



# Олимпиада «Физтех» по физике,

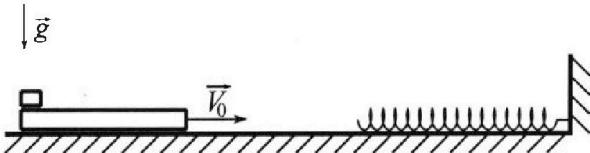
февраль 2025

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 брускок 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/с<sup>2</sup>. Число «пи» в расчётах можете считать равным  $\pi \approx 3$ . Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

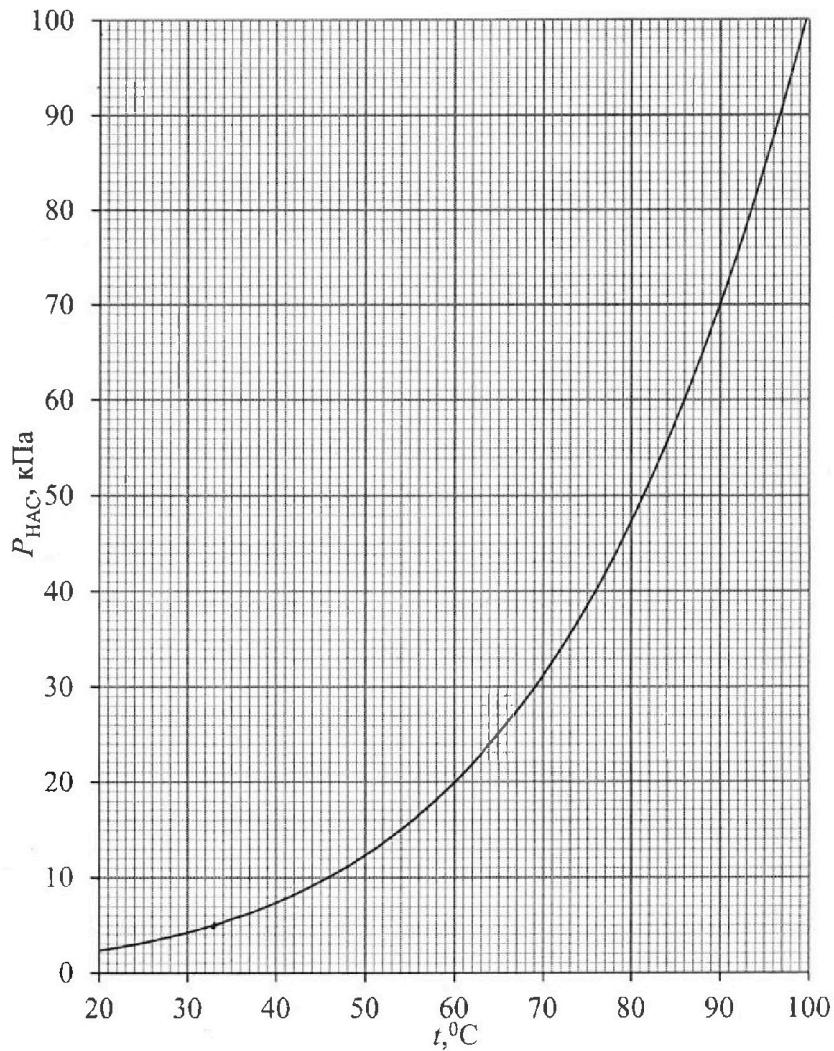


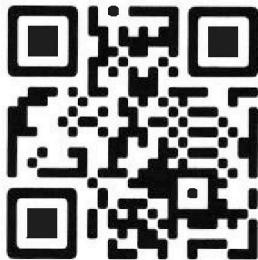
- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении  $p_0 = 105$  кПа, температуре  $t_0 = 97$  °C и относительной влажности  $\varphi_0 = 1/3$  (33,3%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры  $t = 33$  °C. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара  $P_1$  при 97 °C.
- 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.





