



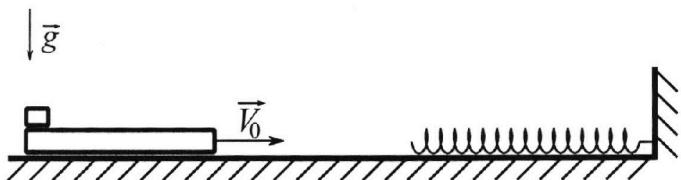
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинная доска массой  $M = 2$  кг, на одном конце которой лежит небольшой брускок массой  $m = 1$  кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью  $V_0 = 2$  м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жесткости  $k = 27$  Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске  $\mu = 0,3$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Число «пи» в расчётах можете считать равным  $\pi \approx 3$ . Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

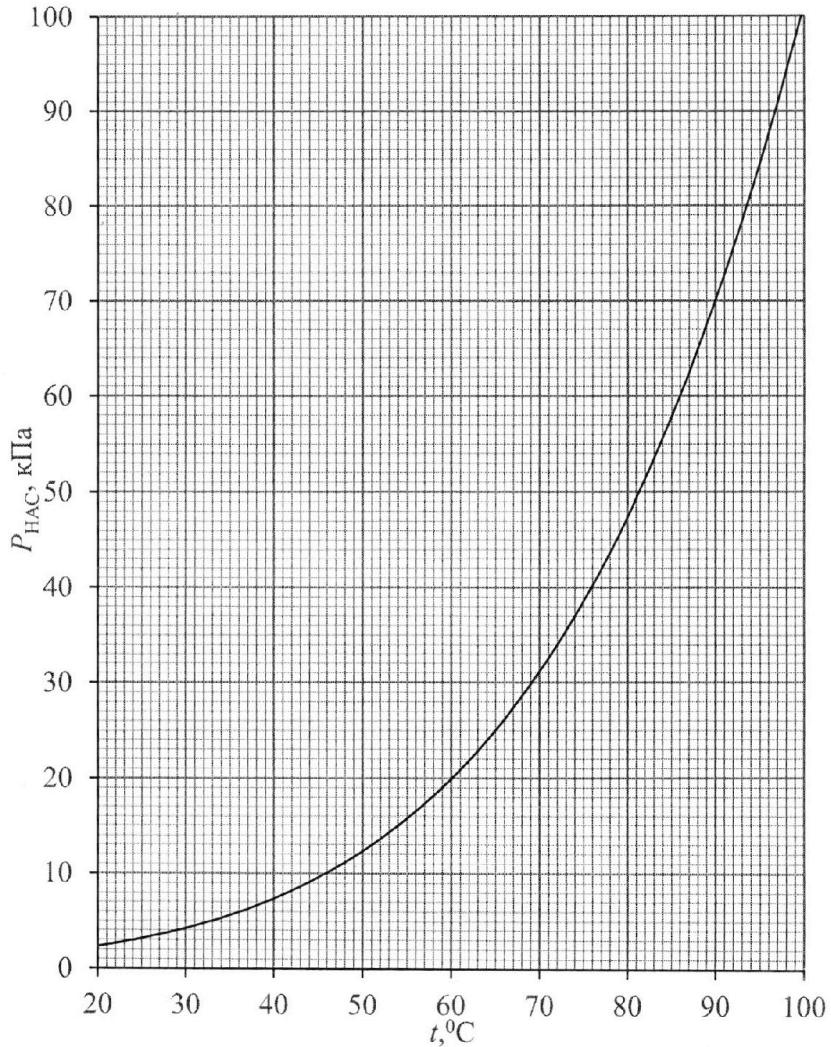


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении  $p_0 = 150$  кПа, температуре  $t_0 = 86$  °С и относительной влажности  $\varphi_0 = 2/3$  (66,7%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры  $t = 46$  °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара  $P_1$  при 86 °С.
- 2) Найти температуру  $t^*$ , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра  $V/V_0$  в конце и в начале остывания.

Объёмом жидкости по сравнению с объёмом газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.





# Олимпиада «Физтех» по физике,

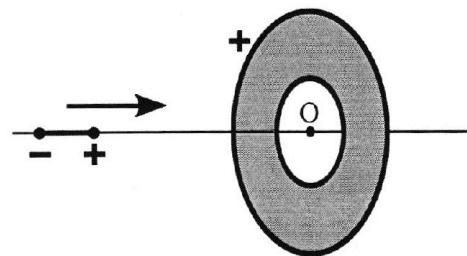
февраль 2025

Вариант 11-01



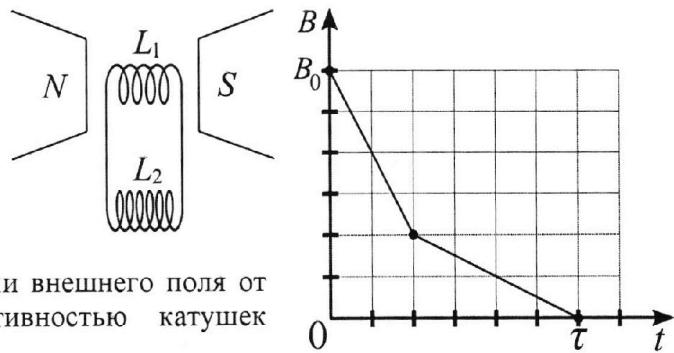
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке  $O$ . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется с некоторой начальной скоростью из бесконечно удаленной точки вдоль оси симметрии диска и пролетает через отверстие. Заряды диполя находятся на маленьких шариках, на диполь действуют только силы электрического поля диска, диск закреплен, при пролете диполь не отклоняется от оси диска. Минимальная начальная скорость диполя, необходимая для пролета, равна  $V_0$ . Диполю сообщают начальную скорость  $2V_0$ .



