



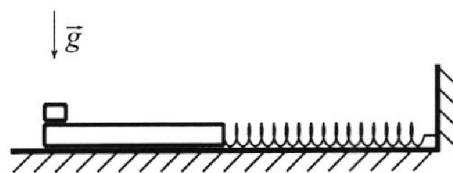
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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, прикрепленная 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.

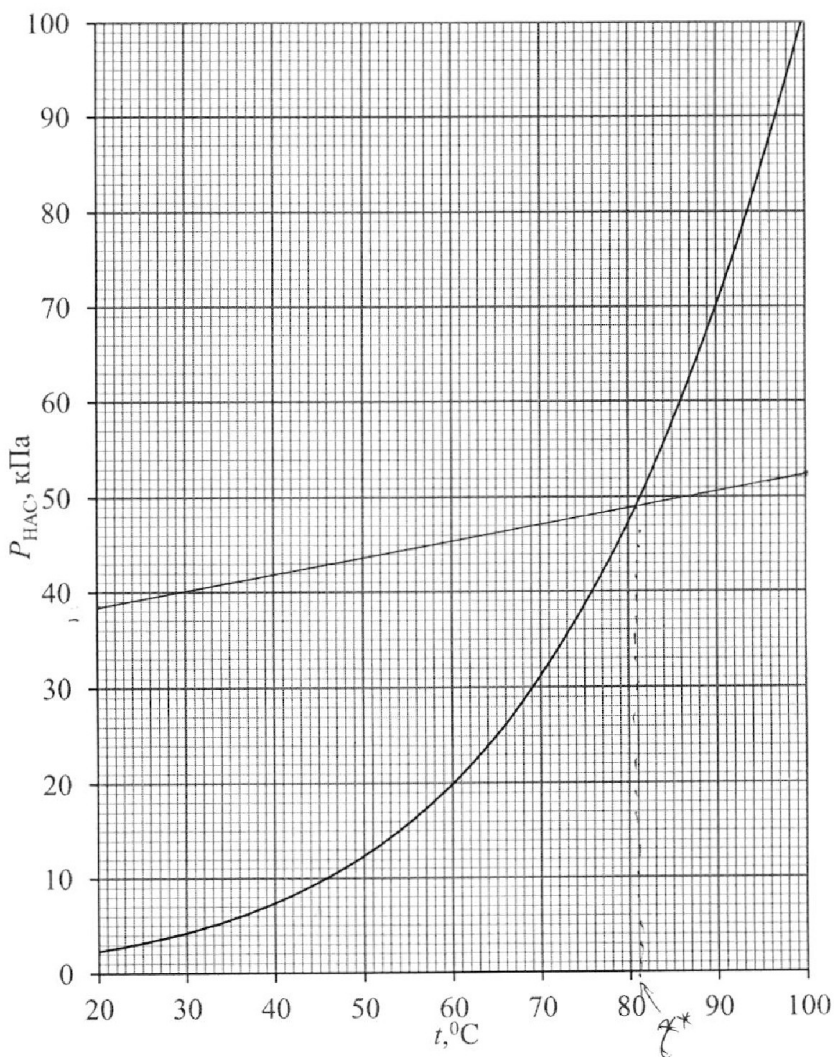


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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





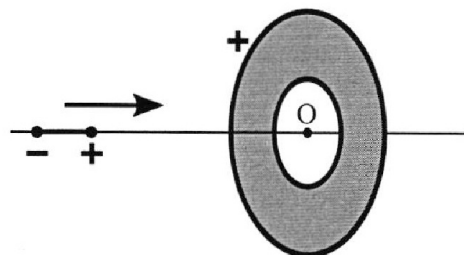
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

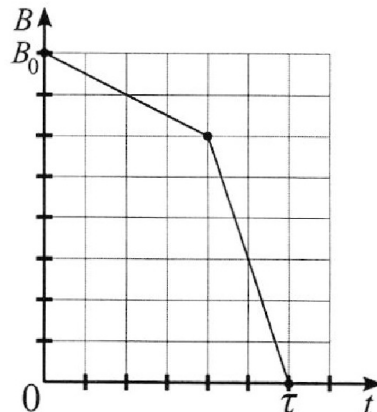
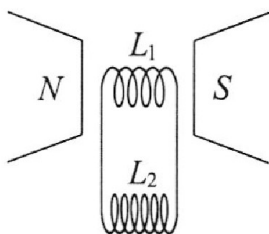


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



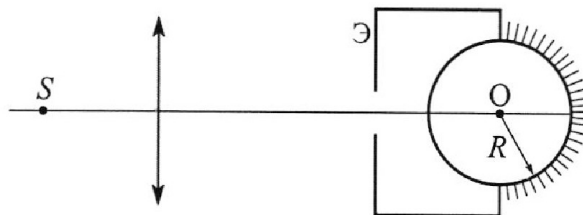
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $\sin \alpha \approx \alpha$.

