



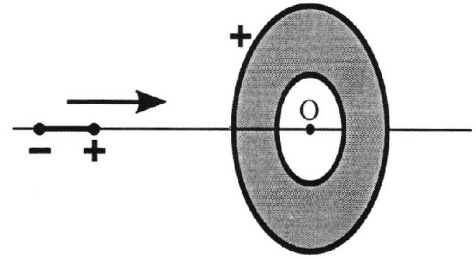
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

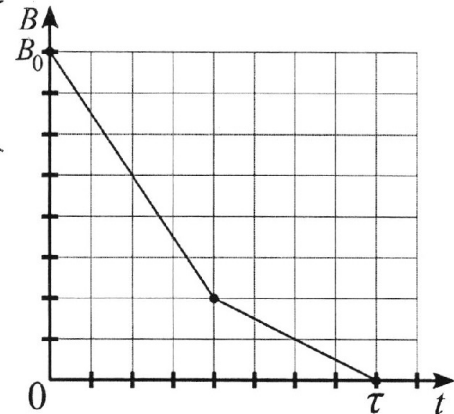
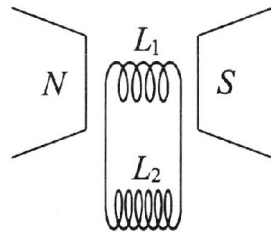


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке  $O$ . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется с некоторой начальной скоростью из бесконечно удаленной точки вдоль оси симметрии диска и пролетает через отверстие. Заряды диполя находятся на маленьких шариках, на диполь действуют только силы электрического поля диска, диск закреплен, при пролете диполь не отклоняется от оси диска. Минимальная начальная скорость диполя, необходимая для пролета, равна  $V_0$ . Диполь сообщают начальную скорость  $\frac{3}{2}V_0$ .



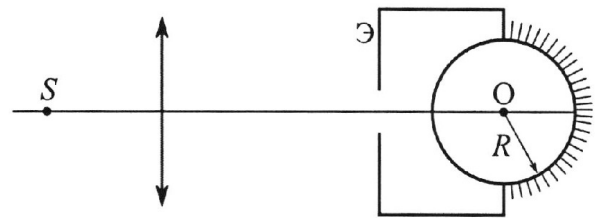
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью  $L_1 = L$  с числом витков  $n$  и площадью каждого витка  $S_1$  находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией  $B_0$ . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью  $L_2 = 3L$  находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени  $\tau$ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



- 1) Найти ток  $I_0$  через катушку  $L_1$  в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку  $L_1$  за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F$  расположены центр  $O$  прозрачного шара и точечный источник  $S$ , удаленный от линзы на расстояние  $a = 1,1F$  (см. рис.). На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран  $\mathcal{E}$  с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно  $b = 10,5F$ , то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти радиус  $R$  шара.

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на  $\Delta = 5,5F$ , изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

Отражение света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран  $\mathcal{E}$  обеспечивает малость углов  $\alpha$  лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения  $\sin \alpha \approx \alpha$ .



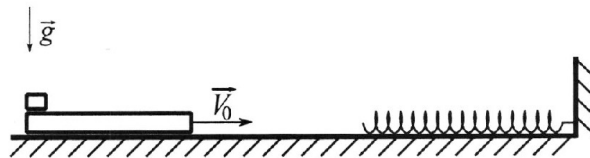
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



1. Длинная доска массой  $M = 2$  кг, на одном конце которой лежит небольшой брусок массой  $m = 1$  кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью  $V_0 = 1$  м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости  $k = 36$  Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске  $\mu = 0,3$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Число «пи» в расчётах можете считать равным  $\pi \approx 3$ . Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

