



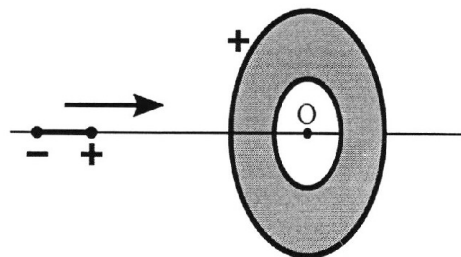
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

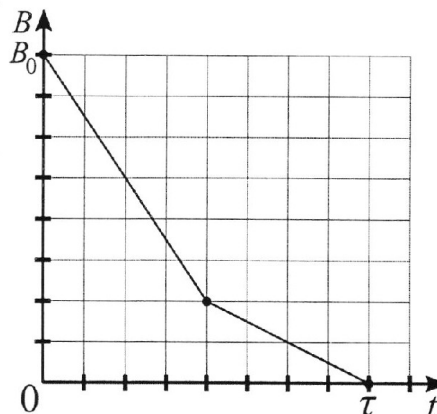
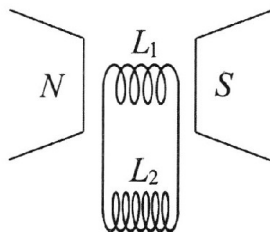


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется 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 $\frac{3}{2}V_0$.



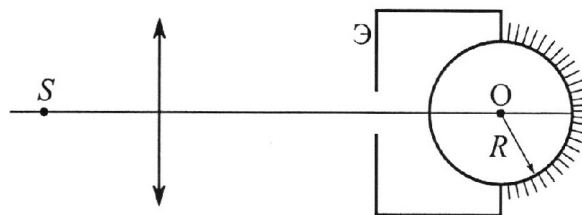
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



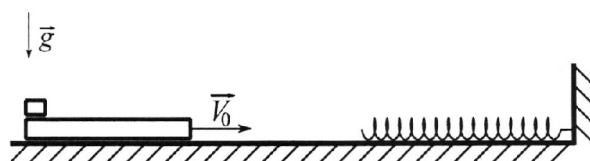
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

