

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНЕ ВИЗНАЧЕННЯ РОБОТИ ВИХОДУ ЕЛЕКТРОНА З МЕТАЛУ



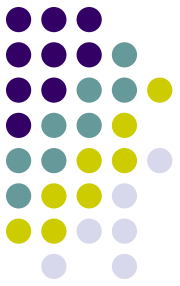
**Роботу виконав: Тищенко Олег Володимирович
учень 9-В класу Кременчуцького колегіуму №25**

Науковий керівник:

**Погребняк Ольга Михайлівна, вчитель фізики Кременчуцького
колегіуму №25**

Науковий консультант:

**Сукачов Олександр Володимирович, доцент кафедри
“Біотехнологія і здоров’я людини” Кременчуцького
національного університету ім. М. Остроградського**



МЕТА РОБОТИ:

Дослідження явища термоелектронної емісії,
визначення роботи виходу електрона з металу

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ

Пов'язана з великими можливими перспективами
використання вакуумних електронних пристроїв у
майбутньому

Об'єкт дослідження:

Явище термоелектронної емісії

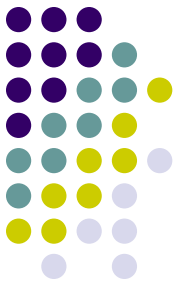
Предмет дослідження:

Електронна вакуумна лампа - діод

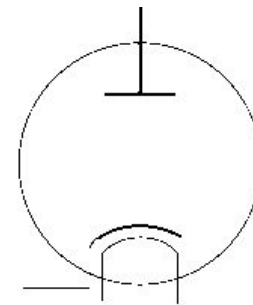
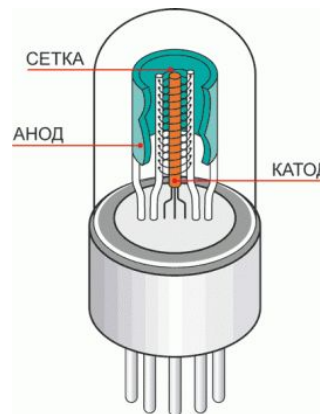
ЕМІСІЙНІ ЯВИЩА

- Явище термоелектронної емісії – випускання електронів з поверхні розжареного металу у вакуум
- Автоелектронна емісія – випускання електронів з поверхні металу під дією сильного електричного поля
- Фотоелектронна емісія – випускання електронів з поверхні металу під дією електромагнітного опромінення
- Вторинна електронна емісія - випускання електронів з поверхні металу при бомбардуванні електронним пучком

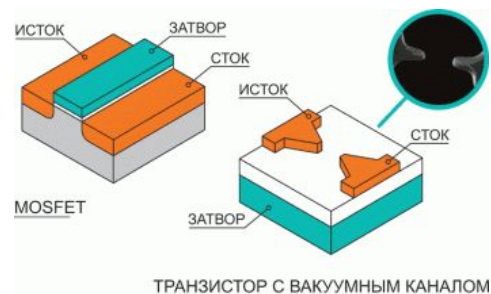
Мінімальна робота, яка необхідна для видалення електрона з металу у вакуум, називається *роботою виходу електрона з металу*



ЕЛЕКТРОННІ ВАКУУМНІ ЛАМПИ



ТРАНЗИСТОР З ВАКУУМНИМ КАНАЛОМ



- У дослідницькому центрі NASA вчені працюють над створенням **транзисторів з вакуумним каналом**, які мають у 10 разів більшу швидкість роботи, ніж звичайні напівпровідникові транзистори, і можуть працювати в діапазоні дуже високих частот, які недосяжні для будь-яких інших пристроїв. Перспективи використання даного діапазону – це високошвидкісні засоби зв'язку і детектори шкідливих матеріалів
- Для даних транзисторів не потрібна нитка розжарення оскільки в них використовується процес автоелектронної емісії. Тому даний прилад буде дуже економічним
- Наступний крок – розміщення великої кількості вакуумних транзисторів в інтегральній мікросхемі

Тобто і зараз **актуальним** залишається дослідження вакуумних електронних пристроїв, які можуть мати велике майбутнє

