

Фізика 11 Урок 70 Розв'язування задач**Мета уроку:**

Навчальна. Закріпити знання за темою «Фотоефект. Закони фотоефекту», продовжити формувати навички та вміння розв'язувати фізичні задачі, застосовуючи отримані знання.

Розвивальна. Розвивати уміння правильно розподіляти час; самостійність у навчанні; вміння самостійно застосовувати правила, закони.

Виховна. Виховання дисципліни, чесності, відповідальності.

Тип уроку: урок застосування знань, умінь, навичок.

Наочність і обладнання: навчальна презентація, комп'ютер, підручник.

Хід уроку**I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП**

Перевірити виконання вправи № 34: завдання 6, 7.

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАТЬ ТА ВМІНЬ**III. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ**

1. При збільшенні частоти падаючого випромінювання від $7,5 \cdot 10^{14}$ Гц до $1,5 \cdot 10^{15}$ Гц максимальна кінетична енергія фотоелектронів змінилася в три рази. Знайдіть роботу виходу електронів для даного матеріалу.

Дано:

$$\nu_1 = 7,5 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$$

$$\nu_2 = 1,5 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$$

$$E_{k2} = 3E_{k1}$$

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

Розв'язання

Рівняння Ейнштейна для зовнішнього фотоефекту:

$$\{ h\nu_1 = A_{\text{вих}} + E_{k1} \quad h\nu_2 = A_{\text{вих}} + E_{k2}$$

$$h\nu_2 - h\nu_1 = E_{k2} - E_{k1}$$

$$h(\nu_2 - \nu_1) = 3E_{k1} - E_{k1}$$

$$E_{k1} = \frac{h}{2}(\nu_2 - \nu_1)$$

$$h\nu_1 = A_{\text{вих}} + \frac{h}{2}(\nu_2 - \nu_1)$$

$$A_{\text{вих}} = h\left(\nu_1 - \frac{1}{2}\nu_2 + \frac{1}{2}\nu_1\right) = \frac{h}{2}(3\nu_1 - \nu_2)$$

$$A_{\text{вих}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{2} \cdot (3 \cdot 7,5 \cdot 10^{14} - 1,5 \cdot 10^{15}) \approx 2,49 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж)}$$

$$\text{Відповідь: } A_{\text{вих}} \approx 2,49 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} \approx 1,55 \text{ eВ.}$$

$$A_{\text{вих}} - ?$$

2. При збільшенні частоти падаючого випромінювання в чотири рази затримуюча напруга збільшилася на 5 В. Знайдіть початкову частоту падаючого випромінювання.

Дано:

$$\nu_2 = 4\nu_1$$

$$\Delta U_3 = 5 \text{ В}$$

$$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

Розв'язання

Рівняння Ейнштейна для зовнішнього фотоефекту:

$$E_{\phi} = A_{\text{вих}} + E_{k \text{ max}}$$

$$E_{\phi} = h\nu \quad E_{k \text{ max}} = \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2} = |e|U_3$$

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

$$\nu_1 - ?$$

$$h\nu = A_{\text{вих}} + |e|U_3$$

$$\{h\nu_1 = A_{\text{вих}} + |e|U_{31} \quad h\nu_2 = A_{\text{вих}} + |e|U_{32}$$

$$h\nu_2 - h\nu_1 = |e|U_{32} - |e|U_{31}$$

$$h(4\nu_1 - \nu_1) = |e|\Delta U_3 \quad 3h\nu_1 = |e|\Delta U_3$$

$$\nu_1 = \frac{|e|\Delta U_3}{3h} \quad \nu_1 = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5}{3 \cdot 6,63 \cdot 10^{-34}} \approx 4 \cdot 10^{14} \text{ (Гц)}$$

Відповідь: $\nu_1 \approx 4 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$.

3. При освітленні фотоелемента світлом з довжиною хвилі 600 нм він заряджається до напруги 1,2 В. До якої напруги зарядиться цей фотоелемент при освітленні його світлом з довжиною хвилі 400 нм?

Дано:

$$\lambda_1 = 600 \text{ нм} = 6 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$U_{31} = 1,2 \text{ В}$$

$$\lambda_2 = 400 \text{ нм} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

$$U_{32} - ?$$

Розв'язання

Рівняння Ейнштейна для зовнішнього фотоелекту:

$$E_{\phi} = A_{\text{вих}} + E_{k \max}$$

$$E_{\phi} = \frac{hc}{\lambda} \quad E_{k \max} = \frac{m_e v_{\max}^2}{2} = |e|U_3$$

$$\frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вих}} + |e|U_3$$

$$\left\{ \frac{hc}{\lambda_1} = A_{\text{вих}} + |e|U_{31} \quad \frac{hc}{\lambda_2} = A_{\text{вих}} + |e|U_{32} \quad \frac{hc}{\lambda_2} - \frac{hc}{\lambda_1} = |e|U_{32} \right.$$

$$hc \left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1} \right) = |e|(U_{32} - U_{31})$$

$$U_{32} = \frac{hc}{|e|} \left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1} \right) + U_{31}$$

$$U_{32} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,6 \cdot 10^{-19}} \cdot \left(\frac{1}{4 \cdot 10^{-7}} - \frac{1}{6 \cdot 10^{-7}} \right) + 1,2$$

$$\approx 2,23 \text{ (В)}$$

Відповідь: $U_{32} \approx 2,23 \text{ В}$.