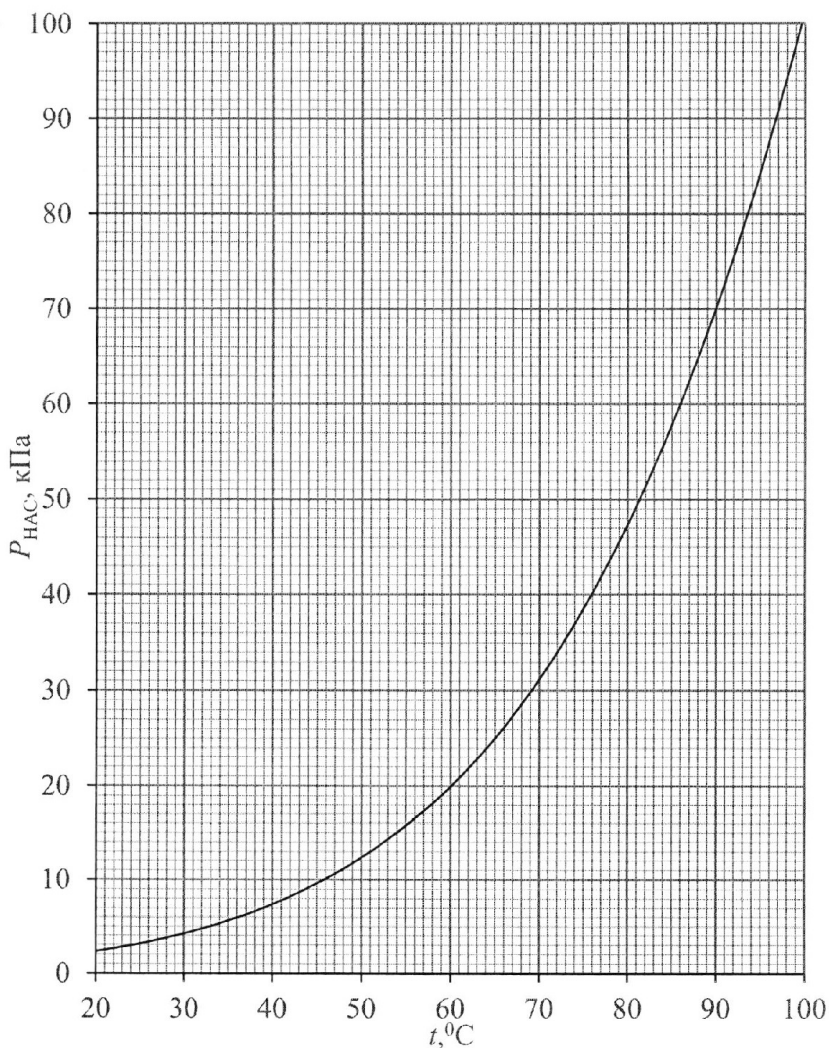


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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 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
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!

Амплитуда таких колебаний:

$$\text{ЗСЭ: } \frac{(M+m)V_0^2}{2} = \frac{kA^2}{2} \quad A = \sqrt{\frac{M+m}{k}} V_0$$

$$A = \sqrt{\frac{2 \cdot 4 \text{ кг} + 1 \text{ кг}}{36 \text{ Н/м}}} \cdot 1 \text{ м/с} = \sqrt{\frac{3}{36}} M = \sqrt{\frac{1}{12}} M = \frac{1}{2\sqrt{3}} M$$

$$x(t) = A \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M+m}} t\right)$$

$$\Delta x = x(\tau) = A \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M+m}} \tau\right)$$

$$\frac{1}{4} = \frac{1}{2\sqrt{3}} \sin\left(\sqrt{\frac{36}{3}} \tau\right)$$

$$\sin(12\tau) = \frac{\sqrt{3}}{2} \quad 12\tau = \frac{\pi}{3}$$

$$\tau = \frac{\pi}{2 \cdot 3\sqrt{3}}$$

$$\tau = \frac{3}{3 \cdot 2\sqrt{3}}$$

$$\tau = \frac{1}{2\sqrt{3}} \text{ с}$$

③ ЗСЭ

$$\frac{(M+m)V_0^2}{2} = \frac{kx_{\max}^2}{2} + A_{\text{тр}}, \quad \text{где } x_{\max} - \text{максимальное сжатие пружины}$$

$A_{\text{тр}}$ - работа силы трения

$A_{\text{тр}} = \mu mg \cdot x_1$, где x_1 - перемещение бруска относительно доски

Ответ: $\Delta x = 0,25 \text{ м}$ $\tau = \frac{1}{2\sqrt{3}} \text{ с}$



1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

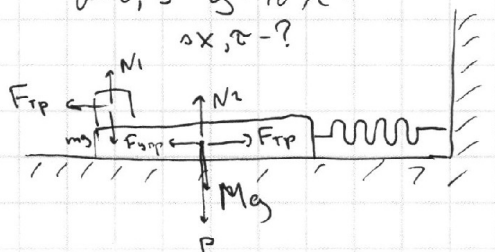
СТРАНИЦА
1 из 2

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!

N1 $M=2\text{ кг}$ $m=1\text{ кг}$ $V_0=1\text{ м/с}$ $k=36\text{ Н/м}$

$\mu=0,3$ $g=10\text{ м/с}^2$

$\Delta x, \tau - ?$



① Запишем II законы Ньютона в проекции на ось x

$$\begin{cases} ma_2 = F_{тр} \\ Ma_1 = F_{упр} - F_{тр} \end{cases}$$

$$a_1 = \frac{F_{упр} - F_{тр}}{M}$$

В инерциальной С.О. доски второй закон

Ньютона:

$$ma = F_{тр} - ma_1$$

$$ma = F_{тр} - m \frac{F_{упр} - F_{тр}}{M}$$

$$ma = \frac{M+m}{M} F_{тр} - \frac{m}{M} F_{упр}$$

пока $a=0$ брусок покоится относительно доски

после тем как брусок начнет перемещаться $F_{тр}$ будет максимальной

когда $a < 0$, брусок начал перемещаться отн. доски

$$0 = \frac{M+m}{M} \mu mg - \frac{m}{M} F_{упр}; \quad F_{упр} = k \Delta x$$

$$\frac{k \Delta x}{M} = \frac{M+m}{M} \mu g$$

$$\Delta x = \frac{(M+m) \mu \cdot g}{k}$$

$$\Delta x = \frac{(2\text{ кг} + 1\text{ кг}) \cdot 0,3 \cdot 10\text{ м/с}^2}{36\text{ Н/м}}$$

$$= \frac{9}{36} \text{ м} = \frac{1}{4} \text{ м} = 0,25 \text{ м}$$

② Пока груз не начал проскальзывать это были гармонические колебания бруска массой $M+m$



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!

