



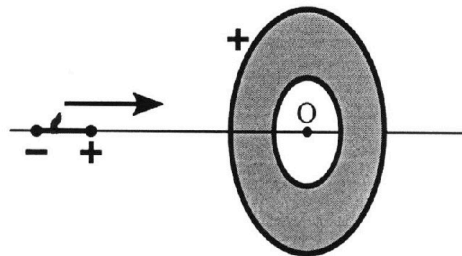
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



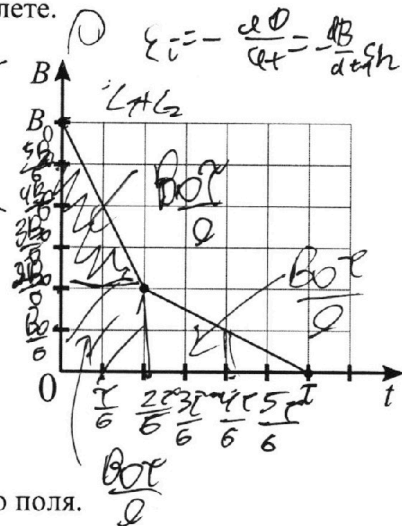
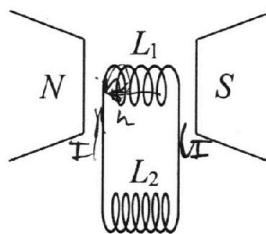
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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

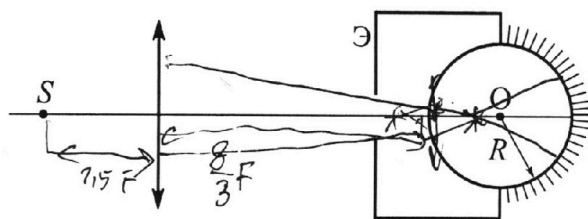
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 4L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



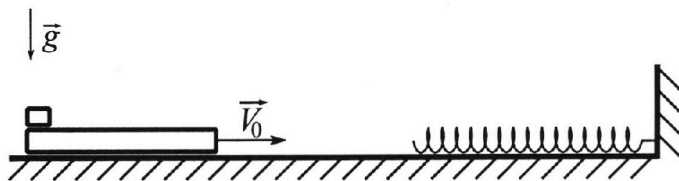
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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 лёгкую 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.

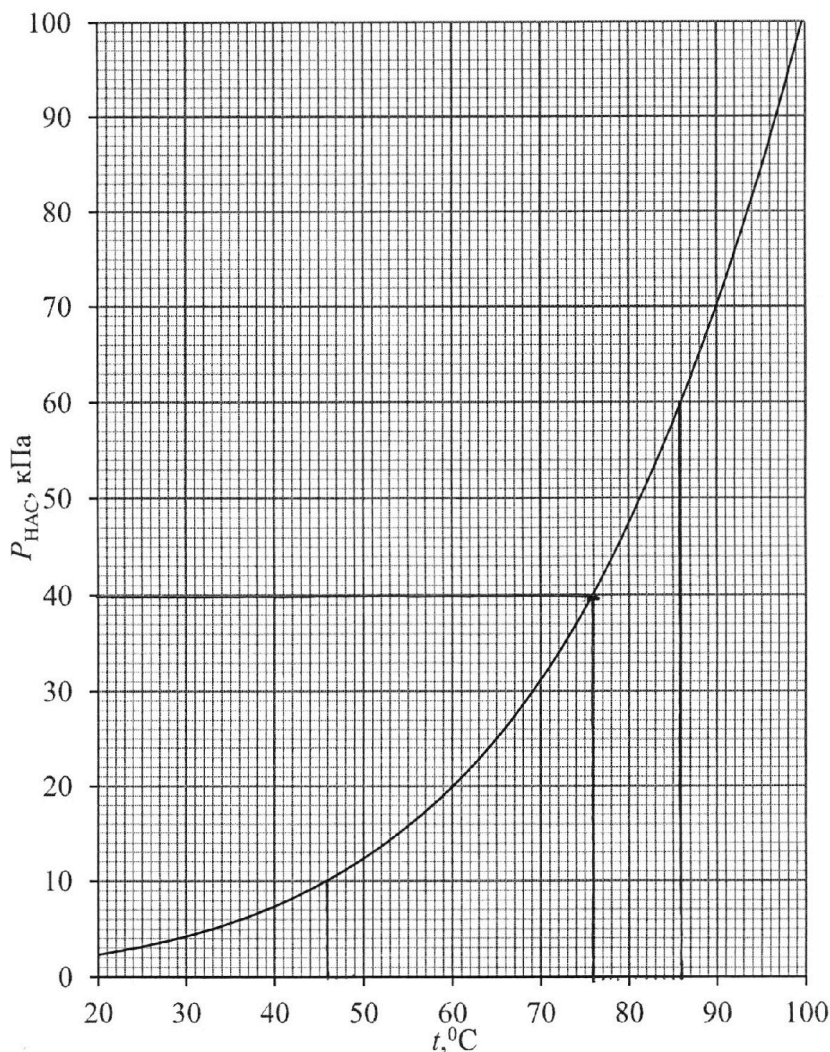


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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.





