



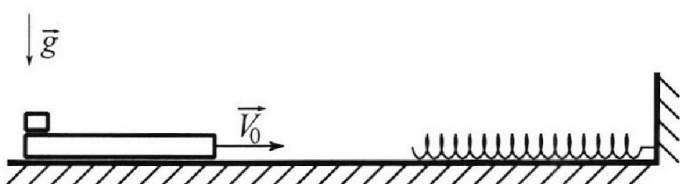
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

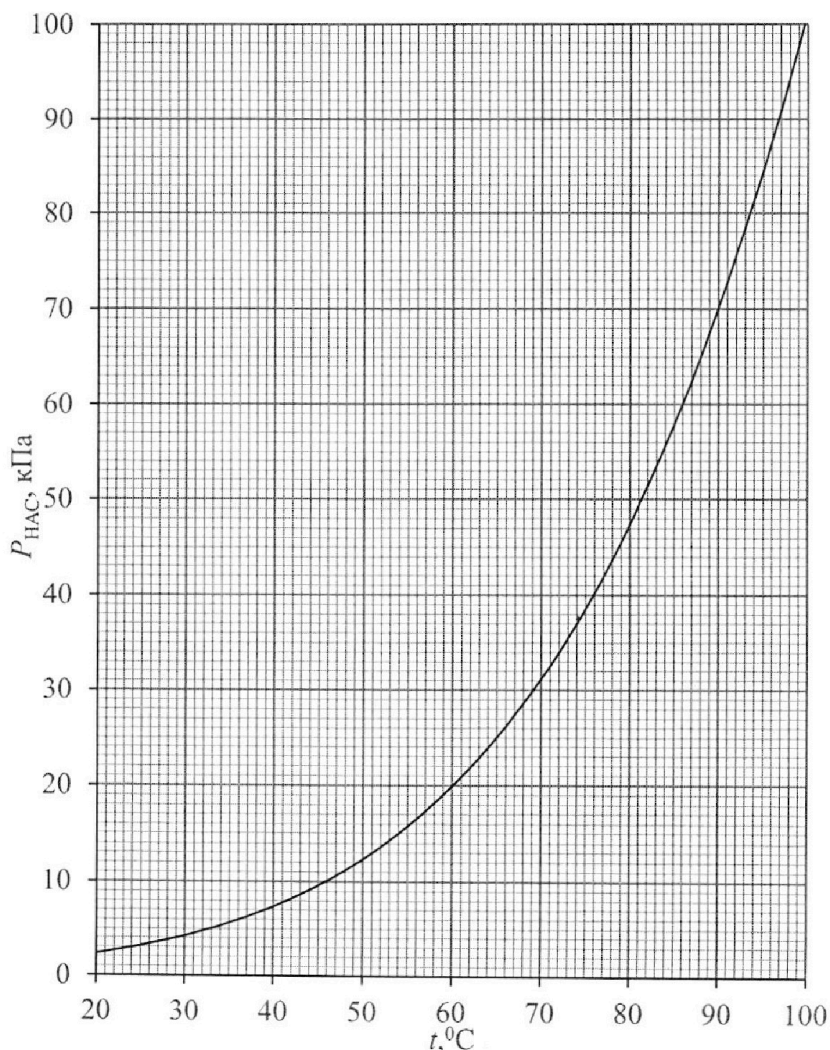


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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.





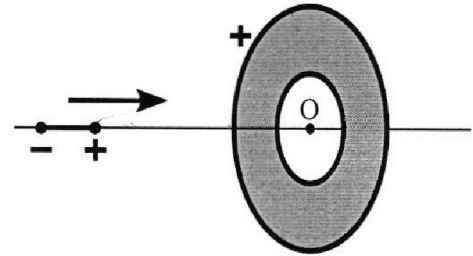
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



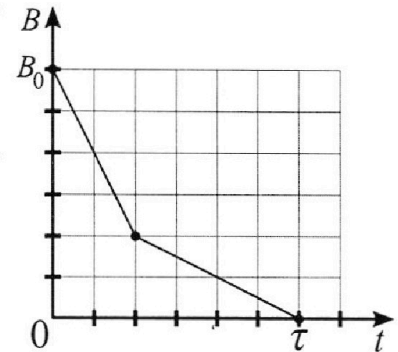
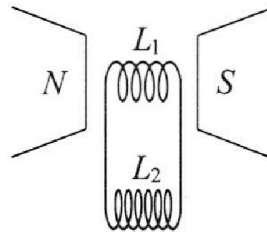
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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

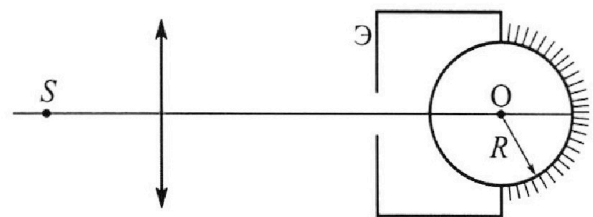
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 4L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



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 6

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!

$$M = 2 \text{ кг}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$v_0 = 2 \text{ м/с}$$

в нек. мом.

доска нак. скл.

лигнро гнмнго

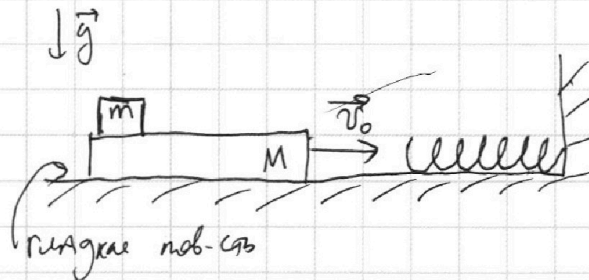
пр. с $k = 2 \text{ Н/м}$.