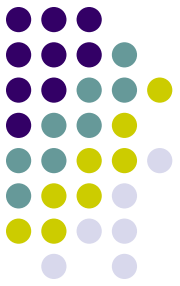
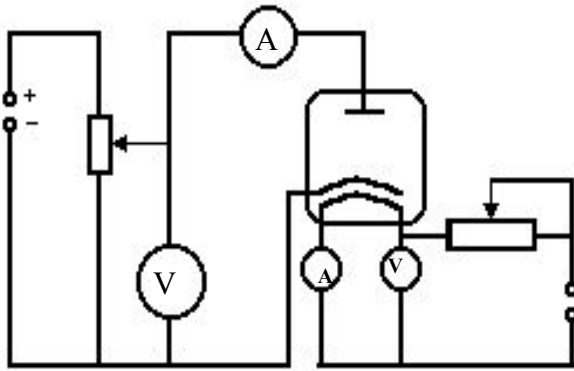


СХЕМА ВИМІРЮВАННЯ ВОЛЬТ-АМПЕРНОЇ ХАРАТЕРИСТИКИ $I_a(U_a)$ ДІОДУ 6Ц4П

Формула Річардсона-Дешмана

$$I_{нас} = C \cdot S \cdot T^2 \exp\left(-\frac{A_{вих}}{kT}\right)$$



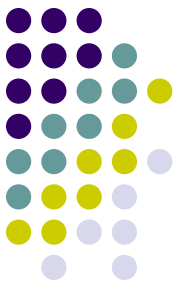
$A_{вих}$ - робота виходу електрона з металу
(залежить від матеріалу аноду)

T – термодинамічна температура

C – емісійна стала (залежить від матеріалу
аноду)

S - площа поверхні катоду

$k=1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К - стала Больцмана



ВИЗНАЧЕННЯ РОБОТИ ВИХОДУ

$$A_{вих} = \frac{kT_1T_2}{T_2 - T_1} \left(\ln \left(\frac{I_{2нас}}{I_{1нас}} \right) - 2 \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right) \right)$$

