



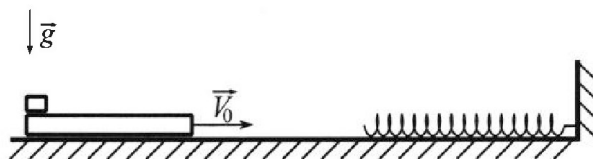
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

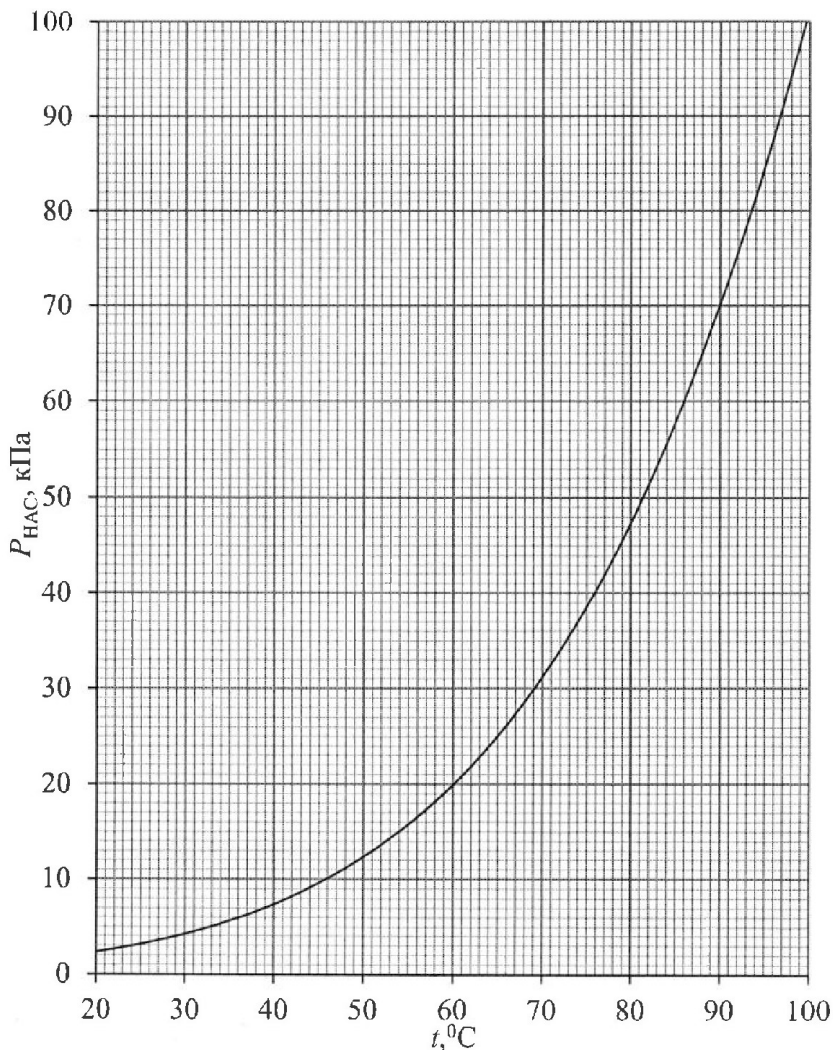


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 105$ 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 газ а можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.





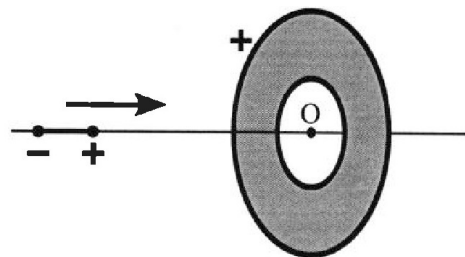
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



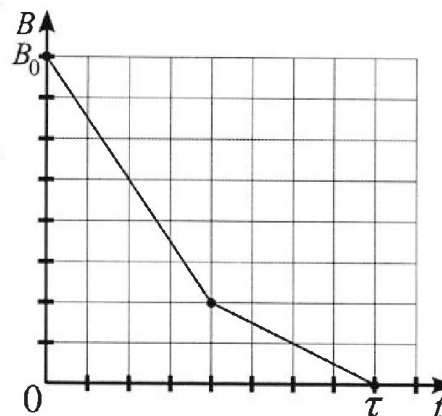
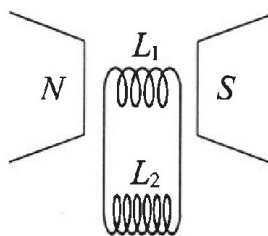
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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

