

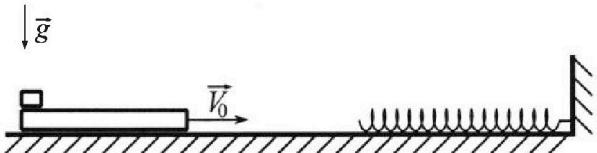
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

**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 жесткости  $k = 36$  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.

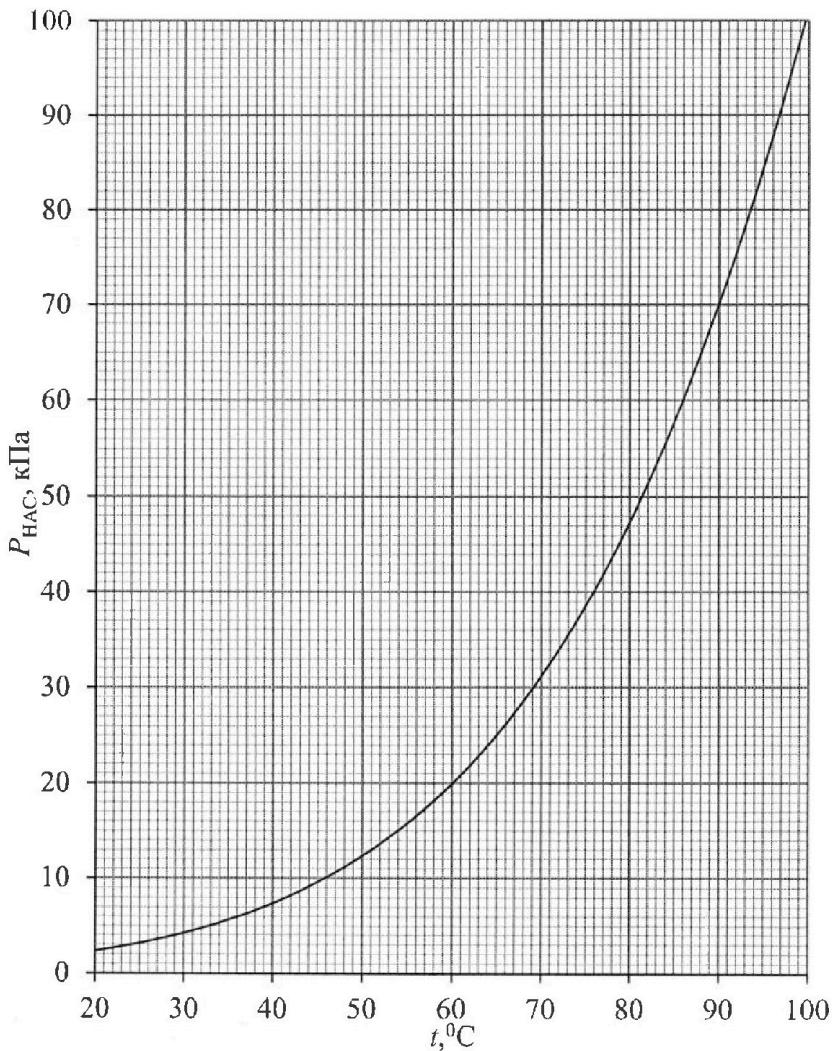


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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

- 1) Найти парциальное давление пара  $P_1$  при 97 °С.
- 2) Найти температуру  $t^*$ , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра  $V/V_0$  в конце и в начале остывания.

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

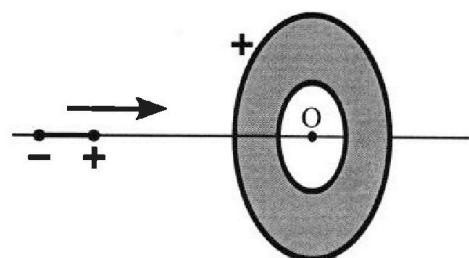


**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**

**Вариант 11-03**

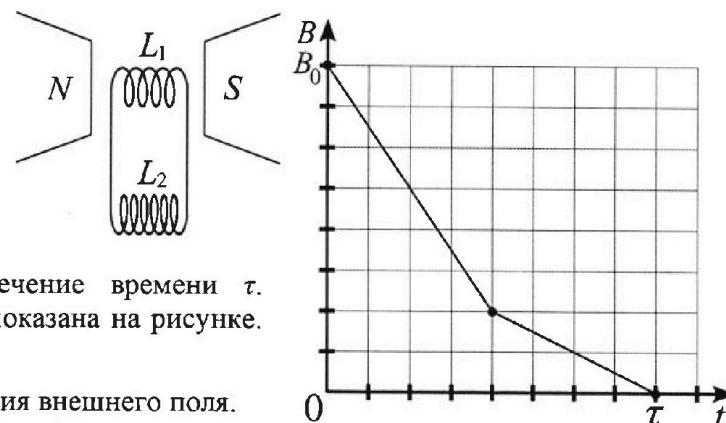
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

