

1. 1) Бусинка С движется по окружности радиусом $L/2$ (см. рис.).

$$V \cos \delta = V_0 \cos \alpha. \quad \beta = 90^\circ - \alpha, \quad \delta = 2\alpha - 90^\circ. \quad V = \frac{V_0}{2 \sin \alpha} = \frac{\sqrt{6}}{4} V_0$$

2) Ускорение a к центру О, т. к. $V = \text{const}$.

$$F_{TP} - mg \cos \beta = -ma \cos 2\beta. \quad \cos \beta = \frac{\sqrt{6}}{3}, \quad \cos 2\beta = \frac{1}{3}.$$

$$a = \frac{V^2}{L/2} = \frac{3V_0^2}{4L}. \quad \text{Так как} \quad \frac{mV_0^2}{L} = 2mg, \quad \text{то} \quad a = \frac{3}{2}g.$$

$$F_{TP} = \frac{2\sqrt{6}-3}{6} mg.$$

3) $m\vec{g} + \vec{F} = m\vec{a}.$

$$F = \sqrt{(mg)^2 + (ma)^2 - 2mgma \cos \beta} = \frac{1}{2} \sqrt{13 - 4\sqrt{6}} mg.$$

2. 1) Если $P_1 = k_1(8V_0 - 3V_0) = 5k_1V_0$, $P_2 = k_2(8V_0 - 3V_0) = 5k_2V_0$, то $P_4 = 3k_1V_0$, $P_6 = k_1V_0$, $P_3 = 3k_2V_0$, $P_5 = k_2V_0$. Тогда $A_1 = 8V_0^2(k_2 - k_1)$, $A_2 = 4V_0^2(k_2 - k_1)$, $A = 12V_0^2(k_2 - k_1)$ (1). Отсюда $A_1 = 2A/3$, $A_2 = A/3$.

$$2) Q_{12} = \frac{3}{2}P_2V_2 - \frac{3}{2}P_1V_1 = \frac{15}{8}A, \quad Q_{43} = \frac{3}{2}P_3V_3 - \frac{3}{2}P_4V_4 = \frac{15}{8}A.$$

3) Можно показать, что точки 3 и 4 – точки инверсии теплоты. Поэтому $Q_{23} > 0$, $Q_{35} < 0$, $Q_{64} > 0$,

$$Q_{41} < 0. \quad \eta_1 = \frac{A_1}{Q_{12} + Q_{23}}. \quad Q_{23} = 8k_2V_0^2. \quad \eta_1 = \frac{2A/3}{15A/8 + 8k_2V_0^2} \quad (2). \quad \eta_2 = \frac{A_2}{Q_{43} + Q_{64}}. \quad Q_{64} = 8k_1V_0^2.$$

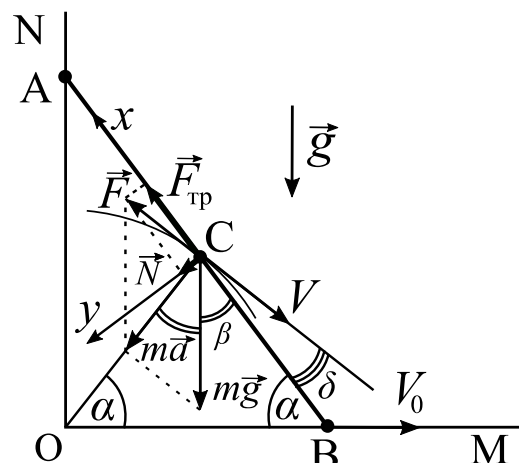
$$\eta_2 = \frac{A/3}{15A/8 + 8k_1V_0^2} \quad (3). \quad \text{Из (1), (2) и (3) находим} \quad \eta_1 = \frac{2\eta_2}{2\eta_2 + 1}.$$

3. 1) При токе против часовой стрелки $E - U_1 = U_0 \Rightarrow U_1 = E - U_0 = 9,5U_0$. При токе по часовой стрелке $E - U_2 = -2U_0 \Rightarrow U_2 = E + 2U_0 = 12,5U_0$. Получаем зону застоя $9,5CU_0 \leq q \leq 12,5CU_0$.

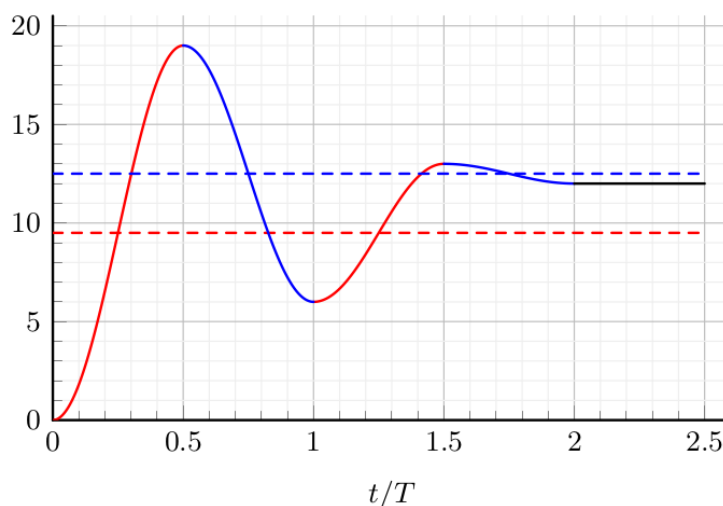
$$2) E - L \frac{dI}{dt} = U_0. \quad \frac{dI}{dt} = \frac{E - U_0}{L} = 9,5 \frac{U_0}{L}.$$

