

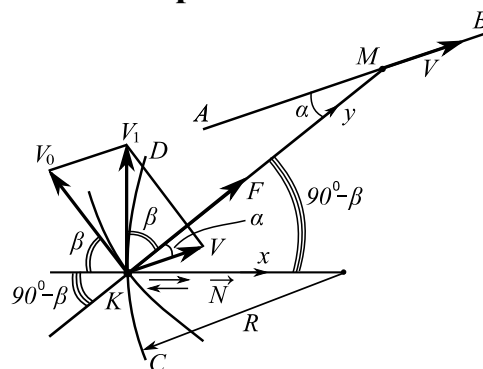
Олимпиада «Физтех». 2020 г. Физика. Решения. Вариант 11-01

1. 1) $V_1 \cos \beta = V \cos \alpha$. $V_1 = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{75}{68} V = 75 \text{ см/с}$.

2) $V_0 = V_1 \sin \beta + V \sin \alpha = V \left(\frac{\cos \alpha \sin \beta}{\cos \beta} + \sin \alpha \right) = \frac{77}{68} V = 77 \text{ см/с}$.

Другой способ: $V_0^2 = V^2 + V_1^2 - 2VV_1 \cos(\alpha + \beta)$,

$V_0 = \sqrt{V^2 + V_1^2 - 2VV_1 \cos(\alpha + \beta)} = 77 \text{ см/с}$.



3) $F \cos(90^\circ - \beta) - N = \frac{mV_1^2}{R}$ - на x в ЛСО. $F - N \sin \beta = \frac{mV_0^2}{l}$ - на y в ИСО «муфта».

$F = \frac{15}{16} \frac{m}{R} (V_0^2 - V_1^2) = \frac{15 \cdot 19}{68^2} \frac{mV^2}{R} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$.

2. 1) $\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{C_V}{C_P} = \frac{3}{5}$. 2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\nu C_P (T_3 - T_2)}{P_2 (V_3 - V_2)} = \frac{\nu C_P (T_3 - T_2)}{\nu R (T_3 - T_2)} = \frac{C_P}{R} = \frac{5}{2}$.

3) $P = \alpha V$. $V_3 = kV_1$. $A = \frac{1}{2} (P_3 - P_1) (V_3 - V_1) = \frac{1}{2} \alpha V_1^2 (k-1)^2$.

$Q_{123} = \nu \frac{3}{2} R (T_3 - T_1) + p_3 (V_3 - V_1) = \frac{1}{2} \alpha V_1^2 (k-1) (5k+3)$. $\eta = \frac{A}{Q_{123}} = \frac{k-1}{5k+3} = \frac{1}{5} \left(1 - \frac{8}{5k+3} \right)$. При

$k = \infty$ $\eta = \eta_{\text{MAX}} = 0,2$.

3. 1) $\frac{3}{4} d = \frac{0+V_1}{2} T$. $V_1 = \frac{3d}{2T}$. 2) $\frac{3}{4} d = \frac{1}{2} a T^2$, $a = \frac{qE}{m} = \frac{q}{m} \frac{Q}{\epsilon_0 S} = \gamma \frac{Q}{\epsilon_0 S}$. $Q = \frac{3}{2} \frac{\epsilon_0 S d}{\gamma T^2}$. 3) Скорости на

бесконечности и в середине конденсатора равны. $V_1^2 = 2a \cdot \frac{3}{4} d$, $V_2^2 = 2a \cdot \frac{1}{4} d$. $V_2 = \frac{\sqrt{3}}{3} V_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{d}{T}$.

4. Пока диод открыт $E + (-LI') - U = U_0$. U - напряжение на конденсаторе (между прав. и лев. обкл.).

1) Сразу после замыкания $E + (-LI') - U_1 = U_0$. $I' = \frac{E - U_1 - U_0}{L} = 30 \text{ А/с}$.

2) При $I = I_M$ $I' = 0$. $E + 0 - U = U_0$. $U = E - U_0$, $q = C(E - U_0)$. ЗСЭ:

$E \Delta q = U_0 \Delta q + \frac{1}{2} LI_M^2 + \left(\frac{1}{2} CU^2 - \frac{1}{2} CU_1^2 \right)$. $\Delta q = C(E - U_0) - CU_1$. $I_M = (E - U_0 - U_1) \sqrt{\frac{C}{L}} = 0,06 \text{ А}$.

3) ЗСЭ: $E(CU_2 - CU_1) = U_0(CU_2 - CU_1) + 0 + \left(\frac{1}{2} CU_2^2 - \frac{1}{2} CU_1^2 \right)$. $U_2 = 2(E - U_0) - U_1 = 11 \text{ В}$.

5. 1) Изображение в зеркале на расстоянии $d = \frac{3}{2} F$ от линзы. Изображение в системе на расстоянии

$f = \frac{dF}{d-F} = 3F$ от линзы. 2) $\text{tg} \alpha = \frac{3F/4}{F} = \frac{3}{4}$.

3) Поперечное увеличение $\Gamma = \frac{f}{d} = 2$. Скорость изображения в зеркале $2V$. $u \cos \alpha = 2V\Gamma^2$. Скорость изображения в системе $u = \frac{2V\Gamma^2}{\cos \alpha} = 10V$.

