



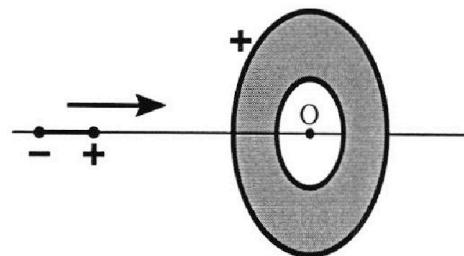
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**



**Вариант 11-01**

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

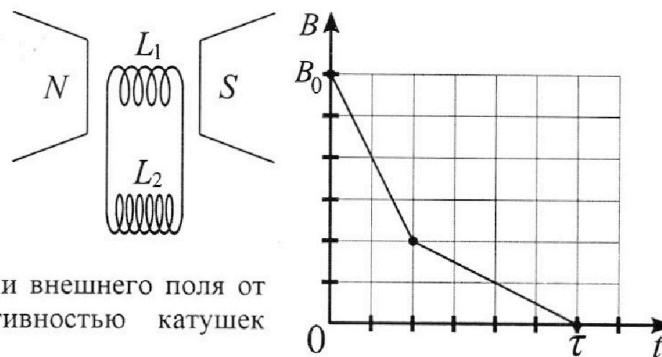
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке  $O$ . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь)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

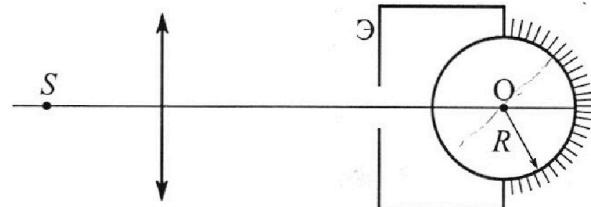
4. Катушка индуктивностью  $L_1 = L$  с числом витков  $n$  и площадью каждого витка  $S_1$  находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией  $B_0$ . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью  $L_2 = 4L$  находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени  $\tau$ . 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  $a = 1,5F$  (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  $\alpha$  лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения  $\sin \alpha \approx \alpha$ .



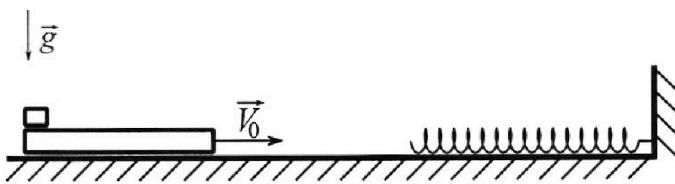
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01



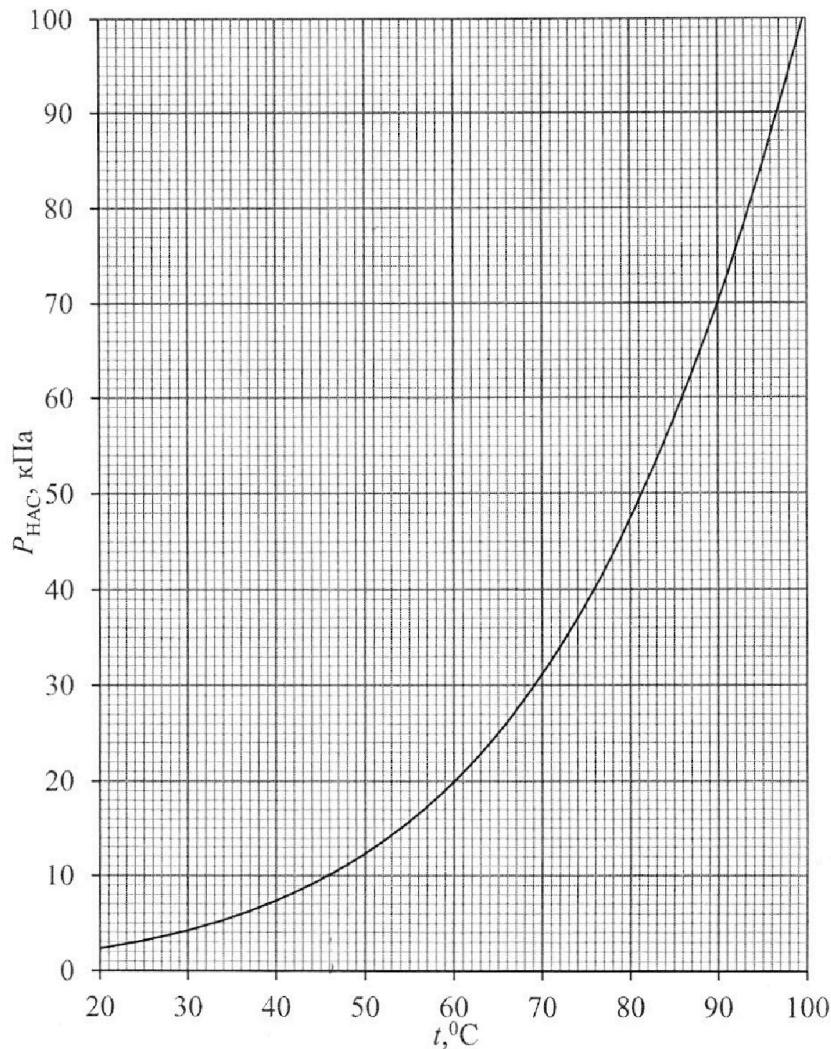
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинная доска массой  $M = 2$  кг, на одном конце которой лежит небольшой брускок 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 жесткости  $k = 27$  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/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  $p_0 = 150$  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.