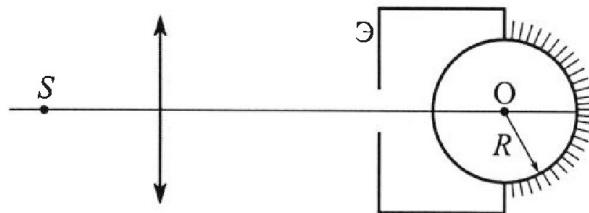
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 3L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек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



1) Найти ток I_0 через катушку L_1 в конце выключения внешнего поля.

2) Найти заряд, протекший через катушку L_1 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположены центр O прозрачного шара и точечный источник S , удаленный от линзы на расстояние $a = 1,1F$ (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 α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.

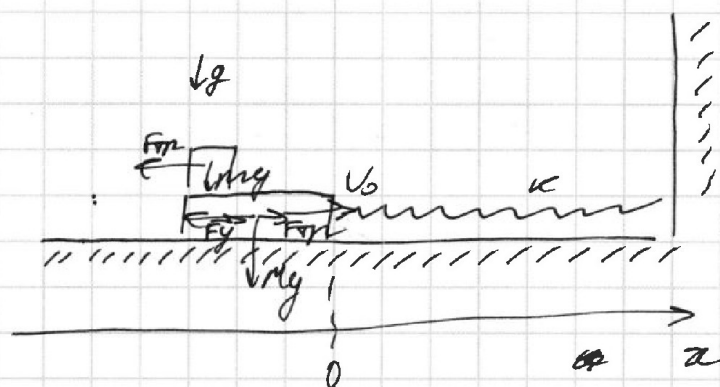


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 5

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) Определим
увеличение бруса
и доска начнется
тогда, когда
их ускорение

начнут от шкаться.

На брусках дей-ет только $F_{тр} \leq \mu mg$, т.е.

она может обеспечить ускорение не более
чем μg . Если μ доска будет иметь ускорение
большее чем μg , начнется движение.

II з.и. ох:

$$F_{тр} - F_g = Ma_x$$

$$\mu mg - kx_g = -M\mu g$$

$$kx_g = (M + m)\mu g$$

$$x_g = \frac{(M + m)\mu g}{k} = \frac{3 \cdot 0,3 \cdot 10}{36} = \frac{3 \cdot 3}{36} = \frac{9}{36} = \frac{1}{4} \text{ м.} = 0,25 \text{ м.}$$

2) До момента начала относительного дви-
жения доска и бруска движ-ся.



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 5

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!

Обозначим эту скорость V .

Вот так, как вышло, реше от-ет, то система Брус-Доска-Пружина имеет постоянную энергию E .

$$\frac{kx^2}{2} + \frac{(M+m)V^2}{2} = \text{const}$$

Продифференцируем это выражение:

$$\frac{k \cdot x \cdot \dot{x}}{2} + \frac{(M+m) \cdot 2V \cdot \dot{V}}{2} = 0$$

$$kx \cdot \dot{x} + (M+m) \cdot \dot{x} \cdot \ddot{x} = 0$$

$$kx + (M+m)\ddot{x} = 0$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{M+m} \cdot x = 0$$

Решение будем искать в виде

$$x = A \sin(\omega t) \quad (\text{нач-ая фаза } 0, \text{ т.е. при}$$

$$t=0 \text{ пружина не сжата, т.е. } x=0)$$

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

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

В нач-ый момент времени ($t=0$) скорость доски/бруса была V_0 . Т.е.



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 5

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!