3) Если во время колебания ток против часовой стрелки, то колебание происходит вокруг точки равновесия $U_1 = 9,5U_0$, если против, то вокруг точки равновесия $U_2 = 12,5U_0$. За полупериод колебания тока конденсатор перезаряжается до напряжения симметричного точке равновесия. Колебания будут происходить, до попадания конденсатора в зону застоя (см. рис.). $\tau = 4\pi\sqrt{LC}$, $q_0 = 12CU_0$.

4) Теплота на диоде равна произведению напряжения на диоде на заряд, прошедший через диод. $Q_2 = 14CU_0^2$.



U_C/U_0 $U_C(t)$, "+" на левой обкладке



4. 1) $\frac{mV_0^2}{R_C} = qV_0B$. $R_C = \frac{\sqrt{3}mE}{qB^2}$.

2) Направим ось x перпендикулярно векторам $\vec{B}$ и $\vec{E}$, а ось y в направлении $\vec{E}$. Составляющая скорости вдоль y дает составляющую силы Лоренца вдоль x . $\frac{m\Delta V_x}{\Delta t} = -qV_yB$. $m\Sigma\Delta V_x = -qB\Sigma\Delta y$, $mV_x = -qBy$.

ЗСЭ: $qEy = \frac{m}{2}(V_x^2 + V_y^2) - \frac{1}{2}mV_0^2$. Из последних двух уравнений $V_x^2 + V_y^2 + 2\frac{E}{B}V_x - V_0^2 = 0$. В точке А

$$V_y = 0. \quad V_x = -\frac{E}{B} - \sqrt{\left(\frac{E}{B}\right)^2 + V_0^2} = -3\frac{E}{B}. \quad V_A = 3\frac{E}{B}.$$

3) $\frac{mV_A^2}{R_A} = -qE + qV_AB$. $R_A = \frac{9mE}{2qB^2}$.

5. 1) Явление полного внутреннего отражения.

2) В вертикальном сечении, где глубина одинакова (рис. а), темная область $AB = 2b$, S – яркая точка на дне.

$$\sin \alpha = \frac{1}{n} = \frac{3}{4}. \quad h_0 = \frac{b}{2\operatorname{tg} \alpha} = 2\sqrt{7} \text{ см.}$$

3) В вертикальном сечении, проходящем через ось Ox

(рис. б), MSN – темная область. $MS = a$, $NS = c$. Угол наклона дна к горизонту β .

$\gamma = 90^\circ - \alpha + \beta$, $\delta = 90^\circ - \alpha - \beta$. По теореме синусов

$$\frac{h_0 / \cos \alpha}{a} = \frac{\sin \gamma}{\sin 2\alpha}, \quad \frac{h_0 / \cos \alpha}{c} = \frac{\sin \delta}{\sin 2\alpha}. \text{ Тогда}$$

$$\frac{c}{a} = \frac{\cos(\alpha - \beta)}{\cos(\alpha + \beta)} = \frac{1 + \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta}{1 - \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta}. \text{ Отсюда}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \cdot \frac{c/a - 1}{c/a + 1} = \frac{\sqrt{7}}{63}. \quad L = \frac{h_0}{\operatorname{tg} \beta} = 126 \text{ см.}$$

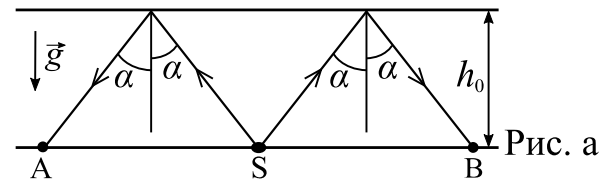


Рис. а

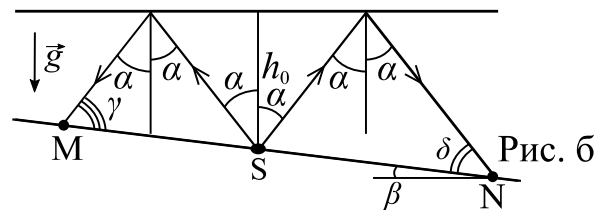


Рис. б

Олимпиада «Физтех». 2026 г. Физика. Решения. Вариант 11-02

1. 1) Ползун С движется по окружности радиусом $L/2$ (см. рис.). $V \cos \delta = V_0 \cos \alpha$. $\delta = 90^\circ - 2\alpha$.

$$V = \frac{V_0}{2 \sin \alpha} = \frac{4}{5} V_0.$$

2) Ускорение a к центру O , т. к. $V = \text{const}$.

