



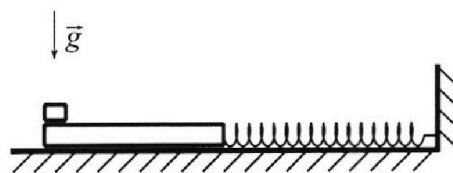
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Длинную доску массой $M = 2$ кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 50$ Н/м, прикреплённая к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Доску отпускают, она начинает движение, а брусок начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первый раз, относительное движение бруска по доске прекращается. 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.

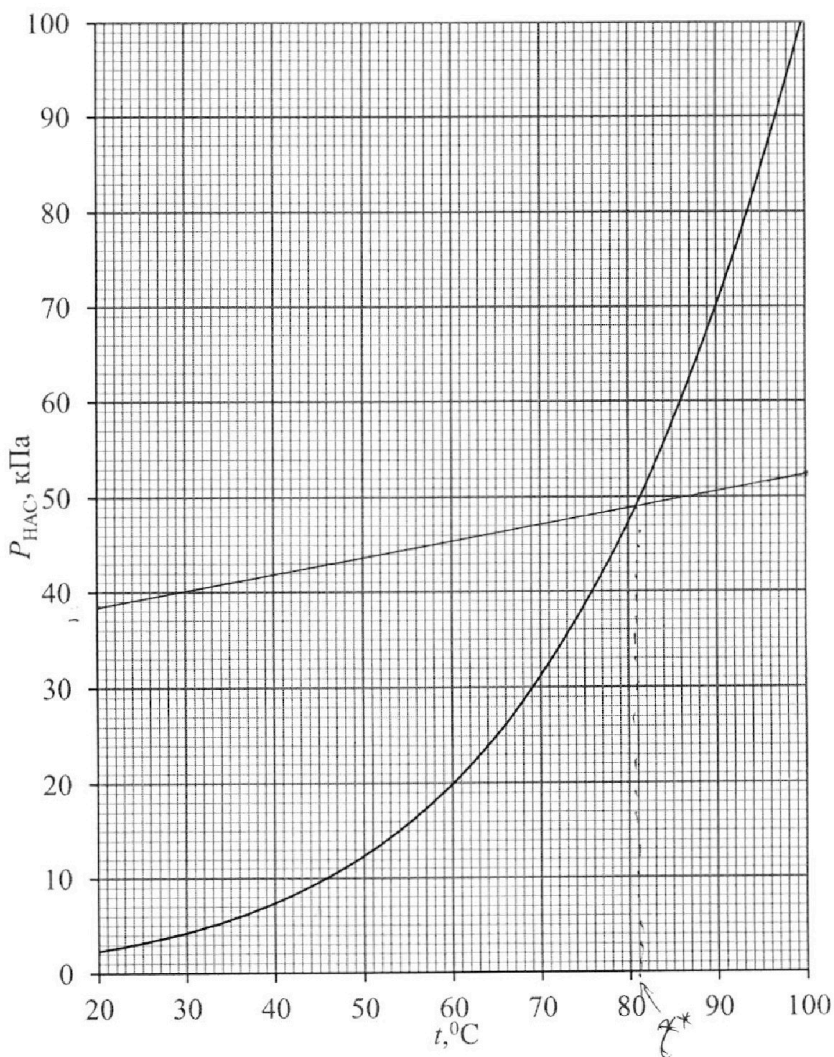


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °C и жидкая вода. Масса жидкой воды в 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 97$ °C. В результате вся вода превращается в пар. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти отношение масс пара в конце и в начале нагревания.
- 2) Найти температуру t^* , при которой прекратится испарение воды.
- 3) Найти относительную влажность ϕ в конце нагревания.

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





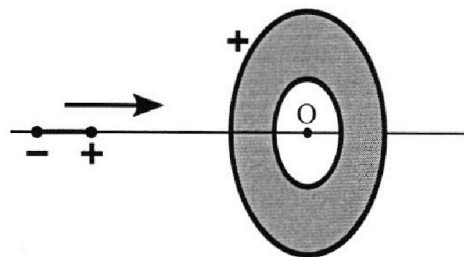
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

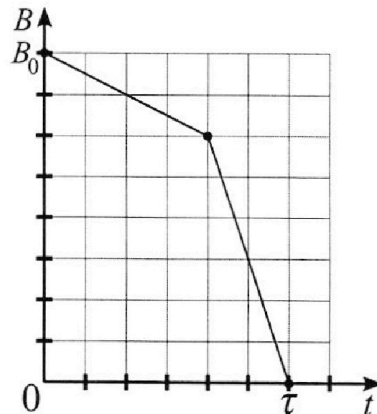
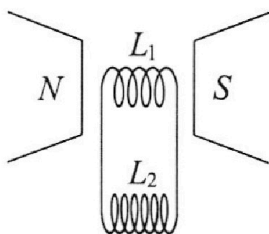


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется 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 . Заряды диполя уменьшают по модулю в 2 раза и сообщают диполью начальную скорость V_0 .



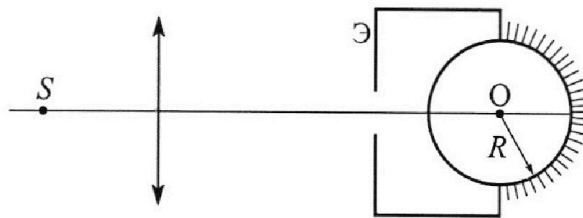
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $L_2 = 6L$ 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_2 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_2 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы расположены центр O прозрачного шара радиуса R и точечный источник S (см. рис.). Расстояние между источником S и центром линзы $a = 2R$. 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 $b = 7R$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти фокусное расстояние линзы F .

