



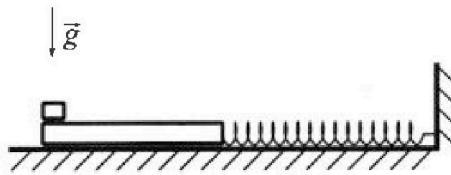
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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. Коеффициент 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/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

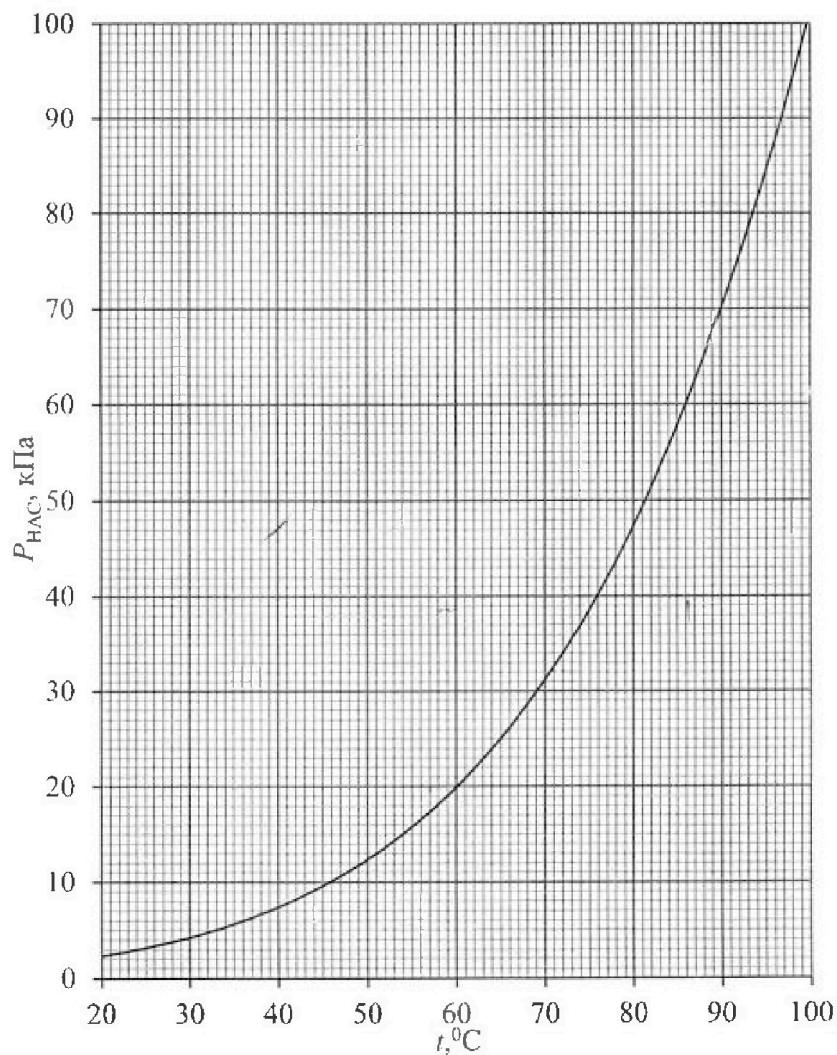


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °C и жидкая вода. 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 ϕ в конце нагревания.

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

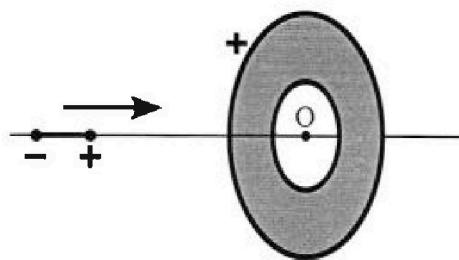


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

Вариант 11-02

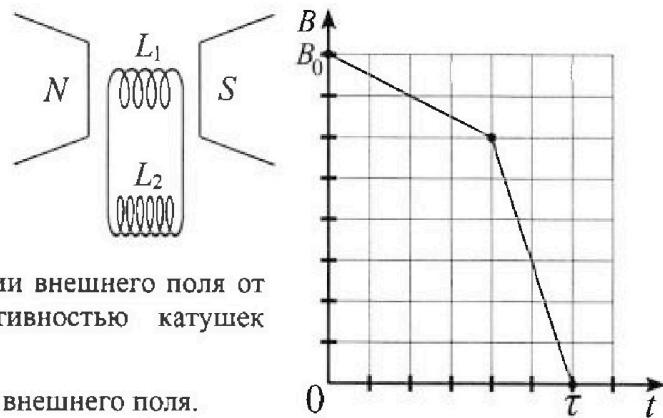
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

- 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 .