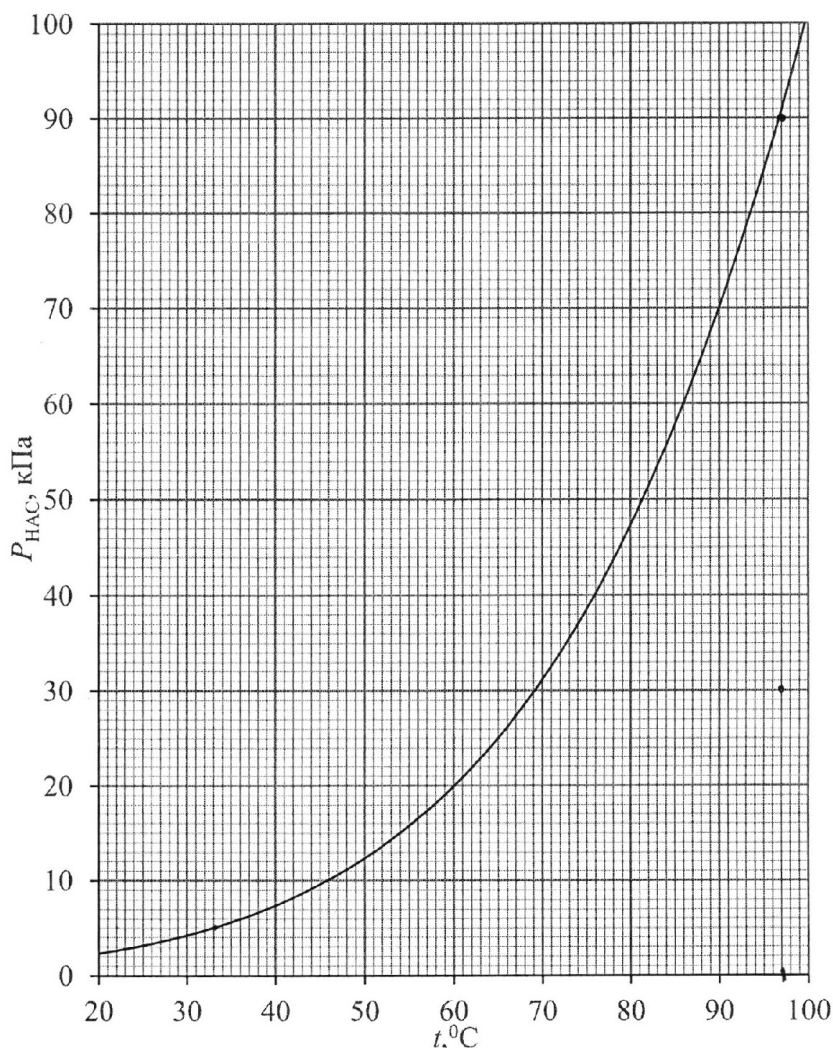


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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

- 1) Найти парциальное давление пара  $P_1$  при 97 °С.
- 2) Найти температуру  $t^*$ , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра  $V/V_0$  в конце и в начале остывания.

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





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

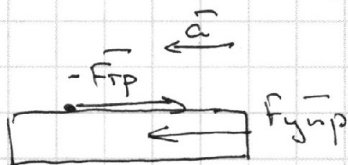
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
1 из 3

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

1) Усл. гвмт. Бруска:  $F_{\text{тр}} = \mu m g$

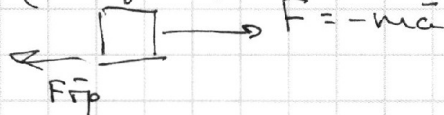
Поса:  $\vec{a}$



2-й з.к.:  $k s l - \mu m g = M a \Rightarrow$

$\Rightarrow a = \frac{k s l}{M} - \frac{\mu m g}{M}$

Брусом: (отн. доске)



2-й з.к.:  $m a = F_{\text{тр}}$

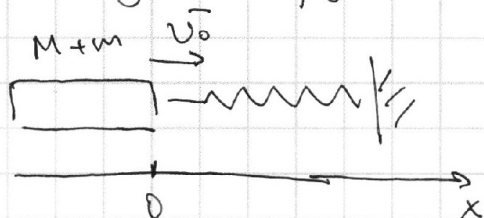
$\frac{m}{M} (k s l - \mu m g) = \mu m g$

$k s l \frac{m}{M} = \mu m g \left( \frac{m+M}{M} \right)$

$s l = \frac{\mu m g (m+M)}{k m} = \frac{0.3 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 3 \sqrt{2}}{36 \cdot 1} = \frac{9}{36 \cdot 1} \sqrt{2}$

$= 0.25 \text{ (м)} = \underline{\underline{25 \text{ (см)}}}$

2) Объединим брусок и доску в систему.



В момент связи. на коорд.  $x$ :

~~$E_{\text{пот}} + E_{\text{кин}} = \text{const}$~~

$\frac{k x^2}{2} + \frac{(M+m) \dot{x}^2}{2} = \text{const} \quad \text{diff (t)}$

$k x \dot{x} + (M+m) \ddot{x} \dot{x} = 0 \Rightarrow k x + (M+m) \ddot{x} = 0$



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  
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!