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы уменьшилось на $\Delta = 4R$, 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.

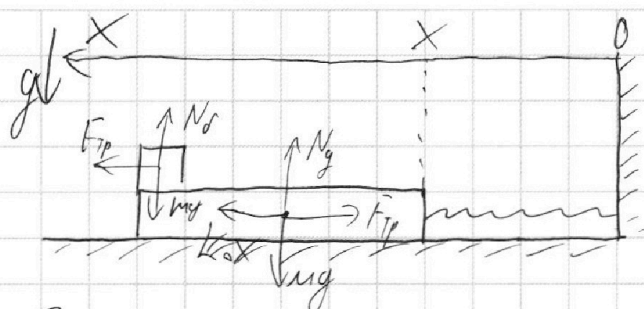


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



При прощании звониле доски относительно друг друга между ними не возникает сила трения $F_{тр} = N_0 \mu = 0$

Запишем II ЗМ для пружины и доски на горизонтальную ось, x - расстояние или смещение пружины, a_x - ускорение доски

доска: $O_x: m a_x = k x - m g$ (1)

пружина: $O_x: m a_x = m g$ (2)

Если относительные ускорения пружины и доски равны 0 $\Rightarrow a_x = a_x$
 $\Rightarrow$ из (1) в (2) $m g = k x - m g \Rightarrow x = \frac{(m g + m g)}{k}$
 $x = \frac{2 m g}{k} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 9.8}{50} = 3.92$

из условия: в момент когда $a_x = 0$, прекращается отн. движение пружины и доски $\Rightarrow F_{тр}$ превращается в 0 $\Rightarrow$ из (1) $\Rightarrow$ пружина в этот момент не деформирована

Обозначим z - координату края доски у пружины
 l_0 - длина недеформированной пружины.
 тогда:

$$m \ddot{x} = k(l_0 - x) - m g$$

$$m \ddot{x} + k x + m g - k l_0 = 0$$

$$m \ddot{x} + k x = 0$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{m} x = 0 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

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

$$x = \Delta x + x_0; x_0 = \frac{k l_0 - m g}{k}$$



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 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!

читалик

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

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

$$\ddot{x} = -A \omega^2 \sin(\omega t + \varphi)$$

$$\text{В момент } t=0 \Rightarrow \dot{x}=0$$

$$\Rightarrow \cos(\omega t + \varphi) = 0 \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$$

В момент когда грузик
 $t = t_1$

на первый раз станет недеформированным

$$\Rightarrow \dot{x} = 0 \Rightarrow \sin(\omega t_1 + \varphi) = 0 \Rightarrow \omega t_1 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow t_1 = \frac{\pi}{2\omega}$$

$$\text{из 1): скорость груза в этот момент } V_g = \max \dot{x} =$$

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

$$\text{Скорость груза в этот момент } \dot{x} = A \omega \cos(\omega t_1 - \varphi) = A \omega$$

$$\Rightarrow \text{по условию } V_g = V_{\text{пруж}} \Rightarrow \dot{x} = \max \frac{\pi}{2\omega} = A \omega$$

$$\Rightarrow \frac{\max \pi}{2\omega^2} = A \Rightarrow A = \frac{\max \pi m}{2k} = \frac{m g \pi}{2k}$$

нач. деформация
пруж. или
гравитационн.

$$x_{\text{пруж}} - \text{нач. стат. деформация} = l_0 - x_{\text{нач}}$$

$$x_{\text{нач}} = \frac{k l_0 - m g}{k} - A = l_0 - \frac{m g}{k} - A$$

$$\Rightarrow x_{\text{пруж}} = \frac{m g}{k} + \frac{m g \pi}{2k}$$

$$\text{В момент } t_0 \text{ ускорение груза: } \ddot{x} = A \omega^2 = \frac{k}{m} \cdot \frac{m g \pi}{2k} = g \frac{\pi}{2}$$

$$(a_{g_{\text{нач}}} = \ddot{x} = g \frac{\pi}{2} = 0,3 \cdot 10 \frac{3}{2} = \frac{9}{2} = 4,5 \text{ м/с}^2)$$



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.

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!

задача

3) при $a_{\text{дв}} = a_{\text{дв}} \text{ ст.к.}$ ^{в момент t_2} ~~уменьшается~~ ^{увеличивается} ~~нужно~~

$$a_{\text{дв}} = g_{\text{дв}}; a_y = \ddot{x} = -A\omega^2 \sin(\omega t_2 - \frac{\pi}{2}) \Rightarrow \sin(\omega t_2 - \frac{\pi}{2}) = -\frac{g_{\text{дв}}}{A\omega^2}$$