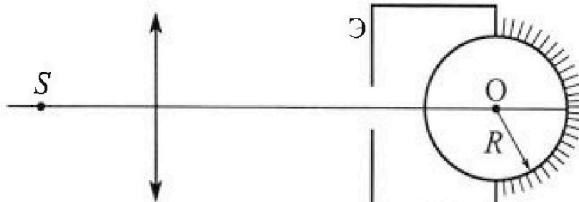
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

- 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 t . 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 α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.



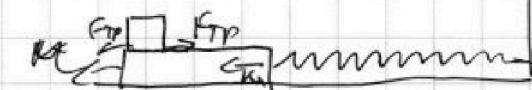
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



Блок массы m лежит на горизонтальной доске с коэффициентом трения μ . На него действует сила F_{Tp} вправо.

II Задача



$$Kx - \mu mg = Ma_1 - \text{ускорение доски}$$

ускорение доски

Первое уравнение: первое движение

$\mu mg - Ma_1$

$$\mu mg = Ma_1 = \frac{Kx}{m} = 0,2 \text{ м/с}^2$$

Второе уравнение: движение доски

$$Ma_1 = \mu mg \rightarrow a_1 = \sqrt{\frac{\mu mg}{m}} = \sqrt{\frac{0,2 \cdot 10}{50}} = \sqrt{\frac{2}{5}} = 0,63 \text{ м/с}^2$$

$$\Delta E_{\text{пруж}} = \frac{Kx^*}{2} - \frac{Kx_0}{2}; \text{ где } x^* - \text{расстояние пруж. в}$$

момент, когда $a_1 = 0$; x_0 - начальное расстояние

$$F_{Tp} \cdot S = \Delta E_{\text{пружин}} = \frac{mV^2}{2}$$

$$F_{Tp} \cdot S = \Delta E_{\text{пружин}} + \Delta E_{\text{пружин}} = \frac{mV^2}{2} + \frac{Kx^*}{2} - \frac{Kx_0}{2}$$

$$Kx^* - \mu mg = Ma_1$$

$$Kx^* - \mu mg = \frac{mV^2}{m}$$

$$Kx^* - \mu mg = Ma_1$$

$$Kx^* - \mu mg = \mu Mg$$

$$\mu mg - Ma_1^* = 0$$

$$Kx^* = \frac{\mu g \cdot (m + M)}{K} = \frac{9}{50} = 0,18 \text{ м}$$

3.2

$$Mx'' - Kx + \mu mg = 0 \quad x_2 = x(t) + \frac{\mu mg}{K} t$$

$$Kx'' + \frac{\mu mg}{m} = Mx'' \quad \text{коэф. дисперсии}$$

$$S = \frac{a \cdot t^2}{2} + \sqrt{\frac{10000}{9}} \cdot t \quad \rightarrow \frac{10000}{9(m+M)}$$

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 | 7 |
| <input checked="" 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!

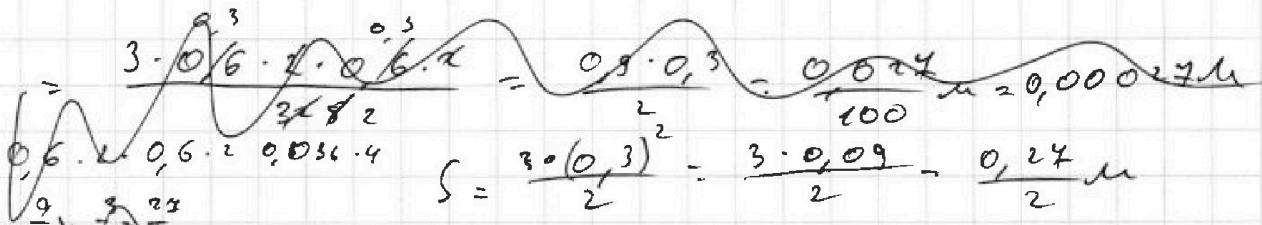
с др-шн колебаний

$$M\ddot{x} + Kx - \mu mg = 0 \quad M\ddot{x}'' + K \cdot x - \mu mg = 0 \quad \frac{3 \cdot 0,3}{2} = \frac{3 \cdot 9}{20} = \frac{27}{20}$$

