



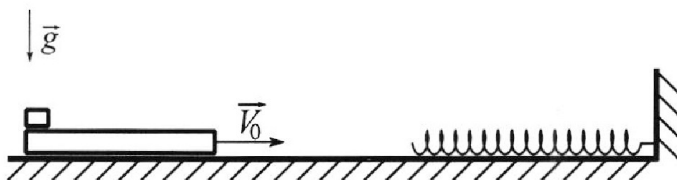
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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 брусок 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 жёсткости $k = 27$ 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/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

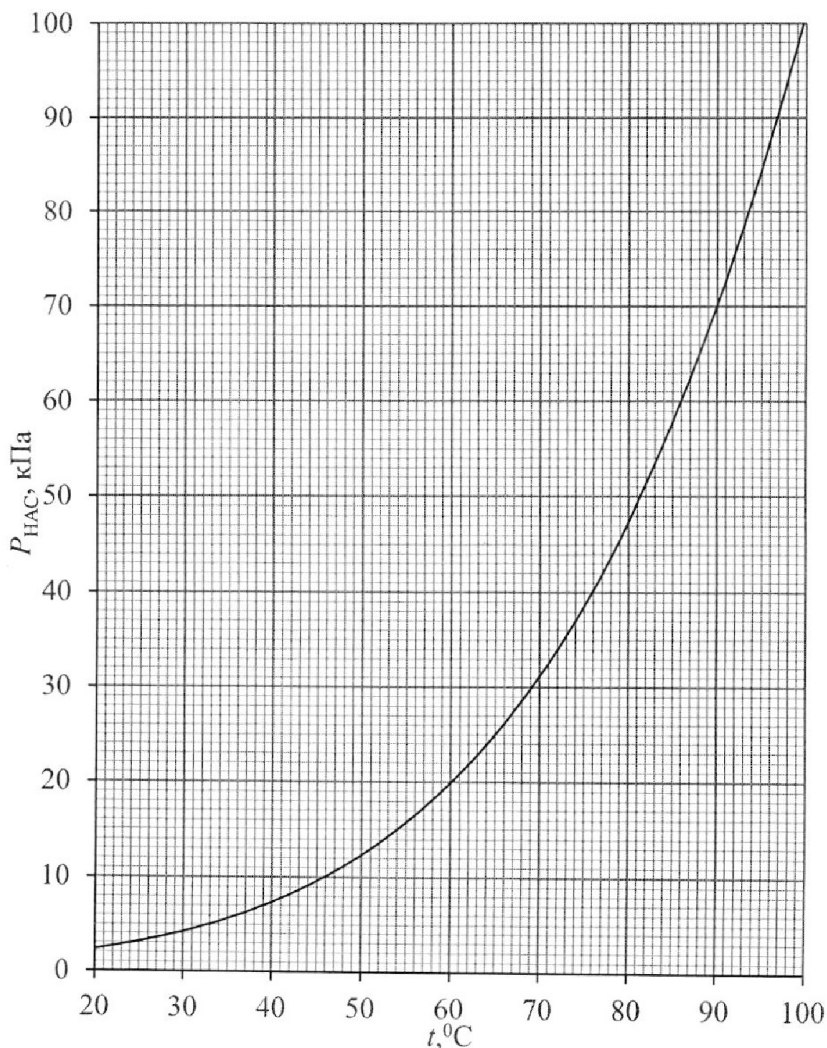


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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.





