



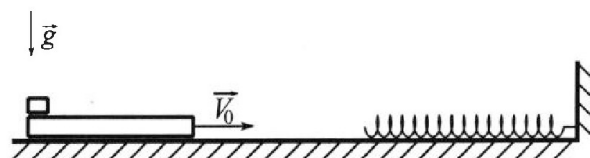
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

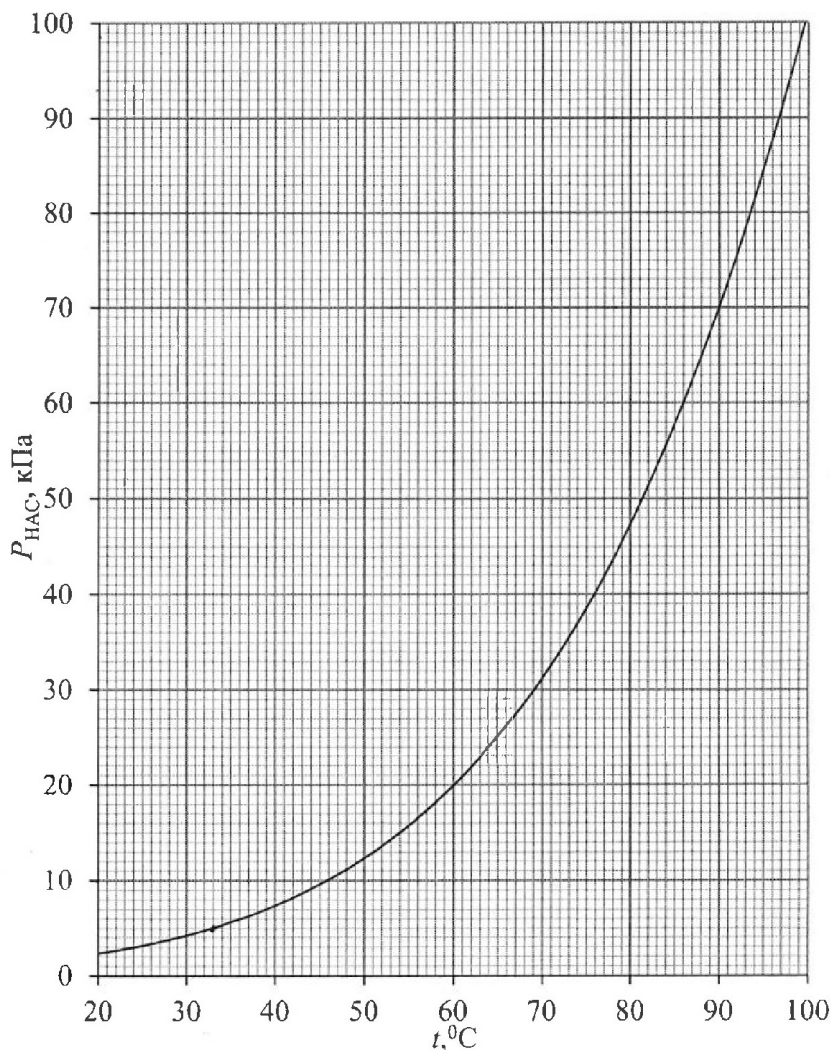


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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.





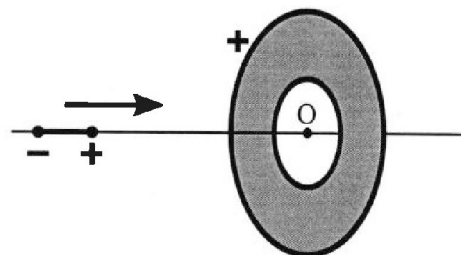
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

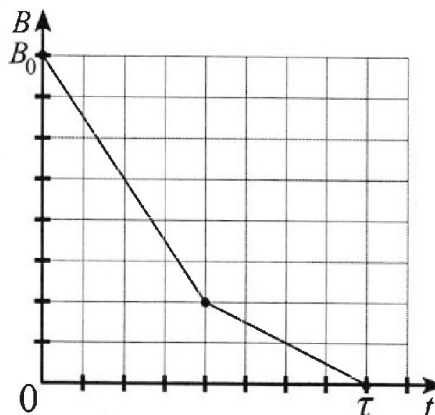
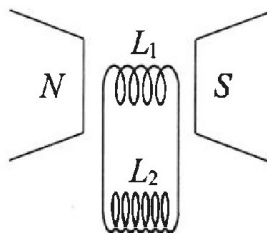


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



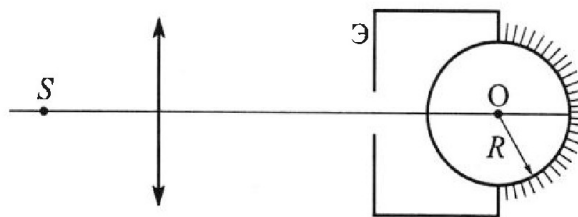
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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.