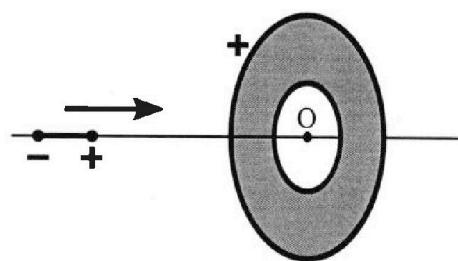
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**



**Вариант 11-03**

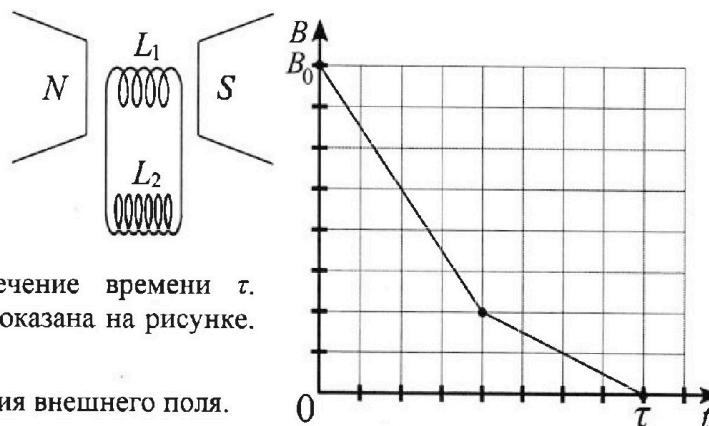
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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  $V_0$ . Диполю сообщают начальную скорость  $\frac{3}{2}V_0$ .



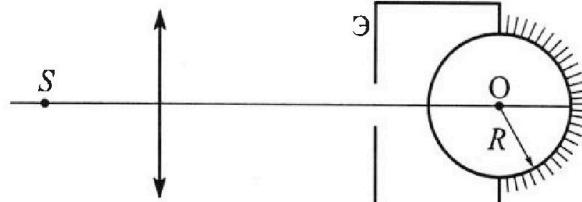
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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  $\tau$ . 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  $S$ , удалённый 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  $\alpha$  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

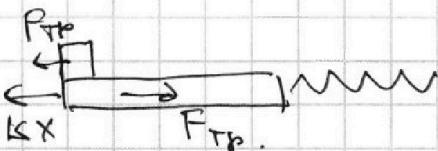
6

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. Найдем б/cо, где доска начинает движение. В первом ускорении пружина это  $\frac{1}{m}(kx - 2F_{trp})$ . Согласование, когда  $kx$  будет  $>$  чем максимальное значение  $g/\mu g$  она тронется, то доска начнет относительное 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. Найдем скорость доски (и доска) в этот момент из закона сохранения энергии.

$$(M+m) \frac{v_0^2}{2} = (M+m) \frac{v^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} \Leftrightarrow v^2 = \sqrt{\frac{2}{3}} m/s.$$

Заметим, что т.к. доска имеет 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  $x^n + \frac{k}{M+m}x = 0$ .  
при этом  $x(0) = 0$ ,  $\dot{x}(0) = v_0$ .

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

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

$$v_0 = -A_2 \omega \sin \omega t + \omega A_2 \cos \omega t \Rightarrow A_2 = \frac{v_0}{\omega}.$$

$$x = \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t, \quad \sin \omega t = \frac{wx}{v_0} = \sqrt{\frac{36}{3}} \cdot \frac{1}{6} = \frac{1}{\sqrt{3}}.$$

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



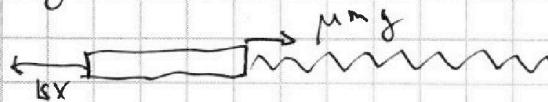
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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. Запишем 2Зн на горизонтальную ось, изображ начавшее относительное движение:



$M \ddot{x}'' = -kx + m\ddot{y}$ . — это участок "нового" колебания, где действует сила  $m\ddot{y}$ .

Перейдем в CO, которое движется право с ускорением  $\frac{m\ddot{y}}{M}$ .

В нем будут происходить все те же колебания в данной системе ускорение в криволинейных точках будет равно амплитуде колебаний  $x''$ , т.е.  $-v_0 w \sin \omega t$ . Этот момент насчитывает между изберет периода, т.е.  $\frac{\pi}{2w}$ .

$$\Rightarrow a = -v_0 \cdot w \cdot \sin \frac{\pi}{2} z - v_0 w \cdot z$$

Однако,  $w$  всегда не  $\sqrt{\frac{k}{M}}$ , а  $\sqrt{\frac{k}{m}}$ .

$$\Rightarrow a = -v_0 \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$$

в зад. CO  $a = \sqrt{\frac{k}{m}} + \frac{m\ddot{y}}{M}$  и направлена вправо.