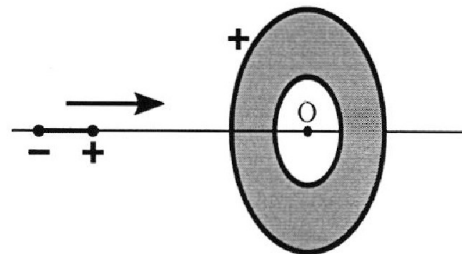
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



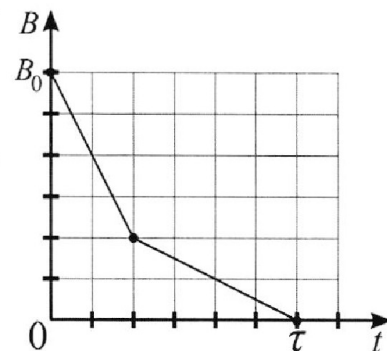
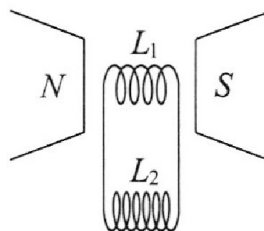
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется 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 . Диполь 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.

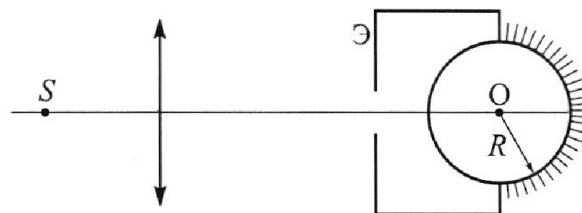
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 4L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени τ . 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 , удаленный 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.

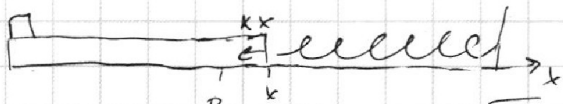
Отражение света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран $\mathcal{E}$ обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.



1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 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!



$$(M+m)\ddot{x} + kx = 0 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}}$$

$$x = A \cos \omega t + B \sin \omega t; x(0) = 0 \Rightarrow A = 0; \dot{x}(0) = v_0 = B\omega \Rightarrow B = \frac{v_0}{\omega}$$

$$\Rightarrow x = \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t \Rightarrow \ddot{x} = -v_0 \omega \sin \omega t$$

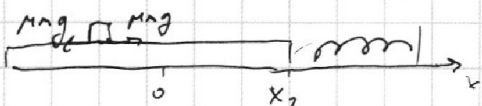
$$ma \leq \mu mg \text{ (по условию)} \Rightarrow v_0 \omega \sin \omega t \leq \mu g$$

$$\text{отнес. губит. е при } v_0 \omega \sin \omega t_1 = \mu g \Rightarrow \sin \omega t_1 = \frac{\mu g}{v_0 \omega} = \frac{\mu g}{v_0} \sqrt{\frac{M+m}{k}} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \omega t_1 = \frac{\pi}{6} \Rightarrow t_1 = \frac{\pi}{6} \sqrt{\frac{M+m}{k}} \approx \frac{1}{6} \text{ с}$$

$$x_1 = \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t_1 = \frac{1}{3} \text{ м} \Rightarrow v_1 = v_0 \cos \omega t_1 = \frac{v_0 \sqrt{3}}{2}$$

после касания скелет-я:



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

$$\Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{M} x = \frac{\mu mg}{M} \Rightarrow x = \frac{\mu mg}{k} + A_1 \cos \omega_1 t + B_1 \sin \omega_1 t, \omega_1 = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$x(0) = x_1 = \frac{\mu mg}{k} + A_1 \Rightarrow A_1 = x_1 - \frac{\mu mg}{k}$$

$$\dot{x}(0) = v_1 = B_1 \omega_1 \Rightarrow x = \frac{\mu mg}{k} + (x_1 - \frac{\mu mg}{k}) \cos \omega_1 t + \frac{v_1}{\omega_1} \sin \omega_1 t$$

$$\Rightarrow \dot{x}(t_2) = \omega_1 (x_1 - \frac{\mu mg}{k}) \sin \omega_1 t_2 + v_1 \cos \omega_1 t_2 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \tan \omega_1 t_2 = \frac{v_1}{\omega_1 (x_1 - \frac{\mu mg}{k})} = \frac{3}{\sqrt{2}} \Rightarrow t_2 = \frac{1}{\omega_1} \arctan \left(\frac{3}{\sqrt{2}} \right)$$

$$a_2 = \ddot{x}(t_2) = \omega_1^2 (x_1 - \frac{\mu mg}{k}) \cos \omega_1 t_2 + v_1 \omega_1 \sin \omega_1 t_2$$

$$Ma_2 = -kx_2 + \mu mg \Rightarrow a_2 = -\frac{kx_2}{M} + \frac{\mu mg}{M}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{1}{3} \text{ м 2) } \frac{1}{6} \text{ с}$$