Объём жидкости по сравнению с объёмом газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.

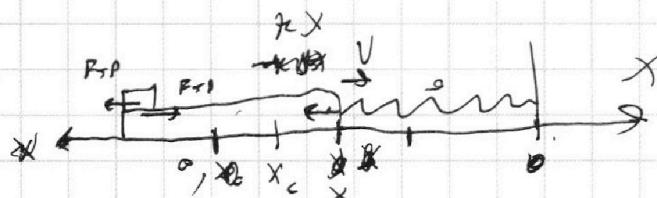


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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  
1 из 4

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!



Т. ~~на~~ началь  
столбик

1) Запишем уравнение с движением массы  $m$  из  $Ox$ :

$$m \ddot{x}_c = -kx_c \quad x_c - \text{координата центра масс} \\ \text{системы}$$

$$\frac{k}{m+k} x_c + \ddot{x}_c = 0$$

2) по начальному условию движение массы  $x_c$  равно нулю, а начальное значение координаты центра масс неизвестно. Решение окажется пружиной:  $\Delta x_c = \Delta x_0 = \Delta x_0 \neq 0$

3) гармоническое колебание!

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m+k}} = \frac{\pi}{T} \quad (m+k) V_c = (m+k) V_0$$

$$V_c = V_0$$

$$x_c = A \cos \omega t + \varphi_0$$

$$\dot{x}_c = 0$$

$$\varphi_0 = 0 \text{ из } M, \quad Aw = V_0 \text{ из } M, \quad T \cdot A = V_0 \sqrt{\frac{m+k}{k}}$$

$$\dot{x}_c = Aw \cos \omega t, \quad x_c = V_0 \sqrt{\frac{m+k}{k}} \sin \omega t$$

$$A = \frac{V_0}{\omega}$$

$$\dot{x}_c = -Aw^2 \sin \omega t$$



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**.

- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 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!

4)

Задано: Весной закон силы тяжести  $m$ :

$$m \ddot{x}_r = -F_{Tr}$$

$$F_{Tr} \leq \mu m g \text{ движение}$$

упруговатое

в турн. синусид. началь. положение

$$\ddot{x}_c = -\mu g \quad (\text{турн. движение, то есть начальн. положение})$$

5) Тр. закон  $F_{Tr} < \mu m g \quad \ddot{x}_c = \ddot{x}_s, \tau_0$

а.

$$-\mu g z - A w^2 \sin \omega t$$

$$\mu g = V_0 w \sin \omega t, \text{ движ}$$

$$\sin \omega t = \frac{\mu g}{V_0 w} \quad z = \frac{1}{w} \arcsin \left( \frac{\mu g}{V_0 w} \right) - \text{начало} \quad \text{время},$$

движ

$$x_{\text{тр}} = x_c = \frac{V_0}{w} \cdot \sin \omega t = \frac{\mu g}{w^2}, \text{ движ } V_{1z} = V_0 \cos(\omega t)$$

~~1.~~  $\Delta L_{\text{тр}} = \frac{\mu g (m+M)}{k} = \frac{1}{3} (\mu)$   $\pi \approx 3 \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{2}$

~~2.~~  $z = \arcsin \left( \frac{\mu g}{V_0} \sqrt{\frac{m+M}{k}} \right) \sqrt{\frac{m+M}{k}} = \frac{1}{3} \cdot \arcsin \left( \frac{\mu g}{V_0} \right)$

6) ~~3~~ После начала движения:

$$z = \frac{\pi}{18} = \frac{1}{6} (\text{к})$$

$$\ddot{x}_{\text{тр}} = -\mu g \cos \omega t \quad 2-й -\mu g \text{ движ } M:$$

$$-kz + \mu m g = M \ddot{x}_s$$

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

СТРАНИЦА  
3 из 5

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!