Скорость груза в момент t_2

$$\dot{x} = A\omega \cos(\omega t_2 - \frac{\pi}{2})$$

$$V_y = \dot{x} = A\omega \sqrt{1 - \sin^2(\omega t_2 - \frac{\pi}{2})} = A\omega \sqrt{1 + \frac{g_{\text{дв}}}{A\omega^2}} = A\sqrt{\omega^2 + \frac{g_{\text{дв}}}{A}}$$

$$V_y = \frac{\mu M g_{\text{дв}}}{2k} \sqrt{\frac{k}{\mu} + \frac{g_{\text{дв}}}{\mu M g_{\text{дв}}}} = \frac{\mu M g_{\text{дв}}}{2k} \sqrt{\frac{k}{\mu} (1 + \frac{2}{\mu})} = \frac{\mu g_{\text{дв}}}{2} \sqrt{\frac{\mu}{k} (1 + \frac{2}{\mu})}$$

$$= \frac{9.8}{2} \sqrt{\frac{1.5}{k \cdot 3}} = \frac{9.8 \cdot 70 \cdot 3}{2} \sqrt{\frac{2.5}{50 \cdot 3}} = \frac{9}{2} \sqrt{\frac{70}{50 \cdot 3}} = \frac{9}{2} \sqrt{\frac{1}{15}}$$

$$= \frac{9\sqrt{15}}{2 \cdot 15} = \frac{3\sqrt{15}}{2.5} = \frac{3\sqrt{15}}{70} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: 1) $\dot{x} = 0,78 \text{ м/с}$;

2) $a_{\text{дв}} = 4,8 \text{ м/с}^2$

3) $V_y = \frac{3\sqrt{15}}{70} \frac{\text{м}}{\text{с}}$



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 ☐

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) Пусть в начале в сосуде m -масса пара и m_m -масса воды
В конце вся вода испарилась и масса пара $-m$
 $\Rightarrow \frac{m_{\text{пар}}}{m_{\text{в}}} = \frac{m}{m} = 1$

2) m -мольная масса воды:

уравнение Клапейрона для начала

$$P_1 V = \frac{m}{M} R (T_0 + t_0) (1), \text{ где } T_0 = 273 \text{ K}, V - \text{объём сосуда,}$$

Объёмом жидкости в P_2 -уов на пар при t_0
сосуде прекратился из условия: $P_2 = 3,5 \text{ kPa}$

В момент t_0 пар прекратился испарение
воды т.к. это происходит медленно, то можно
считать его пар находится с жидкостью в
равновесии $\Rightarrow$ он насыщен

$$\text{Потери: } P_2 V = \frac{m}{M} R (T_0 + t^*) (2), \text{ где } P_2, t^* - \text{давление и}$$

температура насыщенного пара в момент
прекращения испарения жидкости.

$$(1) : (2) \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{m}{m} \frac{T_0 + t^*}{T_0 + t_0} \Rightarrow P_2 = \frac{m}{m} \frac{P_1 (T_0 + t^*)}{T_0 + t_0} = \frac{m}{m} \frac{P_1 T_0}{T_0 + t_0} + \frac{m}{m} \frac{P_1 t^*}{T_0 + t_0}$$

$$P_2 = \frac{72 \cdot 3,5 \text{ kPa}}{300 \text{ K}} \cdot 273 \text{ K} + \frac{72 \cdot 3,5 \text{ kPa}}{300 \text{ K}} t^*$$

$$P_2 = \frac{42 \cdot 273}{300} \text{ kPa} + \frac{72 \cdot 3,5}{500} t^*$$

$$P_2 = 38,22 \text{ kPa} + 0,74 \frac{\text{K}}{\text{K}} t^*$$



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!

46 ставик

Проведём также $p_{2(1)}$ на графике $p_{\text{исх}}(t)$. Оси
вертикаль график в точке при $t = t^* \approx 167^\circ\text{C}$

3) В кинке находится газ. Газовое давление на поверхности
уравновешивает:

$$p_{\text{кин}} V = \frac{m}{M} R (T_0 + t) \quad (3) \quad 3/ : (1) \Rightarrow \frac{p_{\text{кин}}}{p_1} = 72 \frac{T_0 + t}{T_0 + t_0}$$

$$\Rightarrow p_{\text{кин}} = 72 p_1 \frac{T_0 + t}{T_0 + t_0} = 72 \cdot 3,5 \text{ Па} \cdot \frac{273 + 97}{273 + 27} = 42 \text{ Па} \cdot \frac{370}{300} = 51,8 \text{ Па}$$

из графика при $t = 97^\circ\text{C}$ газ. давление на с. кин

$$p_{\text{кин}} = 97 \text{ Па}$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{p_{\text{кин}}}{p_{\text{исх}}} = \frac{51,8 \text{ Па}}{97 \text{ Па}} = \frac{7 \cdot 37}{5 \cdot 73} = \frac{37}{65}$$

Ответ: 1/ 72 ; 2/ $t^* = 167^\circ\text{C}$; 3/ $\rho = \frac{37}{65}$



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.

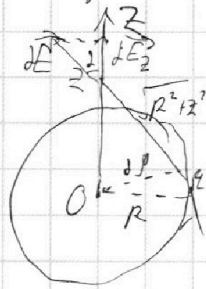
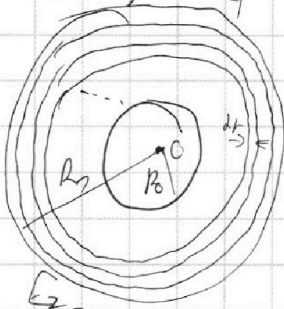
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
7 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!

Числитель

Полный радиальный заряд термический
можно представить как много очень
тонких слоев сферической и сферической
заряд $\lambda = 0.1$, где 1 - радиус сферы.



Найдем как зависит
компонента поля E_z
от расстояния z вдоль оси
от 0 .