$$x_2 = x(t) + \mu mg / K \rightarrow Mx_2'' + Kx_2(t) = 0 \quad \frac{3}{4} = \frac{12}{10} \text{ (вн)}$$

$$x_2'' + \frac{K}{M} x_2 = 0 \rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{K}} = T_{\text{колеб}} = 6 \cdot \sqrt{\frac{1}{25}} = \frac{6}{5} \text{ с} = 1,2 \text{ с}$$

$$S = \frac{a_2 \cdot t^2}{2} = \frac{a_2 \cdot (\text{ткод})^2}{2} = \frac{a_2 \cdot T_{\text{колеб}}^2}{32} = \frac{3 \cdot \left(\frac{6}{5}\right)^2}{32} = \frac{3 \cdot 1,44}{32} =$$



$$\mu mg S = \frac{M V^2}{2} \cdot \frac{V^2}{2} = \frac{K \mu g S}{2} = 0,3 -$$

$$\mu mg S = \frac{M V^2}{2} + \frac{K X^2}{2} - \frac{K X_K^2}{2}$$

$$\mu mg S = M \cdot \mu g S + \frac{K X^2}{2} - \frac{K X_K^2}{2}$$

$$0,3 \cdot 10 \cdot \frac{0,18}{2} = 2 \cdot 0,3 \cdot 10 \cdot \frac{0,27}{2} + \frac{50 \cdot 0,18}{2} - \frac{160 \cdot 0}{2}$$

$$\frac{50 \cdot 0}{2} = 0,024 \cdot 3 \cdot \frac{0,18}{2} + \frac{50 \cdot 0,18}{2} = \frac{81}{2} + \frac{9}{2} = 45$$

$$X_H^2 = \frac{45}{25} \quad X_H = \frac{3\sqrt{5}}{5} \text{ м} \quad | K X_K - \mu mg = M a_T$$

$$10 \cdot 3\sqrt{5} - 3 = 2 \cdot a_T \quad a_T = \frac{30\sqrt{5} - 3}{2} \text{ м/с}^2$$

$$\frac{V^2}{2} = \mu g S = \frac{0,18}{2} \cdot 3$$

$$V^2 = 0,27 \cdot 3 \rightarrow V = \sqrt{\frac{3 \cdot 9}{20}} = \frac{3}{2\sqrt{5}} = \frac{9}{20} \text{ м/с}$$

$$\frac{3 \cdot 9 \cdot 3 \cdot 5}{200} \quad \text{Ответ: } X^* = 0,18 \text{ м; } a_T = \frac{30\sqrt{5} - 3}{2} \text{ м/с}^2, V = 0,9 \text{ м/с}$$

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
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!

$$\rightarrow \frac{P_X}{P_{K1}} = \frac{12 T_X}{T_0} \Rightarrow P_X = \frac{12 \cdot P_{K1}}{T_0} \cdot T_X = \frac{12 \cdot 135}{27} T_X$$

$$\frac{12 \cdot 135 \cdot 6 \cdot 2 \cdot 42}{240 \cdot 10 \cdot 3^3} = \frac{42}{27} \cdot P_T X \quad P_X = \frac{42}{27} P_T X$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P \cdot 91 \cdot V_0 = P_K \cdot R \cdot 27 \\ 3,5 \cdot V_0 = \frac{x}{27} \times R \cdot 27 \end{array} \right.$$