**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  $\frac{3}{2}V_0$ .



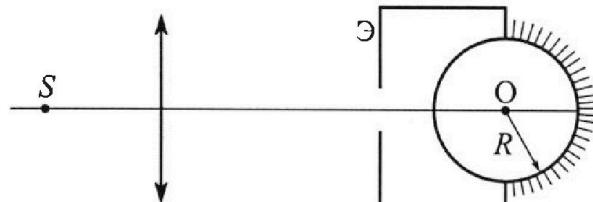
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

**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  $\sin \alpha \approx \alpha$ .



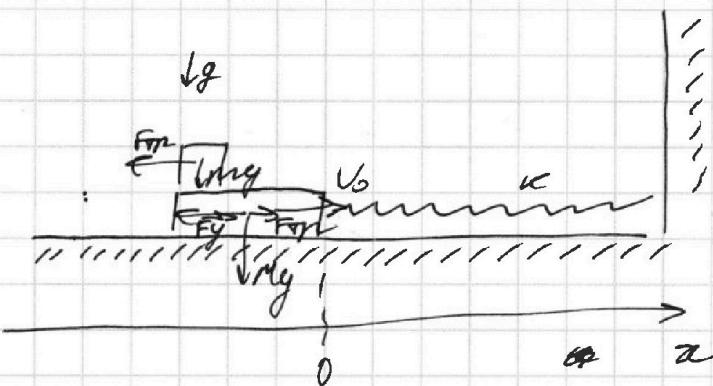
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
1 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!

н/с



1) Относительное движение бруска и земли начнется тогда, когда их ускорение начнется меняться.

На бруском дей-ет только сила тяж-ти, т.е.

она может обеспечить ускорение не более чем уг. Если в земле будет иметь ускорение большее чем уг, начнется движение бруска.

II з. И. ОХ:

$$F_{\text{тр}} - F_g = M \alpha_x$$

$$\mu mg - mg = -M \alpha_x$$

$$kxg = (Mm) \mu g$$

$$xg = \frac{(Mm) \mu g}{k} = \frac{3 \cdot 0,3 \cdot 10}{36} = \frac{3 \cdot 3}{36} = \frac{9}{36} = \frac{1}{4} \text{ м.} = 0,25 \text{ м}$$

2) До начала относительного движения бруска и земли об-ви.



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

СТРАНИЦА  
2 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!

Обозначим эту соотношб  $V$ .

Задача как внешнее действие от-ет, то

система бруск-Диска-Пружина.

имеет постоянную энергию  $V$ .

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

Придерж-ем это выражение:

$$\frac{k \cdot x \cdot \ddot{x}}{2} + \frac{(M+m) \cdot 2V \cdot V}{2} = 0.$$

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

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

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

Решение будем искать в виде

$x = A \sin(\omega t)$  ( нач-е пруж-0, т.к. при

$t=0$  пружина не сжата, т.е.  $x=0$ )

$$x = A \sin \omega t$$

$$\dot{x} = A\omega \cos(\omega t).$$

В нач-ии момент времени ( $t=0$ ) скорость диска/брока была  $V_0$ . Т.е.



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  
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!

$$x(0) = V_0$$

$$1 \quad w = \sqrt{\frac{R}{m+m}}$$

$$Aw \cdot \cos(\omega t) = V_0$$

$$Aw = V_0$$

$$A = \frac{V_0}{w} = \frac{V_0 \sqrt{m+m}}{\sqrt{R}}$$

Г. р. координату, получившую в момент начала движения бруса от не успевшую засечь из п. 1., то

$$x_g = A \sin w \cdot t_g$$

$$\frac{x_g}{A} = \sin w t_g$$

$$w t_g = \arcsin\left(\frac{x_g}{A}\right) = \arcsin\left(\frac{x_g \sqrt{R}}{V_0 \sqrt{m+m}}\right)$$

