



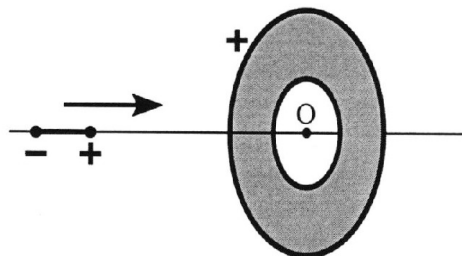
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

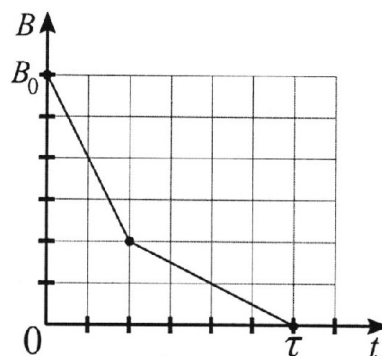
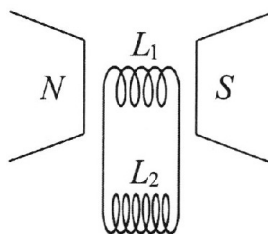


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



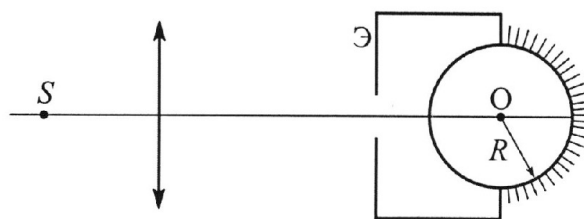
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $L_2 = 4L$ 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 $a = 1,5F$ (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 $b = 8F/3$, 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 $\Delta = 2F$, 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



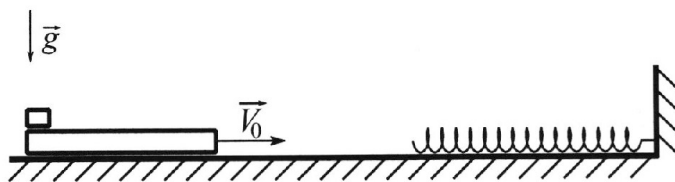
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

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 $V_0 = 2$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости $k = 27$ 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.