$$\dot{x}(0) = V_0$$

$$|W| = \sqrt{\frac{k}{m \cdot m}}$$

$$A \cdot W \cdot \cos(0) = V_0$$

$$A \cdot W = V_0$$

$$A = \frac{V_0}{W} = \frac{V_0 \sqrt{m \cdot m}}{\sqrt{k}}$$

Т.е. координату пружины в момент начала движения бруса от-но доски мы знаем из п. 1., то

$$x_g = A \sin W \cdot t_g$$

$$\frac{x_g}{A} = \sin W t_g$$

$$W t_g = \frac{x_g}{A} \arcsin\left(\frac{x_g}{A}\right) = \arcsin\left(\frac{x_g \cdot \sqrt{k}}{V_0 \sqrt{m \cdot m}}\right)$$

$$t_g = \frac{\arcsin\left(\frac{x_g \cdot \sqrt{k}}{V_0 \sqrt{m \cdot m}}\right)}{W}$$

$$t_g = \frac{\arcsin\left(\frac{1}{4} \cdot \frac{6}{1.6 \cdot \sqrt{31}}\right)}{\sqrt{\frac{367}{313}}} = \frac{\arcsin\left(\frac{\sqrt{31}}{2}\right)}{2\sqrt{31}} = \frac{\pi}{6\sqrt{31}} = \frac{3}{6\sqrt{31}} =$$

$$= \frac{1}{2\sqrt{31}} \text{ с}$$

3) После начала относительного движения бруса (в нашем рассмотрении) можно считать, что он останавливается



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 5

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!

т.е. ускорение груза (в рас-е и или промежутках) всегда больше или равно нулю.

Зап-ем II з.и. для груза:

$$-F_y + F_{up} = Ma$$

$$-kx + \mu mg = M\ddot{x}$$

$$\mu mg = M\ddot{x} + kx$$

$$\frac{\mu mg}{M} = \ddot{x} + \frac{k}{M}x$$

$x = A \sin(\omega t + \varphi_0) + C$ (т.к. это должно выполняться и если $\sin(\omega t + \varphi_0) = 0, 00$)

$$\frac{k}{M} \cdot C = \frac{\mu mg}{M}$$

$$C = \frac{\mu mg}{k}$$

$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0) + \frac{\mu mg}{k}$$

$$\dot{x} = A\omega \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$\ddot{x} = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0)$$

Заметно, что макс-е жатие пружины соответствует макс-ому ускорению тела (т.е. $\sin(\omega t + \varphi_0) = 1$).



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
5 ИЗ 5

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!

$$\ddot{x}_{\max} = A \omega^2$$

$$\omega^2 = \frac{k}{M}$$

В условный момент $t=0$ с.с. ввоз координат x и y и сдвиг бруса $z = \frac{(M+m)g}{k}$

$$x = A \sin(\varphi_0) + \frac{Mg}{k}$$

$$A \sin \varphi_0 = \frac{Mg}{k} = \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 10}{36} = \frac{6}{36} = \frac{1}{6}$$

$A \cos \varphi_0 = V$ (V — скорость тел в момент начала разбега) ($V = \frac{1}{2}$ м/с из 3.с.з)

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{Mg}{kV} = \frac{1}{6} : \frac{1}{2} = \frac{1}{3}$$

$$\varphi_0 = \arctg\left(\frac{1}{3}\right)$$

$$A \cdot \cos(\arctg \frac{1}{3}) = \frac{4}{6} \cdot \frac{1}{2}$$

$$A = \frac{1}{2} \cos(\arctg \frac{1}{3})$$

$$\ddot{x} = A \cdot \omega^2 = \frac{1}{2 \cos(\arctg \frac{1}{3})} \cdot \frac{k}{M} = \frac{g}{\cos(\arctg \frac{1}{3})}$$

Ответ: 1) $x_g = 0,25$ м

$$2) \operatorname{tg} \varphi = \frac{\sqrt{3}}{6} \text{ с}$$

$$3) \ddot{x}_z = \frac{g}{\cos(\arctg \frac{1}{3})}$$



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

4 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!

~2

1) Парциальное давление пара P_1 найдем

из уравнения по формуле

$$P_{\text{н.п.}} = P_{\text{н.п.}}(T) \cdot \varphi = \frac{1}{5} \cdot 91^\circ \text{C} = \underline{\underline{30,3^\circ \text{C}}}$$

~~Ответ: $P_1 = 30$~~ $P_1 = 30 \frac{1}{5} \text{ кПа}$ $P_0 = 105 - 30 \frac{1}{5} = 84 \frac{2}{5} \text{ кПа}$
($224 \frac{2}{5} \text{ кПа}$)