IV. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

V. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Повторити § 34, Вправа № 34 (8)

Додаткові задачі

1. При зміні довжини хвилі падаючого випромінювання в 1,5 разу затримуюча напруга збільшилася з 1,6 В до 3 В. Знайдіть роботу виходу електронів для цього матеріалу.

Дано:

$$\lambda_1 = 1,5\lambda_2$$

Розв'язання

Рівняння Ейнштейна для зовнішнього фотоелекту:

$$E_{\phi} = A_{\text{вих}} + E_{k \max}$$

$$U_{31} = 1,6 \text{ В}$$

$$U_{32} = 3 \text{ В}$$

$$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$A_{\text{вих}} = ?$$

$$E_{\phi} = \frac{hc}{\lambda} \quad E_{k \max} = \frac{m_e v_{\max}^2}{2} = |e|U_3$$

$$\frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вих}} + |e|U_3$$

$$\left\{ \frac{hc}{\lambda_1} = A_{\text{вих}} + |e|U_{31} \quad \frac{hc}{\lambda_2} = A_{\text{вих}} + |e|U_{32} \right.$$

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{A_{\text{вих}} + |e|U_{31}}{A_{\text{вих}} + |e|U_{32}} \quad \frac{\lambda_2}{1,5\lambda_2} = \frac{A_{\text{вих}} + |e|U_{31}}{A_{\text{вих}} + |e|U_{32}}$$

$$\frac{1}{1,5} = \frac{A_{\text{вих}} + |e|U_{31}}{A_{\text{вих}} + |e|U_{32}}$$

$$A_{\text{вих}} + |e|U_{32} = 1,5A_{\text{вих}} + 1,5|e|U_{31}$$

$$0,5A_{\text{вих}} = |e|U_{32} - 1,5|e|U_{31}$$

$$A_{\text{вих}} = 2|e|(U_{32} - 1,5U_{31})$$

$$[A_{\text{вих}}] = \text{Кл} \cdot (\text{В} - \text{В}) = \text{А} \cdot \text{с} \cdot \text{В} = \text{Дж}$$

$$A_{\text{вих}} = 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot (3 - 1,5 \cdot 1,6) = 1,92 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж)}$$

$$\text{Відповідь: } A_{\text{вих}} = 1,92 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 1,2 \text{ еВ.}$$

2. Фотоелектрони, що вириваються з поверхні деякого металу світлом із частотою $2,2 \cdot 10^{15}$ Гц, затримуються напругою 6,6 В, а ті, що вириваються світлом із частотою $4,6 \cdot 10^{15}$ Гц – напругою 16,5 В. Визначте за цими даними сталу Планка.

Дано:

$$\nu_1 = 2,2 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$$

$$U_{31} = 6,6 \text{ В}$$

$$\nu_2 = 4,6 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$$

$$U_{32} = 16,5 \text{ В}$$

$$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$h = ?$$

Розв'язання

Рівняння Ейнштейна для зовнішнього фотоефекту:

$$E_{\phi} = A_{\text{вих}} + E_{k \max}$$

$$E_{\phi} = h\nu \quad E_{k \max} = \frac{m_e v_{\max}^2}{2} = |e|U_3$$

$$h\nu = A_{\text{вих}} + |e|U_3$$

$$\{ h\nu_1 = A_{\text{вих}} + |e|U_{31} \quad h\nu_2 = A_{\text{вих}} + |e|U_{32} \}$$

$$h\nu_2 - h\nu_1 = |e|U_{32} - |e|U_{31}$$

$$h(\nu_2 - \nu_1) = |e|(U_{32} - U_{31})$$

$$h = \frac{|e|(U_{32} - U_{31})}{\nu_2 - \nu_1}$$

$$h = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot (16,5 - 6,6)}{4,6 \cdot 10^{15} - 2,2 \cdot 10^{15}} = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ (Дж} \cdot \text{с)}$$

Відповідь: $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

3. Яка частина енергії фотона витрачається на роботу виходу електрона, якщо червона межа фотоефекту 628 нм, а максимальна кінетична енергія фотоелектрона 1 еВ?

Дано:

$$\lambda_{\max} = 628 \text{ нм} = 6,28 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$E_{k \max} = 1 \text{ еВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж·с}$$

$$\frac{E_{\phi}}{A_{\text{вих}}} - ?$$

Розв'язання

Рівняння Ейнштейна для зовнішнього фотоефекту:

$$E_{\phi} = A_{\text{вих}} + E_{k \max}$$

$$A_{\text{вих}} = \frac{hc}{\lambda_{\max}}$$

$$\frac{E_{\phi}}{A_{\text{вих}}} = \frac{\frac{hc}{\lambda_{\max}} + E_{k \max}}{\frac{hc}{\lambda_{\max}}} = 1 + \frac{E_{k \max} \lambda_{\max}}{hc}$$

$$\frac{E_{\phi}}{A_{\text{вих}}} = 1 + \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 6,28 \cdot 10^{-7}}{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} \approx 1,5$$

$$A_{\text{вих}} = \frac{2}{3} E_{\phi}$$

Відповідь: $A_{\text{вих}} = \frac{2}{3} E_{\phi}$.