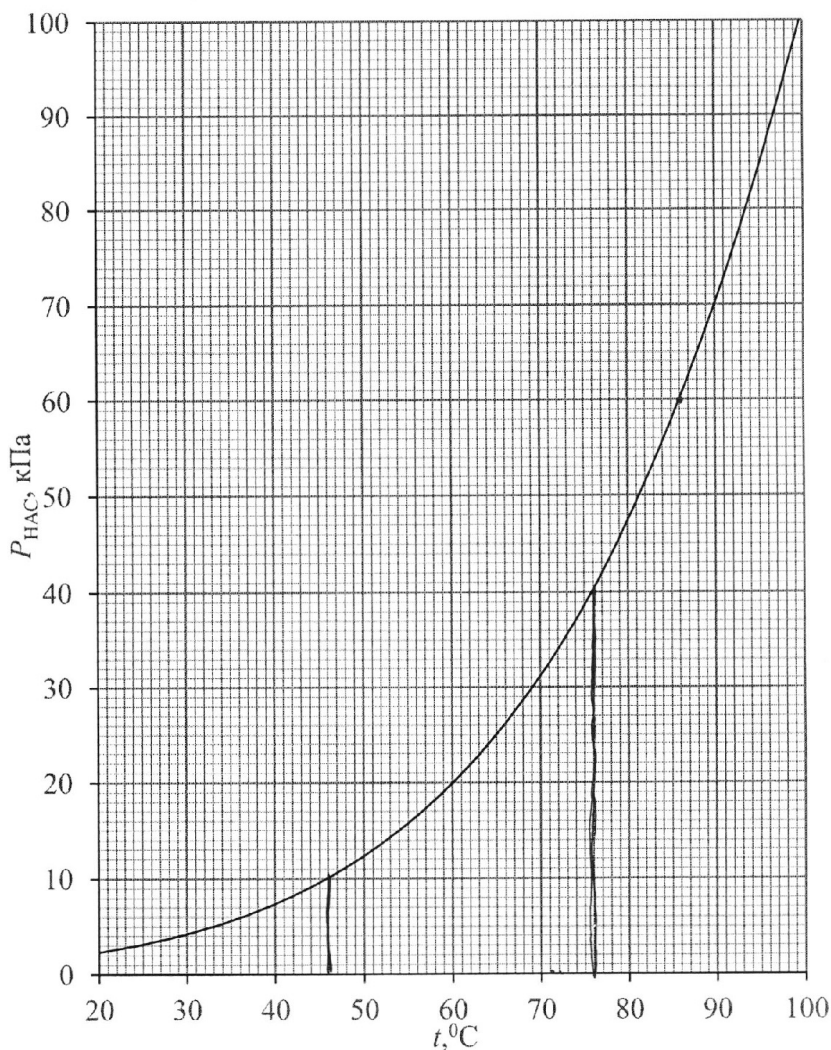


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 150$ кПа, температуре $t_0 = 86$ °С и относительной влажности $\varphi_0 = 2/3$ (66,7%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 46$ °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 86 °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 жидкosti по сравнению с объёмом газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.





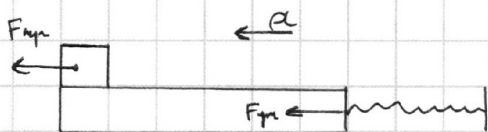
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 2

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



1) Пусть x - статическая пружина. По теореме о движении центра масс

$$(M+m)a = kx \Rightarrow a = \frac{kx}{M+m}.$$

Из горизонтальных сил на брусок действует только сила пружины, по 2 з. Ньютона $F_{пр} = ma$.

В момент начала проскальзывания $F_{пр} = \mu mg$

$$a = \mu g \quad \frac{kx}{M+m} = \mu g \quad x = \frac{\mu g}{k} (M+m) \approx 0,33 \text{ м.}$$

2) До начала проскальзывания движение системы аналогично движению пружинного маятника с массой $M+m$. Ось Ox направлена вправо.

$$x = A \sin(\omega t + \varphi) \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}}.$$

Начальные условия $\dot{x} = v_0$ $x = 0 \Rightarrow \varphi = 0$

$$\dot{x} = A\omega \cos \omega t = v_0 \Rightarrow A = \frac{v_0}{\omega}$$

$$x = \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t$$

В числах $\omega = 3 \text{ с}^{-1}$.

$$\frac{1}{3} = \frac{2}{3} \sin(3t) \quad \sin(3t) = \frac{1}{2} \quad 3t = \frac{\pi}{6}$$

$$t = \frac{\pi}{18} \text{ с} = \frac{1}{6} \text{ с.}$$



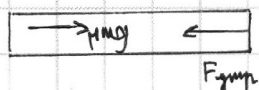
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

3) Рассмотрим движение доски. Брусок будет скользить по доске вправо и не останется в момент максимального сжатия, т.к. его ускорения меньше ускорения доски.



На доску действует постоянная сила μmg , направленная вправо. Это аналогично смещению положения равновесия вправо на $\Delta x = \frac{\mu mg}{k}$.

Скорость в начале пружиноупругости $v_1 = v_0 \cos(3.6) = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$.

По закону сохранения энергии

$$\frac{M v_1^2}{2} + \frac{k(x_1 - \Delta x)^2}{2} = \frac{k x_{\max}^2}{2}$$

$$x_{\max}^2 = \frac{M v_1^2}{k} + (x_1 - \Delta x)^2 =$$

$$x_{\max} = \sqrt{\frac{M v_1^2}{k} + (x_1 - \Delta x)^2} = \frac{2}{3} \text{ м.}$$

$$\text{Ускорение } a = \frac{k x_{\max}}{M} = 9 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Ответ: 1) 0,33 м; 2) $\frac{1}{6}$ с; 3) $9 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
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) По заданию давление насыщенного пара при t_0 60 кПа $\Rightarrow p_1 = p \cdot 60 \text{ кПа} = 40 \text{ кПа}$.

