

Фізика 11**Урок 69 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**

1. Провести бесіду за матеріалом § 34

Бесіда за питаннями

1. Дайте означення фотоефекту.
 2. Чим внутрішній фотоефект відрізняється від зовнішнього? Де їх застосовують?
 3. Опишіть пристрій для вивчення фотоефекту. Які фізичні величини вимірюють під час експерименту? Як подають його результати?
 4. Які висновки можна зробити, проаналізувавши вольт-амперну характеристику фотоефекту? Які фізичні величини можна визначити за цим графіком?
 5. Сформулюйте закони фотоефекту та поясніть їх, спираючись на рівняння А. Ейнштейна для фотоефекту.
2. Перевірити виконання вправи № 34: завдання 2-4.

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

1. Робота виходу електронів з Цезію дорівнює 1,97 еВ. Знайдіть максимальну кінетичну енергію фотоелектронів, якщо поверхня цезієвої пластини освітлюється світлом з довжиною хвилі 580 нм.

Дано:

$$A_{\text{вих}} = 1,97 \text{ еВ}$$

$$= 1,97 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$= 3,152 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$\lambda = 580 \text{ нм} = 5,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

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

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

$$E_{k \text{ max}} = ?$$

Розв'язання

Рівняння Ейнштейна для зовнішнього фотоефекту:

$$E_{\text{ф}} = A_{\text{вих}} + E_{k \text{ max}} \quad E_{\text{ф}} = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вих}} + E_{k \text{ max}} \quad \Rightarrow \quad E_{k \text{ max}} = \frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вих}}$$

$$E_{k \text{ max}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{5,8 \cdot 10^{-7}} - 3,152 \cdot 10^{-19} \approx 0,28 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж)}$$

Відповідь: $E_{k \text{ max}} \approx 2,8 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}$.

2. Робота виходу електронів з Вольфраму дорівнює 4,54 еВ. Знайдіть максимальну швидкість фотоелектронів, якщо поверхня вольфрамової пластини освітлюється світлом з довжиною хвилі 180 нм.

Дано:

$$A_{\text{вих}} = 4,54 \text{ еВ}$$

Розв'язання

Рівняння Ейнштейна для зовнішнього фотоефекту:

$$= 4,54 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$= 7,264 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$\lambda = 180 \text{ нм} = 1,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

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

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

$$v_{\text{max}} - ?$$

$$E_{\phi} = A_{\text{вих}} + E_{k \text{ max}} \quad E_{\phi} = \frac{hc}{\lambda} \quad E_{k \text{ max}} = \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2}$$

$$\frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вих}} + \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2} \quad \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2} = \frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вих}}$$

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2}{m_e} \left(\frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вих}} \right)}$$

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2}{9,1 \cdot 10^{-31}} \cdot \left(\frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,8 \cdot 10^{-7}} - 7,264 \cdot 10^{-19} \right)}$$

$$\approx 0,912 \cdot 10^6 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

$$\text{Відповідь: } v_{\text{max}} \approx 912 \frac{\text{км}}{\text{с}}.$$

3. Поверхня срібної пластини освітлюється світлом з довжиною хвилі 150 нм. Знайдіть максимальну швидкість фотоелектронів, якщо червона межа фотоефекту для Срібла 260 нм.

Дано:

$$\lambda = 150 \text{ нм} = 1,5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$\lambda_{\text{max}} = 260 \text{ нм} = 2,6 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

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

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

$$v_{\text{max}} - ?$$

Розв'язання

Рівняння Ейнштейна для зовнішнього фотоефекту:

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

$$E_{\phi} = \frac{hc}{\lambda} \quad A_{\text{вих}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{max}}} \quad E_{k \text{ max}} = \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2}$$

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_{\text{max}}} + \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2} \quad \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_{\text{max}}}$$

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2hc}{m_e} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_{\text{max}}} \right)}$$

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{9,1 \cdot 10^{-31}} \cdot \left(\frac{1}{1,5 \cdot 10^{-7}} - \frac{1}{2,6 \cdot 10^{-7}} \right)}$$

$$\approx 1,1 \cdot 10^6 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

$$\text{Відповідь: } v_{\text{max}} \approx 1100 \frac{\text{км}}{\text{с}}.$$

4. Під час дослідження вакуумного фотоелемента виявилось, що при освітленні катода світлом із частотою 10^{15} Гц фотострум з поверхні катода припиняється при затримуючій напрузі 2 В. Визначте роботу виходу для матеріалу катода.

Дано:

$$\nu = 10^{15} \text{ Гц}$$

$$U_3 = 2 \text{ В}$$

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

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

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

Розв'язання

Рівняння Ейнштейна для зовнішнього фотоефекту:

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

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

$$h\nu = A_{\text{вих}} + |e|U_3 \quad A_{\text{вих}} = h\nu - |e|U_3$$

$$A_{\text{вих}} = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 10^{15} - 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2$$

$A_{\text{вих}} - ?$

$\approx 3,43 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж)}$

Відповідь: $A_{\text{вих}} \approx 3,43 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$

IV. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

V. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Повторити § 34, Вправа № 34 (6, 7)

Додаткові задачі

1. Робота виходу електронів з Цинку дорівнює 4 еВ. Якою має бути довжина хвилі випромінювання, що освітлює поверхню цинкової пластини, щоб при фотоэффекті максимальна кінетична енергія фотоелектронів дорівнювала $2,9 \cdot 10^{-19}$ Дж?