1 ☒ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 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!

$$P_{\text{в}} P_1 = P_{\text{в}} \phi_0 = 40 \text{ кПа}$$

$$P_0 = P_{\text{в}1} + P_{\text{в}} \phi_0 \Rightarrow P_{\text{в}1} = P_0 - P_{\text{в}} \phi_0$$

$$P_{\text{в}1} V_0 = \nu R t_0 ; P_{\text{в}} \phi_0 V_0 = \nu_{\text{в}} R t_0$$

$$\Rightarrow \frac{\nu_{\text{в}}}{\nu} = \frac{P_{\text{в}} \phi_0}{P_{\text{в}1}}$$

Когда начнется конденсация:

$$P_{\text{в}2} V_2 = \nu R t_2 \quad P_{\text{т}2} V_2 = \nu_{\text{в}} R t_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\nu_{\text{в}}}{\nu} = \frac{P_{\text{т}2}}{P_{\text{в}2}} = \frac{P_{\text{т}2}}{P_0 - P_{\text{т}2}} \approx \frac{P_{\text{в}} \phi_0}{P_0 - P_{\text{в}} \phi_0} \Rightarrow \frac{P_0}{P_{\text{т}2}} = \frac{P_0}{P_{\text{в}} \phi_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_{\text{т}2} = P_{\text{в}} \phi_0 = P_1 = 40 \text{ кПа, что достигается}$$

$$\text{при } t_2 = 76^\circ \text{C}$$

Результат в конце:

$$P_{\text{в}3} V = \nu R t$$

$$P_{\text{т}6} V = \nu_{\text{в}} R t$$

$$P_0 = P_{\text{в}3} + P_{\text{т}6} \Rightarrow P_{\text{в}3} = P_0 - P_{\text{т}6} = \frac{\nu R t}{V}$$

$$P_{\text{в}1} = P_0 - P_{\text{в}} \phi_0 = \frac{\nu R t_0}{V_0}$$

$$\Rightarrow \frac{\frac{\nu R t_0}{V_0}}{\frac{\nu R t}{V}} = \frac{\nu}{V_0} \frac{t_0}{t} = \frac{P_0 - P_{\text{в}} \phi_0}{P_0 - P_{\text{т}6}} \Rightarrow \frac{\nu}{V_0} = \frac{t}{t_0} \cdot \frac{P_0 - P_{\text{в}} \phi_0}{P_0 - P_{\text{т}6}} \approx \frac{44}{63}$$

Ответ: 1) $P_1 = 40 \text{ кПа}$ 2) $t^* = 76^\circ \text{C}$ 3) $\frac{\nu}{V_0} = \frac{44}{63}$



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.

1
☐

2
☐

3
☒

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

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!

Пусть в центре диска потенциал φ_0 , а на

раст-ии диска потенциал φ_1 . Тогда $\frac{m v_0^2}{2} = q(\varphi_0 - \varphi_1)$

$$\frac{m (2v_0)^2}{2} = \frac{m v_{\min}^2}{2} + q(\varphi_0 - \varphi_1) \Rightarrow v_{\min}^2 = 3v_0^2 \Rightarrow v_{\min} = \sqrt{3}v_0$$

$$\frac{m (2v_0)^2}{2} = \frac{m v_{\max}^2}{2} + q(\varphi_1 - \varphi_0) \Rightarrow v_{\max}^2 = 5v_0^2 \Rightarrow v_{\max} = \sqrt{5}v_0$$

