



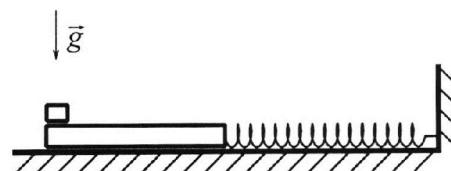
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинную доску массой  $M = 2$  кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брускок массой  $m = 1$  кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жесткостью  $k = 50$  Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске  $\mu = 0,3$ . Доску отпускают, она начинает движение, а брускок начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первого раз, относительное движение бруска по доске прекращается. 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.

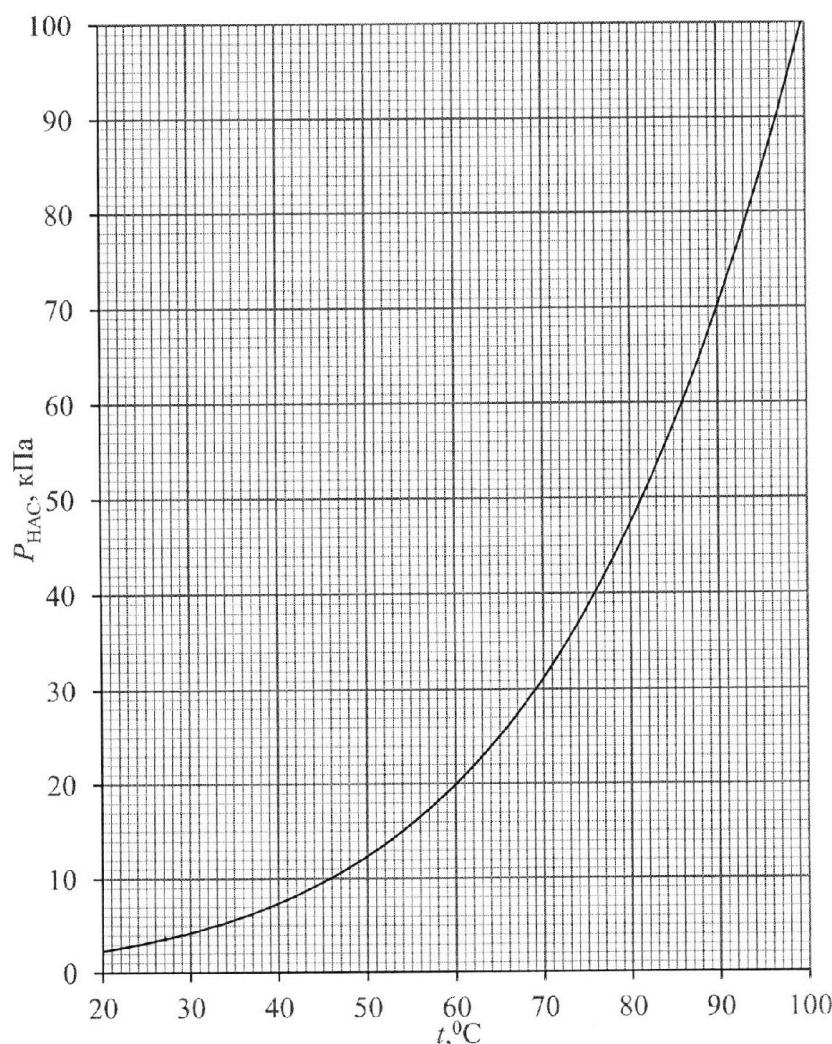


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре  $t_0 = 27$  °C и жидкую воду. Масса жидкой воды в 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры  $t = 97$  °C. В результате вся вода превращается в пар. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти отношение масс пара в конце и в начале нагревания.
- 2) Найти температуру  $t^*$ , при которой прекратится испарение воды.
- 3) Найти относительную влажность  $\phi$  в конце нагревания.