2) Пока пар не начал конденсироваться

и построим $\Rightarrow$

$$\begin{cases} P_0 \cdot V = \nu R T \\ P_{\text{н.п.}} \cdot V = \nu R T \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_0 \cdot V_0 = \nu R T_0 \\ P_{\text{н.п.}} \cdot V_0 = \nu R T_0 \end{cases}$$

$$\frac{P_0}{P_{\text{н.п.}}} = \frac{\nu R T}{\nu R T} = \frac{P_0}{P_{\text{н.п.}}}$$

$$P_0 = P_{\text{н.п.}} \cdot \frac{P_0}{P_{\text{н.п.}}} = P_{\text{н.п.}} \cdot \frac{P_0}{P_{\text{н.п.}}}$$

$P_0 = P_0 + P_{\text{н.п.}}$ (т.к. пар не конденсируется, поэтому)

$$P_0 = P_{\text{н.п.}} \left(\frac{P_0 + P_0}{P_{\text{н.п.}}} \right)$$

$$P_{\text{н.п.}} = P_0 = \frac{81}{3} \text{ кПа} \Rightarrow t^* \approx 69^\circ \text{C (из ур-на)}$$

$$3) \begin{cases} P_0 \cdot V = \nu R T_0 \\ P_0 \cdot V_0 = \nu R T_0 \end{cases} \Rightarrow \frac{P_0}{P_0} \cdot \frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0} \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{P_0}{P_0}$$

$$P_0 = \frac{224}{3} \text{ кПа}$$

$$P_0 = P_0 - P_{\text{н.п.}}(303^\circ \text{C}) = 105 \text{ кПа} - 5 \text{ кПа} = 100 \text{ кПа}$$



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!

$$\frac{V}{V_{60}} = \frac{102}{340} \cdot \frac{724}{3 \cdot 1000} = \frac{581}{102 \cdot 56} = \frac{57.56}{185.25}$$

$\begin{array}{r} 102 \\ 340 \overline{) 724} \\ \underline{340} \\ 384 \\ \underline{340} \\ 44 \end{array}$

Ответ: 1) ~~$P_1 = 102 \text{ кПа}$~~ $P_1 = 30.5 \text{ кПа}$

2) $t^* = -69^\circ \text{C}$

3) $\frac{V}{V_{60}} = \frac{57.56}{185.25}$



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
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!

№3.

Так как пространство z и поле z симметрично, то и его "воздействие на окружающую среду" будет симметрично.

Так как заряд q летит по оси z и по-прежнему заряд q и поле z симметричны к оси z , то будет отлетать от заряда q , то во всех случаях заряд q будет тормозить воздействие z .

Так как конструкция симметрична, то работа поле z и поле z идентичны и равны $\frac{1}{2}mv_0^2 = mv_0^2$, где m - масса заряда q .

Соответственно поле совершило работу mv_0^2 .



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

2 из 2

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

Запишем З.О.З.:

$$E_0 - A = E$$

$$\frac{2m \cdot \left(\frac{3}{2}V_0\right)^2}{2} - mV_0^2 = \frac{2mV'^2}{2}$$

$$\left(\frac{3}{2}V_0\right)^2 - V_0^2 = V'^2$$

$$\frac{9}{4}V_0^2 - V_0^2 = V'^2$$

$$\frac{5}{4}V_0^2 = V'^2$$

$$V' = \frac{\sqrt{5}}{2}V_0$$

2) Максимальная скорость тела в

начале $V = \frac{3V_0}{2}$, т.к. вездь всего пути
далее шарик замедляется из-за трения.

Минимальная из З.О.З.:

$$E_0 - 2A = E_{min}$$

$$\frac{9}{4}V_0^2 - 2V_0^2 = V'^2$$

$$V_{min}'^2 = \frac{1}{4}V_0^2$$

$$V_{min}' = \frac{V_0}{2}$$

$$V_{max} : V_{min}' = \frac{3V_0}{2} : \frac{V_0}{2} = 3.$$

$$\text{Ответ: } 1) V_0 = \frac{\sqrt{5}}{2}V_0$$

$$2) \frac{V_{max}}{V_{min}} = 3$$



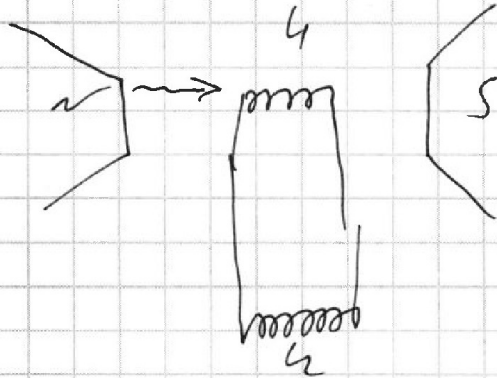
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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!