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

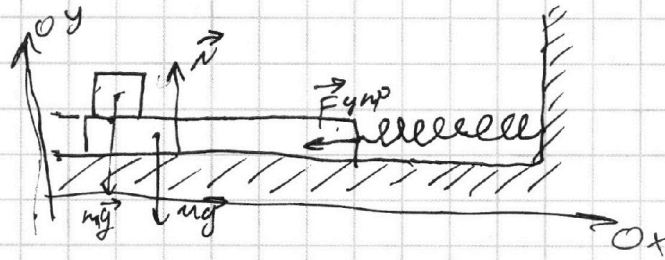
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N1

Дано:

$$k = 27 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Решение:



1) В момент прямо перед началом движения груза отн. доски

$$F_{\text{тр}} = mg\mu$$

перейдем в СО доски тогда в проекции на OX

$$ma = mg\mu$$

(второй закон Ньютона с нулевой ускорением)

$$a = g\mu$$

тогда

a - ускорение доски и груза,

$$F_{\text{супр}} = (m + M)a = k\Delta x$$

$$a = \frac{k\Delta x}{m + M}$$

(второй 3-й закон Ньютона для системы доска + груз на OX)

$$\begin{cases} a = \frac{k\Delta x}{m + M} \\ a = g\mu \end{cases}$$

$$g\mu = \frac{k}{m + M} \Delta x$$

$$\Delta x = \frac{m + M}{k} g\mu = \frac{27 \frac{\text{Н}}{\text{м}}}{27 \frac{\text{Н}}{\text{м}}} \cdot 0.03 = \frac{1}{3} \text{ м}$$



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.

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!

$$2) \quad K \Delta x = (m+m)a \quad a = -\ddot{x}$$

$$\Delta x = x$$

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

$$\ddot{x} = -\frac{Kx}{m+m}$$

$$\ddot{x} = -\frac{K}{m+m}x$$

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m+m}} - \text{частота колебаний до отрыва}$$

ЗСД:

$$\frac{m+m}{2}v_0^2 = \frac{K\Delta x^2}{2} + \frac{m+m}{2}v^2$$

~~v - скорость~~

v - скорость в

момент отрыва

(она одинакова для

доски и бруска)

$$v^2 = v_0^2 - \frac{K}{m+m}\Delta x^2$$

$$v = \sqrt{v_0^2 - \frac{K}{m+m}\Delta x^2} = \sqrt{3} \frac{v_0}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$$

$$\Delta x = \frac{1}{3}m$$

Поскольку ускорение в начале столкновения = 0, а скорость максимальна, то

$$x = A \sin(\omega t) \quad x = A \cos(\omega t) \quad A - \text{амплитуда}$$

$$\dot{x} = \omega A \cos(\omega t) \quad \dot{x} = -\omega A \sin \omega t$$

$$\ddot{x} = -\omega^2 A \sin \omega t \quad \ddot{x} = -\omega^2 A \cos \omega t$$

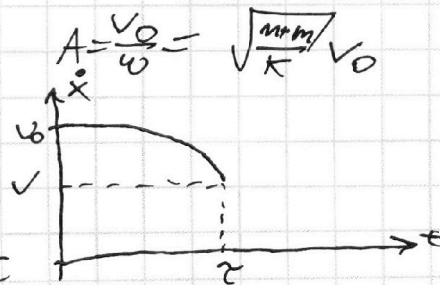
В начале столкновения $\omega t = 0 \quad \omega A \cdot \cos(0) = v_0$

Значит

$$v = v_0 \cos \omega t$$

$$\omega t = \arccos\left(\frac{v}{v_0}\right) = \arccos\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = \frac{\pi}{6}$$

$$t = \frac{\pi}{6\omega} = \frac{\pi}{6} \sqrt{\frac{m+m}{K}} = \frac{3}{6} \cdot \sqrt{\frac{3K}{24H}} = \frac{1}{6} c$$





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

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!

3)

после отрыва
 $Ma = k\Delta x - mg$ — где — 2-я 3-я ньютоны
 для доски

$$a = -\ddot{x} \quad \Delta x = x$$

$$\ddot{x} = -\frac{k}{m} \left(x - \frac{m}{k} g \right) \quad \omega' = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\ddot{x} = \left(x - \frac{m}{k} g \right) = -\frac{k}{m} \left(x - \frac{m}{k} g \right)$$

$$x - \frac{m}{k} g = B \cos(\omega' t + \delta) \quad \text{82}$$

$$\dot{x} = -\omega' B \sin(\omega' t + \delta)$$

$$\ddot{x} = -\omega'^2 B \cos(\omega' t + \delta)$$

В начале отрыва $x = B \cos \delta = \frac{m+m}{k} g \mu = \frac{1}{3} m$
 В момент отрыва $\dot{x} = v = \frac{\sqrt{37}}{2} v_0 = B \omega'$
 В конце δ — некоторый угол, он связан из-за того, что при $\omega' t = 0$ $x \neq 0$

$$x = B \cos(0 + \delta) = \frac{m+m}{k} g \mu = \frac{1}{3} m$$

$$\dot{x} = -B \omega' \sin(0 + \delta) = v = \frac{\sqrt{37}}{2} v_0 = \sqrt{37} \frac{m}{2}$$

$$B \cos \delta = \frac{m+m}{k} g$$

$$B \omega' \sin \delta = -\frac{\sqrt{37}}{2} v_0 \quad B \sin \delta = -\frac{\sqrt{37}}{2 \omega' m} v_0 = -\frac{\sqrt{37} v_0}{2 \sqrt{k}}$$

$$B = \sqrt{B^2 \cos^2 \delta + B^2 \sin^2 \delta} = \sqrt{\left(\frac{m+m}{k} g \right)^2 + \frac{3 v_0^2 m}{4 k}} = \frac{\sqrt{37}}{3} m$$

Тогда максимальное ускорение

(оно соответствует максимальному отклонению) $\cos(\omega' t + \delta) = 1$

$$a_{\max} = -\ddot{x} = \omega'^2 B = \frac{\sqrt{37}}{2} \frac{m}{c^2}$$

Ответ: 1) $\Delta x = \frac{m+m}{k} g \mu = \frac{1}{3} m$ 2) $\tau = \frac{\pi}{\omega'} \sqrt{\frac{m+m}{k}} = \frac{1}{6} c$ 3) $a_{\max} = \frac{\sqrt{37} m}{3 c^2}$



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!