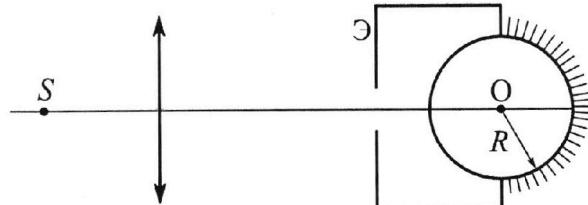
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью  $L_1 = L$  с числом витков  $n$  и площадью каждого витка  $S_1$  находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией  $B_0$ . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью  $L_2 = 4L$  находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени  $\tau$ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



- 1) Найти ток  $I_0$  через катушку  $L_1$  в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку  $L_1$  за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F$  расположены центр  $O$  прозрачного шара и точечный источник  $S$ , удалённый от линзы на расстояние  $a = 1,5F$  (см. рис.). На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран  $\mathcal{E}$  с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно  $b = 8F/3$ , то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти радиус  $R$  шара.

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на  $\Delta = 2F$ , изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

Отражение света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран  $\mathcal{E}$  обеспечивает малость углов  $\alpha$  лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения  $\sin \alpha \approx \alpha$ .



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
1 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№1

1) Относительное движение падающей тарелки, когда  $F_{\text{тр покоя}}$  действующая со стороны диска наружу, но стакан равна  $F_{\text{упр}} = k \Delta x$ .

$$\max(F_{\text{тр покоя}}) = \mu m g ; F_{\text{упр}} = k \Delta x$$

$$k \Delta x = \mu m g$$

$$\Delta x = \frac{\mu m g}{k} = \frac{0.3 \cdot 1.10}{27} = \frac{1}{9} \text{ м}$$

2) Пока не начнется относительное движение диска и пыльца будет находиться из-за сильной центробежной силы.

II Задача Ньютона:

$$(M+m)\ddot{x} = -Kx$$

$$x = A_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_0) ; \quad C_{A_0} = \sqrt{\frac{K}{M+m}} = \sqrt{\frac{27}{2+1}} = 3 \text{ м/с}$$

$$x(0) = 0 = A_0 \sin \varphi_0 \Rightarrow \varphi_0 = 0$$

$$\dot{x}(0) = V_0 = A_0 \omega_0 \cos(\omega_0 t) \Rightarrow A_0 = \frac{V_0}{\omega_0}$$

$$x = \frac{V_0}{\omega_0} \sin \omega_0 t ; \quad \gamma - \text{внешнее движение} \text{ по} \\ \text{относительности.}$$

$$x(t) = \Delta x = \frac{V_0}{\omega_0} \sin \omega_0 t$$

$$\sin \omega_0 t = \frac{\Delta x \omega_0}{V_0}$$

$$\gamma = \frac{\arcsin\left(\frac{\Delta x \omega_0}{V_0}\right)}{\omega_0} = \frac{\arcsin\left(\frac{\frac{1}{9} \cdot 3}{2}\right)}{3} = \frac{\arcsin\left(\frac{1}{6}\right)}{3} \text{ с}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                                   | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

3) Закон супротивия энергии для  $t=0$  и  $t=\infty$ :

$$\frac{(m+M)V_0^2}{2} = \frac{k\omega x^2}{2} + \frac{(M+m)V^2}{2}$$

$$V^2 = \sqrt{V_0^2 - \frac{k\omega x^2}{M+m}} = \sqrt{4 - \frac{27 \cdot \frac{1}{81}}{3}}$$

$$V = \sqrt{4 - \frac{1}{3}} = \frac{\sqrt{35}}{3} \text{ м/с}$$

После откаса движущийся груз под действием силы тяжести  $F_T$  движется с ускорением  $F_T/m$  в течение времени.

II закон Ньютона для доски:

$$M\ddot{x} = -kx + \mu mg$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{M} \left( x - \frac{\mu mg}{k} \right) = 0 \quad x_1 = x - \frac{\mu mg}{k}$$

$$x_1 = A \cos(\omega t + \varphi) \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{M}} = \sqrt{\frac{27}{2}} \text{ рад/с}$$

$$x = \frac{\mu mg}{k} + A \cos(\omega t + \varphi)$$

$$x(t) = \frac{\mu mg}{k} + A \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\frac{1}{3} = \frac{1}{3} + A \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\cos(\omega t + \varphi) = 0$$

$$\varphi = \frac{\pi}{2} - \omega t = \frac{\pi}{2} - \sqrt{\frac{27}{2}} \cdot \frac{\arcsin \frac{1}{3}}{3} = \frac{\pi}{2} - \sqrt{\frac{3}{2}} \arcsin \frac{1}{3}$$

~~$$x = \frac{\mu mg}{k} + A \sin(\omega t - \sqrt{\frac{3}{2}} \arcsin \frac{1}{3})$$~~

$$\dot{x}(t) = V = A \omega \cos(\omega t - \sqrt{\frac{3}{2}} \arcsin \frac{1}{3}) = A \omega$$

$$A = \frac{V}{\omega} = \frac{\sqrt{50}}{9\sqrt{2}} \text{ м}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№ 1

$$3) \ddot{x} = -A \omega^2 \sin(\omega t - \sqrt{\frac{3}{2}} \arcsin \frac{1}{6}) \quad T = \frac{2\pi}{\omega}$$

макс синус через  $t_1 = \frac{1}{4}T - 2$

$$\ddot{x}_{t_1} = -A \omega^2 \sin(\omega \frac{1}{4}T - 2\sqrt{\frac{3}{2}} \arcsin \frac{1}{6})$$

$$\ddot{x}(t_1) = -\frac{\sqrt{20}}{9\sqrt{3}} \cdot \frac{2\pi}{2} \sin\left(\frac{\pi}{2} - \sqrt{6} \arcsin \frac{1}{6}\right)$$

$$\ddot{x} = -\frac{\sqrt{35}}{\sqrt{2}} \sqrt{3} \cos(\arcsin \frac{1}{6})$$

$$\ddot{x} = -\frac{\sqrt{35} \cdot \sqrt{3}}{\sqrt{2}} \sqrt{1 - \left(\frac{1}{6}\right)^2} = \frac{-35\sqrt{3}}{\sqrt{2} \cdot 6} = \frac{-35\sqrt{6}}{12} \text{ м/с}^2$$