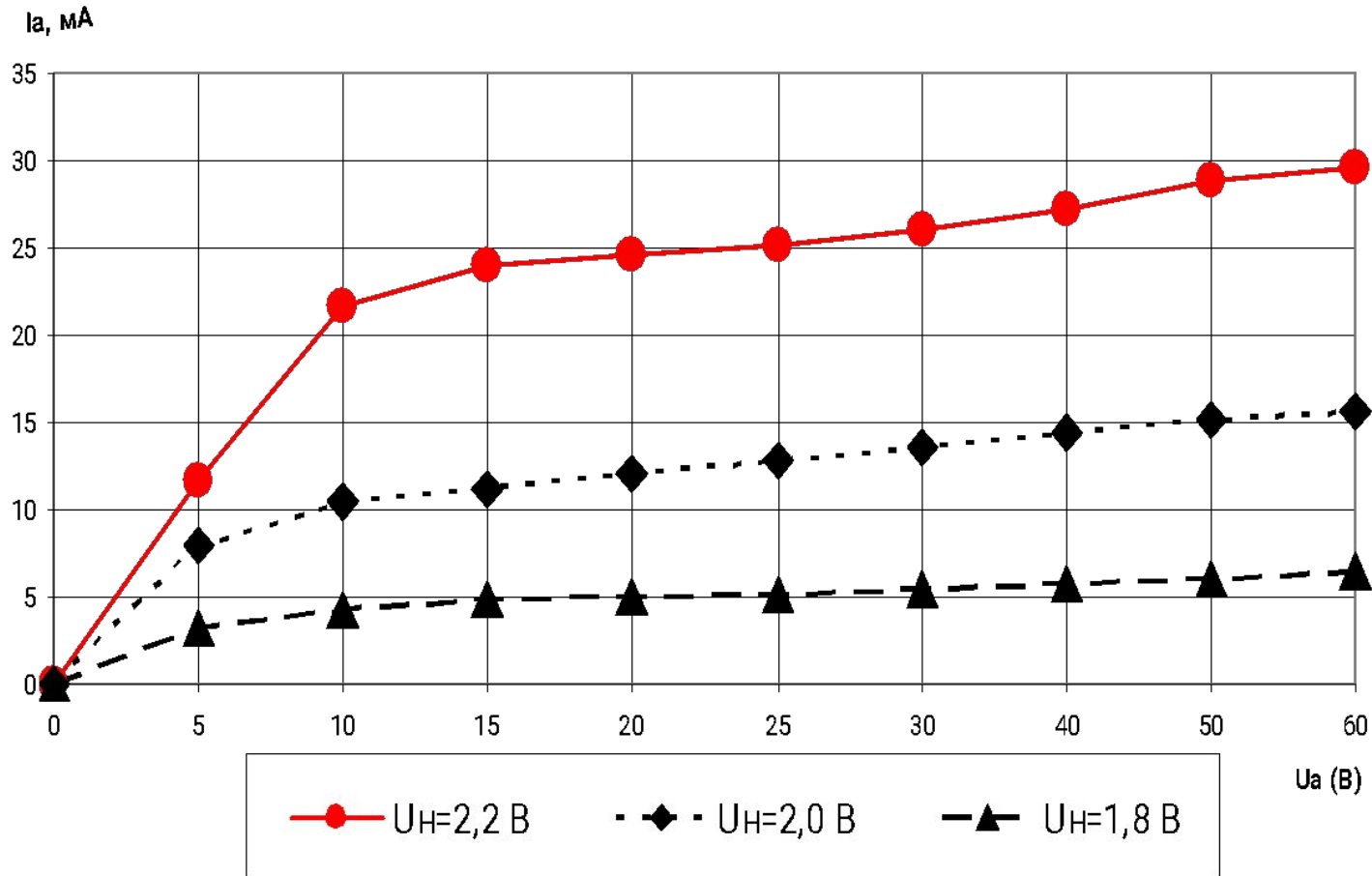
Враховуючи, що

$k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К, $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж

отримуємо практичну формулу для визначення роботи виходу в електрон-вольтах:

$$A_{вих} (eV) = \frac{8,63 \cdot 10^{-5} T_1 T_2}{T_2 - T_1} \left(\ln \left(\frac{I_{2нас}}{I_{1нас}} \right) - 2 \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right) \right)$$

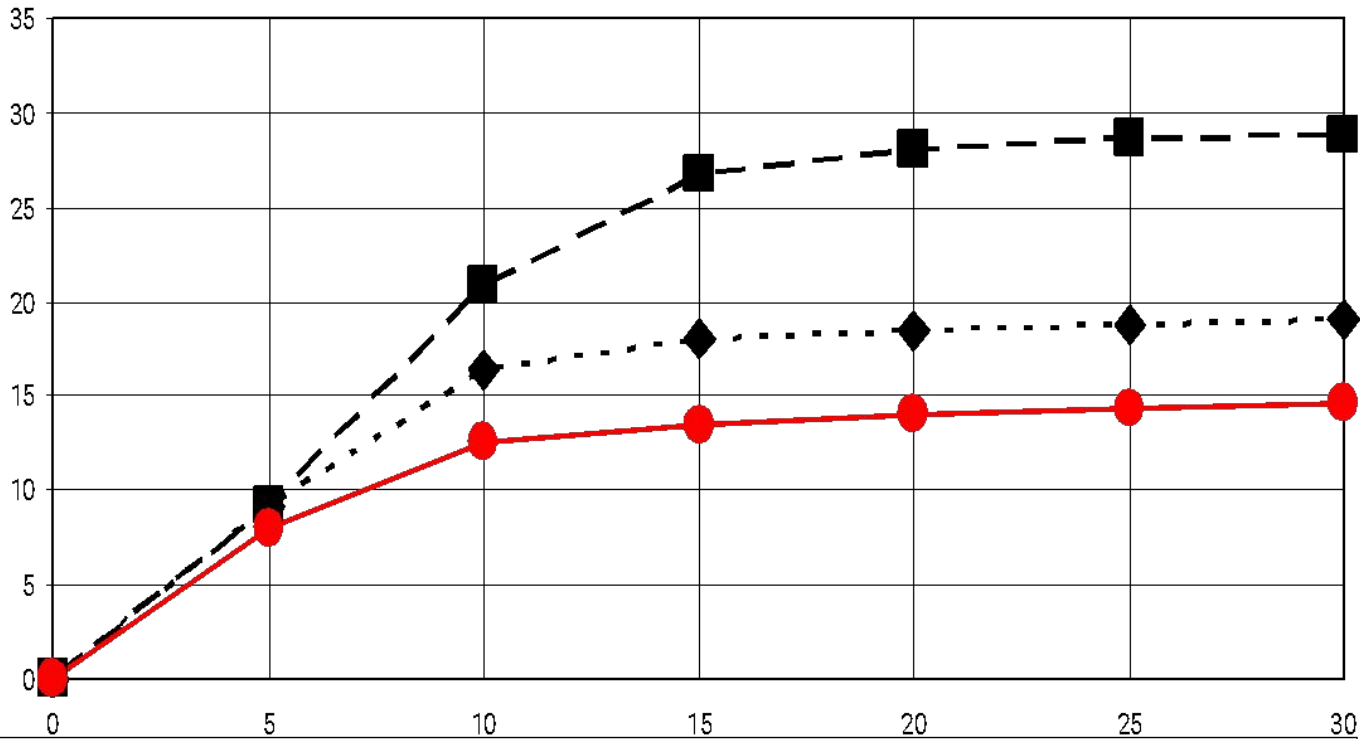
Вольт-амперна характеристика діоду (нова лампа)



