



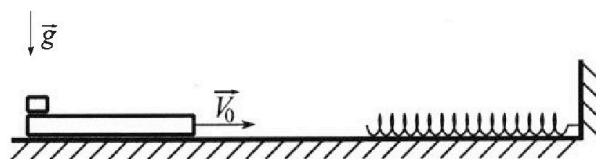
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

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 $V_0 = 1$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости $k = 36$ 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.

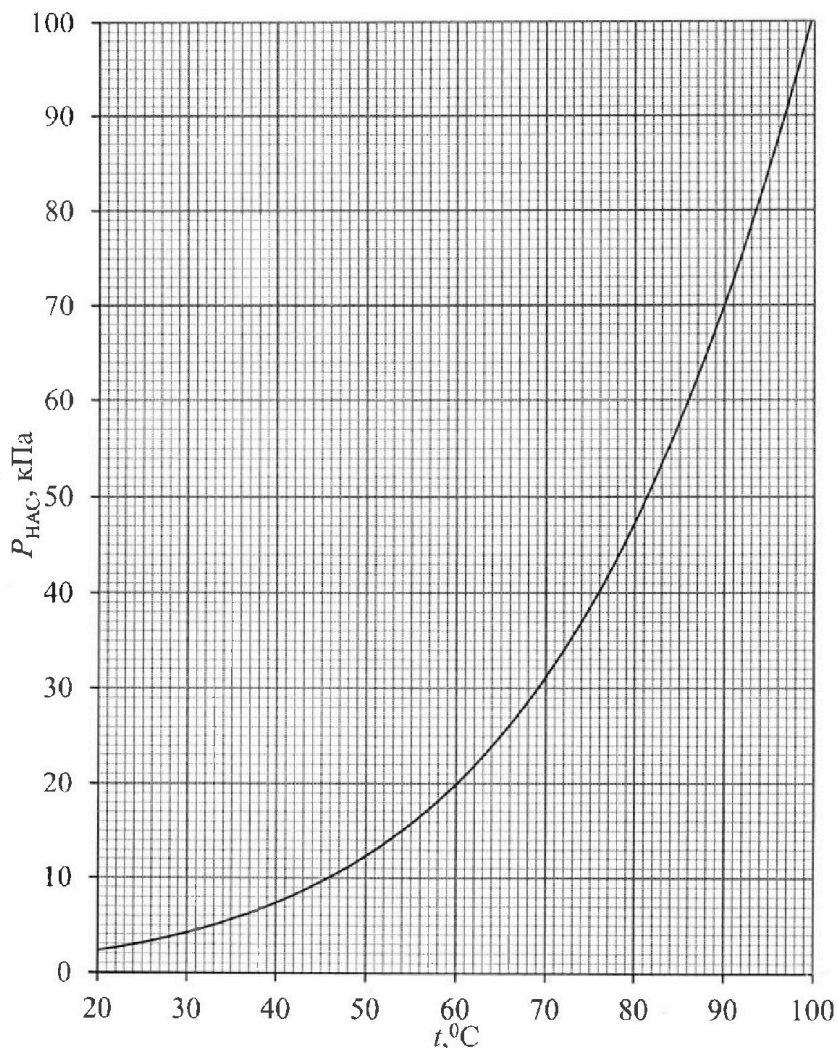


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 105$ кПа, температуре $t_0 = 97$ °С и относительной влажности $\varphi_0 = 1/3$ (33,3%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 33$ °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 97 °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 газ а можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.

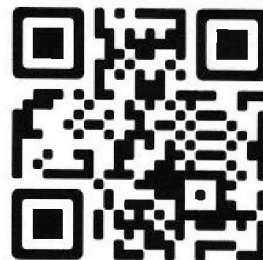




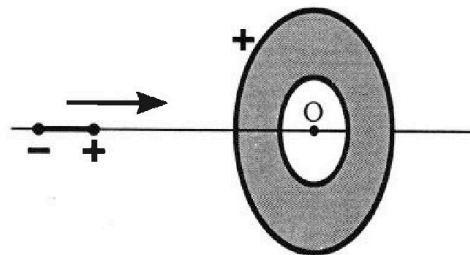
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

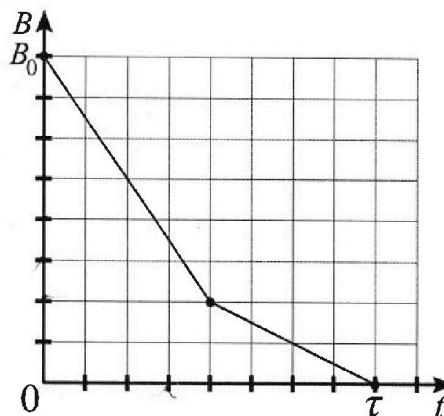
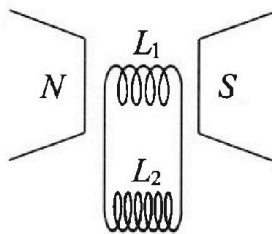


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется 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 $\frac{3}{2}V_0$.



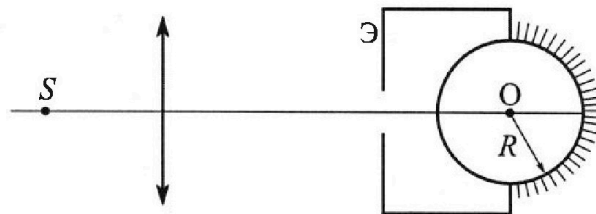
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $L_2 = 3L$ 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 $a = 1,1F$ (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 $b = 10,5F$, 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 $\Delta = 5,5F$, 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.

