



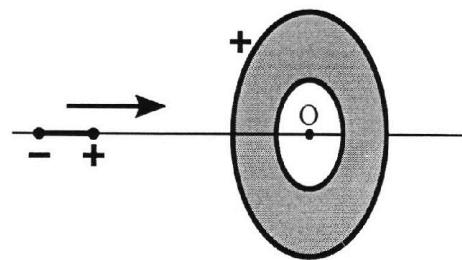
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**



**Вариант 11-03**

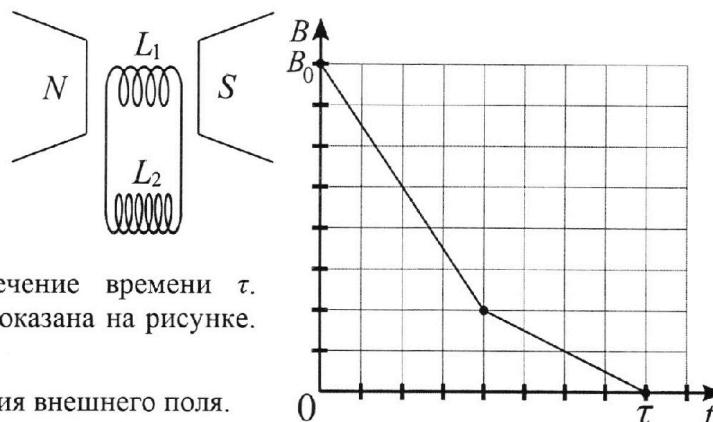
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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



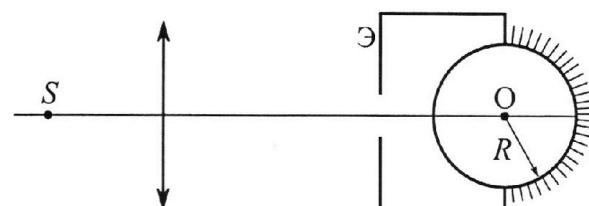
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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  $\sin \alpha \approx \alpha$ .



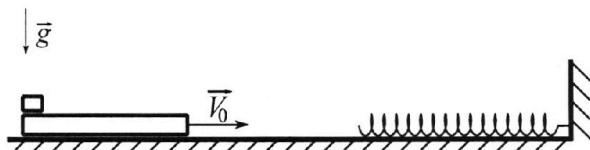
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## 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.

