



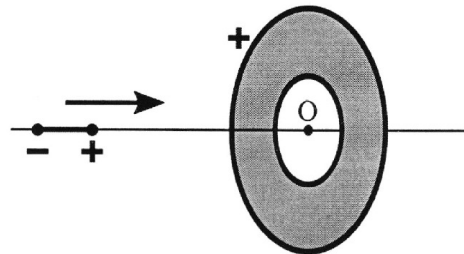
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

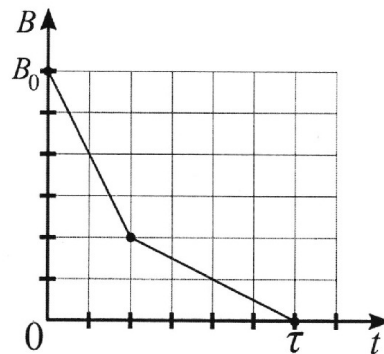
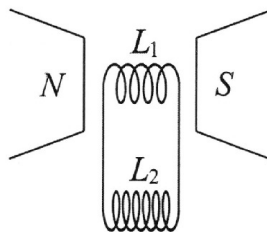


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



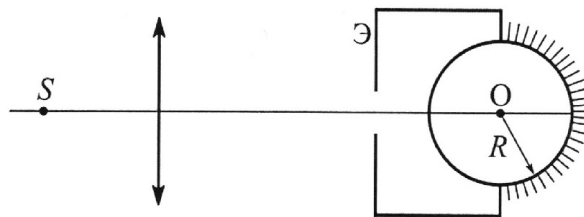
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



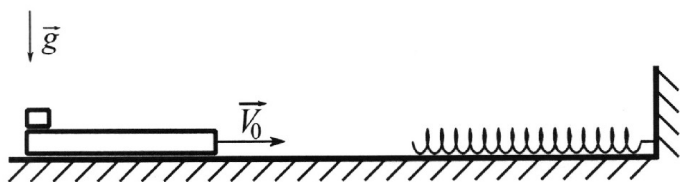
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

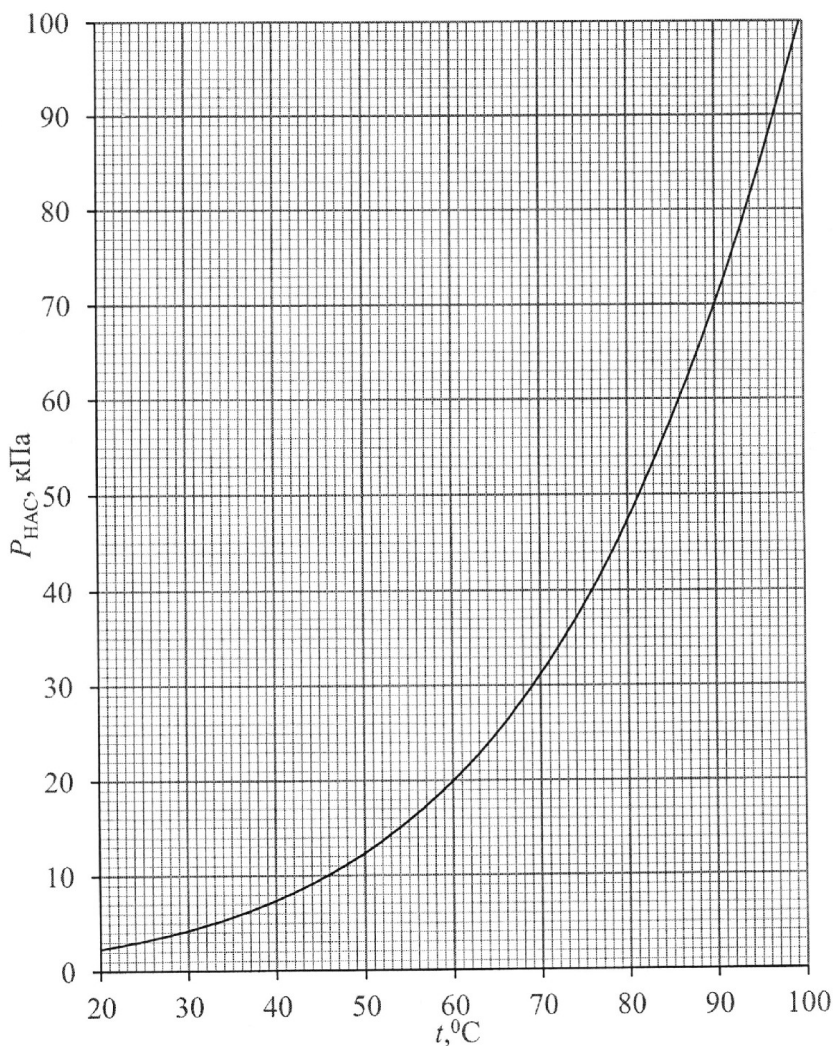


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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 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!

~~М.м. задача~~

~~III. М.м. задача~~

Найти скорость бруса $ma = \mu mg$

$$a = \mu g = 3 \frac{m}{c^2}$$

Найти время за которое он остановится $t = \frac{v_0}{a} = \frac{1}{3} c$

γ -вертикаль выскочила $\Rightarrow$ брусом останавливается при максимальной скорости движения.