Олимпиада «Физтех». 2020 г. Физика. Решения. Вариант 11-02

1. 1) $V_1 \cos \beta = V \cos \alpha$. $V_1 = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{51}{40} V = 51 \text{ см/с}$.

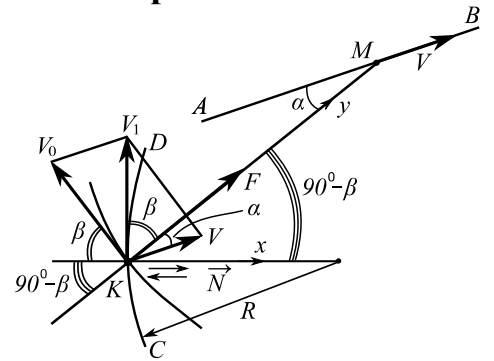
2) $V_0 = V_1 \sin \beta + V \sin \alpha = V \left(\frac{\cos \alpha \sin \beta}{\cos \beta} + \sin \alpha \right) = \frac{77}{40} V = 77 \text{ см/с}$.

Другой способ: $V_0^2 = V^2 + V_1^2 - 2VV_1 \cos(\alpha + \beta)$,

$V_0 = \sqrt{V^2 + V_1^2 - 2VV_1 \cos(\alpha + \beta)} = 77 \text{ см/с}$.

3) $F \cos(90^\circ - \beta) - N = \frac{mV_1^2}{R}$ - на x в ЛСО. $F - N \sin \beta = \frac{mV_0^2}{l}$ - на

y в ИСО «муфта». $F = \frac{15 \cdot 17}{64} \frac{m}{R} (V_0^2 - V_1^2) = \frac{15 \cdot 17 \cdot 13}{400} \frac{mV^2}{R} = 0,78 \text{ Н}$.



2. 1) $\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{C_V}{C_P} = \frac{3}{5}$. 2) $\frac{Q_{12}}{A_{12}} = \frac{(U_2 - U_1) + A_{12}}{A_{12}} = \frac{U_2 - U_1}{A_{12}} + 1 = \frac{\nu C_V (T_2 - T_1)}{\frac{1}{2} P_2 V_2 - \frac{1}{2} P_1 V_1} + 1 = \frac{\nu C_V (T_2 - T_1)}{\frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1)} + 1 = 4$.

3) $P = \alpha V$. $V_2 = kV_1$. $A = \frac{1}{2} (P_2 - P_1) (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} \alpha V_1^2 (k - 1)^2$.

$Q_{12} = \nu \frac{3}{2} R (T_2 - T_1) + \left(\frac{1}{2} P_2 V_2 - \frac{1}{2} P_1 V_1 \right) = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) + \left(\frac{1}{2} P_2 V_2 - \frac{1}{2} P_1 V_1 \right) = 2\alpha V_1^2 (k^2 - 1)$.

$\eta = \frac{A}{Q_{12}} = \frac{1}{4} \frac{k-1}{k+1} = \frac{1}{4} \left(1 - \frac{2}{k+1} \right)$. При $k = \infty$ $\eta = \eta_{MAX} = 0,25$.

3. 1) $0,8d = \frac{0 + V_1}{2} T$. $T = \frac{8d}{5V_1}$. 2) $U = Ed = \frac{F}{q} d = \frac{ma}{q} d = \frac{md}{q} \frac{V_1^2}{2 \cdot 0,8d} = \frac{5V_1^2}{8\gamma}$. 3) Скорости на

бесконечности и в середине конденсатора равны. $V_1^2 - V_0^2 = 2a \cdot \frac{d}{2}$, $V_1^2 - 0 = 2a \cdot 0,8d$. $V_0 = \sqrt{\frac{3}{8}} V_1$.

4. Пока диод открыт $-E + (-LI') + U = U_0$. U - напряжение на конденсаторе (между прав. и лев. обкл.).

1) Сразу после замыкания $-E + (-LI') + U_1 = U_0$. $I' = \frac{-E + U_1 - U_0}{L} = 10 \text{ А/с}$.

2) При $I = I_M$ $I' = 0$. $-E + 0 + U = U_0$. $U = E + U_0$, $q = C(E + U_0)$. ЗСЭ:

$-E \Delta q = U_0 \Delta q + \frac{1}{2} LI_M^2 + \left(\frac{1}{2} CU^2 - \frac{1}{2} CU_1^2 \right)$. $\Delta q = CU_1 - C(E + U_0)$. $I_M = (-E - U_0 + U_1) \sqrt{\frac{C}{L}} = 0,02 \text{ А}$.

3) ЗСЭ: $-E(CU_1 - CU_2) = U_0(CU_1 - CU_2) + 0 + \left(\frac{1}{2} CU_2^2 - \frac{1}{2} CU_1^2 \right)$. $U_2 = 2(E + U_0) - U_1 = 2 \text{ В}$.

5. 1) Изображение в зеркале на расстоянии $d = \frac{5}{3} F$ от линзы. Изображение в системе на расстоянии

$f = \frac{dF}{d-F} = \frac{5}{2} F$ от линзы. 2) $\text{tg} \alpha = \frac{8F/15}{F} = \frac{8}{15}$.

