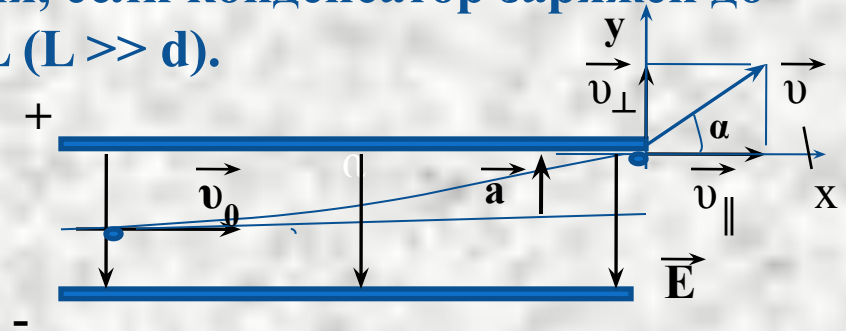


**Решение комбинированных задач
высокого уровня
по разделам физики**

**ЭЛЕКТРОДИНАМИКА
КВАНТОВАЯ ФИЗИКА**

Электрон влетает в плоский конденсатор со скоростью v_0 ($v_0 \ll c$), параллельно пластинам (см. рисунок), расстояние между которыми d . На какой угол отклонится при вылете из конденсатора вектор скорости электрона от первоначального направления, если конденсатор заряжен до разности потенциалов U ? Длина пластин L ($L \gg d$).



РЕШЕНИЕ.

$$\operatorname{tg} \alpha = v_y / v_x$$

$$v_y = a \cdot t \quad v_x = v_0 \cdot t$$

$$a = F_{\kappa} / m_e$$

$$F_{\kappa} = E \cdot e$$

$$E = U/d$$

$$\operatorname{tg} \alpha = U \cdot e / (d \cdot m_e \cdot v_0)$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} (U \cdot e / (d \cdot m_e \cdot v_0))$$

ОТВЕТ: $\alpha = \operatorname{arctg} (U \cdot e / (d \cdot m_e \cdot v_0))$

В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности $I_m = 5 \text{ мА}$, а амплитуда напряжения на конденсаторе $U_m = 2,0 \text{ В}$. В момент времени t напряжение на конденсаторе равно $1,2 \text{ В}$.
Найдите силу тока в катушке в этот момент.

РЕШЕНИЕ.

$$W_{\text{э}}(\text{max}) = W_{\text{М}}(\text{max}) \quad W_{\text{э}} + W_{\text{М}} = W_{\text{э}}(\text{max})$$

$$C \cdot U_m^2 / 2 = L \cdot I_m^2 / 2 \quad C \cdot U^2 / 2 + L \cdot I^2 / 2 = C \cdot U_m^2 / 2$$

$$L = C \cdot U_m^2 / I_m^2$$

$$I = 5 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{(2^2 - 1,2^2)} / 2$$

$$C \cdot U^2 / 2 + C \cdot U^2 \cdot I^2 / (I_m^2 \cdot 2) = C \cdot U_m^2 / 2$$

$$I = 5 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{(4 - 1,44)} / 2$$

$$U^2 + U^2 \cdot I^2 / I_m^2 = U_m^2$$

$$I = 5 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{2,56} / 2$$

$$U^2 \cdot I^2 / I_m^2 = U_m^2 - U^2$$

$$I = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 1,6 / 2$$

$$I = 4 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

$$I = I_m \cdot \sqrt{(U_m^2 - U^2)} / U_m$$

ОТВЕТ: $4 \cdot 10^{-3} \text{ А}$

Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -13,6/n^2$ эВ, где $n = 1; 2; 3 \dots$. При переходе атома из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попад на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\lambda_{кр} = 300$ нм. Чему равен максимально возможный модуль импульса фотоэлектрона?