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





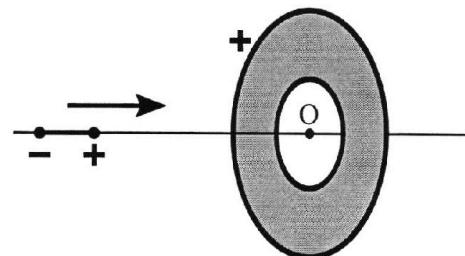
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**



**Вариант 11-02**

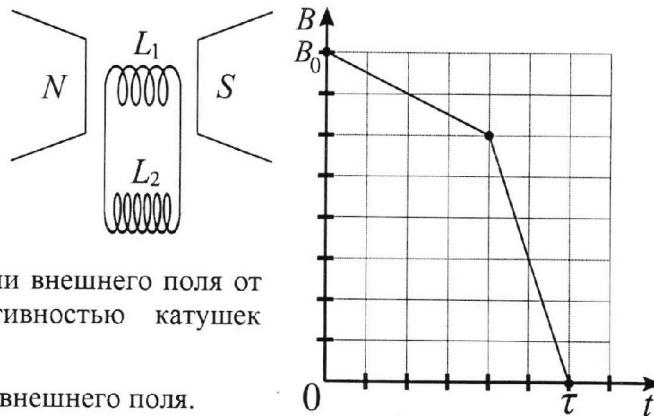
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

- 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  $V_0$ . Заряды диполя уменьшают по модулю в 2 раза и сообщают диполю начальную скорость  $V_0$ .



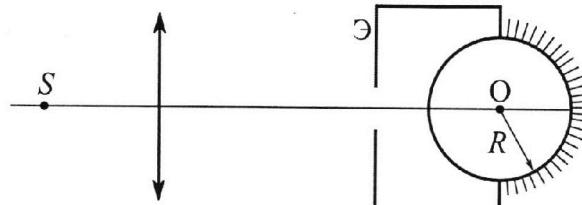
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

- 4.** Катушка индуктивностью  $L_1 = L$  с числом витков  $n$  и площадью каждого витка  $S_1$  находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией  $B_0$ . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью  $L_2 = 6L$  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  $L_2$  в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку  $L_2$  за время выключения внешнего поля.

- 5.** На главной оптической оси тонкой собирающей линзы расположены центр  $O$  прозрачного шара радиуса  $R$  и точечный источник  $S$  (см. рис.). Расстояние между источником  $S$  и центром линзы  $a = 2R$ . 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  $b = 7R$ , то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти фокусное расстояние линзы  $F$ .

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы уменьшилось на  $\Delta = 4R$ , изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

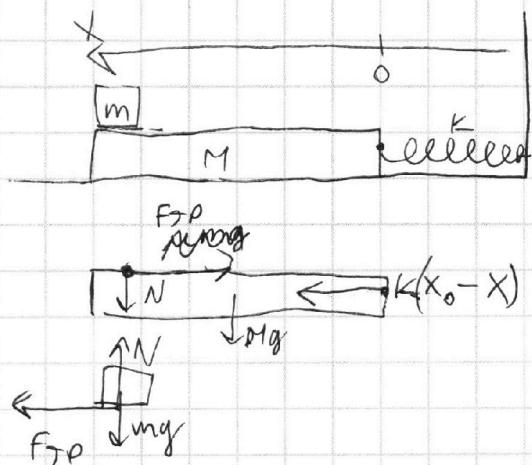
Отражение света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран  $\mathcal{E}$  обеспечивает малость углов  $\alpha$  лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения  $\sin \alpha \approx \alpha$ .

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 6

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



Введем ось X от стены,

точка выберем в начальном положении блоку при его смещении от стены.

$x_0$  — начальное сжатие пружины

$x$  — текущее сжатие смещение доски по полу

$$(1) mg = N$$

$$(2) F_f = Ma_m \quad a_m - \text{ускорение бруска}$$

$$(3) K(x_0 - x) - F_f = Ma_m \quad a_m - \text{ускорение доски}$$

Пока есть проскальзывание:  $(4) F_f = \mu N = \mu mg$

Фрикционный

2) ~~Решение~~

~~Дифференциальное~~

$$F_f = \mu M \frac{d^2x}{dt^2}$$

$$\begin{aligned} & \text{Начальное сжатие} \quad 3 \text{ по } X \text{ от } 0 \text{ до } x_0 \\ & (K(x_0 - x) - F_f) dx = M a_m dx \\ & -K \frac{(x_0 - x)^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} + F_f x_0 - M \int \frac{dx}{dt} dx = M \int d^2x_M \cdot v_M = M \frac{v_0^2}{2} \end{aligned}$$