N 2

Дано:

$$t_0 = 86^\circ\text{C}$$

$$P_0 = 150 \text{ кПа}$$

$$\varphi_0 = \frac{2}{3}$$

$$t = 46^\circ\text{C}$$

Ищем:

$$1) \varphi_0 = \frac{P_1}{P_{\text{н.п.}}} \quad P_1 = P_0 \pm 150 \text{ кПа} \quad \text{не подходит}$$

$$P_{\text{н.п.}} = 60 \text{ кПа (из графика)}$$

$$2) P_1 = 40 \text{ кПа} = \varphi_0 P_{\text{н.п.}} \quad \text{Затем упр-е Менделеева-Клапейрона для пара}$$

$$V P_{\text{п}} = \frac{m_{\text{п}}}{\mu_{\text{п}}} RT$$

$$P_{\text{п}} = p P_{\text{н.п.}} = P_{\text{н.п.}} \quad (\text{в случае } \varphi = 1)$$

Для воздуха сухого:

$$V P_{\text{в}} = \gamma_{\text{в}} RT$$

$$\text{тогда } P_{\text{п}} + P_{\text{в}} = \frac{RT}{V} \left(V_{\text{в}} + \frac{m_{\text{п}}}{\mu_{\text{п}}} \right) = P_0 \quad (\text{т.к.}$$

воздух под массивным поршнем)

$$V = \frac{RT}{P_0} \left(V_{\text{в}} + \frac{m_{\text{п}}}{\mu_{\text{п}}} \right)$$

$$P_{\text{п}} = \frac{m_{\text{п}}}{\mu_{\text{п}}} \frac{RT}{V} = \frac{P_0}{\frac{V_{\text{в}}}{V} + 1} \quad \frac{m_{\text{п}}}{\mu_{\text{п}}}$$

значит давление пара не меняется,

но меняется $P_{\text{н.п.}}$,значит надо найти по графику точку, где $P_{\text{н.п.}} = 40 \text{ кПа}$

$$t^* = 46^\circ\text{C}$$

$$3) \text{ По графику } P_{\text{нас}} \text{ при } t = 46^\circ\text{C}$$

$$P_{\text{нас}} = 10 \text{ кПа}$$

поскольку суммарное давление $P_{\text{п}} + P_{\text{в}} = P_0$

(т.к. массивный поршень создаёт постоянное давление)



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
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!

$$P_n + P_k = P_0$$

$$P_n = P_{ч.н} = 10 \text{ кПа}$$

$$P_k = 140 \text{ кПа}$$

в начале

давление воздуха

$$P_0 = P_0 - P_1 = 110 \text{ кПа}$$

Ур-е Менделеева-Клапейрона для воздуха (сухого)
при $t_0 = 86^\circ\text{C}$: $(P_0 - P_1) V_0 = \nu R (T_0 + t_0)$

$$\text{при } t = 46^\circ\text{C} \quad P_k V = \nu R (t + T_0) \quad T_0 = 273^\circ\text{C}$$

$$\frac{P_0 - P_1}{P_k} \cdot \frac{V_0}{V} = \frac{T_0 + t_0}{T_0 + t}$$

$$\begin{aligned} \frac{V}{V_0} &= \frac{P_0 - P_1}{P_k} \cdot \frac{T_0 + t}{T_0 + t_0} = \frac{110 \text{ кПа}}{140 \text{ кПа}} \cdot \frac{273 \text{ К} + 46 \text{ К}}{273 \text{ К} + 86 \text{ К}} \\ &= \frac{11}{14} \cdot \frac{319}{359} = \frac{3509}{5026} \approx 0,7 \end{aligned}$$

ОТВЕТ: 1) $P_1 = 40 \text{ кПа}$

2) $t^* = 46^\circ\text{C}$

$$3) \frac{V}{V_0} = \frac{3509}{5026} \approx 0,7$$



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!

Дано:

$$v_{min} = v_0$$

№ 3

Решение:



1) сначала "+" будет ближе ко всем элементам диска чем "-", значит диполь сначала будет отталкиваться, после пролёта "-" будет ближе ко всем элементам диска чем "+", значит диполь будет притягиваться

(или) Пусть энергия необходимая для достижения центра ΔW - это ΔW

Минимальная энергия сила действующая на

$$\text{диполь } F(x) = -(E(x)e) - E(x)q$$

диск симметричен относительно верт. оси, значит

сила действующая на диполь на расстоянии $-x$ до нуля и x одинаковы, тогда работа эл. поля

$$\int_{-\infty}^{+\infty} F(x) dx = \int_0^{+\infty} F(x) dx, \text{ значит}$$

чтобы учесть с $-\infty$ до $+\infty$ нужна энергия $2\Delta W$



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
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) для "диной" v_0

$$\frac{mv_0^2}{2} = \Delta W$$

3) для "диной" $2v_0$ (при пролёте через центр)

$$\frac{m(2v_0)^2}{2} = \Delta W + \frac{mu^2}{2}$$

$$u = \sqrt{3}v_0$$

2) минимальная скорость будет на $+\infty$, тогда 3)3

$$\frac{m(2v_0)^2}{2} = 2\Delta W + \frac{mu_{\min}^2}{2}$$

$$2mv_0^2 = mv_0^2 + \frac{m}{2}u_{\min}^2$$

$$u_{\min} = \sqrt{2}v_0$$

максимальная на $-\infty$ $u = 2v_0$

$$\Delta u = (u_{\max} - u_{\min}) = (2 - \sqrt{2})v_0$$

ответ: 1) $u = \sqrt{3}v_0$

$$2) \Delta u = (2 - \sqrt{2})v_0$$



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.