Движение системы гармоническое,  $\omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}}$

$$x = A \sin(\omega t) \Rightarrow v = A \omega \cos(\omega t)$$

Пусть скорость системы в момент нач. отн. движ. бруса и доски  $v$ . Тогда  $\frac{v}{v_0} = \cos(\omega t)$

$$ЗСЭ: \frac{k \Delta l^2}{2} + \frac{(M+m)v^2}{2} = \frac{(M+m)v_0^2}{2}$$

$$v^2 = v_0^2 - \frac{k \Delta l^2}{M+m}$$

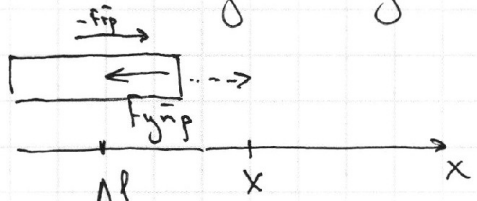
$$\text{Тогда наоборот, } \cos(\omega t) = \frac{\sqrt{v_0^2 - \frac{k \Delta l^2}{M+m}}}{v_0} = \frac{\sqrt{1 - \frac{36 \cdot \frac{1}{16}}{3}}}{1}$$

$$= \frac{1}{2} \Rightarrow \omega t = \frac{\pi}{3} \Rightarrow t = \frac{\pi \sqrt{\frac{k}{M+m}}}{3} \approx \frac{3}{3} \cdot \sqrt{\frac{36}{3}} \approx$$

$$\approx \sqrt{12} \text{ (с.) т.е. } 2\sqrt{3} \text{ с}$$

3) В какой момент времени после  $t$  груз будет действ. на доску с силой  $F_{тр} = \mu m g$  (по условию  $F_{упр} \uparrow \Rightarrow a \uparrow$  до момента её остановки)

Рассм. движ. доски после начала скольз. груза:



$$-kx + \mu m g = M \ddot{x} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M \ddot{x} + kx - \mu m g = 0$$

$$M \left( x - \frac{\mu m g}{k} \right) + k \left( x - \frac{\mu m g}{k} \right) = 0$$

Значит, координ. доски такая же, как если бы трения не было, но смещ. на  $\frac{\mu m g}{k}$ . В напр.  $Ox$



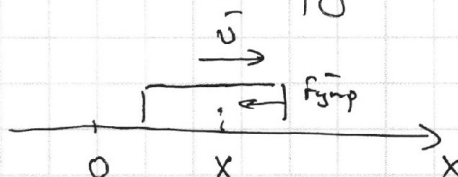
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!

Рассм. аналогичное гарм. двиг. Тогда в момент, когда скорость равна  $v$ , доска без бруска была бы на коорд  $X = \Delta l - \frac{\mu m g}{k} = \frac{1}{4} - \frac{1}{12} = \frac{1}{6}$  (м)



$$\text{ЗСЭ: } \frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{kx_{\text{кон}}^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M \left( v_0^2 - \frac{k \Delta l^2}{M+m} \right) + kx^2 = kx_{\text{кон}}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x_{\text{кон}} = \sqrt{x^2 + \frac{M}{k} \left( v_0^2 - \frac{k \Delta l^2}{M+m} \right)} = \sqrt{\frac{1}{36} + \frac{2}{36} \left( \frac{1}{4} \right)} =$$

$$= \frac{\sqrt{1 + \frac{1}{2}}}{\sqrt{36}} = \frac{\sqrt{\frac{3}{2}}}{6} = \frac{\sqrt{3}}{6\sqrt{2}} \text{ (м)} - \text{координата}$$

остановится доска в таких условиях.

Значит, по возг. Фтр доска остановится на  ~~$\mu m g$~~   $\mu m g$  высоте  $\Rightarrow x'_{\text{кон}} = x_{\text{кон}} + \frac{\mu m g}{k} =$

$$= \frac{\sqrt{3}}{6\sqrt{2}} + \frac{1}{12} = \frac{2\sqrt{3} + \sqrt{2}}{12\sqrt{2}} \text{ (м)}$$

Ускорение доски:  $a_{\text{кон}} = \frac{kx'_{\text{кон}} - \mu m g}{M}$

$$= \frac{\frac{6\sqrt{3} + 3\sqrt{2}}{\sqrt{2}} - 3 \left( \frac{M}{c^2} \right)}{2} = \frac{3\sqrt{6}}{2} \left( \frac{M}{c^2} \right)$$

Направлено против оси  $x$ .



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                        |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

$$1) \quad \varphi_0 = \frac{P}{P_{\text{нас}}}$$

$$\text{УМК: } PV = \nu RT = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow P = \frac{P}{\mu} RT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P = \frac{P\mu}{RT} \Rightarrow \varphi_0 = \frac{P}{P_{\text{нас}}}$$

$$\text{Значит, } P_1 = \frac{1}{3} P_{\text{нас}} \text{ при } t_0 = 97^\circ$$

$$\text{у граф. } P_{\text{нас}} = (90 \pm 1) \text{ кПа} \Rightarrow P_1 = (30,0 \pm 0,3) \text{ кПа}$$

3) Предположим, что при  $t = 33^\circ\text{C}$  вода перенасыщенная. Тогда ее парциальное давление  $P_{\text{H}} = (5 \pm 1) \text{ кПа}$  (у графика).