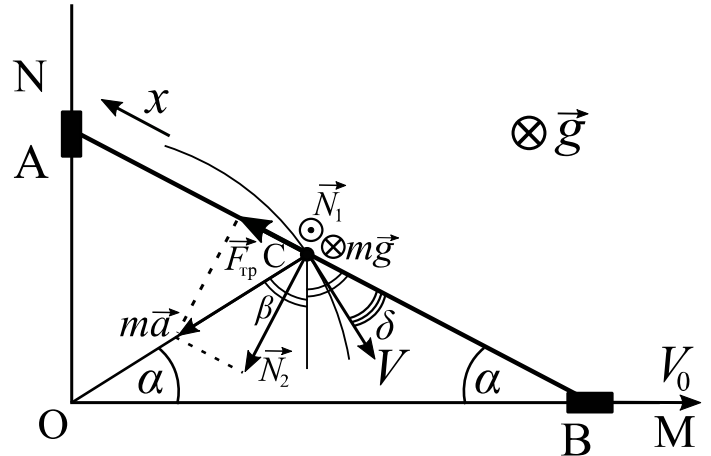
$$F_{TP} = ma \cos 2\alpha. \quad \cos 2\alpha = \frac{7}{32}. \quad a = \frac{V^2}{L/2} = \frac{32V_0^2}{25L}.$$

$$\text{Так как } \frac{mV_0^2}{L} = \frac{5}{16} mg, \text{ то } a = \frac{2}{5} g. \quad F_{TP} = \frac{7}{80} mg.$$

$$3) \quad m\vec{g} + \vec{F} = m\vec{a}. \quad \vec{F} = \vec{N}_1 + \vec{N}_2 + \vec{F}_{TP}.$$

$$F = \sqrt{(mg)^2 + (ma)^2} = \frac{\sqrt{29}}{5} mg.$$

Замечание. Без учета $N_1 = mg$ имеем типичный неверный ответ $F_{HEB} = \frac{2}{5} mg$.



2. 1) Если $P_1 = k_1(16V_0 - 6V_0) = 10k_1V_0$, $P_2 = k_2(16V_0 - 6V_0) = 10k_2V_0$, то $P_4 = 6k_1V_0$, $P_6 = 2k_1V_0$, $P_3 = 6k_2V_0$, $P_5 = 2k_2V_0$. Тогда $A_1 = 32V_0^2(k_2 - k_1)$, $A_2 = 16V_0^2(k_2 - k_1)$ (1). Отсюда $A_1 = 2A_2$.

$$2) \quad Q_{12} = \frac{3}{2} P_2 V_2 - \frac{3}{2} P_1 V_1 = \frac{45}{8} A_2, \quad Q_{43} = \frac{3}{2} P_3 V_3 - \frac{3}{2} P_4 V_4 = \frac{45}{8} A_2.$$

3) Можно показать, что точки 3 и 4 – точки инверсии теплоты. Поэтому $Q_{23} > 0$, $Q_{35} < 0$, $Q_{64} > 0$,

$$Q_{41} < 0. \quad \eta_1 = \frac{A_1}{Q_{12} + Q_{23}}. \quad Q_{23} = 32k_2V_0^2. \quad \eta_1 = \frac{2A_2}{45A_2/8 + 32k_2V_0^2} \quad (2). \quad \eta_2 = \frac{A_2}{Q_{43} + Q_{64}}. \quad Q_{64} = 32k_1V_0^2.$$

$$\eta_2 = \frac{A_2}{45A_2/8 + 32k_1V_0^2} \quad (3). \quad \text{Из (1), (2) и (3) находим } \eta_2 = \frac{\eta_1}{2(1 - \eta_1)}.$$

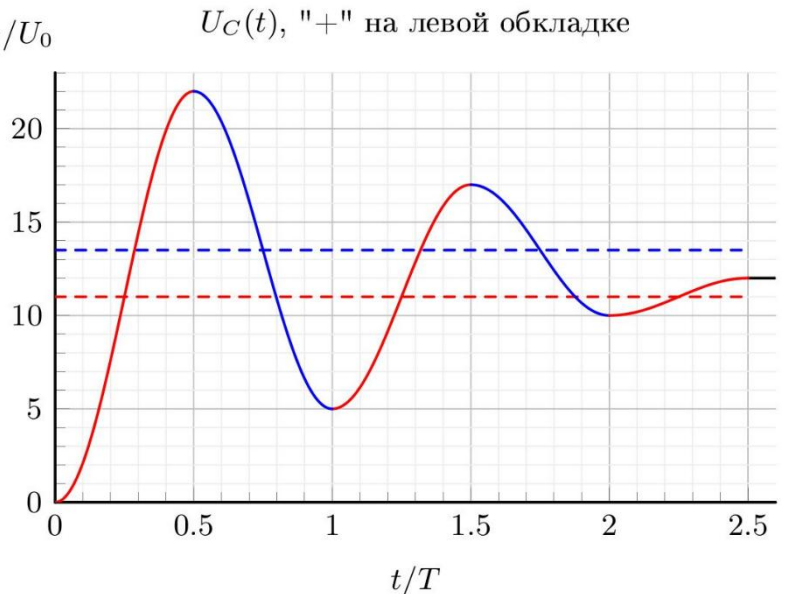
3. 1) При токе против часовой стрелки U_C/U_0
 $E_2 - U_1 = U_0$. $U_1 = E_2 - U_0 = 11U_0$. При
 токе по часовой стрелке
 $U_2 = E_1 + E_2 + U_0 = 13,5U_0$. Получаем
 зону застоя $11CU_0 \leq q \leq 13,5CU_0$.