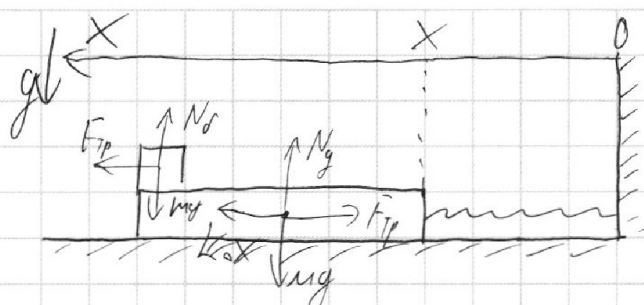


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



участок
При прокатывании
доски относительно
пружина между ними
начи существует сила
трения $F_{тр} = N \mu = mg \mu$

Запишем II ЗН для пружины и доски на
горизонтально O16, x - расстояние или смещение
пружины, a_x - ускорение
доски

доска: $O_x: m a_x = k x - mg \mu$ (1)

пружина: $O_x: m a_x = mg \mu$ (2)

a_x - ускорение
пружины

Если относительные ускорения пружины и
доски равны 0 $\Rightarrow a_x = a_x$
 $\Rightarrow$ из (1) в (2) $\Rightarrow m a_x = k x - mg \mu \Rightarrow x = \frac{(m a_x + mg \mu)}{k}$
 $x = \frac{10 \frac{м}{с^2} \cdot 0,3 + 0,3 \cdot 10 \frac{м}{с^2}}{50} = 0,78 \frac{м}{с^2}$

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:

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

$$m \ddot{x} + kx + m g \mu - k l_0 = 0, \quad x = \Delta x + x_0; \quad x_0 = \frac{k l_0 - m g \mu}{k}$$

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

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

$$\Delta x = \Delta x \cos(\omega t + \alpha)$$



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.



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

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

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

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

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 отрицательным

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

из 1): скорость груза в этот момент $V_g = \max \dot{x} =$
 $= \max \frac{\pi}{2\omega}$

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

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

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

на ч. центра
 края
 или ч.
 грузика

$\Delta x_{\text{кр}} - \Delta x_{\text{кр}} - \text{на ч. центра грузика} = l_0 - x_{\text{кр}}$

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

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

В момент 0 ускорение груза: $\ddot{x} = A \omega^2 = \frac{k}{m} \cdot \frac{m g \pi}{2k} = g \frac{\pi}{2}$

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



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} ускорение нулевое.

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

Скорость груза в момент t_2

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

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

$$V_{\text{г}} = \frac{m M g_{\text{д}}}{2k} \sqrt{\frac{k}{m} + \frac{g_{\text{д}}}{m g_{\text{д}}}} = \frac{m M g_{\text{д}}}{2k} \sqrt{\frac{k}{m} (1 + \frac{g_{\text{д}}}{m g_{\text{д}}})} = \frac{m g_{\text{д}}}{2} \sqrt{\frac{m}{k} (1 + \frac{g_{\text{д}}}{m g_{\text{д}}})}$$

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

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

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

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

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



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

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_1 -уов на пар при t_0
сосуде пренебрегаем из условия: $P_1 = 3,5 \text{ kPa}$

В момент t_0 процесс прекратится и испарение
всё, 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 $p_{\text{ж}}$ на графике $p_{\text{ж}}$. Оси
горизонтальной в точке $t = t^* \approx 167^\circ\text{C}$

3) В кинетике процесса изменения $p_{\text{ж}}$ определяется
уравнением:

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

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

из графика при $t = 97^\circ\text{C}$ значение $p_{\text{ж}}$ на $p_{\text{ж}}$

$$p_{\text{ж}} = 51,8 \text{ Па}$$

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

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.

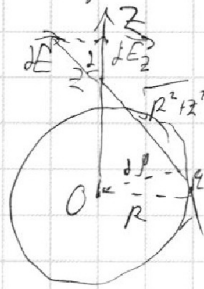
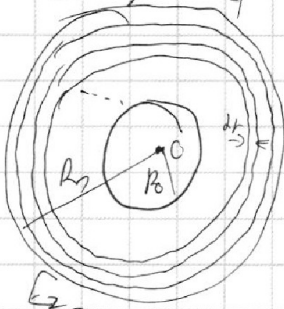
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

Потенциал равномерно заряженной сферы можно представить как сумму потенциалов тонких слоев сферической оболочки и сферической заряда $\lambda = 0.1$, где λ - линейная плотность.



