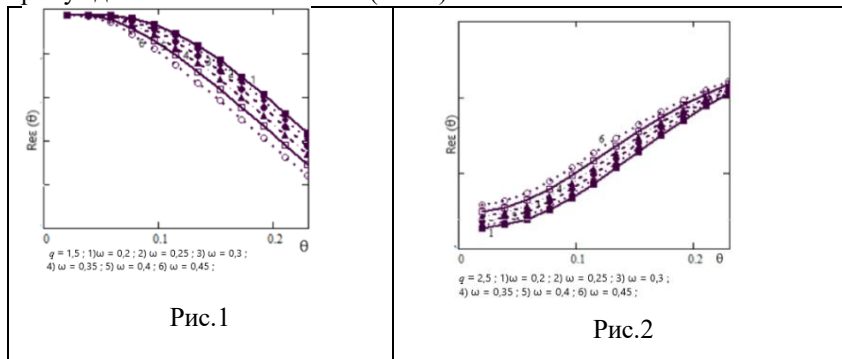
Використані наближення. В роботі досліджується температурна залежність діелектричної функції [1] двовимірної системи, що містить квантову яму, яку ми вважаємо прямокутною та безмежною, спираючись на висновки роботи [2]. До прикладу в якості фізичної реалізації такої системи можемо розглядати гетеро структуру GaAlAs/GaAs/GaAlAs. Використовуємо аналітичні вирази, отримані для діелектричної функції [1] з використанням низки наближень: наближення хаотичних фаз яке коректує у випадку низької концентрації електронів за допомогою врахування самоузгодженого локального поля із врахуванням обмінної взаємодії. Отримані вирази враховують вплив короткодіючого Кулонівського потенціалу на діелектричну функцію двовимірного електронного газу у квантовому шарі. Ми використали результати роботи [3], де показано, що форма ями не суттєво впливає на енергетичний спектр і розглянули прямокутну яму із безмежним потенціалом.

Аналітичний вираз діелектричної функції можна записати [1]

$$\varepsilon(\vec{q}, \omega, T) = 1 - \frac{v(\vec{q})\chi(\vec{q}, \omega, T)}{1 + v(\vec{q})\chi(\vec{q}, \omega, T)G(\vec{q})}, \quad (1)$$

де безрозмірні величини позначені: \vec{q} – хвильовий вектор, ω – енергія і T – температура частинки, $\chi(\vec{q}, \omega, T)$ – функція відгуку електронного газу [2]. $G(\vec{q})$ – Враховує локальне поле і містить обмінну взаємодію, Фур'є перетворення Кулонівської взаємодії між двома електронами на найнижчих енергетичних рівнях, структурний фактор безмежної прямокутної ями [4], розмір квантової ями і діелектричну сталу середовища.

Отримані результати і обговорення. Для всіх проаналізованих випадків діелектрична функція слабо залежить від температури. При зміні t від 0.01 до 0.2 ми отримали відносну зміну величини $\text{Re}\varepsilon$ в межах: 0,2% - 0,3% для $q = 1,5$; 0,4% - 0,1% для $q = 2$; 0,08% - 0,07% для $q = 2,5$; 0,016% - 0,017% для $q = 3$. Ми також бачимо нелінійну залежність $\text{Re}\varepsilon$ від параметрів. Так, для коливань з частотою $\omega = 0,2$, або $\omega = 0,45$ ми спостерігаємо практично незалежні значення $\text{Re}\varepsilon$ від температури для $t < 0$, та спадання для наступного зростання t (Рис.1). Зростання хвильового вектора до $q = 2,5$, або $q = 3$ приводить до зростаючої залежності $\text{Re}\varepsilon$ від температури, яка прямує до постійного значення (Рис.2).



В той час як аналогічні обчислення при малих значеннях хвильового вектора ($q = 0,025$) показують незалежність $\text{Re}\varepsilon$ від температури, і значно більші за величиною значення діелектричної функції, а також їх істотну залежність від частоти падаючого випромінювання. Ці результати якісно узгоджуються із результатами [5], де показано, що шаруваті структури особливо чутливі в області малих енергій. А також вказують на те, що внаслідок багаточастинкової взаємодії двовимірна структура із квантовою ямою є активним середовищем.

Список використаних джерел

1. Hashemizadeh S.A., Rafee V. Journal of Nanostructures. – 2013. No. 3. – P. 415 – 419.
2. Gold A., Calmes L. Phys Rev. B. – 1993. – vol. 48. – P.11622 – 11637.
3. Flensberg K., Yu-Kuang Hu B. Phys. Rev. B. – 1995. – No.52. – P.14796 – 14808.
4. Tovstyuk C.C. Molecular Crystals and Liquid Crystals. – 2020, - v.700, 1. – P.30 – 33.
5. Tovstyuk C.C. Chem. Met. Alloys 2011, v. 4/ - P. 58 – 62.