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



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.

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!

$$5) x(t) = \Delta x = \frac{\sqrt{6}}{\omega} \sin(\omega t)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m+m}} = \sqrt{12}$$

$$\frac{1}{4} = \frac{1}{\sqrt{12}} \sin(\omega t)$$

$$\sin(\omega t) = \frac{\sqrt{12}}{4} = \frac{2\sqrt{3}}{4\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\sin(\omega t) = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \angle 60^\circ = \frac{\pi}{3}$$

$$\omega t = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \cancel{t = \frac{\pi}{3\omega}} \quad t = \frac{\pi}{3\omega} = \frac{8}{8\omega} = \frac{1}{\omega} = \frac{1}{\sqrt{12}}$$

$$6) x(t) = A \cos(\omega t + \varphi), \quad \varphi = \frac{\pi}{3}$$

$$= \frac{\sqrt{12}}{12} = \frac{2\sqrt{3}}{12\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{3}}{6}$$

по полному равновесию дугам
равно смещению на $\frac{m g}{k}$

$$M a + k x = m g$$

$$a + \frac{k}{m} x = \frac{m g}{m}$$

$$x'' + \omega^2 x = \omega^2 \left(\frac{m g}{k} \right)$$

или полн. равнов.

$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi) + x_1$$

$$\sqrt{\frac{k}{m}} = \omega$$

$$\omega^2 = \frac{k}{m}$$

$$x_1 \frac{k}{m} = \frac{m g}{m}$$

$$x_1 = \frac{m g}{k}$$

$$x(t) = \frac{\sqrt{6}}{\omega} \cos(\omega t + \varphi) + \frac{m g}{k}$$

В момент когда $x_{\max} \Rightarrow \frac{d}{dt} \cos(\omega t + \varphi) = 0$

$$a = x'' = \left(A \cos(\omega t + \varphi) \right)' + \left(\frac{m g}{k} \right)' = -\omega^2 A \cos(\omega t)$$

$$\text{Ответ: } 1) x = \frac{1}{4} m$$

$$2) t = \frac{\sqrt{3}}{6} c$$



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!

$$p_{св1} V_0 = \nu R T_0$$

$$p_{св2} V = \nu R T$$

$$\nu_{св} = \text{const}$$

$$\frac{V}{V_0} \frac{p_{св2}}{p_{св1}} = \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0} \frac{p_{св1}}{p_{св2}} = \frac{p_{св1}}{p_{св2}} = \frac{75}{100} = 0,75$$

$$T_0 = 293 + 97 = 370$$

$$T = 293 + 33 = 306$$

$$\frac{T}{T_0} \approx 0,9 \dots \text{ почти } 1$$

~~$$\frac{p_{св1}}{p_{св2}} = \frac{T_0}{T}$$~~

$$\frac{75}{100 \cdot 0,9} \approx \frac{75}{100 \cdot 1}$$

Ответ: 1) $p_{св1} = 30 \text{ кПа}$

2) $t^* = 69^\circ\text{C}$

3) $\frac{V}{V_0} = 0,75$



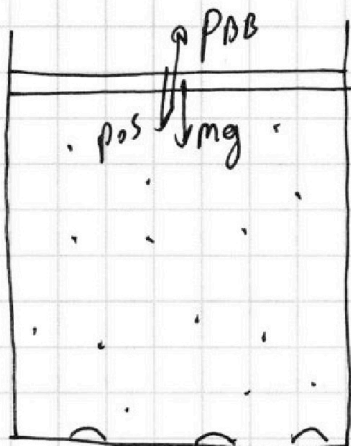
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 из 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!



$$1) p_{п1} = p_{нас}(t_0) \cdot \varphi_0$$

$p_{нас}(t_0)$ находим по графику $p_{нас}(t_0) = 90 \text{ кПа}$
 $p_{п1} = \frac{1}{3} \cdot 90 = 30 \text{ кПа}$

$$2) p_{вв} = p_{ос} + mg$$

$$p_{вв} = \text{const} \text{ до } t^* \Rightarrow p_{вв} = p_{п1} + p_{св1} =$$

$$= \frac{p_{п1} V_{п1}}{V} + \frac{p_{св1} V_{св1}}{V}$$

$$p_{п1} = \text{const} \quad p_{св1} = \text{const}$$

$p_{вв} = \text{const}$, то и парциаль-
 $T \downarrow$ и $V \downarrow$ $\frac{p}{T} = \text{const}$ все давле-

ния $p_{св}$ и $p_{п} = \text{const} \Rightarrow$

$\Rightarrow t$ уменьшается и $p_{п1}$ — это насыщен-
 $p = \text{const}$ $V \downarrow$ все давление при кон-
 денсации $p_{п1}(t^*)$,
 найдем t^* по графику $t^* = 60^\circ \text{C}$.

3) $p_{вв} = \text{const}$ на всем процессе $p_{ос} = \text{const}$
 $mg = \text{const}$

$$p_{ос} = p_{св1} + p_{п1} \quad p_{св1} = p_{ос} - p_{п1} = 75 \text{ кПа}$$

$$p_{ос} = p_{св2} + p_{п2} \quad p_{св2} = p_{ос} - p_{п2} = 100 \text{ кПа}$$

$p_{п2} = p_{нас}(t)$, т.к. содержание достигает

и давление в системе равно остаточ-
 $p_{нас}(t)$, а давление не действует (иначе не
 конденсир., но и не испаряется, то пар не конденсир.)



