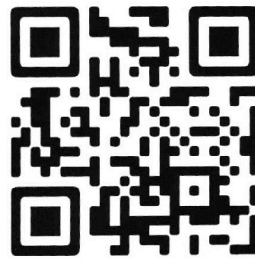




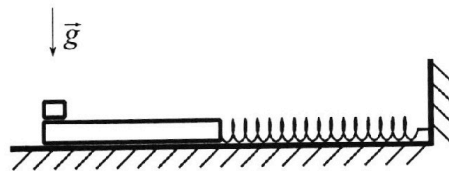
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

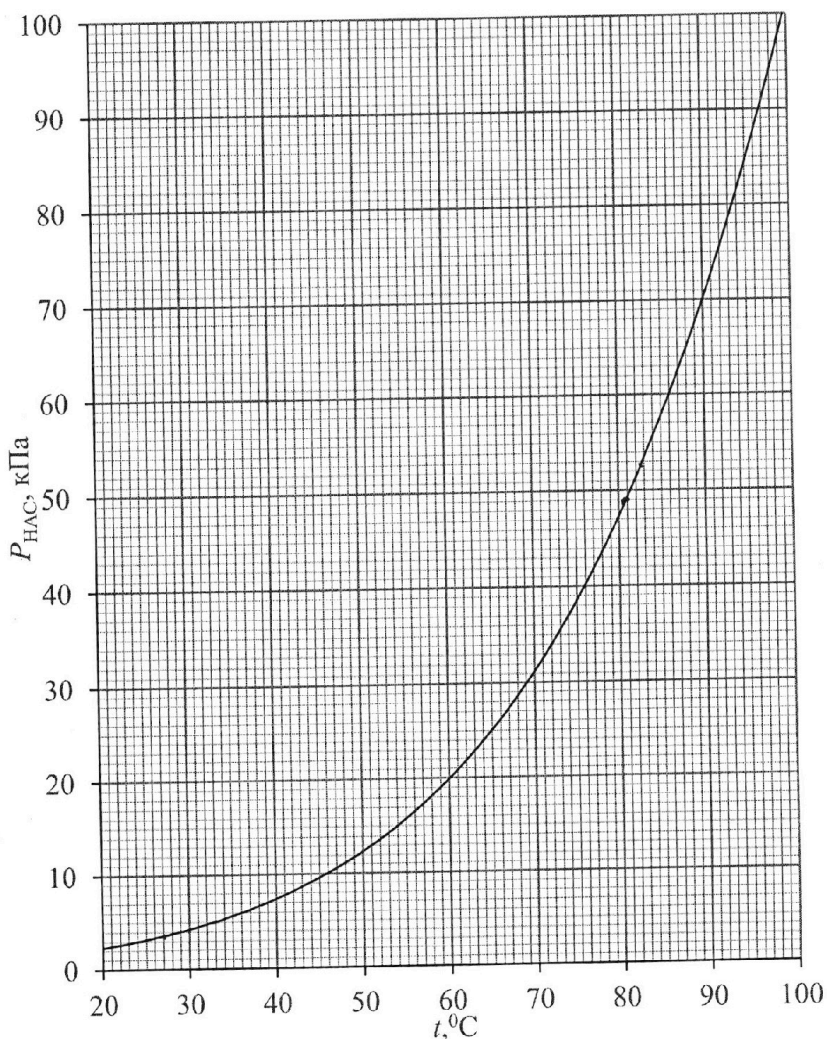


1. Длинную доску массой $M = 2$ кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 50$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. 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 $t_0 = 27$ °С и жидкая вода. Масса жидкой воды в 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 97$ °С. 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.

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



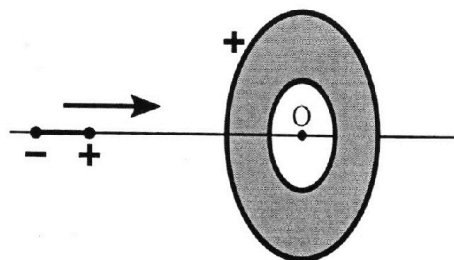
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



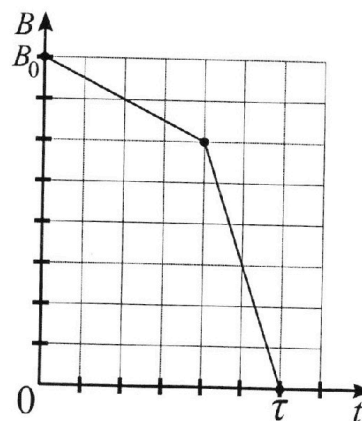
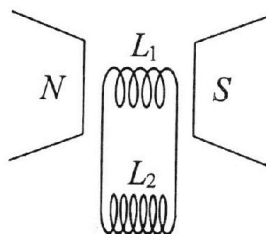
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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

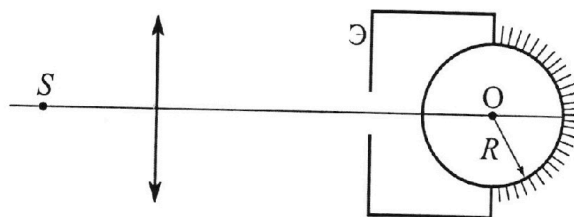
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 6L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек 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
1 из 1