$$2) \quad E_2 - L \frac{dI}{dt} = U_0. \quad \frac{dI}{dt} = \frac{E_2 - U_0}{L} = 11 \frac{U_0}{L}.$$

3) Если во время колебания ток против
 часовой стрелки, то колебание
 происходит вокруг точки равновесия
 $U_1 = 11U_0$, если против, то вокруг точки
 равновесия $U_2 = 13,5U_0$. За полупериод
 колебания тока конденсатор
 перезаряжается до напряжения
 симметричного точке равновесия.

Колебания будут происходить, до попадания конденсатора в зону застоя (см. рис.). $\tau = 5\pi\sqrt{LC}$,
 $q_0 = 12CU_0$.

4) Теплота на диоде равна произведению напряжения на диоде на заряд, прошедший через диод. $Q_2 = 36CU_0^2$.



$$4. 1) \frac{mV_0^2}{R_C} = qE + qV_0B. \quad R_C = \frac{9mE}{4qB^2}.$$

2) Направим ось x перпендикулярно векторам $\vec{B}$ и $\vec{E}$, а ось y в направлении $\vec{E}$. Составляющая скорости вдоль y дает составляющую силы Лоренца вдоль x . $\frac{m\Delta V_x}{\Delta t} = -qV_yB. \quad m\Sigma\Delta V_x = -qB\Sigma\Delta y,$

$$m(V_x - V_0) = -qBy. \quad \text{ЗСЭ: } qEy = \frac{m}{2}(V_x^2 + V_y^2) - \frac{1}{2}mV_0^2. \quad \text{Из последних двух уравнений}$$

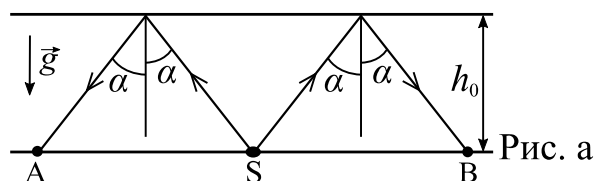
$$V_x^2 + V_y^2 + 2\frac{E}{B}(V_x - V_0) - V_0^2 = 0. \quad \text{В точке А } V_y = 0. \quad V_x = -2\frac{E}{B} - V_0 = -5\frac{E}{B}. \quad V_A = 5\frac{E}{B}.$$

$$3) \frac{mV_A^2}{R_A} = -qE + qV_AB. \quad R_A = \frac{25mE}{4qB^2}.$$

5. 1) Явление полного внутреннего отражения.

2) В вертикальном сечении, где глубина одинакова (рис. а), темная область $AB = 2s$, S – яркая точка на дне.

$$\sin \alpha = \frac{1}{n} = \frac{2}{3}. \quad h = h_0 = \frac{s}{2\operatorname{tg} \alpha} = 3\sqrt{5} \text{ мм.}$$



3) В вертикальном сечении, проходящем через ось Ox (рис.

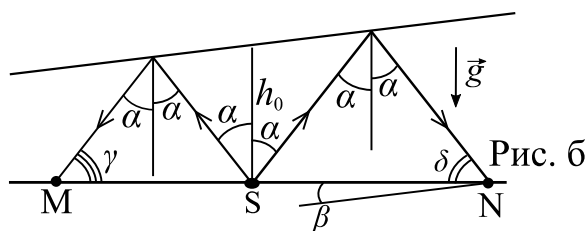
б), MSN – темная область. $MS = r$, $NS = R$. Угол наклона дна к горизонту β .

$\gamma = 90^\circ - \alpha + \beta$, $\delta = 90^\circ - \alpha - \beta$. По теореме синусов

$$\frac{h_0 / \cos \alpha}{r} = \frac{\sin \gamma}{\sin 2\alpha}, \quad \frac{h_0 / \cos \alpha}{R} = \frac{\sin \delta}{\sin 2\alpha}. \quad \text{Тогда}$$

$$\frac{R}{r} = \frac{\cos(\alpha - \beta)}{\cos(\alpha + \beta)} = \frac{1 + \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta}{1 - \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta}. \quad \text{Отсюда}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \cdot \frac{R/r - 1}{R/r + 1} = \frac{3\sqrt{5}}{46}. \quad \beta \approx \frac{3\sqrt{5}}{46} \text{ рад.}$$



1. 1) Бусинка С движется по окружности радиусом $L/2$ (см. рис.).