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
3 из 3

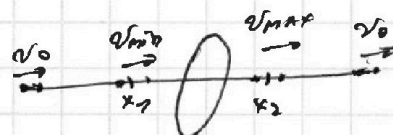
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

4) Энергия взаимодействия диска с
диском и в первом ^{сигне} (v_0) и во втором ^{сигне} ($\frac{3}{2}v_0$)
одна и та же (тоже симметричные
поле и $W = \frac{mv_0^2}{2}$ крота x_1 и $W = -\frac{mv_0^2}{2}$ крота x_2)

5) ЗСЭ:

$$\cdot \frac{m v_{\max}^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_{\min}^2}{2} + \frac{m v_0^2}{2}$$

$$\cdot \frac{m (\frac{3}{2}v_0)^2}{2} = \frac{m v_{\min}^2}{2} + \frac{m v_0^2}{2}$$



$$\frac{m 9v_0^2}{8} - \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_{\min}^2}{2}$$

$$\frac{5}{4} \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_{\min}^2}{2}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_{\min}^2}{2} \cdot \frac{4}{5} =$$

$$\frac{m v_{\max}^2}{2} = \frac{m v_{\min}^2}{2} + \frac{2 \cdot m v_0^2}{2}$$

$$= \frac{2 m v_{\min}^2}{5}$$

$$\frac{m v_{\max}^2}{2} = \frac{m v_{\min}^2}{2} + \frac{4 m v_{\min}^2}{5}$$

$$\frac{m v_{\max}^2}{2} = \frac{13}{10} \frac{m v_{\min}^2}{2}$$

$$\frac{v_{\max}^2}{v_{\min}^2} = \frac{13}{10}$$

Ответ: $v_y = \frac{3}{2}v_0$

$$\frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \sqrt{\frac{13}{10}}$$

$$\frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \sqrt{\frac{13}{10}}$$



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.

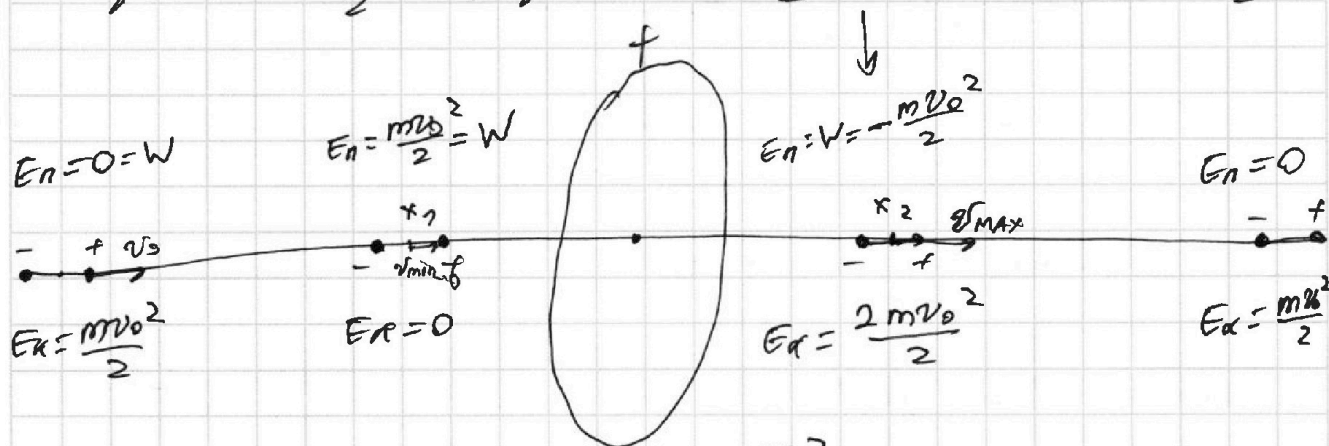
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 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!

~~на~~ ~~распределение~~ поле $\Rightarrow$ Если энергия взаимодействия диска в точке x_1 равна W , то энергия взаимодействия в точке x_2 равна $-W$. А так как полная энергия сохраняется, то ^{конст.} энергия в точке x_2 должна равняться $\frac{2mV_0^2}{2}$ (это ^{полн.} энергия $\frac{mV_0^2}{2}$ сохраняется).

После ^{маркер} x_2 диск будет парировать ^{пр. в.} и его скорость на ∞ бесконечности снова станет V_0 и энергия $\frac{mV_0^2}{2}$ ^(сохр.). $\Rightarrow \frac{2mV_0^2}{2} - W = \frac{mV_0^2}{2} \Rightarrow W = \frac{mV_0^2}{2}$



Полная энергия $\frac{mV_0^2}{2}$ сохраняется.
при $x_1 (V_{min})$ при $x_2 (V_{max})$