Парц. давление воздуха в начале $p_{a1} = p_0 - p_1 = 110 \text{ кПа}$.

2) Сумма давлений воздуха и пара равна p_0 . По уравнению Менделеева-Клапейрона

$$p_0 V_1 = (V_B + V_n) R T_0$$

$$p_0 V_2 = (V_B + V_n) R T_2$$

$$\Rightarrow V_2 = V_1 \frac{T_2}{T_0}$$

Для пара:

$$p_1 V_1 = V_n R T_0$$

$$p_2 V_2 = V_n R T_2$$

$$\Rightarrow V_2 p_2 = \frac{T_2}{T_0} p_1 V_1$$

$$p_2 V_1 \frac{T_2}{T_0} = \frac{T_2}{T_0} p_1 V_1$$

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{T_0}{T_2}$$

$$\frac{p_1}{p_2} \frac{T_0}{T_2} = \frac{T_0}{T_2}$$

$$\Rightarrow p_2 = p_1 = 40 \text{ кПа}$$

Здесь давление пар уже насыщенное, по заданию $t^* = 46^\circ \text{C}$.

3) Пар будет насыщенным, давление $p_3 = 10 \text{ кПа}$, давление воздуха $p_{a3} = 140 \text{ кПа}$.

Для воздуха в начале и конце

$$V_1 p_{a1} = V_B R T_1$$

$$V_3 p_{a3} = V_B R T_3$$

$$\frac{V_3}{V_1} = \frac{T_3}{T_1} \frac{p_{a1}}{p_{a3}}$$

Температуры $T_3 = 319 \text{ К}$. $T_1 = 350 \text{ К}$.

$$\frac{V_3}{V_1} = \frac{350}{319} \cdot \frac{110}{140} = \frac{99}{112}$$

Ответ: 1) 40 кПа; 2) 46°C ; 3) $\frac{99}{112}$.



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) Пока диск не каснулся слева от диска, он замедляется, т.к. положительный заряд ближе к диску. Когда диск уже ускорился, и когда полностью выскочит, но опять замедляется, т.к. сила притяжения к диску больше силы отталкивания.

Чтобы диск прошел, необходимо, чтобы скорость была нулевой, когда положительный заряд в центре диска. Потенциальная энергия взаимодействия в начальной позиции $E_1 = \frac{m v_0^2}{2}$. (равна начальной).

Когда центр диска в центре диска, энергия взаимодействия нулевая, т.к. заряды на равных расстояниях $\Rightarrow$ скорость равна $2v_0$.

2) Скорость максимальна, когда отрицательный заряд в центре диска. Энергия взаимодействия $E_2 = -E_1$, т.к. заряды поменялись местами.

$$З.Э.: \frac{4 m v_0^2}{2} = \frac{m v_{\max}^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow v_{\max} = \sqrt{5} v_0$$

$$З.Э.: \frac{4 m v_0^2}{2} = \frac{m v_{\min}^2}{2} + \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow v_{\min} = \sqrt{3} v_0$$

$$v_{\max} - v_{\min} = v_0 (\sqrt{5} - \sqrt{3})$$

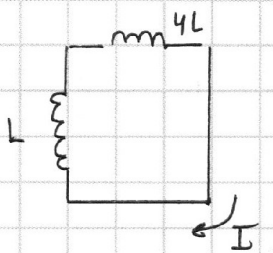
Ответ: 1) $2v_0$; 2) $(\sqrt{5} - \sqrt{3}) v_0$



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!



Поток внешнего магнитного поля через первую катушку $nS_1 B$.