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

1) ~~Решение задачи~~

для Бруска Аотн



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!

$$t_0 = 27^\circ \text{C}$$

$$m_B = 11m_n$$

(m_B - масса широконной воды)
 m_n - масса пара в начале: при t_0)

$$t = 97^\circ \text{C}$$

1) Известно, что все вода испарилась
 $\Rightarrow$ масса пара в конце ($m_{пк}$):

$$m_{пк} = m_B + m_n = 11m_n + m_n = 12m_n$$

$$\frac{m_{пк}}{m_n} = \frac{12m_n}{m_n} = 12$$

2) Ур-е Менделеева-Клапейрона для пара в начале:

$$p_{нас}(t_0)V = \frac{m_n}{M}RT_0 \quad (1)$$

где $p_{нас}(t_0)$ - давление насыщ. пара при t_0 , T_0 - темп-ра в начале в Кельвинах, M - молярная масса воды, V - объём сосуда

(пар насыщен, т.к. в сосуде есть вода, и нагревание происходит медленно $\Rightarrow$ проц. квазистатический)

Ур-е Менделеева-Клапейрона для пара в конце, все вода испарилась и $\varphi = 100\%$ - относ. влажность в этот момент

$$p_{нас}(t^*) = \frac{m_{пк}}{M}RT^* = \frac{12m_n}{M}RT^* \quad (2)$$

$$(2) : (1) \rightarrow$$

$$\frac{p_{нас}(t^*)}{p_{нас}(t_0)} = \frac{12T^*}{T_0} = \frac{12(273+t^*)}{273+t_0}$$

$$\frac{100}{300} = \frac{273+t^*}{25} \rightarrow p_{нас}(t^*) = p_{нас}(t_0) \cdot \frac{273+t^*}{25}$$

У графиков $p_{нас}(t)$: $p_{нас}(t_0) = 3,5 \text{ кПа}$
Примечание: $T^* = 273 + t^*$, $T_0 = 273 + t_0$ - значения в К и $^\circ\text{C}$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

$$p_{\text{нас}}(t^*) = \frac{3,5}{25} (273 + t^*) = \frac{0,7}{5} (273 + t^*) = 0,14 (273 + t^*) =$$

$$= 38,22 + 0,14 t^* \quad \left(\begin{array}{l} \text{возьмём точку } p_{\text{нас}}(t^*=0) = 38,22 \text{ и} \\ p_{\text{нас}}(t=100^\circ\text{C}) = 51,22 \end{array} \right)$$

Проверём малую и найдём её пересечение с графиком, данным в условии: пересечение произошло при $t^* \approx 81^\circ\text{C}$

3) Ур-е Максвелла-Кнеллерона для пара в конце нагревания ($t = 97^\circ\text{C}$, $T = 273 + t$):

$$p \cdot V = \frac{m_{\text{пк}}}{M} R T = \frac{12 m_{\text{пк}} R T}{M} \quad (3), \quad p \text{ — давл-е паров в конце нагревания.}$$

(3) : (1) $\rightarrow$

$$\frac{p}{p_{\text{нас}}(t_0)} = \frac{12 T}{T_0}$$

$$p = 12 \frac{T}{T_0} p_{\text{нас}}(t_0) = 12 \frac{97 + 273}{27 + 273} \cdot 3,5 = 12 \cdot \frac{370}{300} \cdot 3,5 =$$

$$= \frac{37 \cdot 3,5 \cdot 4}{10} = \frac{129,5 \cdot 4}{10} = 51,8 \text{ (кПа)}$$

$$\eta = \frac{p}{p_{\text{нас}}(t)} \cdot 100\% = \frac{51,8}{90} \cdot 100\% \approx 57,56\% \quad \text{— отн.}$$

влажность в конце нагрев-я

Ответ: 1) 12, 2) ~~$t^* = 81^\circ\text{C}$~~ , 3) $\eta = 57,56\%$.
 $t^* = 81^\circ\text{C}$



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.

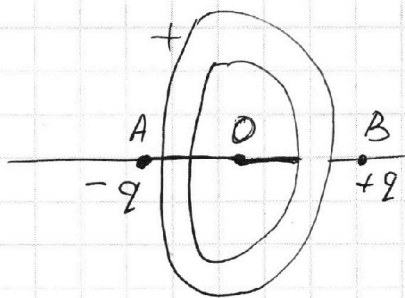
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 3

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

1) Примем потенциал на бесконечности равным нулю. При моменте пролёта центра диска $\pm \frac{1}{2}$ центр отверстия пусть потенциал в т. А. равен φ . Этот потенциал определяется геометрией диска и зарядом диска, ~~тогда~~ ^а как поле в т. А. от центра диска. Точки А и В равноудалены от центра диска $\Rightarrow$ в т. В будет такой же потенциал φ .