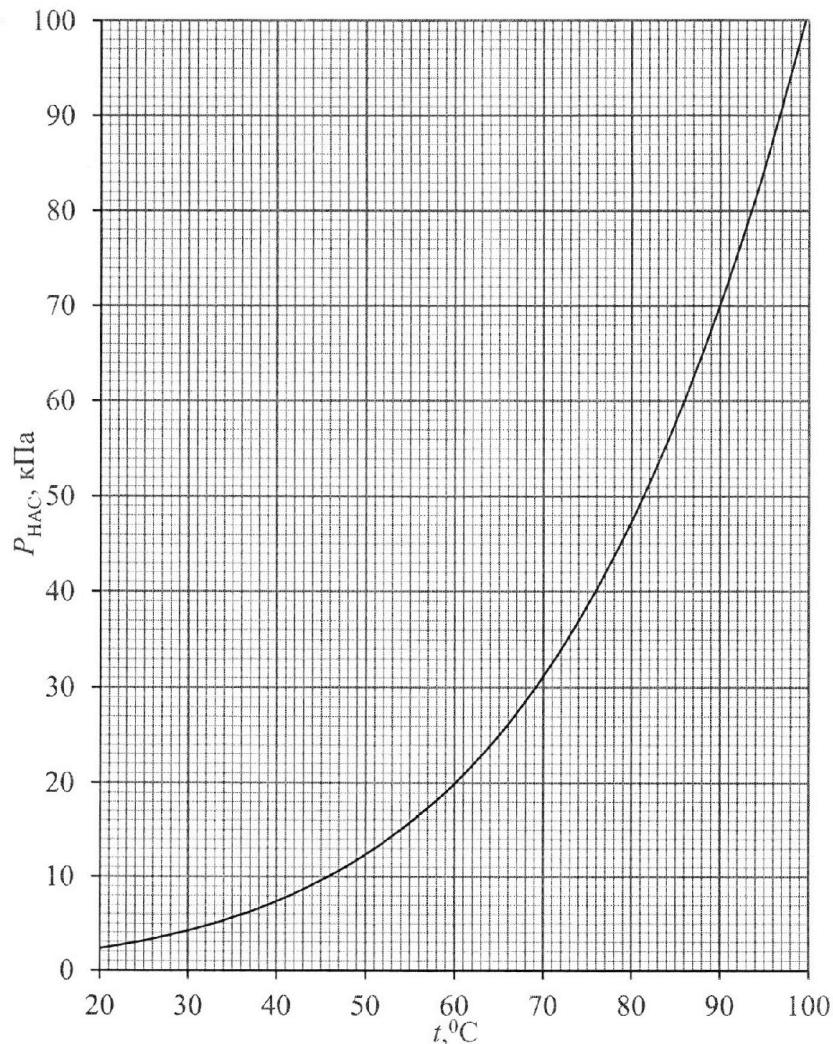


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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  $\varphi_0 = 1/3$  (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.

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**.

 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!

Амплитуда таких колебаний:

$$\text{ЗСД: } \frac{(M+m)V_0^2}{2} = \frac{kA^2}{2}$$

$$A = \sqrt{\frac{M+m}{k}} V_0$$

$$A = \sqrt{\frac{2kg + 1kg}{36 \cdot 1m}} \cdot 1\text{m/s} = \sqrt{\frac{3}{36}} \text{m} = \sqrt{\frac{1}{12}} \text{m} = \frac{1}{2\sqrt{3}} \text{m}$$

$$x(t) = A \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M+m}} t\right)$$

$$\Delta x = x(\infty) = A \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M+m}} \infty\right)$$

$$\frac{1}{4} = \frac{1}{2\sqrt{3}} \sin\left(\sqrt{\frac{3\pi}{3}} \infty\right)$$

$$\sin\left(\sqrt{12}\infty\right) = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$2\sqrt{3}\infty = \frac{\pi}{3}$$

$$\infty = \frac{\pi}{2 \cdot 3\sqrt{3}}$$

$$\infty = \frac{3}{3 \cdot 2\sqrt{3}}$$

$$\infty = \frac{1}{2\sqrt{3}} \text{ c}$$

(3) ЗСД

$$\frac{(M+m)V_0^2}{2} = \frac{kx_{max}^2}{2} + A_{F_{trp}}, \text{ где } x_{max} - \text{ максимум смещения, преджимка}$$

$A_{F_{trp}}$  - работа силы трения

$A_{F_{trp}} = \mu mg \cdot x_1$ , где  $x_1$  - перемещение бруска относительно доски

Ответ:  $\Delta x = 0,25 \text{ m}$

$$\infty = \frac{1}{2\sqrt{3}} \text{ c}$$

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

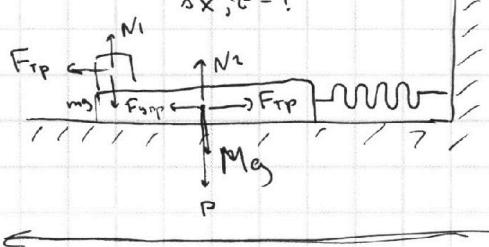
СТРАНИЦА  
1 из 2

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!

$$N1 \quad M=2kg \quad m=1kg \quad V_0=1m/s \quad k=36N/m$$

$$\mu=0,3 \quad g=10m/s^2$$

$\Delta x, t - ?$



X

В инерциальной С.О. доски второй закон

Иютони:

$$ma = F_{trp} - ma_1 \quad F_{upr} - F_{trp}$$

$$ma = F_{trp} - m \frac{F_{upr} - F_{trp}}{M}$$

$$ma = \frac{M+m}{M} F_{trp} - \frac{m}{M} F_{upr}$$

преду тем как бруск  
изгнёт перемещаться  
 $F_{trp}$  будет максимальной

пока  $a=0$  бруск  
покончил относительно  
доски

когда  $a < 0$ , бруск  
изгнёт перемещаться  
отн. доски

$$0 = \frac{M+m}{M} \mu mg - \frac{m}{M} F_{upr}; \quad F_{upr} = k \Delta x$$

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

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

$$\Delta x = \frac{(2kg+1kg) \cdot 0,3 \cdot 10m/s^2}{36N/m} = \frac{3}{36} m = \frac{1}{12} m = 0,25m$$