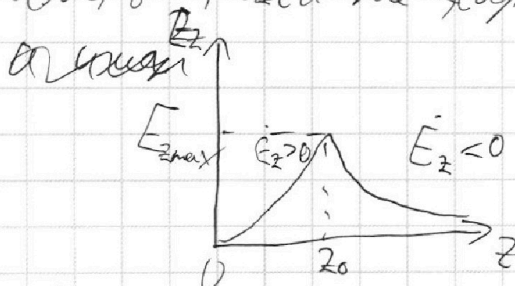
$$\int E_z = dE \cdot \cos \alpha = \frac{\lambda R \cos \alpha}{R^2 + z^2} = \frac{\lambda R d\alpha}{(R^2 + z^2)^{3/2}}$$

$$\Rightarrow E_z = \frac{\lambda R 2\pi z}{(R^2 + z^2)^{3/2}} \quad \text{и } \pi R \cos \alpha$$

$\Rightarrow$ ~~Зависит от расстояния от всех слоев~~

$$\Rightarrow E_{z \max} = \frac{2\pi \lambda R^2}{(R^2 + z^2)^{3/2}} \Rightarrow \frac{2\pi \lambda R^2}{R^3} = \frac{2\pi \lambda}{R}$$

И.к. ука. Это место где заряд
то в силу суперпозиции E_z слоев радиально
на ось Oz для ука E_z будет
иметь такой же характер как и зависимость E_z



при $z \ll R$ зависимость линейна
при $z \gg R$ E_z как от точеч-
ного заряда.
 z_0 - расстояние при $E_{z \max}$

Рассмотрим силы действующие на элемент
при его ука E_z при зависимости от



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
☐

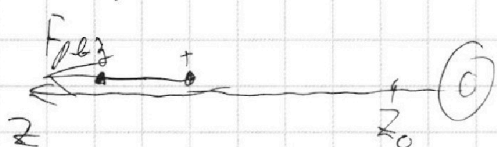
7
☐

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!

читавик

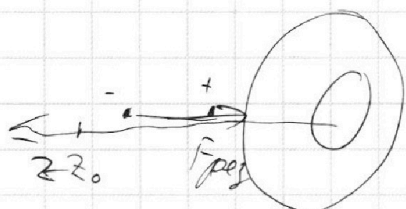
При $z > z_0 \Rightarrow E_z < 0 \Rightarrow$ напряженность E_z у ленточн.



марки больше чем у отриц. $\Rightarrow$ сила отталкивания больше сил притяжения $\Rightarrow$

$\Rightarrow F_{рез}$ направлена от диска и ускорит тормозит.

При $z < z_0 \Rightarrow E_z > 0 \Rightarrow$ напряженность E_z у ленточн. марки меньше чем у отриц.



$\Rightarrow$ сила притяж. больше сил отталкивания

$\Rightarrow$ диск будет разгоняться

Поскольку чтобы лент. зарядов диска была минимальна по краям через диск. $\Rightarrow$

при $z = z_0$ скорость диска должна быть равна 0

1) Если диск с центром находится в ЧО,

$\Rightarrow$ марки расположены в силу симметрии

в точках с одинаковой потенциальной, т.к.

заряды марок противоположны $\Rightarrow$ энергия взаимодействия

диска и диска равна 0 $\Rightarrow$ из 3.С2: $\frac{m_2 V_0^2}{2} = \frac{m_1 V_1^2}{2}$, где

V_1 — скорость диска при краеве через ЧО $\Rightarrow V_1 = V_0$ и не зависит от перем. между зарядами марок.

2) $V_{max} = V_0$, $V_{min} = 0 \Rightarrow V_{max} - V_{min} = V_0$

Ответ: 1) $V_1 = V_0$; $V_{max} - V_{min} = V = V_0$



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 ☐

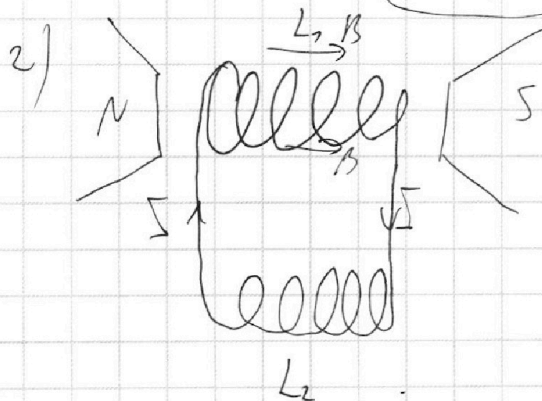
СТРАНИЦА
7 из 2

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) В начальный момент ток магнитного поля через катушку 2 равен нулю, а через катушку 1 равен $P_0 = B_0 S_1 h$

П.к. катушки соеврзанные $\Rightarrow$ маг. сума магнитного потока в катушках постоянна и равна P_0 . После выключения магнитного поля в катушках с ним течет индуцированный ток I_0 и магнит. поток в них $P_1 = 6L \cdot I_0 + L I_0 \Rightarrow 7L I_0$

$$\Rightarrow 7L I_0 = B_0 S_1 h \Rightarrow I_0 = \frac{B_0 S_1 h}{7L}$$



В начальный момент времени катушка создает поле B_H а ток в катушке $I \Rightarrow B_0 S_1 h = B_H S_2 h + I \cdot 7L$ (2)

Поток в катушке магнитное поле B

уменьшается $B = k$ Возьмем производную от

$$B_0 S_1 h = B_H S_2 h + I \cdot 7L$$

$$\Rightarrow \text{из (1)} \Rightarrow I = \frac{B_0 S_1 h - B_H S_2 h}{7L}$$

$$I = \frac{dQ}{dt} \Rightarrow dQ = \frac{B_0 S_1 h - B_H S_2 h}{7L} dt$$

$$\int_0^Q dQ = \frac{B_0 S_1 h}{7L} \int_0^t dt - \frac{S_2 h}{7L} \int_0^t B_H dt$$



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!