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

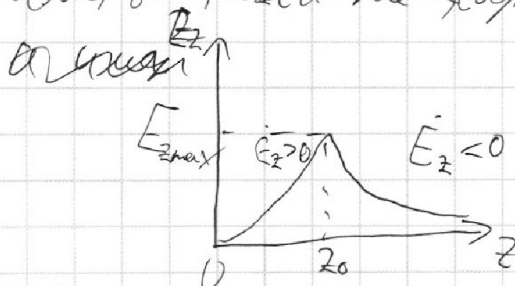
$$\int E_z = \int E \cdot \cos \alpha = \int \frac{\lambda R \cos \alpha}{R^2 + z^2} = \int \frac{\lambda R d\alpha}{(R^2 + z^2)^{3/2}}$$

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

$\Rightarrow$ Это выражение не зависит от всех параметров - значит

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

Итак, у нас это выражение не зависит от z и R . Это означает, что в центре сферы поле равно нулю, а в центре сферы поле равно нулю. Это означает, что поле равно нулю.



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

Рассмотрим силы действующие на элемент при его удалении к центру 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 ☐

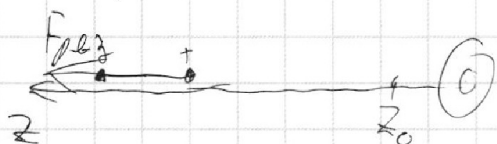
СТРАНИЦА

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

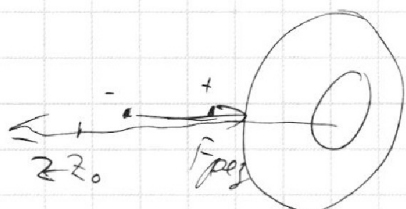
При $z > z_0 \Rightarrow E_z < 0 \Rightarrow$ напряженность E_z у ленточ. шариков больше чем у



отриц. $\Rightarrow$ сила отталкивания больше (мы угадали $\Rightarrow$)

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

При $z < z_0 \Rightarrow E_z > 0 \Rightarrow$ напряженность E_z у ленточ. шариков меньше чем у диска.



$\Rightarrow$ сила притяж. больше (мы угадали)

$\Rightarrow$ диск будет разогнаться

Поскольку чтобы лент. заряды диска были симметричны по отношению к диску $\Rightarrow$

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

1) Если диск с центром находится в $z = 0$,

$\Rightarrow$ шарик находится в силу симметрии

в точках с одинаковой потенциалом, т.к.

заряды шариков противоположны $\Rightarrow$ энергия взаимодействия

шарика 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 проходе через $z = 0 \Rightarrow V_1 = V_0$ и не зависит от радиуса между зарядами шариков.

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 ☐

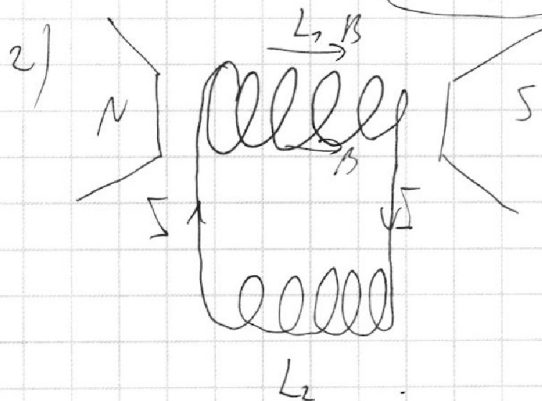
СТРАНИЦА
7 из 2

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. сила магнитного поля в катушках постоянна и равна P_0 . После выключения магнитного поля в катушках с ним течет индуцированный ток I_0 и магнитный ток 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 $I \Rightarrow B_0 S_1 h = B_H S_1 h + I \cdot 7L$ (1)

Тогда в этот момент магнитное поле в

возникнет произвольно от

уменьшения $B = k$

$$(1) \Rightarrow B_0 S_1 h = B_H S_1 h + I \cdot 7L$$

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

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

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



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

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

ищем:

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

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

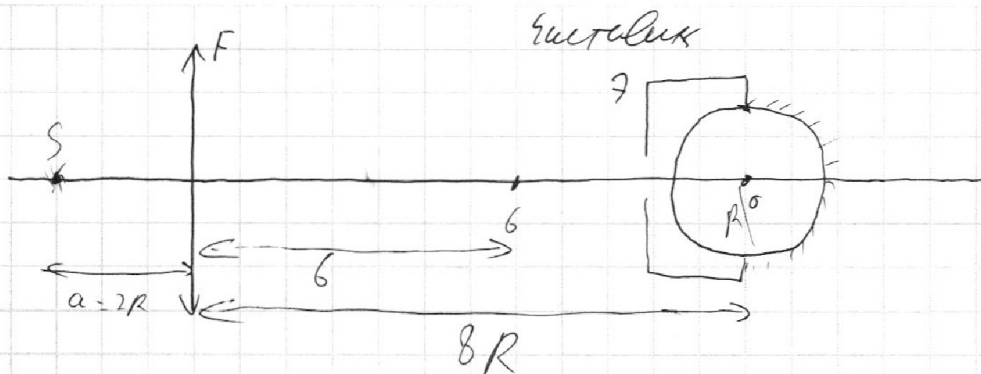


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



То же самое только для мизы: $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$

где b - расстояние от мизы до изображения источника S в ней. Теперь (16) - источник и зеркало. В начале задачи что при мизе и изобразении S и S лежит в (1) точке $\Rightarrow$ в силу обратности хода лучей изображение (16) в центре шара и зеркало также должны лежать в (1) b что возможно только при условии если луч из (1) b не будет преломляться в центре шара воздух-шар. Т.к. при разрыве n -разрыв значения

$\Rightarrow$ луч из (1) b должен пройти через центр шара и радиусов что возможно только если $(16) = (10) \Rightarrow b = 8R \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{8R} \Rightarrow \left[f = \frac{16}{9}R = 1,6R \right]$

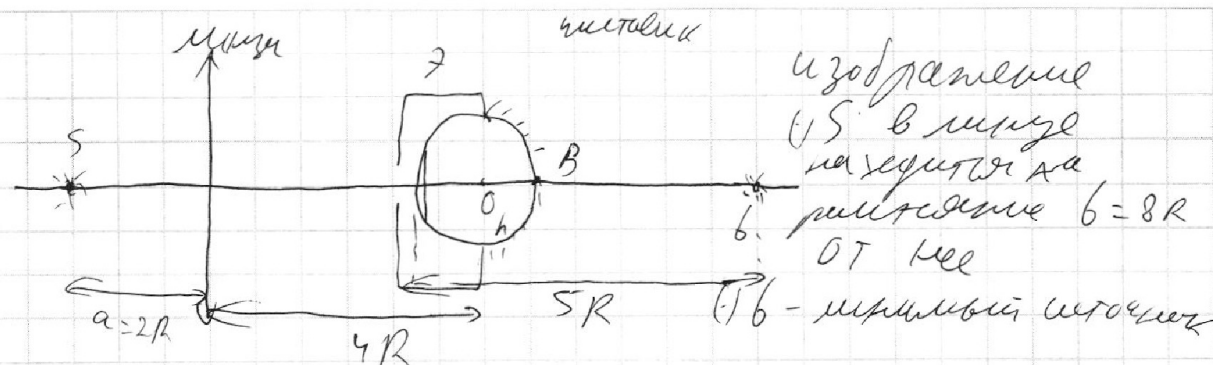
Если (16) лежит в (10) луч отрезавшись в зеркале возбудится в (10) и далее идет к мизе, преломится и попадет в (1) S

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 линзы и зеркала

Анализировать поведение луча от того чтобы изображение источника S совпадало с самим источником, нужно чтобы преломление в линзе и в зеркале были равны. Тогда отраженный в зеркале луч пойдет обратно и вернется в S.

Для того чтобы изображение S совпадало с источником, нужно чтобы преломление в линзе и в зеркале были равны. Тогда отраженный в зеркале луч пойдет обратно и вернется в S.