$$-Mg \sin \varphi = \alpha$$

$$F = Mg \cos \varphi$$

$$F = (Mg + m)g$$

из 2-го закона динамики:

$$\ddot{x} + \frac{k}{m} \left( x - \frac{Mg}{k} \right) = 0$$

- гармоника

Задача:

$$x_1 = x - \frac{Mg}{k}, \quad \omega_1 = \sqrt{\frac{g}{m}}$$

$$\ddot{x}_1 = \ddot{x}$$

$$x_1 = A_1 \cos(\omega_1 t + \varphi)$$

МУ:

$$\dot{x}(0) = -\omega_1 A_1 \sin \varphi = V_{\text{начало}}$$

$$\dot{x}_1 = \dot{x} = -\omega_1 A_1 \sin(\omega_1 t + \varphi) \quad \dot{x}(0) = \frac{M(g + k)}{k} g$$

$$\ddot{x}_1 = -A_1 \omega_1^2 \cos(\omega_1 t + \varphi)$$

$$x_1(0) = \frac{Mg}{k} \quad \dot{x}_1(0) = A_1 \cos \varphi, \quad \text{т.о.}$$

$$\left( \frac{x_1(0)}{A_1} \right)^2 + \left( \frac{\dot{x}_1(0)}{\omega_1 A_1} \right)^2 = 1, \quad \text{т.о.}$$

$$A_1^2 = \left( \frac{Mg}{k} \right)^2 + \frac{(V_{\text{начало}})^2}{\omega_1^2},$$



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 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  
4 ИЗ 4

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!

Механическая деформация:

$$\ddot{x}_1 = 0 \Rightarrow \sin(\varphi + \omega_1 t_1) = 0, \quad \text{т.о.}$$

$$\cos(\varphi + \omega_1 t_1) = 1, \quad \text{т.о.}$$

$$\ddot{x} = -A_1 \omega_1^2$$

$$a_g = A_1 \omega_1^2 = \frac{k}{M} \sqrt{\left(\frac{\mu M g}{k}\right)^2 + \frac{(V_0 \cos \omega_1 t_1)^2 M}{k}}$$

~~$$a_g = \frac{k}{M} \sqrt{\left(\frac{\mu M g}{k}\right)^2 + \frac{3 V_0^2 M}{4 k}}$$~~

$$a_g = \frac{k}{M} \sqrt{\left(\frac{\mu M g}{k}\right)^2 + \frac{3 V_0^2 M}{4 k}}$$

$$a_g = \frac{24}{2} \sqrt{\frac{24}{81} + \frac{202}{24}} = \frac{24}{2} \sqrt{\frac{22}{81}} = \\ = 3 \sqrt{\frac{11}{2}} \text{ м/с}^2$$

$$1. \Delta L = \frac{1}{3} (\mu) = \frac{\mu (m+M) g}{k}$$

Ответ:

$$2. x = \sqrt{\frac{\mu+m}{k}} \arcsin\left(\frac{\mu g}{V_0} \sqrt{\frac{\mu+m}{k}}\right) = \frac{1}{6} (L)$$

$$3. a_g = \frac{3 \sqrt{11}}{\sqrt{2}} \left(\frac{m}{L}\right)^2$$



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 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!

$$t_c = 86^\circ C$$

1) по уравнению определен:  $p_M(t_0) = 60 \text{ kPa}$

2) для анти-воздушной  $\varphi_0$  определен парциальное давление

$$1. P_1 = \varphi_0 p_M(t_0) = \frac{2}{3} \cdot 60 = 40 \text{ (kPa)}$$

3) общее изобарическое (по горшку)  $P_0 = P_B + P_{\text{н}} = \text{const}$

давление воздуха в горшке  $P_B = P_0 - P_1 = 110 \text{ (kPa)}$

4) Тогда  $t^*$  - температура, когда горшок становится насыщенным (далее конденсация): заменим  $P_B \rightarrow P_1$  в уравнении:

$$P_B V_0 = J_B R T_0 \quad P_1 V_0 = J_1 R T_0, \text{ заменим, что}$$

5) если заменят ур-е состояния для случая  $t \geq t^*$ , то горшок еще не стал насыщенным ( $J_1$  не определен), то

$$\frac{P_B}{P_n} = \frac{J_B}{J_n} = \frac{P_{B1}}{P_1} \quad \frac{P_B}{P_n} V = J_B R T_0 \quad \text{предв:} \Rightarrow \frac{P_B}{P_n} = \frac{P_{B1}}{P_1} = \text{const},$$

6) следовательно  $P_B = P_n \frac{P_{B1}}{P_1}$ , тогда для парциального давления:

$$P_0 = P_n \frac{P_{B1} + P_1}{P_1} \Rightarrow P_n = P_1, \text{ тогда насыщенный}$$

насыщенный в горшку горшок будет насыщенным при  $P_1 = 40 \text{ kPa}$ ,  
(при этом горшок будет общий  $P = 40 + P_1$ )

$$\text{Тогда из уравнения } t^* = 46^\circ C$$



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

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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  
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!

