



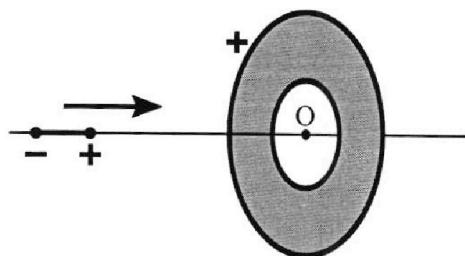
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**



**Вариант 11-03**

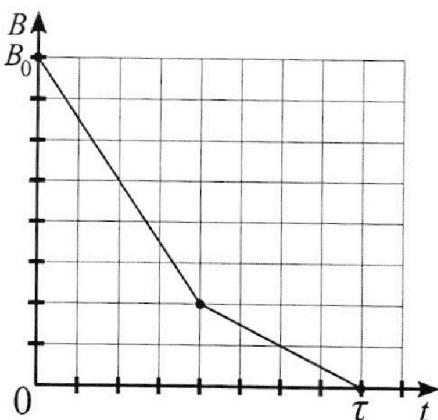
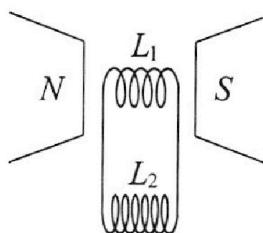
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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



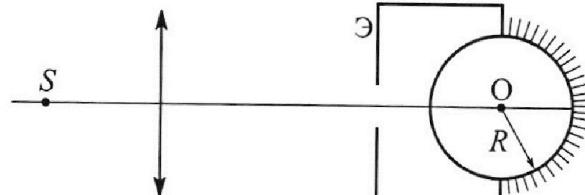
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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



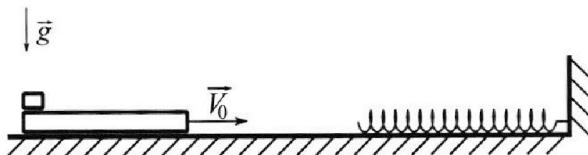
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025