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 6

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

$$M \ddot{x}_M + kx + F_{\text{pp}} - kx_0 = 0$$

$$d_M + \frac{k}{M} \left( x + \frac{F_{\text{pp}}}{k} - x_0 \right) = 0$$

$$x + \frac{F_{\text{pp}}}{k} - x_0 = A \sin(\omega t + \varphi_0), \text{ где } \omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$x = 0 \quad t = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{F_{\text{pp}}}{k} - x_0 = A \sin(\varphi_0)$$

$$d_M = -\omega^2 A \sin(\omega t + \varphi_0) \quad d_M(0) = -\omega^2$$

$$t = 0 \Rightarrow$$

~~$$M \ddot{x}_M + F_{\text{pp}} = -\frac{k}{M} A \cos(\varphi_0)$$~~

~~$$F_{\text{pp}} - kx_0 = A \cos(\varphi_0)$$~~

$$\frac{dV_m}{dt} = Mg \quad \int_0^{t_m} dV_m = Mg \int_0^t dt$$

$$V_m = g t$$

$$x_m = Mg \frac{t^2}{2}$$

Когда движущийся груз по засеке,

~~ускорение засеки сравнивается с~~ ускорение засеки становится

равно нулю, это означает что засека

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  
3 из 6

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

~~Р~~ Движение в звот момента разжата пружине, тем в начале, в начальное положение доски не проводится начального. Тогда значит если падет брускок когда-то проходит поршень забывание, ускорение доски становится например кратчайше

Ускорение доски до остановки проходит забывание положительно. В момент достижения нуля, пружина разжата не полностью. Если включить в ускорение от пружины не становится больше, значит проходит забывание не получается снова в процессе движения.

$$k(x_0 - x) - f_{\text{тр}} = mg$$

$$x = x_0 - \frac{mg}{k}$$

$$a_m = a_m \Rightarrow \frac{k(x_0 - x) - f_{\text{тр}}}{M} = \frac{f_{\text{тр}}}{m}$$

$$\frac{k(x_0 - x)}{M} - \frac{f_{\text{тр}} M + f_{\text{тр}} m}{M m} = f_{\text{тр}} \frac{(M + m)}{M m}$$

$$f_{\text{тр}} = \frac{k m (x_0 - x)}{M + m} \leftarrow \text{Верно в 1-й момент времени, начальная } \in \text{Начало прохода забывания.}$$

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  
4 из 6

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

Момент ости = 0

$$\mu mg = M + m$$

$$\Delta x = x_0 - x = \frac{\mu(M+m)g}{K} = \frac{0,3 \cdot 10}{50} = \frac{3}{50} = 0,18 \text{ м}$$

Когда  $d_M = 0$ :

$$k(x_0 - x) - F_{\text{тр}} = 0$$

$F_{\text{тр}}$  все еще равно  $\mu mg$ , т.к. движение груза по боку закончилось в этот момент.

$$x_0 - x_1 = \frac{\mu mg}{K} = \frac{0,3 \cdot 1 \cdot 10}{50} = \frac{3}{50} = 0,06 \text{ м}$$

Перейдем в с0 боки

$$d_M = \frac{k(x_0 - x) - F_{\text{тр}}}{M}$$

$$m a_m = F_{\text{тр}} - \frac{m}{M} (k(x_0 - x) - F_{\text{тр}}) = F_{\text{тр}} \left(1 + \frac{m}{M}\right) - \frac{m k}{M} (x_0 - x)$$

~~$$m a_m = F_{\text{тр}} \cdot \frac{3}{2} - \frac{k x_0}{2} - \text{затухание} \cdot \frac{1}{2} - k x_0 \cdot \frac{1}{2}$$~~

$$m a_m = \mu mg \left(1 + \frac{m}{M}\right) - \frac{m k}{M} (x_0 - x) \text{ eq}$$



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  
Σ ИЗ 6

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

$$\cancel{V_0(0) = kx_0 - \mu mg}$$

$$V = -\omega A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$V_0(0) = 0 = -\omega A \cos(\varphi_0) \Rightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A = \frac{F_{\text{р}}}{k} = x_0$$

$$x = \cancel{x_0} \left( x_0 - \cancel{\frac{\mu mg}{k}} \right) \left( 1 - \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right) \right)$$

$$a = \left( \frac{kx_0}{m} - \mu g \right) \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right)$$

$$\frac{x}{1 - \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right)} = x_0 - \frac{\mu mg}{k} \quad x \geq 0, t \geq 0$$

$$\frac{x}{1 - 1 + \frac{k t^2}{2 m}} = x_0 - \frac{\mu mg}{k}$$

$$x_0 = \frac{\mu mg}{k} + \frac{2m x}{k t^2} = \frac{\mu mg}{k} + \frac{m a_m}{k}$$