2.  $t^* = 46^\circ\text{C}$  (температура при  $P_{\text{жид}} = P_1 = 4 \text{ кПа}$ )

7) к концу  $t = t^*$  давление общего содержания в сосуде и в паре осталось  $\approx 46^\circ\text{C}$  состояния.

$$P_1 V^* = P_0 R T^*$$

$$\frac{V^*}{V_0} = \frac{T^*}{T_0}$$

$$P_1 V_0 = P_0 R T_0, 5^\circ$$

8) далее начнется конденсация. От конца уменьшения,

когда то пар остался насыщенным при  $P_{\text{жид}}(T)$ ,

точка росы  $\frac{P_B}{P_0} = \frac{P_B}{P_1}$  ~~или~~

8) в конце при  $t = 46^\circ\text{C}$ :

9) в конце при  $t = 46^\circ\text{C}$  ~~если пар~~ <sup>воздух</sup> застыл

~~если пар~~ пар остался насыщенным при  $P_H(t=46^\circ\text{C})$

$$P_H(t=46^\circ\text{C}) = 10 \text{ кПа} \quad (\text{из градуса}).$$

из  $\text{гр}^\circ\text{C}$  состояния:

$$\text{уравнение: } P_B, V_0 = P_B R T_0$$

$$P_B V = P_B R T$$

~~или~~

представляем давление воздуха;  $P_B = P_0 - P_H(t=46^\circ\text{C}) = 140 \text{ кПа}$ ,

$$\frac{V P_B}{V_0 P_1} = \frac{T}{T_0} \quad \frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0} \frac{(P_0 - P_H(t=46^\circ\text{C}))}{(P_0 - P_1)}$$

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**.

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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  
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!

$$T_{\text{длг}} \quad T = 243 + 46 = 319 \text{ K} \quad T_0 = 359 \text{ K}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{319}{359} \cdot \frac{110}{140} = \frac{11 \cdot 319}{359 \cdot 140} = \frac{8 \cdot 11}{9 \cdot 14} = \frac{88}{126} = \frac{44}{63} \approx 0,7$$

$$\begin{array}{r} 319 \\ \times 140 \\ \hline 319 \\ 283 \\ \hline 726 \end{array}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{319 \cdot 110}{359 \cdot 140}$$

$$3. \quad \frac{V}{V_0} = \frac{3509}{5026} \approx 0,7$$

$$\begin{array}{r} 319 \\ \times 11 \\ \hline 319 \\ 319 \\ \hline 3509 \end{array} \quad \begin{array}{r} 359 \\ \times 14 \\ \hline 14 \\ 359 \\ \hline 5026 \end{array}$$

Ответ:

$$1. \quad P_1 = 40 \text{ kPa}$$

$$2. \quad t^* = 46^\circ\text{C}$$

$$3. \quad \frac{V}{V_0} \approx \frac{3509}{5026} \approx 0,7$$



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 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!

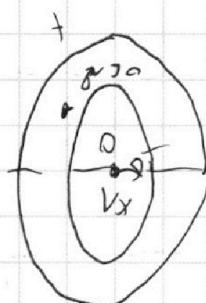
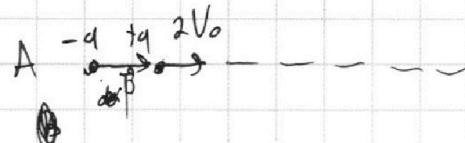


График А - Т. синус  
В - > та же бессимметрия  
это привело к тому что  
 $x \rightarrow 0$  движение  
было бы симметрическим

Но 1) Пока движение движется к центру, о

но симметрическое движение ведет к несимметрическому  
движению, такое проявляется через центр масса О.