$W_{эл} = -q\varphi_A + q\varphi_B = -q\varphi + q\varphi = 0$ - энергия электр-го взаим-я диска и диска в этот момент. Т.к. дей-во только консервативное электр. сил $\Rightarrow \text{ЗСЭ!}$

$$\frac{mV_0^2}{2} + 0 = \frac{mV^2}{2} + W_{эл}'' \Rightarrow V = V_0,$$

$W_{эл}$
в начале
(т.к. $\varphi = 0$)

где m - суммарная масса диска, V - конечная скорость

2) Диск летит к диску. Положительный заряд отталкивается, отрицательный притягивается. До того, как центр диска пройдёт $\pm \frac{1}{2}$ центр диска, $F_{притяг-я} > F_{отталкиван-я}$, т.к. расстояние от $\pm \frac{1}{2}$ до центра диска меньше



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!

, тем расст-е от $-q$ до центра ($r_{\text{эн}} \approx \frac{1}{r^2}$) $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ у диполя будет эк-е, направленное против ск-ти $\Rightarrow$ ~~вращ~~ когда $+q$ пройдёт $\frac{1}{2}$ центр, ск-ть будет минимальной.

В первом случае, когда заряды были в 2 раза больше ($+2q$ и $-2q$), $\min$ кат ск-ть р.б. в том случае, когда в описанном кол-ве ($+q$ в центре диска) $v=0$. Пусть

$W_{\text{эн}}$ в этом случае $= W_{\text{эн}0}$. $W_{\text{эн}} \sim q \Rightarrow$

$\Rightarrow W_{\text{эн}1} = \frac{W_{\text{эн}0}}{2} - \text{Энергия вращ-е зарядов и диска, когда заряды уменьшили в 2 раза, а } +q \text{ проходит } \frac{1}{2} \text{ центр диска. (} v_{\min} \text{ во 2 случае).}$ Зс $\Rightarrow$ для 2 случаев (заряды $+q$ и $-q$):

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_{\min}^2}{2} + \frac{W_{\text{эн}0}}{2} = \frac{m v_{\min}^2}{2} + \frac{m v_0^2}{4}$$

В 1 случае: $\frac{m v_0^2}{2} = W_{\text{эн}0}$

$$v_{\min} = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$$

После того, как центр филое пройдёт $\frac{1}{2}$ центр диска, фф диполь начнёт разгоняться,



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.

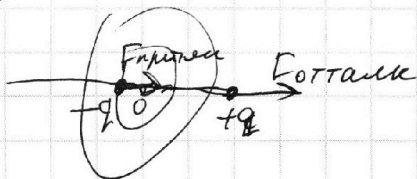
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

3 ИЗ 3

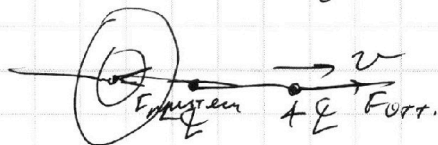
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

7.к. Сило притяг-е зарядов $-q$ больше
силы притяг-е отталки-е $+q$ и эти силы
комп. по скорости!



Движок будет разогнаться,
пока $-q$ не выскочит
из центр диска.

Но $F_{притяг} > F_{отталки}$,
когда $-q$ в центре диска.



v_{max} , когда заряд
 $-q$ в центре диска.

Когда $+q$ пройдет $7/2$ центр диска, эл. энергия
системы будет $W_{эл}$, а потенциало

$U_{+q} = U_1$, $U_{-q} = U_2$. Когда $-q$ в центре,

$$W_{эл} = qU_1 - qU_2, \quad W_{эл}' = -(qU_1' - qU_2') \\ = -W_{эл} = -\frac{W_{эл0}}{2} = -\frac{mv_0^2}{4} \quad (\text{анн. 1})$$

$$3C \Rightarrow: \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_{max}^2}{2} - \frac{mv_0^2}{4}$$

$$v_{max}^2 = \frac{3}{2} v_0^2 \Rightarrow v_{max} = \sqrt{\frac{3}{2}} v_0$$

$$v_{max} - v_{min} = (\sqrt{\frac{3}{2}} - \frac{1}{\sqrt{2}}) v_0 = \frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt{2}} v_0$$

Ответ: 1) $v = v_0$
2) $v_{max} - v_{min} = \frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt{2}} v_0$



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**.

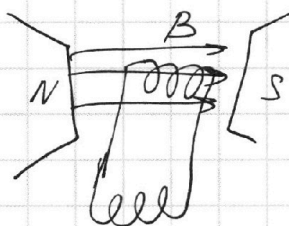
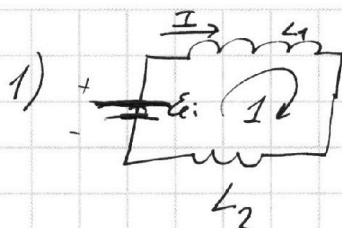
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

$$L_1 = L, S_1, B_0$$

$$L_2 = 6L, \tau$$



Меняется модуль магнитной индукции поле $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ меняется магнитный поток Φ / катушки $L_1 \Rightarrow$ возникает

ЭДС индукции E_i (напр-е определяется по правилу Ленца и правой руки - см. рис. - напр-е E_i),
 по 1-му зп-маг индукции!