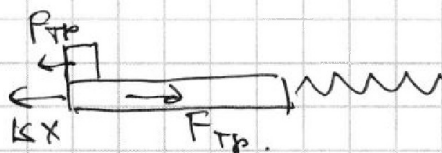
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 из 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!

Задача №1.



1. Найдём в со, где доска находится. В ней ускорение будет это $\frac{1}{m}(kx - 2F_{гp})$. Соответственно, когда kx будет $>$ чем максимальное значение $2F_{гp}$ (или трение, то доска начнет относительно движение).

$$kx_0 = 2\mu mg \Rightarrow x_0 = \frac{2\mu mg}{k}$$

$$\text{Ответ: } x_0 = \frac{2\mu mg}{k} = \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 10}{36} = \frac{1}{6} \text{ м.}$$

2. Найдём скорость доски (и груза) в этот момент из закона сохранения энергии.

$$(M+m) \frac{V_0^2}{2} = (M+m) \frac{V^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} \Leftrightarrow V = \sqrt{\frac{2}{3}} \text{ м/с.}$$

Заметим, что т.к. до начала относительного движения сила трения не совершает работы, то есть

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

$\Rightarrow$ происходит колебание по закону $x'' + \frac{k}{M+m}x = 0$.
при этом $x(0) = 0$. $\dot{x}(0) = V_0$.

$$x = A_1 \cos \omega t + A_2 \sin \omega t$$

$$0 = A_1 \cos 0 \Rightarrow A_1 = 0.$$

$$V_0 = -A_1 \omega \sin \omega t + \omega A_2 \cos \omega t \Rightarrow A_2 = \frac{V_0}{\omega}.$$

$$x = \frac{V_0}{\omega} \sin \omega t. \quad \sin \omega t = \frac{\omega x}{V_0} = \sqrt{\frac{36}{2}} \cdot \frac{1}{6} = \frac{1}{\sqrt{3}}.$$

$$\Rightarrow t = \frac{\arcsin \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{3}}{\sqrt{36}} = \frac{1}{\sqrt{12}} \arcsin \frac{1}{\sqrt{3}} \leftarrow \text{Ответ.}$$



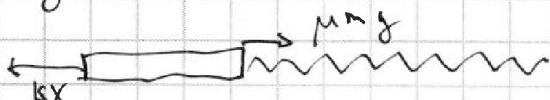
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!

3. Заменим 23н на горизонтальную ось, когда началось относительное движение:



$Mx'' = -kx + mg$. — это участок "нового" колебания, где появилась сила mg .

перейдем в СО, которая движется вверх с ускорением $\frac{mg}{M}$.

В ней будет происходить все те же колебания. В такой системе ускорение в крайнем левом положении будет равно амплитуде колебаний x'' , т.е. $-V_0 \omega \sin \omega t$ этот момент, наступит через четверть периода, т.е. $\frac{\pi}{2\omega}$.

$$\Rightarrow a = -V_0 \cdot \omega \cdot \sin \frac{\pi}{2} = -V_0 \omega$$

Однако, ω теперь не $\sqrt{\frac{k}{M+m}}$, а $\sqrt{\frac{k}{M}}$.

$$\Rightarrow a = -V_0 \cdot \sqrt{\frac{k}{M}}$$

в лев. СО $a = V_0 \sqrt{\frac{k}{M}} + \frac{mg}{M}$ и направлено влево.

$$a = 1 \cdot \sqrt{\frac{36}{2}} + \frac{0,3 \cdot 1 \cdot 10}{2} = \sqrt{18} + 1,5$$

Ответ: ускорение равно $3\sqrt{2} + 1,5 \text{ м/с}^2$.



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 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!

Задача N2.

1. Найдём парциальное давление пара P_1 при $t = 97^\circ\text{C}$.

$$P_1 = P_{\text{нас}} \cdot \varphi_0 = 91 \cdot \frac{1}{3} = 30,3 \text{ кПа.}$$

2. Давление этой смеси в горле постоянное и равно $P_0 = 105 \text{ кПа}$. Пусть к моменту конденсации пара его объем уменьшится в 2 раз.

Тогда уравнение Менделеева - Клапейрона:

$$\frac{\partial R t^*}{\partial V} + \frac{\partial_2 R t^*}{\partial V} = P_0 = P_6 + P_n = \frac{\partial R t_0}{V} + \frac{\partial_2 R t_0}{V}$$

$$= (105 - 30,3) + 30,3 = 74,6 + 30,3.$$

$$\frac{\partial R}{V} = \frac{P_6}{t_0}, \quad \frac{\partial_2 R}{V} = \frac{P_n}{t_0}$$

$$\frac{t^*}{2} = \frac{P_6}{P_6 + P_n} \cdot \frac{P_0}{t_0} \quad \frac{\partial R t^*}{\partial V} = \frac{P_6}{t_0} \cdot \frac{P_0}{\frac{P_6}{t_0} + \frac{P_n}{t_0}} =$$

$$= \frac{P_6 \cdot P_0}{P_6 + P_n} = \frac{74,6 \cdot 105}{105} = 74,6 \text{ кПа.}$$

$$\Rightarrow P_{\text{нас.н.}} = P_n = 30,3 \Rightarrow t^* \approx 69,5^\circ\text{C.}$$

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.