N2

$$P_0 = 105 \text{ кПа}$$

$$t_0 = 37^\circ\text{C}$$

$$\varphi_0 = \frac{1}{3}$$

$$t = 33^\circ\text{C}$$

$$P_i, t^*, \frac{V}{V_0}$$

$$\textcircled{1} \varphi = \frac{P_i}{P_{\text{ип}}}$$

по графике при $t_0 = 37^\circ\text{C}$

$$P_{\text{ип}} = 90 \text{ кПа}$$

$$P_i = \varphi \cdot P_{\text{ип}}$$

$$P_i = \frac{1}{3} \cdot 90 \text{ кПа}$$

$$P_i = 30 \text{ кПа}$$

② Газы находится в цилиндре под поршнем, значит процесс изобарный ($P_{\text{воз}} + P_{\text{пар}} = \text{const}$)

$$P_{\text{воз}} V = \nu_{\text{воз}} RT$$

$$P_{\text{пар}} V = \nu_{\text{пар}} RT$$

$$\frac{P_{\text{воз}}}{P_{\text{пар}}} = \frac{\nu_{\text{воз}}}{\nu_{\text{пар}}}$$

пока не началась конденсация
 $\nu_{\text{пар}} = \text{const}$
↓

$$\frac{P_{\text{воз}}}{P_{\text{пар}}} = \text{const}$$

До конденсации сумма и отношения давлений воздуха и пара не изменяются, значит и сами давления постоянны

при температуре $t^* = 69^\circ\text{C}$ $P_{\text{нас}} = 30 \text{ кПа} = P_i \Rightarrow$

$\Rightarrow$ конденсация начнется при этой температуре

③ ~~При $t_0 = 37^\circ\text{C}$~~ $P_{\text{б.о}} = P_0 - P_i = (105 - 30) \text{ кПа}$
 $P_{\text{б.о}} = 75 \text{ кПа}$

При $t = 33^\circ\text{C}$ $P_{\text{нас}} = 5 \text{ кПа}$ $P_{\text{б}} = P_{\text{б.о}} - P_{\text{нас}} = 100 \text{ кПа}$

Кон-во молей воздуха не меняется в процессе

$$\{ P_{\text{б.о}} V_0 = \nu R t_0$$

$$P_{\text{б}} V = \nu R t$$

$$\frac{P_{\text{б}} V}{P_{\text{б.о}} V_0} = \frac{t}{t_0}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{P_{\text{б.о}} t}{P_{\text{б}} t_0}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{75 \text{ кПа}}{100 \text{ кПа}} \cdot \frac{33^\circ\text{C}}{37^\circ\text{C}}$$

$$= \frac{3}{4} \cdot \frac{33}{37}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{99}{388}$$

Ответ: $P_i = 30 \text{ кПа}$; $t^* = 69^\circ\text{C}$; $\frac{V}{V_0} = \frac{99}{388}$



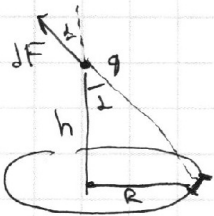
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.