$$E_i = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d(NBS)}{dt} \quad \text{Пусть } \Phi \text{ у нас течёт ток } I$$

$$= \frac{d(NBS)}{dt}, \text{ т.к. } N, S_1 = \text{const}$$

Выберём контур Γ как показано на рис.,
 по II правилу Кирхгофа: $E_i - I'L_1 - I'L_2 = 0$

$$E_i - I'L - 6I'L = E_i - 7I'L = 0 \rightarrow \frac{d\Phi}{dt} = \frac{E_i}{7L} = \frac{NBS'_1}{7L} \quad (1)$$

$B' = \frac{\Delta B}{\Delta t}$, в конце вращающегося поля (с графиком):

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{\frac{3}{8}B_0}{\frac{1}{6}T} = \frac{18}{8} \frac{B_0}{T} = \frac{9}{4} \frac{B_0}{T} \quad \text{реш второй "отрезок" графика,}$$

на нём $B' = \text{const}$ (гармоника), выберем две точки: $B(t = \frac{5}{6}T) = \frac{3}{8}B_0, B(t = T) = 0$

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = B' = \frac{9}{4} \frac{B_0}{T} \rightarrow (1): \left(I_0 = \frac{9}{4} \frac{B_0}{T} \frac{S_1}{7L} = \frac{9}{28} \frac{NB_0 S_1}{TL} \right)$$

$$2) \quad NBS'_1 - 7I'L = 0, \quad \Rightarrow (NBS_1 - 7IL)' = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow NBS_1 - 7IL = \text{const} \quad (*)$$



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!

В нач. момент $I=0$ (так же мог быть и мгновенно)
 $B=B_0$, в конце выключили поле $B=0$, $I=I_0$!

$$n B_0 S_1 - 0 = 0 - 7 I_0 L$$

$$I_0 = \frac{n B_0 S_1}{7 L} \quad (\text{так ориентированы обе катушки, т.к. соединены поперек})$$

$$2) (*) \quad n B S_1 - 7 I L = \text{const}$$

где $n B S_1 - 7 I L$ — постоянная (из закона сохранения энергии)
→ в момент ток $I(t)$, $B=B(t)$!

$$n B(t) S_1 - 7 I(t) L = n B(t) S_1 - 7 I(t) L \rightarrow \frac{d}{dt} (n B(t) S_1 - 7 I(t) L) = 0$$

$$I = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{n S_1}{7 L} \left(\frac{dB}{dt} \right) \Delta t = \frac{n S_1}{7 L} \Delta B \Delta t$$

Суммируе

заряд, протекающий за время τ !

$$Q = \frac{n S_1}{7 L} \int_0^{\tau} B(t) dt$$

$$S' - \text{площадь под графиком } B(t)! S' = \frac{(6+8) B_0}{2} \cdot \frac{4}{6} \tau +$$

$$+ \frac{1}{2} \cdot \frac{8}{6} \tau \cdot \frac{6}{8} B_0 = \frac{14 \cdot 4}{2 \cdot 6 \cdot 8} B_0 \tau + \frac{1}{8} B_0 \tau = \frac{14+3}{24} B_0 \tau = \frac{17}{24} B_0 \tau$$

(площадь S' — площадь трапеции: за вр. от $t=0$ до

$t = \frac{4}{6} \tau$, + площадь треугольника: за вр. от $t = \frac{4}{6} \tau$ до $t = \tau$)

$$Q = \frac{n S_1}{7 L} \int_0^{\tau} B(t) dt = \frac{n S_1}{7 L} S' = \frac{n S_1}{7 L} \cdot \frac{17}{24} B_0 \tau$$

$$\text{Ответ: } 1) I_0 = \frac{n B_0 S_1}{7 L}, 2) Q = \frac{17}{168} \frac{n S_1 B_0 \tau}{L}$$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

СТРАНИЦА
4 из 4

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!

by $\triangle COE$: $\angle COE$ (см. примечание)
 $\angle COE = 180^\circ - \beta - \angle CDE = 180^\circ - \beta - 180^\circ + \varphi + \frac{4\beta}{n} =$

$\varphi = \beta \left(\frac{4}{n} - 1 \right) + \varphi = \frac{4\beta}{n} - \beta$ (**)

$\varphi \rightarrow 0 \Rightarrow$
 (лучипадают на
 малом $\angle$)

$\frac{4\beta}{n} - \beta \approx \frac{\beta}{n}$

$\frac{3\beta}{n} = 1 \Rightarrow n=3$

Примечание: $\angle OCB = \gamma = \frac{\beta}{n}$ (было показано в п. 2) $\Rightarrow$ по г-цу при-е в т.с:

$\alpha = n \cdot \gamma = \frac{\beta}{n} \cdot n = \beta, \alpha = \angle COE$ (верт. $\angle$)