$$\frac{91}{27} \cancel{P} \cancel{R} \cancel{V_0} = \frac{91}{27} \cancel{X}$$

$$\frac{91 \cdot 27}{3,5 \cdot 91} = \frac{27}{x}$$

$$P_X \cdot V_0 = 12 \cdot 27 \cdot R \cdot T_X$$

$$\cancel{P} \cancel{V_0} \cancel{R} \cancel{T_X} = \frac{12}{27}$$

$$T_X = \frac{27 P_X}{3,5 \cdot 12} = \frac{27}{42} P_X$$

$$3,5 \cdot V_0 = \cancel{P} \cancel{R} \cancel{X} \cdot 27$$

$$\left[\begin{array}{l} m_H \\ m_B \end{array} \right]$$

$$\left[\begin{array}{l} P_K \\ m_{HMB} \\ \cancel{T_K} \end{array} \right]$$

$$\left[\begin{array}{l} P_K^* \\ m_{HMB} \\ T_K \end{array} \right]$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_K^* \cdot V_0 = 12 \cdot 27 \cdot R \cdot T_K \\ P_K^* \cdot V_0 = 12 \cdot 27 \cdot R \cdot 91 \end{array} \right.$$

$$P_K \cdot V_0 = 27 R T_0$$

$$\frac{P_K^*}{P_K} = 12 \cdot \frac{T_K}{T_0} \quad P_K^* = 3,5 \cdot 12 \cdot \left(\frac{91+27}{27+27} \right) = 3,5 \cdot 12 \cdot \left(\frac{340}{300} \right) =$$

$$= \frac{35}{10} \cdot \frac{4}{27} \cdot \frac{34}{20} = \frac{4 \cdot 35 \cdot 37}{100 \cdot 65} = \frac{4 \cdot 37}{5} = \frac{259}{5} \text{ kPa} = 51,8 \text{ kPa}$$

$$\frac{270 + 91}{5} = \frac{361}{5} \quad \varphi = \frac{P_K^*}{P_K \cdot n(91^\circ)} = \frac{51,8}{91} = \frac{259}{455}$$

$$P_X = \frac{12 \cdot 3,5 \cdot T_X}{300} = \frac{42}{300} T_X \quad \begin{array}{c} \cancel{27} \\ \cancel{10} \end{array} \quad \begin{array}{c} \cancel{1 \cdot 5} \\ \cancel{20} \end{array} \quad \begin{array}{c} \cancel{1} \\ \cancel{30} \end{array} = \frac{2}{50}$$

$$\frac{P_K^*}{P_K} = \frac{42}{300} = \frac{42}{300} = \frac{2}{15} = \frac{1}{7,5} \quad \text{пересечение (*) и зеркало}$$

из уравнения $\Rightarrow P_K \cdot T = 81$ $P_K = 81 / T$

$$\rightarrow T^* = 81 - \text{температура при которой прекратится испарение; Ответ: } T = 12; T^* = 81^\circ; \varphi = \frac{259}{455}$$

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 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!

$$V = \text{const}; \quad \frac{m_{\text{н}}}{m_{\text{н}} + m_{\text{б}}} \cdot \frac{m_{\text{н}} + m_{\text{б}}}{m_{\text{н}}} = \frac{m_{\text{н}} + m_{\text{б}}}{m_{\text{н}}} -$$

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

$$m_{\text{б}} = 11m_{\text{н}} = 12 \frac{m_{\text{н}}}{m_{\text{н}}} - (12) = \gamma$$