$$\Rightarrow \Delta v = v_{\max} - v_{\min} = (\sqrt{5} - \sqrt{3})v_0$$

Ответ: 1) $2v_0$ 2) $(\sqrt{5} - \sqrt{3})v_0$



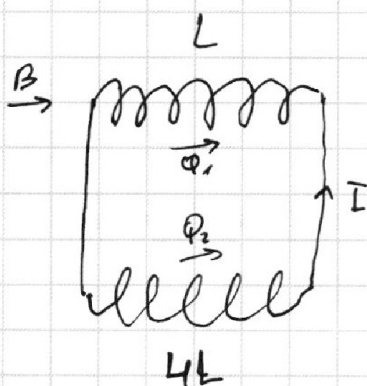
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$\Phi_1 = B n S_1 - L I$$

$$\Phi_2 = 4 L I$$

$$\frac{d\Phi_1}{dt} = \frac{d\Phi_2}{dt} \Rightarrow n S_1 \frac{dB}{dt} - L \frac{dI}{dt} = 4 L \frac{dI}{dt} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \int_{B_0}^B n S_1 dB = \int_0^I 5 L dI \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n S_1 (B - B_0) = 5 L I \Rightarrow n S_1 (0 - B_0) = -5 L (-I_0) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_0 = \frac{n S_1 B_0}{5 L}$$

$$n S_1 (B - B_0) = 5 L \frac{dq}{dt} \Rightarrow \int_0^{\tau} n S_1 (B - B_0) dt = \int_0^q 5 L dq$$

$$\int_0^{\tau} B dt - \text{это площадь под графиком} \Rightarrow \int_0^{\tau} B dt = \frac{B_0 \tau}{3}$$

$$\Rightarrow n S_1 \left(\frac{B_0 \tau}{3} - B_0 \tau \right) = 5 L q \Rightarrow |q| = \frac{2 n S_1 B_0 \tau}{15 L}$$

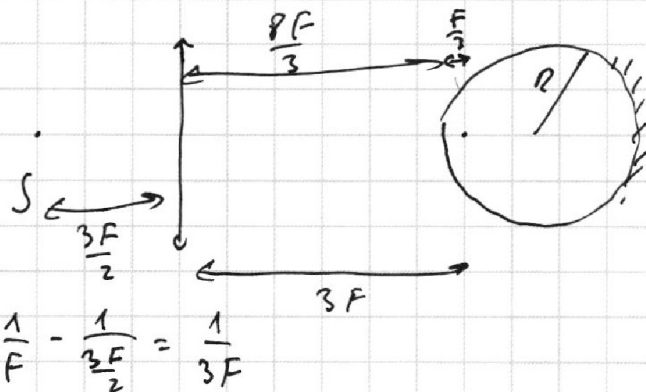
$$\text{Ответ: } 1) \frac{n S_1 B_0}{5 L} \quad 2) \frac{2 n S_1 B_0 \tau}{15 L}$$

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.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 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!



$$\frac{1}{b_1} - \frac{1}{\frac{F}{3}} + \frac{n}{b_1} = \frac{n-1}{R} \Rightarrow \frac{n}{b_1} = \frac{n-1}{R} - \frac{3}{F}$$

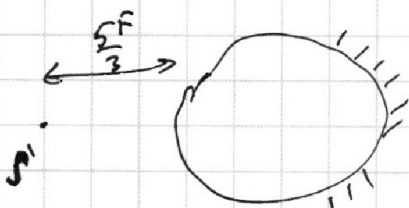
$$\frac{1}{b_1} + \frac{1}{b_2} = \frac{2}{R} \Rightarrow \frac{1}{b_2} = \frac{2}{R} - \frac{n-1}{nR} - \frac{3}{nF}$$

$$-\frac{1}{b_2} + \frac{1}{\frac{F}{3}} = \frac{n-1}{R} \Rightarrow \frac{3}{F} = \frac{n-1}{R} - \frac{2}{nR} + \frac{n-1}{nR} - \frac{3}{nF}$$