3) Поперечное увеличение $\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{3}{2}$. Скорость изображения в зеркале $2V$. $u \cos \alpha = 2V\Gamma^2$.

Скорость изображения в системе $u = \frac{2V\Gamma^2}{\cos \alpha} = \frac{51}{10} V$.

Олимпиада «Физтех». 2020 г. Физика. Решения. Вариант 11-03

1. 1) $V_1 \cos \beta = V \cos \alpha$. $V_1 = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{25}{17} V = 50 \text{ см/с}$.

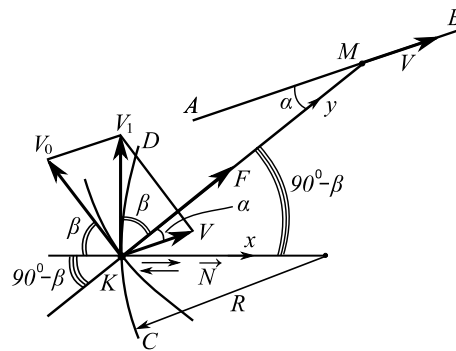
2) $V_0 = V_1 \sin \beta + V \sin \alpha = V \left(\frac{\cos \alpha \sin \beta}{\cos \beta} + \sin \alpha \right) = \frac{28}{17} V = 56 \text{ см/с}$.

Другой способ: $V_0^2 = V^2 + V_1^2 - 2VV_1 \cos(\alpha + \beta)$,

$V_0 = \sqrt{V^2 + V_1^2 - 2VV_1 \cos(\alpha + \beta)} = 56 \text{ см/с}$.

3) $F \cos(90^\circ - \beta) - N = \frac{mV_1^2}{R}$ - на x в ЛСО. $F - N \sin \beta = \frac{mV_0^2}{l}$ - на

y в ИСО «муфта». $F = \frac{20}{9} \frac{m}{R} (V_0^2 - V_1^2) = \frac{20 \cdot 53}{3 \cdot 17^2} \frac{mV^2}{R} = 0,08 \text{ Н}$.



2. 1) $\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{C_v}{C_p} = \frac{3}{5}$. 2) $\frac{U_3 - U_2}{A_{23}} = \frac{\nu C_v (T_3 - T_2)}{P_2 (V_3 - V_2)} = \frac{\nu C_v (T_3 - T_2)}{\nu R (T_3 - T_2)} = \frac{3}{2}$.

3) $P = \alpha V$. $V_3 = kV_1$. $A = \frac{1}{2} (P_3 - P_1) (V_3 - V_1) = \frac{1}{2} \alpha V_1^2 (k - 1)^2$.

$Q_{123} = \nu \frac{3}{2} R (T_3 - T_1) + p_3 (V_3 - V_1) = \frac{1}{2} \alpha V_1^2 (k - 1) (5k + 3)$. $\eta = \frac{A}{Q_{123}} = \frac{k - 1}{5k + 3} = \frac{1}{5} \left(1 - \frac{8}{5k + 3} \right)$. При

$k = \infty$ $\eta = \eta_{\text{MAX}} = 0,2$.

3. 1) $V_1^2 = 2a \cdot \frac{7}{10} d$, $\frac{2}{10} d = \frac{1}{2} a T^2$. $T = \frac{\sqrt{14}}{5} \frac{d}{V_1}$. 2) $a = \frac{|q|E}{m} = \frac{|q|}{m \epsilon_0 S} Q = \gamma \frac{Q}{\epsilon_0 S}$, $V_1^2 = 2a \cdot \frac{7}{10} d$. $Q = \frac{5 \epsilon_0 S V_1^2}{7 \gamma d}$.

3) Скорости на бесконечности и в середине конденсатора равны. $V_1^2 = 2a \cdot \frac{7}{10} d$, $V_2^2 = 2a \cdot \frac{2}{10} d$.

$V_2 = \sqrt{\frac{2}{7}} V_1$.

4. Пока диод открыт $E + (-LI') - U = U_0$. U - напряжение на конденсаторе (между прав. и лев. обкл.).

1) Сразу после замыкания $E + (-LI') + U_1 = U_0$. $I' = \frac{E + U_1 - U_0}{L} = 70 \text{ А/с}$.

2) При $I = I_M$ $I' = 0$. $E + 0 - U = U_0$. $U = E - U_0$, $q = C(E - U_0)$. ЗСЭ:

$E \Delta q = U_0 \Delta q + \frac{1}{2} LI_M^2 + \left(\frac{1}{2} CU^2 - \frac{1}{2} CU_1^2 \right)$. $\Delta q = C(E - U_0) - (-CU_1)$. $I_M = (E - U_0 + U_1) \sqrt{\frac{C}{L}} = 0,14 \text{ А}$.

3) ЗСЭ: $E(CU_2 - (-CU_1)) = U_0(CU_2 - (-CU_1)) + 0 + \left(\frac{1}{2} CU_2^2 - \frac{1}{2} CU_1^2 \right)$. $U_2 = 2(E - U_0) + U_1 = 12 \text{ В}$.