Ответ: 1) $F = \frac{14}{9}R$, 2) $n=3$

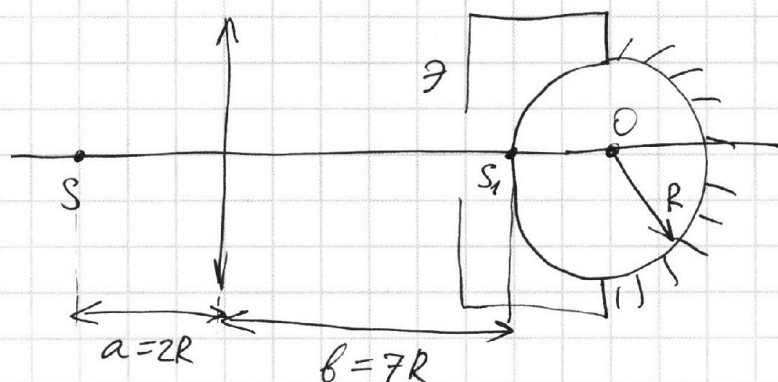


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

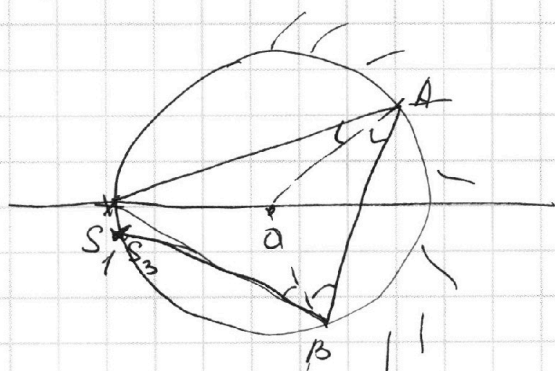
СТРАНИЦА
1 из 4

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) Лучи от источника идут $\pi/2$ мину, а затем проходят $\pi/2$ шар, отражаются, снова идут $\pi/2$ мину. Изображение источника совпадает с самим источником $\Rightarrow$ согласно принципу обратности световых лучей, изображение S_1 , полученное после преломления лучей в линзе, совпадает с изображением S_2 , полученным после отражения лучей и преломления их $\pi/2$ шар.

Если S_1 будет находиться на расстоянии b от линзы, первый раз лучи не преломятся, пройдя $\pi/2$ шар. Дальнейший ход лучей:



$$\begin{aligned} \angle S_1BO &\equiv \angle OBA \\ \angle S_1AO &= \angle OAB \text{ (угол пад-я = } \\ &\text{углу отражения), } \\ \angle OBA &= \angle OAB \text{ (} \Delta OBA - \text{п.б., } OB=OA=R) \end{aligned}$$

$\Downarrow$
 $S_1 \equiv S_3$ (т.к. $\Delta S_1BA - \text{п.б.,}$
а точки A и B равноудалены от
т. S_1) $\Rightarrow$ лучи пройдут $\pi/2$ $S_1 \Rightarrow$

$\Rightarrow$ ~~любой~~ положение изображения $S_3 \equiv S_1$ не зависит
от ~~угол~~ пок-ти прел-я шара, а ~~изобр-е~~ источника



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 4

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!

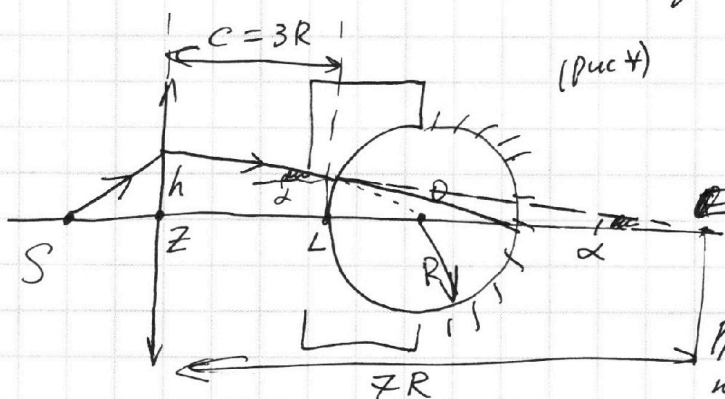
совпадает с самим ист. согласно принципу
обр-ти свет. лучей.

Итак, после прел-я в линзе лучи сфокусируются
на расст-ии $7R$.
Формула тонкой линзы для первого прел-я лучей
в линзе:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{F \cdot 2R} + \frac{1}{7R} = \frac{1}{74R} \rightarrow F = \frac{74}{9}R$$

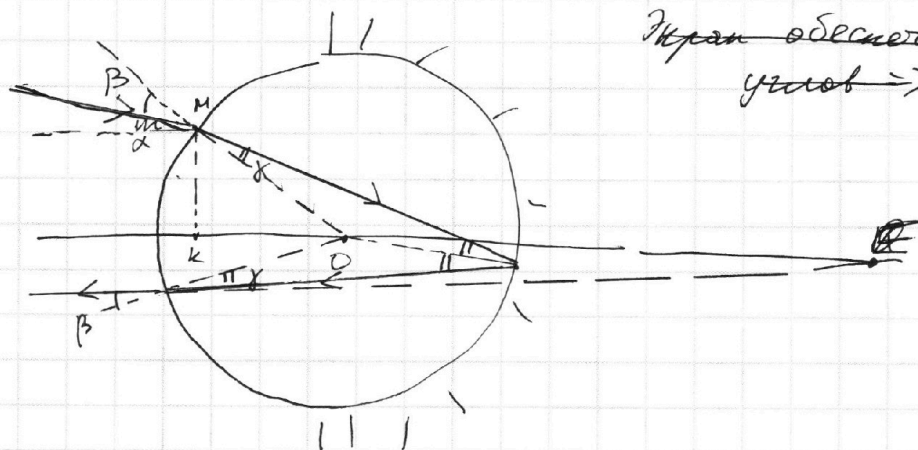
2)