☐ 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!

Дано:

$L_1 = L$
 n, B

1) $I_0 = ?$

2) $q = ?$

Решение:

1) $\Phi = B S_1 n$ — поток через L_1

$$\frac{d\Phi}{dt} = -\mathcal{E}_i = S_1 n \frac{dB}{dt}$$

$$\mathcal{E}_i = -S_1 n \frac{dB}{dt} \rightarrow \text{AC индукции}$$

$$-S_1 n \frac{dB}{dt} = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$\mathcal{E}_i = L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$\mathcal{E}_i = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = -S_1 n \frac{dB}{dt}$$

$$(L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = -S_1 n \frac{dB}{dt} \quad | \cdot dt$$

$$(L_1 + L_2) dI = -S_1 n dB$$

$$(L_1 + L_2) I_0 = -S_1 n \Delta B$$

$$\Delta B = -B_0$$

$$I_0 = \frac{S_1 n B_0}{L_1 + L_2} = \frac{S_1 n B_0}{5L}$$

2) $I(L_1 + L_2) = -S_1 n (B - B_0)$

$$I = -\frac{S_1 n}{L_1 + L_2} (B - B_0) \text{ проинтегрируем по } dt$$

$$q = -\frac{S_1 n}{L_1 + L_2} \left(\int_0^{\tau} B dt - B_0 \tau \right)$$

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



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.

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!

$$\varphi = \frac{\sin n}{L_1 + L_2} \left(B_0 \tau - \frac{B_0 \tau}{3} \right) = \frac{2 B_0 \tau \sin n}{3(L_1 + L_2)} =$$
$$= \frac{2 B_0 \tau \sin n}{15L}$$

ОТВЕТ: 1) $I_0 = \frac{\sin n B_0}{5L}$

2) $\varphi = \frac{2 B_0 \tau \sin n}{15L}$



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.

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!

Дано:

$$a = 1,5F$$

$$b = \frac{8F}{3}$$

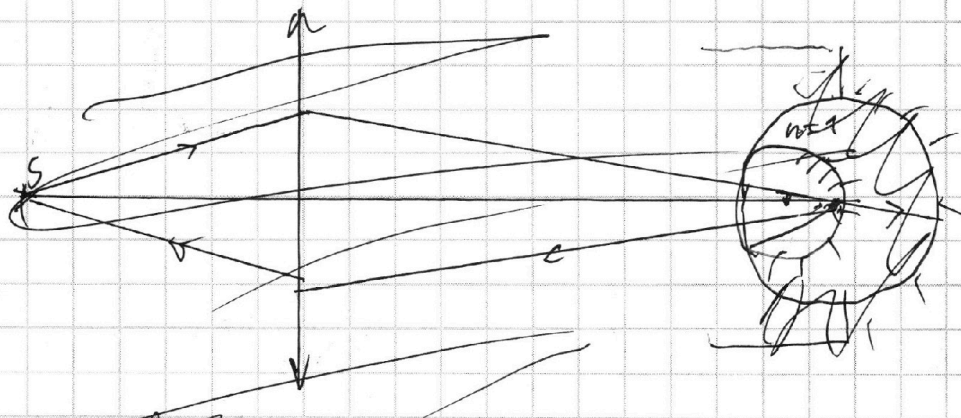
Решение:

Раз изображение совпадает
с источником при $n=1$,
то пусть $n=7$

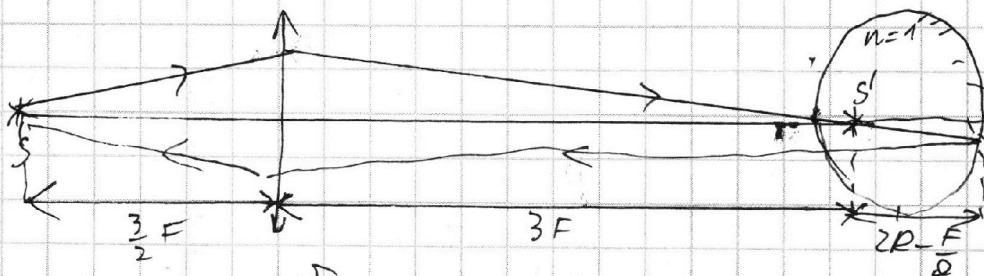
изображение в линзе

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \quad a = \frac{3}{2}F$$

$$f = 3F$$



НВ как



Зеркало будет работать как
обращающая линза с $F_0 = \frac{2}{R}$
и $d = 2R - \frac{F}{2}$



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

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!