5. 1) Изображение в зеркале на расстоянии $d = \frac{5}{4} F$ от линзы. Изображение в системе на расстоянии

$f = \frac{dF}{d - F} = 5F$ от линзы. 2) $\text{tg} \alpha = \frac{3F/4}{F} = \frac{3}{4}$.

3) Поперечное увеличение $\Gamma = \frac{f}{d} = 4$. Скорость изображения в зеркале $2V$. $u \cos \alpha = 2V\Gamma^2$. Скорость изображения в системе $u = \frac{2V\Gamma^2}{\cos \alpha} = 40V$.

Олимпиада «Физтех». 2020 г. Физика. Решения. Вариант 11-04

1. 1) $V_1 \cos \beta = V \cos \alpha$. $V_1 = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{17}{10} V = 3,4$ м/с.

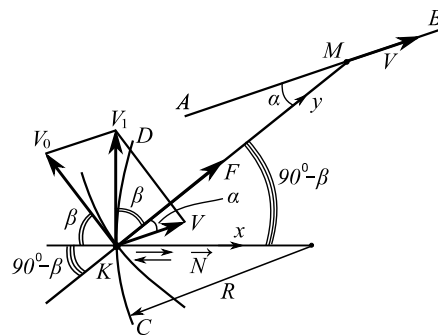
2) $V_0 = V_1 \sin \beta + V \sin \alpha = V \left(\frac{\cos \alpha \sin \beta}{\cos \beta} + \sin \alpha \right) = \frac{21}{10} V = 4,2$ м/с.

Другой способ: $V_0^2 = V^2 + V_1^2 - 2VV_1 \cos(\alpha + \beta)$,

$V_0 = \sqrt{V^2 + V_1^2 - 2VV_1 \cos(\alpha + \beta)} = 4,2$ м/с.

3) $F \cos(90^\circ - \beta) - N = \frac{mV_1^2}{R}$ - на x в ЛСО. $F - N \sin \beta = \frac{mV_0^2}{l}$ - на

y в ИСО «муфта». $F = \frac{15 \cdot 17}{64} \frac{m}{R} (V_0^2 - V_1^2) = \frac{15 \cdot 17 \cdot 19}{800} \frac{mV^2}{R} = 5,1$ Н.



2. 1) $\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{C_v}{C_p} = \frac{3}{5}$. 2) $\frac{U_2 - U_1}{A_{12}} = \frac{\nu C_v (T_2 - T_1)}{\frac{1}{2} P_2 V_2 - \frac{1}{2} P_1 V_1} = \frac{\nu C_v (T_2 - T_1)}{\frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1)} = 3$.

3) $P = \alpha V$. $V_2 = kV_1$. $A = \frac{1}{2} (P_2 - P_1)(V_2 - V_1) = \frac{1}{2} \alpha V_1^2 (k - 1)^2$.

$Q_{12} = \nu \frac{3}{2} R (T_2 - T_1) + \left(\frac{1}{2} P_2 V_2 - \frac{1}{2} P_1 V_1 \right) = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) + \left(\frac{1}{2} P_2 V_2 - \frac{1}{2} P_1 V_1 \right) = 2\alpha V_1^2 (k^2 - 1)$.

$\eta = \frac{A}{Q_{12}} = \frac{1}{4} \frac{k-1}{k+1} = \frac{1}{4} \left(1 - \frac{2}{k+1} \right)$. При $k = \infty$ $\eta = \eta_{MAX} = 0,25$.

3. 1) $V_1^2 - 0 = 2a \cdot 0,8d$, $a = \frac{|q|E}{m} = \gamma \frac{U}{d}$. $\gamma = \frac{5}{8} \frac{V_1^2}{U}$. 2) $T = 2 \cdot \frac{0,8d}{(0+V_1)/2} = \frac{3,2d}{V_1} = \frac{16d}{5V_1}$. 3) Скорости на

бесконечности и в середине конденсатора равны. $V_1^2 - V_0^2 = 2a \cdot \frac{d}{2}$, $V_1^2 - 0 = 2a \cdot 0,8d$. $V_0 = \sqrt{\frac{3}{8}} V_1$.

4. Пока диод открыт $-E + (-LI') + U = U_0$. U - напряжение на конденсаторе (между прав. и лев. обкл.).

1) Сразу после замыкания $-E + (-LI') + U_1 = U_0$. $I' = \frac{-E + U_1 - U_0}{L} = 5$ А/с.

2) При $I = I_M$ $I' = 0$. $-E + 0 + U = U_0$. $U = E + U_0$, $q = C(E + U_0)$. ЗСЭ:

$-E \Delta q = U_0 \Delta q + \frac{1}{2} LI_M^2 + \left(\frac{1}{2} CU^2 - \frac{1}{2} CU_1^2 \right)$. $\Delta q = CU_1 - C(E + U_0)$. $I_M = (-E - U_0 + U_1) \sqrt{\frac{C}{L}} = 0,01$ А.

3) ЗСЭ: $-E(CU_1 - CU_2) = U_0(CU_1 - CU_2) + 0 + \left(\frac{1}{2} CU_2^2 - \frac{1}{2} CU_1^2 \right)$. $U_2 = 2(E + U_0) - U_1 = 5$ В.