и так как это верно всегда, то: $\frac{3}{F} = \frac{1}{R} + \frac{1}{n^2 R} + \frac{3}{n^2 F}$

$$\frac{3}{F} = \frac{1}{R} + \frac{1}{n^2 R} \Rightarrow R = \frac{3F}{1 + \frac{1}{n^2}} \quad (\text{было получено})$$

$$\Rightarrow \left(\frac{1}{n^2} - 1 \right) \left(\frac{1}{R} + \frac{3}{F} \right) = 0 \Rightarrow R = \frac{F}{3}$$



$$\frac{1}{\frac{5F}{3}} + \frac{n}{a_1} = \frac{n-1}{R} \Rightarrow \frac{1}{a_1} = \frac{n-1}{nR} - \frac{3}{5nF}$$

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} = \frac{2}{R} \Rightarrow \frac{1}{a_2} = \frac{2}{R} - \frac{n-1}{nR} + \frac{3}{5nF}$$

$$-\frac{1}{a_2} + \frac{n}{\frac{5F}{3}} = \frac{n-1}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{3n}{5F} = \frac{n-1}{R} + \frac{2}{R} - \frac{1-n}{R} + \frac{3}{5nF} = \frac{n}{R} - \frac{1}{nR} + \frac{3}{5nF} = \frac{3n}{F} - \frac{3}{nF} + \frac{3}{5nF}$$

$$\Rightarrow \frac{3n}{5F} = \frac{n-1}{R} + \frac{2}{R} - \frac{1-n}{R} + \frac{3}{5nF} = \frac{n}{R} - \frac{1}{nR} + \frac{3}{5nF} = \frac{3n}{F} - \frac{3}{nF} + \frac{3}{5nF}$$

$$\Rightarrow \frac{n}{5} = \frac{3n}{F} - \frac{3}{nF} + \frac{3}{5nF} \Rightarrow n^2 = 1 \Rightarrow n = 1 \quad \text{Ответ: } R = \frac{F}{3}; n = 1$$