и когда будет движение уже не симметрическое  
движение, но симметрическое, следовательно

$V_{max}$  движется по бессимметрии то  
это привело к тому что движение

2) если все время движение такое  $V_{max} = 2V_0$

3) движение  $\frac{d\theta}{dt}$  это движение;

$$W_x + \frac{m(2V_0)^2}{2} \cdot 2 \cos \theta = \frac{4mV_0^2}{2} = 2mV_0^2$$

В итоге с  $W$  неподвижна система

$\Delta E = A$  это так, также из анимации движение до  
 $A_{AB} = A_{AOB} = A$

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

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!

$$\frac{mV^2}{2} - \frac{m4V_0^2}{2} = A_{AB}$$

~~запись~~ ~~запись~~ разложение параллельных движений от B до A:

$$\frac{mV_{AB}^2}{2} - m_2 m V_0^2 = A_1 \quad A_{AB} = 2A$$

и для  $\tau \cdot A_{AB} = 0$ :

$$\frac{mV_0^2}{2} - 2mV_0^2 = A_{AO} = A \quad \text{из симметрии}$$

движений параллельных

запись:  $A_{AB} = 2A_{AO}$  ~~AO~~  $= 2A$

B ~~и~~ имеет начальную  $V_0$ ;  $\Rightarrow V_{AB,20}$

$$mV_0^2 - \frac{mV_0^2}{2} = A_{AB} \Rightarrow A_B = -\frac{mV_0^2}{2}, \text{ т.е.}$$

$$A = -\frac{mV_0^2}{4} \quad \text{антид.}$$

$$\frac{mV_x^2}{2} - 2mV_0^2 = -\frac{mV_0^2}{4}, \text{ т.е. 0}$$

$$\frac{mV_x^2}{2} = \frac{7}{4}mV_0^2 \quad 1. V_x = \sqrt{\frac{7}{2}} V_0$$



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

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!

$$\text{Дано } \frac{m V_{max}^2}{2} - 2m V_0^2 = 2A = - \frac{m V_0^2}{2}$$

$$V_{min}^2 = 4m V_0^2 = - m V_0^2$$

$$V_{min} = \sqrt{3} V_0$$

$$V_{max} = 2 V_0 , \text{то}$$

$$V_{max} - V_{min} = (2 - \sqrt{3}) V_0$$

Ответ:  $2 - \sqrt{3} V_0$

$$1. V_x = \frac{\sqrt{4}}{2} V_0$$

$$2. V_{max} - V_{min} = (2 - \sqrt{3}) V_0$$

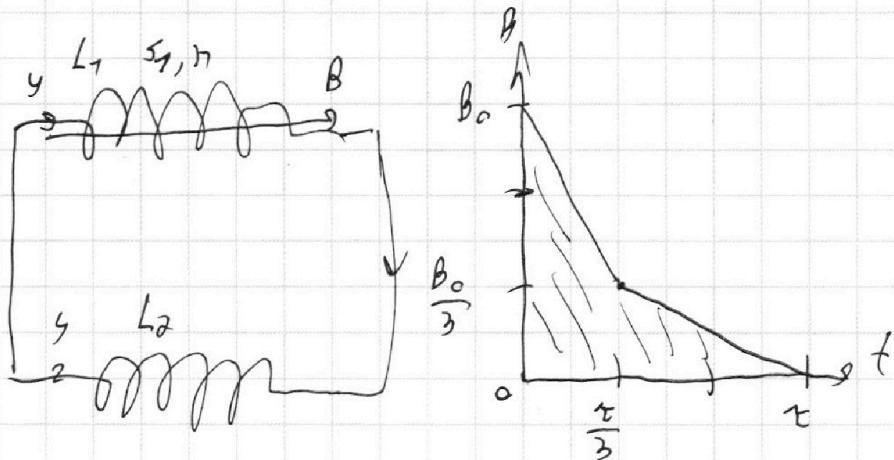


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" 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!



1) Помол через 1-ю катушку имеемось из вспышки  
и сдвигают соединение:

$$\varphi_1 = L_1 y + \pi B_0 S_1$$

через 2-ю:

$$\varphi_2 = L_2 y$$

$$2) \varepsilon i_1 = \dot{B} B - \dot{\varphi}_1 = -L_1 \dot{y} - \pi S_1 \dot{B}$$

$$\varepsilon i_2 = -L_2 \dot{y}$$

3)  $\dot{y}$  ф-ия Кирхгофа:

$$\dot{B} = C_1 \tau_0 \\ \varepsilon i_1 + \varepsilon i_2 = 0 \text{ сдвигают помеха охранилище, } \tau_0$$

$$-(\dot{\varphi}_2 + \dot{\varphi}_1) = 0 \quad \dot{\varphi}_2 + \dot{\varphi}_1 = \text{const}$$

4) суммируем:  $\dot{\varphi}_2 + \dot{\varphi}_1 = \pi B_0 S_1$

, значит тогда все равнозначно;  $\dot{\varphi}_2 + \dot{\varphi}_1 = L_1 \dot{y}_0 + L_2 \dot{y}_0$

и

$$\pi B_0 S_1 = 5 L y_0$$

$$1. \dot{y}_0 = \frac{\pi B_0 S_1}{5 L}$$



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

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!