Рассмотрим преломление луча на поверхности линзы. В(1) A. Закон Снелла: $n \sin \alpha = n' \sin \beta$

из геометрии: $\sin \alpha = \frac{y}{2R - l}$

по Т.С. (Снелл)

Для AOB:

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

$$\Rightarrow 4R - 4l = 2 \Rightarrow 4R = 5l \Rightarrow 4R = 5R \cdot \frac{1}{5} \Rightarrow R = \frac{5}{4} \Rightarrow R = 1.25R$$

$$\text{Ответ: } R = 1.25R \text{ или } R = \frac{5}{4}R$$



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

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

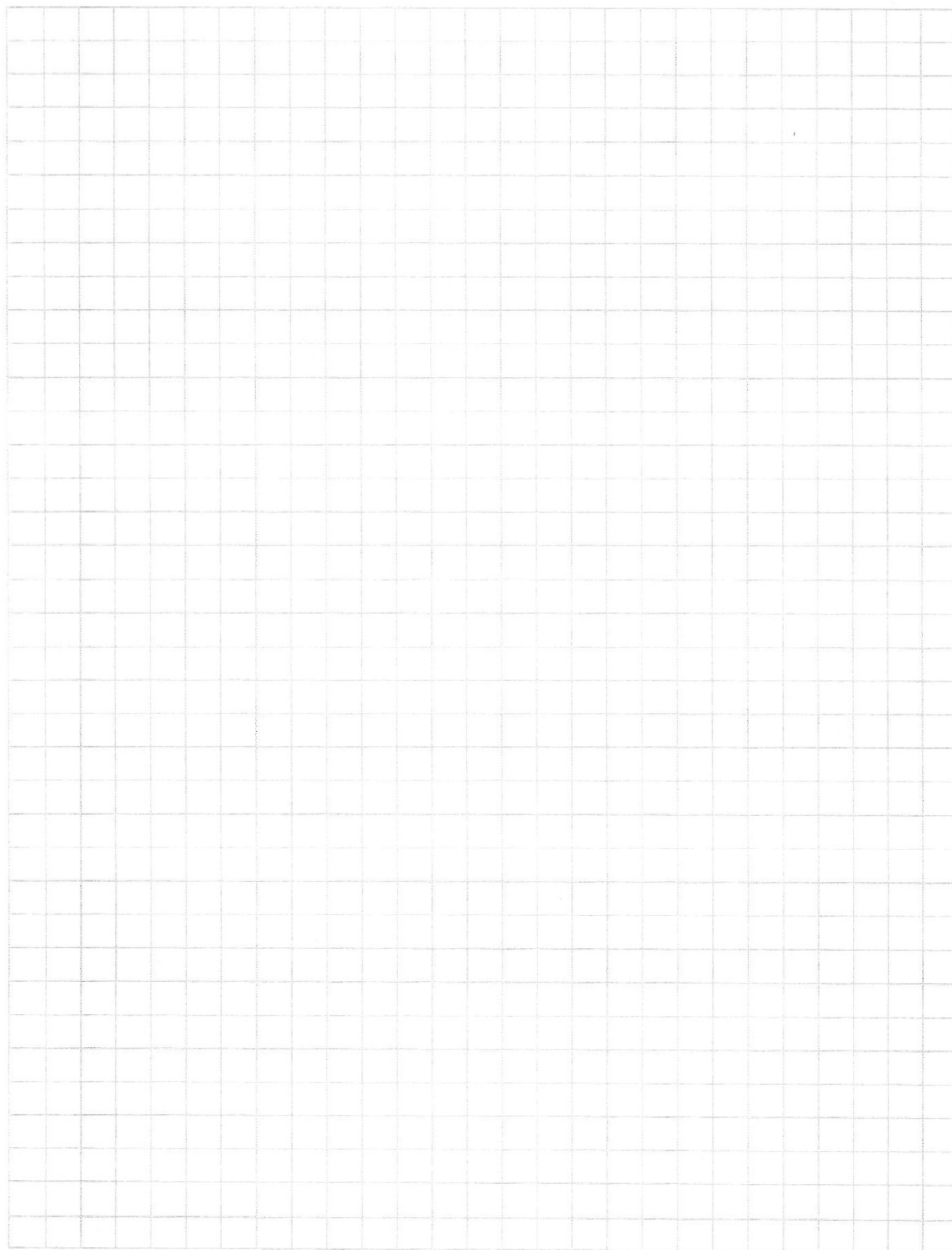
5
☐

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
☐

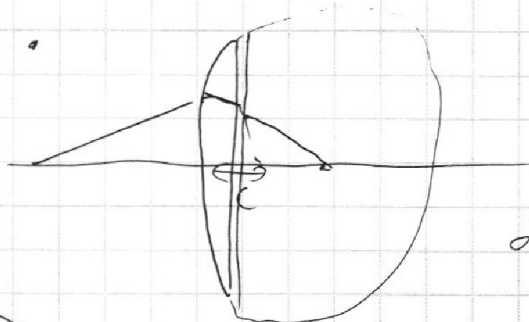
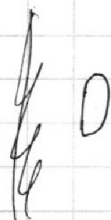
6
☐