Сумма ЭДС в контуре 0, иначе возникнет очень большой ток из-за малого сопротивления.

$$-nS_1 \frac{dB}{dt} - L \frac{dI}{dt} - 4L \frac{dI}{dt} = 0$$

$$5L \frac{dI}{dt} = -nS_1 \frac{dB}{dt} \Rightarrow 5L dI = -nS_1 dB. \quad (1)$$

Интегрируя, $5L I_0 = nS_1 B_0 \Rightarrow I_0 = \frac{nS_1 B_0}{5L}.$

Из (1) зависимость тока от B :

$$I = \frac{nS_1 (B_0 - B)}{5L} \quad dq = I dt = \frac{nS_1 (B_0 - B) dt}{5L}.$$

$$q = \frac{nS_1}{5L} \int_0^{\tau} (B_0 - B) dt = \frac{nS_1}{5L} (B_0 \tau - \int_0^{\tau} B dt).$$

Величина $\int_0^{\tau} B dt$ - это площадь под графиком $B(t)$. Она равна $B_0 \cdot \frac{\tau}{3} = \frac{B_0 \tau}{3}.$

$$q = \frac{nS_1}{5L} (B_0 \tau - \frac{B_0 \tau}{3}) = \frac{nS_1}{5L} \cdot \frac{2B_0 \tau}{3} = \frac{2nS_1 B_0 \tau}{15L}.$$

Ответ: 1) $I_0 = \frac{nS_1 B_0}{5L}$; 2) $q = \frac{2nS_1 B_0 \tau}{15L}.$

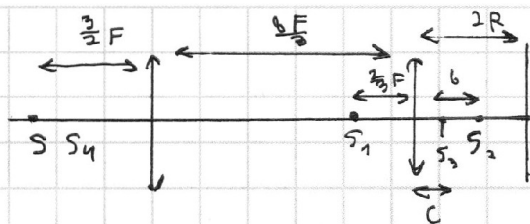


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



Шар можно рассматривать как собирающую линзу с фокусом $F_n = R \frac{n-1}{n+1}$, позади которого сферическое зеркало.

Изображение в первой линзе $\frac{1}{F} = \frac{2}{3F} + \frac{1}{a} \Rightarrow a = 3F$.

Изображение S_1 в шаре $\frac{n-1}{R} = \frac{3F}{2} + \frac{1}{b} \Rightarrow b = \frac{2FR}{2F(n-1)-R}$

По формуле сферического зеркала

$$\frac{1}{2R} = \frac{1}{2R-b} + \frac{1}{\frac{3}{2}F + \frac{2}{3}F + 2R}$$

Пусть S_3 - изображение S_2 в зеркале, S_4 - изображение S_3 в шаре, которое совпадает с S_1 .

$$\frac{n-1}{R} = \frac{1}{c} + \frac{1}{c + \frac{3}{2}F + \frac{2}{3}F}$$

По формуле сферического зеркала

$$-\frac{2}{R} = \frac{2}{2R-b} - \frac{1}{2R-c}$$



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
 __ 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!

$$p_0 V_1 = (V_B + V_A) RT_1$$

$$p_0 V_2 = (V_B + V_A) RT_2$$

$$p_1 V_1 = V_A RT_1$$

$$p_2 V_2 = V_A RT_2$$

$$p_3 V = V_A RT_3$$

$$p_{03} V = V_A RT_3$$

$$p_3 + p_{03} = p_0$$

$$p_1 V_0 = V_A RT_0$$

$$\begin{array}{r} 273 \\ 46 \\ \hline 319 \end{array}$$

$$\frac{360}{320} \cdot \frac{11}{14} = \frac{36}{32} \cdot \frac{11}{14} = \frac{9}{8} \cdot \frac{11}{14}$$

$$dq =$$

$$\begin{array}{r} 33 \\ 112 \\ \hline 314 \\ \times 14 \\ \hline 112 \end{array}$$

$$\frac{10}{11}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{p_2}{p_1} =$$