З.С.З.

$$\frac{(m+m)v_0^2}{2} = \frac{kx^2}{2} \Rightarrow x = \sqrt{\frac{m+m}{k}} v_0 = \frac{2}{3} m$$

В равновесии на брус будут действовать сила тяжести

скользящая и сила упругости; брус будет останавливаться т.к.

$$\mu mg < kx$$

$$\text{ОХ! } -Ma_0 = -kx + F_{тр}$$

$$Ma_0 = kx - \mu mg$$

$$a_0 = \frac{kx - \mu mg}{m}$$

$$a_0 = \frac{kx - \mu mg}{m} = \frac{18 - 3}{2} = 7,5 \frac{m}{c^2}$$

$$\text{Ответ: } x_1 = \frac{1}{3} m \quad t = \frac{1}{3} c \quad a_0 = 7,5 \frac{m}{c^2}$$



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 ☐

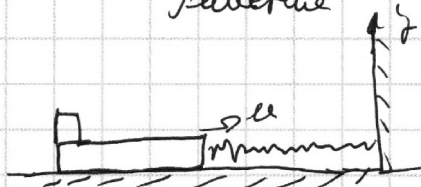
СТРАНИЦА
1 из 2

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!

1.

Дано:
 $v_0 = 2 \frac{m}{c}$
 $M = 2 \text{ кг}$
 $m = 1 \text{ кг}$
 $\mu = 0,3$
 $\Delta x_1 = ?$
 $t = ?$
 $a = ?$

Решение



Если бы было трение

не было, груз проехал

и сдвинулся с

постоянной скоростью вправо, а блок

бы замедлился $\Rightarrow$ относительное движение возникло

из-за этого относительно поверхности блок

двигался вправо $\Rightarrow$ чтобы трение действовало на

спуске в лево. Заменим II з.п. относительно их 2-х тел

$$-Ma = -k \Delta x + F_{тр}$$

$$-ma = -F_{тр}$$

инерция равна т.к. нет относительного движения

$$\frac{M}{m} F_{тр} + F_{тр} = k \Delta x$$

$$\left(\frac{M}{m} + 1\right) F_{тр} \frac{1}{k} = \Delta x, \text{ отсюда видно, что максимальное}$$

сжатие, при отсутствии относительного движения,

установившееся условие $F_{тр} = \mu mg$

$$\Delta x_1 = \left(\frac{M}{m} + 1\right) \mu mg \frac{1}{k} = 3 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 10 \cdot \frac{1}{27} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

До относительного движения тела можно рассматривать, как одно целое. Заменим II з.п.

$$(m+M)a + k \Delta x = 0$$

$m+M$ $a + \frac{k}{m+M} \Delta x = 0$ — это гармонические колебания

$$x = \frac{10}{\omega} \sin \omega t \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m+M}} = \frac{27}{3} = 9 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

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

$$\sin \omega t = \frac{1}{2} \Rightarrow \omega t = \frac{\pi}{6} \Rightarrow t = \frac{1}{9} \text{ с.}$$



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
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!

2.

Дано:

$$P_0 = 150 \text{ кПа}$$

$$t_0 = 86^\circ \text{C}$$

$$\varphi_0 = \frac{2}{3}$$

$$t = 46^\circ$$

$$P_1 - ?$$

$$t^* - ?$$

$$\frac{V}{V_0} - ?$$

Решение:



$$\varphi_0 = \frac{P_1}{P_{\text{нас}}}; \text{ из графика находим,}$$

~~давление~~ давление насыщенного пара при температуре $t = 86^\circ \text{C}$

$$P_{\text{нас}} = 60 \text{ кПа}$$

$$P_1 = \varphi_0 \cdot P_{\text{нас}} = \frac{2 \cdot 60}{3} = 40 \text{ кПа}$$

т.к. цилиндр закрыт, то это давление не изменится со временем, так как масса пара в любой момент времени.

Отсюда следует, что процесс сжатия газа происходит,

при $P = P_0 = \text{const}$; расстояние P_0 как сумму парциальных давлений газа $P_0 = P_1 + P_2 \Rightarrow P_2 = 90 \text{ кПа}$ - давление воздуха

Состояние остается неизменным, и для любого момента времени справедливо равенство $\varphi = \frac{P}{P_{\text{нас}}}$

расстояние P_1 , где P_1 - давление пара до конденсации

$$P_1 V = \nu_1 R T, \quad \nu_1 - \text{кол-во пара}$$

$$P_0 V = \nu R T, \quad \nu - \text{всего воз-ва}$$

$P_1 = \frac{\nu_1}{\nu} P_0 \Rightarrow P_1 = \text{const} = P_1$ до конденсации, соответственно конденсация происходит, при $\varphi = 1 \Rightarrow P_1 = P_{\text{нас}}(t)$

из графика находим температуру, при $P_1 = 40 \text{ кПа}$

$$t^* = 76^\circ \text{C}; \text{ т.к. в дальнейшем пар медленно остывает,}$$

то $\varphi = \text{const} = 1 \Rightarrow$ при $t = 46^\circ \Rightarrow \varphi = 1 \Rightarrow P = P_{\text{нас}} = 10 \text{ кПа}$ (из графика)