$$t_g = \frac{\arcsin\left(\frac{x_g \sqrt{R}}{V_0 \sqrt{m+m}}\right)}{w}$$

$$t_g = \frac{\arcsin\left(\frac{6}{\sqrt{\frac{36}{3+3}}}\right)}{\sqrt{\frac{36}{3+3}}} = \frac{\arcsin\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{\frac{\pi}{6}}{\sqrt{3}} = \frac{3}{6\sqrt{3}} =$$

$$= \frac{1}{2\sqrt{3}} \text{ с}$$

3) После начала относительного движения бруса (в нашем рассматривании) можно считать, что он останавливается



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

СТРАНИЦА  
ЧИЗ 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!

7.1. Ускорение земли (в грав.-ых шкалах пружинках) всегда бывает или равно нулю.

Зап-ки II З.И. для земли:

$$-F_y + F_{y\text{нр}} = Ma$$

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

$$\mu mg = M\ddot{x} + Kx$$

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

$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0) + C \quad (\sigma. \kappa. \text{это выражение вспомнил я сам и если } \sin(\omega t + \varphi_0) = 0,00)$$

$$\frac{K}{M} \cdot C = \frac{\mu mg}{M}$$

$$C = \frac{\mu mg}{K}$$

$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0) + \frac{\mu mg}{K}$$

$$\dot{x} = AW \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$\ddot{x} = -AW^2 \sin(\omega t + \varphi_0)$$

Заметно, что макс. значение пружины соответствует макс.му ускорению земли ( $\sigma. \kappa. \sin(\omega t + \varphi_0) = 1$ ).



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА  
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!

$$\ddot{x}_{\max} = A \omega^2$$

$$\omega^2 = \frac{K}{M}$$

В начальный момент  $t=0$  с. ввозд и со вспомогательной массой и сувал бруса 1.  $x = \frac{(M+m)ug}{K}$

$$x = A \sin(\varphi_0) + \frac{ug}{K}$$

$$A \sin \varphi_0 = \frac{Mug}{K} = \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 10}{36} = \frac{6}{36} = \frac{1}{6}$$

$A \cos \varphi_0 = V$ . ( $V$ -скорость тел в момент начала движения) ( $V = \frac{1}{2} ug$  из Задачи)

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{Mug}{KV} = \frac{1}{6} : \frac{1}{2} = \frac{1}{3}$$

$$\varphi_0 = \arctg \left( \frac{1}{3} \right)$$

$$A \cdot \cos(\arctg \frac{1}{3}) = \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{2}$$

$$A = \frac{1}{2} \cos(\arctg \frac{1}{3})$$

$$\ddot{x} = A \cdot \omega^2 = \frac{1}{2 \cos(\arctg \frac{1}{3})} \cdot \frac{K}{M} = \frac{9}{\cos(\arctg \frac{1}{3})}$$

Ответ:  $112g = 0,25 \text{ м}$

$$2) \operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{\sqrt{3}}{6} \text{ c}$$

$$3) \ddot{x}_{12} = \frac{9}{\cos(\arctg \frac{1}{3})}$$



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

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

СТРАНИЦА  
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

1) Парциальное давление паров  $\text{O}_2$  начали  
из условия его дыхания

$$P_{\text{O}_2} = P_{\text{н.н.}}(f) \cdot \varphi = \frac{1}{3} \cdot 91^\circ\text{C} = 30,3^\circ\text{C}$$

$$\text{Образ. РВЗ } 30,3^\circ\text{C} \quad P_f = 30 \frac{1}{3}^\circ\text{C} \text{ при } P_f = 105 - 30 \frac{1}{3} = 74 \frac{2}{3} \text{ кПа} \\ (\frac{224}{3} \text{ кПа.})$$

2) Пары пары начали конденсацию

1) постоянство  $\Rightarrow$

$$\begin{cases} P_f \cdot V = J_f R T \\ P_{\text{н.н.}} \cdot V = J_n R T \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_f V_0 = J_f R T_0 \\ P_{\text{н.н.}} V_0 = J_n R T_0 \end{cases}$$

$$\frac{P_f}{P_{\text{н.н.}}} = \frac{J_f}{J_n} = \frac{P_{f0}}{P_{n0}}$$

$$P_f = P_{\text{н.н.}} \cdot \frac{P_{f0}}{P_{n0}} = P_{\text{н.н.}} \cdot \frac{P_{f0}}{P_{n0}}$$