$$p_3 =$$

$$5LB_0$$

$$5LI_0 = nS_1 B_0$$

$$I_0 = \frac{nS_1(B_0 - B)}{5L}$$

$$\mathcal{E} = -nS_1 \frac{dB}{dt} - L \frac{dI}{dt}$$

$$nS_1 B$$

$$nS_1 B_0$$

$$5100 = v_{max}$$

$$v_{max} = \sqrt{5} 100$$

$$-4L \frac{dI}{dt}$$

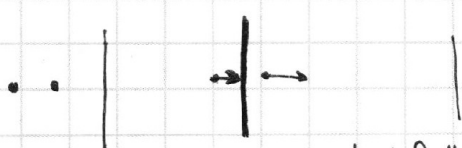
$$5L \frac{dI}{dt} = \frac{4m v_0^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

$$-nS_1 \frac{dB}{dt}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = E_1 - E_2$$

$$E_k = E_2 - E_1 = -\frac{mv_0^2}{2}$$

$$\rightarrow \rightarrow \frac{r dr}{r+h}$$



$$E = \frac{kqQ}{r^2}$$



$$\frac{k dq Q}{r}$$

$$dq = 2\pi r dr \cdot \sigma$$

$$E = \frac{k \cdot 2\pi r dr \cdot \sigma}{\sqrt{r^2 + h^2}} = \frac{2\pi k \sigma dr Q}{\sqrt{r^2 + h^2}}$$

$$\frac{\pi k \sigma Q d(r^2)}{\sqrt{r^2 + h^2}}$$

$$\frac{\pi k \sigma Q d(r^2 + h^2)}{\sqrt{r^2 + h^2}} = \frac{1}{2} \pi k \sigma Q (\sqrt{r^2 + h^2} - \sqrt{r^2 + h^2})$$

$$E = \frac{2\pi k r dr \cdot \sigma Q}{\sqrt{r^2 + h^2}}$$

$$d(r+h) = dr$$

$$E = 2\pi k$$

$$E = 2\pi k$$

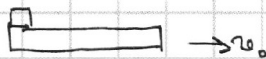


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи **отдельно**.

1 2 3 4 5 6 7

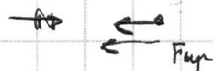
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!



$$(M+m)\alpha = kx$$

$$a = \frac{kx}{M+m}$$



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

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

$$\frac{3}{24} \cdot 3 = \frac{3}{24} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{T_0}{T_2}$$