5. 1) Изображение в зеркале на расстоянии $d = \frac{9}{5} F$ от линзы. Изображение в системе на расстоянии

$f = \frac{dF}{d-F} = \frac{9}{4} F$ от линзы. 2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{8F/15}{F} = \frac{8}{15}$.

3) Поперечное увеличение $\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{5}{4}$. Скорость изображения в зеркале $2V$. $u \cos \alpha = 2V\Gamma^2$.

Скорость изображения в системе $u = \frac{2V\Gamma^2}{\cos \alpha} = \frac{85}{24} V$.

**Критерии оценивания. Ол-да «Физтех». 2020 г.
Билеты 11-01, 11-02, 11-03, 11-04**

Задача 1. (10 очков)

- 1) Аналитический ответ на 1-й вопрос 2 очка
Численный ответ на 1-й вопрос 2 очка
- 2) Есть любое правильное выражение v_0 через v, v_1, β, α 3 очка
Численный ответ на 2-й вопрос 1 очко
- 3) Правильно записаны все необходимые ур-я 1 очко
Численный ответ на 3-й вопрос 1 очко

Задача 2. (10 очков)

- 1) Ответ на 1-й вопрос 4 очка
- 2) Ответ на 2-й вопрос 4 очка
- 3) Ответ на 3-й вопрос 2 очка

Задача 3. (10 очков)

- 1) Ответ на 1-й вопрос 4 очка
- 2) Ответ на 2-й вопрос 4 очка
- 3) Ответ на 3-й вопрос 2 очка

Задача 4. (10 очков)

- 1) Ответ на 1-й вопрос 4 очка
- 2) Ответ на 2-й вопрос 4 очка
- 3) Ответ на 3-й вопрос 2 очка

Задача 5. (10 очков)

- 1) Найдено d 1 очко
Ответ на 1-й вопрос 3 очка
- 2) Ответ на 2-й вопрос 4 очка
- 3) Найдена скорость изображения в зеркале 1 очко
Ответ на 3-й вопрос 1 очко

Олимпиада «Физтех». 2020 г. Физика. Решения. Вариант 11-05

1. 1) Имеем гармонические колебания с амплитудой A . Пусть x – отклонение от положения равновесия в искомые моменты. $\gamma = 2$. $\gamma k(A-x) = k(A+x)$, $mg = kA$, $mg - k(A-x) = ma$. Отсюда $a = \frac{\gamma-1}{\gamma+1}g = \frac{1}{3}g$.

2) В искомые моменты скорости одинаковы. Поэтому $\frac{T_1}{T_2} = 1$.

3) $\alpha = \frac{0,5k(2A)^2}{0,5mV_M^2} = \frac{k}{m} \cdot \frac{4A^2}{V_M^2}$, $V_M = \omega A$, $\omega^2 = \frac{k}{m}$. Отсюда $\alpha = 4$.

Замечание. Задачу можно решить, не используя теорию колебаний, а только из ЗСЭ и 2-го зак. Ньютона.

2. 1) $\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1} = k$, $P_2V_2 = \nu RT_2$, $P_1V_1 = \nu RT_1$. Отсюда $T_2 = k^2T_1$. $T_2 = 4T_1$.

2) $P_2V_2 = P_3V_3$, $P_1V_1 = P_4V_4$, $\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1}$, $\frac{P_3}{P_4} = \frac{V_3}{V_4}$. Отсюда $\frac{P_1}{P_3} = 1$.

3) $\nu C_{12}(T_2 - T_1) = \nu \frac{3}{2}R(T_2 - T_1) + \left(\frac{1}{2}p_2V_2 - \frac{1}{2}p_1V_1\right)$. $\nu C_{12}(T_2 - T_1) = \nu \frac{3}{2}R(T_2 - T_1) + \frac{1}{2}\nu R(T_2 - T_1)$. $C_{12} = 2R$.

3. 1) $I_C(0) = E/r = E/R$. 2) $P = U_C I_C = U_R(I_E - I_R)$, $E = U_R + I_E r$, $U_R = I_R R$. Отсюда

$P = -\frac{R(R+r)}{r}I_R^2 + \frac{RE}{r}I_R$. Максимальная мощность при $I_R = I_0 = \frac{E}{2(R+r)}$. Ток через конденсатор сразу

после замыкания $I_C = I_0 = \frac{E}{2(R+r)} = \frac{E}{4R}$. Заметим, что выразить и исследовать мощность на

конденсаторе можно через ток через конденсатор или источник, или через напряжение на конденсаторе.

3) $Q = \frac{1}{2}CU_C^2 = \frac{1}{2}CU_R^2 = \frac{1}{2}C(I_0R)^2 = \frac{1}{32}CE^2$.

4. 1) $I_{30} = \frac{E}{R_3 + R_4} = 1$ А. 2) Пусть A и B – точки соединения R_1 с R_2 и R_3 с R_4 , соответственно. Диод

будет открыт при замкнутом ключе, если при разомкнутом ключе $\varphi_A - \varphi_B > U_0$, т.е. $U_3 - U_1 > U_0$. Имеем

$\frac{E}{R_3 + R_4}R_3 - \frac{E}{R_1 + R_2}R_1 > U_0$, $R_1 < 28$ Ом. 3) Ток через диод $I_D = \frac{P_D}{U_0} = 1,25$ А.

