

Решение задач по теме «Фотоэффект»

Задача

- При освещении металлической пластиинки монохроматическим светом задерживающая разность потенциалов равна 1,6 В. Если увеличить частоту света в 2 раза, задерживающая разность потенциалов равна 5,1 В. Определить красную границу фотоэффекта.

Краткая запись условия

- В задаче идет речь о фотоэлектрическом эффекте на одной и той же металлической пластине при освещении светом разной частоты.
- Под красной границей понимается максимальная длина волны, при которой для данного материала будет наблюдаться фотоэффект.

$$v_2 = 2v_1$$

$$U_1 = 1,6B$$

$$U_2 = 5,1B$$

$$\lambda_{\max} - ?$$

Анализ условия

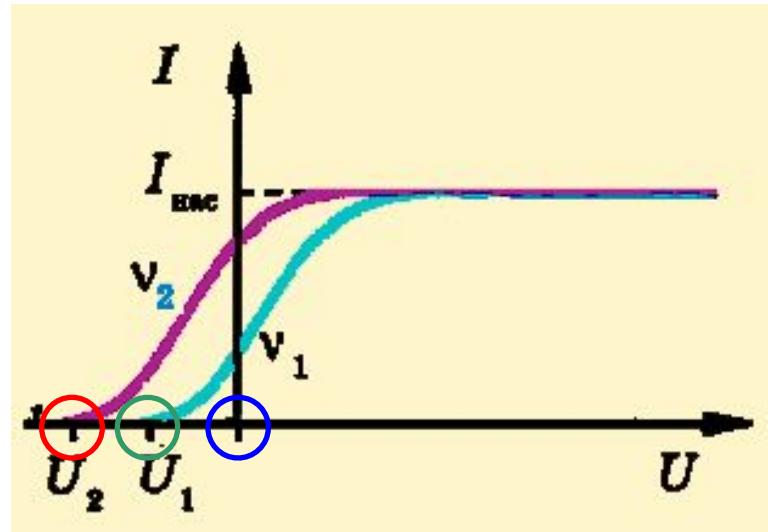
- Описать фотоэффект можно с помощью уравнения Эйнштейна.
- Т.к. рассматриваются два случая, то это уравнение, выражающее закон сохранения энергии в процессе фотоэффекта, записывается два раза.

$$h\nu = A + \frac{mv_{\max}^2}{2}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} h\nu_1 = A_{\text{вых}} + \frac{mv_{\max 1}^2}{2} \\ h\nu_2 = A_{\text{вых}} + \frac{mv_{\max 2}^2}{2} \end{array} \right.$$

Анализ условия

- Опыты проводятся в тот момент, когда напряжение на электродах равно запирающему.
- Ток не идет.
- т.е. электрическое поле совершает работу по торможению электронов.



$$\left\{ \begin{array}{l} eU_{31} = \frac{m_{\max}^2}{22} \\ eU_2 = \frac{m_{\max}^2}{2} \end{array} \right.$$

Используя эти и предыдущие равенства, получим
уравнения, в которых неизвестными являются
рабо́та выхода и частота.

$$\left\{ \begin{array}{l} \hbar v_1 = A_{\text{вых}} + \frac{m v_{\max}^2}{2} \\ \hbar v_2 = A_{\text{вых}} + \hbar v_{21}^2 - A_{\text{вых}} + eU_1 \\ eU_1 = \frac{m v_{\max}^2}{2} - 2\hbar v_1 = A_{\text{вых}} + eU_2 \\ eU_2 = \frac{m v_{\max 2}^2}{2} \\ v_2 = 2v_1 \end{array} \right.$$

Решим данную систему, выразив из нее
работу выхода.

$$\begin{cases} h\nu_1 = (A_{\text{вых}} + eU_1) \\ 2h\nu_1 = A_{\text{вых}} + eU_2 = \end{cases}$$

$$A_{\text{вых}} + eU_2 = 2A_{\text{вых}} + 2eU_1$$

$$eU_2 - 2eU_1 = 2A_{\text{вых}} - A_{\text{вых}}$$

$$A_{\text{вых}} = e(U_2 - 2U_1)$$

При максимальной
длине волны
падающего света
электроны
выбиваются с
поверхности
металла, но не
получают
кинетическую
энергию.

$$A_{\text{вых}} = \frac{hc}{\lambda_{\max}} \Rightarrow$$

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

Вычислим красную границу

$$A_{\text{вых}} = \frac{hc}{\lambda_{\max}} \Rightarrow$$

$$\lambda_{\max} = -\frac{hc}{A_{\text{вых}}} = \frac{hc}{A_{\text{вых}}}$$

$$A_{\text{вых}} = e(U_2 - 2U_1)$$

Проведем расчеты

$$\lambda_{\max} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \frac{\text{Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{M}{C}}{16 \cdot 10^{19} \text{Кл} \cdot (5,1B - 3,2B)}} =$$

$$= 6,54 \cdot 10^7 \frac{\cancel{B} \cdot \cancel{Кл} \cdot \cancel{C} \cdot \cancel{M}}{\cancel{Кл} \cdot \cancel{B}} = 6,54 \cdot 10^7 M$$

Проанализируем результаты

$$\lambda_{\max} = 6,54 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

1. Какого цвета свет?
2. Будет ли наблюдаться фотоэффект при $\lambda = 7 \cdot 10^{-7}$ м?

$\lambda = 600$ нм?

$\lambda = 0,8$ мкм?

при освещении желтым светом?