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!

$$3. p_6(33^\circ\text{C}) = p_0 - p_{\text{нас.}}(33^\circ\text{C}) = 100 \text{ кПа}$$

$$p_6(94^\circ\text{C}) = p_0 - \varphi_0 \cdot p_{\text{нас.}}(94^\circ\text{C}) = 44,6 \text{ кПа}$$

$$p_6(33^\circ\text{C}) = \frac{p_0 \cdot (33 + 273,3)}{V}$$

$$p_6(94^\circ\text{C}) = \frac{p_0 (\cancel{33} 94 + 273,3)}{V_0}$$

$$\frac{p_6(94^\circ\text{C})}{p_6(33^\circ\text{C})} = \frac{44,6}{100} = \frac{V}{V_0} \cdot \frac{94 + 273,3}{33 + 273,3}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{44,6 \cdot (33 + 273,3)}{100 (94 + 273,3)} = \frac{44 \cdot 306,3}{37300}$$

Ответ: 1. $p_1 = 30,3 \text{ кПа}$

2. $t^* = 69,5^\circ\text{C}$

3. $\frac{V}{V_0} = \frac{22666,2}{37300}$



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.

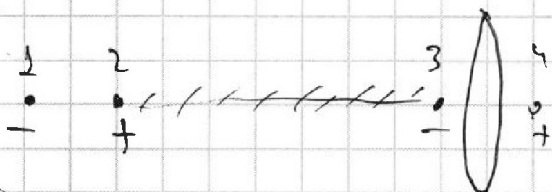
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

Задача №3.

1.



Заметим, что работа поле совершается на пути по перемещению — из 1 в 2 и из 3 в 4, т.к. на обоих вертикальных ~~территориях~~ прямой работы сил электростатического поле равна 0, т.к. заряды равны по модулю и противоположны по ~~направлению~~ знаку.

⇒ начальная кин. энергия равна работе на протяжении этой работы.

$$\frac{mv_0^2}{2} = A$$

$$\Rightarrow \frac{m}{2} \cdot \left(\frac{3}{2}v_0\right)^2 = A + \frac{mv^2}{2} \quad - 3C3$$

$$\frac{m}{2} \left(\frac{3}{2}v_0\right)^2 = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{mv^2}{2}$$

$$\Rightarrow v^2 = \left(\frac{9}{4} - 1\right)v_0^2$$

$$\Rightarrow v = v_0 \cdot \frac{\sqrt{5}}{2} \quad \text{Ответ: } \frac{\sqrt{5}}{2} v_0$$



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!

2. При этом заметим, что при перемене
ушии + из 3 в 4 суммарная ра-
бота поле равна 0. Значит, работа совершается только
при перемещении —. Но эта работа
увеличивает потенциальную энергию

у гигоны

$$\Rightarrow V_{\max}^2 \cdot \frac{m}{2} = \left(\frac{3}{2} V_0 \right)^2 \cdot \frac{m}{2} + \frac{m}{2} V_0^2$$

$$\Rightarrow \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \frac{\sqrt{\frac{9}{4} + 1}}{\sqrt{\frac{9}{4} - 1}} = \frac{\sqrt{13}}{\sqrt{5}}$$

Ответ: $\frac{\sqrt{13}}{\sqrt{5}}$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

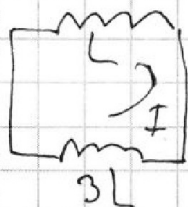
СТРАНИЦА

1 из 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!

Задача N 4.

1.



$$\mathcal{E}_i = L \cdot \frac{dI}{dt} + 3L \cdot \frac{dI}{dt}.$$

$$n \cdot \frac{-d\Phi}{dt} = 4L \cdot \frac{dI}{dt}.$$

$$n \cdot -d\Phi = 4L \cdot dI.$$

$$n \cdot -\Delta\Phi = 4L \cdot \Delta I = 4LI.$$

$$I_0 = \frac{n \cdot (-\Delta\Phi)}{4L} = \frac{n \cdot B_0 S_1}{4L}.$$

Ответ: $I_0 = \frac{n B_0 S_1}{4L}.$

2.

$$n \cdot -\Delta\Phi = 4LI.$$

$$n \cdot -\Delta\Phi \cdot dt = 4L \cdot dq.$$

$$n \cdot \int \Delta\Phi dt = 4Lq = n \int \Phi dt.$$

Рассчитаем $\int \Phi dt$ как нм угадо нмг
применяем $B(t)$.