Для того, чтобы обеспечивать равновесие массивного поршня, суммарное давление в цилиндре должно составлять  $p_0 = 105 \text{ кПа} \Rightarrow$   
давление воздуха  $P_{\text{в}} = p_0 - P_{\text{H}} = (100 \pm 1) \text{ кПа}$ .

Объем воздуха в конце  $V$  найдём по ~~закону~~

уравнение Менделеева - Клапейрона:  $P_{\text{в}} V = \nu R t \Rightarrow$

$$\Rightarrow V = \frac{\nu R t}{P_{\text{в}}}$$

Аналогично найдём объем воздуха в начале остывания:

$$(P_0 - P_1) V_0 = \nu R t_0 \Rightarrow V_0 = \frac{\nu R t_0}{P_0 - P_1}$$



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!

Поскольку газ занимает весь предоставленный объём, а  $V_{\text{цилиндра}} \ll V_{\text{газа}}$ , объём воздуха в цилиндре эквивалентен объёму содержимого цилиндра.

$$\text{Значит, } \frac{V}{V_0} = \frac{t}{t_0} \cdot \frac{P_0 - P_1}{P_B} \approx \frac{33}{97} \cdot \frac{75}{100} \approx \frac{99}{388} \approx \frac{1}{4}$$

2) До тех пор пока пар ненасыщенный, графики  $P(t)$  — прямая, параллельная оси  $t$  (поскольку газ в цилиндре участвует в изобарном процессе)

В <sup>точке</sup> моменте пересечения этой прямой и графика  $P_{\text{нас}}(t)$  начинается конденсация. Это точка  $(69^\circ\text{C}; 30 \text{ кПа}) \Rightarrow \underline{t^* = 69^\circ\text{C}}$

Значит, к моменту достижения  $t = 33^\circ\text{C}$  пар в цилиндре будет насыщенным.



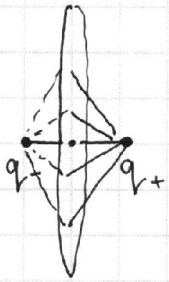
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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) При пролёте через центр отверстия суммарная энергия взаимодействия зарядов диполя и диска равна нулю.



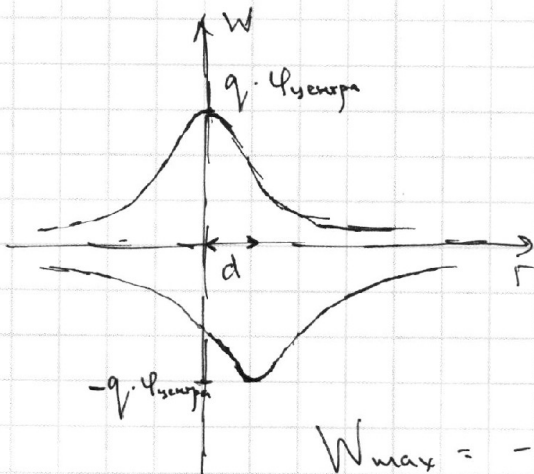
$$W = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{kq_i(-q)}{r_i} + \sum_{i=0}^{\infty} \frac{kq_i(q)}{r_i} = 0$$

↑  
расст. между зарядами на диске и зарядом на диске

Значит, по закону сохр. энергии, вся энергия диполя в момент пролёта кинетическая, т.е. его скорость в этот момент равна скорости на бесконечности

$$v_1 = \frac{3}{2} v_0$$

2) Постр. качественные графики энергии взаимодействия диполя с зарядом от расст. от заряда до центра диска



~~Эти графики~~ Оси симметрии этих графиков будут смещены друг от друга на много диполя  $d$ . Сами же графики аналогичны, только один перевернут отн. другому.

$$\text{Поскольку } W_{\text{диполя}} = W_+ + W_- ,$$

$$W_{\text{max}} = -W_{\text{min}} \Rightarrow \text{также из сообр. симметрии ант. до и после пролёта диска}$$



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!