С-новое расст-е от линзы до шара: $C = b - a =$
 $= (7 - 4)R = 3R$



Из п.1 известно, что
после прел-я в линзе
лучи сфокусируются на
расстоянии $7R$.
Примет, указанный на линзу
на расст-ии h от её центра:
 $\alpha \approx \tan \alpha = \frac{h}{7R}$

Рассмотрим ход лучей после прел-я в линзе:



Жран обеспокоит-ся мощность
углов $\Rightarrow$ НК-мод

Пусть угол падения луча на шар β , угол
прел-я γ . 3-й прел-я: $\sin \beta = \sin \gamma \cdot n \Rightarrow \beta = n\gamma$
(угол мал)

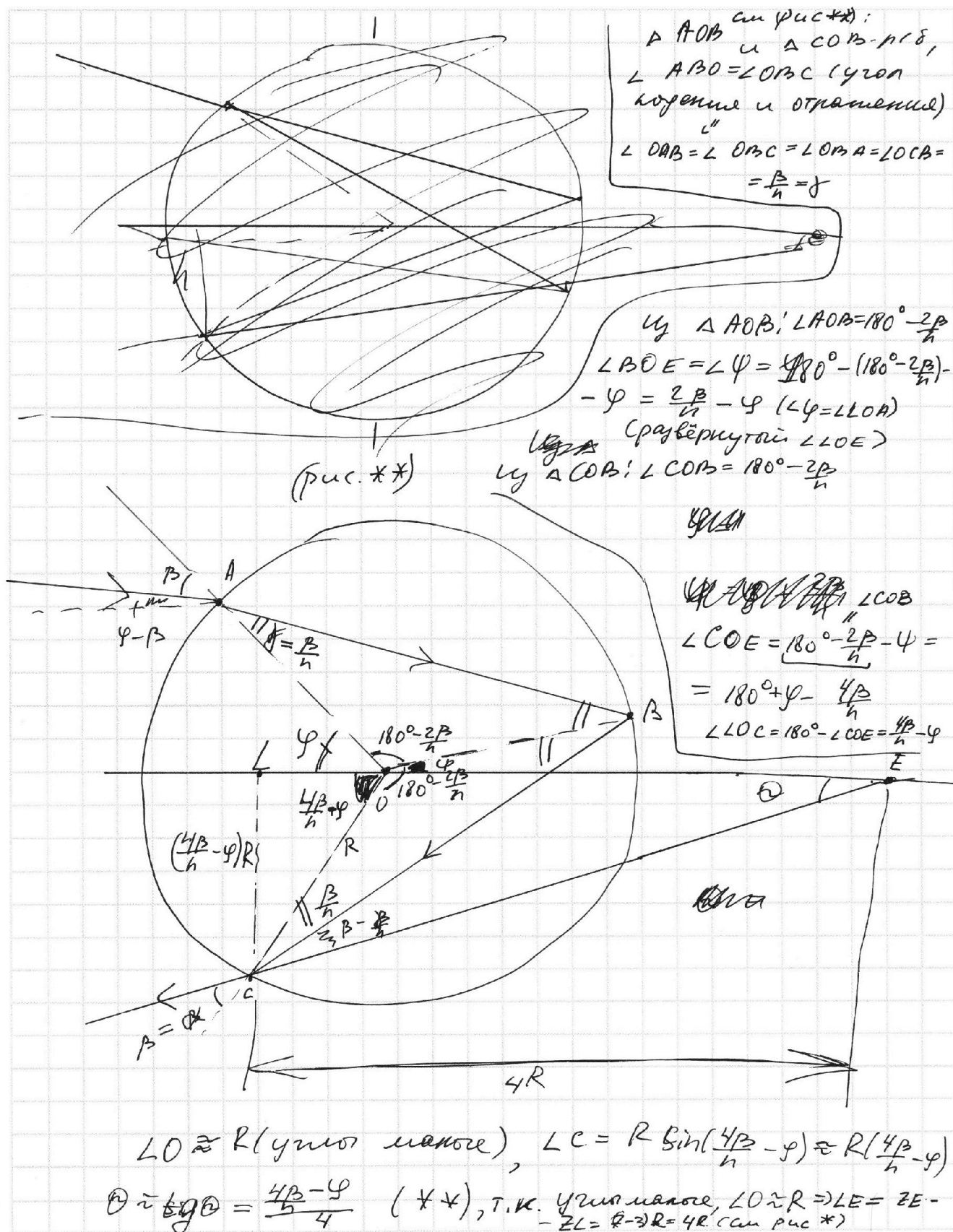


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 ИЗ 4

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!