$$p_{K1} V_0 = \sqrt{n} R T_0$$

$$p_{K1}(T_0) = 3,5 \text{ kPa}$$

$$\gamma_{\text{посл}} = \gamma_n + \gamma_b = 12 \gamma_n$$

$$p_{K3}(T_K) = 91 \text{ kPa}$$

$$p_{K2} \cdot V_0 = 12 \gamma_n \cdot R T^*$$

$$T = 27; p = 40$$

$$\frac{p_{K2}}{p_{K1}} = \frac{12 T^*}{T_0}$$

$$40 \cdot V_0 = x \cdot 27 \cdot R \cdot 27^\circ$$

$$3,5 \cdot V_0 = \gamma_n \cdot R \cdot 27$$

$$\frac{V_0}{40} = \frac{V_0}{3,5} = \frac{40}{27} \cdot x$$

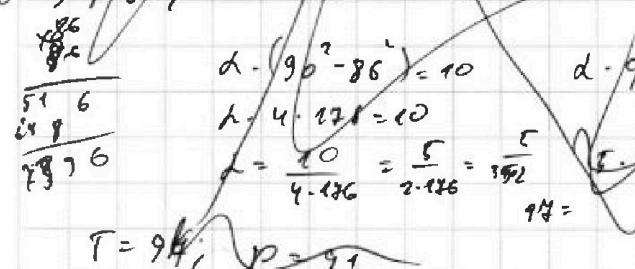
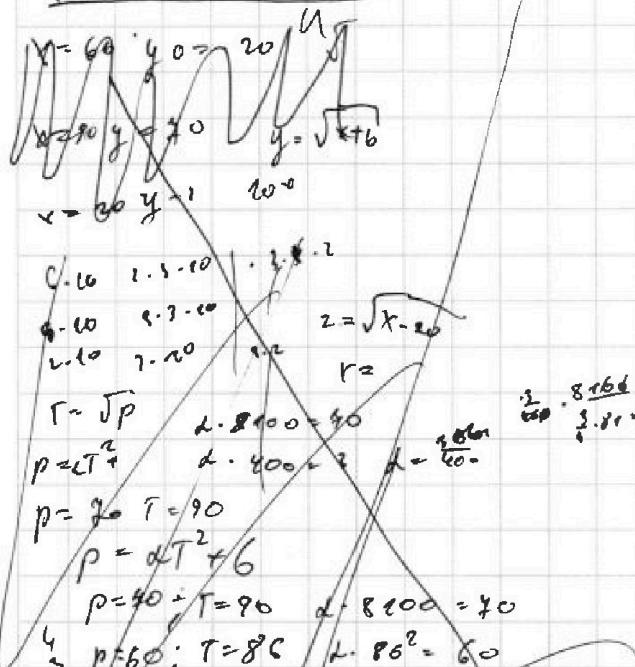
$$12 \cdot \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$12 \cdot \frac{27}{3,5} \cdot p_x = T_x$$

$$6 \cdot 4 \cdot 3 = 72$$

$$p_x \cdot V_0 = 12 \gamma_n \cdot R T_x$$

$$p_{K2} \cdot V_0 = \gamma_n \cdot R T_0 \Rightarrow$$



$$T = 94; p = 91$$



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!

A hand-drawn diagram on lined paper. It features a large circle at the bottom. Inside the circle, there is a smaller circle positioned towards the left. Above the large circle, a vertical line segment extends upwards, ending in a small circle at the top.

guru kaasoya: ~~G. = H. A. S.~~ H. A. S.

EELS - Marie LOVINS

$$3C3: \dot{E}_{\text{kin}} = E_{\text{kin,}k} - E_{\text{kin,}f} + \Delta \text{pot,} \approx 9$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = F \cdot l ; \quad \text{Se } \exists : F_{\text{max}} = F_{\text{extern}} + F_{\text{zentr}}^2$$

$$\frac{mv_0}{2} = \frac{mv^*}{2} + \frac{F \cdot l}{4} = \frac{mv^*}{2} + \frac{mv_0}{8} \Rightarrow$$

$$\frac{mV^*}{2} = \frac{3mV_0^2}{8} \rightarrow V^* = \frac{3}{4} V_0^2 \rightarrow \frac{V_0 \sqrt{3}}{2} = V^*$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_{min}^2}{2} + 2 \cdot F \cdot l = \frac{mV_{min}^2}{2} + \frac{mV_0^2}{4} \rightarrow \frac{mV_{min}^2}{2} = \frac{mV_0^2}{4}$$

$$V_{\min} = \frac{V_0}{2} \rightarrow V_{\min} = \frac{V_0 \sqrt{2}}{2} \Rightarrow \frac{V_{\min}}{V_{\max}} = \frac{V_{\min}}{V_0} \quad V_0 - V_{\min} =$$

~~$\frac{V_0 \cdot \sqrt{2}}{2}$~~

$$\text{Oberleitung: } 1) V^+ = \frac{V_0 \sqrt{3}}{2}; \quad 2) \Delta V = \frac{V_0 \cdot (2 - \sqrt{2})}{2}$$



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

СТРАНИЦА
1 из 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!

