

УДК: 537.8 (07) (043)

Лиса Х. ст. гр. СІ – 11

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТРУМІВ У МЕТАЛАХ ТА ДІЕЛЕКТРИКАХ НА ОСНОВІ СИСТЕМИ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ФІЗИЧНИХ ПОНЬ

Науковий керівник: к.п.н., доцент Кульчицький В. І.

Як відомо, основним станом твердого тіла є стан із найменшою енергією. Тому при температурі  $0^\circ K$  повинні бути заповнені електронами послідовно без проміжків всі енергетичні рівні, починаючи із рівня із найменшою енергією. Внаслідок скінченної кількості електронів є скінченний заповнений рівень із найбільшою енергією, а всі наступні рівні вільні. При температурах вищих за  $0^\circ K$  ця границя розмивається, оскільки у результаті теплового руху у деяких електронів енергія виявляється більшою граничної енергії при  $T = 0^\circ K$ , а у деяких - меншою. Тому деякі рівні енергії, які були при  $T = 0^\circ K$  вільними, стануть заповненими, а які були заповненими - вільними. Ширина перехідної області від практично повністю заповнених до практично повністю вільних енергетичних рівнів має порядок  $kT$ . Як відомо, розподіл електронів за енергіями при цьому характеризується функцією Фермі-Дірака:

$$f(E, T) = \{1 + \exp[(E - \mu)/(kT)]\}^{-1}, \quad (1)$$

де  $E$  - енергія електрона;  $\mu$  - енергія Фермі, яка залежить від температури. Енергія Фермі визначається як енергія, при якій функція Фермі-Дірака дорівнює 0,5. Термоелектронна робота виходу  $\Phi$  зв'язана з енергією  $\mu$  рівня Фермі із (1) співвідношенням:

$$\Phi = E_0 - \mu, \quad (2)$$

де  $E_0$  - енергія електрона, який перебуває у спокої поза провідником у вакуумі. Для металів енергія Фермі є енергією електронів на рівні, який заповнений при  $T = 0 K$  і вище якого рівні вільні. Для діелектриків енергія Фермі припадає на середину забороненої зони, яка лежить вище останньої, повністю заповненої зони, на цьому рівні електрон не може знаходитися, тобто, енергія Фермі не відповідає енергії якого-небудь реального електрона у діелектрику.

Отже,  $\Phi$  дорівнює роботі переміщення електрона із рівня Фермі за межі твердого тіла. Для металів це твердження має буквальный зміст, а для діелектриків дещо умовний, оскільки на рівні Фермі немає реальних електронів. Однак в обох випадках - це є робота для добування електрона із твердого тіла, проведена проти сил, які утримують електрони у твердому тілі. Тобто, електрони всередині твердого тіла знаходяться у потенціальній ямі глибиною  $\Phi$ . Проміжок між рівнями  $E_n$  - провідності і  $E_v$  - валентності є забороненою зоною. Характер заповнення зон дозволяє пояснити чому діелектрики не проводять електричний струм, а метали, навпаки, проводять.

У діелектрика валентна зона повністю заповнена, а зона провідності повністю вільна. У зоні провідності у даному випадку електронів немає. Валентна ж зона заповнена електронами повністю. Електрони у валентній зоні можуть лише обмінюватися один з одним місцями (енергією), але не можуть взяти енергію від прикладеного зовнішнього електричного поля. Вони перебувають у тепловому русі, але не можуть впорядковано переміщатися під дією електричного поля.

Для металів у зоні провідності є і електрони і вільні місця. Тому у даному випадку електрони можуть бути носіями електричного струму.