СТРАНИЦА
1 ИЗ 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) сила взаимодействия заряда с концом:
заряда Q :



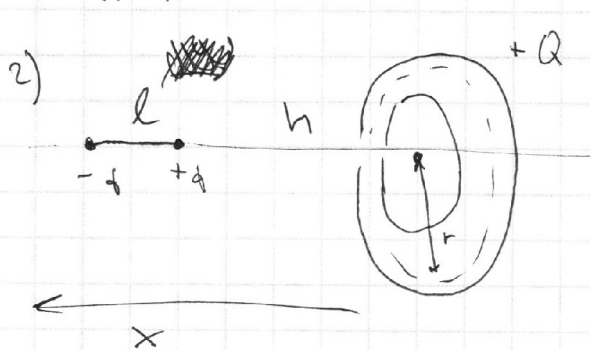
$$\cos \alpha = \frac{h}{\sqrt{h^2 + r^2}}$$

$$dF = \frac{k q dQ}{h^2 + r^2} \cdot \cos \alpha$$

$$F = \frac{k q Q}{h^2 + r^2} \cdot \frac{h}{\sqrt{h^2 + r^2}}$$

$$F = \frac{k q Q h}{(h^2 + r^2)^{3/2}}$$

$$\varphi = \frac{k Q q}{h^2 + r^2}$$



сила взаимодействия
диполя с концом:

$$F = \frac{k q Q h}{(h^2 + r^2)^{3/2}} - \frac{k q Q (h + l)}{((h + l)^2 + r^2)^{3/2}}$$

При пролёте минимальная скорость будет, когда диполь начинает влетать и положительный заряд находится в точке 0.

Максимальная скорость будет достигаться в конце пролёта, когда отрицательный заряд находится в точке 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**.



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!

$$\textcircled{1} \quad \varepsilon_{\text{in}} = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{dB S n}{dt} = - \frac{L dI}{dt} \quad \left| \begin{array}{l} L_1 = L; L_2 = 3L \\ n, S_1 \\ \hline I_0 = ? \end{array} \right.$$
$$dB S n = L dI \quad \int_{B_0}^0 dB \cdot S_1 = \int_0^{I_0} L dI$$

$$B_0 S n = L I_0$$

$$I_0 = \frac{B_0 S n}{L}$$

~~Итого~~

$$\textcircled{2} \quad I = \frac{dq}{dt} \quad \varepsilon_{\text{in}1} = \varepsilon_{\text{in}2} \quad \varepsilon_{\text{in}} dt = dI (L_1 + L_2)$$

В контуре без активного сопротивления сохраняется магнитный поток.

$$q = \int B(t) d\Phi = \frac{1}{2} \frac{6}{8} B_0 \cdot \frac{4}{8} \tau + \frac{2}{8} B_0 \cdot \frac{4}{8} \tau +$$

$$\text{Ответ: } I_0 = \frac{B_0 S n}{L}$$



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!

②

A - изображение источника

$$\angle OBA = 180 - \alpha$$

$$\angle BAO = \theta$$

$$\angle OBC = \angle OCB = \beta;$$

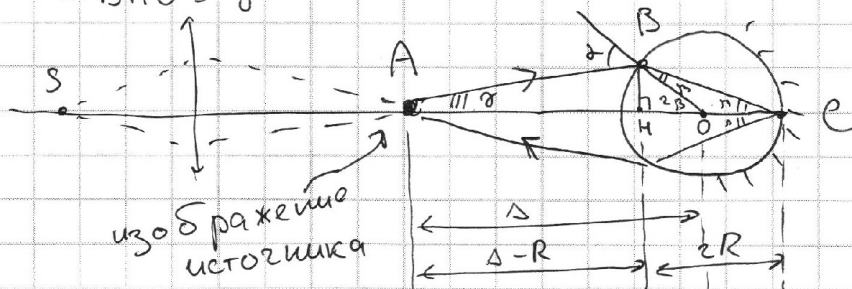
$$\angle BOA = 2\beta$$

малые $\Rightarrow$

$$\Rightarrow AU \approx \Delta - R$$

$$UC \approx 2R$$

$$\sin \alpha \approx \alpha \approx \tan \alpha$$



$$\sin \alpha = n \sin \beta$$

$$\alpha = n \beta$$

$$\text{из } \triangle ABC: \alpha = \theta + 2\beta$$

$$BU = (\Delta - R) \tan \theta = 2R \cdot \tan \beta$$

$$(\Delta - R) \theta = 2R \beta$$

$$\theta = \frac{2R}{\Delta - R} \beta$$

$$\alpha = \frac{2R}{\Delta - R} \beta + 2\beta = \beta \left(\frac{2R}{\Delta - R} + 2 \right)$$

$$\alpha = n \beta \quad \beta \left(\frac{2R}{\Delta - R} + 2 \right) = n \beta$$

$$\Delta = 5,5F$$

$$R = 0,5F$$

$$n = \frac{2R}{\Delta - R} + 2$$

$$n = \frac{2 \cdot 0,5F}{5,5F - 0,5F} = \frac{1}{5} + 2 \quad \underline{n = 2,2}$$

$$\text{Ответ: } R = 0,5F; \quad n = 2,2$$



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
 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!