Известно, что минимальная скорость для пролёта равна  $V_0$ , значит, максимум пот. энергии

$$W_{\max} = \frac{mV_0^2}{2} \Rightarrow W_{\min} = -\frac{mV_0^2}{2}$$

$$\text{ЗСЭ: } \begin{cases} W_{\max} + K_{\min} = \frac{mV_0^2}{2} \cdot \frac{9}{4} \\ W_{\min} + K_{\max} = \frac{mV_0^2}{2} \cdot \frac{9}{4} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{mV_0^2}{2} + K_{\min} = \frac{mV_0^2}{2} \cdot \frac{9}{4} \\ -\frac{mV_0^2}{2} + K_{\max} = \frac{mV_0^2}{2} \cdot \frac{9}{4} \end{cases}$$

$$\begin{cases} K_{\min} = \frac{mV_0^2}{2} \cdot \frac{5}{4} \\ K_{\max} = \frac{mV_0^2}{2} \cdot \frac{13}{4} \end{cases} \Rightarrow \frac{K_{\min}}{K_{\max}} = \frac{V_{\min}^2}{V_{\max}^2} = \frac{5}{13}$$

$$\frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \sqrt{\frac{13}{5}}$$



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) В катушках одинаковый ток. контуры из  
2-е урав. Кирхгофа для обеих катушек

$$L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt} = 0$$

$$d\Phi_1 = -d\Phi_2 \Rightarrow \Phi_1 + \Phi_2 = \text{const}$$

В начале потока есть только через первую катушку. Он равен  $\Phi = B_0 n S_1 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \text{В конце } L I_0 + 3 L I_0 = B_0 n S_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\Sigma_0 = \frac{B_0 n S_1}{4L}}$$

$$2) \Phi_1(t) = B(t) n S_1 + L_1 I(t)$$

$$\Phi_2(t) = L_2 I(t)$$

$$\Phi_1(t) + \Phi_2(t) = B_0 n S_1 = B(t) n S_1 + I(t) (L_1 + L_2)$$

$$\text{Значит, } I(t) (L_1 + L_2) = n S_1 (B_0 - B(t)) \quad \left| \cdot dt \right.$$

$$dQ (L_1 + L_2) = n S_1 B_0 dt - n S_1 B dt$$

$$B(t) = -\frac{3B_0}{2\tau} t + B_0 \quad \left( \text{где } 0 \leq t \leq \frac{\tau}{2}; \text{ по т. } (0; B_0); \left(\frac{\tau}{2}; \frac{B_0}{4}\right) \right)$$

$$B(t) = -\frac{B_0}{2\tau} t + \frac{B_0}{2} \quad \left( \text{где } \frac{\tau}{2} \leq t \leq \tau; \text{ по т. } \left(\frac{\tau}{2}; \frac{B_0}{4}\right); (\tau; 0) \right)$$

Значит, сумм прошедший через катушки заряд

$$Q \text{ равен } \frac{n S_1 B_0 \tau}{4L} + \frac{n S_1}{4L} \cdot \langle \text{площадь под графиком}$$

$$B(t) \rangle.$$



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!

Посчитаем площадь по граф.  $B(t)$ . Она  
равна  $\frac{3B_0 t}{8}$ , т.е.  $Q = \frac{11}{8} \cdot \frac{\mu_{S1}}{4L} \cdot B_0 t =$

$$= \left( \frac{11}{32} \frac{\mu_{S1} B_0 t}{L} \right)$$

Поскольку катушки соед. последовательно,  
заряд через них пройдет равный заряд.

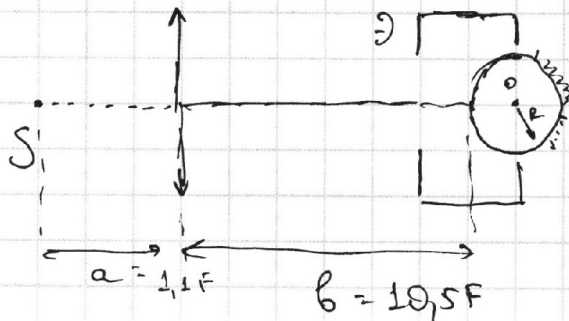


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

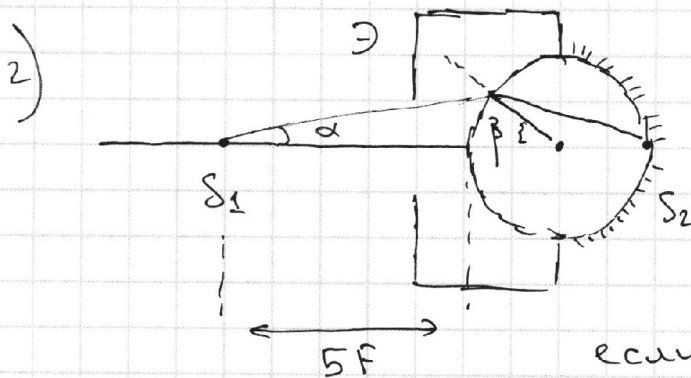
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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!