② Пока груз не изгнёт проскользить это  
обогните гармонические колебания бруска  
массой  $M+m$



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

 1 2 3 4 5 6 7СТРАНИЦА  
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!

№2

$$P_0 = 105 \text{ кПа}$$

$$t_0 = 37^\circ\text{C}$$

$$\varphi_0 = \frac{1}{3}$$

$$t = 33^\circ\text{C}$$

$$\frac{P_1}{P_0} > t^*, \frac{V}{V_0}$$

$$\textcircled{1} \quad \varphi = \frac{P_1}{P_{\text{пар}}}$$

по графику при  $t_0 = 37^\circ\text{C}$

$$P_{\text{пар}} = 30 \text{ кПа}$$

$$P_1 = \varphi \cdot P_{\text{пар}}$$

$$P_1 = \frac{1}{3} \cdot 30 \text{ кПа}$$

$$\underline{P_1 = 30 \text{ кПа}}$$

② Газы находятся в цилиндре под горшком, значит процесс изобарический ( $P_{\text{возд}} + P_{\text{пар}} = \text{const}$ )

$$P_{\text{возд}} V = \text{const} RT$$

$$P_{\text{пар}} V = \text{const} RT$$

$$\frac{P_{\text{возд}}}{P_{\text{пар}}} = \frac{\text{const}}{\text{const}}$$

тогда не наступает конденсации  
 $\text{const} = \text{const}$

$$\frac{P_{\text{возд}}}{P_{\text{пар}}} = \text{const}$$

До конденсации сумма и относительное давление воздуха и пара не изменяются, значит и сама давления постоянна

$$\text{при температуре } \underline{t^* = 69^\circ\text{C}} \quad P_{\text{пар}} = 30 \text{ кПа} = P_1 \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  конденсация наступает при этой температуре

$$\textcircled{3} \quad \cancel{\text{изобарический}} \quad \text{при } t_0 = 37^\circ\text{C} \quad P_{6,0} = P_0 - P_1 = (105 - 30) \text{ кПа}$$

$$P_{6,0} = 75 \text{ кПа}$$

$$\text{при } t = 33^\circ\text{C} \quad P_{\text{пар}} = 5 \text{ кПа} \quad P_6 = P_0 - P_{\text{пар}} = 100 \text{ кПа}$$

Кол-во молей воздуха не меняется в процессе

$$\begin{cases} P_{6,0} V_0 = \text{const} \\ P_6 V = \text{const} \end{cases}$$

$$\frac{P_6 V}{P_{6,0} V_0} = \frac{t}{t_0}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{P_{6,0} t}{P_6 t_0}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{75 \text{ кПа}}{100 \text{ кПа}} \cdot \frac{33^\circ\text{C}}{37^\circ\text{C}} = \frac{3}{4} \cdot \frac{33}{37}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{99}{388}$$

$$\text{Ответ: } P_1 = 30 \text{ кПа}; \quad t^* = 69^\circ\text{C}; \quad \frac{V}{V_0} = \frac{99}{388}$$

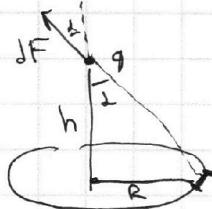
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

1) сила взаимодействия заряда с колцом:



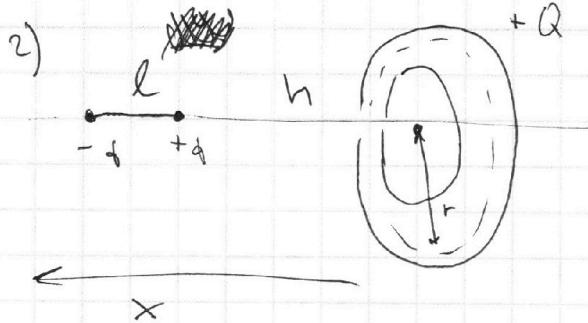
$$\cos \varphi = \frac{h}{\sqrt{h^2 + r^2}}$$

$$dF = \frac{kq dQ}{h^2 + r^2} \cdot \cos \varphi$$

$$F = \frac{kq Q}{h^2 + r^2} \cdot \frac{h}{\sqrt{h^2 + r^2}}$$

$$F = \frac{kq Q h}{(h^2 + r^2)^{3/2}}$$

$$\Psi = \frac{k Q q}{h^2 + r^2}$$



сила взаимодействия диполя с колцом:

$$F = \frac{k q Q h}{(h^2 + r^2)^{3/2}} - \frac{k q Q (h + l)}{((h + l)^2 + r^2)^{3/2}}$$

При пролёте частицы максимальная скорость будет, когда dipоль начинает влетать в положительный заряд находиться в токсе 0

Максимальная скорость будет достигаться в конце пролёта, когда отрицательный заряд находится в токсе 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  
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!

$$\textcircled{1} \quad \mathcal{E}_{in} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{dBSn}{dt} = -\frac{LdI}{dt}$$

$$dB_{Sn} = L dI$$

$$\int_{B_0}^0 dB \cdot S_n = \int_0^{I_0} LI \quad \left| \begin{array}{l} L_1 = L; L_2 = 3L \\ n, S_1 \\ I_0 - ? \end{array} \right.$$

$$B_0 S_{in} = LI_0$$

$$I_0 = \frac{B_0 S_{in}}{L}$$

~~Неверно~~

$$\textcircled{2} \quad I = \frac{dq}{dt} \quad \mathcal{E}_{in1} = \mathcal{E}_{in2} \quad \mathcal{E}_{in} dt = dI (L_1 + L_2)$$

В контуре без активного сопротивления сохраняется магнитный поток.

$$q = \int B(t) dt \quad = \frac{1}{2} \frac{6}{8} B_0 \cdot \frac{4}{8} t + \frac{2}{8} B_0 \cdot \frac{4}{8} t +$$

Ответ:  $I_0 \rightarrow \frac{B_0 S_{in}}{L}$

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 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!

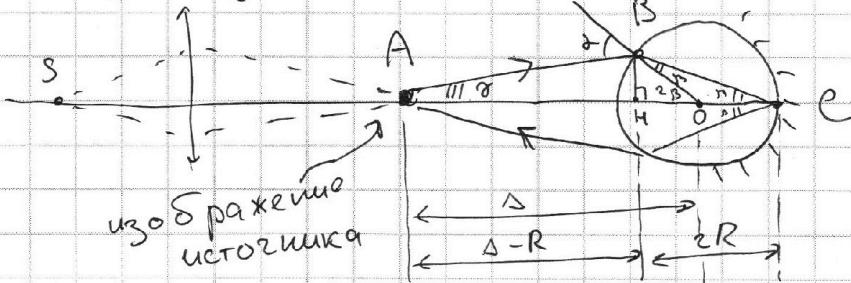
(2)

A - изображение источника

$$\angle OBC = \angle OCB = \beta; \quad \angle BOA = 2\beta$$

$$\angle OBA = 180 - 2\beta$$

$$\angle BAO = \gamma$$



$$\sin \gamma = n \sin \beta$$

$$\lambda = n \beta$$

$$Bd = (d - R) \tan \theta = 2R \cdot \tan \beta$$

$$(d - R) \theta = 2R \beta$$

$$\theta = \frac{2R}{d - R} \beta$$

$$\text{изображение} \Delta ABC: \lambda = \theta + 2\beta$$

$$\lambda = \frac{2R}{d - R} \beta + 2\beta = \beta \left( \frac{2R}{d - R} + 2 \right)$$

$$\lambda = n \beta \quad \beta \left( \frac{2R}{d - R} + 2 \right) = n \beta \quad d = 5,5 \text{ F} \quad R = 0,5 \text{ F}$$

$$n = \frac{2R}{d - R} + 2$$

$$n = \frac{2 \cdot 0,5 \text{ F}}{5,5 \text{ F} - 0,5 \text{ F}} = \frac{1}{5} + 2 \quad n = 2,2$$

$$\text{Ответ: } R = 0,5 \text{ F}; \quad n = 2,2$$

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 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!

