

Швидкість поздовжнього звуку в іонному діелектрику

Ступка А.А., наук. співроб.

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара,
м. Дніпропетровськ

Наслідуючи [1], розглянемо низькочастотні довгохвильові звукові коливання в іонному кристалі. Для простоти припустимо однорідність та ізотропію системи. Температуру будемо вважати близькою до нуля кельвінів. Будемо здійснювати загальний опис позитивної та негативної компонент єдиними локальними значеннями густини пар частинок n , тиску P і масової швидкості, та врахуємо самоузгоджене електричне поле, яке має рівний нулю перший момент і ненульовий другий момент у рівновазі. У іонному кристалі при низькій температурі повна енергія U майже повністю є електростатичною. Тоді зручно записати $U = WnV$, де $W \sim 1/r \sim n^{1/3}$ - Кулонівська енергія на пару протилежно заряджених частинок, V - об'єм тіла, r - відстань між парою. Коефіцієнт пропорційності залежить від типу кристалічної структури. У тензор потоку імпульсу входить тиск, який при низькій температурі можна виразити через повну енергію наступним чином [2]: $P = -dU/dV = dU/dn(n/V) = U/3V \sim n^{4/3}$. Запроваджений в [1] коефіцієнт в даній моделі $v_s^2 = (\partial P / \partial n)_s / M = 4P / (3nM) = 4W / (9M)$, де $M = M_+ + M_-$ - маса іонної пари. Отже, маємо швидкості двох поперечних $u_s^\perp = \sqrt{2W / (3M)}$ і поздовжньої $u_s^\parallel = \sqrt{v_s^2 + 2u_s^{\perp 2}} = 4 / 3\sqrt{W / M}$ звукових хвиль. З цих виразів можна встановити співвідношення між поздовжньою та поперечною швидкостями звуку в ізотропному іонному кристалі $u_s^\parallel / u_s^\perp = 2\sqrt{2/3} \approx 1.63$, що близько до експериментальних значень.

1. А.А. Stupka, *Ukr. J. Phys.* **58**, 1156 (2013).
2. Н. Ашкрофт, Н. Мермін, *Фізика твёрдого тела*, т.2, (Мир, Москва, 1979).