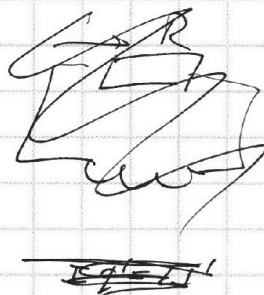
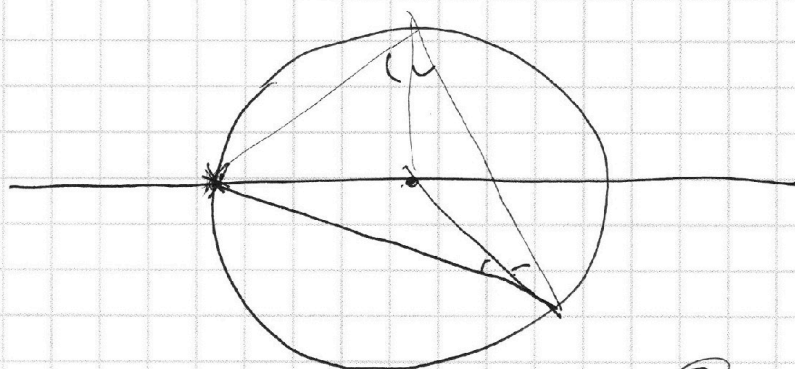


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



$$\varphi = \angle I = \angle \varphi'$$

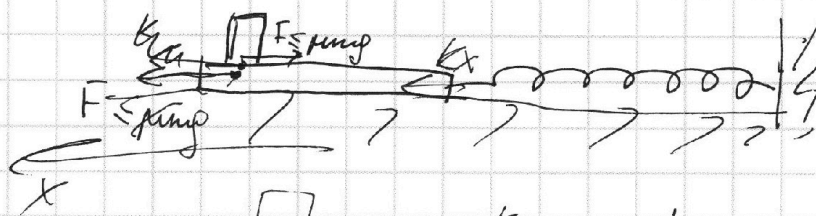
$$\angle \varphi' = \varphi$$

$$\cancel{n B_0 S_1} \neq \cancel{I \Delta t} = \text{const}$$

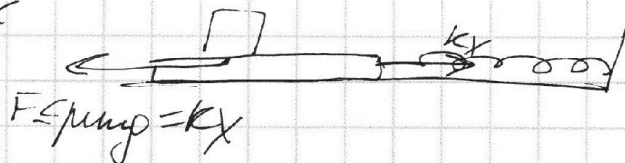
$$I \Delta t \quad n B_0 S_1 = B(t) n S_1 + \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\Delta t (B(t) - B_0) n S_1 = \Delta \Phi$$

$$\frac{B \Delta t}{7} n S_1 - \frac{B_0 n S_1 \Delta t}{7} = \Delta \Phi \quad \begin{array}{r} 10 \\ 24 \\ -17 \\ \hline 7 \end{array}$$



$$F_0 =$$



$$\frac{mv^2}{2} = \frac{kx^2}{2} + \Delta \Phi$$



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 __

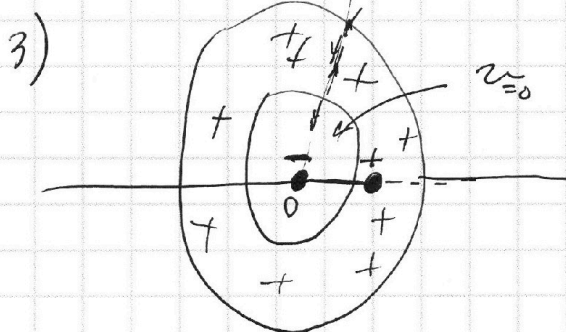
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{array}{r} 518 \overline{) 9} \\ -45 \\ \hline 68 \\ -63 \\ \hline 50 \\ -45 \\ \hline 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 7 \\ \hline 168 \end{array}$$

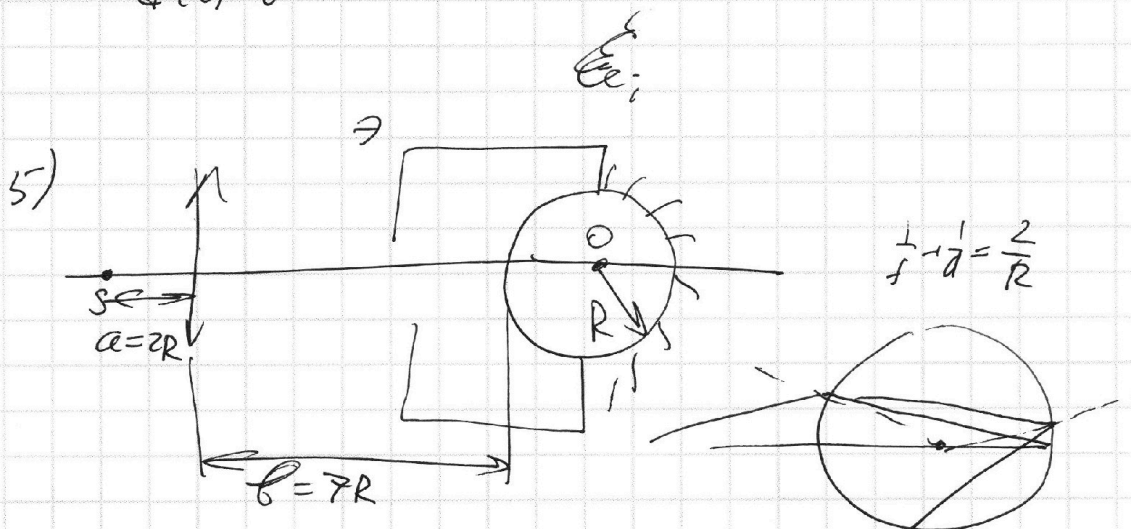
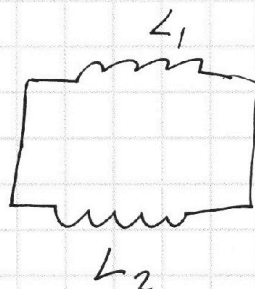
$$\begin{array}{r} 1295 \\ \times 4 \\ \hline 5180 \end{array}$$