5) Дано выражение, что в гидравлический момент:

$$H_0 S_1 = (L_1 + L_2) \varrho g$$

то и  $B(t)S_1 = 5Lq$  должны же быть:

и)  $nS_1 B(t)dt = 5Ldq$  исчерпав

выражение сюда дает гидравлический затор от через  $L_1$ ,  
следовательно затор гидравлический  $B(t)$ :

$$\begin{aligned} \int_0^T B(t) dt &= \text{Вып.}(t) \approx \frac{2}{3} B_0 \frac{\pi}{3} \cdot \frac{1}{2} + \frac{B_0 \pi}{9} + \frac{B_0}{3} \frac{2\pi}{3} \cdot \frac{1}{2} = \\ &= \frac{B_0 \pi}{3}, \end{aligned}$$

$$5Lq = nS_1 \frac{B_0 \pi}{3} \Rightarrow q = \frac{nB_0 S_1 \pi}{15L}$$

Ответ: 1.  $S_0 = \frac{nB_0 S_1}{5L}$

$$2. q = \frac{nB_0 S_1 \pi}{15L}$$

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

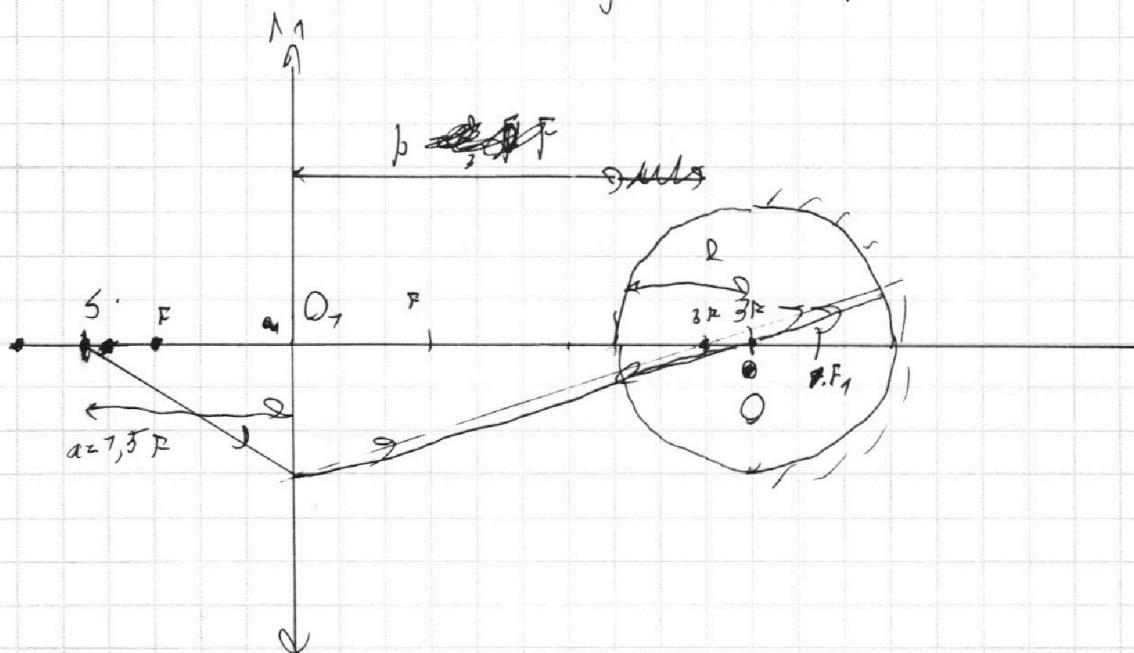
- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------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

СТРАНИЦА  
1 из 345

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

1) Решение сформировано зеркаль:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{2}{R}$$



2) Наиболее просто сформулировать задачу

шагами:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}$$

$$F = \frac{aF_1}{a - F_1} = 3F$$

3) Так как суперпозиция соблюдалась с исходными  
уравнениями, то имеем

предсказанный выше результат должен быть верен  
по той же причине, что предсказанный

в шаге 1, т.е. проходит через O-зенит

шага, то

Реш

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.

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

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 15

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!