Берём по модулю, тогда  $a = \frac{35\sqrt{6}}{12} \text{ м/с}^2$

Ответ: 1)  $\frac{1}{6}$  син 2)  $\frac{\arcsin(\frac{1}{6})}{3}$  син 3)  $\frac{35\sqrt{6}}{12} \text{ м/с}^2$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$p_0 = 150 \text{ кПа} \quad t_0 = 86^\circ\text{C}, T_0 = 359 \text{ К} \quad \varphi_0 = \frac{2}{3}$$

$$t = 46^\circ\text{C} \quad T = 319 \text{ К}$$

$n^2$

$\left. \begin{array}{l} n - \text{нагр} \\ n_n - \text{насыщ. нагр} \\ b - \text{воздух} \end{array} \right\}$

1) из уравнения  $p_{n_n}(t_0) = 60 \text{ кПа}$

$$\varphi_0 = \frac{P_n(t_0)}{P_{n_n}(t_0)} = \frac{2}{3} \Rightarrow P_n(t_0) = \frac{2}{3} \cdot 60 = 40 \text{ кПа}$$

$$\Rightarrow P_1 = 40 \text{ кПа}$$

2) конденсация при  $p_n(t_0) = p_{n_n}(t^*)$

из уравнения при  $p_{n_n} = 40 \text{ кПа}$

$$t^* = 76^\circ\text{C}$$

(условие равновесия)

3) сферу получим  $\Rightarrow p_b + p_n = \text{const} = p_0$

ур-е Менделєєва - Капенієвська  
для воздуха

$$p_b V_b = \bar{p}_b R T_0$$

$$p_n V_n = \bar{p}_n R T_0$$

$$p_b V_b = \bar{p}_b R T$$

$$p_n V_n = \bar{p}_n R T$$

$$V_{n_0} = V_b = V_b; V_b = V_n = V \quad \text{при } t = p_{n_n} = 10 \text{ кПа}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{\frac{\bar{p}_b R T}{\bar{p}_b R T_0}}{\frac{\bar{p}_b R T_0}{\bar{p}_b}} = \frac{\bar{p}_b R T}{\bar{p}_b R T_0}$$

$$p_{b_0} = p_0 - p_n(t_0) = 110 \text{ кПа}$$

$$p_b = p_0 - p_{n_n} = 140 \text{ кПа}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{110 \cdot 319}{140 \cdot 359} = \frac{11}{14} \cdot \frac{319}{359} \approx \frac{88}{126} = \frac{44}{63}$$

Очевидно, 1)  $P_1 = 40 \text{ кПа}$ ; 2)  $t^* = 76^\circ\text{C}$

$$3) \frac{V}{V_0} \approx \frac{44}{63}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) При  $V_0$  он получает  $\Rightarrow$  скорость в  
трех раза.  $V_\infty = 0$

$3C \geq$ ;  $m$  - масса машины

$$\frac{2mV_0^2}{2} = E_p \quad E_p - \text{желаемое взаимодействие} \\ \text{машины с внутренними}$$

$$g \frac{(2mV_0)^2}{2} = E_p + \frac{2mV^2}{2}$$

$$V^2 = 3V_0^2$$

$$V = V_0\sqrt{3}$$

2) приходит машину к конечной энергии  $E_p$

$$\frac{2mV^2}{2} - E_p = \frac{2mV_0^2}{2} \quad \text{из } E_k$$

$$2mV_0^2 - E_p = mV^2$$

$$3mV_0^2 - E_p = mV_0^2 = mV^2$$

$$V = V_0\sqrt{2} \quad V = V_{min}$$

скорость всегда уменьшается  $\Rightarrow V_{max} = 2V_0$

$$V_{max} - V_{min} = 2V_0 - V_0\sqrt{2} = V_0(2 - \sqrt{2})$$

Ответ: 1)  $V_0\sqrt{3}$

2)  $V_0(2 - \sqrt{2})$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                                   | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№

$$\Phi_0 = nB_0 S_1 \quad ; \quad \Phi_0 = I_0 (L_1 + L_2)$$

$L_1 + L_2$  — общая индукт. контуры при параллельных

коаксиальных катушках  $\Rightarrow \Phi = \text{const}$

$$I_0 = \frac{nB_0 S_1}{L_1 + L_2} = \frac{nB_0 S_1}{5L}$$

Задача:

$$A_{\text{нен}} + W_b = 0$$

$$\xi_{c1} \Delta q_1 + \frac{I_0^2 (L_1 + L_2)}{2} = 0$$

$\xi_{c1}$  — на участке

от  $0$  до  $\frac{\pi}{2}$  через  $b_1$

$\xi_{c2}$  — на участке

от  $\frac{\pi}{2}$  до  $\pi$  через  $b_1$

$$\Phi_0 = nB_0 S_1 = I_0 (L_1 + L_2) + \frac{1}{3} B_0 S_1 n$$

$$I_0 = \frac{2}{3} \frac{nB_0 S_1}{5L} \quad (\text{в момент } \frac{\pi}{2})$$

$$\xi_{c1} = nS_1 \frac{\frac{1}{3}B_0 - B_0}{\frac{1}{3}\pi} \quad f = -n2B_0 S_1 \quad (\xi_c = \frac{\partial \Phi}{\partial t}, S = \text{const})$$

$$+ \frac{2nB_0 S_1 \Delta q_1}{\pi} = \frac{4}{9} \frac{n^2 B_0^2 S_1^2}{25L} \cdot \frac{5L}{2} *$$

$$\Delta q_1 = \frac{nB_0 S_1 \pi}{45L}$$

Задача:

$$\xi_{c1} \Delta q_1 + \xi_{c2} \Delta q_2 \neq \frac{I_0^2 (L_1 + L_2)}{2} = 0$$

$$\xi_{c2} = nS_1 \frac{0 - \frac{1}{3}B_0}{\frac{2}{3}\pi} = -\frac{1}{2} \frac{nB_0 S_1}{\pi}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                                   | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№

$$\cancel{I_2} + 2 \cdot \frac{h B_0 S_1 \cdot \Delta q_1}{\chi} + \frac{1}{2} \cdot \frac{h B_0 S_1}{\chi} \cdot \Delta q_2 = \frac{h^2 B_0^2 S_1^2}{25 L^2} \cdot \frac{5L}{2}$$

$$\cancel{4B_0} 4 \Delta q_1 + \Delta q_2 = \frac{h B_0 S_1 \chi}{5L}$$

$$\Delta q_2 = \frac{m B_0 S_1 \chi}{5L} - \frac{4 h B_0 S_1 \chi}{45L}$$

$$\Delta q_2 = \frac{n B_0 S_1 \chi}{9L}$$

$$\Delta q = \Delta q_1 + \Delta q_2 = \cancel{\frac{2}{15}} \frac{n B_0 S_1 \chi}{L}$$

Решение: 1)  $I_o = \frac{n B_0 S_1}{5L}$

2)  $\frac{2}{15} \frac{n B_0 S_1 \chi}{L}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.