числовая

$\int_{B_{H1}} dt$ - численные равенства между нуль графикам

B_{H1} . По графику считаем площадь в клеточках

$$\rightarrow 34_{\text{кл}} \Rightarrow \int_{B_1} dt = 34 \cdot \frac{10}{8} \cdot \frac{\pi}{6} = \frac{34}{48} B_0 \tau = \frac{17}{24} B_0 \tau$$

ищем:

$$[Q = \frac{B_0 S_1 h}{7L} \tau - \frac{S_2 h}{7L} \cdot \frac{17}{24} B_0 \tau = \frac{B_0 S_1 h \tau}{7L} \left(1 - \frac{17}{24} \right) = \frac{7 B_0 S_1 h \tau}{2 \cdot 24 L} - \frac{B_0 S_2 h \tau}{24 L}]$$

$$\text{Ответ: 1) } I_0 = \frac{B_0 S_1 h}{7L}; 2) Q = \frac{B_0 S_1 h \tau}{24 L}$$

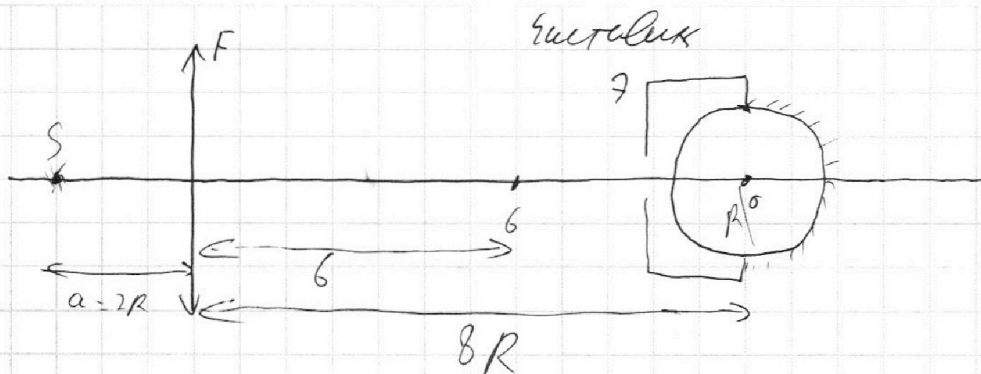


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



По формуле тонкой линзы: $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$,

где b - расстояние от линзы до изображения источника S в ней. Понять (1) - источник и зеркало. В начале задачи что при любых n изображение S и S лежит в (1) точке $\Rightarrow$ в силу обратности хода лучей изображение (1) b в центре шара + зеркало также должно лежать в (1) b что возможно только при условии если луч из (1) b не будет преломляться в центре шара. Возврат-шар. Т.к. при разных n -разных значениях

$\Rightarrow$ луч из (1) b должен ~~не~~ проходить через центр шара. Видно радиусов что возможно только если $(1) b = 0 \Rightarrow b = 8R \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{8R} \Rightarrow \boxed{f = \frac{16}{9}R = 1,6R}$

Если b лежит в (1) 0 луч отрезавшись в зеркале возбудится в (1) 0 и далее идет к линзе, преломится и попадет в (1) S

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
☐

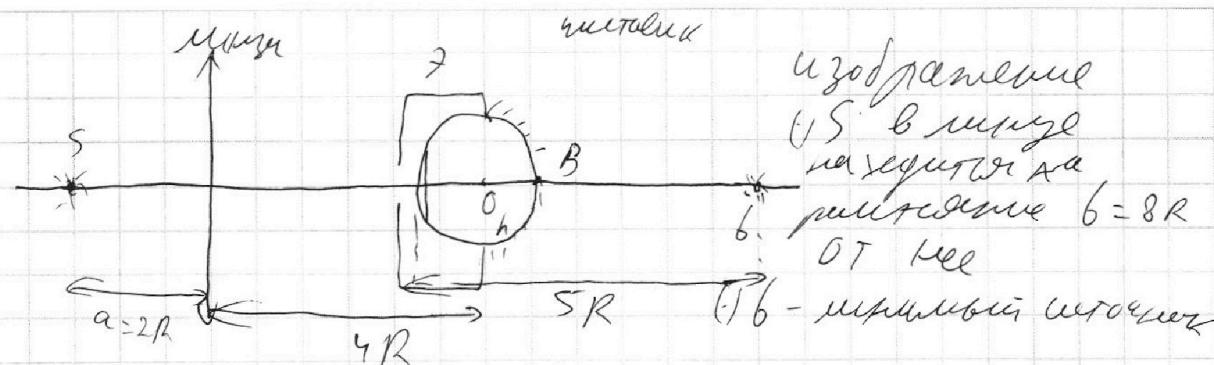
5
☒

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!



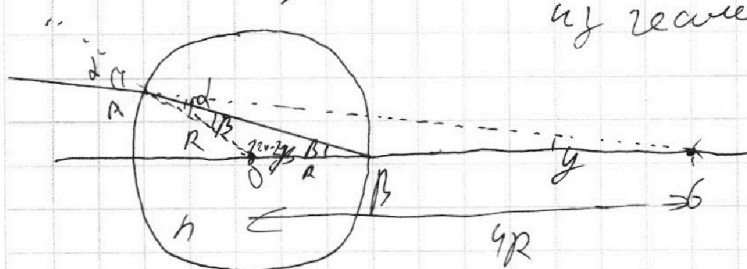
для системы линза-зеркало

~~Анализируем ход луча от того что бы изображение источника S совпало с тем, сами необходимо чтобы преломлялись в маре лучи исходящие от источника, тогда отражаясь в зеркале они пойдут обратно и вернутся в S~~

Для того чтобы изображение S совпало с источником необходимо чтобы преломлялись в маре - лучи исходящие от S, и у них падения на них будут равны углу отражения, т.е. лучи будут симметрично относительно Г.О.О.