8095

$$f_1 - b = R$$

$$3F - \frac{8}{3}R = R \Rightarrow 1. R = \frac{F}{3}$$

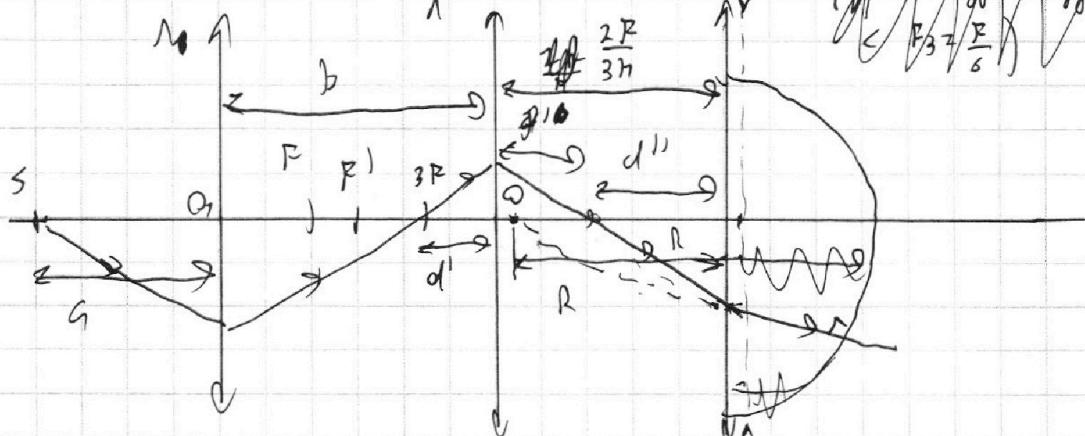
4) далее  $b' = \frac{2}{3}R + d = \frac{14}{3}R$  *фактическое зеркало*,  $F_g = \frac{R}{2} = \frac{F}{6}$

$$OO_1 = 5F$$

5) если падения  $\theta$  не малы  
изображение *стабильное* & *инвертированное*,  $\theta$  не меняется

но 2 изображения есть  $F_2' = \frac{R}{n-1}$  & *стабильные*

без  $\theta$   $\frac{2R}{n}$  & *стабильное зеркало* с  $P_3 = \frac{F}{6} = \frac{R}{2}$



$$f_1 = 3R \quad f_2' = \frac{14}{3}R \quad d_2' = \frac{2}{3}F = 2R$$

*стабильное* & *изображение*  $\Rightarrow$  все

лучи проходят через  $O$  зеркало  $d_3 = 2R$



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 checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 65

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!

решение № 1<sup>1</sup>:

$$\frac{1}{d^1} + \frac{1}{F^1} = \frac{1}{F^1} \quad F^1 = \frac{d^1 F^1}{d^1 - F^1}$$

здесь  $F^1 = \frac{2R \cdot \frac{R}{n-1}}{2R - \frac{R}{n-1}} = \frac{2R}{2n-3}$

получаем, что:  $d^{11} = \frac{2R}{n} - F^1 = \frac{2R(n-3)}{(2n-3)n}$ , т.

решение № 1<sup>11</sup>:

$$\frac{1}{d^{11}} + \frac{1}{F^{11}} = \frac{1}{F^1}$$

$$F^{11} = \frac{d^{11} R}{d^{11} - F^1}, \text{ тут } \text{ это}$$

$f^{11} = -R$  (условие на выполнение через четвертый шаг)

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

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

150



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

СТРАНИЦА  
4 из 15

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

$$\frac{1}{h-1} - \frac{2h(h-3)}{h(2h-3)} = \frac{2h(h-3)}{h(h-1)(2h-3)}$$

$$h^2 + 3h - 2h^2 - 6 + 8h = 2h - 16$$

$$h(2h-3) - 2(h-3)(h-1) = 2(h-3)$$

$$2h^2 - 3h - 2h^2 - 6 + 8h = 2h - 16$$

~~2h^2 - 3h - 2h^2 - 6 + 8h = 2h - 16~~  $\rightarrow$  ~~h=1~~ - пропущено, т.к.

$$1 \cancel{h^2} - \cancel{3h} - \cancel{2h^2} - \cancel{6} + \cancel{8h} = \cancel{2h} - \cancel{16}$$

~~2.  $\cancel{h=1}$~~

$$\begin{aligned} & \frac{2h(h-3)}{(2h-3)h(h-1)} \\ & - \frac{2(h-3)}{(2h-3)h} - \frac{1}{h-1} \end{aligned}$$

$$-\frac{1}{h-1} - \frac{2h-6}{(2h-3)h} = \frac{2h-6}{(2h-3)h(h-1)} \quad | \times (2h-3)h(h-1)$$

$$-2h^2 + 3h - (2h-6)(h-1) = 2h-6 \quad (2h-6)h^2 - 2h^2 + 3h$$

$$2h-6 = -2h+3 \quad 4h = 9 \quad h = \frac{9}{4}$$



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 5

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!