Тогда:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f_3} = \frac{1}{f_0} = \frac{2}{R}$$

$$f_3 = \frac{f_0 d}{d - f_0} = \frac{\frac{R}{2} (2R - \frac{F}{2})}{\frac{3}{2}R - \frac{F}{2}}$$

После чего лучи пройдут через
милли

$$d' = \frac{8F}{9} + 2R - f_3$$

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

$$\frac{1}{d'} = \frac{1}{3F} \quad d' = 3F = \frac{8F}{9} + 2R - f_3$$

$$\frac{\frac{R}{2} (2R - \frac{F}{2})}{\frac{3}{2}R - \frac{F}{2}} = f_3 = 2R - \frac{1}{9}R$$

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

значит ~~R~~ $R = \frac{F}{18}$ или $R = \frac{F}{9}$

ответ $R = \frac{F}{9}$

~~но ясно, что луч должен идти~~

так, как в ответе симметрично относительно CO , значит

$R = \frac{F}{18}$ или если вы пересекаете CO в точке где

и 1 пойдет не есть зеркало, значит $R = \frac{F}{18}$

симметрично, (при $R = \frac{F}{9}$ симметрично при $n \neq 1$

а при $\frac{F}{9}$ он идет

вдоль радиуса (то есть проходит)

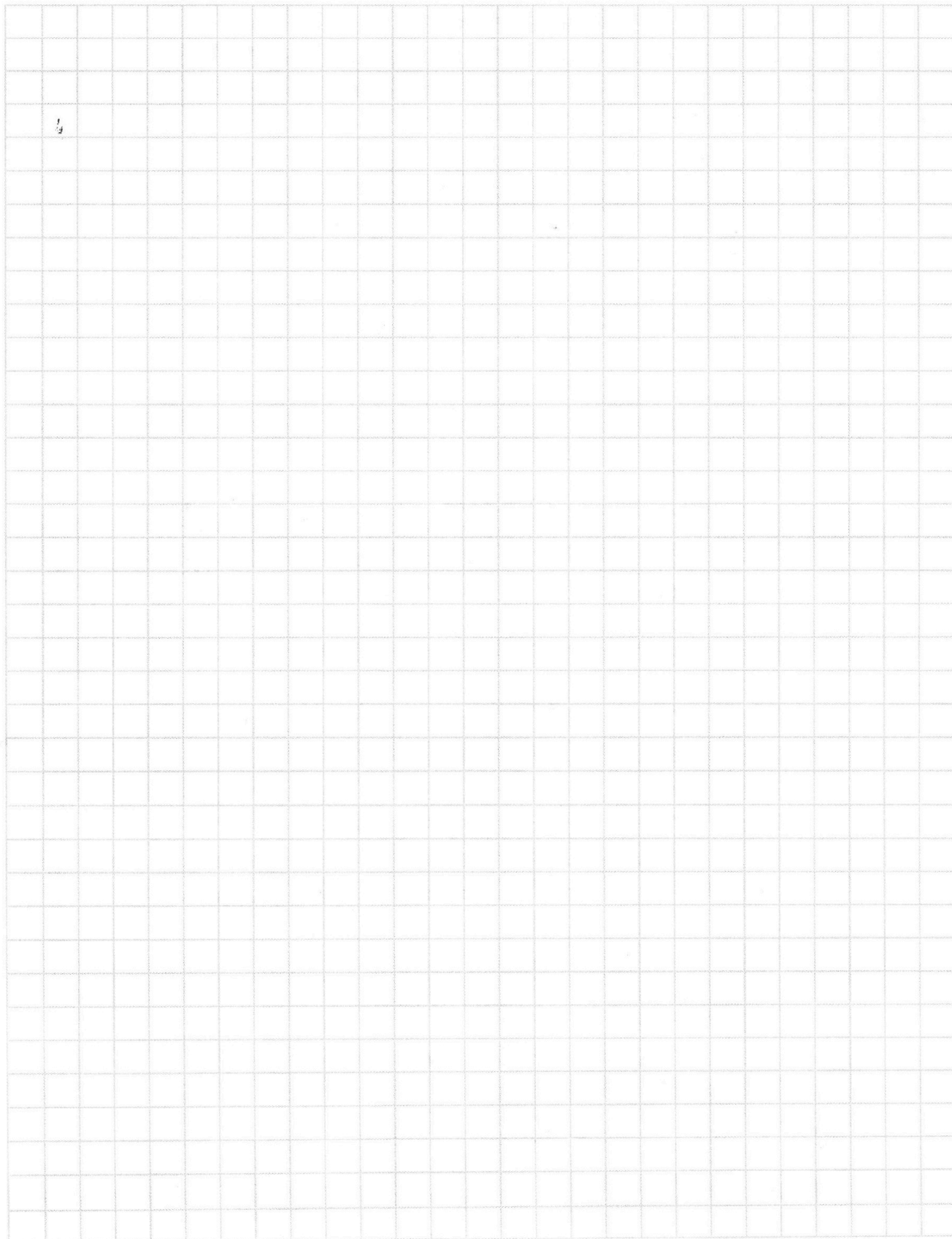


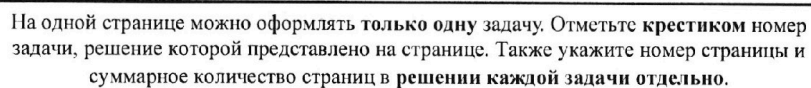
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!