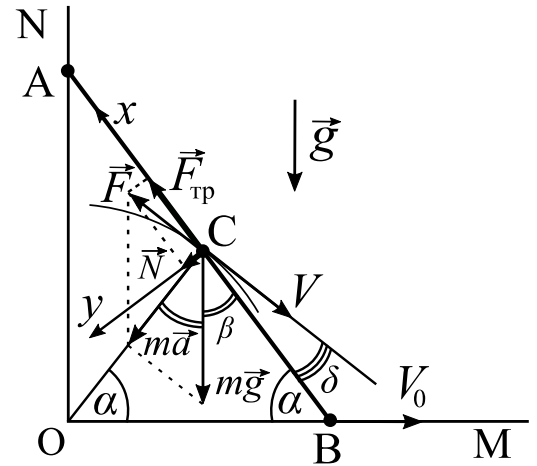
$$V \cos \delta = V_0 \cos \alpha. \quad \beta = 90^\circ - \alpha, \quad \delta = 2\alpha - 90^\circ. \quad V = \frac{V_0}{2 \sin \alpha} = \frac{3}{5} V_0.$$

2) Ускорение a к центру О, т. к. $V = \text{const}$.

$$F_{TP} - mg \cos \beta = -ma \cos 2\beta. \quad \cos \beta = \frac{5}{6}, \quad \cos 2\beta = \frac{7}{18}.$$

$$a = \frac{V^2}{L/2} = \frac{18V_0^2}{25L}. \quad \text{Так как } \frac{mV_0^2}{L} = \frac{50}{27} mg, \text{ то } a = \frac{4}{3} g. \quad F_{TP} = \frac{17}{54} mg.$$

$$3) m\vec{g} + \vec{F} = m\vec{a}. \quad F = \sqrt{(mg)^2 + (ma)^2 - 2mgma \cos \beta} = \frac{\sqrt{5}}{3} mg.$$



2. 1) Если $P_1 = k_1(8V_0 - 4V_0) = 4k_1V_0$, $P_2 = k_2(8V_0 - 4V_0) = 4k_2V_0$,

то $P_4 = 3k_1V_0$, $P_6 = 2k_1V_0$, $P_3 = 3k_2V_0$, $P_5 = 2k_2V_0$. Тогда

$$A_1 = \frac{7}{2} V_0^2 (k_2 - k_1), \quad A_2 = \frac{5}{2} V_0^2 (k_2 - k_1), \quad A = 6V_0^2 (k_2 - k_1) \quad (1). \quad \text{Отсюда } A_1 = \frac{7}{12} A, \quad A_2 = \frac{5}{12} A.$$

$$2) Q_{12} = \frac{3}{2} P_2 V_2 - \frac{3}{2} P_1 V_1 = 4A, \quad Q_{43} = \frac{3}{2} P_3 V_3 - \frac{3}{2} P_4 V_4 = \frac{15}{4} A.$$

3) Можно показать, что точки 3 и 4 – точки инверсии теплоты. Поэтому $Q_{23} > 0$, $Q_{35} < 0$, $Q_{64} > 0$,

$$Q_{41} < 0. \quad \eta_1 = \frac{A_1}{Q_{12} + Q_{23}}. \quad Q_{23} = 2k_2 V_0^2. \quad \eta_1 = \frac{7A/12}{4A + 2k_2 V_0^2} \quad (2). \quad \eta_2 = \frac{A_2}{Q_{43} + Q_{64}}. \quad Q_{64} = 2k_1 V_0^2.$$

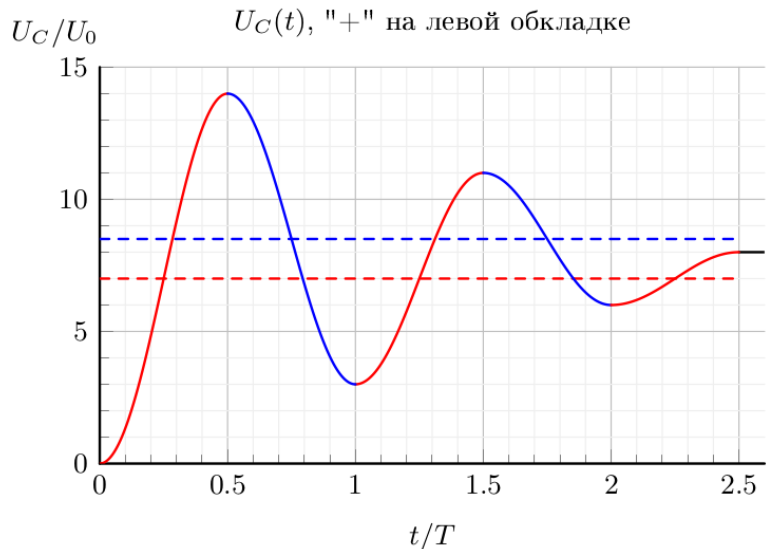
$$\eta_2 = \frac{5A/12}{15A/4 + 2k_1 V_0^2} \quad (3). \quad \text{Из (1), (2) и (3) находим } \eta_1 = \frac{7\eta_2}{7\eta_2 + 5}.$$