$P_0 = P_f + P_{\text{н.н.}}$  (т.к. парение сбываются  
мерзание, погревание)

$$P_0 = P_{\text{н.н.}} \left( \frac{P_{f0} + P_{n0}}{P_{n0}} \right)$$

$$P_{\text{н.н.}} = P_{n0} = \frac{81}{3} \text{ кПа} \Rightarrow t^* \approx 69^\circ\text{C} (\text{из ур-ка})$$

$$3) P_f \cdot V = J_f R T_0 \Rightarrow \frac{P_f}{P_{f0}} \cdot \frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0} \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{P_{f0}}{P_f}$$

$$P_{f0} = \frac{224}{3} \text{ кПа}$$

$$P_f = P_0 - P_{\text{н.н.}}(30,3^\circ\text{C}) = 105 \text{ кПа} - 5 \text{ кПа} = 100 \text{ кПа}$$

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!

$$\frac{V}{V_{60}} = \frac{102}{360} \cdot \frac{1856}{3000} = \frac{102 \cdot 56}{360 \cdot 25} = \frac{57.56}{185 \cdot 25}$$

Ответ: 1) ~~P<sub>1</sub>~~ = 305 кПа

$$2) t^* = -68^\circ\text{C}$$

$$3) \frac{V}{V_{60}} = \frac{57.56}{185 \cdot 25}$$



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  
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!

№3.

Так как пространство до и после  
удара импульсно, то и это, возбужденное  
на оружииящую среду будет импульсно  
ским.

Так как упавшая метка падает с нек-ко  
зар-дущиму а потоке от-ней зарядов  
и потока звука будет отражатъ от  
поднебесного, то во всех случаях  
иметь будет тормозить возбужденное  
зашмого звука.

Так как конструкции симметричны  
то работа поте по ограждения земле  
до и после боя идеальны и равны  
 $\frac{1}{2}mv_0^2 = mv_0^2$ , где  $m$ -масса заряда  
упадки.

Соответственно поте совершило работу  
 $mv_0^2$ .

I-



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!

Запишем З.ч. 7:

$$E_0 - A = E$$

$$\frac{2m \cdot (\frac{3}{2}V_0)^2}{2} - mV_0^2 = \frac{mV'^2}{2}$$

$$(\frac{3}{2}V_0)^2 - V_0^2 = mV'^2$$

$$\frac{9}{4}V_0^2 - V_0^2 = V'^2$$

$$\frac{5}{4}V_0^2 = V'^2$$

$$V' = \frac{\sqrt{5}}{2}V_0$$

~~2) Максимальная скорость газа в~~

~~шаре  $V = \frac{3V_0}{2}$ , т.к. вдвое всего объема~~  
~~газа занимает замкнутый из-за диска~~

Максимальная из З-ч. 7:

$$E_0 - 2A = E_{\text{max}}$$

$$\frac{9}{4}V_0^2 - 2V_0^2 = V'^2$$

$$V'_{\min} = \frac{1}{4}V_0^2$$

$$V'_{\min} = \frac{V_0}{2}$$

$$V_{\max}: V'_{\min} = \frac{3V_0}{2}: \frac{V_0}{2} = 3.$$

Ответ: 1)  $V_g = \frac{\sqrt{5}}{2}V_0$

2)  $\frac{V_{\max}}{V_{\min}} = 3$

I-

I-



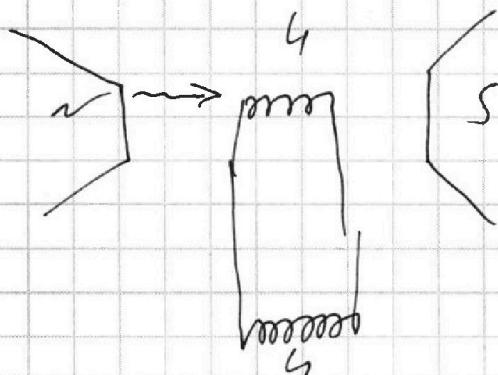
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

№4.



При движении  
этой системы  
вес тела в  
наименьшем  
без-е

$E_i$  и при движении  
составляет  
 $E_{i1}$ .