$$\int \Phi dt = 24 \cdot \frac{1}{64} B_0 \pi S_1 = \frac{3}{8} B_0 \pi S_1.$$

$$q = \frac{3}{8} \frac{B_0 \pi S_1 n}{4L}$$

Ответ: $q = \frac{3}{32} \frac{B_0 \pi S_1 n}{4L}.$



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
☐

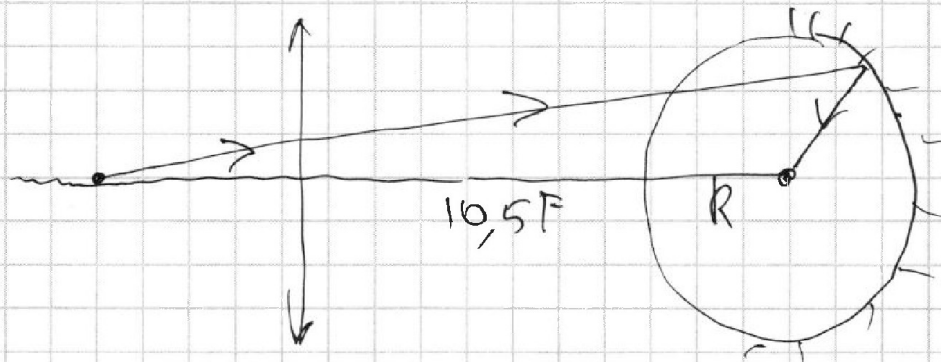
7
☐

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!

Задача N5.

1.



рассмотрим шар с $n \geq 1$.

~~Будет~~ находится пун, который после отражения попадет в центр шара

Значит, расстояние от центра шара до точки должно равняться $\frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{1,1F}} = 11F$.

$$\Rightarrow R = 11F - 10,5F = 0,5F$$

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
☐

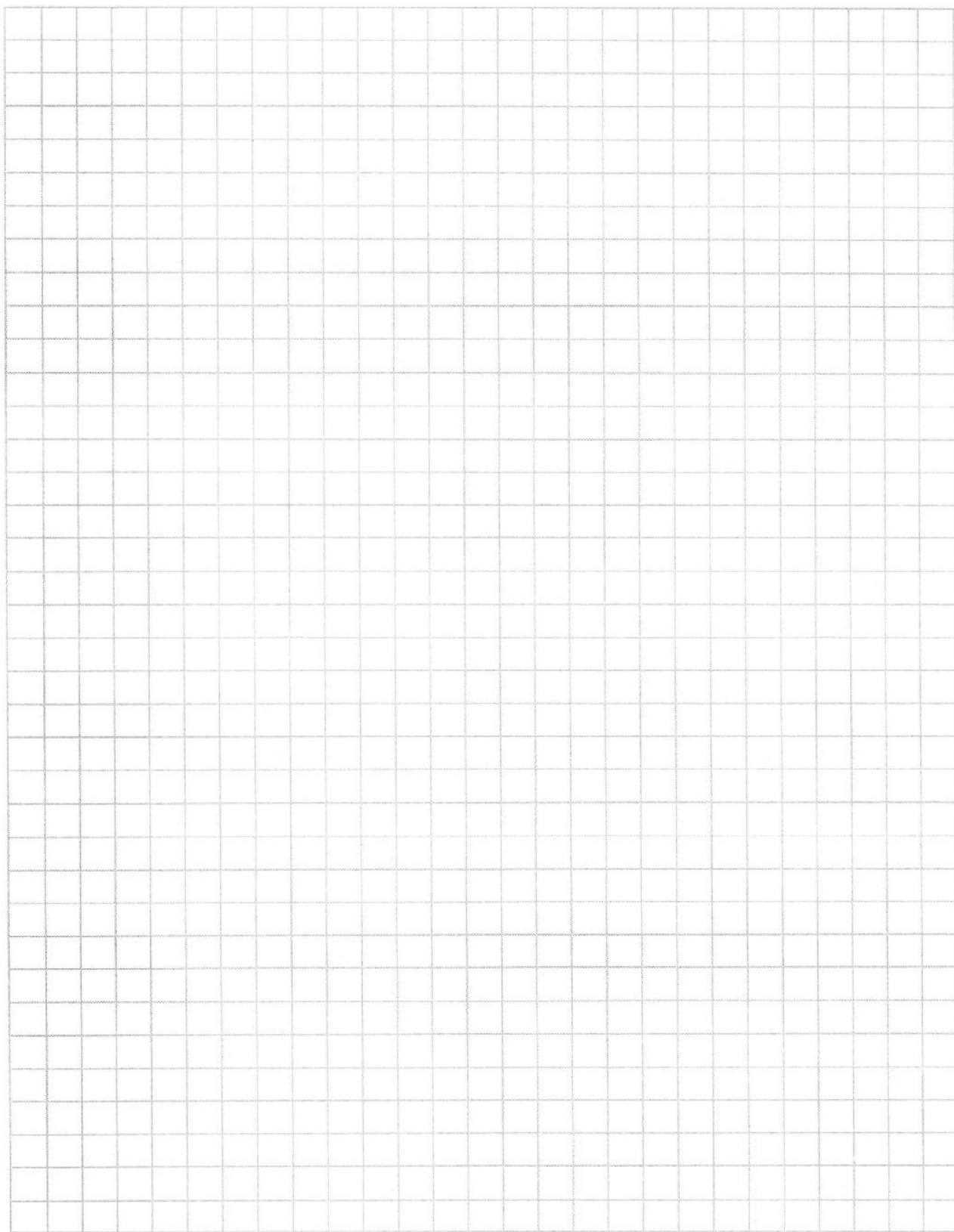
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
__ 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
☐