Рассмотрим преломление луча на поверхности линзы. В(1) A. Закон стекла: $n = 1.5$

из геометрии: $y = 2R - z$



по Т.Савиной

для ΔAOB :

$$\frac{y}{R} = \frac{z}{4R} \Rightarrow 4z = y$$

$$\Rightarrow 4R - 4z = z \Rightarrow 4R = 5z \Rightarrow 4R = 5R \cdot z \Rightarrow \boxed{z = \frac{8}{5} = 1.6}$$

$$\text{Ответ: } \eta F = 1.6 R \cdot 2 / h = \frac{8}{5} = 1.6$$

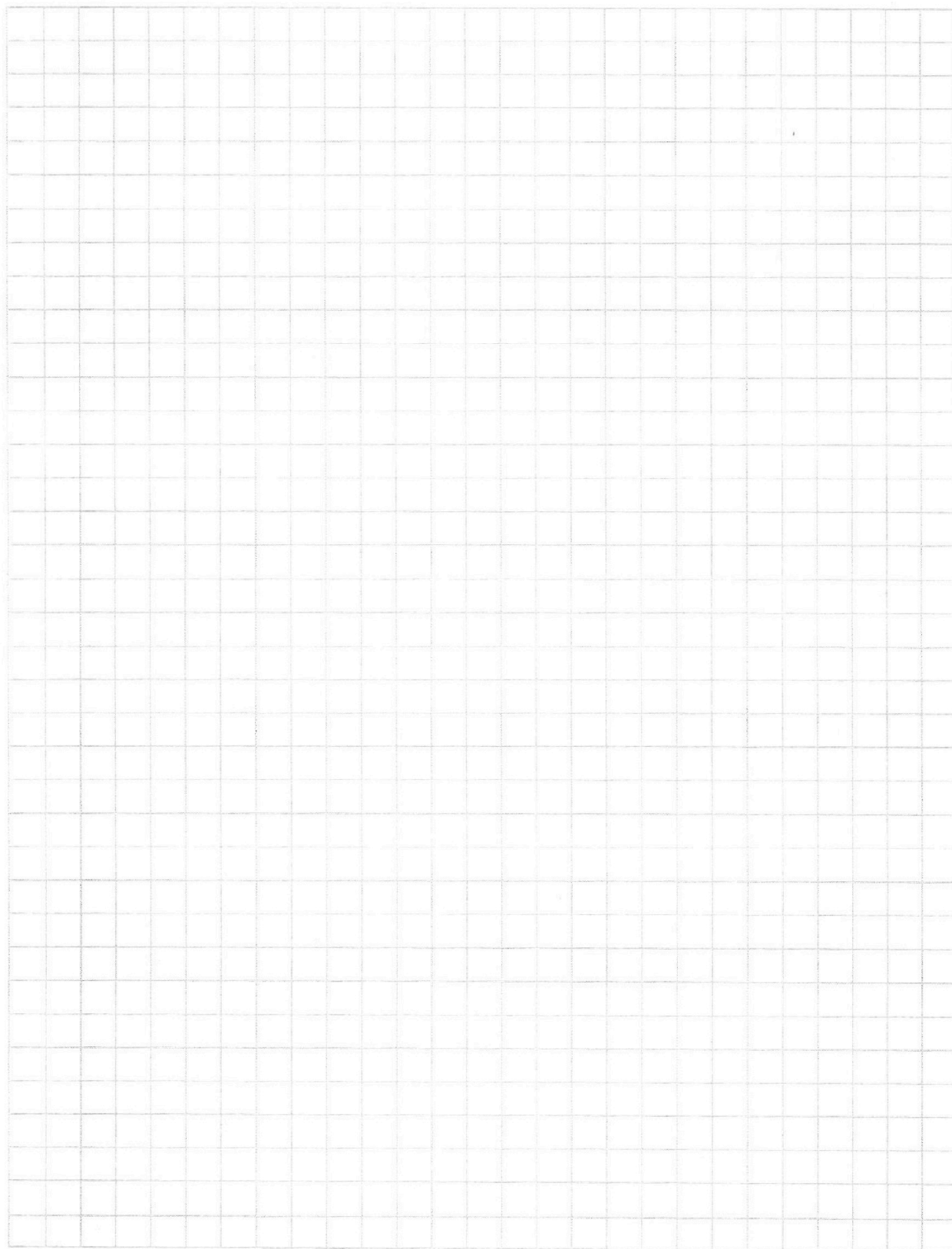


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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
☐

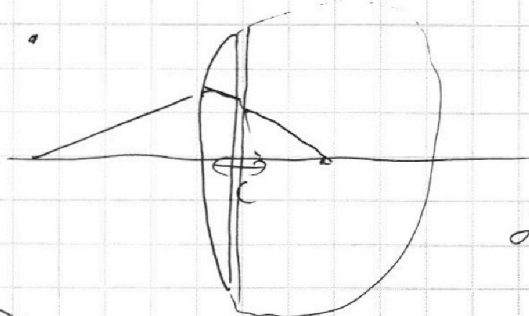
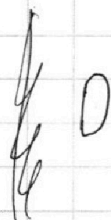
6
☐