В приложении  $E_{i1}$  возрастает  $E_{i2}$  в следующем

2. Так. Равенство  $=0,00$  по  $\bar{I}_{\text{расч.}} \text{ выражено}$   
 $\bar{I} = 0$ .

$$E_i + E_{i1} + E_{i2} = 0$$

$$E_i = \frac{d\varphi}{dt} = \left| L \frac{d\varphi}{dt} - 3L \frac{d\varphi}{dt} \right| \text{(так как весущий  
шар-ки не-е, то масса в них ос-ьи.)}$$

$$\varphi = B \cdot S_1 \cdot n$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = \sin \frac{d\varphi}{dt}$$

$$2L \frac{d\varphi}{dt} = \sin \frac{d\varphi}{dt}$$

$$2L \frac{d\varphi}{dt} = \sin \frac{d\varphi}{dt}$$

$$2L \frac{d\varphi}{dt} = \frac{\sin}{2L} \frac{d\varphi}{dt} \Rightarrow \frac{d\varphi}{dt} = \frac{\sin}{2L} \cdot \frac{d\varphi}{dt} \quad (0, \pi, 2\pi, \dots)$$

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!

так как на участке есть изгиб то  
помогли данное выражение  
найти изгиба.

$$\frac{\sin \beta}{2L} \cdot \frac{3}{4} B = I_{yz}$$

$$\frac{3S_{11}B}{8L} = I_{yz}.$$

так как участок со всеми нагрузками  
то  $\int \frac{\partial F}{\partial t} u_2 - u_1 \Rightarrow u_2 - u_1 = E s_i \Rightarrow E s_{12} = u_2 - u_1$ .

$$E_i = E s_i + E s_{12}$$

$$\frac{\sin \beta B}{8L} = 3L \frac{\partial F}{\partial t} + 3L \frac{\partial F}{\partial t}.$$

$$S_{11} \partial B = 4L \partial F$$

$$\partial F = \frac{S_{11} B}{4L} \Rightarrow F = \frac{\sin \beta B}{4L} + F_0.$$

$$I_{Kz} - I_{yz} = \frac{\sin \beta B}{4L} \cdot \frac{B}{4} = \frac{S_{11} B^2}{16L}$$

$$1) \quad \frac{I_K}{2} = \frac{S_{11} B}{16L} + I_{yz} - \frac{6S_{11} B}{16L} + \frac{S_{11} B}{16L} = \frac{9S_{11} B}{16L}.$$

$$2) \quad q = \int I_{yz} \cdot dt + \int I_K \cdot \frac{\partial F}{\partial t} = \frac{\sin \beta}{2L} \cdot \frac{\gamma}{2} \cdot \frac{5B_0}{8} + \frac{\sin \beta}{4L} \cdot \frac{B_0 \gamma}{4} \cdot \frac{\gamma}{4}$$

$$+ \frac{3S_{11} B \cdot \gamma}{8L} \cdot \frac{\gamma}{2} = \frac{5S_{11} B_0 \gamma}{32L} + \frac{S_{11} B_0 \gamma}{64L} + \frac{3S_{11} B \gamma}{16L} = \\ = \frac{105S_{11} B_0 \gamma}{64L} \cdot (10 + 1 + 12) = \frac{23 S_{11} B_0 \gamma}{64L}.$$

$$\text{Ответ: 1) } I_K = \frac{9S_{11} B}{16L} \quad 2) \quad q = \frac{23}{64} \cdot \frac{S_{11} B_0 \gamma}{L}$$



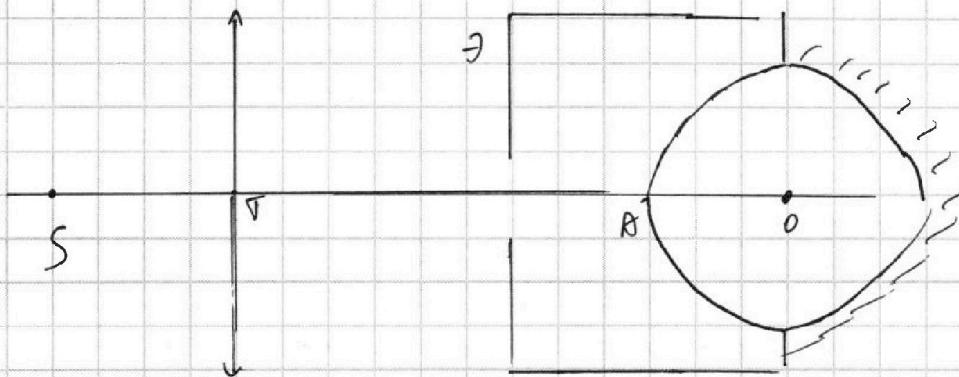
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!