$$\begin{array}{c} L_1 \\ \text{mm} \\ \boxed{2} \\ \text{мм} \\ n \end{array} \quad U_1 = U_{L_1} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t_1} \quad \text{з-к 7. и иллюстрирует} \\ \text{и} \quad U_{L_1} = U_{L_2} \quad \epsilon_{\text{инд}} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \end{array}$$

$$= \left[\frac{\Delta B_0 \cdot n \cdot S}{\Delta t_1} \right], \quad \Delta B_0 = \frac{6 B_0}{8} - B_0, \quad \Delta t_1 = \frac{q}{6} \text{ с.}$$

$$B_0 \cdot \frac{n \cdot S}{\frac{q}{6} \text{ с.}} = \frac{B_0 \cdot n \cdot S \cdot 6}{16 \text{ с.}} = \frac{B_0 \cdot n \cdot S \cdot 3}{8 \text{ с.}}, \quad \epsilon_{\text{инд}} = \frac{\Delta \Phi_2}{\Delta t} =$$

$$\rightarrow \frac{3 B_0 \cdot n \cdot S}{8 \text{ с.}} = \frac{3 B_0 \cdot S}{8 \text{ с.}} \quad \left(6L \cdot \frac{\Delta I_2}{\Delta t_1} = \epsilon_{\text{инд}} \right) \Rightarrow$$

$$6L \cdot \frac{\Delta I_2}{8 \text{ с.}} = \frac{B_0 \cdot S}{8 \text{ с.}} \rightarrow \frac{9 \Delta I_2 \cdot L}{8 \text{ с.}} = \frac{B_0 \cdot S}{8 \text{ с.}} \rightarrow$$

$$\Delta I_2 = \frac{B_0 \cdot S}{24L} \quad \left(6L \cdot \frac{\Delta I_2}{\Delta t_2} = \epsilon_{\text{инд}} \right) \Rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{I_K - I_2}{8 \text{ с.}} = \frac{3 B_0 \cdot S}{8 \text{ с.}} \rightarrow I_K - I_2 = \frac{3 B_0 \cdot S}{4 \text{ с.}} \rightarrow$$

$$I_K = \frac{B_0 \cdot S}{24L} + \frac{18 B_0 \cdot S}{24L} \rightarrow \frac{19 B_0 \cdot S}{24L}$$

$$\Delta q_2 = \frac{\Delta I_2}{\Delta t}, \quad \Delta I_2 = \frac{B_0 \cdot S}{6L} + \frac{B_0 \cdot S}{6L} - \frac{B_0 \cdot S}{24L}$$

$$\text{Ответ: } I_K = \frac{19}{24} \frac{B_0 \cdot S}{L}, \quad \Delta q = \frac{B_0 \cdot S}{16 \text{ с.}}$$



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.

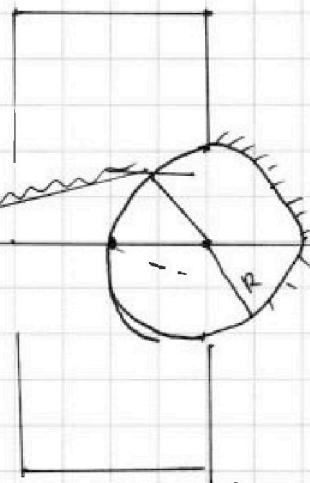
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!