7
☐

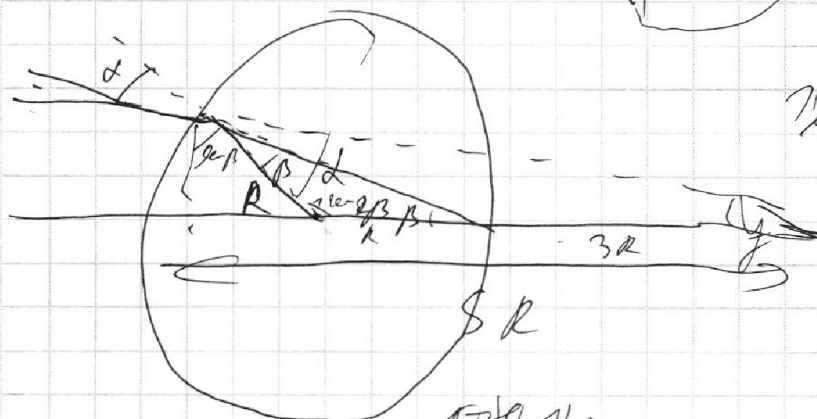
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!

Черновики.



$$I = \beta \cdot h$$



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

$$y = 2\beta d$$

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

$$y = d$$

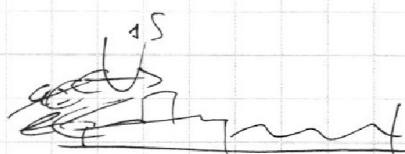
$$mV = m_0 u +$$

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

$$y = 2\beta d$$

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

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



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

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

$$\frac{42}{3.5} = 12 \quad \frac{273+81}{273+22} = 12$$

$$42 = 42 \cdot \frac{273+81}{273+22}$$

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

$$\frac{K_0 x_0^2}{2} = \frac{(m + M)V^2}{2} + m g h_0$$

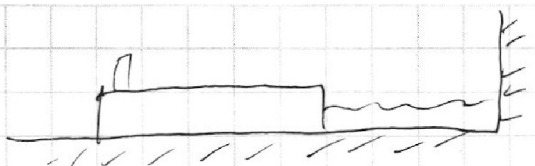


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$x_{\text{ср}}$

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

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

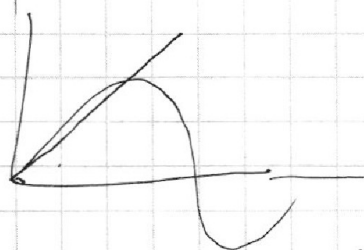
$$\Delta \dot{x} = A \omega \cos(\omega t + \phi)$$

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

$$x = \frac{k(l_0 - mgy)}{k} - A$$

$$x = \frac{k(l_0 - mgy)}{k} - A$$

$$\ddot{x} =$$

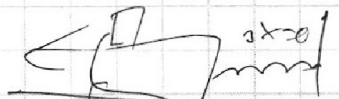
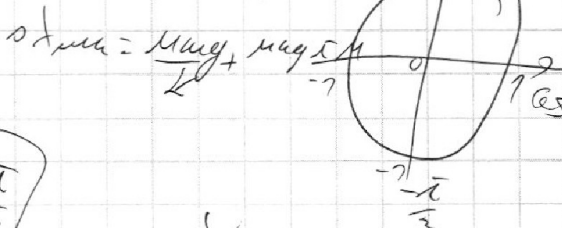


$$A = mgy$$

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

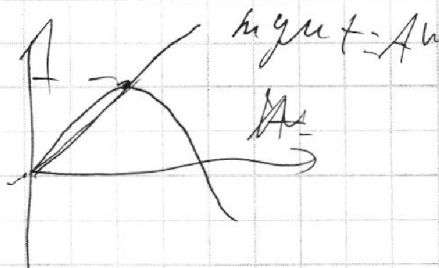
$$\frac{30 \cdot \frac{9.8}{70}}{50} = \frac{9}{50}$$

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



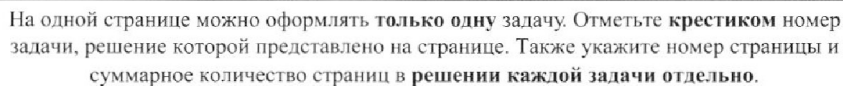
$$\Delta \dot{x} = -A \omega \sin(\omega t + \phi)$$
$$\Delta \dot{x} = mgy \sin t$$

$$A \omega \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) = mgy \sin t$$