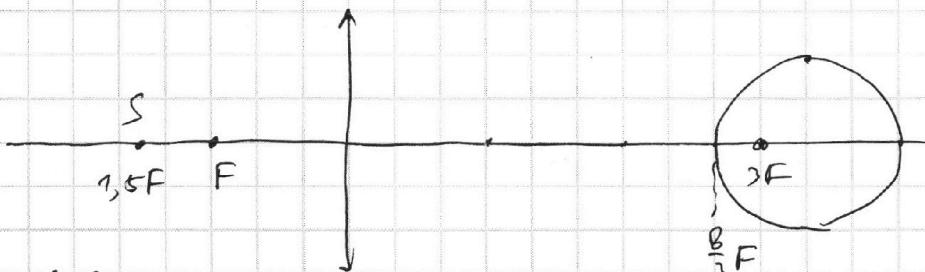




СТРАНИЦА  
1 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№ 5



1) find image:

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{1.5F} = \frac{0.5}{1.5F} \Rightarrow f = 3F$$

$\Rightarrow$  image distance,  $d = f > \frac{R}{2}$

use  $\text{lens formula } (|F_1|F + \frac{R}{d})$ :

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{3F} - \frac{1}{\frac{R}{2}} = -\frac{2}{R}$$

$$\frac{1}{f_1} = \frac{3R - 2F}{RF} \Rightarrow f_1 = \frac{RF}{3R - 2F}$$

use  $\text{lens formula } (|F_1|F + \frac{R}{d})$  again we have, when  $f_1 < 0$

$\Rightarrow$  use  $\text{lens formula } (|F_1|F + \frac{R}{d})$  again we have

crossed rays through lens  $\Rightarrow f_1 + |F_1| = 2R$   
(use  $\text{lens formula } (|F_1|F + \frac{R}{d})$  again)

$$\frac{RF}{3R - 2F} \neq \frac{R}{2} = 2R$$

$$\frac{F}{3R - 2F} - \frac{3}{2} = 0$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                                   | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

~5

$$2F = 3(3R - 2F) = 0$$

$$2F - 9R + 6F = 0$$

$$8F = 9R$$

$$R = \frac{8}{9}F$$

2) менять изображение можно реально  $\Rightarrow$

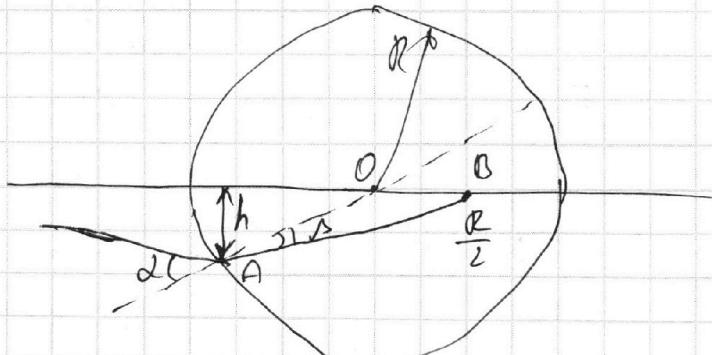
$$\Rightarrow \frac{1}{f} + \frac{1}{|b+d-3F|} = -\frac{2}{R}$$

$$\frac{1}{f} = -\frac{2}{4F} - \frac{3}{5F} = -\frac{45+72}{20F} = -\frac{57}{20F}$$

$$f = -\frac{20}{57}F \text{ изображение}$$

~~затем~~ меняемся и получаем в

$$h < cR$$



$$\sin \alpha = \alpha = \frac{h}{R}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.



- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

Th cos где  $\angle AOB$ :

$$\left(\frac{R}{2}\right)^2 = R^2 + R^2 + h^2 + \left(\frac{3}{2}R\right)^2 - 2\sqrt{h^2+R^2}\sqrt{h^2+\left(\frac{3}{2}R\right)^2} \cos\beta$$

$$\frac{R^2}{4} - R^2 - \frac{9}{4}R^2 = -2\sqrt{h^2+R^2+h^2+\frac{9}{4}R^2h^2+\frac{9}{4}R^4} \cos\beta$$

$$3R^2 = 2\sqrt{\frac{13}{4}R^2h^2 + \frac{9}{4}R^4} \cos\beta$$

$$9R^4 = 4\left(\frac{13}{4}R^2h^2 + \frac{9}{4}R^4\right)(1 - \sin^2\beta)$$

$$9R^4 = 13h^2 + 9R^2 - 13h^2 \sin^2\beta - 9R^2 \sin^2\beta$$

$$13h^2 = 9R^2 \beta^2 \Rightarrow \beta = \frac{\sqrt{13}}{3} \frac{h}{R}$$

Закон Синусов:

$$\sin\alpha = h \sin\beta \Rightarrow \alpha = n\beta$$

$$n = \frac{\frac{h}{R}}{\frac{\sqrt{13}}{3} \frac{h}{R}} = \frac{3}{\sqrt{13}}$$

Ответ: 1)  $R = \frac{8}{9} F$

2)  $h = \frac{3}{\sqrt{13}}$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