$M = 0,3 \text{ - кг тр. тремь бруска по доске}$

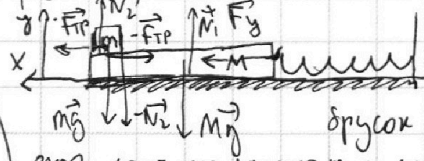
$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\pi \approx 3$$

исклж.
| трз и доска движ. в одной
вертик. пл-ти



Решение:



бруска хотя доска ехала с той же скоростью, а доска нак. его торм.

спроецируем зН на ось x и ось y:

$\sum \vec{F}_i = m \vec{a}_1$ где прощ. мал. бр. скатил по доске

$$\sum \vec{F}_i = m \vec{a}_1$$

$$\sum \vec{F}_{ii} = M \vec{a}_2$$

$$\textcircled{1}: M a_{2x} = F_y - F_{tr}$$

$$\textcircled{2}: M a_{2y} = N_2 - mg - N_1 = 0$$

летоформа

$$\textcircled{1}: m a_{1x} = F_{tr}$$

$$\textcircled{2}: N_2 = mg$$

с лет. отрыва

$$F_{tr} \leq \mu N_2 = \mu mg$$

$$\Rightarrow a_{1x} \leq \mu g$$

$$F_d = kx - 3 \text{ - Гук}$$

В момент, когда только-только начнется крошечное сжатие бруска и доска будут еще равны:

ЗСЭ:

$$\frac{(m+M)v_0^2}{2} = \frac{(m+M)v_1^2}{2} + \frac{k \Delta x_1^2}{2}$$

считает, что в момент, когда тело не будет. первого контакта с пр.

$$\text{В этот момент } F_{tr} = \mu mg: \begin{cases} M a_{2x1} = k \Delta x - \mu mg \\ m a_{1x1} = \mu mg \end{cases}$$

В момент прощальн:

В этот момент ускорение a_{2x1} и a_{1x1} ("беск. малые") (сейчас, что a_{1x1} больше).

до этого момента их скорости и ускорения были одинаковыми

(иначе доска была бы в расщ. мом. в этот мом. бр.)

равн. уде, бр. с-м, из-за V, а значит и уде d, (затем момент прощальн-бани).



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 ☐

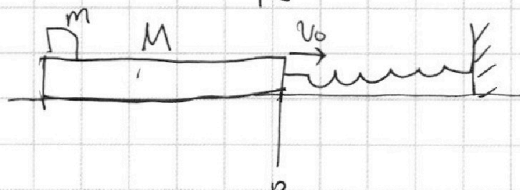
СТРАНИЦА
2 из 6

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!

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

$$\Delta x = \mu g \left(1 + \frac{m}{M}\right) \cdot \frac{M}{k}$$

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



используем деформацию

$$\Delta x = 0,3 \cdot 10 \cdot \left(1 + \frac{1}{2}\right) \cdot \frac{2}{24} \text{ (м)}$$

$$\Delta x = 3 \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{24} = \frac{1}{3} \text{ м} \approx 0,33 \text{ м}$$

пружина удлинилась, она может себе позволить так растянуться.

Будем рассм. сист. из пружины и грузов

$$\text{го их отн. протн.: } k x' = -(M+m) \ddot{x}'$$

$$k x' + (M+m) \ddot{x}' = 0 \rightarrow \frac{k}{M+m} x' + \ddot{x}' = 0$$

← упр-е гарм. колебл.

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}}$$

$$x' = A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t)$$

$$x'(0) = 0 \text{ м; } x'(0) = A + B \cdot 0 \Rightarrow A = 0 \Rightarrow x' = B \sin(\omega t)$$

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

$$B \sin(\omega \tau) = \mu g \frac{(M+m)}{k}$$

B — амплитуда — в данном случае $x'_{\max}$, если бы не пружина, грузы не перем. протн. отн. друг друга

З(г):

$$\frac{(M+m) v_0^2}{2} = \frac{(M+m) \cdot 0^2}{2} + \frac{k (x'_{\max})^2}{2} \Rightarrow \sqrt{\frac{M+m}{k}} v_0 \sin(\omega \tau) =$$

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

$$\sin(\omega \tau) = \frac{\mu g}{v_0} \sqrt{\frac{M+m}{k}} \Rightarrow \sin(\omega \tau) = 0,3 \cdot \frac{10}{2} \sqrt{\frac{2+1}{24}}$$

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

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



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 ☐

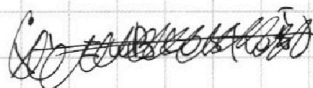
СТРАНИЦА
3 из 6

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!