№3.



1) Вспоминаем дифракционный метод

$$\frac{1}{P} + \frac{1}{J} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{P/F} + \frac{1}{J} = \frac{1}{F} \Rightarrow J = 1/F$$

Так как от зеркала  $J$  + масштаб изображения не изменяется, то можем сделать вывод что если изображение геля в инициальном - дает само в себе (т.е. изображение получено изображением) то у нас после преломления через сферу новое изображение, откуда сферы изображаются в нем еще, то и дифракционное изображение от зеркала.

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.

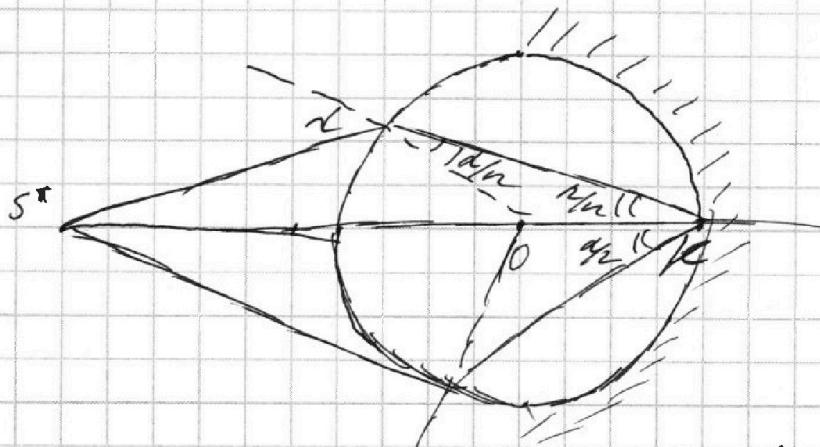
- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------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

3) N. r.  $|TA| = 10,5F$   $|TO| = 11F$   $\Rightarrow |OA| = R = \frac{F}{2}$

2) Так как изображение отражено в зерле попало в источник, то отраженное зеркало изображение отраженного отражения само в себе. Только в этот раз нельзя говорить что  $n_{\text{ст}} = n_{\text{возд}}$ .



Так как любой луч из  $S^*$  должен встречаться в  $S^*$ , то все лучи после преломления должны попадать в зеркало к единственному источнику изображения  $S^*$ .

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

Решение

Так как по условию это происходит при любой оптической плотности стекла, то возьмем эту плотность такую, чтобы она совпадала с плотностью стекла.

Тогда супра с покрасившейся другой стороне превращалась в супримарое зеркало.

Так как получалось, что изображение от зеркала отражалось от зеркала само бывшего изображения (это было возможно только если обея шесточки) были в центре кувшинки сердце.  $\Rightarrow$  ~~расстояние от~~ от торца о-вока зеркале изображение этого

$$f = 11F \Rightarrow R = 22F$$

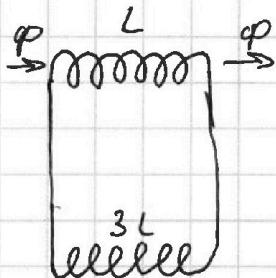


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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



$$\Phi = B \cdot S_1 \cdot n.$$

~~$$\frac{\partial \Phi}{\partial t} = E_{i1} + E_{i2}$$~~

$$R \approx 0 \text{ (свободнодействующий)} \Rightarrow \sum E_i = 0.$$

$$E_{i1} + E_{i2} + E_{i3} = 0.$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial t} = \pi L \frac{\partial I}{\partial t} + 3L \frac{\partial I}{\partial t} = \frac{\partial I}{\partial t}.$$

$$S_1 \pi dB + 2 \frac{\partial I}{\partial t} = 3L \frac{\partial I}{\partial t}$$

$$\frac{S_1 \pi dB}{2} = \frac{\partial I}{\partial t}$$

$$I_0 = \frac{S_1 \cdot n \cdot \frac{3}{4} B_0}{2L} = \frac{3 S_1 n B_0}{8L}$$

$$\underline{\underline{S_1 \pi dB}} = 4L \frac{\partial I}{\partial t}$$

$$\frac{S_1 \pi dB}{4L} = \frac{\partial I}{\partial t}$$

$$I_K - I_0 = \frac{\sin \omega t_0}{4L \cdot 4} = \frac{\frac{3}{4} \pi R_0 B_0 \sin \omega t}{4L \cdot 4} = \frac{3 \pi R_0 B_0}{16L}$$

~~$$= \frac{4 \pi R_0 B_0}{4L} = \frac{4 \pi R_0 B_0}{4L}$$~~

$$\frac{3 \pi R_0 B_0}{16L}$$

~5.