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

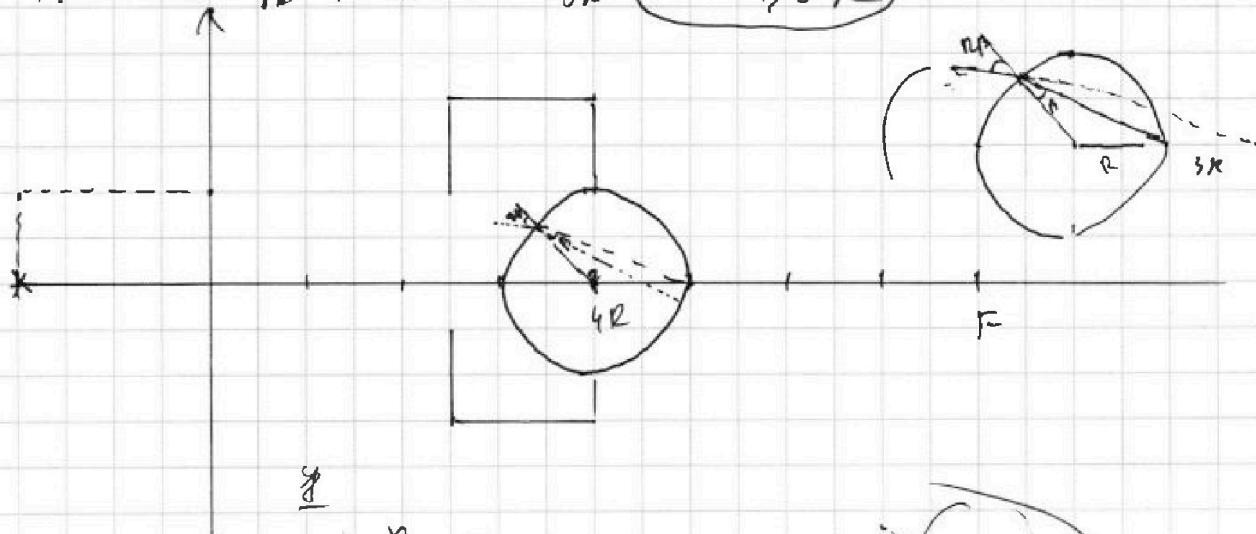
$$\frac{1}{2R}$$



Если лучи при переходе в шар будут + пов-ти, то они пройдут через центр шара, не будут преломляться, отразятся и пойдут по той же траектории в зависимости от

$n \Rightarrow$ Рассмотрим в центре шара $\rightarrow R_s = 8R$

$$\text{Ф.Т.Л. : } \frac{1}{2R} + \frac{1}{8R} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{8R} = \frac{1}{5R} \Rightarrow F = 1,6R$$



$$n\beta = \gamma + 2$$

$$\angle \beta + \alpha$$

$$\frac{\gamma}{R} = \frac{\gamma + L}{n} + \frac{x}{R}$$

$$\frac{x}{a} = \gamma$$

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

$$\frac{x}{6} = \alpha$$

$$\frac{x}{R} = \frac{x}{an} + \frac{x}{nR} + \frac{x}{6}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{nR} = \frac{1}{an} + \frac{1}{6}$$



$$\frac{n-1}{nR} = \frac{1}{an} + \frac{1}{6}$$

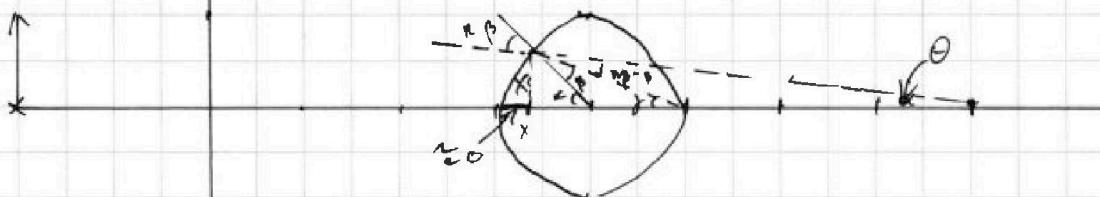


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
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!



$$\frac{x}{R} = \sin \theta; \quad \frac{x}{2R} = \sin \beta; \quad \frac{x}{5R} = \sin \gamma$$

$$\theta = \beta + \gamma; \quad \frac{4R}{\sin(4\beta)} = \frac{R}{\sin \theta} \xrightarrow{\text{Th. синусов}} \frac{4}{n\beta} = \frac{1}{\sin \theta} \Rightarrow$$

$$= n\beta = \frac{4\theta}{R} = \frac{4\pi}{5R} \cdot \frac{x}{2}$$

$$\frac{x}{5R} = \frac{4x}{nR} + \frac{x}{2R} \quad \frac{1}{5R} = \frac{4}{nR} + \frac{1}{2R} \quad \frac{1}{5} = \frac{4}{n} + \frac{1}{2} \quad \frac{4}{n} = \frac{1}{2} - \frac{1}{5} = \frac{3}{10} \Rightarrow n = 10$$

$$\frac{x}{R} = \frac{4}{5} \frac{x}{nR} + \frac{x}{2R} \quad | \cdot \frac{R}{x} \Rightarrow 1 = \frac{4}{5n} + \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{4}{5n} = \frac{1}{2}$$

$$5n = 8 \quad n = \frac{8}{5} = 1,6$$

$$\text{Ответ: } E = 8\pi R; \quad M = 8\pi R^2 \quad F = 1,6 R = \frac{8}{5} R$$

$$n = 1,6$$



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!



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!