

Фотоэффект

Задача 1.

Красная граница фотоэффекта для натрия $\lambda = 547$ нм. Найти работу выхода электрона из натрия. Работа выхода (Дж) определяется формулой:

$$A = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{547 \cdot 10^{-9}} = 3,6 \cdot 10^{-19}$$

Выражая в эВ, получим

$$A = \frac{3,6 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,27$$

Ответ: $A = 3,6 \cdot 10^{-19}$ Дж, или 2,27 эВ.

Задача 2.

Какова наименьшая частота света, при которой еще наблюдается фотоэффект, если работа выхода электрона из металла $A = 3,3 \cdot 10^{-19}$ Дж?

Из формулы предыдущей задачи имеем:

$$\lambda = \frac{hc}{A} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3,3 \cdot 10^{-19}} = 6 \cdot 10^{-7}$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{6 \cdot 10^{-7}} = 5 \cdot 10^{14}$$

Ответ: длина волны 600 нм, частота $5 \cdot 10^{14}$ Гц.

Задача 3.

Вычислить длину волны λ красной границы фотоэффекта для серебра. 19.62.

Работа выхода для серебра равна $A = 6,85 \cdot 10^{-19}$ Дж. Тогда длина волны равна

$$\lambda = \frac{hc}{A} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{6,85 \cdot 10^{-19}} = 3 \cdot 10^{-7}$$

Ответ: $\lambda = 3 \cdot 10^{-7}$ м, или 300 нм.

Задача 4.

Красная граница фотоэффекта для некоторого металла $\lambda = 2750 \text{ \AA}$. Чему равно минимальное значение энергии фотона, вызывающего фотоэффект?

Минимальная энергия фотона – такая, что вызывает выход электрона из металла, но на сообщение электрону кинетической энергии ее уже не хватает. Поэтому

$$E_f = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2750 \cdot 10^{-10}} = 7,27 \cdot 10^{-19}$$

В электронвольтах это

$$E_f = \frac{7,27 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 4,5$$

Ответ: $E_f = 7,27 \cdot 10^{-19}$ Дж, или 4,5 эВ.

Задача 5.

Будет ли наблюдаться фотоэффект, если работа выхода электрона из металла $A = 3,3 \cdot 10^{-19}$ Дж, а свет имеет длину волны $\lambda = 5 \cdot 10^{-7}$ м?

Сравним работу выхода и минимальную энергию фотона. Если окажется, что работа выхода больше энергии фотона, то фотоэффект не будет происходить.

$$E_f = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{-7}} = 4 \cdot 10^{-19}$$

Так как $A < E_f$, то фотоэффект будет наблюдаться.

Задача 6.

Красная граница фотоэффекта для некоторого металла $\lambda = 2200 \text{ \AA}$. Какова масса фотона, вызывающего фотоэффект?

$$m_f = \frac{h}{c\lambda} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{3 \cdot 10^8 \cdot 2200 \cdot 10^{-10}} = 10^{-35}$$

Ответ: $m_f = 10^{-35}$ кг.

Задача 7.

Для некоторого металла красная граница фотоэффекта $\nu = 4,3 \cdot 10^{14}$ Гц. Определить работу выхода электрона из этого металла.

$$A = h\nu = 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 4,3 \cdot 10^{14} = 28,5 \cdot 10^{-20}$$

В электронвольтах это

$$A = \frac{28,5 \cdot 10^{-20}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,78$$

Ответ: $A = 28,5 \cdot 10^{-20}$ Дж, или 1,78 эВ.