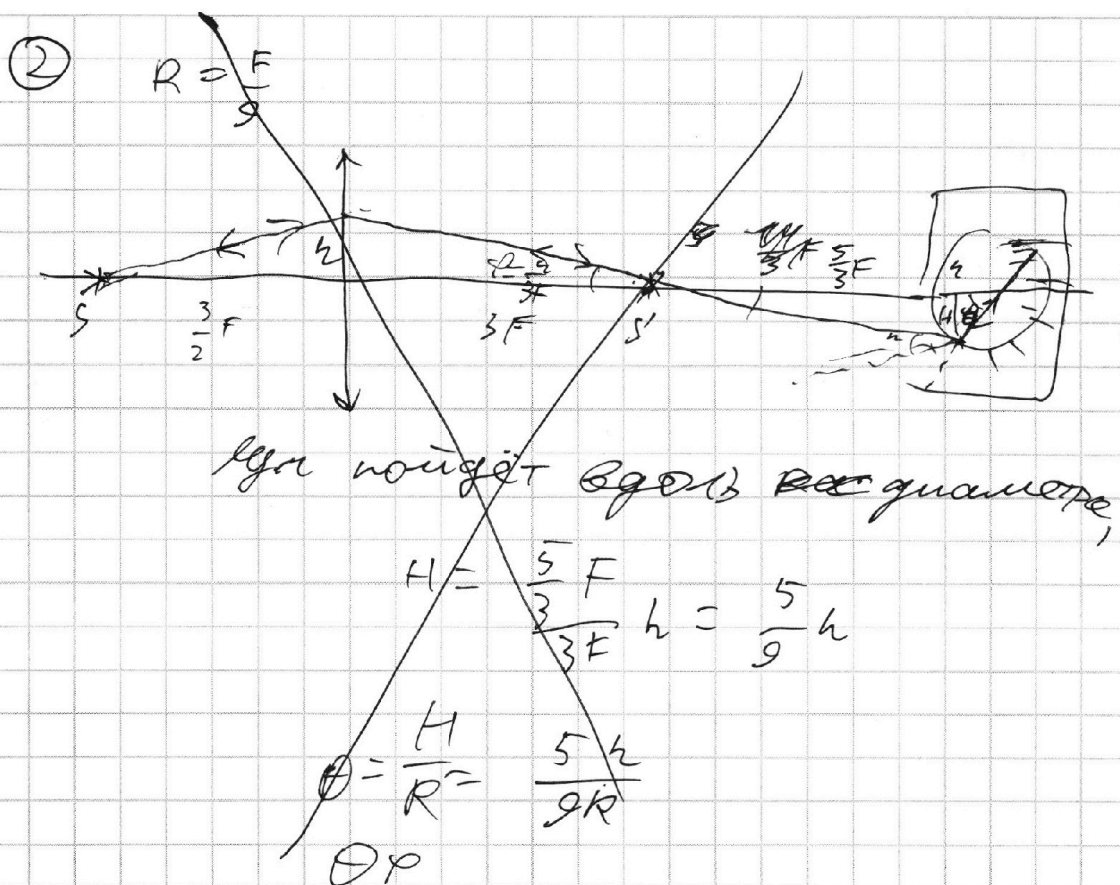




1 2 3 4 5 6 7

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!





