

Національний технічний університет України  
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"  
Факультет Електроніки  
Кафедра мікроелектроніки

ЗВІТ  
Про виконання РГР  
з дисципліни: «Вакуумна та плазмова електроніка»

Виконавець:

Студент 3-го курсу

\_\_\_\_\_

(підпис)

А. С. Мнацаканов

Перевірив:

\_\_\_\_\_

(підпис)

О. М. Бевза

## Завдання

1. Дивимось на графіки побудовані для п.3 лабораторної роботи.
  - 1.1 Визначити частоту червоної границі фотоефекту.
  - 1.2 Необхідно визначити напругу запирання для кожного елементу при інтенсивності 50 % та 100%. Пояснити, чому напруги запирання відрізняються при різній інтенсивності.
  - 1.3 Побудувати графіки залежностей напруги запирання від частоти ( у вас вказані довжини хвиль, отже їх треба перерахувати в частоту) для випадку інтенсивності 50% та 100%. Для кожного матеріалу (у кожного свої три матеріала).
  - 1.4 Визначити з цих нових побудованих графіків роботу виходу в точці (будь-якій, назвіть її А) за вашим власним вибором, яка розташована десь посередині отриманого графіку. Для всіх трьох матеріалів. Для обох значень інтенсивності (50% та 100%). Порівняйте отримані значення роботи виходу при двох різних інтенсивностей для кожного матеріалу та зробити висновки.
  - 1.5 Розрахувати кінетичну швидкість електронів для точки А для всіх трьох матеріалів.
  - 1.6 Порівняти отримане із розрахунку значення роботи виходу з відомими значеннями роботи виходу (довідкові дані, вказати джерело) та розрахувати абсолютну та відносну помилки. Зробити для трьох ваших матеріалів матеріалів.
  - 1.7 Отримані результати звести до таблиці, де повинен бути вказаний кожен з трьох матеріалів та розраховані для нього значення: частота червоної границі фотоефекту, напруга запирання (для двох інтенсивностей), робота виходу в точці А (дві інтенсивності), кінетична швидкість електронів в точці А (для двох інтенсивностей 50% та 100%).

- 1.8 Зробіть перевірку правильності виконання розрахунків за формулою Ейнштейна для фотоефекту.
2. Беремо графіки зроблені до пункту 4, де було побудовано залежності струму від інтенсивності. Ви вибрали самі три довжини хвилі. У кожного вибрано свій один матеріал. Робимо:
- 2.1 Побудуйте ваш графік в інших координатах, де вісь  $x$ - довжина хвилі, вісь  $y$ -струм. Беремо значення струму для Інтенсивності 50%.
- 2.2 Побудуйте самі (ваші припущення) на вашому новому графіку іншим кольором як буде виглядати ця залежність, якщо інтенсивність буде складати, а далі за списком вибираємо свій варіант(5-60%).
3. Пояснити чому струм змінився саме так. Дивимось на графіки побудовані для пункта 5. Де залежності енергії від частоти. Треба:
- 3.1 Визначити яка саме енергія стоїть у вас по осі ігрек. Це повна енергія фотону чи робота виходу чи кінетична енергія електрона чи щось інше? Відповідь аргументовано пояснити.

## Виконання роботи

Табл. 1: Робота виходу даних матеріалів

Речовина	Робота виходу, еВ
Na	2,5
Zn	4
Cu	4,4

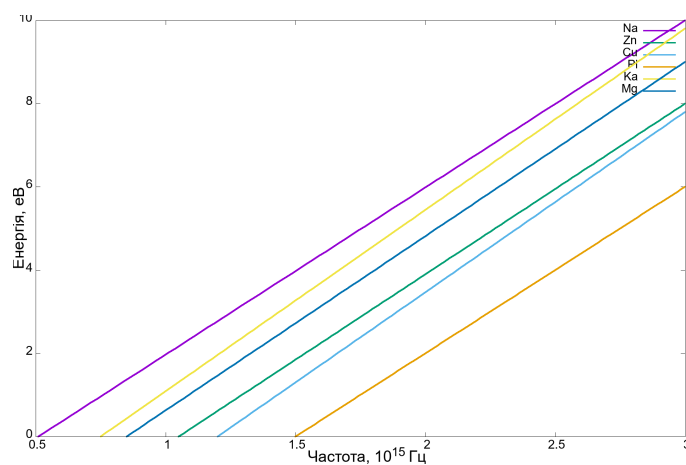


Рис. 1: Сімейство кривих залежності Енергія(частота) при інтенсивності 50% на всьому інтервалі частот для матеріалів мішені: натрій, цинк, мідь, платина, кальцій, магній.

### 1.1

Використовуючи рис.1 визначаємо частоту червоної границі фотоефекту.