Дано:

$$A_{\text{вих}} = 4 \text{ еВ}$$

$$= 4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$= 6,4 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$E_{k \text{ max}} = 2,9 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

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

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

$$\lambda = ?$$

Розв'язання

Рівняння Ейнштейна для зовнішнього фотоэффекту:

$$E_{\phi} = A_{\text{вих}} + E_{k \text{ max}} \quad E_{\phi} = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вих}} + E_{k \text{ max}} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{A_{\text{вих}} + E_{k \text{ max}}}$$

$$\lambda = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{6,4 \cdot 10^{-19} + 2,9 \cdot 10^{-19}} \approx 2,14 \cdot 10^{-7} \text{ (м)}$$

Відповідь: $\lambda \approx 214 \text{ нм}$.

2. При освітленні поверхні металу світлом з довжиною хвилі 250 нм максимальна кінетична енергія фотоелектронів дорівнює $1,2 \cdot 10^{-19}$ Дж. Знайдіть роботу виходу електронів із цього металу.

Дано:

$$\lambda = 250 \text{ нм}$$

$$= 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$E_{k \text{ max}} = 1,2 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

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

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

$$A_{\text{вих}} = ?$$

Розв'язання

Рівняння Ейнштейна для зовнішнього фотоэффекту:

$$E_{\phi} = A_{\text{вих}} + E_{k \text{ max}} \quad E_{\phi} = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вих}} + E_{k \text{ max}} \Rightarrow A_{\text{вих}} = \frac{hc}{\lambda} - E_{k \text{ max}}$$

$$A_{\text{вих}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2,5 \cdot 10^{-7}} - 1,2 \cdot 10^{-19} \approx 6,756 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж)}$$

Відповідь: $A_{\text{вих}} \approx 6,756 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} \approx 4,2 \text{ еВ}$.

3. Знайдіть максимальну швидкість фотоелектронів для Калію, якщо його поверхня освітлюється світлом з довжиною хвилі 200 нм. Робота виходу електронів для Калію дорівнює 2,26 еВ.

Дано:

$$A_{\text{вих}} = 2,26 \text{ еВ}$$

$$= 2,26 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$= 3,616 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$\lambda = 200 \text{ нм}$$

$$= 2 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

Розв'язання

Рівняння Ейнштейна для зовнішнього фотоэффекту:

$$E_{\phi} = A_{\text{вих}} + E_{k \text{ max}} \quad E_{\phi} = \frac{hc}{\lambda} \quad E_{k \text{ max}} = \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2}$$

$$\frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вих}} + \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2} \quad \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2} = \frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вих}}$$

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2}{m_e} \left(\frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вих}} \right)}$$

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

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

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

$$v_{\text{max}} = ?$$

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2}{9,1 \cdot 10^{-31}} \cdot \left(\frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^{-7}} - 3,616 \cdot 10^{-19} \right)}$$

$$\approx 1,18 \cdot 10^6 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

$$\text{Відповідь: } v_{\text{max}} \approx 1180 \frac{\text{км}}{\text{с}}.$$

4. Робота виходу електронів для Літію дорівнює 2,39 еВ. Якою має бути частота хвилі випромінювання, що освітлює поверхню літійового катоду, щоб при фотоелекті максимальна швидкість фотоелектронів дорівнювала 2500 км/с?

Дано:

$$A_{\text{вих}} = 2,39 \text{ еВ}$$

$$= 2,39 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$= 3,824 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$v_{\text{max}} = 2500 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

$$= 2,5 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

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

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

$$\nu = ?$$

Розв'язання

Рівняння Ейнштейна для зовнішнього фотоелекту:

$$E_{\text{ф}} = A_{\text{вих}} + E_{k \text{ max}} \quad E_{\text{ф}} = h\nu \quad E_{k \text{ max}} = \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2}$$

$$h\nu = A_{\text{вих}} + \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2} \quad \nu = \frac{1}{h} \cdot \left(A_{\text{вих}} + \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2} \right)$$

$$\nu = \frac{1}{6,63 \cdot 10^{-34}} \cdot \left(3,824 \cdot 10^{-19} + \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (2,5 \cdot 10^6)^2}{2} \right)$$

$$\approx 4,87 \cdot 10^{15} \text{ (Гц)}$$

$$\text{Відповідь: } \nu \approx 4,87 \cdot 10^{15} \text{ Гц.}$$

5. Поверхня металу освітлюється світлом з довжиною хвилі 180 нм. Знайдіть максимальну швидкість фотоелектронів, якщо червона межа фотоелекту 275 нм.

Дано:

$$\lambda = 180 \text{ нм}$$

$$= 1,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$\lambda_{\text{max}} = 275 \text{ нм}$$

$$= 2,75 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

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

Розв'язання

Рівняння Ейнштейна для зовнішнього фотоелекту:

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

$$E_{\text{ф}} = \frac{hc}{\lambda} \quad A_{\text{вих}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{max}}} \quad E_{k \text{ max}} = \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2}$$

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_{\text{max}}} + \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2} \quad \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_{\text{max}}}$$

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2hc}{m_e} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_{\text{max}}} \right)}$$

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

$$v_{\max} = ?$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{9,1 \cdot 10^{-31}} \cdot \left(\frac{1}{1,8 \cdot 10^{-7}} - \frac{1}{2,75 \cdot 10^{-7}} \right)} \approx 0,92 \cdot 10^6 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

Відповідь: $v_{\max} \approx 920 \frac{\text{км}}{\text{с}}$.