

### **Розділ III**

---

Вважаємо, що зміна струму пов'язана зі зміною концентрації носіїв електричного струму всередині напівпровідників, що утворюють n-p-n-перехід. Така зміна концентрації і носить назву внутрішнього фото ефекту.

Дослід може бути використаний при поясненні відповідного матеріалу у класах з поглибленим вивченням фізики та на факультативних заняттях.

#### **Список використаних джерел**

1. *Солимар Л., Уоли Д.* Лекции по электрическим свойствам материалов. – М.: Мир, 1991.
2. *Фриш Э.С., Тиморева А.В.* Курс общей физики. (том II) – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962.
3. *Электрорадиоматериалы* /Под. ред. Б.М.Тареева. – М.: Высшая школа, 1978.
4. *Губанова А.О., Левицкий С.М., Полянчук Н.Л.* Розробка експериментів для ілюстрації електричних та фотоелектричних властивостей напівпровідників у загальноосвітній школі. //Всеукраїнська науково-практична конференція “Стратегічні проблеми формування змісту курсів фізики та астрономії в системі загальної середньої освіти”. Тези доповідей. – Львів. – 2002.

**УДК 535.215+53(16)**

**Губанова А.О., Криськов Ц.А., Лисий І.В., Левицкий С.М., Полянчук Н.Л.**  
(*Кам'янець-Подільський державний педагогічний університет*)

---

### **ІЛЮСТРАЦІЯ СТАТИСТИЧНОГО РОЗПОДІЛУ ЕЛЕКТРОНІВ ЗА ЕНЕРГІЯМИ ПРИ ТЕРМОЕМИСІЇ**

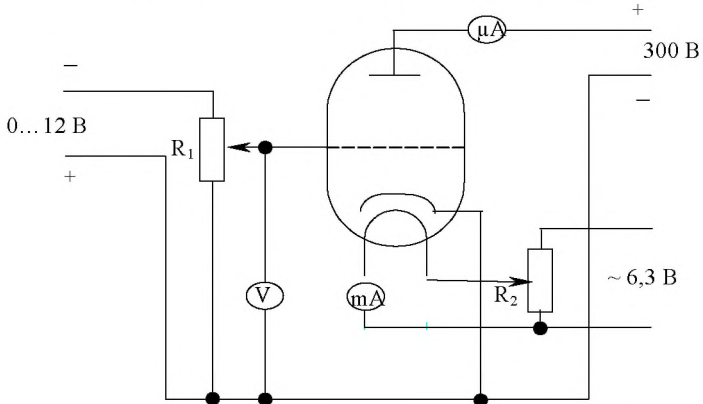
---

У роботі вивчається залежність анодного струму у вакуумному триоді від запираючої напруги та температури катода. З цієї залежності розраховується частка електронів, що припадає на одиничний інтервал зміни енергії і будується графік розподілу Максвелла при певній температурі катода. Спостерігається зростання найбільш імовірної енергії термоелектронів при збільшенні струму розжарення катода.

In the work the relation of a plate current in the vacuum triode from a cut-off voltage and temperature of the cathode is studied. From this relation calculated a part of electrons, which one is necessary per unit of energy, is plotted the chart distributions of the Maxwell at definite temperature. Ascending the most interquartile energy is watched at increase of a filament current of the cathode.

У даній роботі пропонується використання явища термоелектронної емісії у вакуумному триоді для ілюстрації наявності статистичного розподілу термоелектронів за енергіями згідно формули Максвелла для газових систем.

Вважаємо, що при значенні, близькому до струму насичення, всі електрони, що вийшли з катода, створюють анодний струм. Для експерименту використана електрична схема, зображена на мал. 1.



Мал. 1. Схема досліду

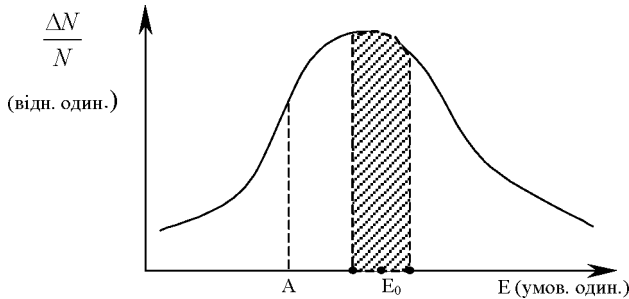
Подання на сітку запираючої напруги дозволяє частину електронів з енергіями  $E \leq e \cdot U_{зан}$  повернути на катод. Зміна анодного струму при цьому свідчить про кількість електронів з такою енергією.

За теорією Максвелла, функцію розподілу термоелектронів за енергіями можна подати виразом:

$$\varphi(U) = \frac{4}{\sqrt{\pi U_i^3}} e^{-\frac{U^2}{U_i^2} U^2}, \quad (1)$$

де  $U_i = \sqrt{\frac{2kT}{m}}$  – найбільш імовірна швидкість молекули.

Ця швидкість відповідає максимуму на графіку (мал. 2).