$$\begin{aligned} a &= 1,1F \\ b &= 10,5F \\ \cancel{\Delta} &= 5,5F \\ R, n? & \end{aligned}$$

① Высчитаем расстояние до изображения, если бы после шара не было шара ( $c$  - расстояние до изображения)

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

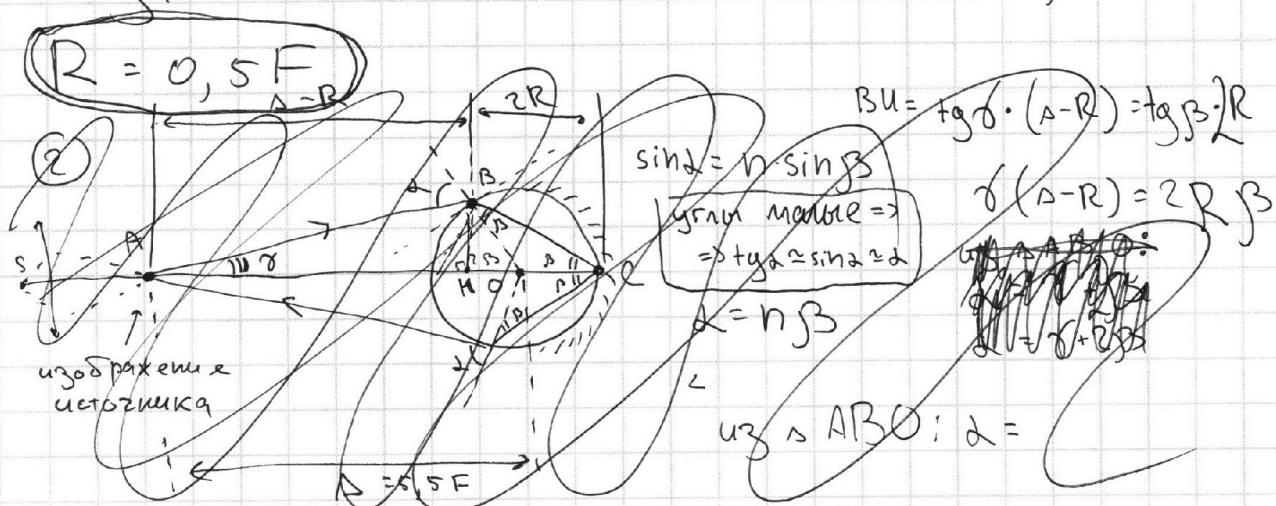
$$\frac{1}{c} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a} = \frac{a-F}{Fa}$$

$$c = \frac{1,1F^2}{1,1F-F} = \frac{1,1F}{0,1} = 11F$$

Изображение источника в системе "миза - шар" совпадает с источником при любом показателе преломления, залог тому в шаре вообще не преломляются, то есть, какими лугами падает перпендикулярии поверхности шара.

Это возможно, если без шара лучи собирались в точке, где сейчас находится его центр. С шаром лучи не будут преломляться и просто не изменятся.

$$\text{Тогда } c = b + R \quad R = c - b = 11F - 10,5F$$





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

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!

$$\sqrt{2} \tau = \frac{\pi}{3}$$

$$2\sqrt{3} \tau = \frac{\pi}{3}$$

$$\tau = \frac{\frac{\pi}{3}}{3 \cdot 4\sqrt{3}} = \frac{\frac{\pi}{3}}{12\sqrt{3}} = \frac{1}{24\sqrt{3}} \text{ с}$$