3. 1) При токе против часовой стрелки $E - U_1 = 0,5U_0$. $U_1 = E - 0,5U_0 = 7U_0$. При токе по часовой стрелке $U_2 = E + U_0 = 8,5U_0$. Получаем зону застоя $7CU_0 \leq q \leq 8,5CU_0$.

$$2) E - L \frac{dI}{dt} = 0,5U_0. \quad \frac{dI}{dt} = \frac{E - 0,5U_0}{L} = 7 \frac{U_0}{L}.$$

3) Если во время колебания ток против часовой стрелки, то колебание происходит вокруг точки равновесия $U_1 = 7U_0$, если против, то вокруг точки равновесия $U_2 = 8,5U_0$. За полупериод колебания тока конденсатор перезаряжается до напряжения симметричного точке равновесия. Колебания будут происходить, до попадания конденсатора в зону застоя (см. рис.). $\tau = 5\pi\sqrt{LC}$, $q_0 = 8CU_0$.

4) Теплота на диоде равна произведению напряжения на диоде на заряд, прошедший через диод. $Q_2 = 12CU_0^2$.



$$4. 1) \frac{mV_0^2}{R_C} = qV_0B. \quad R_C = \frac{\sqrt{8}mE}{qB^2}.$$

2) Направим ось x перпендикулярно векторам $\vec{B}$ и $\vec{E}$, а ось y в направлении $\vec{E}$. Составляющая скорости вдоль y дает составляющую силы Лоренца вдоль x . $\frac{m\Delta V_x}{\Delta t} = -qV_yB. \quad m\Sigma\Delta V_x = -qB\Sigma\Delta y, \quad mV_x = -qBy.$

ЗСЭ: $qEy = \frac{m}{2}(V_x^2 + V_y^2) - \frac{1}{2}mV_0^2$. Из последних двух уравнений $V_x^2 + V_y^2 + 2\frac{E}{B}V_x - V_0^2 = 0$. В точке А

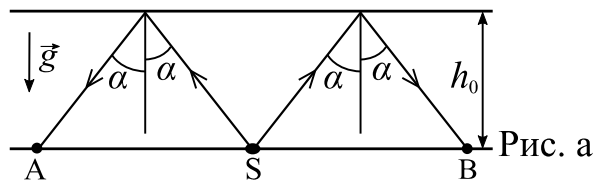
$$V_y = 0. \quad V_x = -\frac{E}{B} + \sqrt{\left(\frac{E}{B}\right)^2 + V_0^2} = 2\frac{E}{B}. \quad V_A = 2\frac{E}{B}.$$

$$3) \frac{mV_A^2}{R_A} = qE + qV_AB. \quad R_A = \frac{4mE}{3qB^2}.$$

5. 1) Явление полного внутреннего отражения.

2) В вертикальном сечении, где глубина одинакова (рис. а), темная область $AB = 2c$, S – яркая точка на дне.

$$\sin \alpha = \frac{1}{n} = \frac{3}{4}. \quad h_0 = \frac{c}{2\operatorname{tg} \alpha} = \frac{10\sqrt{7}}{3} \text{ см.}$$



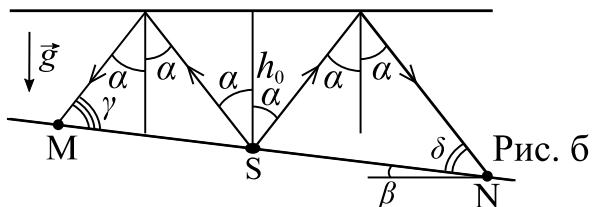
3) В вертикальном сечении, проходящем через ось Ox (рис. б), MSN – темная область. $MS = b$, $NS = a$. Угол наклона дна к горизонту β .

$\gamma = 90^\circ - \alpha + \beta$, $\delta = 90^\circ - \alpha - \beta$. По теореме синусов

$$\frac{h_0 / \cos \alpha}{b} = \frac{\sin \gamma}{\sin 2\alpha}, \quad \frac{h_0 / \cos \alpha}{a} = \frac{\sin \delta}{\sin 2\alpha}. \quad \text{Тогда}$$

$$\frac{a}{b} = \frac{\cos(\alpha - \beta)}{\cos(\alpha + \beta)} = \frac{1 + \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta}{1 - \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta}. \quad \text{Отсюда}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \cdot \frac{a/b - 1}{a/b + 1} = \frac{\sqrt{7}}{33}. \quad L = \frac{h_0}{\operatorname{tg} \beta} = 110 \text{ см.}$$



Олимпиада «Физтех». 2026 г. Физика. Решения. Вариант 11-04

1. 1) Ползун С движется по окружности радиусом $L/2$ (см. рис.). $V \cos \delta = V_0 \cos \alpha$. $\delta = 90^\circ - 2\alpha$.

$$V = \frac{V_0}{2 \sin \alpha} = \frac{9}{10} V_0.$$

2) Ускорение a к центру O , т. к. $V = \text{const}$.