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

$$\begin{cases} \omega\tau = \frac{\pi}{6} \\ \omega\tau = \frac{5\pi}{6} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \tau = \frac{\pi}{6} \cdot \sqrt{\frac{M+m}{K}} \approx \frac{3}{6} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{6} \approx 0,17\text{c} \\ \tau = \frac{5\pi}{6} \sqrt{\frac{M+m}{K}} \approx \frac{5 \cdot 3}{6} \cdot \frac{1}{3} = \frac{5}{6} \approx 0,83\text{c} \end{cases}$$



~~Другое~~

$$\begin{array}{r} 1 \ 16 \\ - 0 \ 10 \\ \hline 6 \\ - 40 \\ \hline - 26 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5 \ 6 \\ - 0 \ 10 \\ \hline 50 \\ - 80 \\ \hline - 20 \end{array}$$

$$\dot{x}' = \omega B \cos(\omega t) \text{ , а в данн. мом.вр. } \dot{x}'(\tau) = \omega B \cos(\omega\tau)$$

до н.м. просканиз. в произв. мом.вр. при ск.пр.:

$$\frac{Kx'}{M} - \frac{M}{m} \frac{F_0}{m} = \frac{F_0}{m}$$

$$\dot{x}' = \frac{M}{M+m} \left(\frac{m+m}{M} \right) \frac{F_0}{m}$$

$$\dot{x}' = \frac{F_0}{K} \left(\frac{1}{m} + \frac{1}{M} \right) \cdot M$$

$$\dot{x}' = \frac{F_0}{K} \frac{M+m}{m}$$

Если раскл. а.у.ант, то в который он гнущ. без отрыва и после момента переориентации напр. м-ти, то ур-е 23H будут те же.

Т.о. все зав-т от сгр. ползетли статичн ур-ам, они раб. без выкл.

Т.к. это момент начала просканиз.

т.е. действително, м.д. того, что просканиз-вание началось после того как их ск-та изменила напр-е, $\cos(\omega\tau)$ м.д. < 0 и вариант $\omega\tau = \frac{5\pi}{6}$ подходит.

Однако, т.к. эти варианты, то пока будем рас. они будут оба математически корректны, после отрыва ур-е измени. А т.о. работает только вариант $\omega\tau = \frac{\pi}{6}$, т.к. после того произойдет отрыв, а второй вариант не будет подходить в данном случае.

$$\text{Т.о. } \tau \approx 0,17\text{c.}$$

Найдем ускорение груза в момент максимального ската пружины:

~~Найдем статич. скат.~~

Т.к. $\cos(\frac{\pi}{6}) > 0 \Rightarrow$ в момент макс. отрыва $v > 0 \Rightarrow$ максимальное скатие произойдет после отрыва, т.к. грузик и груз на нем

копятся с пружинной силой, и в мом. макс. ск. $v=0$.



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
4 из 6

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!

П.о. нужно учитывать то, что ускорения бруска и груза не одинаковы, а сила трения, пока происходит скольжение, равна $F_{тр} = \mu mg$.

23Н: $Ma_{x2} = Kx' - \mu mg$
 $m a_{x1} = \mu mg$

$$\Rightarrow a_{x2} = \frac{K}{M} x' - \mu \frac{m}{M} g$$

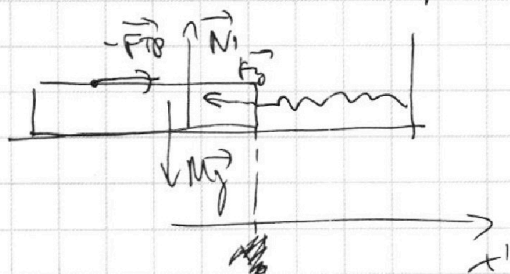
$$a_{x1} = \mu g$$

причем $a_{x2} > a_{x1}$ ($x' \uparrow$).

В момент отрыва $a_{x2} = a_{x1}$, т.е. μg .

т.о. груз быстрее тормозит, чем брусок.

П.о. она останется равной, чем брусок и их см-н не в расчете до их остановки $\Rightarrow$ все это время сила трения бруса $= \mu mg$.



$$M \ddot{x}' = \mu mg - Kx'$$

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

где $\frac{K}{M}$ — частота колеб.

где это постоянная времени. (от отп. до отп. груза)

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{M}} \Rightarrow x' = A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t)$$

$$x'(0) = \frac{\mu g (M+m)}{K} \Rightarrow A = \frac{\mu g (M+m)}{K}$$

$$x' = A_1 \cos(\omega t) + B_1 \sin(\omega t)$$

$$\ddot{x}' = -\omega^2 A_1 \sin(\omega t) + \omega^2 B_1 \cos(\omega t)$$

$$\ddot{x}' = -\omega^2 A_1 \cos(\omega t) + \omega^2 B_1 \sin(\omega t)$$

при $x' = 0$, $\ddot{x}' = \mu g$

$$\ddot{x}' = -\omega^2 B_1 \sin(\omega t)$$



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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
5 из 6

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!

$$x' = A_1 \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$x'(0) = \frac{mg(M+m)}{k} \Rightarrow A_1 \cos \varphi_0 = \frac{mg(M+m)}{k}$$

$$\dot{x}'(t_2) = 0$$

max. разг.

$$\dot{x}' = -\omega A_1 \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$-\omega A_1 \sin(\omega t_2 + \varphi_0) = 0$$

$$\sin(\omega t_2 + \varphi_0) = 0$$

Аналогично, выбираем минимальный
корень: $\omega t_2 + \varphi_0 = 0$

$$\varphi_0 = -\omega t_2$$

$$\ddot{x}'(t_2) = -\omega^2 A_1 \cos(\omega t_2 + \varphi_0)$$

$$\ddot{x}'(t_2) = -\omega^2 A_1, \text{ при этом } A_1 - \text{амплитуда, т.е. вжатая сжат.}$$

как сж. пружины.

$$\ddot{x}'(t_2) = \frac{mg}{M} - \frac{k A_1}{M}$$

$$\frac{mg}{M} - \frac{k A_1}{M} = -\omega^2 A_1$$

$$\frac{mg}{M} = -\frac{k}{M} A_1 + \frac{k}{M} A_1$$

т.к. м.д.