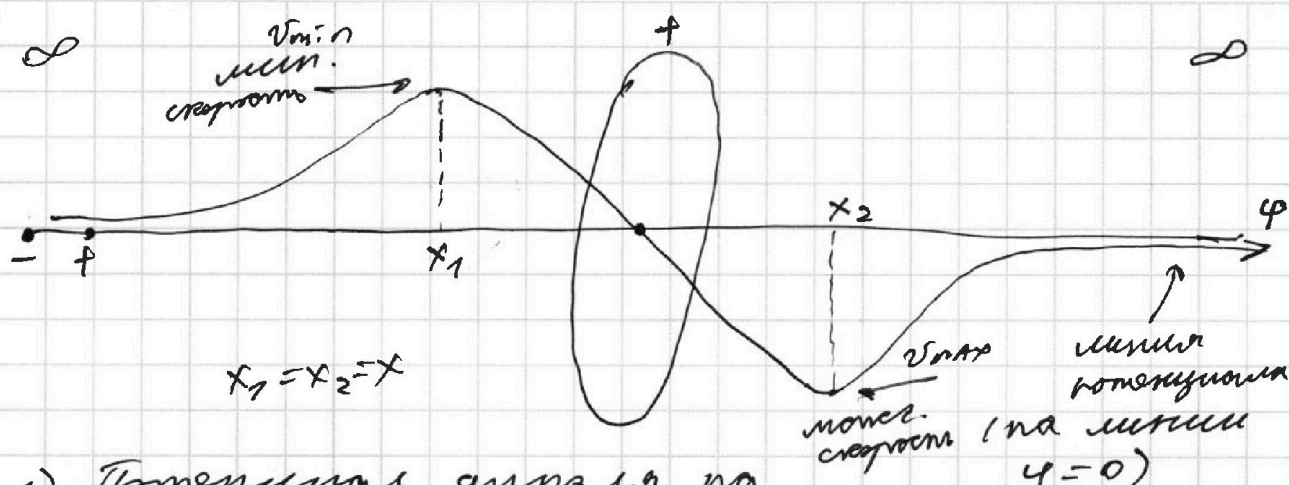


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



1) Потенциал гравитации на

и бесконечности 0 и в центре диска 0 (взаимодействие гравитации на бесконечности с диском 0) (поле симметричное)

2) Скорость гравитации на бесконечности равна скорости в центре диска

$$(3) \frac{mv_0^2}{2} + W_0 = \frac{mv_0^2}{2} + W_0 \Rightarrow v_0 = \frac{3}{2}v_0$$

3) Минимальная энергия $\frac{mv_0^2}{2}$ необходима для преодоления v_0 , тогда гравитация

прилетит тогда этой скоростью гравитация равнялась нулю в x_1 и вся кин. энергия перешла в W энергию взаимного с диском, как только гравитация перейдет эту точку, он начнет разгоняться до точки x_2 . Диск создаст симметрию (до макс. скорости)



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 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!

$$2. \quad \mathcal{E}_{i1} + \mathcal{E}_{i2} = 0$$

$$-L_1 \frac{dI}{dt} - L_2 \frac{dI}{dt} - \frac{nS_1 dB}{dt} = 0$$

$$-L_1 dI - L_2 dI - nS_1 dB = 0 \quad | \cdot dt$$

просуммируем до момента когда $B = B_i$

$$-L_1 I - L_2 I - (nS_1 B_i - nS_1 B_0) = 0 \quad | \cdot dt$$

$$-L_1 I dt - L_2 I dt - nS_1 B_i dt + nS_1 B_0 dt = 0$$

$$-L_1 d\varphi - L_2 d\varphi - nS_1 B_i dt + nS_1 B_0 dt = 0$$

просуммируем за всё время выкл. В:

$$\sum d\varphi = \varphi$$

$$-L_1 \varphi - L_2 \varphi - nS_1 \sum B_i dt + nS_1 B_0 \sum dt = 0$$

$\sum B_0 dt$ - это площадь под графиком $B(t)$

$$S = S_1 + S_2 \quad S_1 = \frac{B_0 + \frac{B_0 \cdot 2}{84}}{\frac{T}{84}} = \frac{B_0 + \frac{B_0}{4}}{\frac{T}{84}} = \frac{33 B_0}{24 \cdot 2} = \frac{33 B_0}{48}$$

$$S_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{T}{84} \cdot \frac{B_0 \cdot 2}{8} = \frac{B_0 T}{16} \quad S = \frac{33 B_0}{48} + \frac{B_0 T}{16} = \frac{265 B_0}{16}$$

$$S_1 = \frac{B_0 + \frac{B_0 \cdot 2}{84}}{\frac{T}{84}} = \frac{B_0 + \frac{B_0}{4}}{\frac{T}{84}} = \frac{33 B_0}{24 \cdot 2} = \frac{33 B_0}{48} \quad S_1 = \frac{B_0 + \frac{B_0 \cdot 2}{84}}{\frac{T}{84}} = \frac{B_0 + \frac{B_0}{4}}{\frac{T}{84}} = \frac{33 B_0}{24 \cdot 2} = \frac{33 B_0}{48}$$

$$= \frac{5}{4} B_0 \cdot \frac{T}{4} = \frac{5 B_0 T}{16}$$

$$S = \frac{33 B_0 T}{48} + \frac{B_0 T}{16} = \frac{34 B_0 T}{16} = \frac{17 B_0 T}{8} \quad S = \frac{5 B_0 T}{16} + \frac{B_0 T}{16} = \frac{3 B_0 T}{8}$$

$$-L_1 \varphi - L_2 \varphi - nS_1 \frac{17}{8} B_0 T + nS_1 B_0 T = 0$$

$$-L_1 \varphi - L_2 \varphi + \frac{5}{8} nS_1 B_0 T = 0$$

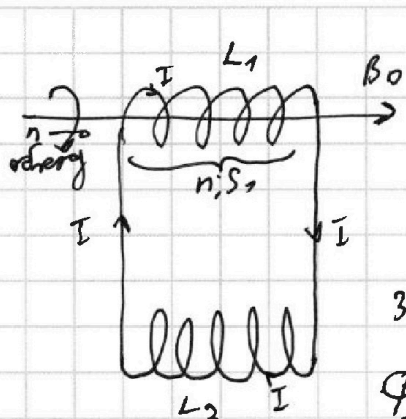


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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.