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

$$\omega = \sqrt{\frac{24}{3}} = 3 \quad v_0 = 2$$

$$\frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{T_2}{T_0}$$

$$M a_1 = kx - \mu m g$$

$$M a_2 =$$

$$\frac{1}{3} = \frac{2}{3} \sin(\omega t)$$

$$\frac{p_2}{p_1} \frac{T_2}{T_0} = \frac{T_2}{T_0}$$

$$M \vec{a}_1 = F_{\text{упр}} + \vec{F}_{\text{уп}}$$

$$M \vec{a}_2 = -\vec{F}_{\text{уп}}$$

$$\frac{3}{19} = \frac{1}{6} \text{ c.} \quad \frac{1}{2} = \sin(\omega t)$$

$$p_1 = \frac{2}{3} \cdot 60 = 40 \text{ кПа.}$$

$$p_0 = 110 \text{ кПа.}$$

$$p_2 V_2 \frac{T_2}{T_0} =$$

$$M a_1 = F_{\text{упр}} - \mu m g$$

$$m a_2 = \mu m g$$

$$p_0 V_1 = V_0 R T_1$$

$$p_0 V_2 = V_0 R T_2$$

$$p_0 V_1$$

$$p_2 V_2 = V_0 R T_2$$

$$p_1 V_1 = V_0 R T_1$$

$$p_2 + p_{02} = p_0$$

$$p_1 + p_{01} = p_0$$

$$\frac{V_0 R T_1}{V_1} + p_{01} = V_0 R T_2$$

$$p_0 V = (V_0 + V_0) R T$$

$$V_0 p_1 = V_0 R T_1$$

$$V_0 p_{01} = V_0 R T_1$$

$$\frac{V_0}{V_0} = \frac{40}{110} = \frac{4}{11}$$

$$(a_1 - a_2) \frac{t^2}{2}$$

$$= \frac{2 \cdot 1}{2} = 1$$

$$(p_{02} + p_2)$$

$$V_2 = V_1 \frac{T_2}{T_0}$$

$$p_{02} =$$

$$p_{02} V_1 \frac{T_2}{T_0} = V_0 R T_2$$

$$kx \frac{m}{M+m} = \frac{M k x}{M+m}$$

$$a_1 = \frac{kx}{M} - \mu g \frac{m}{M}$$

$$a_2 = \mu g$$

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

$$= \frac{kx - \mu g (M+m)}{M} = 0$$

$$p_0 V_1 \frac{T_1}{T_0} = V_0 R$$

$$\frac{p_2}{p_1} \frac{T_0}{T_2} = \frac{V_0}{T_1}$$

$$p_2 = p_1 \frac{T_0}{T_2}$$

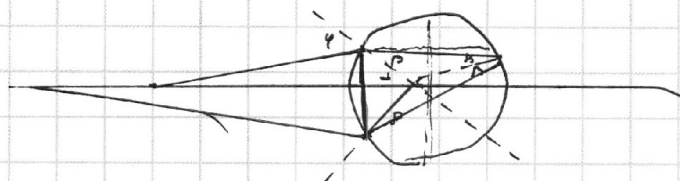


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

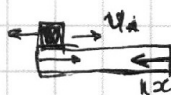
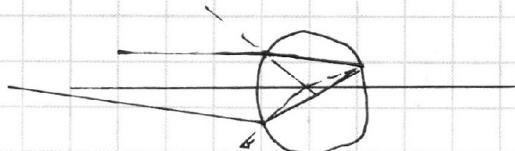
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!



$$r = \frac{1}{R} + \frac{r}{a}$$
$$\beta = \frac{h}{\psi}$$



$$(m + M) \frac{v_0^2}{2} = \frac{kx^2}{2}$$

$$a \leq \mu g$$

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

$$\frac{3}{4} \frac{M v_0^2}{k}$$

$$\Delta x = \frac{0,3 \cdot 1 \cdot 10}{2 \cdot 7} = \frac{3}{27} = \frac{1}{9}$$

$$\frac{1}{3} - \frac{1}{9} = \frac{2}{9}$$

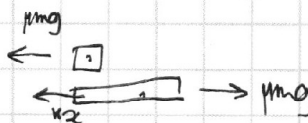
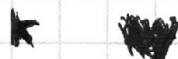
$$\frac{2 \cdot 4 \cdot 3}{27} = \frac{2}{9}$$

$$\frac{4}{9} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{2 \cdot 27}{3} = 18$$