$\Rightarrow$ макс. разг.



Важно! 0 время и еще $x' = 0$ (она вращается. Она го
 x' , но мы имеем возможность ее увидеть).

$$x'(0) = 0 \Rightarrow A_1 = 0, x' = B_1 \sin(\omega t); \text{ А } x' = 0, \ddot{x}' = \frac{mg}{kM}.$$



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
6 ИЗ 6

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!

~~$$x' = B_1 \sin(\omega t)$$
$$\ddot{x}' = -\omega^2 B_1 \cos(\omega t)$$
$$\ddot{x}' = \omega B_1 \cos(\omega t)$$
$$\ddot{x}' = -\omega^2 B_1$$~~

$\omega B_1 \cos(\omega t_2) = 0 \Rightarrow$
 $\cos(\omega t_2) = 0$

нпм $\Rightarrow$ $\begin{cases} \ddot{x}'(0) = \frac{\mu g}{M} \\ x'(0) = 0 \end{cases} \Rightarrow$

~~$\ddot{x}' = -\omega^2 B_1$~~

$$\frac{(M+m)v_1^2}{2} = \frac{K \Delta x_1^2}{2} - \frac{(M+m)v_0^2}{2}$$

$$v_1^2 = \frac{K}{M+m} \cdot \frac{\mu g (M+m)}{K} - \frac{(M+m)v_0^2}{2}$$

$$v_1^2 = \frac{(\mu g)^2 (M+m)}{K} - \frac{(M+m)v_0^2}{2}$$

$\uparrow$ в макс. отж.

зат:

$\uparrow$ и дальше:

~~$\Delta x_1 = \frac{\mu g (M+m)}{K}$~~

~~$\Delta x_1 = \frac{\mu g (M+m)}{K}$~~

~~$\Delta x_1 = \frac{\mu g (M+m)}{K}$~~

Отв: 1) 0,33 м; 2) 0,17 с

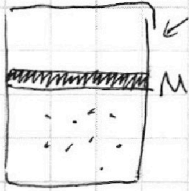


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 3

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



трение нет $p_0 = 150 \text{ кПа}$
 $t_0 = 86^\circ \text{C}$
 $\varphi_0 = 2/3$
воздух, паров. ос. $t = 40^\circ \text{C}$
известен гр. Заб-ти $p_{\text{н.н.}}(T)$

1) $p_1(86^\circ \text{C}) - ?$

2) $t^* - ?$
конс.

3) $V/V_0 - ?$

объемы
воздух.
цилиндр в начале
и в начале сжатия

$V_x \ll V_r$; пар-из-газ

Т.к. воздух, цилиндр ос. постепенно

$\Rightarrow$ $V_{\text{г.н.}}$ $\rightarrow$ давление пара постоянное.

Цилиндр с паром. = 0

~~Конденс.~~

Конденс. и паров. ос. парциальные газы. пара $p_{\text{н.н.}}(t^*) = p_{\text{н.н.}}(t_0)$

~~Давление воздуха в цилиндре увеличивается, т.к. $\Delta V > 0$ и $p = p_0$ и $p_{\text{н.н.}}(t^*) = p_{\text{н.н.}}(t_0)$~~

ΔV

$$p_0 R t^* = p_0 V_1$$

$$p_c R t^* = p_c V_1$$

$$p_{\text{н.н.}}(t^*) R t^* = p_{\text{н.н.}}(t^*) V_1$$

$$p_c R t_0 = p_{c,0} V_0$$

$$p_{\text{н.н.}}(t_0) R t_0 = p_{\text{н.н.}}(t_0) V_0$$

$$p_c + p_{\text{н.н.}}(t^*) = p_0 \Rightarrow$$

$$\frac{p_0 - p_{\text{н.н.}}(t^*)}{p_{\text{н.н.}}(t^*)} = \frac{p_{c,0}}{p_{\text{н.н.}}(t^*)} \Rightarrow \frac{p_0}{p_{\text{н.н.}}(t^*)} - 1 = \frac{p_{c,0}}{p_{\text{н.н.}}(t^*)}$$

Решение

$$p_0 V_0 = p_0 R t_0$$

$$p_0 = p_{\text{н.н.}} + p_{c,0} - \text{гидр. паров. ос. ос. ос. и паров. ос.}$$

$$\varphi_0 = \frac{p_{\text{н.н.}}(t_0)}{p_{\text{н.н.}}(t_0)}$$

$$p_{\text{н.н.}}(t_0) = 60 \text{ кПа} \rightarrow \text{график}$$

~~Решение~~

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

$$\Rightarrow p_{c,0} = (150 - 40) \text{ кПа}$$

$$p_{c,0} = 110 \text{ кПа}$$

$$p_{\text{н.н.}} + p_c = p_0$$

~~Решение~~

состояние = газ. и пар. ос. при сжатии

$$p_{\text{н.н.}}(t^*) = p_{\text{н.н.}}(t_0)$$

~~Давление воздуха в цилиндре увеличивается, т.к. $\Delta V > 0$ и $p = p_0$ и $p_{\text{н.н.}}(t^*) = p_{\text{н.н.}}(t_0)$~~