№4.



По условию
электрические
векторы B в
катушках L_1 воз-ет
 E_1 и противодейст-
вующая ей E_{s1} .

В противном E_{s1} возникает E_{s2} в катушке

2. Так. $R_{сч.м.} = 0$, то по П.р. Кирхгофа
 $\sum E = 0$.

$$E_1 + E_{s1} + E_{s2} = 0$$

$E_1 = \frac{d\Phi}{dt} = \left| L \frac{dI}{dt} - 3L \frac{dI}{dt} \right|$ (так как катушки
идут на пол-ко, то ток в них $0.5 \cdot I$).

$$\Phi = B \cdot S \cdot n.$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = S \cdot n \cdot \frac{dB}{dt}$$

$$2L \frac{dI}{dt} = S \cdot n \cdot \frac{dB}{dt}$$

$$2L dI = S \cdot n dB.$$

$$dI = \frac{S \cdot n}{2L} dB \Rightarrow I = \frac{S \cdot n}{2L} \cdot B \Big|_{C=0}^{C=0.5 \cdot I_0} = 0, \text{ т.е. } I_0 = 0$$



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 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!

так как на графике есть кривая, то
рассмотрим данное выражение
под кривой.

$$\frac{\sin B}{2L} \cdot \frac{3}{4} B = I_{\text{из}}$$

$$\frac{3 \sin B}{8L} = I_{\text{из}}$$

так как график стал менее крутым
то $\frac{dI}{dt}$ $u_B - u_C \Rightarrow u_B - u_C \Rightarrow E_{S1} \Rightarrow E_{S2} u_B - u_C$.

$$E_i = E_{S1} + E_{S2}$$

$$\frac{\sin B}{8L} = 3L \frac{dI}{dt} + 3L \frac{dI}{dt}$$

$$\sin B = 4L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\sin B}{4L} \Rightarrow I = \frac{\sin B}{4L} + I_{\text{из}}$$

$$I_K - I_{\text{из}} = \frac{\sin B}{4L} \cdot \frac{1}{4} = \frac{\sin B}{16L}$$

$$1) \quad \frac{1}{4L} I_K = \frac{\sin B}{16L} + I_{\text{из}} = \frac{\sin B}{16L} + \frac{3 \sin B}{8L} = \frac{4 \sin B}{16L}$$

$$2) \quad q = \int_0^{\tau} I_{\text{из}} \cdot dt + \int_{\tau/2}^{\tau} I_K dt = \frac{\sin B}{2L} \cdot \frac{\tau}{2} \cdot \frac{5B_0}{8} + \frac{\sin B}{16L} \cdot \frac{120\tau}{4}$$

$$+ \frac{3 \sin B}{8L} \cdot \frac{\tau}{2} = \frac{5 \sin B_0 \tau}{32L} + \frac{\sin B_0 \tau}{64L} + \frac{3 \sin B \tau}{16L} =$$

$$= \frac{10 \sin B_0 \tau}{64L} + \frac{\sin B_0 \tau}{64L} + \frac{12 \sin B \tau}{64L} = \frac{23 \sin B_0 \tau}{64L}$$

$$\text{Ответ: } 1) I = \frac{\sin B}{16L} \quad 2) q = \frac{23 \sin B_0 \tau}{64L}$$



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
☒

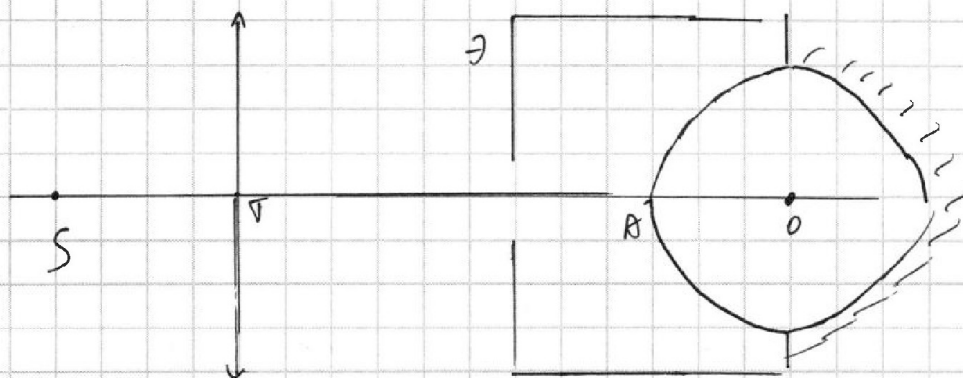
6
☐

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!