Мал. 2. Теоретичний вигляд розподілу Максвелла за енергією молекул

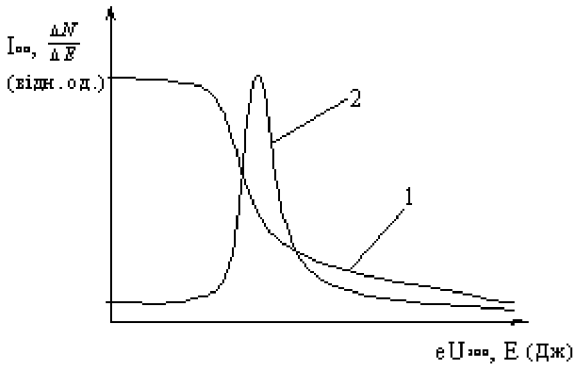
На мал. 2. А – робота виходу електронів.

### Розділ III

Якщо розглянемо інтервал енергій  $E_0 - \frac{\Delta E}{2} \leq E \leq E_0 + \frac{\Delta E}{2}$ , то кількість електронів, енергії яких знаходяться в межах цього інтервалу, на малюнку відповідають площі заштрихованої області.

У створенні струму теоретично приймають участь всі електрони, енергія яких всередині катоду більша за роботу виходу електронів з катоду.

Накладаючи запірну напругу, частину електронів з малими енергіями повертаємо назад у катод, чим змінюємо анодний струм. Крок зміни  $U_{зап}$  однозначно пов'язаний з долею електронів, що знаходяться у відповідному інтервалі енергій. Експериментально отримуємо залежність  $I_{ан}$  від  $U_{зап}$  (мал. 3. (крива 1)).



Мал. 3. Графік залежностей  $I_{ан} = f(U_{зап})$  – (1)

$$\frac{\Delta N}{\Delta E} = f(E) \text{ – (2).}$$

Будуємо графік залежності  $\frac{\Delta N}{\Delta E} = f(E)$  (мал. 3. (крива 2)), отримуємо

вигляд функції розподілу. Енергія, що відповідає  $\max$  значенню  $\frac{\Delta N}{\Delta E}$  і відповідає значенню найбільш імовірної швидкості термоелектронів.

Дослід проводимо для різних значень струму розжарення катоду – різних температур катоду. Із збільшенням температури спостерігаємо зсув кривої (2) на мал. 3 в сторону більших енергій. Це добре узгоджується з тим твердженням, що найбільш імовірна енергія термоелектронів зростає з температурою (формула 1).

Порядок виконання роботи

1. Зібрати електричне коло за схемою мал. 1.
2. Встановити певне значення сили струму розрядження катода (не більше 310 мА).

3. Зачекати поки прогріється лампа – з'явиться анодний струм (5-10 хв.).
4. Зняти залежність анодного струму від запираючої напруги на сітці.
5. Порахувати для великої кількості значень енергії ( $eU_s$ ) величини  $\Delta I_a / \Delta U_s$ .
6. Змінити струм розжарення катода і повторити п.4 і п.5.
7. Побудувати графіки залежностей п.5 для 3 температур на одних осях координат та проаналізувати отримані розподіли Максвелла.

Ілюстративний досвід можна використати для пояснення відповідних тем учням 11-х класів у школах з поглибленим вивчення фізико-математичних предметів в межах факультативних занять.

#### **Список використаних джерел**

1. *Загальний курс фізики: Навч. посібник для студентів вищих технічних і педагогічних закладів освіти.* /І.М.Кучерук, І.Т.Горбачук, П.П.Луцик; За ред. І.М.Кучерука. – К.:Техніка, 1999.
2. *Губанова А.О., Лисий І.В., Пастушенко М.Б.* Ілюстрація статистичного розподілу термоелектронів за енергіями //Всеукраїнська науково-практична конференція “Стратегічні проблеми формування змісту курсів фізики та астрономії в системі загальної середньої освіти”. – Львів. – 2002 (тези доповідей).
3. *Кортнев А.В., Рублев Ю.В., Куценко А.Н.* Практикум по фізице. – М.: Высшая школа. – 1965. – 568 с.

УДК 535.512

**Губанова А.О., Пономаренко О.П.**

*(Кам'янець-Подільський державний педагогічний університет)*

---

### **ВИВЧЕННЯ ІНТЕРФЕРЕНЦІЇ ПОЛЯРИЗОВАНОГО СВІТЛА**

---

Розуміння процесу поляризації світла викликає певні труднощі як для учнів шкіл так і студентів педуніверситету. В роботі пропонується метод, який допомагає розуміти теорію процесу поляризації.

The process of a light polarization is the problem for pupils and students of pedagogical university. In this work we reproduced the method, which can help to understanding the theory of polarization.

Поляризоване світло поділяється на три основні типи: частково поляризоване, плоскополяризоване, еліптичнополяризоване. Методи отримання світла таких типів поляризації та дослідження оптичних властивостей подвійнозаломлюючих кристалів може бути проілюстроване за допомогою поляризаційного мікроскопа.

Поляризаційний мікроскоп має всі основні частини звичайного мікроскопа. Відмінність полягає лише в тому, що у тубусі є ніколь-аналізатор і лінза, яка застосовується для вивчення явищ поляризації в збіжному світловому пучку. Також в тубусі є проріз для компенсатора (в даній роботі це