$$p_{c,0} = p_{c,0} - \text{т.к. конденс. ос. ос. ос.}$$

$$p_{c,0} = \frac{p_{c,0}}{p_{\text{н.н.}}(t^*)} \cdot p_{\text{н.н.}}(t^*)$$

$$\Rightarrow \frac{p_c}{p_{\text{н.н.}}(t^*)} = \frac{p_{c,0}}{p_{\text{н.н.}}(t^*)}$$

$$\Rightarrow \frac{p_c}{p_{\text{н.н.}}(t^*)} = \frac{p_{c,0}}{p_{\text{н.н.}}(t^*)}$$

$$\Rightarrow \frac{p_c}{p_{\text{н.н.}}(t^*)} = \frac{p_{c,0}}{p_{\text{н.н.}}(t^*)}$$

$$\Rightarrow \frac{p_c}{p_{\text{н.н.}}(t^*)} = \frac{p_{c,0}}{p_{\text{н.н.}}(t^*)}$$

$$\Rightarrow \frac{p_c}{p_{\text{н.н.}}(t^*)} = \frac{p_{c,0}}{p_{\text{н.н.}}(t^*)}$$

$$\Rightarrow \frac{p_c}{p_{\text{н.н.}}(t^*)} = \frac{p_{c,0}}{p_{\text{н.н.}}(t^*)}$$

$$\Rightarrow \frac{p_c}{p_{\text{н.н.}}(t^*)} = \frac{p_{c,0}}{p_{\text{н.н.}}(t^*)}$$

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 3

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

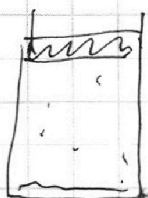
$$\frac{p_0}{x} = 1 + \frac{p_{c,0}}{p_{n,0}}$$

$$x = \frac{p_0}{1 + \frac{p_{c,0}}{p_{n,0}}} = \frac{150 \text{ (кПа)}}{1 + \frac{10}{40}} = \frac{40 \cdot 150}{40 + 10} = 40 \text{ кПа}$$

$$\begin{array}{r} 150 \overline{) 4000} \\ 12 \overline{) 120} \\ 30 \overline{) 300} \\ 20 \overline{) 200} \end{array}$$

по графику $t^* = 76^\circ\text{C}$

$x = p_{n,0}(t^*)$, мы нашли x , теперь найдем t^*



$$p_0 V_0 = (v_{c,0} + v_{n,0}) R t_0$$

$$p_0 V = (v_{c,0} + v_{n,2}) R t$$

В конце опыта, когда сконденс. некоторое кол-во пара.

$$\frac{V_0}{V} = \frac{(v_{c,0} + v_{n,0}) t_0}{(v_{c,0} + v_{n,2}) t}$$

т.к. после того, как конденс. пара понижается до 76°C , пар происходит конденс. $\Rightarrow$ он был насыщенным:

$$v_{n,2} R t = p_{n,0}(t) \cdot V$$

$$v_{c,0} R t = (p_0 - p_{n,0}(t)) V$$

из уравнения $p_{n,0}(t) = 10 \text{ кПа}$

т.к. пар был насыщен.

$$\frac{v_{c,0}}{v_{n,2}} = \frac{(p_0 - p_{n,0}(t))}{p_{n,0}(t)}$$

$$\Rightarrow v_{c,0} = 2 v_{n,2} ; \frac{v_{c,0}}{v_{n,0}} = \frac{p_{c,0}}{p_{n,0}}$$

$$\frac{V_0}{V} = \frac{(v_{c,0} + v_{n,0}) t_0}{(v_{c,0} + \frac{v_{c,0}}{2}) t}$$

$$\begin{array}{r} 293 \\ + 86 \\ \hline 379 \end{array}$$

$$\frac{V_0}{V} = \frac{(1 + \frac{p_{c,0}}{p_{n,0}}) t_0}{(1 + \frac{p_{n,0}(t)}{p_0 - p_{n,0}(t)}) t} = \frac{(1 + \frac{40}{110}) \cdot (293 + 86)}{(1 + \frac{10}{150 - 10}) (293 + 46)}$$



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

☐

1

☒

2

☐

3

☐

4

☐

5

☐

6

☐

7

СТРАНИЦА
3 из 3

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

$$\frac{V_0}{V} = \frac{\left(1 + \frac{4}{11}\right) (2+3+86)}{\left(1 + \frac{1}{14}\right) (2+3+46)} = \frac{\frac{15}{11} \cdot 359}{\frac{15}{14} \cdot 319} = \frac{5026}{3509}$$

Ответ: 1) 40 кПа; 2) 76°C; 3) $\frac{5026}{3509}$.

$$\begin{array}{r} 5026 \overline{) 3509} \\ - 3509 \\ \hline 1517 \end{array}$$

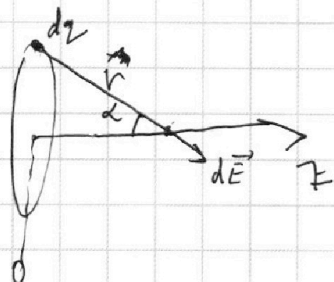
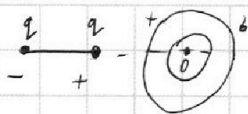


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!