## 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.

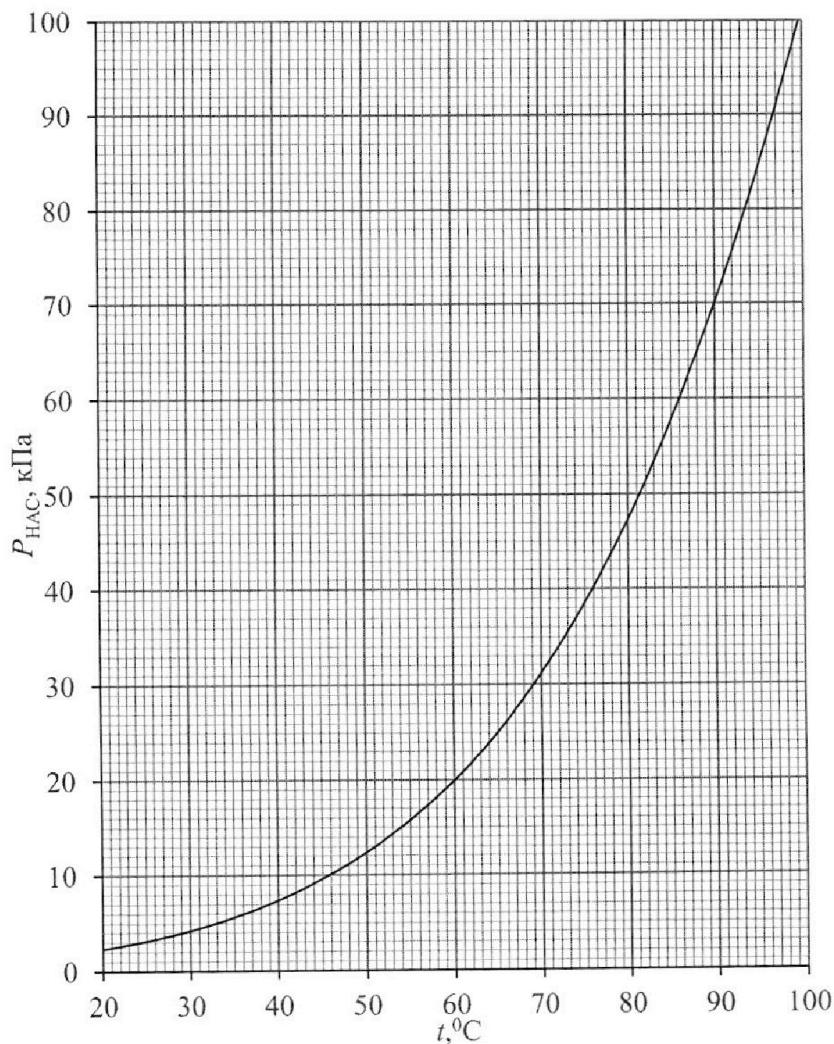


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении  $p_0 = 105$  кПа, температуре  $t_0 = 97$  °С и относительной влажности  $\phi_0 = 1/3$  (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.

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 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

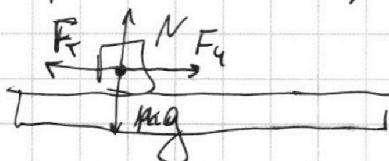
СТРАНИЦА  
1 из 3

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!

Ручка  $x$ - сухое пружинка. Ао  
ненад проскальзывания груз в доске  
движутся как единое тело массы  $M+m$   
под силой  $Kx$

$$\text{Ускорение системы: } \ddot{x} = -\frac{Kx}{M+m}$$

Перейдём в ИСКО доски



в ней пружине покоятся  
ноги действием  $N, Mg, F_{\text{упр}}.$

и  $F_T$ . В сухой сухой проскальзывания  
ненад проскальзывания:  $F_T = N = Mg$

$$F_u = \frac{Km}{M+m}$$

$$\frac{Km}{M+m} = \mu mg : \boxed{x_0 = \frac{(M+m)mg}{K}}$$

Ао ненад

проскальзывания:

$$\ddot{x} = -\frac{Kx}{M+m} ; \ddot{x} + \frac{Kx}{M+m} = 0. \text{ решаем}$$

одного диф. уравнения выходит

$$x(t) = P \sin\left(\sqrt{\frac{K}{M+m}} t\right), \text{ где } P \text{ находится из}$$

здесь если для

одного движения продолжаем вечно:

$$\frac{Kp^2}{2} = mV_0^2 \quad \frac{(M+m)V_0^2}{2} \quad P = \sqrt{\frac{M+m}{K}} V_0$$

$$x(t) = \sqrt{\frac{M+m}{K}} V_0 \sin\left(\sqrt{\frac{K}{M+m}} t\right)$$

$$v(t) = V_0 \cos\left(\sqrt{\frac{K}{M+m}} t\right)$$



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 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!

Рассмотрим модель маятника  
последовательно:

$$\frac{(\mu+m)mg}{\kappa} = \sqrt{\frac{\mu+m}{\kappa}} V_0 \sin\left(\sqrt{\frac{\kappa}{\mu+m}} t_1\right)$$

$$\sqrt{\frac{\mu+m}{\kappa}} mg = V_0 \sin\left(\sqrt{\frac{\kappa}{\mu+m}} t_1\right)$$

Подставим значение из условия:

$$\sqrt{\frac{2+1}{36}} \cdot 0,3 \cdot 10 \cdot \frac{m}{c} = 1 \cdot \frac{m}{c} \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{36}{2+1}} \cdot \frac{1}{c} \cdot t_1\right)$$

$$\sin\left(\sqrt{\frac{36}{3}} \cdot \frac{1}{c} t_1\right) = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \sqrt{\frac{36}{3}} \cdot \frac{t_1}{c} = \frac{\pi}{3} \quad \boxed{t_1 = \frac{\sqrt{3}}{6} c}$$

$$V(t) = V_0 \cos\left(\sqrt{\frac{36}{3}} \cdot \frac{1}{c} t_1\right) = \frac{V_0}{2}.$$

После начальное положение маятника HQ  
~~некий~~ засекается движется под действием силы  
mg вправо. Затем движение без сопротивления