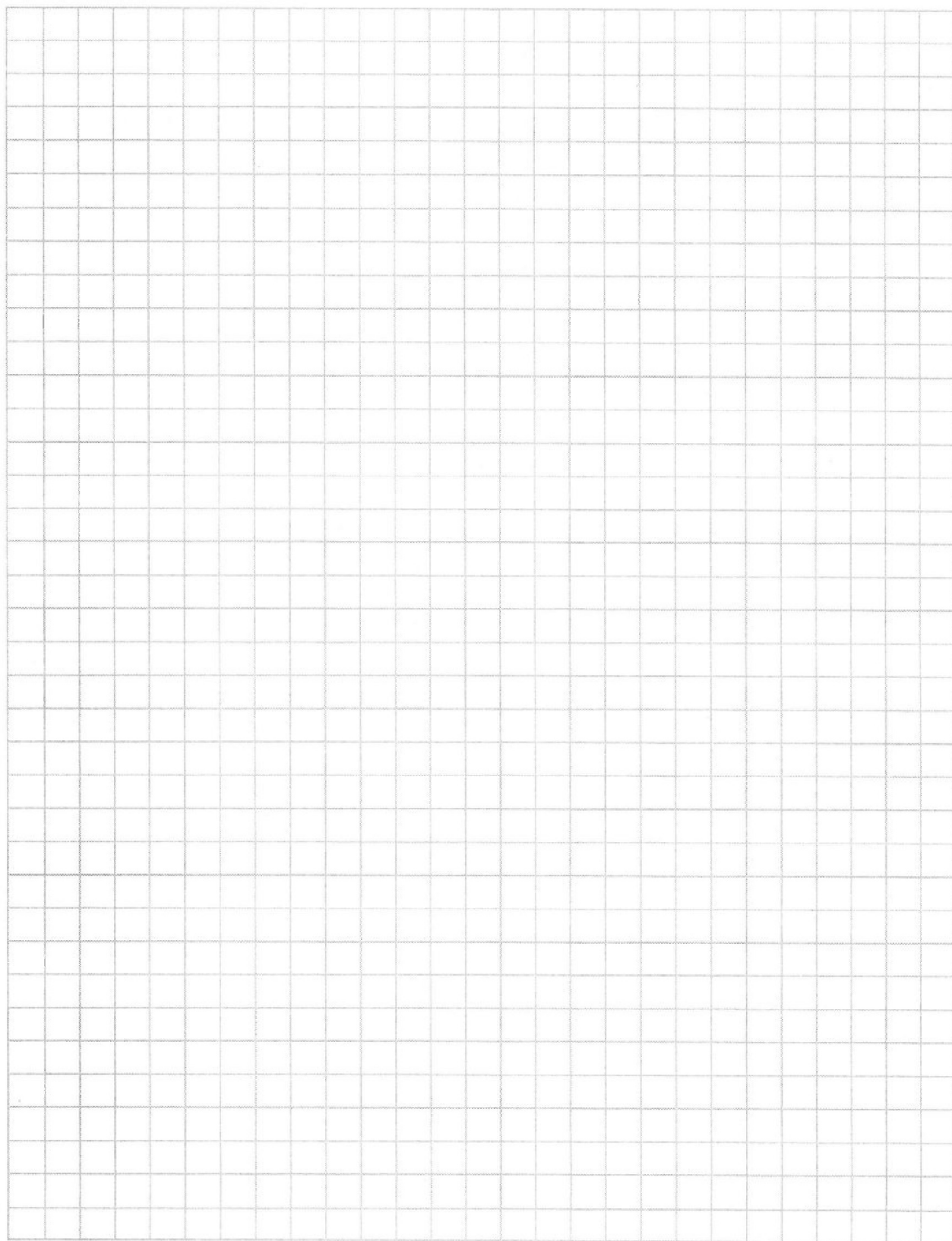
5
☐

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!