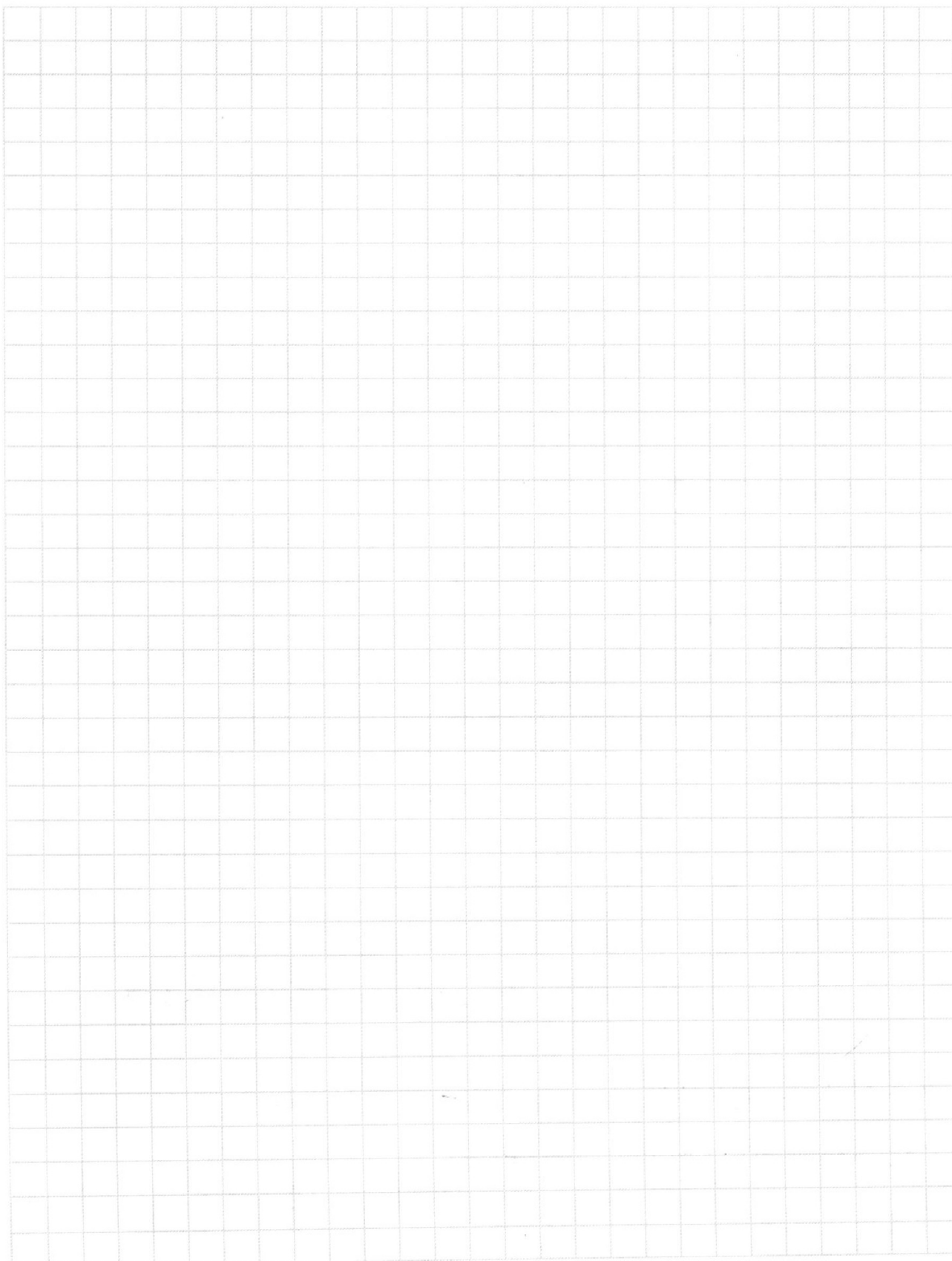


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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
☐