последовательно засек:

$$\frac{m\left(\frac{V_0}{2}\right)^2}{2} = \frac{\kappa(x_0 + \Delta x)^2}{2} = \frac{\kappa x_0^2}{2} + \mu mg \Delta x$$

$$\frac{mV_0^2}{4} = \frac{\kappa \Delta x^2}{2} + 2\kappa x_0 \Delta x + 2\mu mg \Delta x$$

$$\kappa \Delta x^2 + 2\Delta x \cdot 2\mu g (\mu + m) - \frac{mV_0^2}{4} = 0$$

$$\Delta x = -\frac{\mu g (\mu + m)}{\kappa} + \sqrt{\frac{\mu^2 g^2 (\mu + m)^2}{\kappa^2} + \frac{mV_0^2}{4\kappa}}$$

Подставим значение:



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 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

Задачи:

$$\Delta x = \frac{-3 \cdot 4}{36} + \frac{\sqrt{9 \cdot 4^2 + 2 \cdot 1}}{36} u = -\frac{1}{3} + \frac{17}{36\sqrt{2}} \text{ кг}$$

Суммарное значение  $x = x_0 + \Delta x$

$$\frac{3 \cdot 3}{36} + \frac{1}{3} + \frac{17}{36\sqrt{2}} u = \frac{9 - 12 + \frac{17}{\sqrt{2}}}{36} u - \frac{1}{3} + \frac{17}{36\sqrt{2}} \text{ кг}$$

Ускорение:  $\frac{kx - \mu mg}{c^2} = \frac{36 \left( -\frac{1}{12} + \frac{17}{36\sqrt{2}} \right) - 3}{2} \frac{\text{кг}}{\text{с}^2}$

$$= \left( -\frac{3}{2} - \frac{3}{2} + \frac{17}{2\sqrt{2}} \right) \frac{\text{кг}}{\text{с}^2} = \left( \frac{17}{2\sqrt{2}} - 3 \right) \frac{\text{кг}}{\text{с}^2}$$

Одобр.: 1)  $x_0 = \frac{(\mu + m) \mu g}{k} = \frac{1}{4} \mu = 25 \text{ см}$

2)  $f_1 = \frac{\sqrt{3}}{6} c \sqrt{\frac{\mu g + m}{k}} e = \frac{\sqrt{3}}{6} c$

3)  $\omega = \frac{-2m\mu g}{M} + \sqrt{\frac{\mu^2 g^2}{4} + \frac{m v_0^2}{4}} = \left( \frac{17}{2\sqrt{2}} - 3 \right) \frac{\mu}{c^2}$

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"/> | <input checked="" 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!

$$\varrho_0 = \frac{P_1}{P_n}$$

Из таблицы:  $P_n(97^\circ\text{C}) = 91 \text{ kPa}$

$$P_1 = \varrho_0 P_n(97^\circ\text{C}) = \frac{1}{3} \cdot 91 \text{ kPa} \approx 30,3 \text{ kPa}$$

Поскольку пар не начнет конденсироваться, то можно считать избыточный влагой в постоянном количестве, т.е. выполняется

$$\frac{P_n V_n}{T_n} = \text{const}$$

и это выглядит:  $\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} = \text{const}$

$$\frac{P_n V_n}{T_n}$$

т.е. выглядит и пар в одинаковом соотношении, то  $V_n = V_0; T_n = T_0 = \frac{P_n}{P_0} = \text{const}$

При этом давление в сосуде остается постоянным, т.е. давление в сосуде постоянно.

$P_n + P_0 = P_0$ . Значит,  $P_n$  и  $P_0$  постоянны (так как не начнется конденсация)

Значит, вся влага, конденсирующаяся при этом, когда давление переходит 30,3 kPa сгущивается с постоянством, т.е.  $\approx 69^\circ\text{C}$

При  $33^\circ\text{C}$  давление переходит ровно на конденсацию, т.е.  $\approx 5 \text{ kPa}$ . Значит, давление сухого воздуха будет  $P_0 - 5 \text{ kPa} \approx 100 \text{ kPa}$

$P_0$  начальное давление сухого воздуха равно  $P_0 - P_1 \approx 75 \text{ kPa}$



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!

$$\frac{P_{\text{б}} \cdot V_0}{T_0} = \frac{P_{\text{б}_2} \cdot V}{T}$$

$$T_0 = 370 \text{ K}$$

$$T = 308 \text{ K}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{P_{\text{б}_1}}{P_{\text{б}_2}} = \frac{306}{370} \cdot \frac{75}{100} = \frac{153}{185} \cdot \frac{3}{4} = \frac{459}{640}$$

Ortsart:  
1)  $P_r \approx 30,3 \text{ kPa}$

2)  $f^* \approx 68^\circ\text{C}$

3)  $\frac{V}{V_0} \approx \frac{459}{640}$



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 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!