③ P C.O. доски

$$m a_2 = F_{Tp} - m g \quad m a_1 = F_{Tp} - m \frac{F_y - F_{Tp}}{M} = F_{Tp} + \frac{m}{M} F_{Tp} - \frac{m}{M} F_y$$

$$m a_2 = \frac{M+m}{M} F_{Tp} - \frac{m}{M} F_y \quad \text{когда } a_2 > 0 \text{ брускок начал двигаться}$$

$$0 = \frac{M+m}{M} \mu m g - \frac{m}{M} k_{Ax} x$$

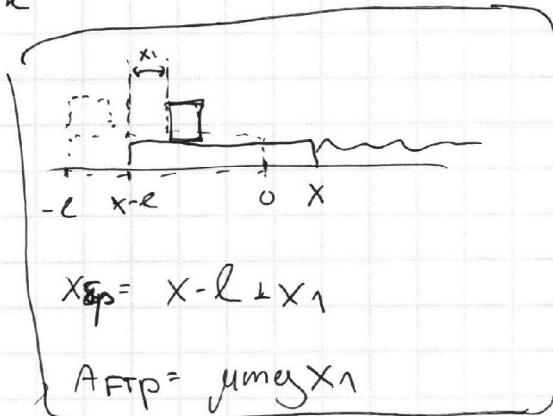
$$\frac{k_{Ax}}{M} x = \frac{M+m}{M} \mu m g \quad x = \frac{(M+m) \mu m g}{k}$$

когда  $a_2 > 0$  ( $F_{Tp} = \mu m g$ )

$$m a_2 = \frac{M+m}{M} F_{Tp} - \frac{m}{M} F_y$$

$$m a_2 = \frac{M+m}{M} \mu m g - \frac{m}{M} \cdot k \cancel{x}$$

$$a_2 = \frac{M+m}{M} \mu g - \frac{1}{M} k x$$



N2.

$$P_0 = 105 \text{ kPa}$$

$$T_0 = 27^\circ \text{C}$$

$$\varphi_0 = \frac{1}{3}$$

$$P_1$$

$$\textcircled{1} \quad \varphi = \frac{P_1}{P_{4.0}} \quad \text{установка}$$

$$P_1 = P_{4.0} \cdot \varphi$$

$$P_{4.0} = 30 \text{ kPa}$$

$$\textcircled{2} \quad P_1 = 30 \cdot \frac{1}{3} \text{ kPa} = 30 \text{ kPa}$$

\textcircled{2}

$$P_{\text{нагр}} V = \frac{P_0}{\varphi} RT \quad (P_{\text{нагр}} < P_{4.0})$$

$$P_{\text{безз}} V = \frac{P_0}{\varphi} RT$$

$$P_{\text{нагр}} + P_{\text{безз}} = \text{const}$$

$$\frac{P_0}{\varphi} = \text{const}$$

$$\frac{P_0}{\varphi}$$

$$P_S = P_0 + mg$$

$$P = P_0 + \frac{mg}{S} - \text{const}$$

$$PV = \frac{m}{M} RT = \frac{m}{M} RT$$

$$S = \frac{m}{V} = \frac{mP}{RT}$$

$$\frac{P_{\text{нагр}}}{P_{4.0}} = \frac{\frac{mP}{RT}}{\frac{mP_{4.0}}{RT}} = \frac{P}{P_{4.0}}$$

$$P_{\text{безз}} = P_0 - P_1 = 105 - 30 = 75 \text{ kPa}$$



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**.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

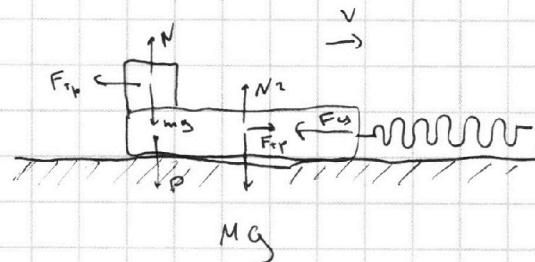
СТРАНИЦА  
ИЗ

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!

$$\begin{aligned} N^1 \\ M = 2 \text{ кг} \\ m = 1 \text{ кг} \\ V_0 = 1 \text{ м/с} \\ k = 36 \text{ Н/м} \\ \mu = 0,3 \\ g = 10 \text{ м/с}^2 \end{aligned}$$