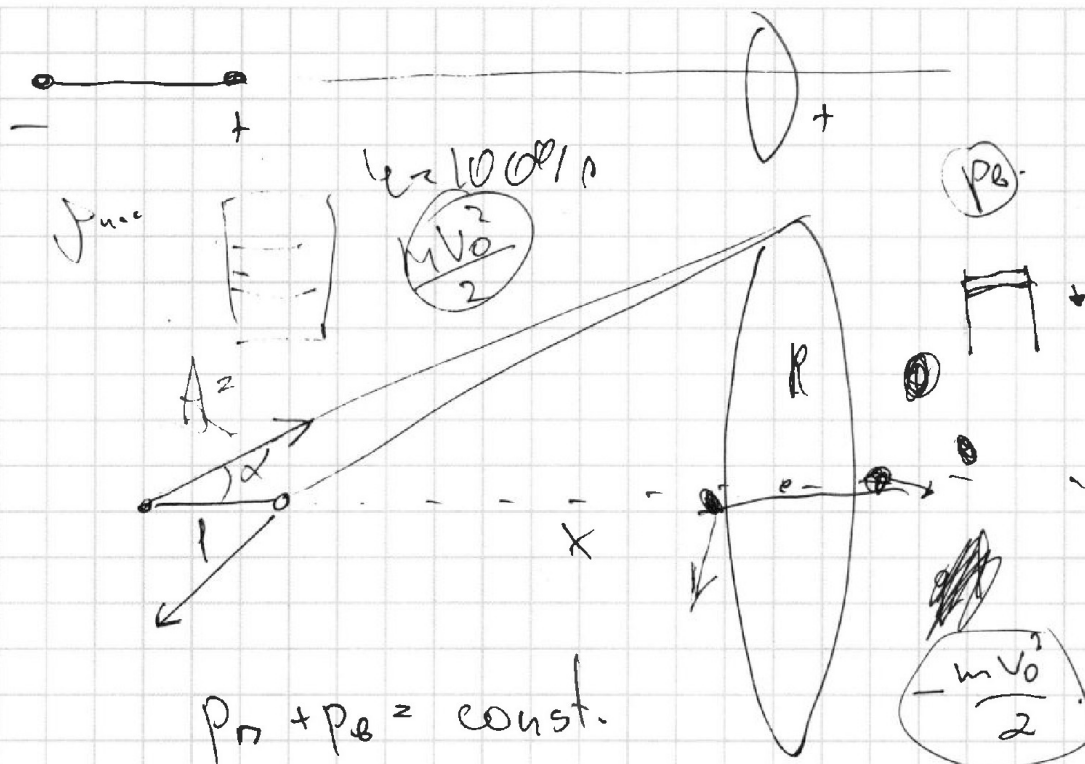


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено болсе 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!



$$p_n + p_c = \text{const.}$$

p_{01}

$V \rightarrow \alpha V$

$$p_0 = \frac{p_{01}}{V}$$

$$\frac{\partial p_0}{\partial V} + \frac{\partial p_0}{\partial V} = \frac{\partial p_0}{\partial V} + \frac{\partial p_0}{\partial V}$$

$$\frac{\partial p_0}{\partial V} + \frac{\partial p_0}{\partial V} = \frac{\partial p_0}{\partial V} + \frac{\partial p_0}{\partial V}$$

$$k_1 \frac{1}{\alpha} + k_2 \frac{1}{\alpha} = p_0 \quad \frac{3}{2} = \frac{3}{2} \alpha^2 + \frac{1}{2}$$

$$d\alpha = \frac{1}{\alpha} = \frac{p_0}{k_1 + k_2}$$

$$\frac{p_0}{\frac{p_0}{T_1} + \frac{p_0}{T_2}}$$

$V =$

$$1 = \frac{3}{2} V^2 \quad V = \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$k_1 \frac{1}{\alpha} = p$$

$$\frac{1}{1} - \frac{1}{1.1} =$$

$$\frac{1}{1.1} - \frac{1}{1.1} = 0.1$$

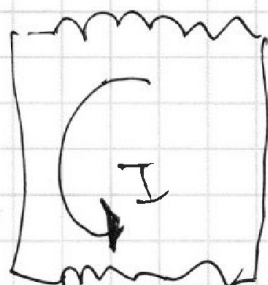


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
 _ 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!



$$\mathcal{E}_i = - \frac{d\Phi}{dt} \cdot \alpha_1$$

$$\alpha_1 h = \frac{d(I L)}{dt} = 3L \cdot \frac{dI}{dt}$$

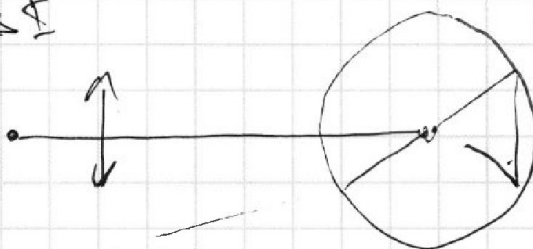
$$d\Phi h - \frac{d\Phi}{dt} h = L \cdot \frac{dI}{dt} + 3L \frac{dI}{dt}$$

$$-d\Phi \cdot h = L dI + 4L dI$$

$$-\Delta\Phi h = 4L \cdot \Delta I$$

$$-\Delta\Phi = B_0 S_1 h = 4L \Delta I$$

$$I = \frac{B_0 S_1 h}{4L}$$



$$\Phi \cdot h = 4L I$$

$$h \Phi \cdot dt = 4L \cdot dq$$

$$h \int \Phi dt = 4L \Delta q$$

$X_5 + X$
 $\frac{h}{h+h} \approx 1$
 ≈ 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
__ 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!