1

2

3

4

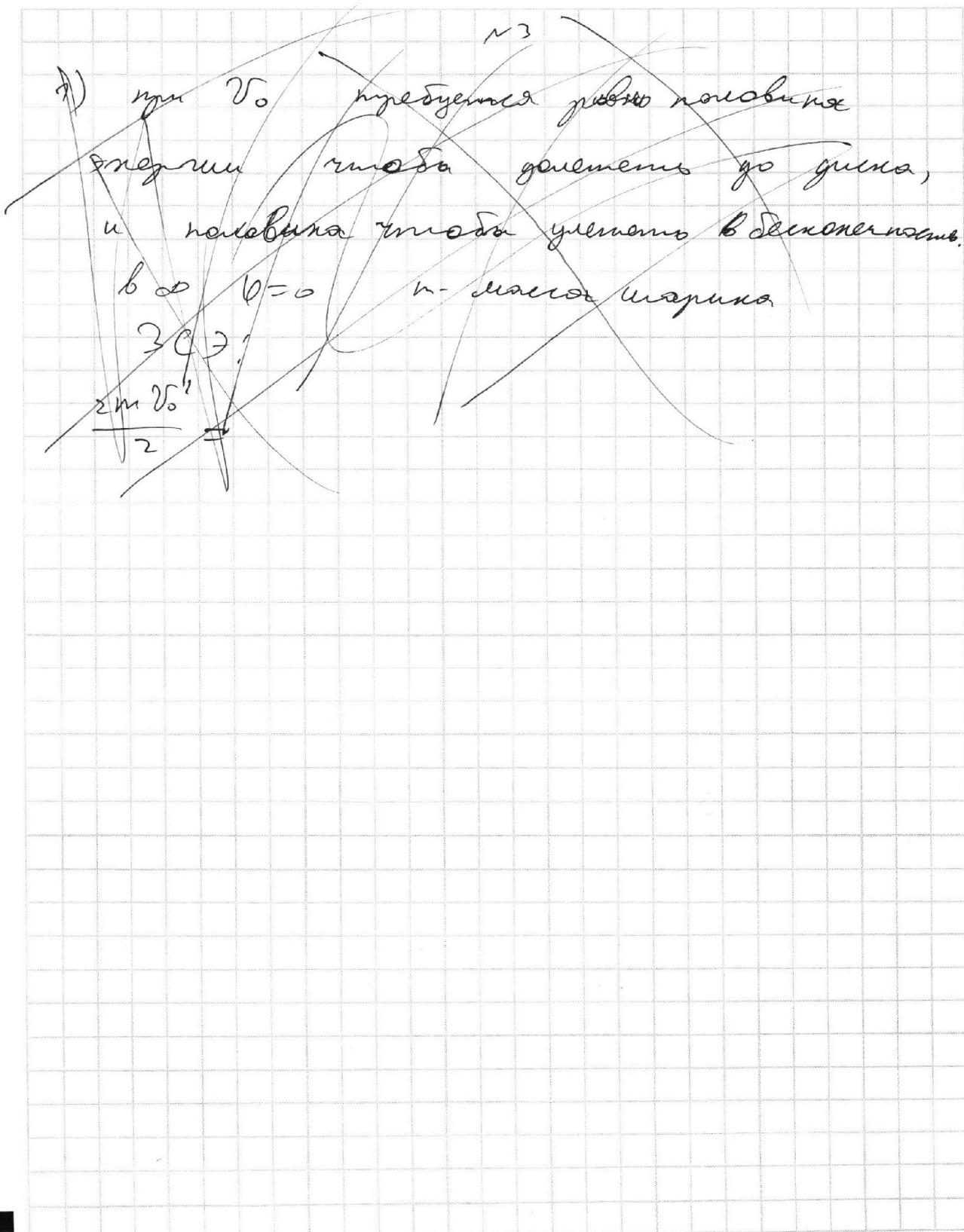
5

6

7

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА  
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) при  $v_0$  скорость в центре равнодействующая

$\frac{V_0}{2}$

закон сохранения энергии на  $\infty$   $V = 0 \Rightarrow E_{P\infty} = 0$

$\frac{2mV_0^2}{4 \cdot 2} = E_P$  — эта же формула для градусов и числа

$\frac{2m(2 \cdot V_0)^2}{2} = E_P + \frac{2mV_0^2}{2}$  ( $V_0/2$ , м.к. требуется)

$4V_0^2 - \frac{1}{4}V_0^2 = V^2$

$V = \sqrt{\frac{15}{4}} V_0$

2)  $V_{max} = 2V_0$ , м.к. скорость убывает

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи **отдельно**.



- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА  
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{\partial F}{3R+2F} + \frac{R}{2} = 2R$$