$\Delta x - ?$

$\approx - ?$



$$① Ma_i = F_y - F_{sp}$$

$$ma_i = F_{sp}$$

пока  $a_1 = a_2$  брусков не  
занимаются относит.  
доска

$$a_1 > a_2$$

$$\frac{F_y - F_{sp}}{M} > \frac{F_{sp}}{m}$$

$$\frac{F_y}{M} > F_{sp} \left( \frac{1}{M} + \frac{1}{m} \right) = F_{sp} \cdot \frac{M+m}{Mm}$$

$$U = \frac{k \cdot r \cdot M}{c^2}$$

$$K \cdot x > M \cdot \mu m g \cdot \frac{M+m}{Mm} = \mu g (M+m)$$

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

$$= \frac{0,3 \cdot 10}{36} \frac{m^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}} = \frac{1}{4} M$$

$$\Delta x = \frac{0,3 \cdot 10}{36} \frac{\text{м} \cdot \text{кг}}{\text{с}^2 \cdot \text{Н}} (1+2) \text{ кг} = \frac{3}{36} \cdot 3 \frac{\text{м} \cdot \text{кг}}{\text{с}^2 \cdot \text{Н}} =$$

$$\Delta x = 0,25 \text{ м}$$

② Если без бруска груз массом  $M+m$ , то это просто колебания

$$\frac{(M+m) V_0^2}{2} = \frac{k A^2}{2}$$

$$(M+m) V_0^2 = k A^2$$

$$A = \sqrt{\frac{M+m}{k}} \cdot V_0$$

$$\begin{cases} ma + kx = 0 \\ \ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0 \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \end{cases}$$

$$x(t) = A \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right)$$

$$x(\tau) = \Delta x = A \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \tau\right)$$

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{2\sqrt{3}} \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{36}{3}} \tau\right) \quad \sin\left(\sqrt{\frac{12}{3}} \tau\right) = \frac{\sqrt{3}}{2}$$





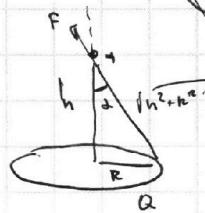
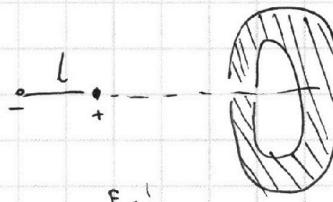
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
ИЗ

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

№3

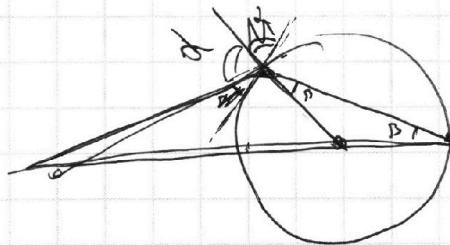


$$F = \frac{kqQ}{h^2 + R^2} \cdot \frac{h}{\sqrt{h^2 + R^2}}$$

$$F = \frac{kqQ h}{(h^2 + R^2)^{3/2}}$$

$$\varphi = \frac{kqQ}{R}$$

$$\varphi = \frac{kqQ}{h^2 + r^2}$$



Решение

$$\frac{2mV_{min}^2}{2} - \frac{kqQ}{r^2 + L^2} = \frac{2mV_{max}^2}{2} + \frac{kqQ}{r^2 + L^2} - \frac{kqQ}{r^2}$$