$$\begin{aligned} a &= 1,1F \\ b &= 10,5F \\ \Delta &= 5,5F \\ R, n? \end{aligned}$$

① Посчитаем расстояние до изображения, ~~если бы~~ если бы после мизы не было шара (с - расстояние до изображения)

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{c} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{c} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a} = \frac{a-F}{Fa} \quad c = \frac{Fa}{a-F}$$

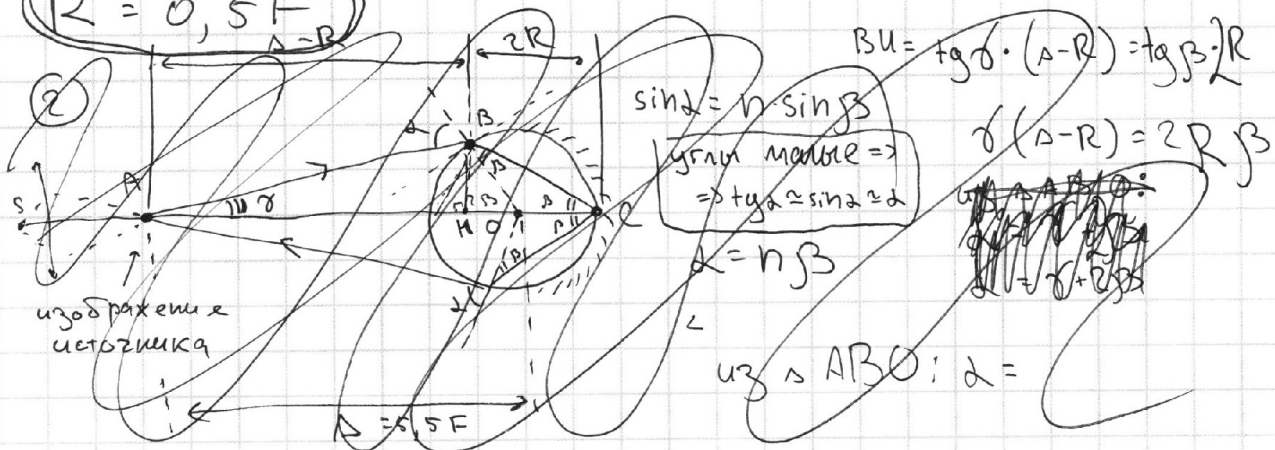
$$c = \frac{1,1F^2}{1,1F-F} = \frac{1,1F}{0,1} = 11F$$

Изображение источника в системе "миза-шар" совпадает с источником при любом показателе преломления, значит лучи в шаре вообще не преломляются, то есть каждый луч падает перпендикулярно поверхности шара.

Это возможно, если без шара лучи собирались в точке, где сейчас находится его центр. С шаром лучи не будут преломляться и шара не изменится.

Тогда $c = b + R$ $R = c - b = 11F - 10,5F$

$R = 0,5F$





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!

$$\sqrt{12} \pi = \frac{\pi}{3}$$

$$2\sqrt{3} \pi = \frac{\pi}{3}$$

$$\pi = \frac{\pi}{3 \cdot 4\sqrt{3}} = \frac{3}{3 \cdot 4\sqrt{3}} = \frac{1}{4\sqrt{3}} \text{ c}$$