13.



1) Воспользуемся формулой толстой линзы

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{j} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{11F} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow f = 11F$$

Так как от записи f и l металлы не изменятся, то можем сделать вывод, что если изображение тела в итоге пока-зывает само в себя (т.е. изображение по-прежнему) то у нас после прохождения через линзу новое изображение, от линзы, сформировалось в том же месте, то и сформировалось изображение от линзы.



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
☐

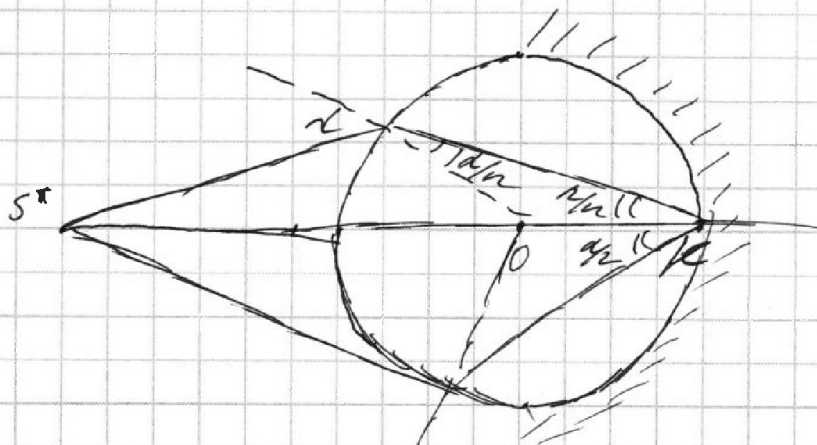
7
☐

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!

2) $|TA| = 10,5F$
 $|TO| = 11F$
 $\Rightarrow |OA| = R = \frac{F}{2}$

2) Так как изображение опята в итоге попало в источник, то опята после серии изображений отразилось само в себя. Только в этот раз нельзя говорить, что $n_{ср} = n_{пл}$.



Так как любой луч из S^* должен вернуться в S^* , то все лучи после преломления должны попасть в точку K вследствие симметрии относительно S^*OK .

Ответ: $R = 0,5F$



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!

Р.Д. Чудов

Так как по условию это происходит при любой оптической плотности среды, то возьмем эту плотность такую, чтобы она совпала с плотностью среды.

Тогда среда с преломлением на одной стороне превратится в сферическое зеркало.

Так как получилось, что изображение от линзы отразилось от зеркала само в себя, то это возможно только если объект (шарик) был в центре кривизны среды. $\Rightarrow$ расстояние от точки O - точка центра кривизны линзой

$$f = 11F \Rightarrow R = 0,5F$$



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
☐

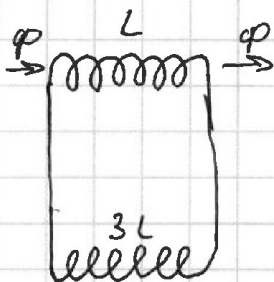
5
☐

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!



$$\Phi = B \cdot S \cdot n.$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{d(B \cdot S \cdot n)}{dt} = S \cdot n \cdot \frac{dB}{dt}$$

$$R \approx 0 \text{ (сверхпроводящий)} \Rightarrow \sum \mathcal{E}_i = 0.$$

$$\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_{3L} + \mathcal{E}_{2L} = 0.$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = -L \frac{dI}{dt} - 3L \frac{dI}{dt} - 2L \frac{dI}{dt}.$$

$$\frac{5n \frac{dB}{dt}}{2} = -4L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{5n \frac{dB}{dt}}{2} = -4L \frac{dI}{dt}$$

$$I_0 = \frac{5 \cdot n \cdot \frac{3}{4} B_0}{2L} = \frac{35nB_0}{8L}$$

$$5n \frac{dB}{dt} = 4L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{5n \frac{dB}{dt}}{4L} = \frac{dI}{dt}$$

$$I_K - I_0 = \frac{5n \frac{dB_0}{dt}}{4L \cdot 4} = \frac{5n \frac{dB_0}{dt}}{16L}$$

$$- \frac{45n \frac{dB_0}{dt}}{4L} = \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{55n \frac{dB_0}{dt}}{16L}$$

~5.