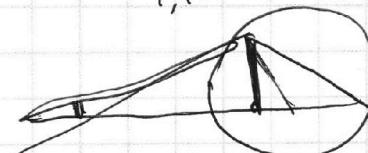
$$n = \frac{0,5}{5} + 2 = \frac{5}{50} + 2 = + \frac{kqQ}{r^2}$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{1,1F} + \frac{1}{P} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{b} = \frac{1}{F} - \frac{1}{1,1F} = \frac{1,1F - F}{1,1F^2}$$

$$\alpha = n\beta$$

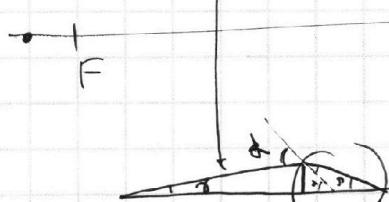
$$\beta (\frac{R}{a-R} + 2) = n\beta$$

$$n = (\frac{R}{a-R} + 2)$$

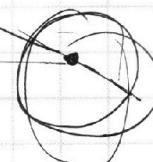


$$\frac{1}{b} = \frac{0,1}{1,1F} = \frac{1}{11F}$$

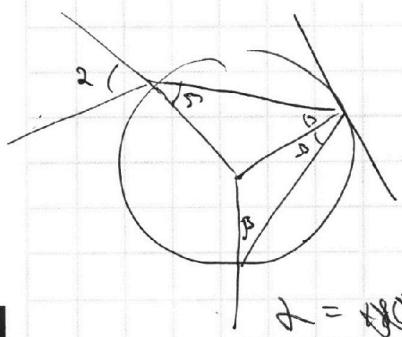
$$b = 11F$$



$$R = 0,5F$$



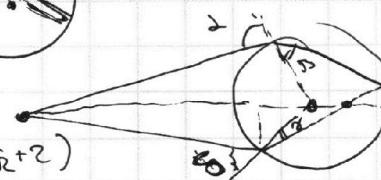
$$L = 2\beta$$



$$\alpha = 180^\circ - \beta + 2\beta = \beta(\frac{R}{a-R} + 2)$$

$$(a-R)\beta = R\beta$$

$$\beta = \frac{R}{a-R}\beta$$





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!

$$\begin{aligned} P_{\text{нн}} V' &= \omega_n R T^* \\ P_6 V' &= \omega_6 R T^* \\ (\omega_n + \omega_6) V' &= (\omega_n + \omega_6) R T^* \end{aligned}$$

$$\frac{V'}{V} = \frac{T}{T^*}$$

~~( $\omega_n = \omega_6 = \omega$ )~~

$$\frac{P_{\text{нн}} \pi_{\text{нн}}}{P_{\text{Богз}}} = \frac{\omega_n}{\omega_6} = \text{const}$$

$P_{\text{нн}} + P_{\text{Богз}} = \text{const}$

$$\text{при } t^* \quad P_{\text{нн}}(t^*) = P_1 \Rightarrow t^* = 68^\circ$$

3) при  $t = 33^\circ \text{ C}$

$$P_{\text{нн}} = P_{\text{нн}}(t) = 5kPa$$

$$P_{\text{Богз}} = 100kPa$$

$$P_6, V_1 = \omega_6 R T_1$$

$$P_6, V_2 = \omega_6 R T_2$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{75kPa}{100kPa} \cdot \frac{33^\circ C}{68^\circ C} = \frac{3}{4} \cdot \frac{33}{68} = \frac{99}{388}$$

$$P_6, V_1 = \omega_6 R T_1$$

$$P_6, V_2 = \omega_6 R T_2$$

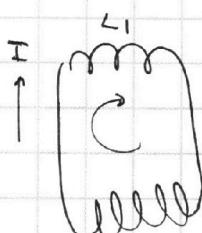
$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1 \cdot T_2}{P_6 \cdot T_1}$$

$$W = \frac{L I^2}{2}$$

N

$$\epsilon_{in} dt = L dI$$

$$\epsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -L \frac{dI}{dt} = -\frac{dB_S}{dt} \quad d\Phi = L dI \quad \Phi = n \cdot B \cdot S$$



$$-L_1 \frac{dI}{dt} - L_2 \frac{dI}{dt} = 0$$

$$-\frac{dB_1 S_1}{dt} - \frac{dB_2 S_2}{dt} = 0 \quad dB_1 < 0 \quad dB_2 > 0$$

$$\begin{aligned} L_1 &= L \\ L_2 &= 3L \end{aligned}$$

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

$$\epsilon_{in1} = \epsilon_{in2}$$

$$B_0 h S = L_1 I + L_2 I$$

$$B_0 h S = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$



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

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!