3) D C.O гуски

$$ma_z = F_{rp} - \cancel{m} ma_1 = F_{rp} - m \frac{F_y - F_{rp}}{M} = F_{rp} + \frac{m}{M} F_{rp} - \frac{m}{M} F_y$$

$$ma_z = \frac{M+m}{M} F_{rp} - \frac{m}{M} F_y$$

когда $a_z < 0$ прыжок назад гуски

$$0 = \frac{M+m}{M} \mu mg - \frac{m}{M} kx$$

$$\frac{kx}{M} = \frac{M+m}{M} \mu g$$

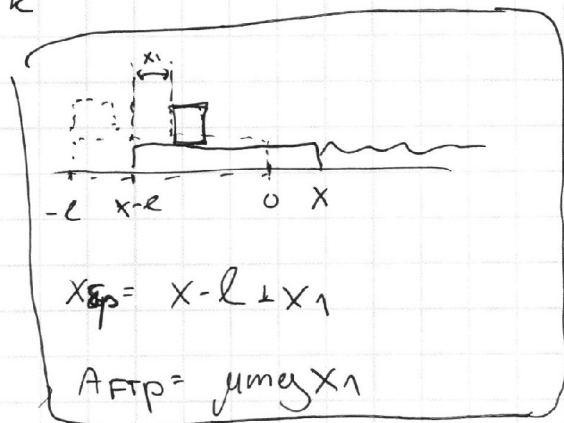
$$x = \frac{(M+m) \mu g}{k}$$

когда $a_z > 0$ ($F_{rp} = \mu mg$)

$$ma_z = \frac{M+m}{M} F_{rp} - \frac{m}{M} F_y$$

$$m_2 a_z = \frac{M+m}{M} \mu mg - \frac{m}{M} \cdot kx$$

$$a_z = \frac{M+m}{M} \mu g - \frac{1}{M} kx$$



N2.

$P_0 = 105 \text{ kPa}$
 $t_0 = 37^\circ$
 $\varphi_0 = \frac{1}{3}$

P_1

① $\varphi = \frac{P_1}{P_{h,n}}$

$P_1 = P_{h,n} \cdot \varphi$

$P_{h,n} = 30 \text{ kPa}$

$$P_1 = 30 \cdot \frac{1}{3} \text{ kPa} = 30 \text{ kPa}$$

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

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{\mu P}{RT}$$

$$\frac{P_{h,n}}{P_{h,n}} = \frac{\frac{\mu P}{RT}}{\frac{\mu P_{h,n}}{RT}} = \frac{P}{P_{h,n}}$$

$$P_{0,30} = P - P_1 = 105 - 30 = 75 \text{ kPa}$$

② $P_{napa} V = \nu RT$ ($P_{napa} < P_{h,n}$)

$$P_{0,30} V = \nu RT$$

$P_{napa} + P_{0,30} = \text{const}$
 V_{napa}



$P_s = P_0 + m g$
 $P = P_0 + \frac{m g}{S} = \text{const}$



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!

N1

$$M = 2 \text{ кг}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

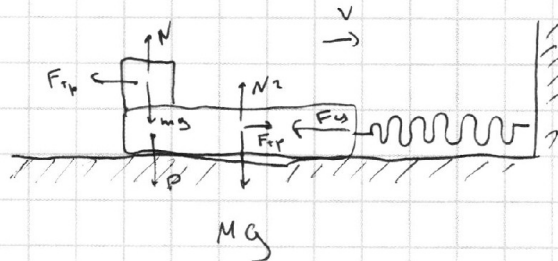
$$V_0 = 1 \text{ м/с}$$

$$k = 36 \text{ Н/м}$$

$$\mu = 0,3$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\Delta x = ?$$



$$① Ma_1 = F_y - F_{тр}$$

$$ma_2 = F_{тр}$$

поскольку $a_1 = a_2$ спускок не происходит относительно доски

$$\frac{F_y - F_{тр}}{M} > \frac{F_{тр}}{m}$$

$$F_y > F_{тр} \left(\frac{1}{M} + \frac{1}{m} \right) = F_{тр} \cdot \frac{M+m}{Mm}$$

$$\mu = \frac{m \cdot g}{M}$$

$$k \cdot \Delta x > M \cdot \mu m g \cdot \frac{M+m}{Mm} = \mu m g (M+m)$$

$$\Delta x = \frac{\mu m g}{k} (m+M)$$

$$= \frac{0,3}{36} \cdot \frac{1^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^2}{\text{с}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{м}} = \frac{1}{4} \text{ м}$$