1)  $R = 0,5 \Omega$ .

2)

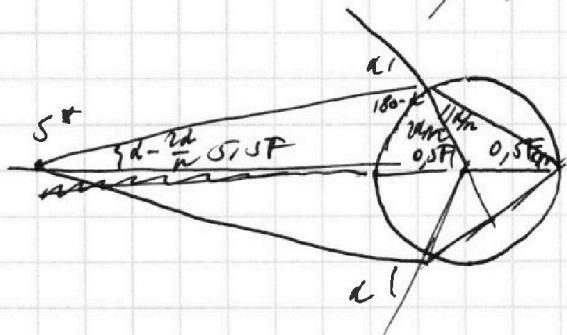
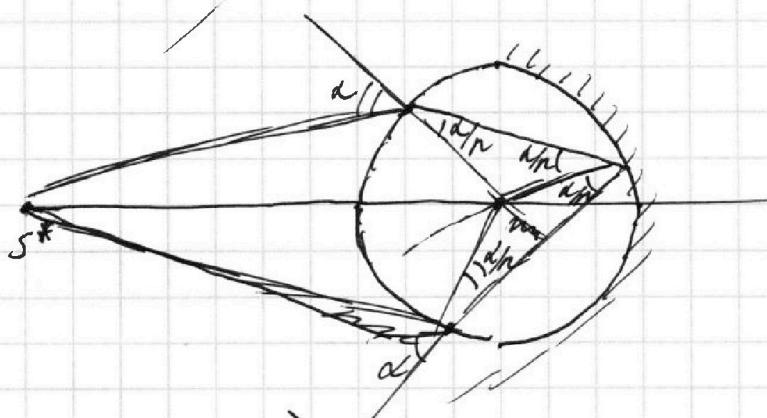
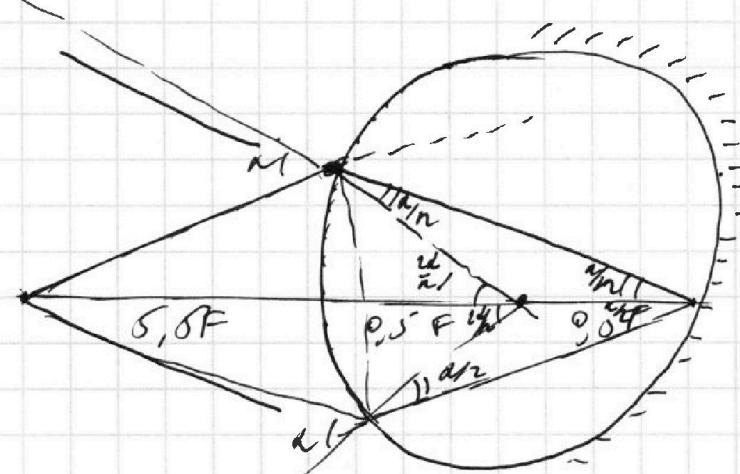
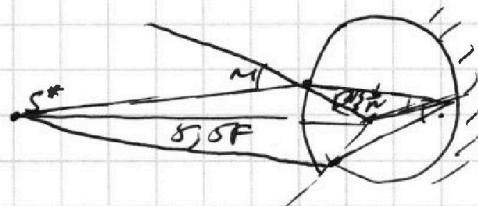


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.



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!