Для нижнего контура $I_3R_3 + (I_3 + I_D)R_4 = E$, $I_3 = 0,75$ А.

Для правого верхнего контура $(I_3 + I_D)R_4 - (I_1 - I_D)R_2 + U_0 = 0$, $I_1 = \frac{5}{3}$ А.

Для наружного контура $I_1R_1 + (I_1 - I_D)R_2 = E$, $R_1 = 3$ Ом.

5. 1) Изображение в зеркале на расстоянии $d = \frac{3}{2}F$ от линзы. Изображение в системе на расстоянии

$|f| = \frac{dF}{d+F} = \frac{3}{5}F$ от линзы, мнимое. 2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{3F/4}{F} = \frac{3}{4}$.

3) Поперечное увеличение $\Gamma = \frac{|f|}{d} = \frac{2}{5}$. Скорость изображения в зеркале $2V$. $u \cos \alpha = 2V\Gamma^2$.

Скорость изображения в системе $u = \frac{2V\Gamma^2}{\cos \alpha} = \frac{2}{5}V$.

Олимпиада «Физтех». 2020 г. Физика. Решения. Вариант 11-06

1. 1) Имеем гармонические колебания с амплитудой A . Пусть x – отклонение от положения равновесия в искомые моменты. $\gamma = \frac{5}{2}$. $\gamma k(A-x) = k(A+x)$, $mg = kA$, $mg - k(A-x) = ma$. Отсюда $a = \frac{\gamma-1}{\gamma+1}g = \frac{3}{7}g$.

2) В искомые моменты скорости одинаковы. Поэтому $\frac{T_1}{T_2} = 1$.

3) $\alpha = \frac{0,5k(2A)^2}{0,5mV_M^2} = \frac{k}{m} \cdot \frac{4A^2}{V_M^2}$, $V_M = \omega A$, $\omega^2 = \frac{k}{m}$. Отсюда $\alpha = 4$.

Замечание. Задачу можно решить, не используя теорию колебаний, а только из ЗСЭ и 2-го зак. Ньютона.

2. 1) $\frac{P_3}{P_4} = \frac{V_3}{V_4} = k$, $P_3V_3 = \nu RT_2$, $P_4V_4 = \nu RT_1$. Отсюда $T_2 = k^2T_1$. $T_2 = 3,61T_1$.

2) $P_2V_2 = P_3V_3$, $P_1V_1 = P_4V_4$, $\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1}$, $\frac{P_3}{P_4} = \frac{V_3}{V_4}$. Отсюда $\frac{V_2}{V_4} = 1$.

3) $\nu C_{34}(T_1 - T_2) = \nu \frac{3}{2}R(T_1 - T_2) + \left(\frac{1}{2}p_4V_4 - \frac{1}{2}p_3V_3\right) \cdot \nu C_{34}(T_1 - T_2) = \nu \frac{3}{2}R(T_1 - T_2) + \frac{1}{2}\nu R(T_1 - T_2)$. $C_{34} = 2R$.

3. 1) $U_R(0) = 0$. 2) $P = U_C I_C = U_R(I_E - I_R)$, $E = U_R + I_E r$, $U_R = I_R R$. Отсюда $P = -\frac{R(R+r)}{r}I_R^2 + \frac{RE}{r}I_R$.

Максимальная мощность при $I_R = I_0 = \frac{E}{2(R+r)} = \frac{E}{6R}$. Заряд конденсатора $q = CU_C = CI_0 R = \frac{1}{6}CE$.

Заметим, что выразить и исследовать мощность на конденсаторе можно через ток через конденсатор или источник, или через напряжение на конденсаторе.

3) $P_M = P(I_0) = \frac{E^2}{24R}$.

4. 1) $I_{10} = \frac{E}{R_1 + R_2} = 2$ А. 2) Пусть A и B – точки соединения R_1 с R_2 и R_3 с R_4 , соответственно. Диод

будет открыт при замкнутом ключе, если при разомкнутом ключе $\varphi_B - \varphi_A > U_0$, т.е. $U_1 - U_3 > U_0$. Имеем

$\frac{E}{R_1 + R_2}R_1 - \frac{E}{R_3 + R_4}R_3 > U_0$, $R_3 < 66$ Ом. 3) Ток через диод $I_D = \frac{P_D}{U_0} = 3$ А.

Для наружного контура $I_1 R_1 + (I_1 + I_D)R_2 = E$, $I_1 = 1,5$ А.

Для правого верхнего контура $(I_1 + I_D)R_2 - (I_3 - I_D)R_4 + U_0 = 0$, $I_3 = \frac{13}{4}$ А.

Для нижнего контура $I_3 R_3 + (I_3 - I_D)R_4 = E$, $R_3 = 2$ Ом.

5. 1) Изображение в зеркале на расстоянии $d = \frac{12}{5}F$ от линзы. Изображение в системе на расстоянии

$|f| = \frac{dF}{d+F} = \frac{12}{17}F$ от линзы, мнимое. 2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{8F/15}{F} = \frac{8}{15}$.

3) Поперечное увеличение $\Gamma = \frac{|f|}{d} = \frac{5}{17}$. Скорость изображения в зеркале $2V$. $u \cos \alpha = 2V\Gamma^2$.