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
2 из 2

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

$$P_0 = P + P_2^1 \Rightarrow P_2^1 = 140 \text{ кПа}$$

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона, для воздуха

$$P_2 V_0 = \nu R T_0$$

$$P_2^1 V = \nu R T$$

$$\frac{P_2^1 V}{P_2 V_0} = \frac{T}{T_0} \Rightarrow$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{P_2 T}{P_2^1 T_0} = \frac{90 \cdot 10^3 \cdot 46}{140 \cdot 10^3 \cdot 86} = \frac{414}{1204}$$

Ответ: $P_1 = 40 \text{ кПа}$; $T^* = 76^\circ \text{C}$; $\frac{V}{V_0} = \frac{414}{1204}$



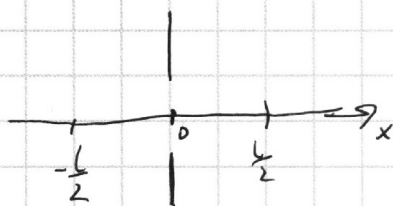
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

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!

3.
 $u' = ?$
 $u = ?$



Пусть у дупла дупла
р/м потенциал с координатами
 $\frac{l}{2}$ и $-\frac{l}{2}$ $\varphi_1 = \varphi_2$
из симметрии

Запишем 3.С.З.

$$\frac{m(u')^2}{2} = W + \frac{m u^2}{2} ; W = \text{энергия зарядов}$$

$$W = -q \cdot \varphi_1 + q \cdot \varphi_2 = 0 \Rightarrow u' = 2u_0$$

Пусть W_0 - энергия невозможного дупла преобразованная в дупла

$$W_0 = \frac{m u^2}{2} - \text{из укл.} ; \text{в некоторый момент времени все } W_0$$

перейдет в потенциальную энергию, что соответствует

минимуму скорости Запишем 3.С.З.

$$\frac{m(2u_0)^2}{2} = W_0 + \frac{m u^2}{2}$$

$$\frac{3m u_0^2}{2} = \frac{m u^2}{2} \quad u = \sqrt{3} u_0 ; \text{максимально скорость}$$

будет, когда потенциальная энергия минимальна т.е. на бесконечности $\Rightarrow u_{\max} = 2u_0$

$$\Delta u = u_0 - u_0 \sqrt{3} = u_0(2 - \sqrt{3})$$

$$\text{Ответ: } u' = 2u_0 ; \Delta u = u_0(2 - \sqrt{3})$$



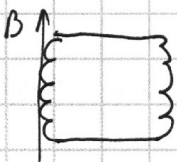
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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!

Дано:
 $L_1 = 6$
 $L_2 = 4$
 r, B_0
 $I_0 = ?$
 $q = ?$



Решение
II 3. К.

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

$$L_1 dI + L_2 dI = 0$$

$d\Phi_1 + d\Phi_2 = 0$ отсюда видно, что суммарный поток через катушки постоянен

$\Phi_{01} = S_1 n B_0$; Запишем равенство потоков

$$\Phi_{01} = \Phi_1 + \Phi_2^{(1)} = L_1 I_0 + L_2 I_0 ; I_0 = \frac{S_1 n B_0}{5L}$$

из (1) можно сделать вывод, что

$$L_1 I + L_2 I = S_1 n \Delta B$$

$$5L \cdot I = S_1 n (B_0 - B(t)) \quad | \cdot dt$$

$$5L \cdot dq = S_1 n (B_0 dt - B(t) dt)$$

$$5L \cdot q = S_1 n (B_0 \tau - \int_0^\tau B(t) dt) \quad ; \int_0^\tau B(t) dt - \text{площадь под графиком } B(t)$$

$$\int_0^\tau B(t) dt = \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{8} B_0 \cdot \frac{2}{8} \tau + \frac{2}{8} \cdot \frac{2}{8} \cdot \tau B_0 + \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{8} \tau \cdot \frac{2}{8} B_0 =$$

$$= \frac{8}{36} B_0 \tau + \frac{4}{36} \tau B_0 = \frac{1}{3} \tau B_0$$

$$q = \frac{2}{3} B_0 \tau \cdot S_1 n \frac{1}{5L}$$

Ответ: $I_0 = \frac{S_1 n B_0}{5L} ; q = \frac{2 B_0 \tau S_1 n}{15L}$



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
☒

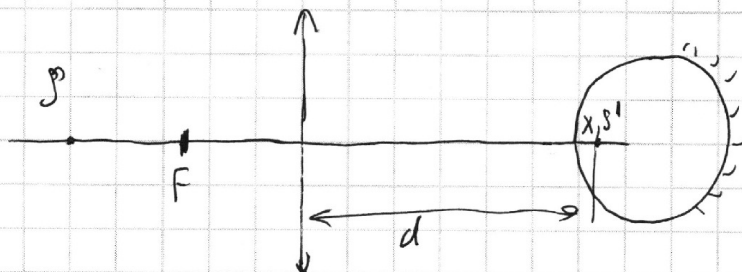
6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
1 из 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!

5.