7
☐

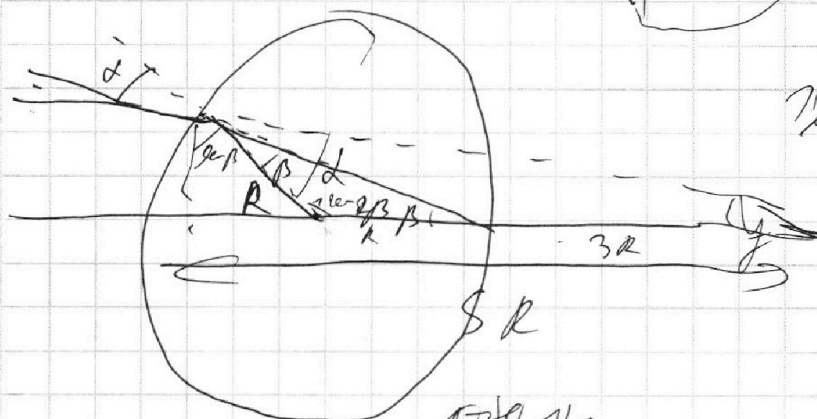
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!

Черновик.



$$I = \beta \cdot h$$



$$m_0 = d + 2\beta d - 2\beta y + y$$

$$y = 2\beta d$$

$$\frac{y}{R} = \frac{2}{4R}$$

$$y = d$$

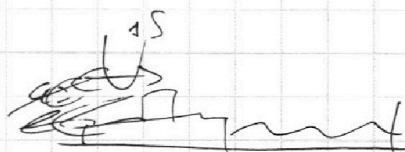
$$mV = m_0 u +$$

$$y = m_0 - m_0 + 2\beta d$$

$$y = 2\beta d$$

$$P = 42 \times 10^4$$

$$t = 0.1 \text{ s}$$



$$\beta d = 5 \cdot 1$$

$$h = \frac{8}{5}$$

$$\frac{42}{3.5} = 12 \quad \frac{273 + 101}{273 + 22} = 12$$

$$42 = 42 \cdot \frac{273 + 101}{273 + 22}$$

$$7 = \frac{354}{50} \quad 370 = 354$$

$$\frac{K \cdot x_0^2}{2} = \frac{(m + M) \cdot v^2}{2} + m g h_0$$

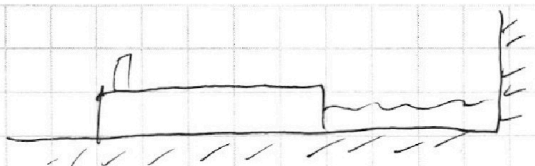


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$x_{\text{ср}}$

$$\Delta x_{\text{ср}} = l_0 - x_{\text{ср}}$$

$$\Delta x = A \cos(\omega t + \phi) = -A \sin \omega t$$

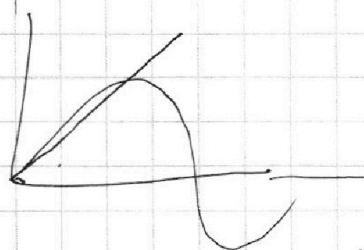
$$\Delta \dot{x} = A \omega \sin(\omega t + \phi)$$

$$\omega t + \phi = 0 \Rightarrow \phi = -\frac{\pi}{2}$$

$$x = \frac{k(l_0 - m_{\text{ср}})}{k} - A$$

$$x = \frac{k(l_0 - m_{\text{ср}})}{k} - A$$

$$\ddot{x} =$$

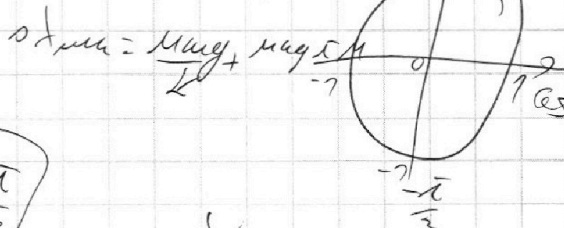


$$A = m_{\text{ср}}$$

$$\Delta x_{\text{ср}} = \frac{m_{\text{ср}}}{k} + \frac{m_{\text{ср}}}{2k}$$

$$\frac{30 \cdot 0.03}{50} = \frac{0}{50}$$

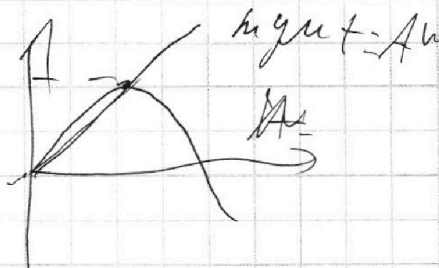
$$\Delta x_{\text{ср}} = l_0 - l_0 + m_{\text{ср}} + A$$