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

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.

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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 №2.

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

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

2. Давление этой смеси будет постоянное и ровно  $P_0 = 105 \text{ кПа}$ .  
Нужно к моменту конденсации пар его объём уменьшился в  $\lambda$  раз.

Тогда уравнение Менделеева - Капенгуса:

$$\cancel{\frac{\partial P}{\partial V} t^* + \frac{\partial^2 P}{\partial V^2} t^*} = P_0 = P_b + P_n = \frac{\partial P}{\partial V} t_0 + \frac{\partial^2 P}{\partial V^2} t_0$$

$$\approx (105 - 30,3) + 30,3 = 44,6 + 30,3.$$

$$\frac{\partial P}{\partial V} = \frac{P_b}{t_0}, \quad \frac{\partial^2 P}{\partial V^2} = \frac{P_n}{t_0}$$

$$\frac{t^*}{\lambda} = \frac{P_b}{t_0} \cdot \frac{P_n}{P_b + P_n} \cdot \frac{\partial P}{\partial V} t^* = \frac{P_b}{t_0} \cdot \frac{P_n}{t_0} = \frac{P_b}{t_0} \cdot \frac{P_n}{t_0}$$

$$\approx \frac{P_b \cdot P_n}{P_b + P_n} = \frac{44,6 \cdot 105}{105} = 44,6 \text{ кПа.}$$

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

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 7СТРАНИЦА  
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!

$$3. P_6(33^\circ\text{C}) = P_0 - P_{\text{исс.}}(33^\circ\text{C}) \approx 100 \text{ kPa.}$$

$$P_8(94^\circ\text{C}) = P_0 - \frac{V_0}{V} \cdot P_{\text{исс.}}(94^\circ\text{C}) \approx 74,6 \text{ kPa}$$

$$P_8(33^\circ\text{C}) = \frac{\frac{V}{V_0} \cdot (33 + 243,3)}{V}$$

$$P_8(94^\circ\text{C}) = \frac{\frac{V}{V_0} \cdot (\cancel{94} + 243,3)}{V_0}$$

$$\frac{P_8(94^\circ\text{C})}{P_8(33^\circ\text{C})} = \frac{74,6}{100} = \frac{V}{V_0} \cdot \frac{94 + 243,3}{33 + 243,3}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{74,6 \cdot (33 + 243,3)}{100 (94 + 243,3)} = \frac{74 \cdot 306,3}{34300}.$$

$$\text{Ortner: 1. } P_1 = 30,3 \text{ kPa.}$$

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

$$3. \frac{V}{V_0} = \frac{22666,2}{34300}.$$



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.

- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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.

$$\begin{array}{r}
 1 \quad 2 \\
 \cdot \quad \cdot \\
 - \quad + \\
 \hline
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 3 \quad 4 \\
 \cdot \quad \cdot \\
 - \quad + \\
 \hline
 \end{array}$$

Заметим, что работа ~~может~~ быть израсходована на прямое перемещение — из 1 в 2 и

+ из 3 в 4, т.е. на ~~одинаковую~~ ~~переходную~~ работу силы тяжести. Итак, работа силы тяжести должна быть равна  $Q_{\text{т.е.}}$ . Задача решена на ~~модуль~~ и ~~правильность~~ ~~решения~~ ~~запись~~.

⇒ начальная кин. энергия равна работе на преодоление силы тяжести работы.

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

$$\Rightarrow \frac{m}{2} \cdot \left(\frac{3}{2}V_0\right)^2 = A + \frac{m}{2}V^2 - 3C \Rightarrow$$

$$\frac{m}{2} \left(\frac{3}{2}V_0\right)^2 = \frac{mV_0^2}{2} + \frac{mV^2}{2}$$

$$\Rightarrow V^2 = \left(\frac{9}{4} - 1\right)V_0^2$$

$$\Rightarrow V = V_0 \cdot \frac{\sqrt{5}}{2}. \quad \text{Ответ: } \frac{\sqrt{5}}{2}V_0.$$



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.

- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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 первом  
взлете из Земли суперзвуковой ре-  
дуктор может работать. Это значит,  
что первое взлете — . Но эта работа  
увеличивается настолько, что энергия  
у динамике

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

$$\Rightarrow \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \sqrt{\frac{\frac{9}{4} + 1}{\frac{3}{4} - 1}} = \frac{\sqrt{13}}{\sqrt{5}}$$

$$\text{Ответ: } \frac{\sqrt{13}}{\sqrt{5}}$$

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.

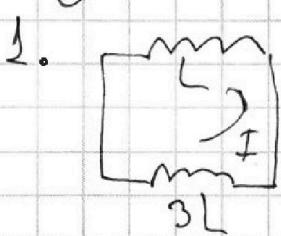


- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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 № 4.



$$\mathcal{E}_i = L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} + 3L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}.$$

$$n \cdot \frac{-\Delta \Phi}{\Delta t} = 4L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}.$$

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

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

Ответ:  $I_0 = \frac{n B_0 S_1}{4L}$ .

$$2. n \cdot -\Delta \Phi = 4LI.$$

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

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

Насчитаем  $\int \Phi dt$  как произведение пол

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

$$q = \frac{3}{8} \frac{B_0 T S_1 h}{4L}$$

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



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

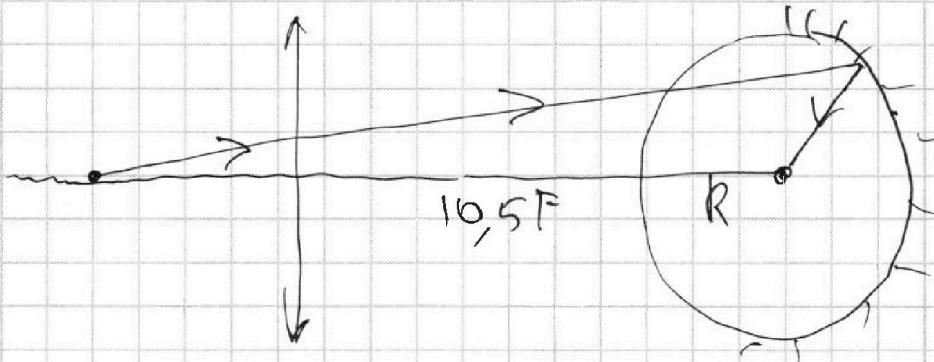
7

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 №5.

1.



рассмотрим задачу с  $n=1$ .

~~Задача~~ находитсѧ для , когда имеем  
вопросъ можно в здѣшнѣхъ

значенії , расстояніе отъ центра цилиндра  
1 должно равняться  $\frac{1}{F} = 11F$ .

$$\frac{1}{F} = 11F$$

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

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                        |
| <input type="checkbox"/> |

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                        |
| <input type="checkbox"/> |

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!

