

Решение задач по теме «Фотоэффект»

Задача

- **При освещении металлической пластинки 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.

$$\nu_2 = 2\nu_1$$

$$U_1 = 1,6B$$

$$U_2 = 5,1B$$

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

- Под красной границей понимается максимальная длина волны, при которой для данного материала будет наблюдаться фотоэффект.

Анализ условия

- Описать фотоэффект можно с помощью уравнения Эйнштейна.

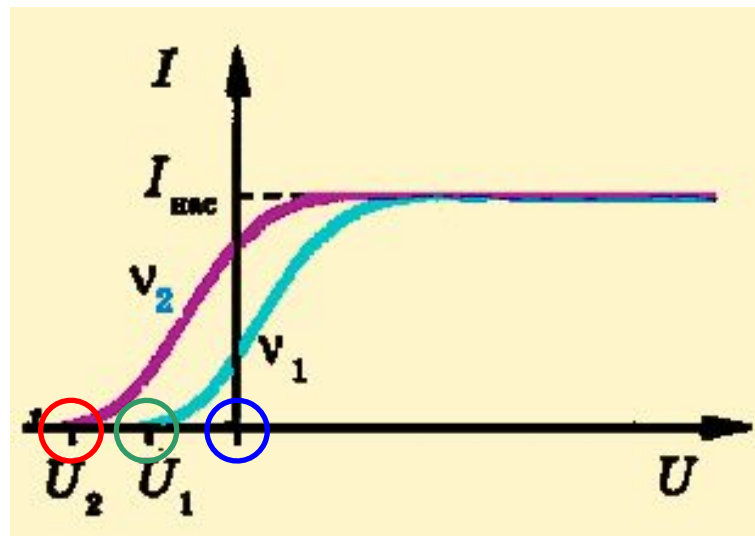
$$h\nu = A + \frac{m\nu_{\max}^2}{2}$$

- Т.к. рассматриваются два случая, то это уравнение, выражающее закон сохранения энергии в процессе фотоэффекта, записывается два раза.

$$\begin{cases} h\nu_1 = A_{\text{ВЫХ}} + \frac{m\nu_{\max 1}^2}{2} \\ h\nu_2 = A_{\text{ВЫХ}} + \frac{m\nu_{\max 2}^2}{2} \end{cases}$$

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.



$$\begin{cases} eU_1 = \frac{m v_{\text{max}1}^2}{2} \\ eU_2 = \frac{m v_{\text{max}2}^2}{2} \end{cases}$$

Используя эти и предыдущие равенства, получим уравнения, в которых неизвестными являются

работа выхода и частота.

$$\begin{cases}
 hv_1 = A_{\text{ВЫХ}} + \frac{m v_{\text{max}1}^2}{2} \\
 hv_2 = A_{\text{ВЫХ}} + \frac{m v_{\text{max}2}^2}{2} = A_{\text{ВЫХ}} + eU_1 \\
 eU_1 = \frac{m v_{\text{max}1}^2}{2} = 2hv_1 = A_{\text{ВЫХ}} + eU_2 \\
 eU_2 = \frac{m v_{\text{max}2}^2}{2} \\
 v_2 = 2v_1
 \end{cases}$$

Решим данную систему, выразив из нее
работу выхода.

$$\begin{cases} hv_1 = (A_{\text{ВЫХ}} + eU_1) \\ 2hv_1 = A_{\text{ВЫХ}} + eU_2 = \end{cases}$$

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

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

$$A_{\text{ВЫХ}} = e(U_2 - 2U_1)$$

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

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

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

Вычислим красную границу

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

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

$$A_{\text{ВЫХ}} = e(U_2 - 2U_1)$$

Проведем расчеты

$$\lambda_{\max} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \overset{В \cdot Кл}{Дж} \cdot с \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{М}{с}}{1,6 \cdot 10^{-19} Кл \cdot (5,1В - 3,2В)} =$$
$$= 6,54 \cdot 10^{-7} \frac{\cancel{В} \cdot \cancel{Кл} \cdot \cancel{с} \cdot \frac{М}{\cancel{с}}}{\cancel{Кл} \cdot \cancel{В}} = 6,54 \cdot 10^{-7} М$$

Проанализируем результаты

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

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

$$\lambda = 600 \text{ нм?}$$

$$\lambda = 0,8 \text{ мкм?}$$

при освещении желтым светом?