$$\frac{F}{3R+2F} + \frac{1 - \frac{3}{2}}{2R} = 0$$

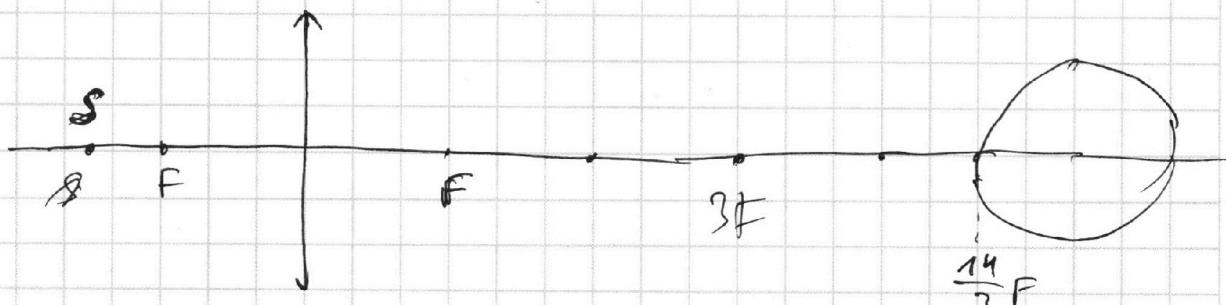
$$2F - 3(3R+2F) = 0$$

$$2F - 9R + 6F = 0$$

~~из~~

$$8F = 9R$$

$$R = \frac{8}{9}F$$



$$\frac{1}{S} + \left(\frac{1}{\frac{14}{3}-3}\right) = -\frac{2}{R}$$

$$\frac{14}{3} = \frac{5}{2}$$

$$\frac{1}{S} = -\frac{2}{\frac{14}{3}-3} = -\frac{6}{5} = -\frac{30}{25}$$

$$S = -\frac{25}{30}F$$

изменяется и попадает в полукружность

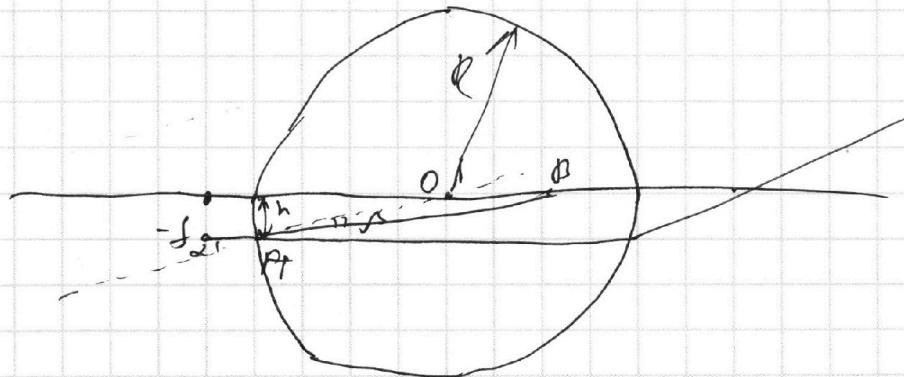
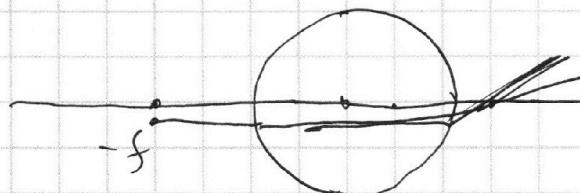


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\sin \alpha = \frac{h}{R} \quad h < R$$

$T \angle \cos \text{ где } \triangle AOB:$

$$\left(\frac{R}{2}\right)^2 = \sqrt{h^2 + R^2} + h^2 + \left(\frac{3}{2}R\right)^2 - 2\sqrt{h^2 + R^2} \sqrt{h^2 + \left(\frac{3}{2}R\right)^2} \cos \beta.$$

$$\frac{R^2}{4} - R^2 - \frac{9}{4}R^2 = -2\sqrt{h^2 + R^2} \sqrt{h^2 + \frac{9}{4}R^2} \cos \beta$$

$$-3R^2 = 2\sqrt{h^2 + \frac{13}{4}R^2} \cos \beta$$

$$-R^2 = 4 \left( \frac{13}{4}R^2 + \frac{9}{4}R^2 \right) (1 - \sin^2 \beta)$$

$$-R^2 = (13h^2 + 9R^2)(1 - \sin^2 \beta)$$

$$-R^2 = 13h^2 + 9R^2 - 13h^2 \sin^2 \beta - 9R^2 \sin^2 \beta$$

$$13h^2 = 9R^2 \sin^2 \beta \Rightarrow \beta = \frac{\sqrt{13}}{3} \frac{h}{R}$$

$$\text{Закон Синусов: } \sin \alpha = n \sin \beta \Rightarrow \alpha = n \beta \Rightarrow h = \frac{R}{\frac{\sqrt{13}}{3} \frac{h}{R}} = \frac{3}{\sqrt{13}}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА  
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

*n3*

$$\psi_{\infty} = 0$$

$$\frac{2mV_0^2}{2} = 2q \int \frac{kq^2rdr}{r} = kq^2(\ln R - \ln r) \Rightarrow kq^2 \ln \frac{R}{r}$$

$$d\psi_0 = \int_0^R \frac{k}{r} \cdot 2rdr \cdot 2\pi$$

$$\psi_0 = 2\pi k \ln (R - r)$$

$$2m \ddot{x} = - \frac{kq^2 r dr}{x^2} + \frac{kq^2 r dr}{(x + \ell)^2}$$

2)  $V_{max} = 2V_0$

$V_{min} = V_0 \sqrt{3}$

$$\frac{2mV_0^2}{2} = E_p$$

?)  $\frac{2m(2V_0)^2}{2} = E_p + \frac{mv^2}{2}$

$$4mV_0^2 - mV_0^2 = mV^2$$

$$V^2 = 3V_0^2 \quad V = V_0 \sqrt{3}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

$$\cancel{\frac{B_0}{S_1} \cdot \varPhi_1 = S_1 B_0, \quad \cancel{I_0(L_1 + L_2)}}$$

$$\cancel{\varPhi_0 = B_0 \cdot S_1}$$

$$\cancel{\varPhi_0 = I_0 (L_1 + L_2)}$$

$$B_0 S_1 = I_0 \cdot S_1 L$$

$$I_0 = \frac{B_0 S_1}{S_1 L}$$

Задача:

$$\cancel{\mathcal{E}_{i_1} \cdot \Delta q_1 + \mathcal{E}_{i_2} \cdot \Delta q_2 \neq \frac{I_0^2 (L_1 + L_2)}{2}}$$

$$\frac{\Delta \varPhi}{\Delta t} = \mathcal{E}_i = S_1 \frac{\Delta B}{\Delta t}, \quad S_1 = \text{const}$$

$$\mathcal{E}_{i_1} = S_1 \frac{\frac{1}{2} B_0 - B_0}{\frac{1}{3} \chi}$$

$$\mathcal{E}_{i_2} = S_1 \frac{0 - \frac{1}{3} B_0}{\frac{2}{3} \chi}$$

$$\mathcal{E}_{i_1} = \cancel{B_0} - 2 B_0 S_1 \quad \mathcal{E}_{i_2} = -\frac{1}{2} B_0 S_1$$

$$\varPhi_1 = B_0 S_1 = I_1 (L_1 + L_2) + \frac{1}{3} B_0 S_1$$

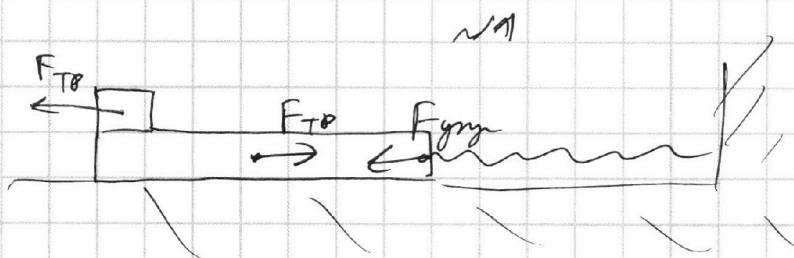
$$I_1 = \frac{2}{3} \frac{B_0 S_1}{S_1 L}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА  
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!