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  
6 ИЗ 6

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

Ответ: 1)  $0x_9 = 0,18$

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

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

СТРАНИЦА  
1 из 3

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

$$M = 11 \text{ м}$$

$\sqrt{ } - \text{КОЛ-ВО ВОДЫ}$

$\sqrt[3]{ } - \text{КОЛ-ВО ВОЗДУХА}$

∅ Аля сухого воздуха:

$$\frac{P_{c_0}}{T_0} = \frac{P_{c_2}}{T} - P_c - \text{давление сухого воздуха}$$

$$\emptyset 1) \frac{M+m}{m} = \frac{12 \text{ м}}{\text{м}} = 12$$

$$P_{\text{нас}_0} \cdot V = \frac{1}{12} \cdot R \cdot T_0$$

$$P_{c_0} \cdot V = \sqrt[3]{R} T_0$$

$$P_{\text{нас}_1} \cdot V = \sqrt{R} T_1$$

$$12 \frac{P_{\text{нас}_0}}{T_0} = \frac{P_{\text{нас}_1}}{T_1}$$

$$12 \cdot \frac{3,5 \text{ Па}}{300 \text{ К}} = \frac{P_{\text{нас}_1}}{T_1} \frac{R}{K}$$

Проверим температуру  $t = 90^\circ\text{C}$   $T = 363 \text{ K}$

$$\frac{P_{\text{нас}_1}}{T} = \frac{70}{353} \approx 0,19 - \text{слишком мало}$$

тогда  $t = 87^\circ\text{C} \approx 364 \text{ K}$

$$\begin{array}{r} 363 \ 70 \\ 353 \ 51 \\ \hline 130 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 70 \\ 0 \\ \hline 700 \\ 60 \\ \hline 100 \\ 90 \\ \hline 10 \\ 7 \\ \hline 17 \end{array} \quad \begin{array}{r} 363 \\ 0 \\ \hline 363 \\ 0 \\ \hline 17 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 300 \ 72 \\ 29 \ 65 \\ \hline 60 \\ 55 \\ \hline 15 \\ 13 \\ \hline 2 \\ 2 \\ \hline 3 \\ 3 \\ \hline 70 \end{array} \quad \begin{array}{r} 300 \\ 29 \\ \hline 10 \\ 9 \\ \hline 1 \\ 1 \\ \hline 3 \\ 3 \\ \hline 70 \end{array}$$

$$\frac{3,5}{25} = \frac{14}{100} = 0,14$$

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

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

СТРАНИЦА  
2 из 3

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

$$\cancel{P_{\text{рас}} = \frac{9}{370}}$$

$$\cancel{- 919 / 370}$$

$$\cancel{- 73 / 369}$$

$$\cancel{\begin{array}{r} 0,20 \\ - 73 \\ \hline 919 \end{array}}$$

$$\cancel{- 70 / 363}$$

$$\cancel{\begin{array}{r} 0,1 \\ - 70 \\ \hline 900 \end{array}}$$

$$\cancel{- 363 / 1}$$

$$\cancel{\hline 370}$$

$$\cancel{P_{\text{рас}}} = \cancel{\frac{73}{369}}$$

$$T_{\text{ориг}} \quad t = 81^{\circ}\text{C} = 859 \text{ K}$$

$$P_{\text{рас}} = 60 \text{ kPa}$$

$$\begin{array}{r} 60 / 359 \\ - 0 / 0,16 \\ \hline 600 \\ - 359 \\ \hline 2410 \end{array}$$

- МНОГО

$$t = 81^{\circ}\text{C} = 354 \text{ K}$$

$$P_{\text{рас}} = 49 \text{ kPa}$$

$$\frac{P_{\text{рас}}}{T} = \frac{49}{354}$$

$$\begin{array}{r} 49 / 354 \\ - 0 / 0,141 \\ \hline 490 \\ - 354 \\ \hline 1460 \\ - 1416 \\ \hline 440 \end{array}$$

$$t^* = 49^{\circ} \quad T^* = 354 \text{ K}$$

После  $t^*$ :  $\frac{P}{T} = \text{const}$ , т.к. воздух более не используется.

$$\frac{P_{\text{рас}}}{P^*} = \frac{P(t=370)}{P_{\text{рас}}(t=49)} = \frac{T}{T^*} = \frac{370}{354} \quad P = \frac{370 \cdot 49}{354}$$



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  
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!