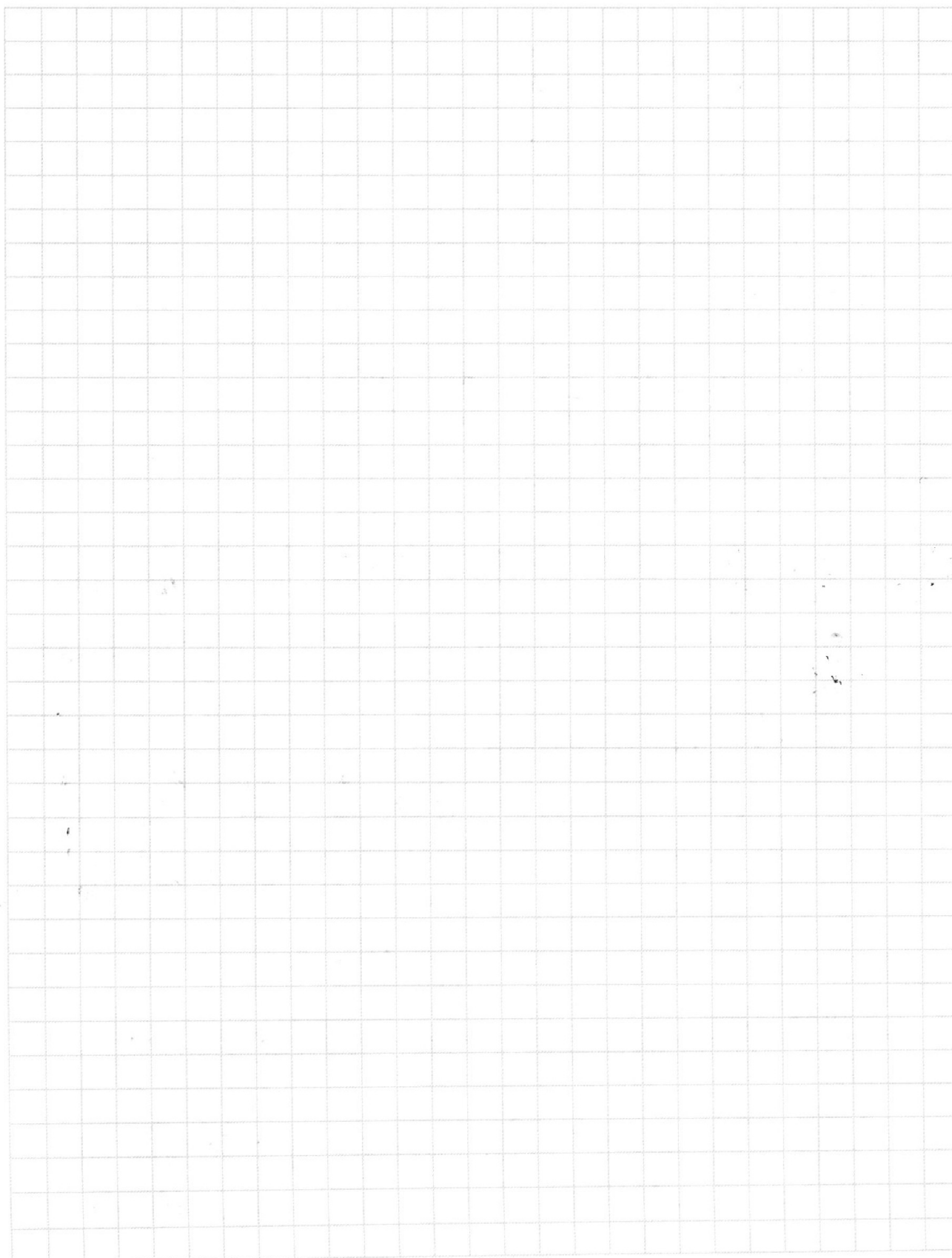
5
☐

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!





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!

$$0,3 \cdot 10 \sqrt{3} = \frac{3 \cdot 1}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{3}$$

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

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

$$\ddot{x}(t_2) = \omega^2 \left(\frac{\mu mg}{K} - x_1 \right) \cos \omega t_2 - \omega \dot{x}_1 \sin \omega t_2$$

$$\frac{(M+m)v_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$\Rightarrow \omega_1 = \sqrt{\frac{27}{2}} = \sqrt{\frac{3}{2}}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{3 \sqrt{\frac{3}{2} \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{9} \right)}} = \frac{1}{\frac{1}{2} \left(\frac{2}{3} \right) 3 \sqrt{\frac{3}{2} \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{9} \right)}} = \frac{\sqrt{3}}{\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{2}{3}} = \frac{3}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{9}{2}}$$

$$P_n(46) = 10$$

$$P_n(86) = 60$$

$$P_0 = P_6 + \varphi_0 P_{86} = 40$$

$$P_0 = P_6 + \varphi_0 P_{86}$$

$$P_6 V_6 = V_6 R t_0$$

$$\varphi P_{86} V_0 = V_{\text{лог}} R t_0$$

$$P_6 V_6 = V_6 R t_1$$

$$P_{t_1} V_1 = V_{\text{лог}} R t_1$$

$$\Rightarrow \frac{P_{t_1}}{P_6} = \frac{V_6}{V_{\text{лог}}} = \frac{P_6}{\varphi P_{86}} \Rightarrow \frac{P_0}{\varphi P_{86}} - 1 = \frac{P_0 - P_{t_1}}{P_{t_1}} = \frac{P_0}{P_{t_1}} - 1$$

$$\frac{320}{360} \cdot \frac{150 - 40}{150 - 10} = \frac{32}{36} \cdot \frac{110}{140} = \frac{8 \cdot 11}{9 \cdot 14} = \frac{4 \cdot 11}{9 \cdot 7} = \frac{44}{63}$$



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.