$$\begin{aligned} & \frac{\Delta \mathcal{F}}{\Delta t} \\ & \mu B (t + \Delta t) S_1 - \mu B (t) S_1 \\ & = \mu B (t) S_1 \end{aligned}$$



4)

$$\begin{aligned} L_1 &= L, n, S_1, B_0 \\ L_2 &= 6L \\ R &\rightarrow 0 \\ I(t) &= 0 \end{aligned}$$



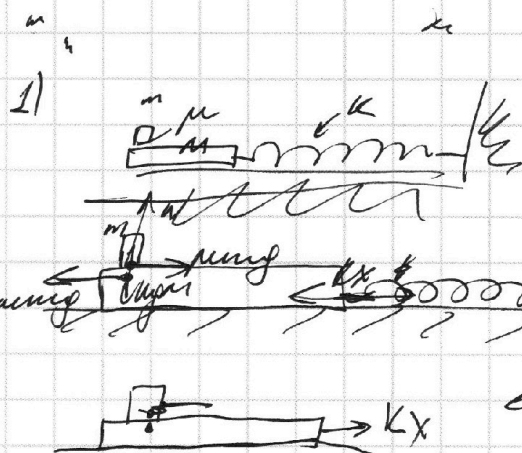


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



арг 0: Брус не рв-ся по
рессе.

$$m_{\text{шар}} = Kx$$

$$\begin{array}{r} \times 37 \\ \times 14 \\ \hline 148 \\ 37 \\ \hline 518 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 37 \\ \times 14 \\ \hline 148 \\ 37 \\ \hline 518 \end{array}$$

$$p = 38,22 + 14 =$$

$$= 52,22$$

2)

$$\begin{array}{r} 58 \overline{) 9} \\ -45 \\ \hline 13 \\ -9 \\ \hline 40 \\ -35 \\ \hline 50 \\ -45 \\ \hline 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 37 \\ \times 14 \\ \hline 148 \\ 37 \\ \hline 518 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 273 \\ \times 14 \\ \hline 1092 \\ 273 \\ \hline 3822 \end{array}$$

2) $t_0 = 27^\circ\text{C}$
 $m_B = 11 m_n$
 $t = 97^\circ\text{C}$
 $B \rightarrow \text{пар.}$

1) $\frac{m_{\text{пар}}}{m_n} = \frac{11}{12}$

2) масс. вып. + вода!

$\eta = 100\%$ & $\eta_{\text{ш-е}}$, что все вернется!

$$P_{\text{н.п.}}(t^*) V = \frac{(m_B + m_n)}{n} RT_0 = \frac{12 m_n}{n} RT_0^*$$

$$P_{\text{н.п.}}(t) V = \frac{m_n}{n} RT_0^*$$

$$\frac{P_{\text{н.п.}}(t^*)}{P_{\text{н.п.}}(t_0)} =$$

$$\begin{array}{r} \times 273 \\ \times 14 \\ \hline 1092 \\ 273 \\ \hline 3822 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 37 \\ \times 14 \\ \hline 148 \\ 37 \\ \hline 518 \end{array}$$



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

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

5
☐

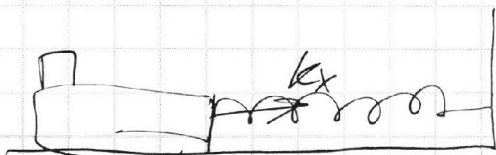
6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

1) ~~при~~ $t_{TP} = 0 \Rightarrow kx = Ma$



$$ma = -F_{TP}$$

$$Ma = kx + F_{TP} = kx - ma =$$

$$Ma + ma = kx$$

Отсюда $a = kx / (M + m)$

0) $0 = kx - ma \rightarrow ma = kx$

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} + F_{TP} \Delta x = \frac{kx_0^2}{2}$$

$$\frac{(M+m)v^2}{2} + F_{TP} \Delta x = \frac{kx_0^2}{2} - \frac{kx^2}{2}$$



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

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
__ 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!