$$\Delta x = \frac{0,3 \cdot 10 \text{ м/с}^2}{36 \text{ Н/м}} (1+2) \text{ кг} = \frac{3}{36} \cdot 3 \cdot \frac{1^2 \cdot \text{кг}}{\text{с}^2 \cdot \text{м}} =$$

$$\Delta x = 0,25 \text{ м}$$

② Если без спуска груз массой $M+m$, то это просто колебания

$$\frac{(M+m) V_0^2}{2} = \frac{k A^2}{2}$$

$$(M+m) V_0^2 = k A^2$$

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

$$A = \sqrt{\frac{3}{36}} \cdot 1 = \sqrt{\frac{1}{12}} \cdot 1 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{3}} = \frac{1}{2\sqrt{3}} \text{ (м)}$$

$$x(t) = A \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M+m}} t\right)$$

$$x(\tau) = \Delta x = A \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M+m}} \tau\right)$$

$$\frac{1}{4} = \frac{1}{2\sqrt{3}} \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{36}{3}} \tau\right) \quad \sin(\sqrt{12} \tau) = \frac{\sqrt{3}}{2}$$





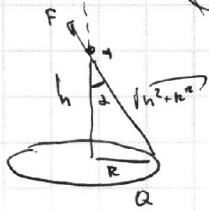
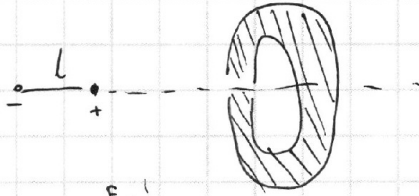
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

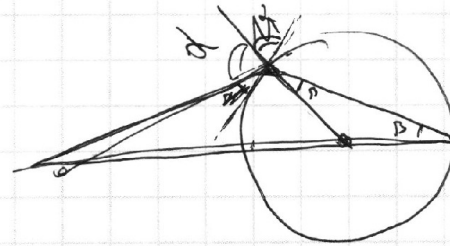
№3



$$F = \frac{kqQ}{h^2 + R^2} \cdot \frac{h}{\sqrt{h^2 + R^2}}$$
$$F = \frac{kqQh}{(h^2 + R^2)^{3/2}}$$



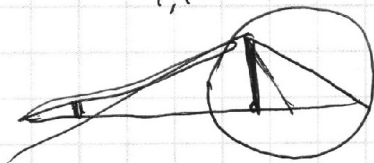
$$\varphi = \frac{kq \cdot Q^2}{R^2}$$
$$\varphi = \frac{kqQ}{h^2 + R^2}$$



$$\frac{2mV_{\min}^2}{2} - \frac{kqQ}{r^2 + L^2} = \frac{2mV_{\max}^2}{2} + \frac{kqQ}{r^2 + L^2} - \frac{kqQ}{r^2}$$
$$h = \frac{0,5}{5} + 2 = \frac{5}{50} + 2 = \frac{1}{10} + 2 = 2,1$$

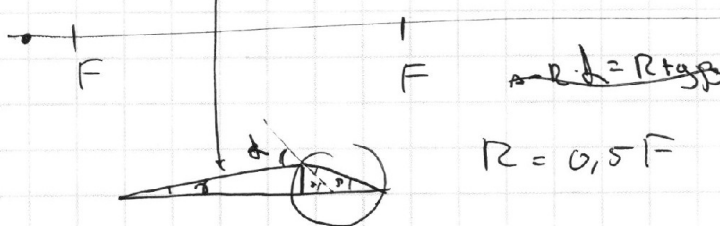
$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{1,1F} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{b} = \frac{1}{F} - \frac{1}{1,1F} = \frac{1,1F - F}{1,1F^2}$$

$$\alpha = n\beta$$
$$\beta \left(\frac{R}{a-R} + 2 \right) n\beta$$
$$n = \left(\frac{R}{a-R} + 2 \right)$$