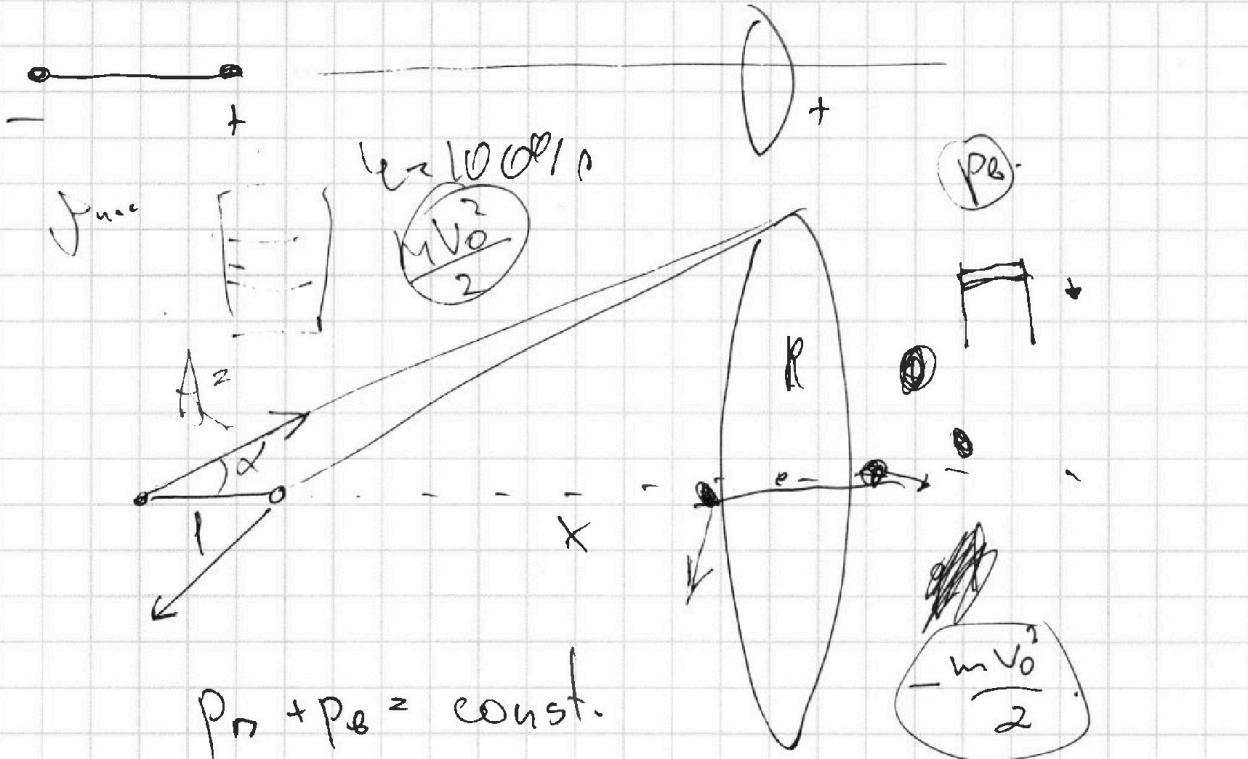


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$P_B$

$V \rightarrow \Delta V$

$$P_B = \cancel{\frac{\partial RT}{\partial V}}$$

$$\frac{\partial RT}{\partial V} + \frac{\partial RT}{\partial V} = \frac{\partial RT_1}{\partial V} + \frac{\partial RT_1}{\partial V} = \frac{\partial RT_1}{\partial V} + P_B$$

$$\frac{\partial RT}{\partial V} + \frac{\partial RT}{\partial V} = \frac{\partial RT_1}{\partial V} + \frac{\partial RT_1}{\partial V}$$

$$k_1 \frac{T}{2} + k_2 \frac{T}{2} = P_0. \quad \frac{3}{2} = \frac{3}{2} \alpha^2 + \frac{1}{2}$$

$$dRT = \frac{T}{2} = \frac{P_0}{k_1 + k_2}$$

$$\frac{P_0}{\frac{P_B}{T_1} + \frac{P_n}{T_1}}$$

$V =$

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

$\frac{1}{V}$

$$k_1 \frac{T}{2} = P$$

$$\frac{1}{1} - \frac{1}{T_1} =$$

$$\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_1} = \frac{0}{T_1} = 0$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{2}{3}}$$

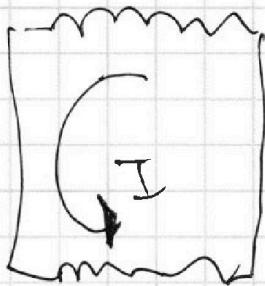


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$\varepsilon_1 = - \frac{d\Phi \cdot h}{dt}$$

$$\alpha_1$$

$$L_1 \cdot h - \cancel{B_0} \frac{d(TL)}{dt} = 3L \cdot \frac{dT}{dt}$$

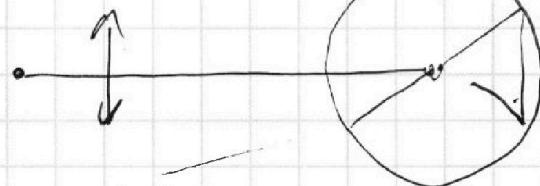
$$M_1 h - \frac{d\Phi}{dt} h = L \cdot \frac{dT}{dt} + 3L \frac{dT}{dt}$$