$$dE = \frac{Kdq}{r^2}$$

$$dE_z = dE \cos \alpha = \frac{Kdq}{r^2} \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{z}{r} \Rightarrow dE_z = \frac{Kdq}{r^2} \frac{z}{r} = \frac{Kdq \cdot z}{(z^2 + R^2)^{3/2}}$$

$$r = \sqrt{z^2 + R^2}$$

$$E_K = \frac{KQz}{(z^2 + R^2)^{3/2}}$$

$$E_A = \int dE_A$$

РАЗБИВАЕМ кольцо на элементы.
или малыми долями

$$E_A = \int dE_A = \int \frac{Kz}{(z^2 + R^2)^{3/2}} \cdot \delta \cdot 2\pi R dR = K \delta \cdot 2\pi \int \frac{R dR}{(z^2 + R^2)^{3/2}}$$

$$= K \delta \cdot 2\pi z \int \frac{R dR}{(z^2 + R^2)^{3/2}} = K \delta \cdot 2\pi z \int \frac{d(R^2)}{(z^2 + R^2)^{3/2}}$$

$$\frac{d(R^2)}{dR} = 2R \Rightarrow R dR = \frac{d(R^2)}{2}$$

$$= K \delta \cdot 2\pi z \int \frac{d(R^2 + z^2)}{(R^2 + z^2)^{3/2}} =$$

$$= K \delta \cdot 2\pi z \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) \cdot \frac{1}{(R^2 + z^2)^{1/2}} \Bigg|_{R_1}^{R_2} =$$

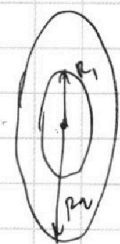
$$= K \delta \cdot 2\pi z \left(-\frac{1}{2}\right) \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{z^2 + R_2^2}} - \frac{1}{\sqrt{z^2 + R_1^2}}\right) =$$

$$= \frac{2 K \delta \pi z}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{z^2 + R_1^2}} - \frac{1}{\sqrt{z^2 + R_2^2}}\right)$$

$$E_A = 0 \quad \text{т.н. } z \rightarrow \infty$$

$$\varphi(\infty) = 0$$

$$\varphi(z) = -\int E dz \quad \checkmark \quad \text{найти потенциал от этого гуска.}$$





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!

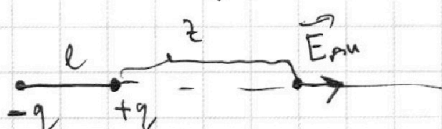
$$\varphi(z) = 2 \int \frac{k \delta \pi z}{\sqrt{z^2 + R_1^2}} \cdot \frac{dz}{\sqrt{z^2 + R_1^2}} - 2 \int \frac{k \delta \pi z}{\sqrt{z^2 + R_2^2}} \cdot \frac{dz}{\sqrt{z^2 + R_2^2}} =$$

$$= \frac{k \delta \pi}{\sqrt{z^2 + R_1^2}} \int d(z^2) - \frac{k \delta \pi}{\sqrt{z^2 + R_2^2}} \int d(z^2) =$$

$$= \frac{k \delta \pi}{\sqrt{z^2 + R_1^2}} \int d(z^2 + R_1^2) - \frac{k \delta \pi}{\sqrt{z^2 + R_2^2}} \int d(z^2 + R_2^2) =$$

$$= 2 \frac{k \delta \pi}{\sqrt{z^2 + R_1^2}} (z^2 + R_1^2)^{\frac{1}{2}} - 2 \frac{k \delta \pi}{\sqrt{z^2 + R_2^2}} (z^2 + R_2^2)^{\frac{1}{2}} =$$

$$= 2 k \delta \pi \left(\sqrt{z^2 + R_1^2} - \sqrt{z^2 + R_2^2} \right)$$



Когда нач. ск-ть = V_0 , она евл.

миним. $\Rightarrow$ преломл. центр гуска ск-ть его стандарт = 0.

Т.о. из 3х:

$$W_1 = \frac{2mV_0^2}{2}, \text{ где } m - \text{масса тол.з.}$$

БЛЭЭ

$$\vec{F}_A = q[\vec{v}; \vec{B}]$$

$$\frac{2mV_0^2}{2} + 0 = \frac{1}{2} \sum q_i q_i$$

$$\frac{2 \cdot 4mV_0^2}{2} + 0 = \frac{1}{2} \sum q_i q_i + \frac{mV_1^2}{2} \Rightarrow \frac{mV_1^2}{2} = 2mV_0^2 \Rightarrow V_1 = \sqrt{2}V_0$$

$$E_{au} = E_+ - E_-$$

$$E_{au} = \frac{kq^2}{z} - \frac{kq^2}{z+l}$$

$$E_{au} = kq^2 \left(\frac{z+l-z}{z+l} \right)$$

$$E_{au} = \frac{kq^2 \cdot l}{(z+l)}$$

или гусак

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{[d\vec{e}, \vec{r}]}{r^3}$$

з-е Био-Савара-Лапласа





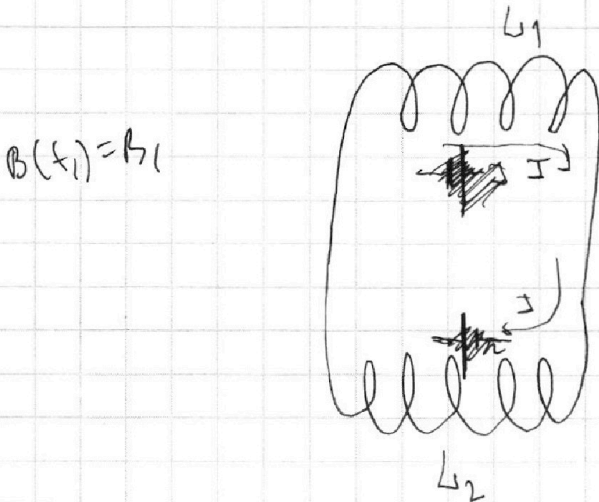
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