Ищем изображение точки S после прохождения линзы. Пусть S' — изображение точки S ; известно, что из обратимости луча следует, что после прохождения шара они так же должны прийти в S' и

В условии сказано, что при n и изображение попадает на объект, пусть $n=1$, т.е. как у воздуха $\Rightarrow$ имеем систему линза — сферическое зеркало

Запишем формулу тонкой линзы чтобы найти d — расстояние от линзы до изображения

$$\frac{1}{1,5F} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \Rightarrow d = 3F \Rightarrow \text{расстояние от линзы}$$

точки сферы до изображения равно $x = \frac{F}{3}$; ~~($x = d - b$)~~

Запишем ур-е для сферического зеркала, зная, что луч придет обратно в S'

$$\frac{1}{2R - x} + \frac{1}{2R - x} = \frac{2}{R} \Rightarrow R = x = \frac{F}{3} \Rightarrow S' \text{ лежит на } O$$



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
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

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!

Handwritten solution on grid paper:

Diagram: A circle of radius R is inscribed in a square of side $2R$. A horizontal line segment of length F is drawn from the center of the circle to the left side of the square. A vertical line segment of length L is drawn from the top of the square to the horizontal line.

Equations and calculations:

$$\frac{1}{F+2R} + \frac{1}{8R} = \frac{2}{R}$$
$$\frac{1}{6+2R} + \frac{1}{8R} = \frac{2}{R}$$
$$\frac{1}{3F} + \frac{1}{8R} = \frac{2}{R}$$
$$\frac{1}{3F} = \frac{2}{R} - \frac{1}{8R} = \frac{16-1}{8R} = \frac{15}{8R}$$
$$F = \frac{8R}{15}$$

Another path:

$$\frac{1}{3F} = \frac{2}{R} - \frac{1}{8R} = \frac{16-1}{8R} = \frac{15}{8R}$$
$$F = \frac{8R}{15}$$

Final result:

$$R = \frac{F}{3}$$

Other calculations shown:

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

Arithmetic: $3 \cdot 2 = 6$, $6 \cdot 2 = 12$, $12 \cdot 2 = 24$, $24 \cdot 2 = 48$, $48 \cdot 2 = 96$, $96 \cdot 2 = 192$, $192 \cdot 2 = 384$, $384 \cdot 2 = 768$, $768 \cdot 2 = 1536$, $1536 \cdot 2 = 3072$, $3072 \cdot 2 = 6144$, $6144 \cdot 2 = 12288$, $12288 \cdot 2 = 24576$, $24576 \cdot 2 = 49152$, $49152 \cdot 2 = 98304$, $98304 \cdot 2 = 196608$, $196608 \cdot 2 = 393216$, $393216 \cdot 2 = 786432$, $786432 \cdot 2 = 1572864$, $1572864 \cdot 2 = 3145728$, $3145728 \cdot 2 = 6291456$, $6291456 \cdot 2 = 12582912$, $12582912 \cdot 2 = 25165824$, $25165824 \cdot 2 = 50331648$, $50331648 \cdot 2 = 100663296$, $100663296 \cdot 2 = 201326592$, $201326592 \cdot 2 = 402653184$, $402653184 \cdot 2 = 805306368$, $805306368 \cdot 2 = 1610612736$, $1610612736 \cdot 2 = 3221225472$, $3221225472 \cdot 2 = 6442450944$, $6442450944 \cdot 2 = 12884901888$, $12884901888 \cdot 2 = 25769803776$, $25769803776 \cdot 2 = 51539607552$, $51539607552 \cdot 2 = 103079215104$, $103079215104 \cdot 2 = 206158430208$, $206158430208 \cdot 2 = 412316860416$, $412316860416 \cdot 2 = 824633720832$, $824633720832 \cdot 2 = 1649267441664$, $1649267441664 \cdot 2 = 3298534883328$, $3298534883328 \cdot 2 = 6597069766656$, $6597069766656 \cdot 2 = 13194139533312$, $13194139533312 \cdot 2 = 26388279066624$, $26388279066624 \cdot 2 = 52776558133248$, $52776558133248 \cdot 2 = 105553116266496$, $105553116266496 \cdot 2 = 211106232532992$, $211106232532992 \cdot 2 = 422212465065984$, $422212465065984 \cdot 2 = 844424930131968$, $844424930131968 \cdot 2 = 1688849860263936$, $1688849860263936 \cdot 2 = 3377699720527872$, $3377699720527872 \cdot 2 = 6755399441055744$, $6755399441055744 \cdot 2 = 13510798882111488$, $13510798882111488 \cdot 2 = 27021597764222976$, $27021597764222976 \cdot 2 = 54043195528445952$, $54043195528445952 \cdot 2 = 108086391056891904$, $108086391056891904 \cdot 2 = 216172782113783808$, $216172782113783808 \cdot 2 = 432345564227567616$, $432345564227567616 \cdot 2 = 864691128455135232$, $864691128455135232 \cdot 2 = 1729382256910270464$, $1729382256910270464 \cdot 2 = 3458764513820540928$, $3458764513820540928 \cdot 2 = 6917529027641081856$, $6917529027641081856 \cdot 2 = 13835058055282163712$, $13835058055282163712 \cdot 2 = 27670116110564327424$, $27670116110564327424 \cdot 2 = 55340232221128654848$, $55340232221128654848 \cdot 2 = 110680464442257309696$, $110680464442257309696 \cdot 2 = 221360928884514619392$, $221360928884514619392 \cdot 2 = 442721857769029238784$, $442721857769029238784 \cdot 2 = 885443715538058477568$, $885443715538058477568 \cdot 2 = 1770887431076116955136$, $1770887431076116955136 \cdot 2 = 3541774862152233910272$, $3541774862152233910272 \cdot 2 = 7083549724304467820544$, $7083549724304467820544 \cdot 2 = 14167099448608935641088$, $14167099448608935641088 \cdot 2 = 28334198897217871282176$, $28334198897217871282176 \cdot 2 = 56668397794435742564352$, $56668397794435742564352 \cdot 2 = 113336795588871485128704$, $113336795588871485128704 \cdot 2 = 226673591177742970257408$, $226673591177742970257408 \cdot 2 = 453347182355485940514816$, $453347182355485940514816 \cdot 2 = 906694364710971881029632$, $906694364710971881029632 \cdot 2 = 1813388729421943762059264$, $1813388729421943762059264 \cdot 2 = 3626777458843887524118528$, $3626777458843887524118528 \cdot 2 = 7253554917687775048237056$, $7253554917687775048237056 \cdot 2 = 14507109835375550096474112$, $14507109835375550096474112 \cdot 2 = 29014219670751100192948224$, $29014219670751100192948224 \cdot 2 = 58028439341502200385896448$, $58028439341502200385896448 \cdot 2 = 116056878683004400771792896$, $116056878683004400771792896 \cdot 2 = 232113757366008801543585792$, $232113757366008801543585792 \cdot 2 = 464227514732017603087171584$, $464227514732017603087171584 \cdot 2 = 928455029464035206174343168$, $928455029464035206174343168 \cdot 2 = 1856910058928070412348686336$, $1856910058928070412348686336 \cdot 2 = 3713820117856140824697372672$, $3713820117856140824697372672 \cdot 2 = 7427640235712281649394745344$, $7427640235712281649394745344 \cdot 2 = 14855280471424563298789490688$, $14855280471424563298789490688 \cdot 2 = 29710560942849126597578981376$, $29710560942849126597578981376 \cdot 2 = 59421121885698253195157962752$, $59421121885698253195157962752 \cdot 2 = 118842243771396506390315925504$, $118842243771396506390315925504 \cdot 2 = 237684487542793012780631851008$, $237684487542793012780631851008 \cdot 2 = 475368975085586025561263702016$, $475368975085586025561263702016 \cdot 2 = 950737950171172051122527404032$, $950737950171172051122527404032 \cdot 2 = 1901475900342344102245054808064$, $1901475900342344102245054808064 \cdot 2 = 3802951800684688204490109616128$, $3802951800684688204490109616128 \cdot 2 = 7605903601369376408980219232256$, $7605903601369376408980219232256 \cdot 2 = 15211807202738752817960438464512$, $15211807202738752817960438464512 \cdot 2 = 30423614405477505635920876929024$, $30423614405477505635920876929024 \cdot 2 = 60847228810955011271841753858048$, $60847228810955011271841753858048 \cdot 2 = 121694457621910022543683507716096$, $121694457621910022543683507716096 \cdot 2 = 243388915243820045087367015432192$, $243388915243820045087367015432192 \cdot 2 = 486777830487640090174734030864384$, $486777830487640090174734030864384 \cdot 2 = 973555660975280180349468061728768$, $973555660975280180349468061728768 \cdot 2 = 1947111321950560360698936123457536$, $1947111321950560360698936123457536 \cdot 2 = 3894222643901120721397872246915072$, $3894222643901120721397872246915072 \cdot 2 = 7788445287802241442795744493830144$, $7788445287802241442795744493830144 \cdot 2 = 15576890575604482885591488987660288$, $15576890575604482885591488987660288 \cdot 2 = 31153781151208965771182977975320576$, $31153781151208965771182977975320576 \cdot 2 = 62307562302417931542365955950641152$, $62307562302417931542365955950641152 \cdot 2 = 124615124604835863084731911901282304$, $124615124604835863084731911901282304 \cdot 2 = 