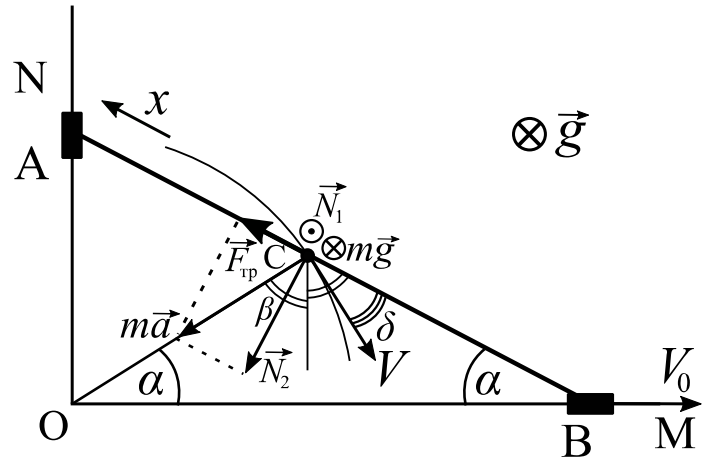
$$F_{TP} = ma \cos 2\alpha. \quad \cos 2\alpha = \frac{31}{81}. \quad a = \frac{V^2}{L/2} = \frac{81V_0^2}{50L}. \quad \text{Так}$$

$$\text{как } \frac{mV_0^2}{L} = \frac{50}{81} mg, \text{ то } a = g. \quad F_{TP} = \frac{31}{81} mg.$$

$$3) m\vec{g} + \vec{F} = m\vec{a}. \quad \vec{F} = \vec{N}_1 + \vec{N}_2 + \vec{F}_{TP}.$$

$$F = \sqrt{(mg)^2 + (ma)^2} = \sqrt{2}mg.$$

Замечание. Без учета $N_1 = mg$ имеем типичный неверный ответ $F_{HEB} = mg$.



2. 1) Если $P_1 = k_1(16V_0 - 8V_0) = 8k_1V_0$, $P_2 = k_2(16V_0 - 8V_0) = 8k_2V_0$, то $P_4 = 6k_1V_0$, $P_6 = 4k_1V_0$, $P_3 = 6k_2V_0$, $P_5 = 4k_2V_0$. Тогда $A_1 = 14V_0^2(k_2 - k_1)$, $A_2 = 10V_0^2(k_2 - k_1)$ (1). Отсюда $A_1 = 7A_2/5$.

$$2) Q_{12} = \frac{3}{2}P_2V_2 - \frac{3}{2}P_1V_1 = \frac{48}{5}A_2, \quad Q_{43} = \frac{3}{2}P_3V_3 - \frac{3}{2}P_4V_4 = 9A_2.$$

3) Можно показать, что точки 3 и 4 – точки инверсии теплоты. Поэтому $Q_{23} > 0$, $Q_{35} < 0$, $Q_{64} > 0$,

$$Q_{41} < 0. \quad \eta_1 = \frac{A_1}{Q_{12} + Q_{23}}. \quad Q_{23} = 8k_2V_0^2. \quad \eta_1 = \frac{7A_2/5}{48A_2/5 + 8k_2V_0^2} \quad (2). \quad \eta_2 = \frac{A_2}{Q_{43} + Q_{64}}. \quad Q_{64} = 8k_1V_0^2.$$

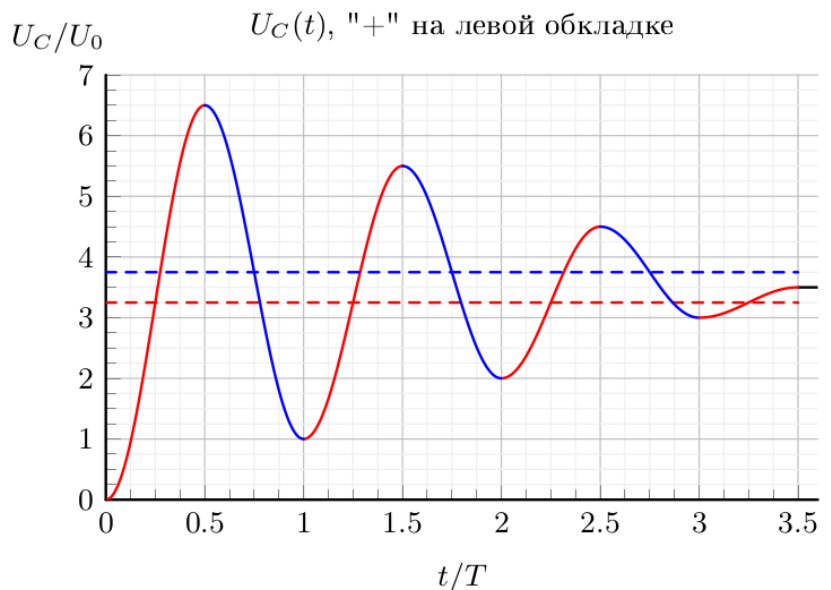
$$\eta_2 = \frac{A_2}{9A_2 + 8k_1V_0^2} \quad (3). \quad \text{Из (1), (2) и (3) находим } \eta_2 = \frac{5\eta_1}{7(1-\eta_1)}.$$