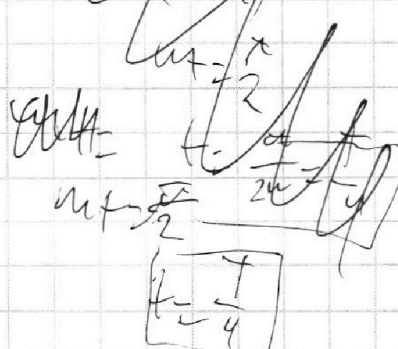
$$\Delta x = 0$$

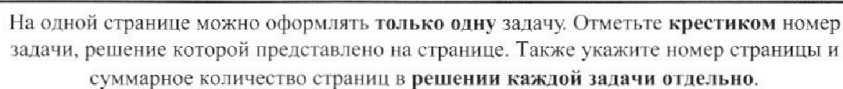
$$\Delta \dot{x} = -A \omega \sin(\omega t + \phi)$$

$$A \omega \cos(\omega t + \phi) = m_{\text{ср}} \omega$$



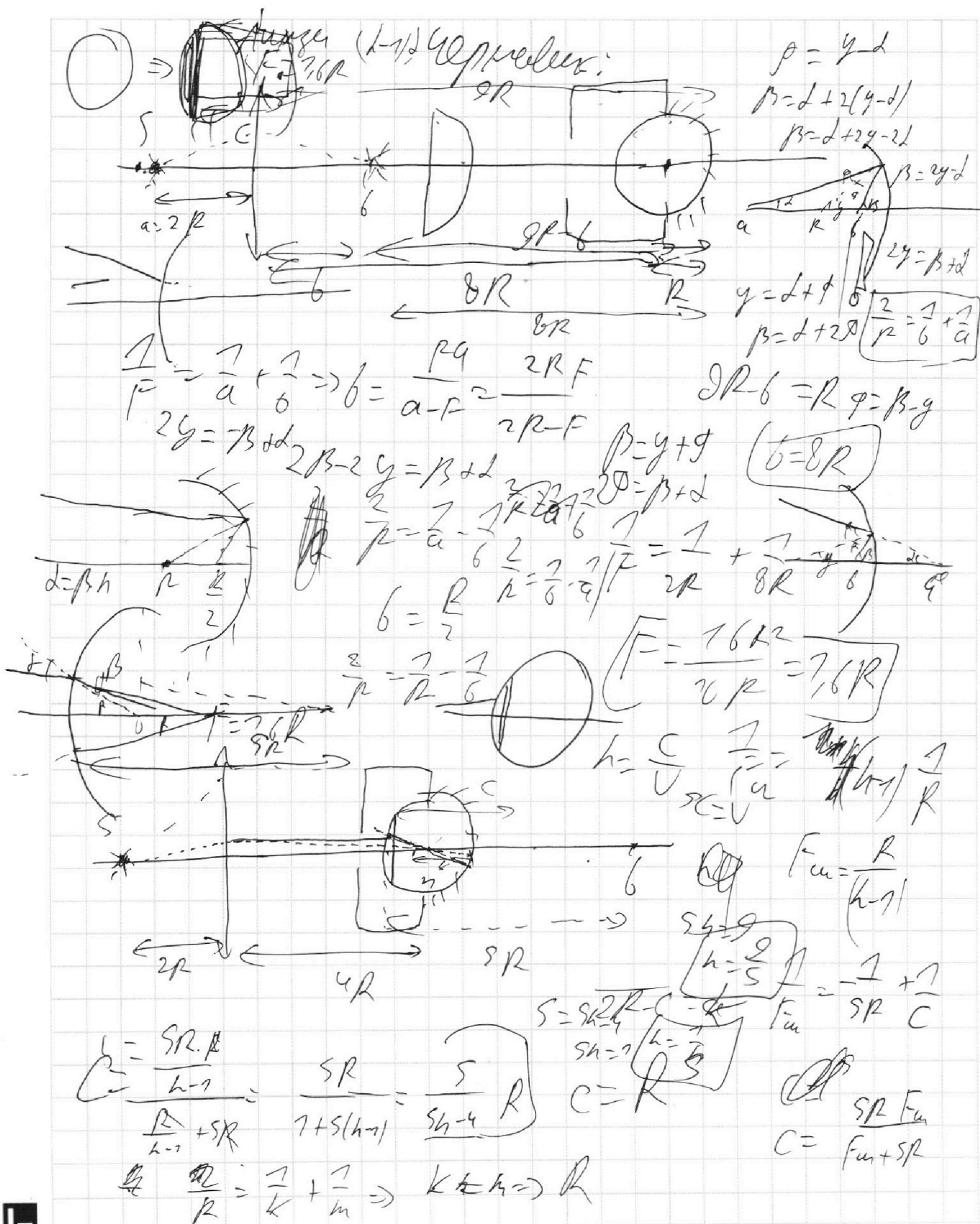
$$\cos(\omega t + \phi) = 0$$





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!

Handwritten calculations and diagrams on grid paper.

Top left: Arithmetic calculations involving 277, 273, 42, 546, 7092, 77966, 300, 7L, 2977=7.

Top middle: Fraction $\frac{42}{300} = \frac{27}{750} = \frac{7}{50}$ circled, with "Чирок" written next to it.

Top right: Division $5733 \div 3 = 1911$ and $7977 \div 3 = 2659$.

Middle left: Vector diagram with forces F_1 , F_2 , F_L , $F_{\text{цент}}$, $F_{\text{центр}}$ and a circular path.

Middle center: Calculations for $\frac{258}{5} = \frac{578}{10} = 57,8$ and $\frac{34}{10} = 3,4$.

Middle right: Graph of $t^* = 81$ and a curve labeled "зависит".

Bottom left: Vector diagram with $V_1 = V_0$ and $V_2 = V_0$.

Bottom center: Calculations for $E_1 = -\dot{P}_1 = -6LS$ and $E_2 = -(\dot{P}_2) = -6LS$.

Bottom right: Graph of $E_{\text{пот}}$ vs z and calculations for $E_1 + E_2 = 0$.