249230249209671726169463823802564608$, $249230249209671726169463823802564608 \cdot 2 = 498460498419343452338927647605129216$, $498460498419343452338927647605129216 \cdot 2 = 996920996838686904677855295210258432$, $996920996838686904677855295210258432 \cdot 2 = 1993841993677373809355710590420516864$, $1993841993677373809355710590420516864 \cdot 2 = 3987683987354747618711421180841033728$, $3987683987354747618711421180841033728 \cdot 2 = 7975367974709495237422842361682067456$, $7975367974709495237422842361682067456 \cdot 2 = 15950735949418990474845684723364134912$, $15950735949418990474845684723364134912 \cdot 2 = 31901471898837980949691369446728269824$, $31901471898837980949691369446728269824 \cdot 2 = 63802943797675961899382738893456539648$, $63802943797675961899382738893456539648 \cdot 2 = 127605887595351923798765477786913079296$, $127605887595351923798765477786913079296 \cdot 2 = 255211775190703847597530955573826158592$, $255211775190703847597530955573826158592 \cdot 2 = 510423550381407695195061911147652317184$, $510423550381407695195061911147652317184 \cdot 2 = 1020847100762815390390123822295304634368$, $1020847100762815390390123822295304634368 \cdot 2 = 2041694201525630780780247644590609268736$, $2041694201525630780780247644590609268736 \cdot 2 = 4083388403051261561560495289181218537472$, $4083388403051261561560495289181218537472 \cdot 2 = 8166776806102523123120990578362437074944$, $8166776806102523123120990578362437074944 \cdot 2 = 16333553612205046246241981156724874149888$, $16333553612205046246241981156724874149888 \cdot 2 = 32667107224410092492483962313449748299776$, $32667107224410092492483962313449748299776 \cdot 2 = 65334214448820184984967924626899496599552$, $65334214448820184984967924626899496599552 \cdot 2 = 130668428897640369969935849253798993199104$, $130668428897640369969935849253798993199104 \cdot 2 = 261336857795280739939871698507597986398208$, $261336857795280739939871698507597986398208 \cdot 2 = 522673715590561479879743397015195972796416$, $522673715590561479879743397015195972796416 \cdot 2 = 1045347431181122959759486794030391945592832$, $1045347431181122959759486794030391945592832 \cdot 2 = 2090694862362245919518973588060783891185664$, $2090694862362245919518973588060783891185664 \cdot 2 = 4181389724724491839037947176121567782371328$, $4181389724724491839037947176121567782371328 \cdot 2 = 8362779449448983678075894352243135564742656$, $8362779449448983678075894352243135564742656 \cdot 2 = 16725558898897967356151788704486271129485312$, $16725558898897967356151788704486271129485312 \cdot 2 = 33451117797795934712303577408972542258970624$, $33451117797795934712303577408972542258970624 \cdot 2 = 66902235595591869424607154817945084517941248$, $66902235595591869424607154817945084517941248 \cdot 2 = 133804471191183738849214309635890169035882496$, $133804471191183738849214309635890169035882496 \cdot 2 = 267608942382367477698428619271780338071764992$, $267608942382367477698428619271780338071764992 \cdot 2 = 535217884764734955396857238543560676143529984$, $535217884764734955396857238543560676143529984 \cdot 2 = 1070435769529469910793714477087121352287059968$, $1070435769529469910793714477087121352287059968 \cdot 2 = 2140871539058939821587428954174242704574119936$, $2140871539058939821587428954174242704574119936 \cdot 2 = 4281743078117879643174857908348485409148239872$, $4281743078117879643174857908348485409148239872 \cdot 2 = 8563486156235759286349715816696970818296479744$, $8563486156235759286349715816696970818296479744 \cdot 2 = 17126972312471518572699431633393941636592959488$, $17126972312471518572699431633393941636592959488 \cdot 2 = 34253944624943037145398863266787883273185918976$, $34253944624943037145398863266787883273185918976 \cdot 2 = 68507889249886074290797726533575766546371837952$, $68507889249886074290797726533575766546371837952 \cdot 2 = 137015778499772148581595453067151533092743675904$, $137015778499772148581595453067151533092743675904 \cdot 2 = 274031556999544297163190906134303066185487351808$, $274031556999544297163190906134303066185487351808 \cdot 2 = 548063113999088594326381812268606132370974703616$, $548063113999088594326381812268606132370974703616 \cdot 2 = 1096126227998177188652763624537212264741949407232$, $1096126227998177188652763624537212264741949407232 \cdot 2 = 2192252455996354377305527249074424529483898814464$, $2192252455996354377305527249074424529483898814464 \cdot 2 = 4384504911992708754611054498148849058967797628928$, $4384504911992708754611054498148849058967797628928 \cdot 2 = 8769009823985417509222108996297698117935595257856$, $8769009823985417509222108996297698117935595257856 \cdot 2 = 17538019647970835018444217992595396235871190515712$, $17538019647970835018444217992595396235871190515712 \cdot 2 = 35076039295941670036888435985190792471742381031424$, $35076039295941670036888435985190792471742381031424 \cdot 2 = 70152078591883340073776871970381584943484762062848$, $70152078591883340073776871970381584943484762062848 \cdot 2 = 140304157183766680147553743940763169886969524125696$, $140304157183766680147553743940763169886969524125696 \cdot 2 = 280608314367533360295107487881526339773939048251392$, $280608314367533360295107487881526339773939048251392 \cdot 2 = 561216628735066720590214975763052679547878096502784$, $561216628735066720590214975763052679547878096502784 \cdot 2 = 1122433257470133441180429951526105359095756193005568$, $1122433257470133441180429951526105359095756193005568 \cdot 2 = 2244866514940266882360859903052210718191512386011136$, $2244866514940266882360859903052210718191512386011136 \cdot 2 = 4489733029880533764721719806104421436383024772022272$, $4489733029880533764721719806104421436383024772022272 \cdot 2 = 8979466059761067529443439612208842872766049544044544$, $8979466059761067529443439612208842872766049544044544 \cdot 2 = 17958932119522135058886879224417685745532099088089088$, $17958932119522135058886879224417685745532099088089088 \cdot 2 = 35917864239044270117773758448835371491064198176178176$, $35917864239044270117773758448835371491064198176178176 \cdot 2 = 71835728478088540235547516897670742982128396352356352$, 7183572847808854023