3. 1) При токе против часовой стрелки $E_1 + E_2 - U_1 = U_0$. $U_1 = E_1 + E_2 - U_0 = 3,25U_0$. При токе по часовой стрелке $U_2 = E_1 + U_0 = 3,75U_0$. Получаем зону застоя $3,25CU_0 \leq q \leq 3,75CU_0$.

$$2) E_1 + E_2 - L \frac{dI}{dt} = U_0. \quad \frac{dI}{dt} = \frac{E_1 + E_2 - U_0}{L} = \frac{13U_0}{4L}.$$

3) Если во время колебания ток против часовой стрелки, то колебание происходит вокруг точки равновесия $U_1 = 3,25U_0$, если против, то вокруг точки равновесия $U_2 = 3,75U_0$. За полупериод колебания тока конденсатор перезаряжается до напряжения симметричного точке равновесия. Колебания будут происходить, до попадания конденсатора в зону застоя (см. рис.). $\tau = 7\pi\sqrt{LC}$, $q_0 = 3,5CU_0$.

4) Теплота на диоде равна произведению напряжения на диоде на заряд, прошедший через диод. $Q_2 = 14CU_0^2$.



$$4. 1) \frac{mV_0^2}{R_C} = qE + qV_0B. \quad R_C = \frac{4mE}{3qB^2}.$$

2) Направим ось x перпендикулярно векторам $\vec{B}$ и $\vec{E}$, а ось y в направлении $\vec{E}$. Составляющая скорости вдоль y дает составляющую силы Лоренца вдоль x . $\frac{m\Delta V_x}{\Delta t} = -qV_yB. \quad m\Sigma\Delta V_x = -qB\Sigma\Delta y,$

$m(V_x - V_0) = -qBy.$ ЗСЭ: $qEy = \frac{m}{2}(V_x^2 + V_y^2) - \frac{1}{2}mV_0^2.$ Из последних двух уравнений

$$V_x^2 + V_y^2 + 2\frac{E}{B}(V_x - V_0) - V_0^2 = 0. \quad \text{В точке А } V_x = 0. \quad V_y = \sqrt{V_0^2 + 2\frac{E}{B}} = 2\sqrt{2}\frac{E}{B}. \quad V_A = 2\sqrt{2}\frac{E}{B}.$$

$$3) \frac{mV_A^2}{R_A} = qV_AB. \quad R_A = \frac{2\sqrt{2}mE}{qB^2}.$$

5. 1) Явление полного внутреннего отражения.

2) В вертикальном сечении, где глубина одинакова (рис. а), темная область $AB = 2R$, S – яркая точка на дне.

$$\sin \alpha = \frac{1}{n} = \frac{2}{3}. \quad h = h_0 = \frac{R}{2\operatorname{tg} \alpha} = \frac{5\sqrt{5}}{2} \text{ мм.}$$

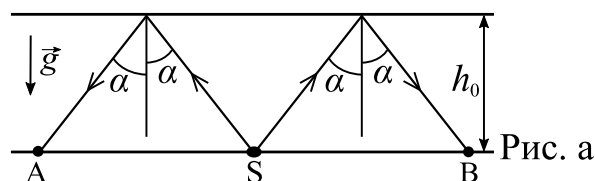


Рис. а

3) В вертикальном сечении, проходящем через ось Ox (рис.

б), MSN – темная область. $MS = v$, $NS = w$. Угол наклона дна к горизонту β .

$\gamma = 90^\circ - \alpha + \beta$, $\delta = 90^\circ - \alpha - \beta$. По теореме синусов

$$\frac{h_0 / \cos \alpha}{v} = \frac{\sin \gamma}{\sin 2\alpha}, \quad \frac{h_0 / \cos \alpha}{w} = \frac{\sin \delta}{\sin 2\alpha}. \quad \text{Тогда}$$

$$\frac{w}{v} = \frac{\cos(\alpha - \beta)}{\cos(\alpha + \beta)} = \frac{1 + \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta}{1 - \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta}. \quad \text{Отсюда}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \cdot \frac{w/v - 1}{w/v + 1} = \frac{\sqrt{5}}{22}. \quad \beta \approx \frac{\sqrt{5}}{22} \text{ рад.}$$

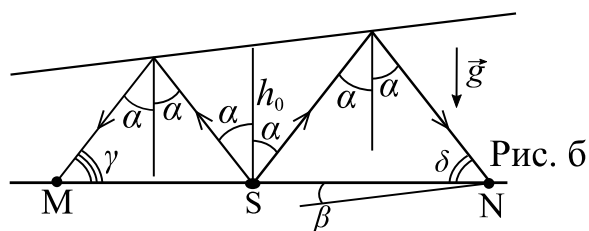


Рис. б