Пусть работа, совершенная полем **затяжки**

при **противодействии** движению к колесу **so**

вектор колеса  $= -A$  (**силы отталкивания**)

работе **противодействия**,  $A > 0$ )

При **минимальном** проёте **скорости** движение

в **центре** **затяжки** **0**.

~~Задача:~~ Закон изменения кинетической энергии:

$$\textcircled{1} \quad -\frac{mV_0^2}{2} + m = -A, \quad A = \frac{mV_0^2}{2}$$

$$\text{Равен движение} \quad V = \frac{3}{2} V_0$$

$$\frac{mV_{\min}^2}{2} - \frac{m(\frac{3}{2}V_0)^2}{2} = -A \quad \frac{mV_{\max}^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} \cdot \frac{9}{4} = -mV_0^2$$

$$V_{\min}^2 = \frac{5}{4} V_0^2 \quad \boxed{V_{\min} = \frac{\sqrt{5}}{2} V_0}$$

При **увеличении** **проёта** **будет притягиваться** **к колесу**, **не отставать от него.** Из симметрии системы **работа** **поле** **после** **проёта** **so** **бесконечности**  $= -A$

$$\frac{mV_{\max}^2}{2} - \frac{m(\frac{3}{2}V_0^2)}{2} = -2A$$

$$V_{\max}^2 - \frac{9}{4} V_0^2 = -2V_0^2$$

$$V_{\min} = \frac{1}{2} V_0, \quad V_{\max} = \frac{3}{2} V_0, \quad \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = 3$$

Orbits:

$$1) \quad V_n = \frac{\sqrt{5}}{2} V_0$$

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

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"/> | <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!

т.к. катушки соединены параллельно

8 одинчелн:  $U_1 = U_2 = E; I_1 = I_2 = I$

$$\text{Но катушка } L_1: E = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{dB}{dt} nS_1 - L_1 \dot{I}$$

$$\text{Но катушка } L_2: E = L_2 \dot{I}$$

$$L_2 \dot{I} = -\frac{dB}{dt} nS_1 - L_1 \dot{I}$$

$$(L_2 + L_1) \frac{dI}{dt} = -\frac{dB}{dt} nS_1$$

$$\Delta I = -\frac{\Delta B nS_1}{L_1 + L_2} \quad \text{из графика} \quad \Delta B = -B_0$$

$$\boxed{I_0 = \frac{B_0 nS_1}{4L}}$$

$$I(t) = -\frac{\Delta B nS_1}{4L} t \quad d\Phi = Idt = -\frac{\Delta B nS_1}{4L} dt$$

$$\Phi = \text{изменяется при } (-\Delta B)(t) \cdot \frac{nS_1}{4L}, \text{ иначе}$$

может быть график  $(80 B_0)$  при  $B(+)$

$U_3$  графично:

$$Q = \left( \frac{9}{8} \cdot \frac{6}{8} \cdot \frac{1}{2} + \frac{9}{8} \cdot \frac{6}{8} + \frac{9}{8} \cdot \frac{3}{8} \cdot \frac{1}{2} \right) B_0 \tau = \left( \frac{12}{64} + \frac{24}{64} + \frac{9}{64} \right) B_0 \tau \cdot \frac{nS_1}{4L} = \frac{5 B_0 \tau nS_1}{32L}$$

$$\text{Ответ. 1)} \quad \frac{B_0 nS_1}{4L}$$

$$2) \quad \frac{5 B_0 \tau nS_1}{32L}$$

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 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!