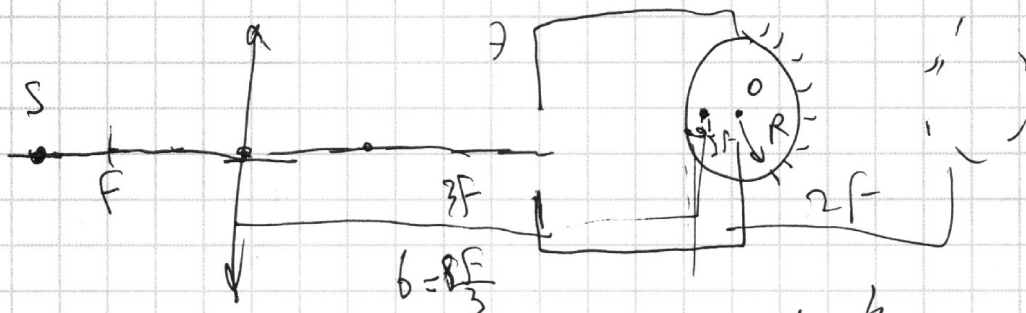


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

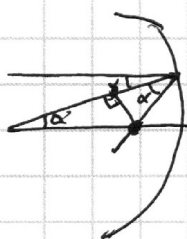
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\frac{1}{f} = \frac{1}{3f} + \frac{1}{d}$$

$$\frac{1}{3f} = \frac{1}{3f} + \frac{1}{d}$$

$$\frac{2}{3f} = \frac{1}{d} \quad d = 3f$$



$$h_2 \sin \alpha = h_1 \sin \beta$$

$$\sin \alpha = \frac{h_2}{R}$$

$$\frac{1}{3f} + \frac{1}{p} = \frac{1}{R}$$

$$p = \frac{R-1}{R} \cdot 3f$$

$$p = \frac{R-1}{R} \cdot 3f$$

$$-\frac{1}{3f} +$$

$$q\varphi_3 - q\varphi_1 = k_0$$

$$q(\varphi_3 - \varphi_1) = k_0$$

$$W = k_0 \frac{m \omega^2}{2}$$

$$K = K_0' - W = \frac{4m\omega^2}{2} - \frac{m\omega^2}{2} = \frac{3m\omega^2}{2}$$

$$\frac{m\omega^2}{2} = \frac{3m\omega^2}{2}$$

$$\omega = \omega_0 \sqrt{3}$$

$$h_{\max} - h_{\min} = 2a \cos \alpha$$

$$\varphi_2 = \varphi_3$$

$$\frac{kq}{r} + \frac{kq}{r+d} = \frac{kqL}{r(1+d)} = \frac{kqL}{r^2}$$

$$2f - \frac{1}{3f} = \frac{6}{3}f$$

$$\varphi_2 = \varphi_3$$

$$(n-1) \frac{1}{R} = \frac{3}{5f}$$

$$(n-1) \frac{3}{f} = \frac{3}{5f}$$



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!

$$P_1 + P_2 = \text{const} = 150 \text{ кВт}$$

$$1) P_1 + P_2 = 150 \text{ кВт}$$

$$R = 60 \text{ кВт} \rightarrow P_2 = 90 \text{ кВт}$$

$$P_2 U_2 = P_1 U_1$$

$$2) P_1 = 10 \text{ кВт} \Rightarrow P_2 = 140 \text{ кВт}$$

$$\frac{90 \cdot 6}{110 \cdot 6} = \frac{P_2 \cdot 86}{P_1 \cdot 46}$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{43}{23} \cdot \frac{41}{9} \Rightarrow \frac{U}{U_0} = \frac{207}{473}$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{d} = \frac{2}{R} \quad \frac{23}{43}$$

$$\frac{1}{8-d} = \frac{2}{R} \quad \frac{90}{1406} = \frac{86}{46}$$

$$-86/43$$

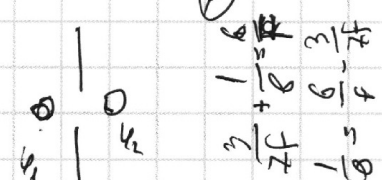
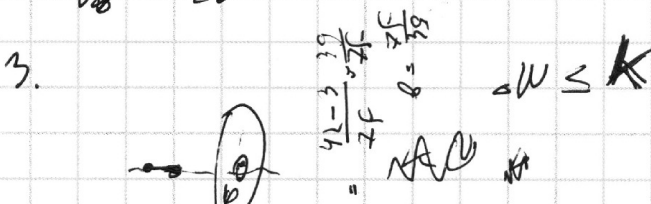
$$\begin{array}{r} \times 43 \\ 111 \\ \times 43 \\ 423 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 46 \\ 207 \\ \times 38 \\ 786 \\ \times 14 \\ 1204 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 344 \\ +86 \\ 1204 \end{array}$$