Скорость изображения в системе $u = \frac{2V\Gamma^2}{\cos \alpha} = \frac{10}{51}V$.

Олимпиада «Физтех». 2020 г. Физика. Решения. Вариант 11-07

1. 1) Имеем гармонические колебания с амплитудой A . Пусть x – отклонение от положения равновесия в искомые моменты. $\gamma = 3$. $\gamma k(A-x) = k(A+x)$, $mg = kA$, $mg - k(A-x) = ma$. Отсюда $a = \frac{\gamma-1}{\gamma+1}g = \frac{1}{2}g$.

2) В искомые моменты скорости одинаковы. Поэтому $\frac{T_1}{T_2} = 1$.

3) $\alpha = \frac{0,5k(2A)^2}{0,5mV_M^2} = \frac{k}{m} \cdot \frac{4A^2}{V_M^2}$, $V_M = \omega A$, $\omega^2 = \frac{k}{m}$. Отсюда $\alpha = 4$.

Замечание. Задачу можно решить, не используя теорию колебаний, а только из ЗСЭ и 2-го зак. Ньютона.

2. 1) $\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1} = k$, $P_2V_2 = \nu RT_2$, $P_1V_1 = \nu RT_1$. Отсюда $T_2 = k^2T_1$. $T_2 = 3,24T_1$.

2) $P_2V_2 = P_3V_3$, $P_1V_1 = P_4V_4$, $\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1}$, $\frac{P_3}{P_4} = \frac{V_3}{V_4}$. Отсюда $\frac{P_1}{P_3} = 1$.

3) $\nu C_{12}(T_2 - T_1) = \nu \frac{3}{2}R(T_2 - T_1) + \left(\frac{1}{2}p_2V_2 - \frac{1}{2}p_1V_1\right)$. $\nu C_{12}(T_2 - T_1) = \nu \frac{3}{2}R(T_2 - T_1) + \frac{1}{2}\nu R(T_2 - T_1)$. $C_{12} = 2R$.

3. 1) $I_E(0) = E/r = E/(3R)$. 2) $P = U_C I_C = U_R(I_E - I_R)$, $E = U_R + I_E r$, $U_R = I_R R$. Отсюда

$P = -\frac{R(R+r)}{r}I_R^2 + \frac{RE}{r}I_R$. Максимальная мощность при $I_R = I_0 = \frac{E}{2(R+r)} = \frac{E}{8R}$. Непосредственно перед

размыканием $E = I_0 R + I_E r$, $I_C = I_E - I_0$. Тогда $I_C = \frac{E}{6R}$.

Заметим, что выразить и исследовать мощность на конденсаторе можно через ток через конденсатор или источник, или через напряжение на конденсаторе.

3) $Q = \frac{1}{2}CU_C^2 = \frac{1}{2}CU_R^2 = \frac{1}{2}C(I_0 R)^2 = \frac{1}{128}CE^2$.

4. 1) $I_{30} = \frac{E}{R_3 + R_4} = 1$ А. 2) Пусть A и B – точки соединения R_1 с R_2 и R_3 с R_4 , соответственно. Диод

будет открыт при замкнутом ключе, если при разомкнутом ключе $\varphi_A - \varphi_B > U_0$, т.е. $U_3 - U_1 > U_0$. Имеем

$\frac{E}{R_3 + R_4}R_3 - \frac{E}{R_1 + R_2}R_1 > U_0$, $R_1 < 5$ Ом. 3) Ток через диод $I_D = \frac{P_D}{U_0} = 2$ А.

Для нижнего контура $I_3 R_3 + (I_3 + I_D)R_4 = E$, $I_3 = 0,5$ А.

Для правого верхнего контура $(I_3 + I_D)R_4 - (I_1 - I_D)R_2 + U_0 = 0$, $I_1 = 4$ А.

Для наружного контура $I_1 R_1 + (I_1 - I_D)R_2 = E$, $R_1 = 0,5$ Ом.

5. 1) Изображение в зеркале на расстоянии $d = 2F$ от линзы. Изображение в системе на расстоянии

$|f| = \frac{dF}{d+F} = \frac{2}{3}F$ от линзы, мнимое. 2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{3F/4}{F} = \frac{3}{4}$.

3) Поперечное увеличение $\Gamma = \frac{|f|}{d} = \frac{1}{3}$. Скорость изображения в зеркале $2V$. $u \cos \alpha = 2V\Gamma^2$.

Скорость изображения в системе $u = \frac{2V\Gamma^2}{\cos \alpha} = \frac{5}{18}V$.

Олимпиада «Физтех». 2020 г. Физика. Решения. Вариант 11-08

1. 1) Имеем гармонические колебания с амплитудой A . Пусть x – отклонение от положения равновесия в искомые моменты. $\gamma = 4$. $\gamma k(A-x) = k(A+x)$, $mg = kA$, $mg - k(A-x) = ma$. Отсюда $a = \frac{\gamma-1}{\gamma+1}g = \frac{3}{5}g$.

2) В искомые моменты скорости одинаковы. Поэтому $\frac{T_1}{T_2} = 1$.