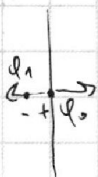
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

$$F = \epsilon q (E_2 - E_1) = \rho \frac{dE}{dx}$$

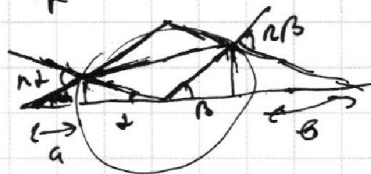
$$\frac{5}{3} \left(3 + \frac{3}{5} \right) = \frac{5}{3} \cdot \frac{18}{5} = 6$$



$$q\varphi_0 - q\varphi_1 = q(\varphi_0 - \varphi_1) = \frac{m\varphi_0^2}{2}$$

$$\frac{m(2\varphi_0)^2}{2} = 2m\varphi_0^2 = \frac{m\varphi_1^2}{2} + q(\varphi_0 - \varphi_1)$$

$$\beta + \frac{R\beta}{b} = n\beta$$

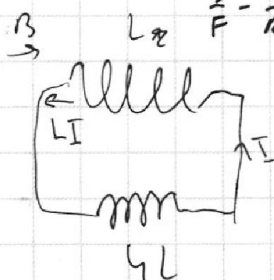


$$a n d = R d$$

$$R = \frac{L I}{1 - \cos \alpha}$$

$$\frac{3n}{F} - 2 \frac{n-1}{R} = \text{const}$$

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



$$2 \frac{n-1}{R} +$$

$$2 \frac{n-1}{R} + \frac{2}{R} = 2 \left(\frac{n-1}{R} + \frac{1}{R} \right) = \frac{2n}{R}$$

$$\Phi = B n S_1 - L I$$

$$\Rightarrow \frac{d\Phi}{dt} = B n S_1 - L \dot{I} = 4 L \dot{I}$$

$$\Rightarrow n S_1 B - L \dot{I} = 5 L \dot{I}$$

$$\dot{B} = -\frac{2}{6} \frac{B_0}{\tau} = -\frac{2}{3} \frac{B_0}{\tau}$$

$$\Rightarrow n S_1 (B - B_0) = 5 L \dot{I} = 5 L \frac{dq}{dt}$$

$$n S_1 \frac{B_0}{6} \frac{\tau}{6} = \frac{B_0 \tau}{3} \quad 5 L \frac{dq}{dt}$$

$$\Rightarrow n S_1 B dt - n S_1 B_0 dt = 5 L dq$$

$$\frac{2 n S_1 B_0 \tau}{5 L}$$

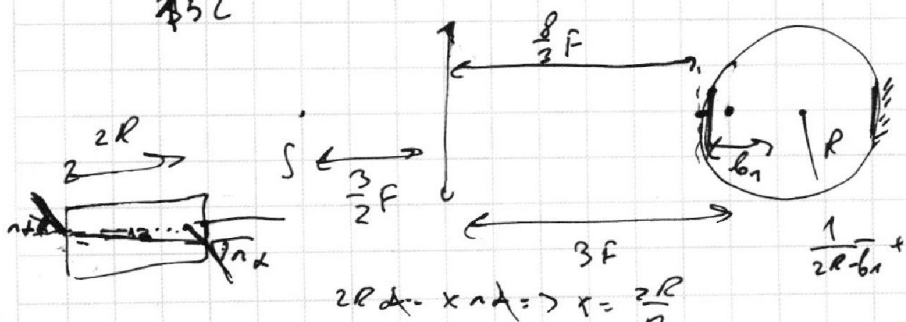
$$(n-1) \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \right)$$

$$\frac{1}{\frac{3}{2}F} + \frac{1}{6} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{6} = \frac{1}{F} - \frac{2}{3F} = \frac{1}{3F} \Rightarrow F = 3F$$

$$\frac{1}{F_1} = \frac{3}{R} (n-1) \frac{1}{R} = \frac{n-1}{R}$$

$$-\frac{1}{F} + \frac{1}{b_1} = \frac{n-1}{R}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{b_1} = \frac{n-1}{R} + \frac{3}{F}$$



$$2R dx - x n d = \Rightarrow x = \frac{2R}{n}$$