Пусть расстояние от линзы до изображения в линзе =  $x$ . Из формулой точкой линзы:

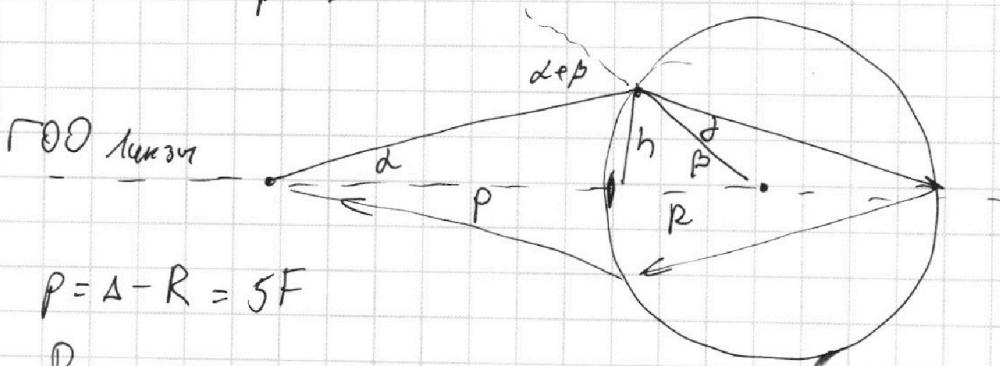
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{Q} + \frac{1}{x} \quad (\text{линза собирающая, изображение действительное})$$

$$\frac{1}{F} = \frac{Q+x}{Qx} \quad I = \frac{f_1 F + x}{f_1 x} \quad x = f_1 F$$

Если изображение совпадает с источником, неизвестно от  $R$ , значит вторичный источник сконцентрирован в центре шара, т.к. такие изображения называют перспективными изображениями шара и не являются реальными, а после отражения будут по тому же пути, что и прямой.

$$x = b + R \Rightarrow R = 0,5F$$

Если после сдвига на  $\Delta$  изображение вторичного источника совпадает с искомым, значит лучи внутри шара сконцентрированы в его дальнейшей точке на ~~FOD~~ линзы и после отражения будут симметрично расходиться, как на рис.



$$p = \Delta - R = 5F$$

Рассмотрим случай, попадающий под рассл.  $h$  от оси



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!

В) пересечение множеств решений:

$$\alpha \cdot p = \beta R = \vartheta \cdot 2R$$

Угол между углами  $\alpha + \beta$

Задача Семенова:  $\alpha + \beta = n$

$$\alpha + \beta = n \cdot \frac{\pi}{2}$$

$$\alpha = \beta \frac{R}{P} \quad \frac{R}{P} + \ell = \frac{\pi}{2} \quad n = \frac{2R}{P} + 2$$

$$n = \frac{2 \cdot 0,5F}{5F} + 2 = 2,2$$

Ответ: 1)  $R = 0,5F$   
2)  $n = 2,2$

**L**

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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА

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!

**L****L****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.

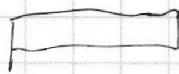


- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------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

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!

$$144 - \frac{1}{2}$$



$$144$$

$$160 - 16$$

$$x_0 = \frac{(M+m) V_0^2}{K}$$

$$9 \times 16 + \frac{1}{2}$$

$$\frac{\sqrt{289}}{2}$$

$$\frac{M V_0^2}{4}$$

$$(M+m) V_0^2 = K x_m^2$$

$$x_m = \sqrt{\frac{M+m}{K}} V_0$$

$$Mg = \frac{K x_0}{M+m}$$

$$x_0 = \frac{Mg(M+m)}{K}$$

$$x(t) = x_m \cdot \sin\left(\omega \frac{t}{M+m} + \phi\right)$$

$$289 =$$

$$Mg \frac{(M+m)}{K} = \sqrt{\frac{M+m}{K}} \cdot V_0 \cdot \sin(x)$$

$$3. \quad \frac{3}{36} = \sqrt{\frac{3}{36}} \cdot 1 \cdot \sin(x)$$

$$\frac{1}{4} = \frac{\sqrt{3}}{6} \sin(x) \quad \sin(x) = \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$Mg s x - \frac{K x_m^2}{2} - \frac{K x_0^2}{2} = \frac{m V_0^2}{2}$$

$$\frac{M V_0^2}{4} = K s x^2 + 2 K x_0 s x + M g s x + \frac{K (x_0 + \Delta x)^2}{2} + \frac{K x_0^2}{2} = \frac{m V_0^2}{2}$$