Изображение ист.  $S$  в тонкой линзе  $S_1$  будет находиться на расст.  $L$  от линзы. По формуле тонкой линзы,  $\frac{1}{a} + \frac{1}{L} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{L} = \frac{1}{F} - \frac{10}{11F} = \frac{1}{11F} \Rightarrow$   
 $L = 11F$



Изобр. источника совпадает с источником в том случае,

если после прохождения точки  $S_1$  все лучи вновь соберутся в точке  $S_2$ , лет. на  $\Gamma O O_2$  и зери. поверхности шара.\*

$$5F \tan \alpha \approx R \tan \beta \Rightarrow 5F \alpha \approx R \beta \Rightarrow \beta = \alpha \frac{5F}{R}$$

Угол падения луча  $\alpha + \beta \Rightarrow$  угол преломления  $n(\alpha + \beta)$ . Для попадания луча в т.  $S_2$

$$2R \tan(n(\alpha + \beta)) = 5F \tan \alpha \Rightarrow 2R n(\alpha + \beta) \approx 5F \alpha$$



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.

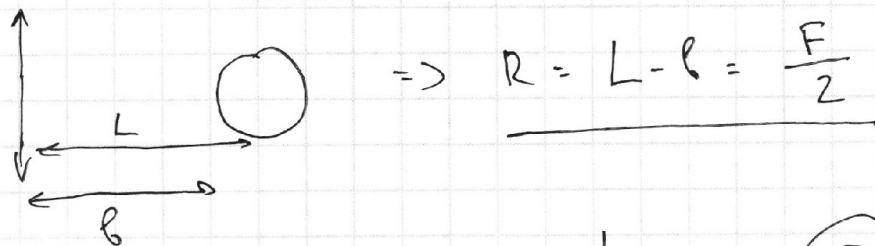
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
2 из 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!

$$\S \quad 2Rn \cancel{\left(1 + \frac{SF}{R}\right)} = SF \cancel{\left(1 + \frac{SF}{R}\right)} \Rightarrow n = SF \cdot \frac{1}{2(R+SF)}$$

- 1) Изображение источника совпадает с источником и не зависит от показ. преломления материала шара. Тогда и только тогда, когда центр источника в луже попадает в центр шара. В таком случае преломления не происходит (т.е. угол падения любого луча ноль), траектория отраженного луча совпадает с траекторией падающего луча.



2) Подставляем  $n$ :  $n = SF \cdot \frac{1}{2\left(\frac{F}{2} + SF\right)} = \frac{5}{11}$

\* В таком случае траектории падающего и отраженного лучей симметричны отн.  $\Gamma O O$ .