$$1) \sum \mathcal{E} = \sum \text{напряжений}$$

$$2) \mathcal{E}_{i1} + \mathcal{E}_{i2} = 0 \quad (IR=0, \text{ т.к. } R=0)$$

(так как генератор
компенсирует
один ток другим)

$$3) \mathcal{E}_{i1} = - \frac{d\Phi_1}{dt}$$

$$\Phi_1 = \Phi_{\text{св}} + \Phi_{\text{внеш.}}$$

$$\Phi_{\text{св}1} = L_1 I \quad \Phi_{\text{внеш.}} = B n S_1 \cos 0^\circ = B n S_1 \quad (\text{св. поле по полю})$$

$$\Phi_1 = L_1 I + B n S_1 \Rightarrow \mathcal{E}_{i1} = - \frac{d(L_1 I + B n S_1)}{dt} =$$

$$= - L_1 \frac{dI}{dt} - \frac{n S_1 dB}{dt}$$

$$4) \mathcal{E}_{i2} = - \frac{d\Phi_2}{dt} \quad \Phi_2 = \Phi_{\text{св}2}$$

$$\Phi_{\text{св}2} = L_2 I \quad \mathcal{E}_{i2} = - L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$5) \mathcal{E}_{i1} + \mathcal{E}_{i2} = 0 \Rightarrow - L_1 \frac{dI}{dt} - L_2 \frac{dI}{dt} - \frac{n S_1 dB}{dt} = 0$$

Умножим на всё время
врем. B.

$$- L_1 \Delta I - L_2 \Delta I - n S_1 \Delta B = 0$$

$$- L_1 I_0 - L_2 I_0 - n S_1 (0 - B_0) = 0$$

$$n S_1 B_0 = I_0 (L_1 + L_2)$$

$$I_0 = \frac{n S_1 B_0}{L_1 + L_2} = \frac{n S_1 B_0}{L + 3L} = \frac{n S_1 B_0}{4L}$$



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
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!

$$\frac{5}{8} n S_1 B_0 \tau = q (L_1 + L_2)$$

$$q = \frac{5 n S_1 B_0 \tau}{8 \cdot 4L} = \frac{5}{32} \frac{n S_1 B_0 \tau}{L}$$

Ответ: 1) $I_0 = \frac{n S_1 B_0}{4L}$

2) $q = \frac{5}{32} \cdot \frac{n S_1 B_0 \tau}{L}$

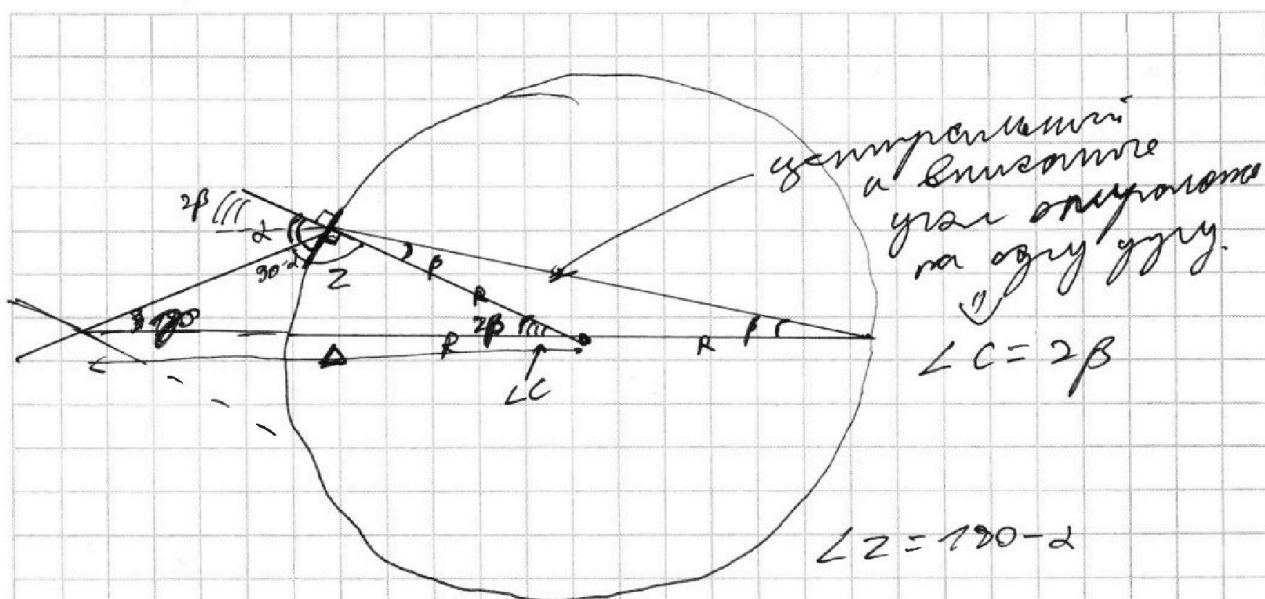


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!