1) $R = 0,5 \Omega$.

2)

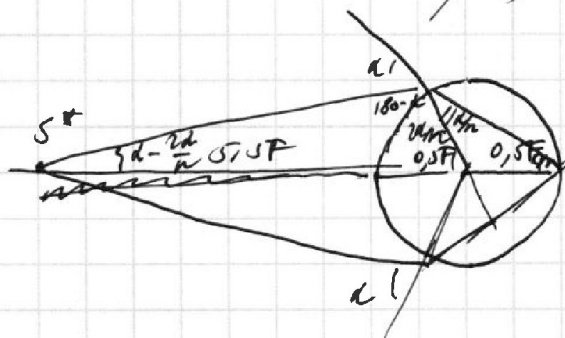
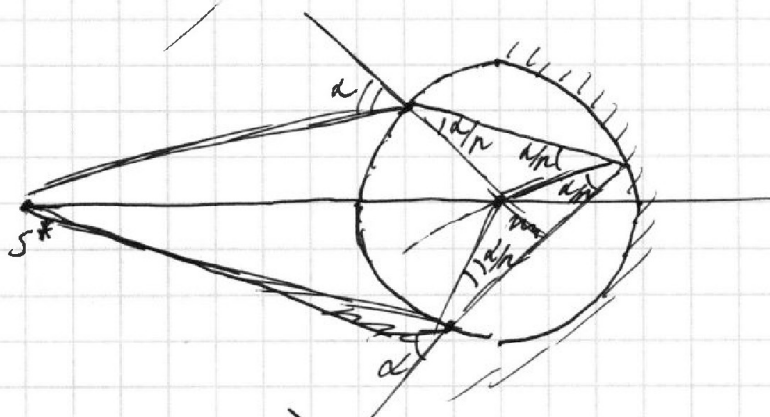
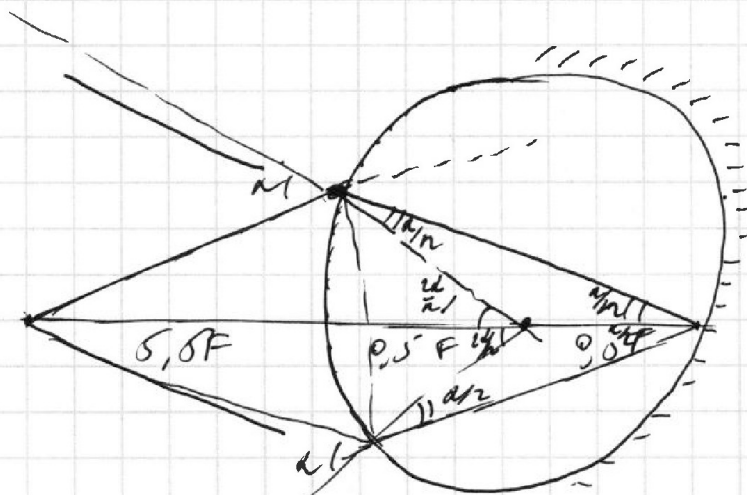
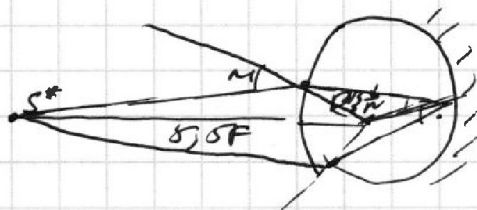


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



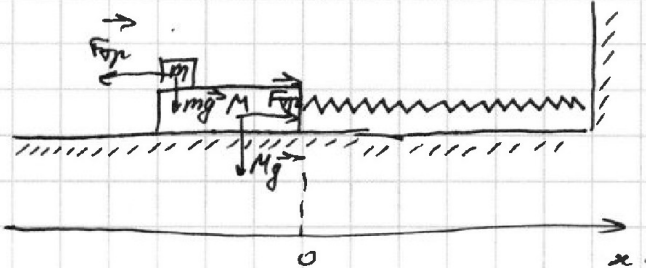


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
из

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



$$\frac{36 \cdot \frac{1}{16} + \frac{3 \cdot 3^2 v^2}{2}}{2} = \frac{3}{2}$$

$$-kx_{\text{ср}} + F_{\text{пр}} = Ma_x$$

$$F_{\text{пр}} = ma'_x \quad \frac{36}{32} + \frac{3v^2}{2} = \frac{3}{2}$$

$$F_{\text{пр}} \leq \mu mg \quad \frac{36}{16} + 3v^2 = 3$$

$$a'_x \leq \mu g \quad \frac{3}{2} + v^2 \leq 1$$

$$v^2 \leq \frac{1}{2}$$

$$v \leq \frac{1}{2}$$

$a_x \neq a'_x$ - условие разл. орг. сл.