РЕШЕНИЕ.

$$E_{\phi} = A_{\text{вых}} + E_{\text{к(max)}} \quad p_{\text{max}} = m_e \cdot v_{\text{max}}$$

$$E_{\phi} = E_2 - E_1 \quad E_{\text{к(max)}} = m_e \cdot v_{\text{max}}^2 / 2$$

$$A_{\text{вых}} = h \cdot c / \lambda_{кр}$$

$$E_2 - E_1 = h \cdot c / \lambda_{кр} + m_e \cdot v_{\text{max}}^2 / 2$$

$$m_e \cdot v_{\text{max}}^2 / 2 = E_2 - E_1 - h \cdot c / \lambda_{кр}$$

$$p_{\text{max}} = m_e \cdot \sqrt{(2 \cdot (E_2 - E_1 - h \cdot c / \lambda_{кр}) / m_e)}$$

$$p_{\text{max}} = \sqrt{(2 \cdot m_e \cdot (E_2 - E_1 - h \cdot c / \lambda_{кр}))}$$

$$p_{\text{max}} = \sqrt{(2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot ((-13,6/4 + 13,6) \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} - 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 / 3 \cdot 10^{-7}))}$$

$$p_{\text{max}} = \sqrt{(18,2 \cdot 10^{-31} \cdot (16,32 \cdot 10^{-19} - 6,6 \cdot 10^{-19}))}$$

$$p_{\text{max}} = \sqrt{(18,2 \cdot 10^{-31} \cdot 9,72 \cdot 10^{-19})}$$

$$p_{\text{max}} = \sqrt{(176,904 \cdot 10^{-50})}$$

$$p_{\text{max}} \approx 13,3 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$$

ОТВЕТ: $13,3 \cdot 10^{-25}$ кг·м/с

$$v_{\text{max}} = \sqrt{(2 \cdot (E_2 - E_1 - h \cdot c / \lambda_{кр}) / m_e)}$$

Фотокатод, покрытый кальцием (работа выхода $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж), освещается светом с частотой $2 \cdot 10^{15}$ Гц. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции и движутся по окружностям. Максимальный радиус такой окружности 5 мм. Каков модуль индукции магнитного поля?

РЕШЕНИЕ.

$$F = m_e \cdot a_{\text{ц}} = F_{\text{л}} = B \cdot e \cdot v_{\text{max}}$$

$$m_e \cdot v_{\text{max}}^2 / R_{\text{max}} = B \cdot e \cdot v_{\text{max}}$$

$$m_e \cdot v_{\text{max}} / R_{\text{max}} = B \cdot e$$

$$E_{\phi} = A_{\text{ВЫХ}} + E_{\text{к(max)}}$$

$$E_{\phi} = h \cdot \nu \quad E_{\text{к(max)}} = m_e \cdot v_{\text{max}}^2 / 2$$

$$h \cdot \nu = A_{\text{ВЫХ}} + m_e \cdot v_{\text{max}}^2 / 2$$

$$v_{\text{max}} = \sqrt{(2 \cdot (h \cdot \nu - 2 \cdot A_{\text{ВЫХ}})) / m_e}$$

$$B = m_e \cdot v_{\text{max}} / (e \cdot R_{\text{max}})$$

$$B = m_e \cdot \sqrt{(2 \cdot (h \cdot \nu - 2 \cdot A_{\text{ВЫХ}})) / m_e} / (e \cdot R_{\text{max}})$$

$$B = \sqrt{(2 \cdot m_e \cdot (h \cdot \nu - 2 \cdot A_{\text{ВЫХ}}))} / (e \cdot R_{\text{max}})$$

$$B = \sqrt{(2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 2 \cdot 10^{15} - 2 \cdot 4,42 \cdot 10^{-19}))} / (1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5 \cdot 10^{-3})$$

$$B = \sqrt{(18,2 \cdot 10^{-31} \cdot (13,2 \cdot 10^{-19} - 8,84 \cdot 10^{-19}))} / 8 \cdot 10^{-22}$$

$$B = \sqrt{(18,2 \cdot 10^{-31} \cdot 4,36 \cdot 10^{-19})} / 8 \cdot 10^{-22} \approx 3,15 \cdot 10^{-14} \text{ Тл}$$

ОТВЕТ: $3,15 \cdot 10^{-14}$ Тл

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!