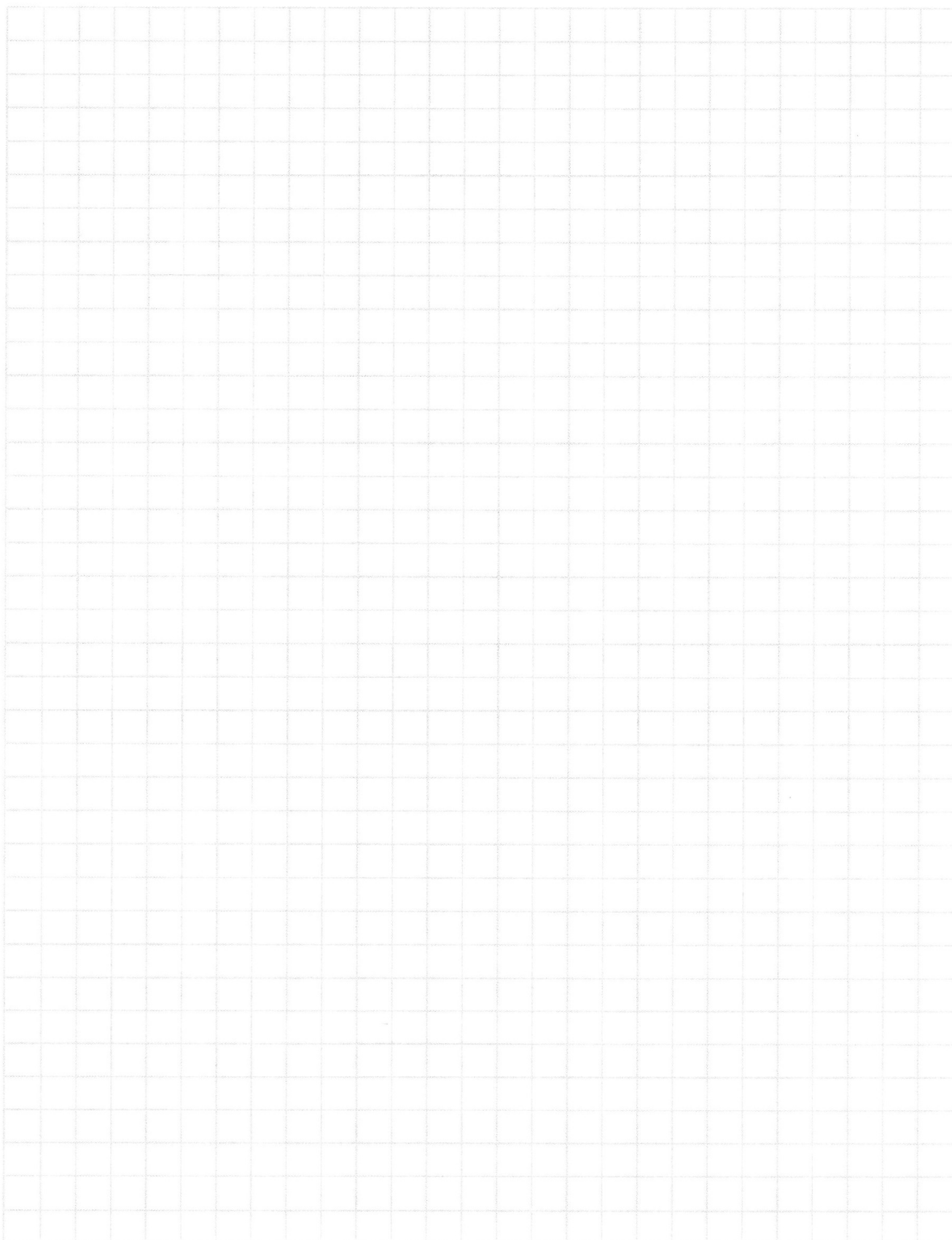


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

№1 ~~только~~ ~~только~~ ~~ну ±~~  
 №2 ~~только~~ ~~только~~ ~~ну × 3~~  
 №3 ~~только~~ ~~только~~  
 №4 ~~только~~ ~~только~~ ~~ну × 3~~ ~~нб~~  
 №5 ~~только~~ ~~только~~

$$L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt} = 0$$

$$d\Phi_1 = -d\Phi_2$$

$$\Rightarrow \Phi_1 + \Phi_2 = \text{const}$$

$$B = (0; B_0); \left(\frac{T}{2}; \frac{B_0}{4}\right)$$

$$kx + b =$$

$$B = B_0$$

$$k \cdot \frac{T}{2} + B_0 = \frac{B_0}{4}$$

$$k \frac{T}{2} = -\frac{3B_0}{4}$$

$$k = -\frac{3B_0}{2T}$$

$$B(t) = -\frac{3B_0}{2T}$$

$$\begin{cases} kT + b = 0 \\ k \frac{T}{2} + b = \frac{B_0}{4} \end{cases}$$

$$k \frac{T}{2} = -\frac{B_0}{4}$$

$$k = -\frac{B_0}{2T}$$

$$b = \frac{B_0}{2}$$

$$\frac{2 \cdot 32 \cdot 4}{388}$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{T}{2} \cdot \frac{3B_0}{4} = \frac{1}{16} \cdot 3B_0 T + \frac{B_0}{4} \cdot \frac{T}{2} = \frac{2}{16} B_0 T$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{B_0}{4} \cdot \frac{T}{2} = \frac{B_0 T}{16} = \frac{6 B_0 T}{16} = \frac{3 B_0 T}{8}$$

$$P_{\text{max}} = 9 \text{ мВт}$$

$$P_{\text{max}} = 5 \text{ мВт} \text{ (конеч)}$$

$$C_0 = \frac{P}{P_{\text{max}}}$$

$$PV = JRT = \frac{m}{M} RT$$

$$P = \frac{P}{\mu} RT \Rightarrow P \sim P$$



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**.

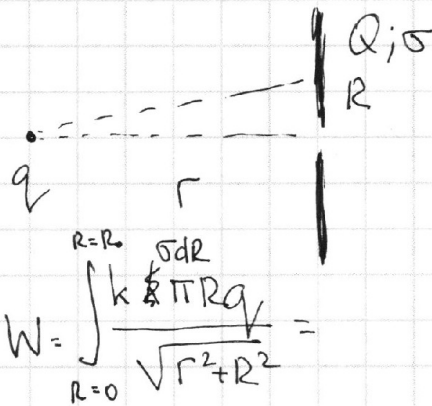
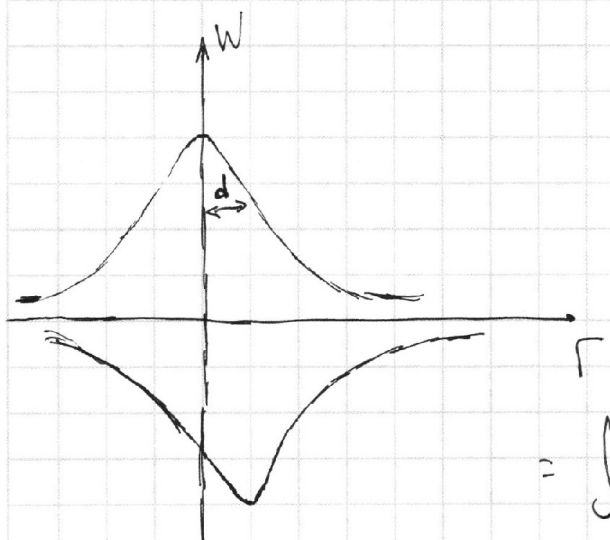
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