Табл. 2: Визначення частоти червоної межі фотоефекту

Речовина	Частота червоної границі фотоефекту, $10^{15}$ Гц
Na	0,5
Zn	1,1
Cu	1,25

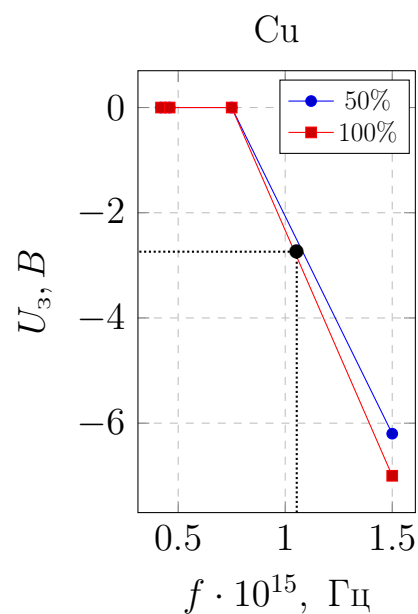
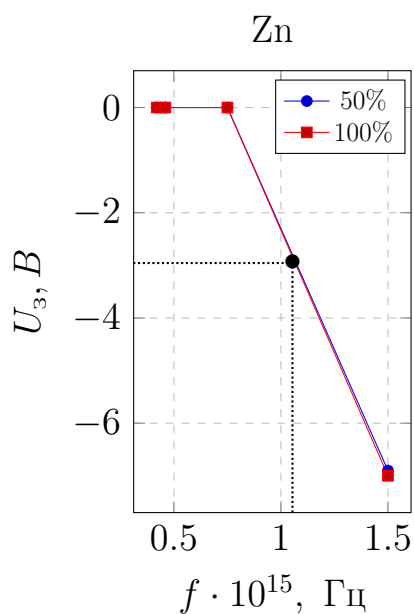
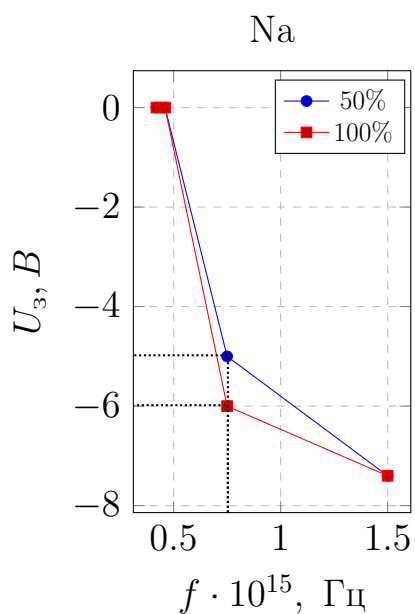
# 1.2-1.3

За допомогою формули 1 знайдемо частоту:

$$\lambda = \frac{c}{v} \Rightarrow v = \frac{c}{\lambda} \quad (1)$$

Довжина хвилі, нм	Частота, $10^{15}$ Гц
200	1,5
400	0,75
650	0,46
700	0,42

Na			Zn			Cu		
$f \cdot 10^{15}$ , Гц	$U_3$ , В		$f \cdot 10^{15}$ , Гц	$U_3$ , В		$f \cdot 10^{15}$ , Гц	$U_3$ , В	
	50%	100%		50%	100%		50%	100%
0.42	0	0	0.42	0	0	0.42	0	0
0.46	0	0	0.46	0	0	0.46	0	0
0.75	-5	-6	0.75	0	0	0.75	0	0
1.5	-7.4	-7.4	1.5	-7	-7	1.5	-6.2	-7



### 1.4

Роботу виходу можна знайти за наступною формулою:

$$A = h \cdot f \quad (2)$$

$$A_{Na-50\%} = 3.105 \text{ eV}$$

$$A_{Na-100\%} = 2.898 \text{ eV}$$

$$A_{Zn} = 4.471 \text{ eV}$$

$$A_{Cu-50\%} = 4.513 \text{ eV}$$

$$A_{Cu-100\%} = 4.140 \text{ eV}$$

### 1.5

Обрахувавши дані за наступною формулою можна отримати кінетичну швидкість електронів для точки А для всіх трьох матеріалів

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U_3}{m}}$$

(3)

**Na**

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 5 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}}{9.1 \cdot 10^{-31}}} = 13.25 \cdot 10^5 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad v = 14.52 \cdot 10^5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

**Zn**

$$v = 10.27 \cdot 10^5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

**Cu**

$$v = 8.99 \cdot 10^5 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad v = 9.18 \cdot 10^5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

# 1.6

Na		Zn		Cu	
A, eВ					
розраховане	з довідника <sup>1</sup>	розраховане	з довідника	розразоване	з довідника
3.1	2.2	4.4	4	4.5	4.4
2.8				4.1	
Похибка					
$\Delta$	$\delta$	$\Delta$	$\delta$	$\Delta$	$\delta$
0.9	40%	0.4	10%	0.1	2%
0.6	27%			0.3	6%