?  $M g s x$

$$2 M g s x + K s x^2 + 2 K x_0 s x = m V_0^2$$

$$\frac{M V_0^2}{4} = K s x^2 + 2(M+m) M g s x + 2 M m g s x$$

$$s x^2 + 2 s x \left( 2 x_0 + \frac{M g}{K} \right) - \frac{m V_0^2}{2} = 0$$

$$K s x^2 + 2 s x \left( \cancel{M g} (M+m) \cancel{s x} \right) - \frac{M V_0^2}{4}$$

$$K s x = \frac{2 s - \cancel{2 s} \cancel{(M g (M+m))}}{K} + \sqrt{\frac{M g^2 (M+m)^2 + M V_0^2}{4 K^2}}$$

$$s x = -3 \cdot \frac{4}{36} + \sqrt{g \cdot 4^2 - \frac{2 \cdot 1}{4 \cdot 36 - 36}} = 8 \cdot 16$$

$$= -\frac{1}{3} + \sqrt{8 \times 16 \times 36^2 + \frac{1}{2}}$$

$$36$$

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!

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

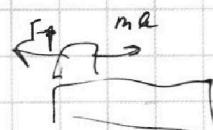
$$\frac{1}{F} = \frac{11F + X}{11Fx}$$

$$1 = \frac{11F + 10X}{11X}$$

$$E_{\text{д}} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

$$E = L \frac{dI}{dt}$$

$$\underline{dI} = -n S_1 d\Phi$$



$$dI = -n S_1 \frac{d\Phi}{dt}$$

$$I = -\frac{n S_1 \Delta \Phi}{L}$$

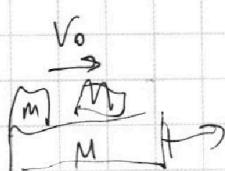
$\leftarrow F$

$$\frac{F}{M_{\text{ем}}} = Q$$

$$V_0/t =$$

$$\frac{dV}{dt} = -\frac{F}{M_{\text{ем}}}$$

$$V = V_0 - \frac{Fx}{M_{\text{ем}}}$$

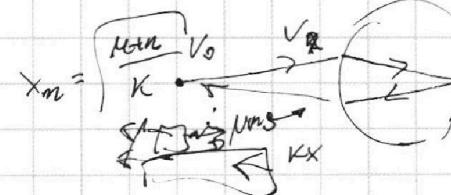


$$L = \sqrt{V^2 - \frac{F^2 x^2}{2(M_{\text{ем}})}}$$

$$105 kPa = p_0 + p_x$$

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

$$(M_{\text{ем}}) V_0^2 = Kx_m^2$$



$$-\frac{Kx}{M_{\text{ем}}} = \frac{dV}{dt}$$

$$x + \frac{K}{M_{\text{ем}}} x = 0$$

$$x = Q \sin(\sqrt{\frac{K}{M_{\text{ем}}}} t)$$

$$x_{\text{max}} =$$

$$x = 5F$$

$$\beta \cdot R = Lx = 2Rf$$

$$\alpha = \beta \cdot \frac{R}{x}$$

$$n f = \alpha + \beta$$

$$n \frac{1}{2} \beta = \alpha + \beta$$

$$x = \sqrt{\frac{K}{M_{\text{ем}}}} V_0 (\sin(\sqrt{\frac{K}{M_{\text{ем}}}} t) + \frac{1}{2} \beta = \beta \frac{R}{x} + \beta)$$

$$\frac{n}{2} = \frac{R}{x} + 1$$

$$Mg \frac{M_{\text{ем}}}{K}$$

$$n = \frac{2R}{x} + 2$$

$$\frac{2}{36} = \sqrt{\frac{3}{36}} \cdot \cos(\frac{\pi}{3} t) + 1,5$$

$$\frac{2}{36} = \sqrt{\frac{3}{36}} \cdot \cos(\frac{\pi}{3} t) + 1,5$$

$$Mg = F \frac{m}{M_{\text{ем}}}$$

$$\frac{F}{M_{\text{ем}}} = Q$$

$$Mg = F \frac{m}{M_{\text{ем}}}$$