$$F_{TP} = \mu m g \quad F_{gyr} = K \Delta x$$

$$1) \quad F_{TP} = F_{gyr}$$

$$\mu m g = K \Delta x$$

$$\Delta x = \frac{M m g}{K} = \frac{0,3 \cdot 1 \cdot 10}{27} = \frac{1}{9} \text{ м}$$

$$2) \quad 3C \Rightarrow: \frac{(M+m)V_0^2}{2} = \frac{K \Delta x^2}{2} + \frac{(M+m)V^2}{2}$$

$$V^2 (M+m) = -K \frac{\Delta x^2}{\kappa^2} + (M+m) V_0^2$$

$$V = \sqrt{\frac{(M+m)V_0^2 - \frac{\Delta x^2}{\kappa^2}}{M+m}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 4 - \frac{0,3^2 \cdot 1 \cdot 10^2}{27}}{3}}$$

$$V = \sqrt{\frac{3 \cdot 4 - \frac{1}{3}}{3}} = \sqrt{4 - \frac{1}{3}} = \frac{\sqrt{35}}{3} \text{ м/с}$$

$$(M+m) \ddot{x} = -Kx \quad \ddot{x} + \frac{K}{M+m} x = 0 \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{K}{M+m}} = \sqrt{\frac{27}{3}} = 3$$

$$x = A_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$$

$$x(0) = 0 \Rightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{2}$$

$$x = -A_0 \sin \omega_0 t$$

$$\dot{x} = -A_0 \omega_0 \cos \omega_0 t$$

$$\dot{x}(0) = V_0 = -A_0 \omega_0 \cos \omega_0 t \Rightarrow A_0 = -V_0 / \omega_0$$

$$x = A_0 \frac{V_0}{\omega_0} \sin \omega_0 t$$

▷



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$x(t) = \Delta x = \frac{v_0}{\omega_0} \sin \omega_0 t$$

$$\frac{\Delta x \omega_0}{v_0} = \sin \omega_0 t$$

$$t = \frac{\arcsin\left(\frac{\Delta x \omega_0}{v_0}\right)}{\omega_0} = \frac{\arcsin\left(\frac{1 \cdot 3}{2}\right)}{3}$$

$$t = \frac{\arcsin\left(\frac{1}{6}\right)}{3}$$

3) макс синус , когда вся F в неподвижной  
в Е<sub>р</sub> цилиндре . Верхний блок передает  
~~линейную~~ F<sub>н</sub> выше синий трубы

II зал:

F<sub>н</sub>  $\rightarrow$  F<sub>н</sub> y

$$M \ddot{x} = -Kx + \mu mg$$

$$M \ddot{x} + Kx - \mu mg = 0$$

$$\ddot{x} + \frac{K}{M} \left( x - \frac{\mu mg}{K} \right) = 0$$

$$x_1 = x - \frac{\mu mg}{K}$$

$$\ddot{x}_1 + \frac{K}{M} x_1 = 0 \quad \omega \sqrt{\frac{K}{M}} = \sqrt{\frac{3}{5}} \quad -\sqrt{\frac{3}{5}} = \operatorname{tg} (\arcsin \frac{1}{6} + \varphi)$$

$$x = A \cos(\omega t + \varphi)$$

$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi) = \Delta x$$

$$\dot{x} = -A \omega \sin \omega t (\omega t + \varphi)$$

$$x(t) = v = -A \omega \sin(\omega t + \varphi)$$

$$\frac{1}{6} = A \cos(\arcsin \frac{1}{6} + \varphi)$$

$$\frac{\sqrt{35}}{3} = -A \sin(\arcsin \frac{1}{6} + \varphi)$$

$$\varphi = -\arctg \sqrt{\frac{3}{5}} - \arcsin \frac{1}{6}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.



- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА  
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

$$x_1 = \sqrt{3} \sin(\omega t + \varphi)$$

$$x = \frac{m \omega g}{k} + A \cos(\omega t + \varphi)$$

$$x(t) = \Delta x = \frac{m \omega g}{k} + A \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{2} + A \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\cos(\omega t + \varphi) = 0$$

$$\omega t + \varphi = \frac{\pi}{2}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{3}{2}}$$

$$\varphi = \frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{1}{6}$$

$$\varphi = \frac{\pi}{2} - \sqrt{\frac{3}{2}} \arcsin \frac{1}{6}$$

$$x = \frac{m \omega g}{k} + A \cos\left(\omega t - \sqrt{\frac{3}{2}} \arcsin \frac{1}{6}\right)$$

$$\dot{x}_{(t)} = v = A \omega \cos\left(\omega t - \sqrt{\frac{3}{2}} \arcsin \frac{1}{6}\right) = A \omega$$

$$\text{Д} A = \frac{v}{\omega} = \frac{\sqrt{\frac{3}{2}}}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{10}}{2\sqrt{3}} \text{ м}$$

$$\max_{\text{ макс}} x \quad \ddot{x} = -A \omega^2 \sin(\omega t - \sqrt{\frac{3}{2}} \arcsin \frac{1}{6})$$

$$t = \frac{1}{4} T \quad \ddot{x} = -A \omega^2 \sin\left(\frac{1}{4}\omega T - \sqrt{\frac{3}{2}} \arcsin \frac{1}{6}\right)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$\ddot{x} = -\frac{\sqrt{10}}{2\sqrt{3}} \cdot \frac{2\pi}{2} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2} - \sqrt{\frac{3}{2}} \arcsin \frac{1}{6}\right)$$

$$\ddot{x} = -\frac{\sqrt{35}}{\sqrt{2}} \sqrt{3} \cdot \cos\left(\arcsin \frac{1}{6}\right)$$

$$\ddot{x} = -\frac{\sqrt{35} \cdot \sqrt{3}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\sqrt{35}}{6} = -\frac{35}{2\sqrt{6}}$$

$$\begin{aligned} \cos \alpha &= \\ &= \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \\ &= \sqrt{1 - \frac{1}{36}} = \frac{\sqrt{35}}{6} \end{aligned}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

~ 2

$$p_0 = 150 \text{ кПа}$$

$$t_0 = 86^\circ\text{C} \quad T_0 = (86 + 273) \text{ K} = 359 \text{ K} \quad P_{\text{Kp}}(t_0) = 60 \text{ кПа (из ур.)}$$

$$\varphi_0 = \frac{2}{3} \quad \varphi_0 = \frac{P_{\text{Kp}}(t_0)}{P_{\text{Kp}}(t_0)} = \frac{2}{3}$$

$$t = 46^\circ\text{C} \quad T = (46 + 273) \text{ K} =$$

$$= 319 \text{ K} \quad P_{\text{Kp}}(t_0) = \frac{2}{3} P_{\text{Kp}}(t_0) = \frac{2}{3} \cdot 60 = 40 \text{ кПа}$$

2) Конденсация тумана  $P_{\text{K}}(t_0^*) = P_{\text{Kp}}(t^*)$

из условия тумана  $P_{\text{Kp}}(t_0^*) = 40 \text{ кПа}$

$$t^* = 76^\circ\text{C}$$

$$3) p_{\text{fb}} = p_0 - P_{\text{Kp}}(t_0) = 150 - 40 = 110 \text{ кПа}$$

ура - не д - К!