$$u = A \cos$$

$$u = v_0 \cos(3t)$$



$$m \alpha_1 = -kx + \mu mg$$

$$m \alpha_2 = -\mu mg$$

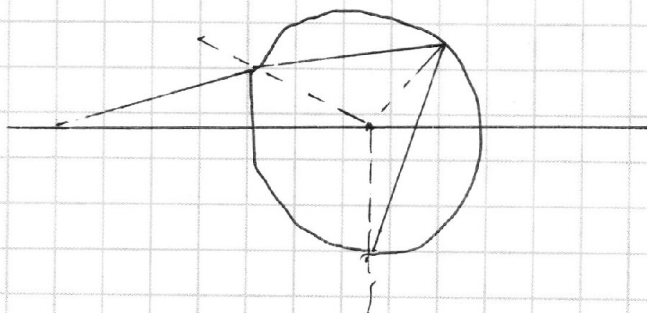
$$m \ddot{x} + kx - \mu mg = 0$$

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

$$M \ddot{x}_1 + k(x_1) = 0$$

$$v_1$$

$$(\Delta x + x_1) + \frac{m v_0^2}{2} = \frac{k x_{\max}^2}{2}$$



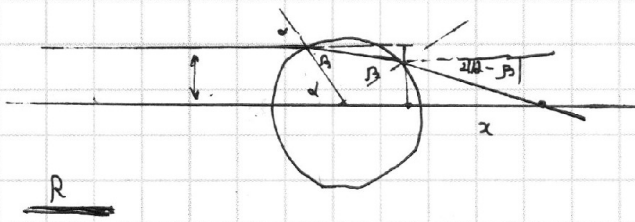


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

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!



$$\alpha = \frac{r}{R} \quad \beta = \frac{r}{nR}$$

$$r - 2R(\alpha - \beta) = r - 2r + \frac{2r}{n} = r\left(\frac{2}{n} - 1\right)$$

$$2(\alpha - \beta) = \frac{2}{x}$$

$$x = r\left(\frac{2}{n} - 1\right) \frac{1}{\frac{r}{R}\left(1 - \frac{1}{n}\right)}$$

$$= R \frac{2 - n}{n - 1} = F$$

$$F + R = R \frac{2 - n + n - 1}{n - 1} = R \frac{1}{n - 1}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{2}{3F} + \frac{1}{\alpha} =$$

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{2}{F} - \frac{2}{3F} = \frac{3 - 2}{3F} = \frac{1}{3F}$$

$$A = 3F$$

$$\frac{1}{b} = \frac{n - 1}{R} - \frac{3F}{2F}$$

$$\frac{1}{2R} = \frac{1}{2R - b} - \frac{1}{2} = \frac{2F(n - 1) - 3R}{2RF}$$

$$\frac{1}{2R} = \frac{1}{2R - \frac{2RF}{2F(n - 1) - 3R}}$$

$$\frac{1}{2R} = \frac{1}{2R - b} -$$

$$\frac{1}{x} = \frac{2R - 2R + b}{2R(2R - b)}$$

$$\frac{3}{8F} = \frac{b}{2R(2R - b)}$$

$$\frac{6R}{8F} = \frac{3R}{4F} = \frac{b}{2R - b}$$

$$2R - \frac{2FR}{2F(n - 1) - 3R} =$$

$$\frac{3}{2} + \frac{b}{3} = \frac{9 + 16}{6} = \frac{25}{6} F + 2F$$

$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{\frac{25}{6} F + 2R} = \frac{4R + \frac{25}{6} F}{2R(\frac{25}{6} F + 2R)}$$

$$\frac{\frac{25}{3} RF + 4R^2}{2R(\frac{25}{6} F + 2R)} = 2R - b$$

$$\frac{\frac{25}{3} RF + 4R^2}{4R + \frac{25}{6} F} = \frac{8R^2 + \frac{25}{3} FR - \frac{25}{3} FR - 4R^2}{4R + \frac{25}{6} F}$$

$$= \frac{4R^2}{4R + \frac{25}{6} F} = \frac{2RF}{2F(n - 1) - 3R}$$

$$\frac{2R}{4R + \frac{25}{6} F} = \frac{F}{2F(n - 1) - 3R}$$

$$4RF(n - 1) - 6R^2 = 4RF + \frac{25}{6} R^2$$

$$4RF(n - 2) = R\left(6 + \frac{25}{6}\right)$$

$$4F(n - 2) = R\left(6 + \frac{25}{6}\right)$$

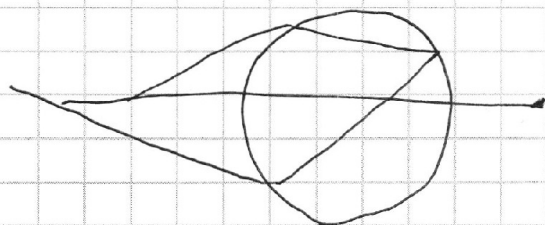


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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!