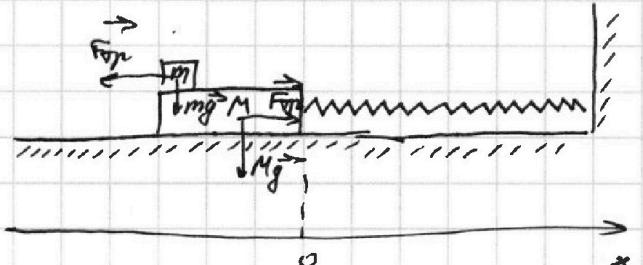


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$\Rightarrow \frac{36}{16} + \cancel{\frac{3 \cdot \cancel{v^2}}{2}} = \frac{3}{2}$$

$$\left\{ -kx_{\max} + F_{pr} = Ma_x \right.$$

$$F_{pr} = ma_x \frac{36}{16} + \frac{3v^2}{2} = \frac{3}{2}$$

$$F_{pr} \leq \mu mg \frac{12}{16} + \frac{v^2}{2} = 1$$

$$a'_x \leq \mu g \frac{\frac{3}{2} + v^2}{\frac{v^2}{2}}$$

$$v^2 \leq \frac{1}{2}$$

$$v \leq \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$a_x = a'_x$  - ус-ие геог. оги.  
сл.

3)

1)

$$\mu mg - kx_{\max} = -M \cdot \mu g$$

$$3) \frac{(m+M)V_0^2}{2} = \frac{kx_{\max}^2}{2} + \frac{mv^2}{2}$$

$$x = A \sin(\omega t + \phi_0) + \frac{\mu mg}{k}$$

$$\frac{(m+m)v}{k} = A \sin(\omega t + \phi_0)$$

$$= \frac{A \cdot \sin(\omega t)}{k}$$

$$WA \cos \phi_0 = V$$

$$\tan \phi_0 = \frac{\mu mg \cdot W}{kv}$$

$$\omega t + \phi_0 = \frac{\pi}{2}$$

$$2) \ddot{x} = -Aw^2 \sin(wt + \phi_0)$$

$$kx_{\max} = (M+m) \mu g$$

$$(M+m)V_0^2 = kx_{\max}^2 + mv^2$$

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

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

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

$$\mu mg = M\ddot{x} + kx$$

$$\frac{2kx \cdot \dot{x}}{2} + \frac{(m+M) \cdot 2\dot{x}\ddot{x}}{2} = 0.$$

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

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

$$k \frac{A}{M} \sin(\omega t) + (M+m) \frac{A\omega^2}{M} \sin(\omega t) = 0$$

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

$$k \frac{A}{M} \sin(\omega t) + \frac{k}{M}x = 0$$

$$x = A \sin(\omega t)$$

$$k \frac{A}{M} \sin(\omega t) + \frac{k}{M}x = 0$$

$$\dot{x} = Aw \cos(\omega t)$$

$$Aw = V_0$$

$$x_{\max} = A \sin(\omega t_{\max})$$

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

$$\omega \sin(\omega t_{\max}) = \frac{\left( \frac{A}{2} \right) \arcsin \frac{k}{M}}{w}$$

$$\frac{k}{M}c = \frac{\mu mg}{W}$$

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

$$x = A \sin(\omega t + \phi_0) + C$$



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 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.



$$1) P_1 = g / \rho_{\text{жид}} \cdot \frac{1}{3} = \frac{91}{3} \text{ смPa}$$

2) vt.

~~P0 + Vg1 + Vg2 + ... + Vg8~~

$$P_0 = P_1 + P_B$$

const.

$$P_B = \cancel{DR} \sqrt{g}$$

$$\frac{P_B}{P_1} = \cancel{\frac{DR}{V}} \quad (\text{то в самий момент кон-чи})$$

$$\frac{P_B}{P_1} = \text{const}(g \text{ констант}) = \frac{P_B}{P_{\text{ро}}}$$

$$P_{\text{рнж}} = \frac{P_B - P_B}{P_B}$$

$$P_B = P_{\text{рнж}} + \frac{P_B}{P_{\text{ро}}}$$

$$P_0 = P_B + P_{\text{рнж}}$$

$$P_{\text{рнж}} \left( 1 - \frac{P_B + P_{\text{ро}}}{P_{\text{ро}}} \right) = P_0$$

$$P_{\text{рнж}} = \frac{P_{\text{ро}} P_0}{P_B + P_{\text{ро}}}$$

$$P_{\text{рнж}} = \frac{105 \cdot \frac{91}{3}}{105 + 91} \approx \frac{91}{3} \cdot \frac{91}{105} \text{ смPa} = \\ = 30,3 \text{ см} (69^{\circ}\text{C.})$$

3)

~~P0 + Vg1 + Vg2 + ... + Vg8~~

~~P0 + Vg1 + Vg2 + ... + Vg8~~

$$P_{\text{ро}} \cdot Vg_0 = DRV_0$$

$$P_B \cdot Vg_1 = DRV_1$$