# 1.7

	Na		Zn		Cu	
	A, eВ					
	розраховане	з довідника	розраховане	з довідника	розразоване	з довідника
50%	3.1	2.2	4.4	4	4.5	4.4
100%	2.8				4.1	
	Частота червоної границі фотоефекту, 10 <sup>15</sup> Гц					
	0.5		1.1		1.25	
	U <sub>з</sub> , В					
50%	5		3		2.3	
100%	6				2.4	
	Кінетична швидкість електронів в точці А, ·10 <sup>5</sup> $\frac{м}{с}$					
50%	13.25		10.27		8.99	
100%	14.52				9.18	

В даному пункті можна наочно переконатися у другому законі Столетова, який каже про те, що максимальна кінетична енергія фотоелектронів не залежить від інтенсивності світла та лінійно зростає з підвищенням частоти. Що ми бачимо і в

<sup>1</sup>Landolt-Borstein's Zahlenwerte und Funktionen aus Physik, Chemie, Astronomie, Geophysik, Technik, 6-е издание., Берлин, т. I, ч.4, 1955; т. II, ч.6, разд. 1, 1959

даному випадку: максимальна швидкість, що характеризує максимальну кінетичну енергію практично не змінилась, і лінійно зменшується з ростом довжини хвилі.

1.8

Зробимо перевірку правильності виконання розрахунків за формулою Ейнштейна для фотоефекту:

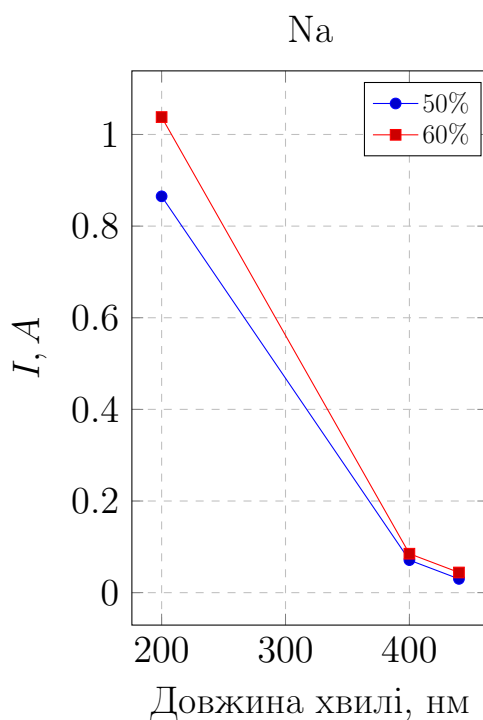
$$hf = A + \frac{mv^2}{2} \Rightarrow hf - A = \frac{mv^2}{2}$$

$$4.1 \cdot 10^{-15} \cdot 1.5 \cdot 10^{15} - 3.1 = \frac{9.1 \cdot 10^{-31} \cdot (13.2 \cdot 10^5)^2}{2}$$

$$3.1 \text{ eV} \approx 3.8 \text{ eV}$$

Оскільки деякі початкові значення були вибрані не дуже коректно, то присутня невеличка похибка.

2.1 - 2.2





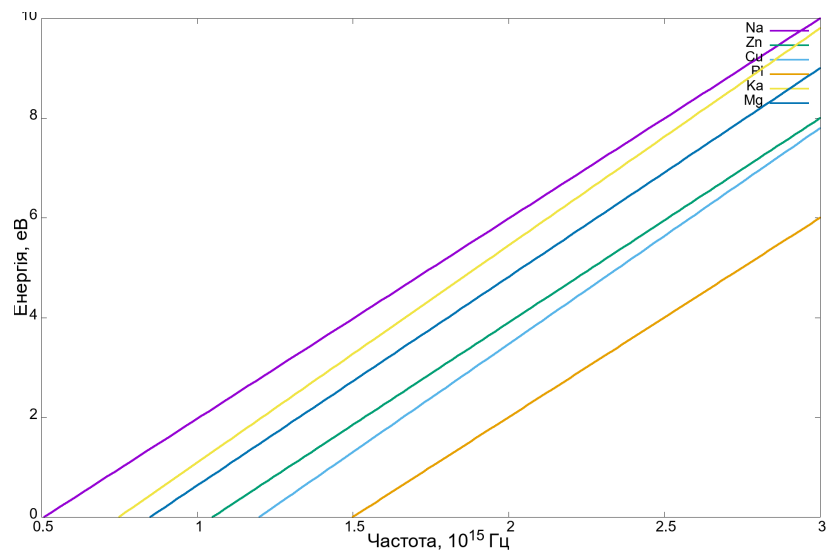


Рис. 2: Сімейство кривих залежності Енергія(частота)

Виходячи з теоретичних відомостей та засвоєного матеріалу, можна стверджувати, що по осі  $Y$  маємо максимальну кінетична енергію електронів, це можна легко довести оперуючи II законом Столетова: *максимальна кінетична енергія електрона не залежить від інтенсивності світла і лінійно збільшується з ростом частоти.*