3. сторона Δ $\sin \alpha = \alpha$ $\sin \beta = \beta$
1) $\alpha = n\beta$ Теорема синусов.

$$\gamma = 180 - \angle Z - 2\beta = \frac{\Delta}{\sin 180 - \alpha} = \frac{R}{\sin(\alpha - 2\beta) = \sin 180}$$

$$= 180 - 180 + \alpha - 2\beta = \alpha - 2\beta \quad \sin(180 - \alpha) = \sin \alpha$$

$$\frac{\Delta}{\alpha} = \frac{R}{\alpha - 2\beta}$$

$$\frac{R}{\Delta} = \frac{\alpha - 2\beta}{\alpha}$$

$$\frac{R}{\Delta} = 1 - \frac{2}{n}$$

$$\frac{1}{11} = 1 - \frac{2}{n} \quad n$$

$$\alpha = n\beta \quad \frac{\beta}{\alpha} = \frac{1}{n}$$

$$n = 11n - 22 \Rightarrow 22 = 10n \Rightarrow n = \frac{22}{10} = 2,2$$

Ответы: 1) $R = 0,5F$

2) $n = 2,2$

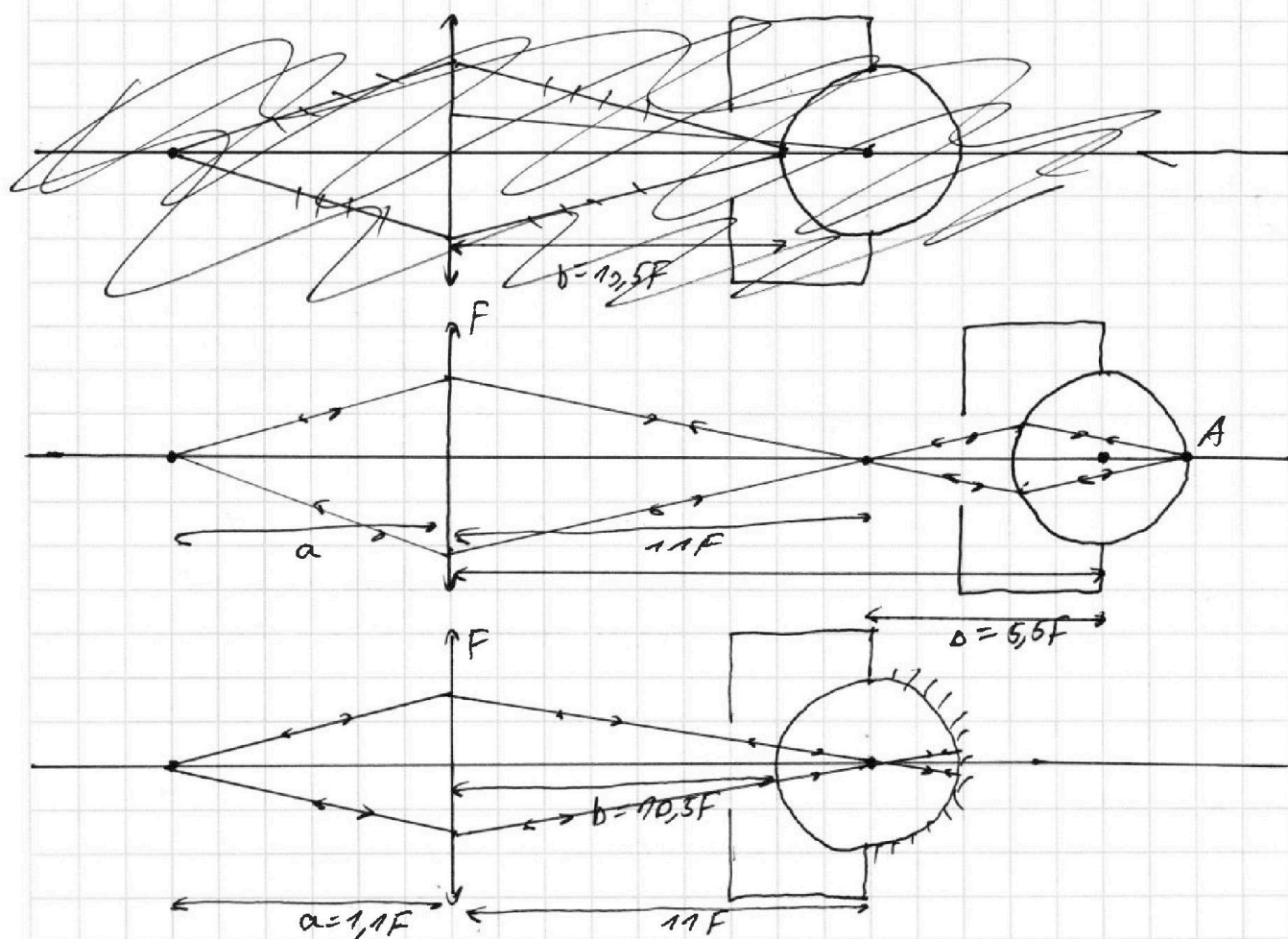


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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!



$$1) \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{10}{11F} + \frac{1}{f} \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{10}{11F} = \frac{11-10}{11F} = \frac{1}{11F}$$

$$f = 11F$$

2) Если луч попадает по нормали в шар, он не преломляется, а только отзеркаливается от зер. поверхности $\Rightarrow R = 11F - 10,5F = 0,5F$

3) Этот изображение вернулось под, этот луч отзеркаливается от крайней правой точки шара A (крат. макс.)