$$-d\Phi \cdot h = L \cancel{dT} + 4L \frac{dT}{dt}$$

$$-\Delta\Phi_h = 4L \cdot \Delta T$$

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

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



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

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

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

~~$$n\Phi \cdot \Phi \int dt = 4L \Delta q$$~~

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



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.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$2 \sqrt{\frac{2}{3}} = \frac{\mu mg}{k} \cdot A_2 w \cos wt$$

$$A_2 = \frac{w}{\sqrt{\frac{2}{3}}}.$$

$$\Rightarrow z = \frac{\mu mg}{k} \cos wt + \frac{\sqrt{\frac{2}{3}}}{w} \sin wt$$

$$z' = \frac{\mu mg w}{k} (-\sin wt) + \frac{\sqrt{\frac{2}{3}}}{w} \cos wt.$$

$$z'' = -\cos wt \cdot \frac{\mu mg w^2}{k} + w \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \sin wt.$$

$$T = \frac{\pi}{2w} = w \cdot \sqrt{\frac{3}{2}} = \sqrt{\frac{36}{2}} \cdot \sqrt{\frac{3}{2}} =$$

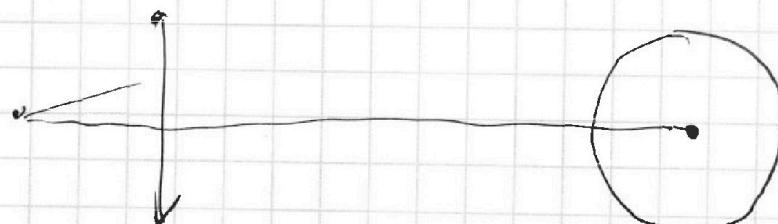
$$z'' = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{3 \cdot 4 \cdot 3} = \sqrt{3 \cdot 3} \cdot \sqrt{24} c.$$

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

$$\begin{array}{r}
 74 \times 306 \\
 \hline
 1224 \\
 2142 \\
 \hline
 22644
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 306 \\
 \times 74 \\
 \hline
 1224 \\
 2142 \\
 \hline
 22644
 \end{array}$$

$$22644$$

$$22666,2$$





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.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$\varrho_0 = \frac{P_n}{P_u}$$

$$P^2 = \frac{\sqrt{RT}}{V} P$$

$\cancel{F}$

$$P_e + P_n = 105 \text{ kPa}$$

$$P_e + P_n (94^\circ\text{C}) \cdot V_0 = 105 \text{ kPa}$$

$$P_n (94^\circ\text{C}) \cdot \varrho_0 = \frac{1}{3} \cdot 91 = 30,3 \text{ kPa}$$

$$P_e = 105 - 30,3 = 74,6 \text{ kPa}$$

$$t = P_e^2 R_n$$

$$P_B: P^2 \text{ const.} \quad P_e = P_0 - P_n(T)$$

$$P_e + P_n(T) = P_0$$

$$P_e (33^\circ\text{C}) = P_n (33^\circ\text{C}) P_0 - P_n (33^\circ\text{C})$$

$$= 105 - 5 = 100 \text{ kPa}$$

$$P_e = \frac{\sqrt{RT}}{V} \quad 74,6 = \frac{\sqrt{RT_2}}{V_0} \quad \frac{74,6}{5} = \frac{\sqrt{RT_2}}{V_0}$$

$$\frac{74,6}{5} = \frac{33 + 243,3}{33 + 243,3} \cdot \frac{V}{V_0} \quad \frac{V}{V_0} = \frac{74,6 \cdot (33 + 243,3)}{5 \cdot (33 + 243,3)}$$

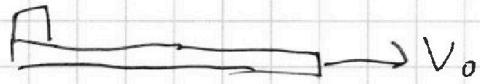


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

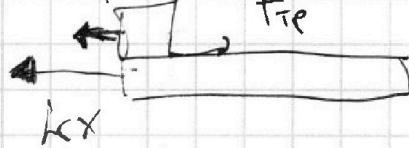
- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