где воздуха

$$\text{пред} \quad p_{\text{fb}} V_{\text{fb}} = 2RT_0$$

$$\text{пред} \quad p_{\text{fb}} V_{\text{fb}} = 2RT$$

$$\cancel{\frac{V}{V_0}} \cancel{\frac{V}{V_0}} \frac{V}{V_0} = \frac{V_{\text{fb}} + V_n}{V_{\text{fb}} + V_{n_0}} = \frac{\frac{2RT}{p_{\text{fb}}} + \frac{2RT}{P_{\text{Kp}}}}{\frac{2RT_0}{p_{\text{fb}}} + \frac{2RT_0}{P_{\text{Kp}}}}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{\frac{p_{\text{fb}} + P_{\text{Kp}}}{p_{\text{fb}} P_{\text{Kp}}}}{\frac{p_{\text{fb}} + P_{\text{Kp}}}{p_{\text{fb}} P_{\text{Kp}}}} = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{p_{\text{fb}} \cdot P_{\text{Kp}} (P_{\text{Kp}} + p_{\text{fb}})}{p_{\text{fb}} \cdot P_{\text{Kp}} (p_{\text{fb}} + P_{\text{Kp}})}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{319}{359} \cdot \frac{110 \cdot 40 \cdot (10 + 140)}{140 \cdot 10 \cdot (110 + 40)} = \frac{319 \cdot 40}{359 \cdot 140} \approx \frac{8}{9} \cdot \frac{3}{1} = \frac{8}{3}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи **отдельно**.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

Задача

$$E_{C_1} \Delta q_1 + \frac{I_1^2 (L_1 + L_2)}{2} = 0$$

$$-2B_0 S_1 \Delta q_1 \neq \frac{\frac{4}{9} B_0^2 S_1^2}{25L^2} \cdot \frac{5L}{2} = 0$$

$$2B_0 S_1 \Delta q_1 = \frac{4 B_0^2 S_1^2}{10L \cdot 9}$$

$$2\Delta q_1 = \frac{4 B_0 S_1}{90L}$$

$$\Delta q_1 = \frac{B_0 S_1}{45L}$$

$$E_{C_1} \Delta q_1 + E_{C_2} \Delta q_2 + \frac{I_0^2 (L_1 + L_2)}{2} = 0$$

$$-2B_0 S_1 \Delta q_1 - \frac{1}{2} B_0 S_1 \cdot \Delta q_2 = - \frac{B_0^2 S_1^2}{25L^2} \cdot \frac{5L}{2}$$

$$2\Delta q_1 + \frac{1}{2}\Delta q_2 = \frac{B_0 S_1}{10L}$$

$$4 \cdot \frac{B_0 S_1}{45L} + \Delta q_2 = \frac{B_0 S_1}{5L}$$

$$\Delta q_2 = \frac{B_0 S_1}{5L} - \frac{4 B_0 S_1}{45L} = \frac{(9-4)B_0 S_1}{45L} = \frac{B_0 S_1}{9L}$$

$$\Delta q = \Delta q_1 + \Delta q_2 = \frac{B_0 S_1}{45L} + \frac{B_0 S_1}{9L} = \frac{6}{45} \cdot \frac{B_0 S_1}{L} = \frac{2 B_0 S_1}{15L}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

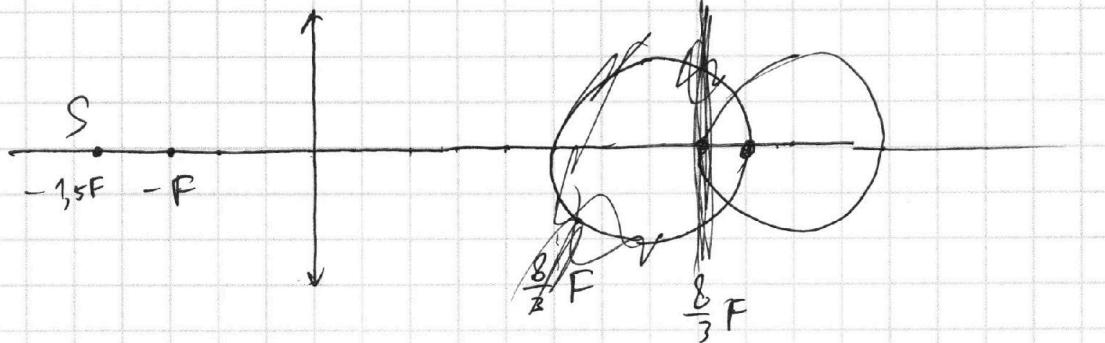
- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

$$a = 1,5F \quad b = \frac{8}{3}F$$

№5



$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{1,5F} = \frac{0,5}{1,5F}$$

$$f = 3F$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{3F - \frac{8}{3}F} = \frac{2}{R}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{3}{F} - \frac{2}{R} \Rightarrow f = \frac{3F + 2F}{\partial F} \Rightarrow f = \frac{\partial F}{3\partial + 2F}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{3F - \frac{8}{3}F} = \frac{2}{R}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{3}{F} - \frac{2}{R} \Rightarrow f = \frac{3F + 2F}{\partial F} \Rightarrow f = \frac{\partial F}{3\partial + 2F}$$

наше упрощение от ) получаем б

мы же помнит, ч.л. б. проходит  $\rightarrow$  сл. формуле

$$\Rightarrow f + \frac{\partial}{2} = \partial 2R$$