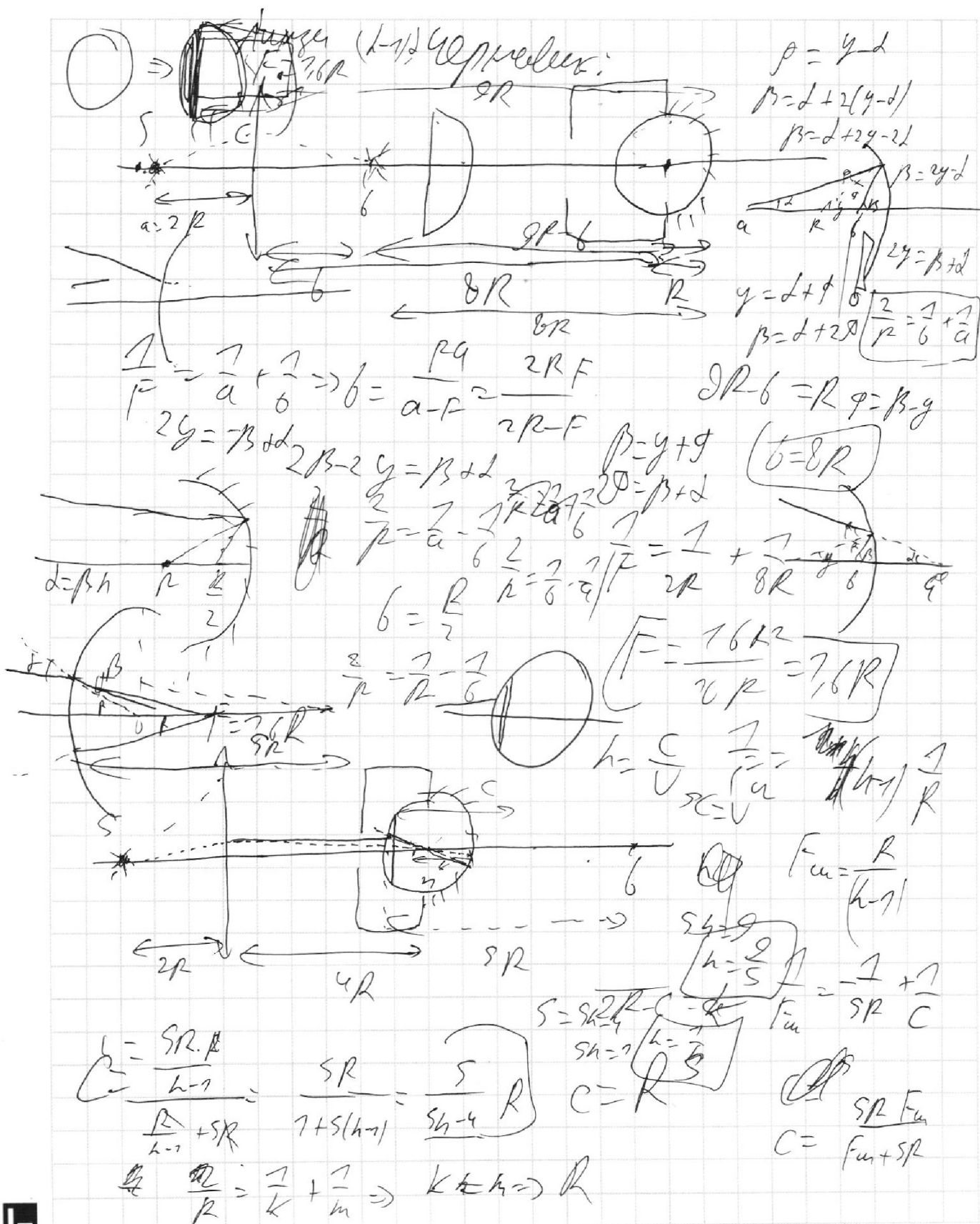
$$\cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) = 0$$





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: Vertical subtraction: $\begin{array}{r} 277 \\ 273 \\ \hline 42 \\ 546 \end{array}$

Top middle: $\frac{42}{300} = \frac{27}{750} = \frac{7}{50}$ (circled)

Top right: Long division: $\begin{array}{r} 5733 \overline{) 3} \\ 3 \\ \hline 27 \\ 27 \\ \hline 037 \\ 3733 \end{array}$

Middle left: $10 \overline{) 92}$ with remainder 2. Below it: $77 \overline{) 966}$ with remainder 0.