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!

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{10} + \frac{1}{f} = \frac{10}{11F} + \frac{1}{f} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{10}{11F} = \frac{11-10}{11F} = \frac{1}{11F}$$

$$\begin{array}{r} 11,5 \\ - 10,5 \\ \hline 0,5 \end{array}$$

$$90 - \alpha + 90 = 180 - \alpha$$

$$\frac{1}{f} = \frac{F}{11}$$

$$f = \frac{11}{F}$$

$$\frac{D}{\sin 180 - \alpha} = \frac{R}{\sin (180 - \alpha - 2\beta)}$$

$$\frac{D}{\sin \alpha} =$$

$$180 - \alpha - 2\beta$$

$$180 - \alpha - 2\beta$$

$$105$$

$$1 + \frac{1}{n} = \frac{D}{\alpha} = \frac{R}{2 + 2\beta}$$

$$1 + \frac{1}{n} = \frac{5}{n} \quad \frac{D}{R} = \frac{R}{D} = \frac{2 + 2\beta}{\alpha} = 1 + \frac{2\beta}{\alpha}$$

$$\frac{95}{5,5} = \frac{5}{55} \quad \frac{1}{11} = \frac{1}{11}$$

$$180 - 18 + \alpha - 2\beta$$

$$32 - 2\beta$$

$$6 - 8$$

$$\frac{6}{8} = \frac{3}{4}$$

$$\frac{95}{5,5} = \frac{5}{55} \cdot \frac{1}{11}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ + 273 \\ 97 \\ \hline 370 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ + 273 \\ 23 \\ \hline 306 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 105 \\ - 30 \\ \hline 75 \end{array}$$

$$\frac{6}{8} = \frac{3}{4}$$

$$\begin{array}{r} 370 \\ - 306 \\ \hline 64 \\ 672 \\ \hline 38 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ + 303 \\ 2 \\ \hline 612 \end{array}$$

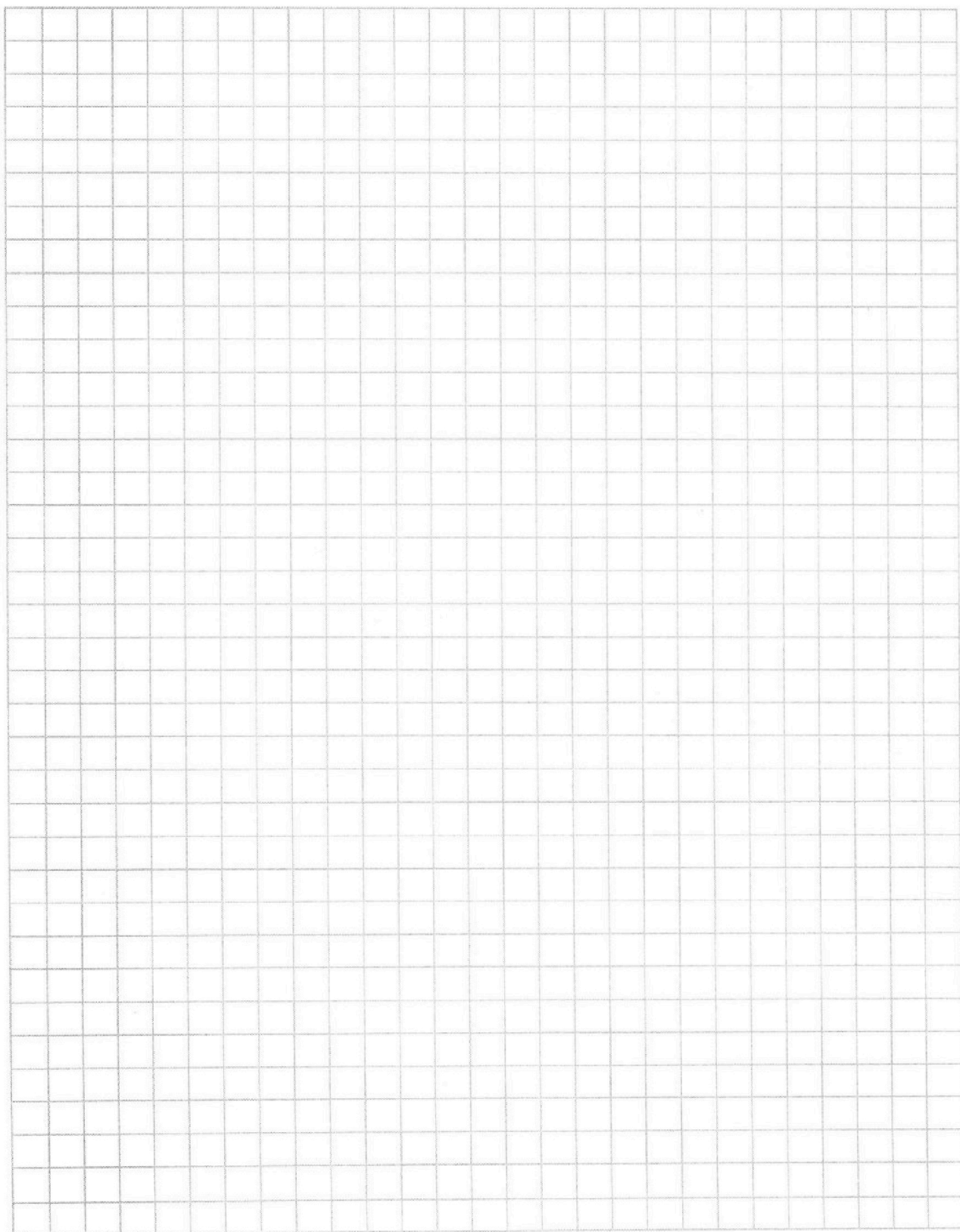


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!