24 Закон БСВЛ:  $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3}$

Черновик



$$W = \int_{R=0}^{R=R} \frac{k \pi R q \sigma dR}{\sqrt{r^2 + R^2}} =$$

$$= \int \frac{1}{2} \frac{k \pi q \sigma d(R^2)}{\sqrt{r^2 + R^2}} =$$

$$= \int \frac{1}{2} \frac{k \pi q \sigma d(r^2 + R^2)}{\sqrt{r^2 + R^2}} = \left( k \pi q \sigma \sqrt{r^2 + R^2} \right) = W(r)$$

$$W_{\text{gen}}(r) = k \pi q \sigma \left( \sqrt{r^2 + R^2} - \sqrt{(r+d)^2 + R^2} \right)$$

$$\int x^{-\frac{1}{2}} dx = 2x^{\frac{1}{2}}$$

$$W_{\text{gen}}'(r) = \frac{\frac{1}{2} k \pi q \sigma}{\sqrt{r^2 + R^2}} \cdot 2r - \frac{\frac{1}{2} k \pi q \sigma}{\sqrt{(r+d)^2 + R^2}} \cdot 2(r+d) \approx$$

~~2r~~

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

$$v = -A \omega \sin(\omega t)$$

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

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



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

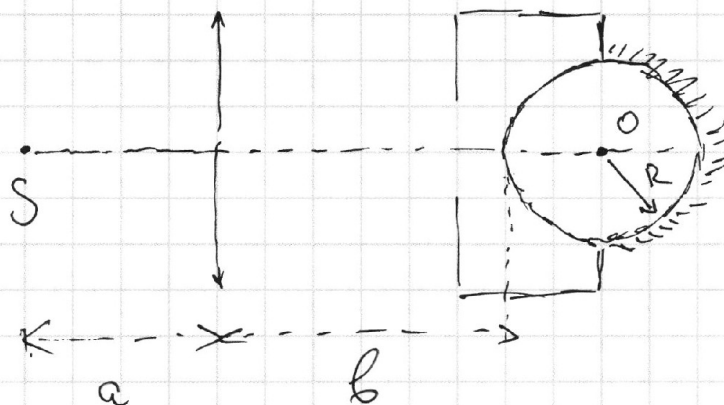
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
\_\_ 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!

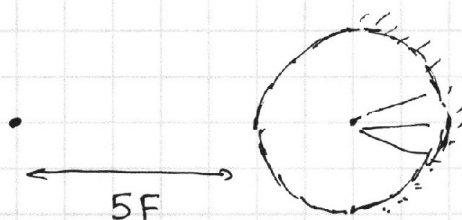
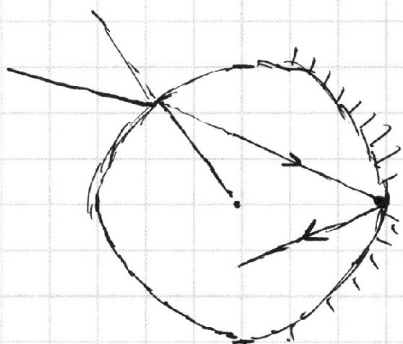
Черновик

25



$$\frac{1}{a} + \frac{1}{L} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{L} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a} = \frac{1}{F} \left(1 - \frac{10}{11}\right) = \frac{1}{11F}$$

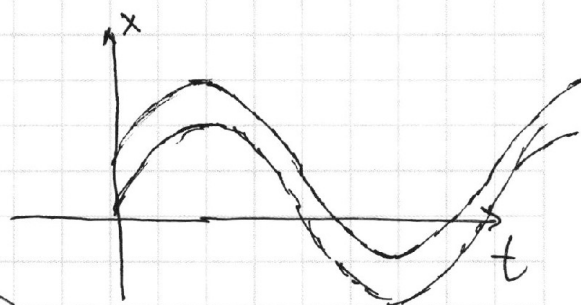
$$L = 11F$$



$$2R \left( \frac{R+5F}{R} \right) = 2(R+5F)$$

$$\frac{100}{k} = \frac{93 \cdot 1 \cdot 10}{36} = \frac{3}{36} = \frac{1}{12}$$

$$\frac{1}{4} - \frac{1}{12} = \left( \frac{1}{6} \right)$$





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                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

