

Вариант 1

Аксенов А.Е.

М80-308Б-18

- 1) Найти частоту света, вырывающего из металла электроны, которые полностью задерживаются разностью потенциалов 3 В. Красная граница фотоэффекта

$$\nu_0 = 6 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$$

Дано:

$$U = 3 \text{ В}$$

$$\nu_0 = 6 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$$

Найти: ν - ?

Решение: красная граница фотоэффекта:

$$A_b = h\nu_0 = 6,62 \cdot 10^{-34} = 3,9722 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж)}$$

Ур-ие Эйнштейна для внешнего фотоэф.:

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

По закону сохранения энергии:

$$\frac{m\nu_{\max}^2}{2} = e \cdot U$$

Частота света:

$$\nu = \frac{A_b + eU}{h} = \frac{3,9722 \cdot 10^{-19} + 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 3}{6,62 \cdot 10^{-34}} = 1,325 \cdot 10^{15} \text{ (Гц)}$$

$$\text{Ответ: } \nu = 1,325 \cdot 10^{15} \text{ Гц.}$$

2) Начальная температура излучения $T = 2000 \text{ K}$.

На сколько кельвинов изменилась эта температура, если длина волны, на которую приходится максимум излучения, увеличилась на 260 nm ?

Дано:

$$T = 2000 \text{ K}$$

$$\Delta \lambda = 260$$

Решение: Зависимость максимума длины волны от температуры по закону смещения Вина имеет вид: $\lambda = \frac{b}{T}$

Найти: $\Delta T = ?$ $\Delta \lambda = \frac{b}{T_1} - \frac{b}{T};$

$$T_1 = \frac{b}{\left(\Delta \lambda + \frac{b}{T}\right)} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{260 \cdot 10^{-9} + \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{2000}} = 7160,5 (\text{K})$$

$$\Delta T = 7160,5 - 2000 = 5160,5 (\text{K})$$

Ответ: $\Delta T = 5160,5 \text{ K}$.

3) Определить величину первого потенциала возбуждения атома водорода и потенциала его ионизации. Вычислить длину волны, частоты и волновые числа соответствующих квантов.

Дано: ${}^1_1\text{H}$ | Решение: Энергия электрона в атоме ${}^1_1\text{H}$ на n -ом уровне: $E_n = -13,6 \frac{1}{n^2} [\text{эВ}]$

Найти: $U_1 = \frac{\Delta E}{e} = \frac{E_2 - E_1}{e} = \frac{-3,49 + 13,6}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 10,2 (\text{В})$

$U_i - ?$ $U_i = \frac{A_i}{e}$, где $A_i = h\nu = h \frac{c}{\lambda} = hRc \left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2} \right)$, $n = \infty$

$U_i - ?$ A_i - работа удаления электрона с орбиты

$$U_i = \frac{A_i}{e} = \frac{hcR}{e} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3,29212 \cdot 10^{15}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 13,621 (\text{В})$$

4) Рассмотрим очень маленький шарик массы $m = 1 \text{ мг}$. Пусть его положение определено с неопределённостью $\Delta x = 10^{-5} \text{ см}$. Найдите неопределённость скорости шарика.

Дано:
 $m = 10^{-3} \text{ г}$
 $\Delta x = 10^{-7} \text{ м}$
 Найти: $\Delta v = ?$

Решение: принцип неопределённости

Гейзенберга: $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \frac{h}{2\pi}$

$$\Delta p_x = m \cdot \Delta v$$

$$\Delta v = \frac{m}{\Delta p_x} = \frac{mh}{2\pi \Delta x} = \frac{10^{-3} \cdot 1,0546 \cdot 10^{-34}}{10^{-7}}$$

$$\Delta v = 1,0546 \cdot 10^{-30}$$

Ответ: $\Delta v = 1,0546 \cdot 10^{-30}$

5) Частица в потенциальной яме шириной a находится в возбуждённом состоянии ($n=2$). Определите, в каких точках интервала ($0 < x < a$) плотность вероятности нахождения частицы максимальна и минимальна. Чему она равна? Решение пояснить график.

Дано: $n=2, a$ | Решение: Вер-ть обнаружить частицу в интервале от x до $x+dx$ выражается формулой: $dW = |\psi(x)|^2 dx$, где $|\psi(x)|^2$ - плотность вер-ти.

$x=?$ $|\psi(x)|^2 = \frac{2}{a} \sin^2\left(\frac{2\pi x}{a}\right)$

$|\psi(x)|^2$ максимальна при $\sin\left(\frac{2\pi x}{a}\right) = \pm 1$

$\frac{2\pi x}{a} = \pi k, k \in \mathbb{Z}$

$x = \frac{ak}{2}, k \in \mathbb{Z}$, учитывая $0 < x < a$: $x = \frac{a}{2}$

$|\psi(x)|^2$ минимальна при $\sin\left(\frac{2\pi x}{a}\right) = 0$

$\frac{2\pi x}{a} = \frac{\pi}{2} + \pi k, k \in \mathbb{Z}$

$x = \frac{1}{4}a + \frac{ka}{2}, k \in \mathbb{Z}$, учитывая $0 < x < a$: $x = \left[\frac{1}{4}a, \frac{3}{4}a \right]$

Ответ: максимум: $x = \frac{a}{2}$

минимум: $x = \frac{a}{4}$ и $x = \frac{3a}{4}$