$$\begin{array}{r} \times 370 \\ \hline 333 \\ 148 \\ \hline 18130 \\ -1770 \\ \hline 430 \\ -354 \\ \hline 760 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 51,5 \\ 0 \\ \hline 515 \\ -455 \\ \hline 600 \\ -546 \\ \hline 540 \\ -455 \\ \hline 850 \end{array} \left| \begin{array}{l} 91 \\ 0,565 \end{array} \right.$$

$$\rho \approx 51,5 \text{ кг/м}^3$$

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{рас}}^*} = \frac{51,5}{91} \approx 0,57$$

Ответ: 1) 12 2) 49°C 3)  $\varphi \approx 0,57$

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

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

СТРАНИЦА  
1 из 2

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

1) Механика Задача:

потенциальная энергия в силу симметрии.

$$\frac{m v_0^2}{2} + 0 = \frac{m v_1^2}{2} + q \cdot \varphi - q \cdot \varphi = \frac{m v_1^2}{2}$$

$$v_1 = v_0$$

$$\frac{d}{dx} \sqrt{a^2 + x^2} = \frac{2x}{2\sqrt{a^2 + x^2}} = \frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}}$$

Метод сил

$$\frac{d}{dx} \frac{X}{\sqrt{a^2 + x^2}} = \frac{\sqrt{a^2 + x^2} - \frac{x^2}{\sqrt{a^2 + x^2}}}{a^2 + x^2} = \frac{a^2}{\sqrt{a^2 + x^2}^3}$$

Метод замещения

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + q(\varphi_+ - \varphi_-) = \frac{m v_1^2}{2} + q(\varphi_+ - \varphi_-)$$

Найдем  $\varphi$  для диска с  $\delta$  на оси  $x$

$$\varphi = \int d\varphi = \int_{r_1}^{r_2} \frac{2\pi r dr}{\sqrt{r^2 + x^2}} = kT \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{\sqrt{r^2 + x^2}} = kT \ln \frac{\sqrt{r_2^2 + x^2}}{\sqrt{r_1^2 + x^2}} = 2kT \ln \left| \sqrt{r_2^2 + x^2} - \sqrt{r_1^2 + x^2} \right|$$

$$\Delta \varphi_{\max} \frac{m v_0^2}{2} = q \Delta \varphi_{\max} \Delta \varphi_{\max}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = q \Delta \varphi_{\max} + \frac{m v_{\min}^2}{2}$$

$$(m-1) \frac{m v_0^2}{2} = 2m v_{\min}^2 \Rightarrow v_{\min} = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = -q \Delta \varphi_{\max} + \frac{m v_{\max}^2}{2} \quad \text{и } \frac{3}{4} \frac{m v_0^2}{2} = \frac{v_{\max}^2}{2} \quad v_{\max} = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$$



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

1

2

3

4

5

6

7

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!

$$\text{Задача } 1: \quad \vartheta_{\max} - \vartheta_{\min} = (\sqrt{3} - 1) \frac{\vartheta_0}{\sqrt{2}}$$

$$\text{Решение: } 1) \quad \vartheta = \vartheta_0 \quad 2) \quad \Delta \vartheta = (\sqrt{3} - 1) \frac{\vartheta_0}{\sqrt{2}}$$

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

1

2

3

4

5

6

7

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!

$$\text{Кирхгофф: } -n \cdot S_1 \cdot \frac{d\beta}{dt} - L_1 \dot{I} - L_2 \dot{I} = 0$$

интегрируем:

$$L = n \cdot (L_1 + L_2) I_0 = n \cdot S \cdot \Delta \beta = n \cdot S_1 \beta_0$$

$$I_0 = \frac{n S_1 \beta_0}{L_1 + L_2}$$

$$\begin{aligned} n \cdot (L_1 + L_2) \int_0^T \beta dt &= n \int_0^T \beta dt = \left( \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{4} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{2}{3} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{4} \right) \beta_0 T \\ &= \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{72} + \frac{1}{8} \right) \beta_0 T \cdot n S_1 = \frac{17}{24} \beta_0 T \cdot n S_1 \end{aligned}$$

$$\text{Ответ: 1) } I_0 = \frac{n S_1 \beta_0}{L_1 + L_2} \quad 2) \beta = \frac{17}{24} \beta_0 T \cdot n S_1$$

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.