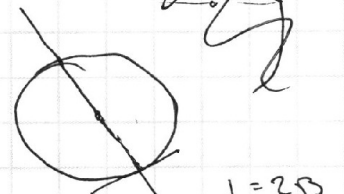
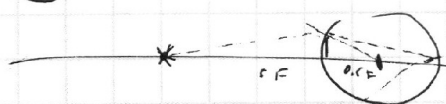


$$\frac{1}{b} = \frac{0,1}{1,1F} = \frac{1}{11F}$$

$$b = 11F$$



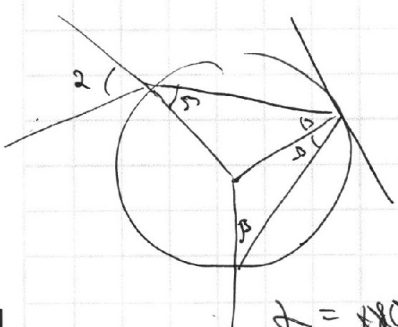
$$R = 0,5F$$



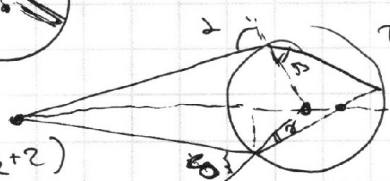
$$L = 2\beta$$

$$(a-R)\delta = R \cdot \beta$$

$$\delta = \frac{R}{a-R} \beta$$



$$\alpha = \beta + 2\beta = \beta \left(\frac{R}{a-R} + 2 \right)$$





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

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!

$$P_{\text{нн}} V' = \nu R T^*$$

$$P_6 V' = \nu_6 R T^*$$

$$(P_6 + P_{\text{нн}}) V' = (\nu_6 + \nu_{\text{нн}}) R T^*$$

исх. дан

$$\frac{V}{V'} = \frac{T}{T^*}$$

$$\frac{P_{\text{нн}}}{P_6} = \frac{\nu_6}{\nu_{\text{нн}}} = \text{const}$$

$$\frac{P_{\text{нн}}}{P_6} = \frac{\nu_6}{\nu_{\text{нн}}} = \text{const}$$

$$P_{\text{нн}} + P_6 = \text{const}$$

$$P_{\text{нн}}(t^*) = P_1 \Rightarrow t^* = 68^\circ$$

$$P_{\text{нн}}(t) = P_1$$

$$P_{\text{нн}} = P_1 = 5 \text{ кПа}$$

$$P_6 = 100 \text{ кПа}$$

$$P_6 V_1 = \nu_6 R T_1$$

$$P_6 V_2 = \nu_6 R T_2$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{P_6 T_1}{P_6 T_2} = \frac{3}{4} \cdot \frac{33}{97} = \frac{99}{388}$$

№4

$$\varepsilon_{\text{ин}} dt = L dI$$

$$\varepsilon = - \frac{d\Phi}{dt} = - L \frac{dI}{dt} = - \frac{dBS}{dt} = L \frac{dI}{dt}$$

$$dBS_{\text{нн}} = L dI$$

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

$$B_0 n S = L I_k$$

$$I_k = \frac{B_0 n S}{L}$$

$$B_0 n S = L_1 I + L_2 I$$

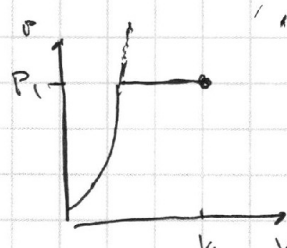
$$B_0 n S = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$



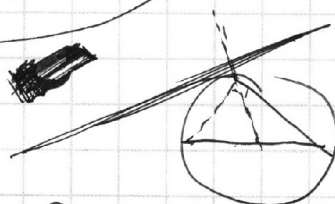
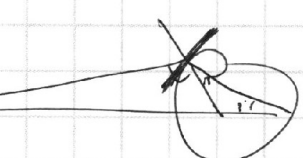
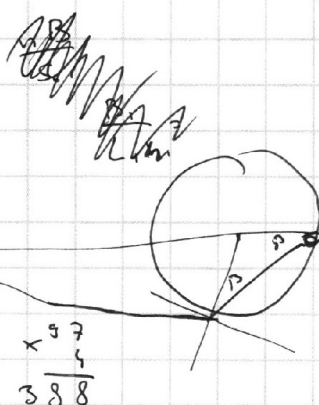
$$L_1 = L, L_2 = 3L$$

$$dI = \frac{dI}{dt} dt$$

$$\varepsilon_{\text{ин1}} = \varepsilon_{\text{ин2}}$$



$$\varepsilon_{\text{ин}} dt = dI (L_1 + L_2)$$





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!