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
☐

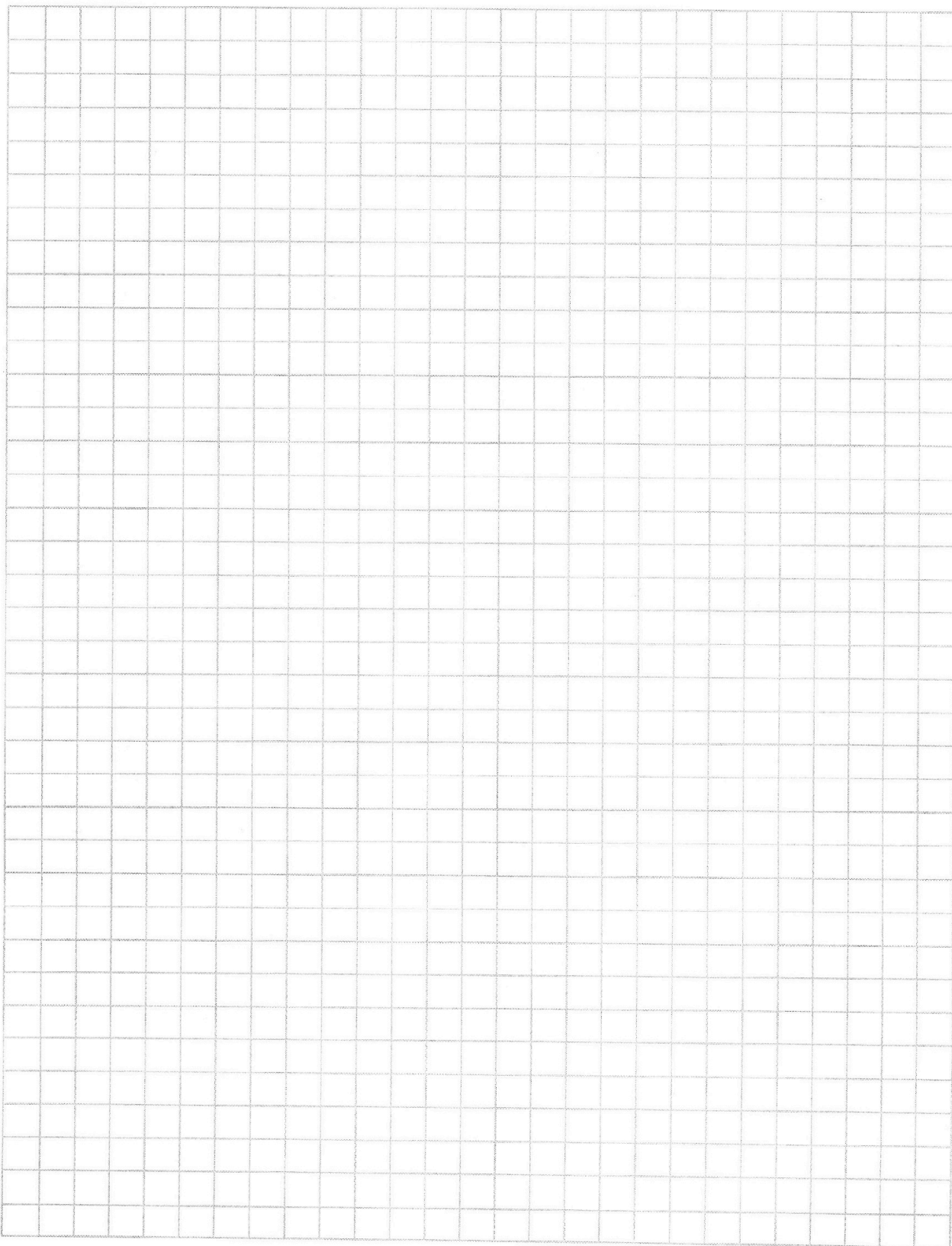
5
☐

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!



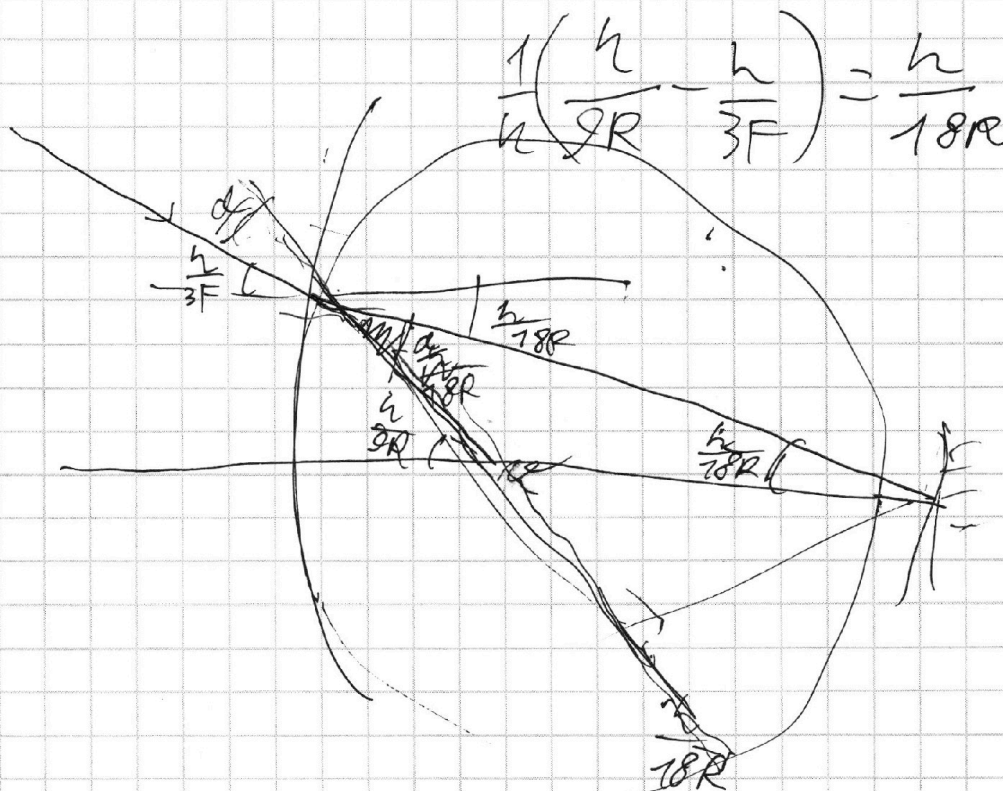


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$h \left(\frac{1}{3F} - \frac{1}{18R} \right) = \frac{h}{18R}$$
$$\frac{1}{18R} = \frac{1}{9R} - \frac{1}{3F}$$
$$2R = 3R + \frac{2F}{3}$$

$$\frac{1}{2R - \frac{F}{3}} + \frac{1}{F_3} = \frac{2}{R}$$
$$\frac{1}{F_3} = \frac{1}{F_0} - \frac{1}{d} = \frac{F_0 d}{d - F_0}$$
$$F_3 = \frac{F_0 d}{d - F_0}$$



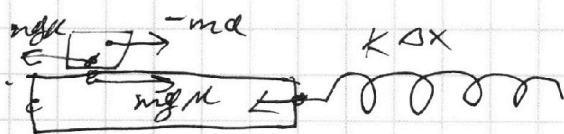
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ 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!