Реш:

$$1. R = \frac{F}{3}$$

$$\text{Решем: } 2. h = \frac{9}{4}$$



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  
1 из 4

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!

Далее假定, что по т. о. динамика будет такая

и в этом случае динамика

$$M\ddot{x} + kx - \mu Mg = 0$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{M} \left( x - \frac{\mu Mg}{k} \right) = 0 \quad \text{— характеристики: } x - \frac{\mu Mg}{k} = x_1,$$

дано  
занесено

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{k}{M}} \quad \text{— частота}$$

$$x_1 = x_{10} \cos(\omega t + \varphi)$$

известно

$$\dot{x}_1 = -x_{10} \omega_1 \sin(\omega t + \varphi)$$

то

$$\ddot{x}_1 = -x_{10} \omega_1^2 \cos(\omega t + \varphi)$$

$$x_{01} = \sqrt{\left( \frac{V_0 \cos \varphi}{\omega_1} \right)^2 + \left( \frac{\mu(M+m)g}{k} \right)^2}$$

Занесено!

Из

$$x_{01} \cos \varphi = \frac{\mu(M+m)g}{k}$$

$$\dot{x}_{01}(0) = \dot{x}(0) = V_0 \cos \omega t = x_{01} \omega_1 \cos \varphi$$



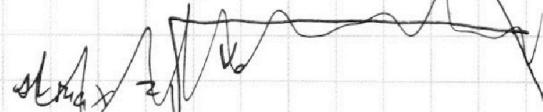
$$\left( \frac{V_0}{\omega_1} \right)^2 + \left( \frac{\mu(M+m)g}{k} \right)^2 = x_{01}^2$$

значит  $\dot{x}_1 = 0$  максимальная деформация.

$$0 = -x_{10} \omega_1 \sin(\omega t_1 + \varphi) \Rightarrow \sin(\omega t_1 + \varphi) = 0$$

$$x_{1\max} = x_{10} \cos(\omega t_1 + \varphi) = x_{01} \quad \left( V_0 \cos(\omega t) \approx V_0 \cos \frac{\pi}{6} = V_0 \frac{\sqrt{3}}{2} \right)$$

известно



$t_0$



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!

$$\frac{1}{f'} + \frac{1}{d'} = \frac{n-1}{R}$$

$$d' = 2R$$

$$\cancel{2(n+6)(n-1) + (2n-3)n = 2(n-3)} \\ -2n^2 + 6n + 6 + 2n^2 + 3n = 2n - 6 \\ \cancel{-6}$$

~~1/2~~ + ~~1/n~~

$$f' = \frac{\frac{2R}{n-1}}{-\frac{1}{n-1} + 2} = \frac{2R}{-1 + 2n - 2} = \frac{2R}{2n-3}$$

10

$$d'' = \frac{\frac{2R}{n}}{\frac{2R}{2n-3}} = \frac{2n-3-n}{(2n-3)n} 2R$$

~~1/2~~ . 0

$d'' =$

$\frac{2R}{2n-3}$

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

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





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!

~~Решение~~ ~~гравитационной~~ деформации

$$a_g = \lambda_0 \omega_1^2$$

$$a_g = \frac{k}{M} \sqrt{\left( \frac{V_0 \cos(\omega t)}{\omega_1} \right)^2 + \left( \frac{\mu(m+M)g}{k} \right)^2}$$

$$a_g = \frac{24}{2} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot 2}{24} + \left( \frac{1}{2} \right)^2} = \frac{24}{2} \sqrt{\frac{9}{24}} = \frac{9\sqrt{3}}{2} (\text{m/s}^2)$$

$$\omega_1^2 = \sqrt{\frac{k}{M}} = \sqrt{\frac{24}{2} \left( \frac{1}{2} \right)}$$

~~a~~

1.  $\omega l = \frac{\mu(m+M)g}{k} = \frac{1}{3} (\text{rad/s})$

2.  $\gamma = \sqrt{\frac{m+M}{k}} \alpha \sin \left( \frac{\mu g}{V_0} \sqrt{\frac{m+M}{k}} \right) = \frac{1}{6} (\text{c})$

3.  $a_g = \cancel{\frac{24}{2}} \frac{9\sqrt{3}}{2} \left( \text{m/s}^2 \right)$