$$2 \quad \sqrt{\frac{2}{3}} = \frac{A_2 \omega}{\omega} \quad A_2 \omega \cos \omega t$$
$$A_2 = \frac{\sqrt{\frac{2}{3}}}{\omega}$$

$$z = \frac{\mu m g}{k} \cos \omega t + \frac{\sqrt{\frac{2}{3}}}{\omega} \sin \omega t$$

$$z' = \frac{\mu m g \omega}{k} (-\sin \omega t) + \sqrt{\frac{2}{3}} \cos \omega t$$

$$z'' = -\cos \omega t \cdot \frac{\mu m g \omega^2}{k} + \omega \cdot \sqrt{\frac{3}{2}} \sin \omega t$$

$$A = \frac{\pi}{2\omega} = \omega \cdot \sqrt{\frac{3}{2}} = \sqrt{\frac{36}{2}} \cdot \sqrt{\frac{3}{2}} =$$

$$z'' = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{9 \cdot 4 \cdot 3} = \sqrt{9 \cdot 3} \cdot \sqrt{24} \text{ c.}$$

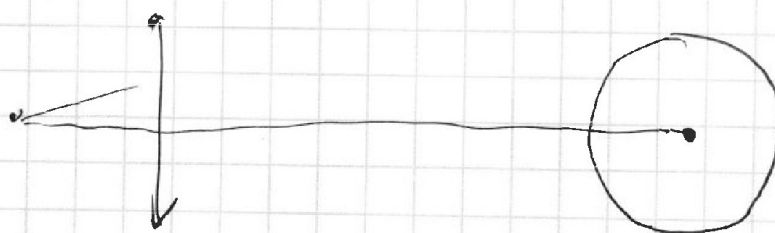
$$= 3\sqrt{3} \text{ c.}$$

$$\begin{array}{r} 74 \times 306 \\ 1224 \\ 2142 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 306 \cdot 3 = 918 \\ 180 \\ 174 \cdot 3 = 522 \\ \hline 222 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 22644 \\ 22666,2 \end{array}$$





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!

$$\epsilon = \frac{p_n}{p_e}$$

$$p_e + p_n = 105 \text{ кПа.}$$

$$p = \frac{\sqrt{RT}}{V}$$

$$p_e + p_n(94^\circ\text{C}) \cdot \epsilon_0 = 105 \text{ кПа.}$$

$$p_n(94^\circ\text{C}) \cdot \epsilon_0 = \frac{1}{3} \cdot 91 = 30,3 \text{ кПа.}$$

$$p_e = 105 - 30,3 = 74,6 \text{ кПа.}$$

$$\epsilon = p_e / p_n$$

$$p = \text{const.}$$

$$p_e = p_0 - p_n \cdot (\epsilon)$$

$$p_e + p_n(T) = p_0$$

$$p_e(33^\circ\text{C}) = p_n(33^\circ\text{C}) \cdot p_0 - p_n(33^\circ\text{C}) \cdot \epsilon$$

$$= 105 - 5 = 100 \text{ кПа.}$$

$$p_e = \frac{\sqrt{RT}}{V}$$

$$74,6 = \frac{\sqrt{RT_1}}{V_0}$$

$$\frac{74,6}{5} = \frac{\sqrt{RT_1}}{V_0}$$

$$5 = \frac{\sqrt{RT_2}}{V}$$

$$\frac{74,6}{5} = \frac{33 + 273,3}{33 + 273,3} \cdot \frac{V}{V_0}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{74,6 \cdot (33 + 273,3)}{5 \cdot (33 + 273,3)}$$



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.

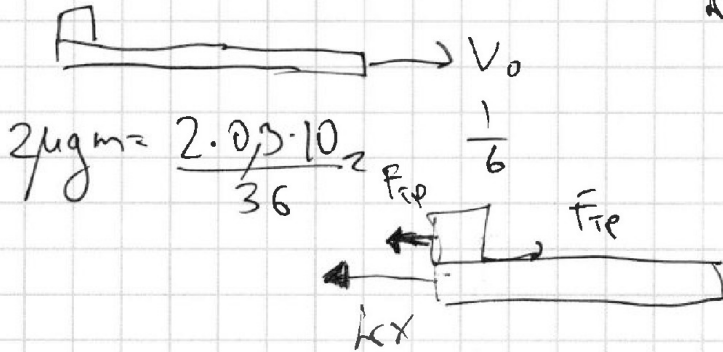
1 2 3 4 5 6 7

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!

3/6

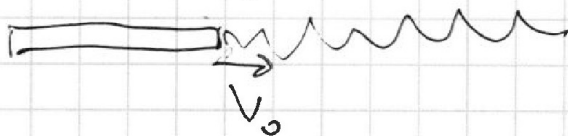
$$kx - F_{\text{тр}} > F_{\text{тр}}$$



$$\sin 15^\circ \approx \frac{1}{2}$$

$$kx = 2 F_{\text{тр}}$$

$$1. kx = 2\mu mg. \quad x = \frac{2\mu mg}{k}$$



$$2x\sqrt{1-x^2} = \frac{1}{2}$$

$$(M+m) \cdot \frac{V_0^2}{2} = (M+m) \frac{V^2}{2} + \frac{kx^2}{2}$$

$$(\dot{x}_0)^2 = \dot{x}^2$$

$$(\dot{x}_0)^2 = (\dot{x})^2 + \frac{k}{M+m} x^2$$

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

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

$$8+4+4 \cdot \frac{6}{2} = 12+12 = 24$$



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!