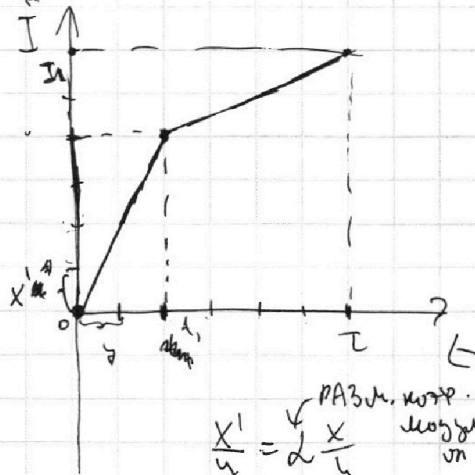
$\Phi_1 = B \cdot S_1 \cdot n$

$\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt}$

$\mathcal{E} = -L \dot{I}$

$\mathcal{E} = \dot{\Phi} = \dot{B} S_1 n$

не могу, не знаю, как бы вышло



$$-(L_2 + L_1) \dot{I} = \dot{B} S_1 n$$

$$-5L \dot{I} = \dot{B} S_1 n$$

↑ произв. тока
по в.р. и произв. маг. инд. по в.р.

поэтому график $I(t)$:

$$B_0 = 6x$$

$$t = 6y$$

$$t_1 = 2y$$

↑ график

точка на графике

$$t \in [0; t_1]:$$

$$\dot{B} = -\frac{4x}{4y} = -\frac{x}{y}$$

$$t \in [t_1; \tau]:$$

$$\dot{B} = -\frac{2x}{4y} = -\frac{x}{2y}$$

в I
коэф. накло. также не
поменялся, тогда
зна. (от B)

$$-(L_2 + L_1) \int_0^{I_1} dI = S_1 n \left(\int_{B_0}^{B_1} dB + \int_{B_1}^0 dB \right)$$

$$-(L_2 + L_1) I_1 = S_1 n (B_1 - B_0 + 0 - B_1) \Rightarrow I_1 = \frac{S_1 n B_0}{L_1 + L_2} = \frac{n B_0 S_1}{5L}$$

Затем почитаем как получилось по графику $I(t)$:

$$q = 4x' \cdot 2y \cdot \frac{1}{2} + \frac{4+6}{2} \{ x' \cdot 4y = 4x' \cdot y + 20x' \cdot y = 24x' \cdot y$$



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!

$$6X' = \frac{nB_0 S_1}{5L} \Rightarrow X' = \frac{nB_0 S_1}{30L}$$

$$6y = \tau \Rightarrow y = \frac{\tau}{6}.$$

$$q = 24 \cdot \frac{nB_0 S_1}{30L} \cdot \frac{\tau}{6} = \frac{4}{30} \frac{nB_0 S_1 \tau}{L} = \frac{2}{15} \frac{nB_0 S_1 \tau}{L}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{nB_0 S_1}{5L}; 2) \frac{2}{15} \cdot \frac{nB_0 S_1 \tau}{L}.$$



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 ☐

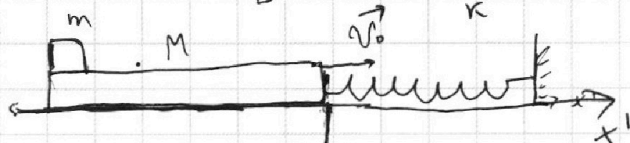
СТРАНИЦА
2 из 2

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!

$$\frac{k}{M} \Delta x - \mu mg = Mg$$

$$\Delta x = Mg \left(1 + \frac{m}{M}\right) \cdot \frac{M}{k}$$

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



Будем рассматривать движение груза и блока совместно от пружины:

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

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

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

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}}$$

$$x' = A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t)$$

$$x'(0) = 0 \Rightarrow x'_0 = A + B \cdot 0 \Rightarrow A = 0 \Rightarrow x' = B \sin(\omega t)$$

$$x'(\tau) = \Delta x = \frac{Mg(M+m)}{k}$$

$$B \sin(\omega \tau) = \frac{Mg(M+m)}{k}$$

Воспользуемся тем, что в данный момент $x'_{\max}$, или же блок и груз не нач. движение от пружины.

ЗСЭ:

$$\frac{(M+m)v_0^2}{2} = \frac{(M+m) \cdot 0^2}{2} + \frac{k(x'_{\max})^2}{2} \Rightarrow$$

$$\sqrt{\frac{M+m}{k}} v_0 = x'_{\max} \Rightarrow B = \sqrt{\frac{M+m}{k}} v_0 \Rightarrow$$

$$\sqrt{\frac{M+m}{k}} v_0 \sin(\omega \tau) = \frac{Mg(M+m)}{k}$$

$$\sin(\omega \tau) = \frac{Mg}{v_0} \sqrt{\frac{M+m}{k}}$$

$$\Rightarrow \sin(\omega \tau) = \frac{0,3 \cdot 10}{2} \sqrt{\frac{2+1}{27}}$$

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

пружины г. миним. μ ,
она может себе позволить
так сделать.

уравнение гармонич. колеб.