3)

$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0) + \frac{\mu mg}{k}$$

$$\frac{(m+M)\mu g}{k} = A \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$= \frac{\mu mg}{k}$$

$$\omega A \cos \varphi_0 = V$$

$$\tan \varphi_0 = \frac{\mu mg}{kV}$$

$$\omega t + \varphi_0 = \frac{\pi}{2}$$

$$\ddot{x} = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0)$$

1)

$$\mu mg - kx_{\text{ср}} = -(M+m)\mu g$$

$$kx_{\text{ср}} = (M+m)\mu g$$

$$x_{\text{ср}} = \frac{(M+m)\mu g}{k}$$

$$\frac{kx^2}{2} + \frac{(m+M)v^2}{2} = \text{const.}$$

$$\frac{kx^2}{2} + \frac{(m+M)\dot{x}^2}{2} = \text{const.}$$

$$\frac{2kx \cdot \dot{x}}{2} + \frac{(m+M) \cdot 2\dot{x} \ddot{x}}{2} = 0$$

$$kx + (m+M)\ddot{x} = 0$$

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

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

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

$$x_{\text{ср}} = A \sin(\omega t_{\text{ср}})$$

$$t_{\text{ср}} = \frac{(x_{\text{ср}})}{A} \times \arcsin \frac{1}{\omega}$$

$$3) \quad \frac{(m+M)v_0^2}{2} = \frac{kx_{\text{ср}}^2}{2} + \frac{(m+M)v^2}{2}$$

$$(m+M)v_0^2 = kx_{\text{ср}}^2 + (m+M)v^2$$

$$-kx + \mu mg = M\ddot{x}$$

$$\mu mg = M\ddot{x} + kx$$

$$\frac{\mu mg}{M} = \ddot{x} + \frac{k}{M}x$$

$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0) + C$$

$$C = \frac{\mu mg}{k}$$

$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0) + \frac{\mu mg}{k}$$

$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0) + \frac{\mu mg}{k}$$

$$A\omega = V_0$$

$$A = \frac{V_0}{\omega}$$

$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0) + C$$

$$\frac{k}{M} \cdot C = \frac{\mu mg}{M}$$

$$C = \frac{\mu mg}{k}$$



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

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!

н2.



$$1) P_1 = 91 \text{ кПа} \cdot \frac{1}{3} = \frac{91}{3} \text{ кПа}$$

2) $V \downarrow$

$$P_0 \cdot V_0 = (P_1 + P_2) \cdot V_1$$

$$P_0 = P_1 + P_2$$

$$P_2 = \frac{\text{const} \cdot P_0 \cdot V_0}{V_1}$$

$$P_{H_2} = \frac{2 \cdot P_0 \cdot V_0}{V_1} \text{ (в самый мом-т кон-ции)}$$

$$\frac{P_0}{P_1} = \text{const (до кон-ции)} = \frac{P_0}{P_{H_2}}$$

$$P_{H_2} = \frac{P_0 \cdot P_2}{P_1}$$

$$P_2 = P_1 + \frac{P_0 \cdot P_2}{P_1}$$

$$P_0 = P_2 + P_1$$

$$P_1 \left(1 + \frac{P_0}{P_1} \right) = P_0$$

$$P_1 = \frac{P_0 P_0}{P_0 + P_1}$$

$$P_1 = \frac{105 \cdot \frac{91}{3}}{\frac{91}{3} + 105} \approx \frac{91}{3} \cdot \frac{91}{5} \text{ кПа} = 30,3 \text{ кПа (69°C.)}$$

3) ~~$P_0 \cdot V_0 = P_1 \cdot V_1$~~

$$\cancel{P_0 \cdot V_0 = P_1 \cdot V_1}$$

$$P_0 \cdot V_0 = P_1 \cdot V_1$$

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$