$$A_{\text{вих}} = 0,62 \text{ eV}$$

Вольт-амперна характеристика діоду з великим терміном експлуатації

I_a , мА

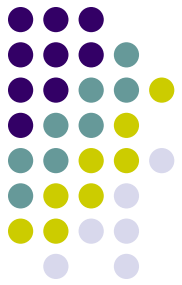


—■— $U_f=2,6$ В

-◆- $U_f=2,4$ В

—●— $U_f=2,2$ В

Авих = 1,25 еВ



ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ КАТОДУ

Залежність опору від температури: $R_t = R_0 \cdot (1 + \alpha t)$

R_t – опір катоду при температурі $t^\circ\text{C}$;

R_0 - опір нитки розжарення катоду при $t=0^\circ\text{C}$ (для лампи 6Ц4П $R_0 = 1,3 \text{ Ом}$)

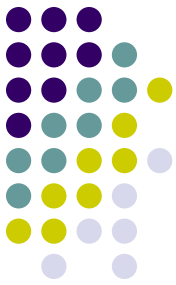
α – температурний коефіцієнт опору (для вольфраму $\alpha = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ 1/K}$)

$R_t = U_p / I_p$ (закон Ома)

$T[\text{K}] = t^\circ\text{C} + 273$

Звідси:

$$T = \frac{R_t - R_0}{\alpha R_t R_0} + 273$$

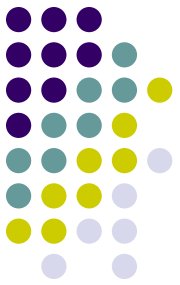


Напруга розжарення U_p , В	Струм розжарення I_p , А	Анодний струм насичення $I_{\text{нас}}$ мА	Опір нитки розжарення R , Ом	Температура катоду T , К
Діод з великим терміном експлуатації				
2,6	0,385	28,8	6,75	1147
2,4	0,370	19,0	6,49	1104
2,2	0,355	14,6	6,20	1058
Нова лампа				
2,2	0,360	29,6	6,11	1044
2,0	0,342	15,6	5,85	1002
2,2	0,325	6,4	5,54	952

ВИСНОВКИ

- Експериментально досліджено явище термоелектронної емісії
- На досліді визначена робота виходу електрона з катоду електронної лампи – діода, в залежності від терміна експлуатації лампи
- Показано, що із збільшенням терміну експлуатації робота виходу електрона збільшується
- Результати роботи можуть бути використані для розрахунку терміну експлуатації електронних приладів, в яких використовуються вакуумні електронні лампи, електронно-променеві трубки та інші пристрої, засновані на явищі термоелектронної емісії
- Електронні вакуумні пристрої можуть мати велике майбутнє





Дякую за увагу !