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

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

$$\omega^2 = \frac{k}{M+m}.$$

5-3

$$x = A_1 \cos \omega t + A_2 \sin \omega t.$$

$$x(0) = 0.$$

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

$$0 = A_1 + 0 \Rightarrow A_1 = 0.$$

$$V_0 = -A_1 \omega \sin \omega t + \omega A_2 \cos \omega t.$$

$$\Rightarrow \omega A_2 = V_0. \Rightarrow A_2 = \frac{V_0}{\omega}.$$

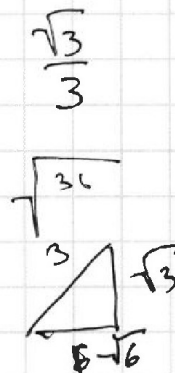
$$x = \frac{V_0}{\omega} \sin \omega t.$$

$$\sin \omega t = \frac{\omega x}{V_0} = \frac{x \cdot \sqrt{\frac{k}{M+m}}}{V_0}.$$

$$= \frac{2 \mu g m \cdot \sqrt{\frac{k}{M+m}}}{V_0 k} = \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 10 \cdot 1 \cdot \sqrt{\frac{36}{3}}}{1 \cdot 36}$$

$$= \frac{6 \cdot \sqrt{12}}{36} = \frac{\sqrt{12}}{6} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$t = \arcsin \frac{\sqrt{3}}{3}.$$





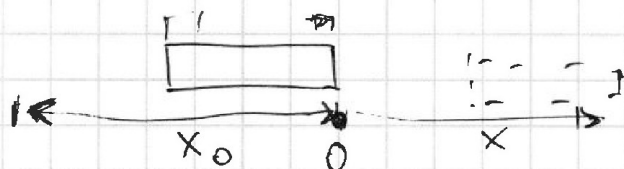
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$\frac{44.306,3}{100 \cdot 343}$$



~~m~~

$$\frac{m v^2}{2}$$

$$M x'' = -k(x + x_0) + \mu mg.$$

$$\cancel{M x''} (\cancel{x + x_0})'' +$$

$$M x'' = -k \left(x + x_0 - \frac{\mu mg}{k} \right) = -k \left(x + \frac{\mu mg}{k} \right).$$

$$\left(x + \frac{\mu mg}{k} \right)'' + \frac{k}{M} \left(x + \frac{\mu mg}{k} \right) = 0$$

$$z'' + \frac{k}{M} z = 0.$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{M}}.$$

$$z(0) = \frac{\mu mg}{k}$$

$$z = A_1 \cos \omega t = \frac{\mu mg}{k}$$

$$A_1 = \frac{\mu mg}{k}$$

$$z'(0) = \sqrt{\left((M + m) \cdot \frac{v_0^2}{2} - \frac{k x_0^2}{2} \right) \cdot \frac{2}{M}} \quad \frac{2}{3}$$

$$\left(3 \cdot \frac{1^2}{2} - 36 \cdot \frac{1}{2} \right) \cdot \frac{2}{3} = \frac{8}{4} - \frac{2}{4} = \frac{3}{2} - \frac{1}{2} = 1.$$

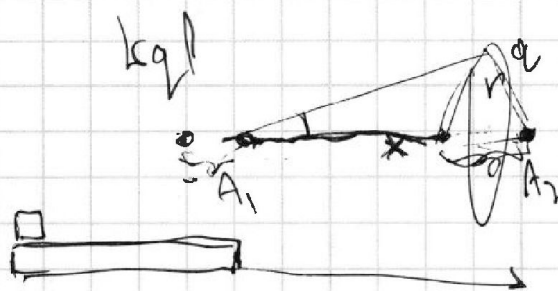
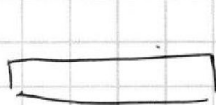


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ 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!



$$\frac{x}{\sqrt{v^2 + x^2}}$$

$$(v^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}$$

$$A_1 + A_2 = \frac{mv^2}{2}$$

$$Mx'' = -kx + \mu mg$$

$$Mx'' = -k\left(x - \frac{\mu mg}{k}\right)$$

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

$$z'' + \frac{k}{M}z = 0$$

$$z = A_1 \cos \omega t + A_2 \sin \omega t \quad \text{where } \omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

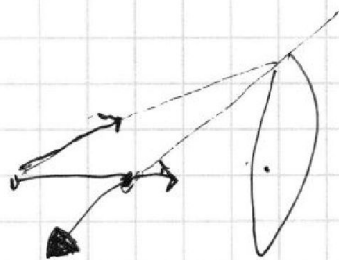
$$z(0) = 0 \Rightarrow A_1 = 0$$

$$z'(0) = A_2 \cos \omega t$$

$$\frac{1}{2} \left(\frac{3}{2}\right)^2 V_0^2 = \frac{1}{2} k \frac{mv^2}{2} + \frac{1}{2} mv^2$$

$$\frac{9}{4} V_0^2 = V_0^2 + v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{9}{4} - 1} V_0$$



$$\left(\frac{3}{2}\right)^2 V_0^2 \frac{1}{2} = \frac{mv^2}{2} = \frac{1}{2} mv^2$$