3) $\alpha = \frac{0,5k(2A)^2}{0,5mV_M^2} = \frac{k}{m} \cdot \frac{4A^2}{V_M^2}$, $V_M = \omega A$, $\omega^2 = \frac{k}{m}$. Отсюда $\alpha = 4$.

Замечание. Задачу можно решить, не используя теорию колебаний, а только из ЗСЭ и 2-го зак. Ньютона.

2. 1) $\frac{P_3}{P_4} = \frac{V_3}{V_4} = k$, $P_3V_3 = \nu RT_2$, $P_4V_4 = \nu RT_1$. Отсюда $T_2 = k^2T_1$. $T_2 = 2,89T_1$.

2) $P_2V_2 = P_3V_3$, $P_1V_1 = P_4V_4$, $\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1}$, $\frac{P_3}{P_4} = \frac{V_3}{V_4}$. Отсюда $\frac{V_2}{V_4} = 1$.

3) $\nu C_{34}(T_1 - T_2) = \nu \frac{3}{2}R(T_1 - T_2) + \left(\frac{1}{2}p_4V_4 - \frac{1}{2}p_3V_3\right)$. $\nu C_{34}(T_1 - T_2) = \nu \frac{3}{2}R(T_1 - T_2) + \frac{1}{2}\nu R(T_1 - T_2)$. $C_{34} = 2R$.

3. 1) $I_R(0) = 0$. 2) $P = U_C I_C = U_R(I_E - I_R)$, $E = U_R + I_E r$, $U_R = I_R R$. Отсюда $P = -\frac{R(R+r)}{r}I_R^2 + \frac{RE}{r}I_R$.

Максимальная мощность при $I_R = I_0 = \frac{E}{2(R+r)} = \frac{E}{10R}$. Напряжение на конденсаторе $U_C = I_0 R = \frac{1}{10}E$.

Заметим, что выразить и исследовать мощность на конденсаторе можно через ток через конденсатор или источник, или через напряжение на конденсаторе.

3) $P_M = P(I_0) = \frac{E^2}{80R}$.

4. 1) $I_{10} = \frac{E}{R_1 + R_2} = 1$ А. 2) Пусть A и B – точки соединения R_1 с R_2 и R_3 с R_4 , соответственно. Диод

будет открыт при замкнутом ключе, если при разомкнутом ключе $\varphi_B - \varphi_A > U_0$, т.е. $U_1 - U_3 > U_0$. Имеем

$\frac{E}{R_1 + R_2}R_1 - \frac{E}{R_3 + R_4}R_3 > U_0$, $R_3 < 10$ Ом. 3) Ток через диод $I_D = \frac{P_D}{U_0} = 0,8$ А.

Для наружного контура $I_1 R_1 + (I_1 + I_D)R_2 = E$, $I_1 = 0,6$ А.

Для правого верхнего контура $(I_1 + I_D)R_2 - (I_3 - I_D)R_4 + U_0 = 0$, $I_3 = \frac{4}{3}$ А.

Для нижнего контура $I_3 R_3 + (I_3 - I_D)R_4 = E$, $R_3 = 1,5$ Ом.

5. 1) Изображение в зеркале на расстоянии $d = \frac{8}{9}F$ от линзы. Изображение в системе на расстоянии

$|f| = \frac{dF}{d+F} = \frac{8}{17}F$ от линзы, мнимое. 2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{8F/15}{F} = \frac{8}{15}$.

3) Поперечное увеличение $\Gamma = \frac{|f|}{d} = \frac{9}{17}$. Скорость изображения в зеркале $2V$. $u \cos \alpha = 2V\Gamma^2$.

Скорость изображения в системе $u = \frac{2V\Gamma^2}{\cos \alpha} = \frac{54}{85}V$.

**Критерии оценивания. Ол-да «Физтех». 2020 г.
Варианты 11-05, 11-06, 11-07, 11-08**

Задача 1. (10 очков)

- 1) Правильно записаны все необходимые ур-я 2 очка
 Ответ на 1-й вопрос 2 очка
- 2) Прав. записаны все необходимые ур-я или есть обоснование 2 очка
 Ответ на 2-й вопрос 2 очка
- 3) Правильно записаны все необходимые ур-я 1 очко
 Ответ на 3-й вопрос 1 очко

Задача 2. (10 очков)

- 1) Ответ на 1-й вопрос 4 очка
- 2) Ответ на 2-й вопрос 4 очка
- 3) Ответ на 3-й вопрос 2 очка

Задача 3. (10 очков)

- 1) Ответ на 1-й вопрос 4 очка
- 2) Ответ на 2-й вопрос 4 очка
- 3) Ответ на 3-й вопрос 2 очка

Задача 4. (10 очков)

- 1) Ответ на 1-й вопрос 3 очка
- 2) Ответ на 2-й вопрос 4 очка
- 3) Найден ток через диод 1 очко
 Ответ на 3-й вопрос 2 очка

Задача 5. (10 очков)

- 1) Найдено d 1 очко
 Ответ на 1-й вопрос 3 очка
- 2) Ответ на 2-й вопрос 4 очка
- 3) Найдена скорость изображения в зеркале 1 очко
 Ответ на 3-й вопрос 1 очко