3)



$$\begin{cases} ma = kx - mg\mu \\ mg\mu = ma \end{cases}$$

$$a = \frac{kx}{m} - g\mu$$

$$\begin{cases} ma = kx - mg\mu \\ m\ddot{x} = kx - mg\mu \end{cases}$$

$$m\ddot{x} = m\ddot{x}$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{kx^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\begin{cases} mv = mv_0 - mg\mu t \\ mv_0 = kx - mg\mu t \end{cases}$$

$$\ddot{x} = -\frac{k}{m}x + \frac{m}{m}g\mu$$

$$\ddot{x} = -\frac{k}{m}\left(x - \frac{m}{k}g\mu\right)$$

$$x - \frac{m}{k}g\mu = A \sin(\omega t)$$

$$Aw = v_0$$

$$\dot{x} = A\omega \cos \omega t \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

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

$$\dot{x} = -A\omega \sin \omega t = -v_0 \sin \omega t$$

$$a = v_0 \omega = v_0 \sqrt{\frac{k}{m}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{27}{2}} = 3\sqrt{3} \cdot 2 = 36$$

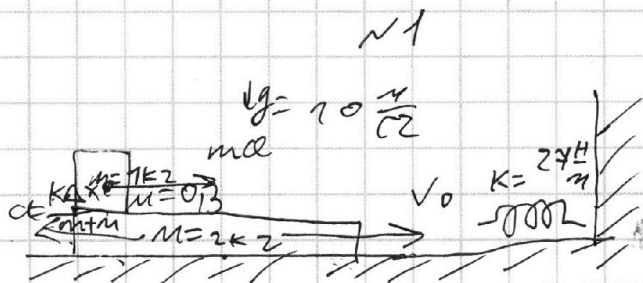


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\frac{27}{36} = \frac{3}{4}$$

$$1) - \mu a = \mu g \mu$$

$$ma = K\Delta x - mg\mu$$

$$ma = mg\mu$$

$$\frac{K\Delta x}{m+m} = g\mu$$

$$\frac{3}{27} \cdot 3 = 1$$

$$\Delta x = \frac{m+m}{K} g\mu = \frac{3K2}{27\frac{H}{m}} \cdot 3\frac{H}{C} = \frac{1}{3} m = 0,333 m$$

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

$$+ K\Delta x = (m+m)a$$

$$x'' = -a = -\frac{K}{m+m} \Delta x$$

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

$$\frac{K\Delta x^2}{2} =$$

$$\frac{K\Delta x^2}{2} = \frac{1}{2} \cdot 27 = \frac{3}{2} \cdot \frac{(\sqrt{3})}{2} = \frac{\pi}{6}$$

$$\frac{B}{2} = \frac{C}{2}$$

$$v = v_0 \cos(\omega t)$$

$$v_0 = 2\frac{H}{C}$$

$$v = \frac{H}{C}$$

$$\frac{m+m}{2} v_0^2 - \frac{K\Delta x^2}{2} = \frac{m+m}{2} v^2$$

$$t = \frac{1}{\omega} \arccos\left(\frac{v}{v_0}\right) = \sqrt{\frac{m+m}{K}} \frac{\pi}{6} =$$

$$v^2 = v_0^2 - \frac{K\Delta x^2}{m+m} = 4 - \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3} = 3 \frac{H^2}{C^2} = \frac{3}{2} \frac{H^2}{C^2} = \frac{1}{6} \frac{H^2}{C^2}$$

$$v = \frac{1}{\sqrt{6}} \frac{H}{C}$$

$$2A_2 v_0^2 = A_2 u_{\text{min}}^2$$



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**.

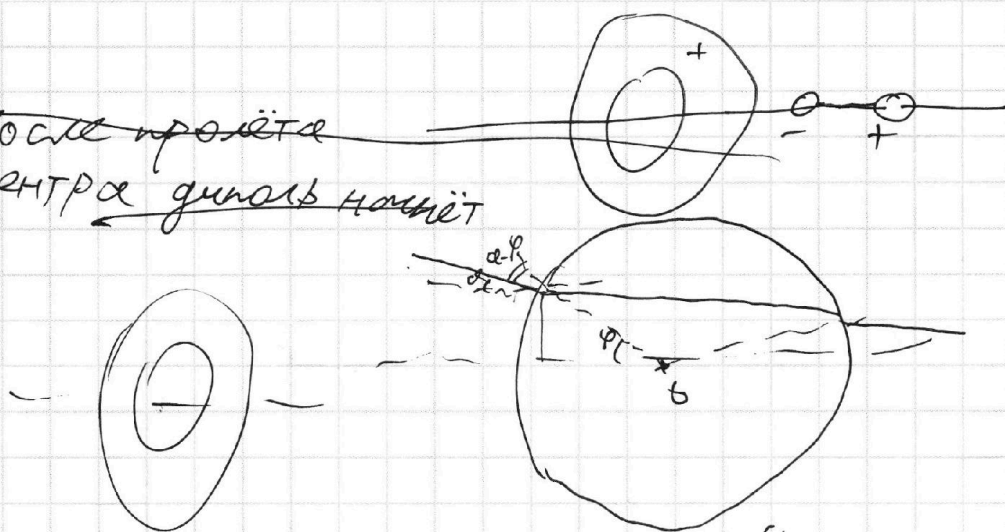
1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

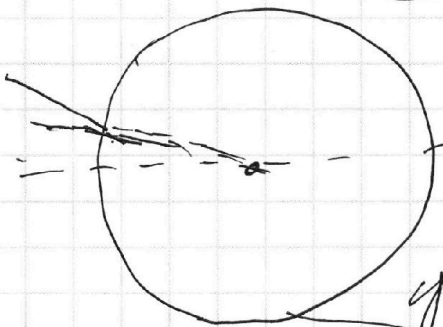
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

2)

После пролёта
центра димоль намет



$$\frac{1}{f} + \frac{1}{3f} = \frac{1}{3f}$$



$$F = \frac{Rn}{n-1}$$

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

$$\frac{R}{R(1 - \frac{1}{n})h} = \frac{F-R}{h}$$