Middle middle: $5733 \overline{) 7977}$ with remainder 50.

Middle right: $7977 \overline{) 2}$ with remainder 2.

Bottom left: $2977 = 7$

Bottom middle: $\frac{258}{10} = 25.8$

Bottom right: $\frac{578}{10} = 57.8$

Diagrams include circles, triangles, and force vectors labeled $F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6, F_7, F_8, F_9, F_{10}, F_{11}, F_{12}, F_{13}, F_{14}, F_{15}, F_{16}, F_{17}, F_{18}, F_{19}, F_{20}, F_{21}, F_{22}, F_{23}, F_{24}, F_{25}, F_{26}, F_{27}, F_{28}, F_{29}, F_{30}, F_{31}, F_{32}, F_{33}, F_{34}, F_{35}, F_{36}, F_{37}, F_{38}, F_{39}, F_{40}, F_{41}, F_{42}, F_{43}, F_{44}, F_{45}, F_{46}, F_{47}, F_{48}, F_{49}, F_{50}, F_{51}, F_{52}, F_{53}, F_{54}, F_{55}, F_{56}, F_{57}, F_{58}, F_{59}, F_{60}, F_{61}, F_{62}, F_{63}, F_{64}, F_{65}, F_{66}, F_{67}, F_{68}, F_{69}, F_{70}, F_{71}, F_{72}, F_{73}, F_{74}, F_{75}, F_{76}, F_{77}, F_{78}, F_{79}, F_{80}, F_{81}, F_{82}, F_{83}, F_{84}, F_{85}, F_{86}, F_{87}, F_{88}, F_{89}, F_{90}, F_{91}, F_{92}, F_{93}, F_{94}, F_{95}, F_{96}, F_{97}, F_{98}, F_{99}, F_{100}$.

Equations include: $\frac{m_1 v_1^2}{2} = \dots$, $\frac{m_2 v_2^2}{2} = \dots$, $\frac{m_3 v_3^2}{2} = \dots$, $\frac{m_4 v_4^2}{2} = \dots$, $\frac{m_5 v_5^2}{2} = \dots$, $\frac{m_6 v_6^2}{2} = \dots$, $\frac{m_7 v_7^2}{2} = \dots$, $\frac{m_8 v_8^2}{2} = \dots$, $\frac{m_9 v_9^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{10} v_{10}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{11} v_{11}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{12} v_{12}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{13} v_{13}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{14} v_{14}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{15} v_{15}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{16} v_{16}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{17} v_{17}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{18} v_{18}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{19} v_{19}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{20} v_{20}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{21} v_{21}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{22} v_{22}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{23} v_{23}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{24} v_{24}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{25} v_{25}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{26} v_{26}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{27} v_{27}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{28} v_{28}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{29} v_{29}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{30} v_{30}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{31} v_{31}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{32} v_{32}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{33} v_{33}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{34} v_{34}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{35} v_{35}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{36} v_{36}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{37} v_{37}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{38} v_{38}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{39} v_{39}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{40} v_{40}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{41} v_{41}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{42} v_{42}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{43} v_{43}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{44} v_{44}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{45} v_{45}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{46} v_{46}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{47} v_{47}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{48} v_{48}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{49} v_{49}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{50} v_{50}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{51} v_{51}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{52} v_{52}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{53} v_{53}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{54} v_{54}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{55} v_{55}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{56} v_{56}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{57} v_{57}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{58} v_{58}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{59} v_{59}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{60} v_{60}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{61} v_{61}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{62} v_{62}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{63} v_{63}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{64} v_{64}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{65} v_{65}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{66} v_{66}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{67} v_{67}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{68} v_{68}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{69} v_{69}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{70} v_{70}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{71} v_{71}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{72} v_{72}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{73} v_{73}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{74} v_{74}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{75} v_{75}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{76} v_{76}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{77} v_{77}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{78} v_{78}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{79} v_{79}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{80} v_{80}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{81} v_{81}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{82} v_{82}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{83} v_{83}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{84} v_{84}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{85} v_{85}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{86} v_{86}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{87} v_{87}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{88} v_{88}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{89} v_{89}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{90} v_{90}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{91} v_{91}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{92} v_{92}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{93} v_{93}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{94} v_{94}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{95} v_{95}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{96} v_{96}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{97} v_{97}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{98} v_{98}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{99} v_{99}^2}{2} = \dots$, $\frac{m_{100} v_{100}^2}{2} = \dots$