$$p_0 = p_{св} + p_{п1} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{12} = \frac{1}{\sqrt{12}} \sin(\omega t) \quad \sin(\omega t) = \frac{\sqrt{12}}{12}$$

$$p_0 = p_{св1} + p_{п1} \quad t = 69^\circ \text{C} \quad \text{до } t = 33^\circ \text{C}$$

$$p_0 = p_{св2} + p_{п2} \quad p_{св1} V_0 = \nu R T_0$$

$$p_{св2} = p_0 - p_{п2} \quad p_{св2} V = \nu R T$$

$$p_{п2} \nu R T \downarrow$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ 105 \\ - 90 \\ \hline 15 \end{array} \quad \begin{array}{r} 11 \\ 273 \\ + 92 \\ \hline 365 \end{array} \quad \begin{array}{r} 11 \\ 273 \\ + 92 \\ \hline 365 \end{array}$$

$$x. \quad Ma = \mu mg + Kx$$

$$\frac{1}{4} = \frac{1}{12}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 273 \\ + 33 \\ \hline 306 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1 \\ 273 \\ + 33 \\ \hline 306 \end{array}$$

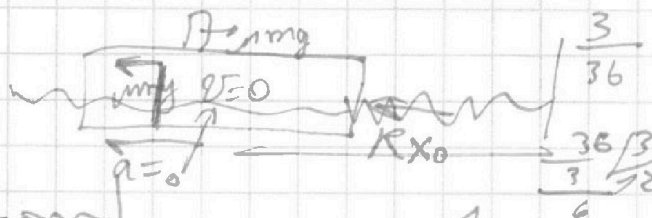
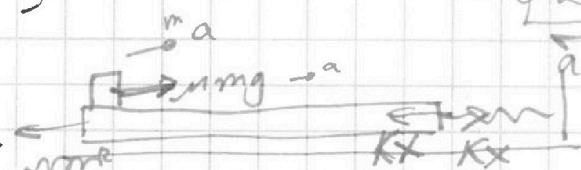
$$2 \cdot 0.5 \cdot 10 \frac{\sqrt{12}}{4} = \frac{2\sqrt{3}}{4}$$

$$\frac{6 - 3 \cdot 1}{36} = \frac{3}{36}$$

$$\frac{1}{12} = \frac{1}{\sqrt{12}} \sin \omega t \quad \frac{370}{306} \mid 306$$

$$\sqrt{\frac{K}{m \omega}} =$$

$$= \frac{36}{3}$$



$$\frac{36}{3} \quad 12 \quad \sqrt{12} \quad ma = \mu mg \quad a = \mu g$$

$$Ma = Kx - \mu mg$$

$$Ma + \mu mg = Kx$$

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

$$x(t) = A \sin(\omega t) + B \cos(\omega t)$$

$$0 = A + B \quad B = 0$$

$$x(t) = A \sin(\omega t)$$

$$v(t) = \omega A \cos(\omega t)$$

$$\frac{ma + \mu mg}{K} = \frac{2\sqrt{3}}{\omega} \sin \omega t \rightarrow t$$

$$v_0 = \omega A \quad A = \frac{v_0}{\omega}$$



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!

$$\frac{8^{\frac{1}{4}}}{1} + \frac{1}{4} = \frac{32+1}{4} = \frac{33}{4}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 33 \\ \hline 264 \end{array}$$

$$\frac{265}{16}$$

$$\frac{33^{\frac{1}{8}}}{2} + \frac{1}{16} = \frac{264+1}{16} = \frac{265}{16}$$

$$\frac{34}{16} - \frac{34/2}{14} = \frac{17}{8}$$

$$\frac{m(3v_0)^2}{2}$$

$$\frac{mv_{\max}^2}{2} + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_{\min}^2}{2} + \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\frac{m(3v_0)^2}{2} = \frac{mv_{\max}^2}{2} + \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\frac{14}{8} - 1 = \frac{17}{8} - \frac{8}{8} = \frac{9}{8}$$

$$16+1$$

$$\frac{8^2}{16} = \frac{3}{8}$$

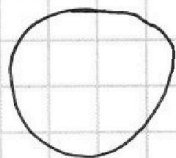
$$\frac{1}{1} + \frac{1}{4} = \frac{4+1}{4} = \frac{5}{4}$$

$$2 \cdot 2 = 4$$

$$1 - \frac{3}{8} = \frac{8}{8} - \frac{3}{8} = \frac{5}{8}$$

$$\frac{15}{2} + \frac{4^{\frac{1}{2}}}{5} =$$

$$\frac{9}{8} - \frac{1^{\frac{1}{2}}}{2} = \frac{9-4}{8} = \frac{5}{8}$$



$$\frac{5+8}{10} = \frac{13}{10} = \frac{4}{3}$$

$$\frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \frac{4}{10}$$

$$x(t) = A \sin(\omega t) + B \cos(\omega t) + x_0$$

$$x =$$