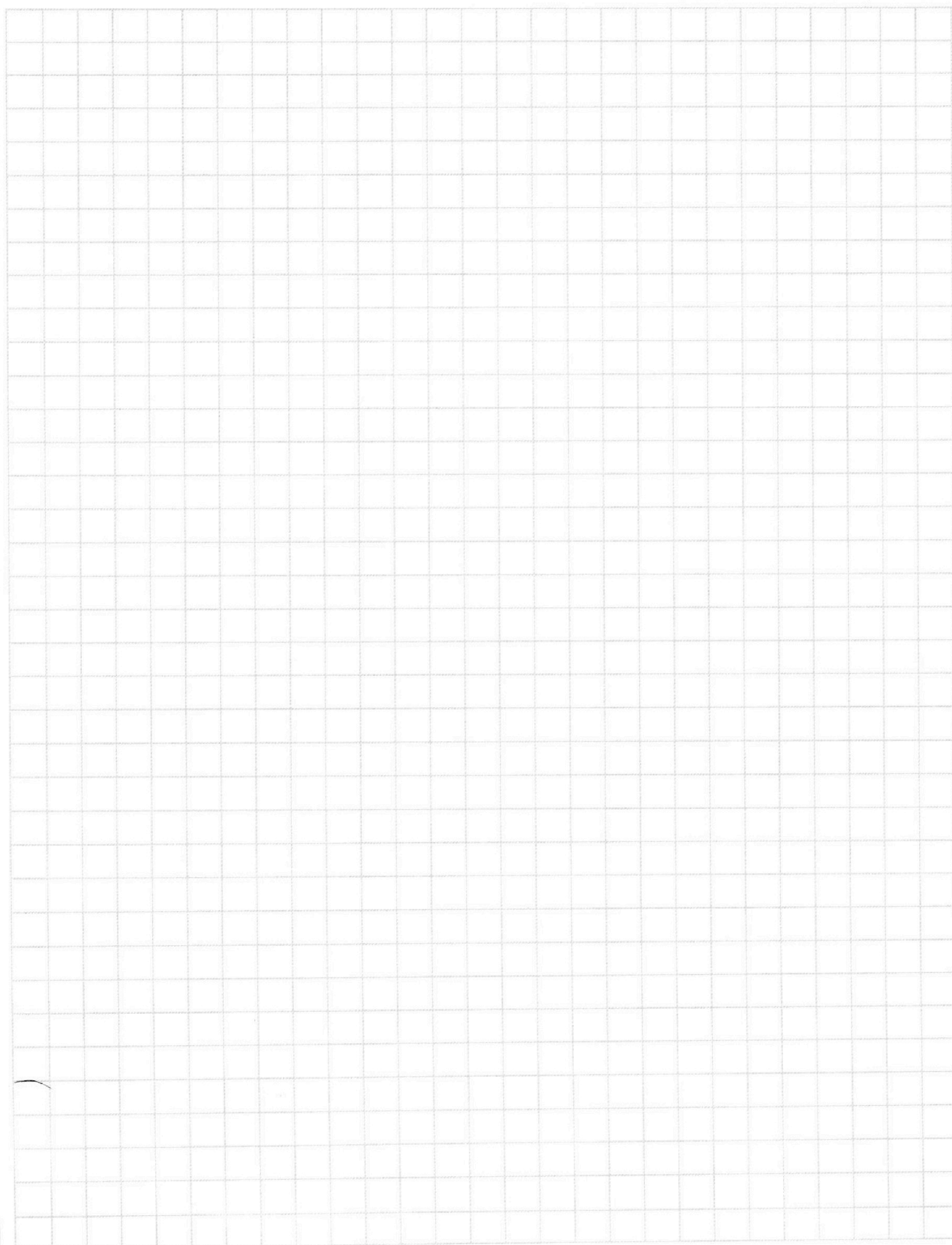


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

3 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!

$$\frac{V_0}{V} = \frac{\left(1 + \frac{4}{11}\right) \cdot 359}{\left(1 + \frac{1}{14}\right) \cdot 319} = \frac{\frac{15}{11} \cdot 359}{\frac{15}{14} \cdot 319} = \frac{14 \cdot 359}{11 \cdot 319}$$

~~$\frac{V}{V_0} = \frac{11 \cdot 319}{14 \cdot 359} =$~~

$$\frac{V}{V_0} = \frac{14 \cdot 359}{11 \cdot 319} = \frac{5026}{3509}$$

$\begin{array}{r} 23 \\ 359 \\ \cdot 14 \\ \hline 1436 \\ 359 \\ \hline 5026 \end{array}$	$\begin{array}{r} 319 \\ \cdot 11 \\ \hline 319 \\ 319 \\ \hline 3509 \end{array}$
---	--



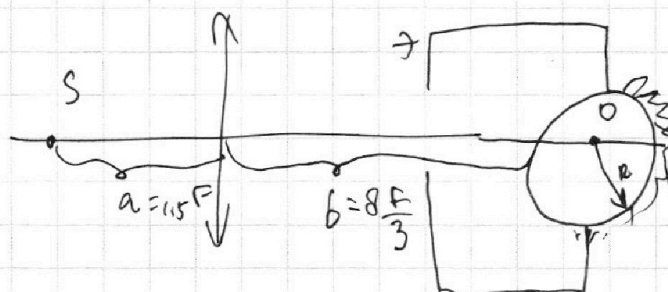
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☒	☐

СТРАНИЦА

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!





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
☐

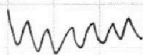
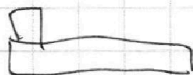
5
☐

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!



mv'