$$\begin{aligned} f(R)_{\text{max}} &= \frac{1}{26} P_0 \cdot \frac{2}{6} \gamma + \frac{2}{6} \cdot \frac{2}{6} P_0 \gamma + \frac{12}{26} P_0 \gamma + \frac{4}{6} \gamma \\ &= \frac{4}{36} P_0 \gamma_0 + \frac{8}{36} P_0 \gamma_0 = \frac{12}{36} P_0 \gamma_0 = \frac{1}{3} P_0 \gamma_0 \\ &= \frac{1}{3} P_0 \gamma_0 = \frac{1}{3} P_0 \gamma_0 \end{aligned}$$

$$\sigma p = kx$$



$$4. \quad L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt} = 0$$

$$L_1 I + L_2 I = \varphi = \text{const} = S_1 \mu B_0$$

$$\begin{aligned} -\varphi_1 q &= \varphi_2 q \\ -\varphi_1 q + \varphi_2 q &= 0 \end{aligned}$$

$$L_1 I + L_2 I = S_1 \mu B_0$$

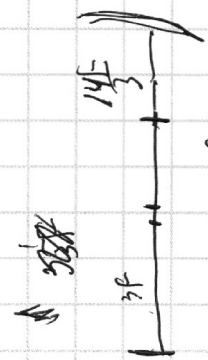
$$I(t) = \frac{S_1 \mu \cdot \Delta B}{S \Delta}$$

$$I(t) = \frac{S_1 \mu}{S \Delta} \cdot \Delta B$$

$$dq = \frac{S_1 \mu}{S \Delta} (B_0 - B(t)) dt$$

$$q = \frac{S_1 \mu}{S \Delta} (B_0 \tau - \int B(t) dt)$$

$$q = \frac{S_1 \mu}{S \Delta} (B_0 \tau - (\frac{1}{3} B_0 \tau_0)) = \frac{S_1 \mu}{S \Delta} B_0 \tau_0$$



$$\begin{aligned} \mu m g &= 3 \\ \mu m g &= m a \\ a &= \mu g = 3 \end{aligned}$$

$$t = \frac{2a}{a} = \frac{2}{3}$$





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**.

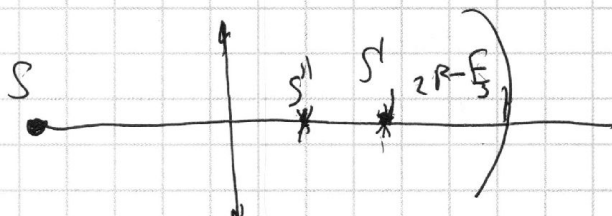
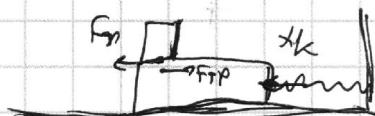
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

$$\varphi = \frac{p}{p_{\text{нас}}}$$

1.



$$F = kx$$

$$Ma = xk - F_{fr}$$

$$ma = F_{fr}$$

$$Ma = \frac{M}{m} F_{fr} = xk - F_{fr}$$

$$\left(\frac{M}{m} + 1\right) F_{fr} = xk$$

$$\cos \sqrt{\frac{27}{3}} = 3 \frac{\text{мгс}}{\text{с}}$$

$$2R - \frac{E}{3} + \frac{1}{h} = \frac{2}{R}$$

$$x_{\text{max}} = F_{fr} = 1 \cdot 10 \cdot 8$$

$$x = \frac{2+1}{27} \cdot 0,3 \cdot 1,10 = \frac{1}{3} \text{ м}$$

$$\frac{R \cdot 2R + 2E}{(2R - \frac{E}{3})R} = \frac{1}{h}$$

$$\frac{(m+m) \omega^2}{2} = \frac{kx_0^2}{2}$$

$$3 \cdot 4 = 27 \cdot x_0^2$$

$$\frac{4}{9} = x_0^2$$

$$x_0 = \frac{2}{3}$$

$$(M+m) a + F_{fr} = kx = 0$$

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

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

$$x=0 \quad \varphi_0 = \frac{\pi}{2}$$

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

$$\omega A = 110$$

$$A = \frac{110}{\omega}$$

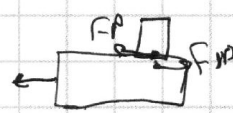
$$x = \frac{110}{\omega} \sin(\omega t)$$

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

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

$$\omega t = \frac{\pi}{3}$$

$$t = \frac{\pi}{3\omega} = \frac{1}{3}$$



$$Ma = kx_0 - F_{fr}$$

$$2 \cdot a_0 = 27 \cdot \frac{2}{3} - 0,3 \cdot 10$$

$$2a_0 = 18 - 3 = 15$$

$$a = 7,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\varphi_0 = \frac{p}{p_{\text{нас}}} = \frac{p}{60}$$

$$p = \frac{2}{3} 60 = 40$$

$$p = p_{\text{нас}} = 76 \text{ е}^{\circ}$$

$$pV = \nu RT$$

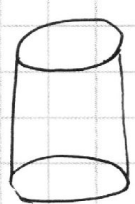
$$pV = \nu RT$$

$$\frac{V}{T} = \text{const} \quad \frac{\partial RT}{p}$$

$$p_1 V = \nu RT$$

$$p_1 = \frac{2+1}{3} p$$

2.



$$pV = \nu RT$$