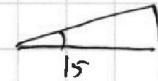
$$2\mu mg = \frac{2 \cdot 0.3 \cdot 10}{36} \cdot \frac{1}{6}$$



$$kx - F_{Tp} > F_{Tp}$$

$$(\ddot{x})^2$$

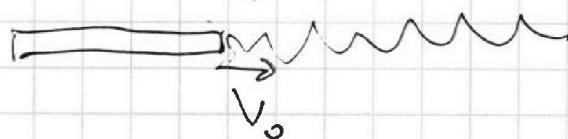
$$\sin 15^\circ / 15 = \frac{1}{2}$$



$$kx = 2F_{Tp}$$

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

$$x \cdot \sqrt{1-x^2} = \frac{1}{4}$$



$$2x \cdot \sqrt{1-x^2} = \frac{1}{2} \quad x^2(1-x^2) = \frac{1}{16}$$

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

$$x^2 = x^2$$

$$x^2 - x^2 + \frac{1}{16} = 0$$

$$(\dot{x})^2 = V_0^2 -$$

$$1 - \frac{1}{4} =$$

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

$$1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$$

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

$$x^2 = \frac{12}{16}$$

$$\left(\frac{M+m}{2}\right) \cdot 2V \cdot \dot{V} + \frac{k}{2} \cdot 2x \cdot \ddot{x} = 0 \quad 24$$

$$8+4+\frac{16}{2}=12+12$$



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.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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

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

$$x(0) = 0.$$

$$\dot{x}(0) = v_0,$$

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

$$v_0 = -A_1 \omega \sin \omega t + \omega A_2 \cos \omega t.$$

$$\Rightarrow \omega A_2 = v_0 \Rightarrow A_2 = \frac{v_0}{\omega}.$$

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

$$\sin \omega t = \frac{\omega x}{v_0} = \frac{x \cdot \sqrt{\frac{k}{M+m}}}{v_0} =$$

$$\frac{\frac{2 \mu g m \cdot \sqrt{\frac{k}{M+m}}}{v_0 k}}{v_0} = \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 10 \cdot 1 \cdot \sqrt{\frac{36}{3}}}{1 \cdot 36}$$

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

$$t = \arcsin \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{\pi}{\sqrt{2}}$$



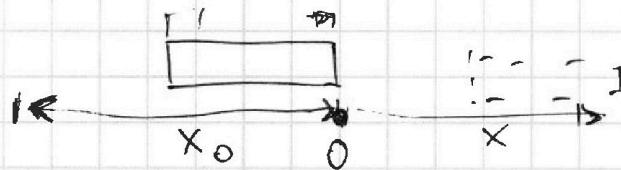
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> |

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!

$$\frac{M \cdot 306,3}{100 \cdot 343}$$



~~m~~  $\times$

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

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

~~M~~  $(x + x_0)''$

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

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

" " " "

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

$$w = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$z(0) = \frac{\mu mg}{k}, \quad \theta = A, \cos \omega t \Rightarrow \frac{\mu mg}{k}$$

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

$$z'(0) = \sqrt{\left((M+\mu)\frac{V_0^2}{2} - \frac{kx_0^2}{2}\right)} \cdot \frac{2}{\omega}$$

$$\frac{2}{3}$$

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

$$\frac{3}{4} - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}.$$

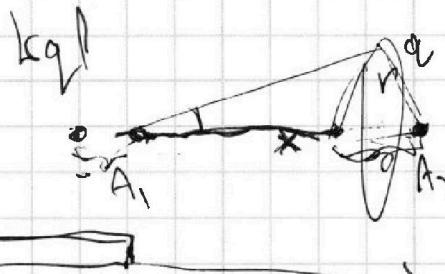


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



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

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

$$A_1 + A_2 \in \left( \frac{mv^2}{2} \right)$$

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

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

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

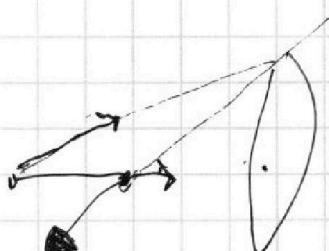
$$z'' + \frac{k}{M}z = 0.$$

$$z = A_1 \cos \omega t + A_2 \sin \omega t. \quad q/k = \frac{m \omega^2}{2}.$$

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

$$z'(0) = A_2 \cos \omega t \quad \frac{1}{2} \left(\frac{3}{2}N_0^2\right) = q/k \cdot \frac{m \omega^2}{2} + \frac{1}{2}V^2$$

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



$$\left(\frac{3}{2}\right)^2 V_0^2 \cdot \frac{1}{2} = m \frac{V_0^2}{2} - m \frac{V^2}{2}$$

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