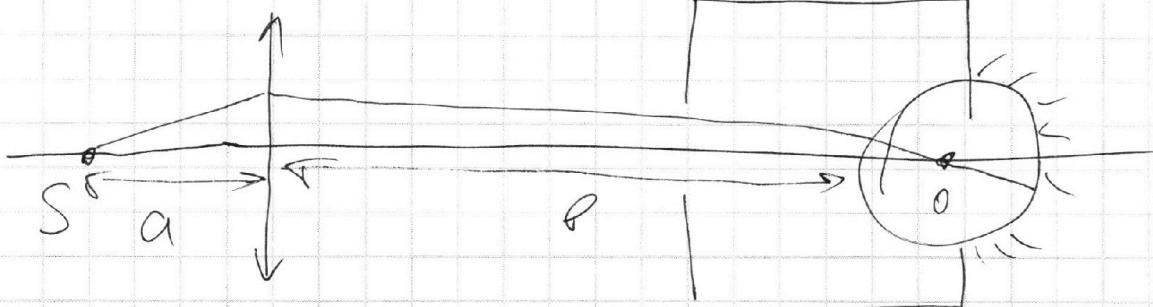
- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                                   | 6                        | 7                        |
| <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!

$$a = 2R$$

$$\beta = 7R$$



Все лучи должны проходить через  $O$ , т.к.

В таком случае они будут просто разворачиваться  
и сговариваться обратно в  $S$ .

тогда  $O$  - изобр. т.  $S$  в зеркале

$$\frac{1}{S_1} + \frac{1}{\beta + R} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{8R} = \frac{1}{F}$$

$$F = \frac{8R}{5}$$

В силу симметрии отражения будет в зеркале  
зеркало, причем лежащее  $F$  от  $O$ .

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.





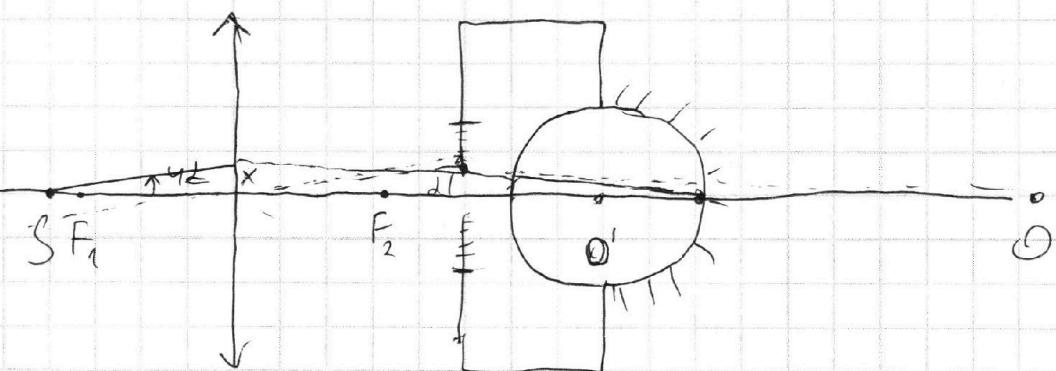




СТРАНИЦА

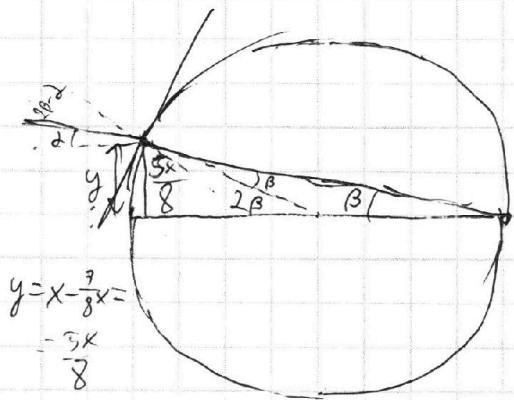
2 из 2

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!



144 В61Х03Ч ИЗ 3 источника под углом γ₂

Посчитаем ХГАИ по картинке



$$y = x - \frac{7}{8}x = -\frac{3}{8}x$$

$$2R \cdot \gamma_2 = x$$

$$2R \cdot \beta = \frac{5x}{8}$$

$$\beta = \frac{x}{8R}$$

$$\beta = \frac{5x}{76R} = \frac{5}{2} \gamma_2$$

$$\gamma_2 = n \cdot \frac{5}{2} \gamma_2$$

$$n = \frac{8}{5}$$

$$\text{Ответ: 1) } F = \frac{8R}{5} \quad 2) n = \frac{8}{5}$$