



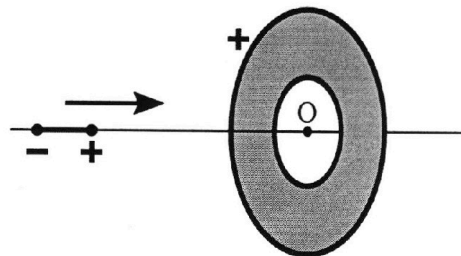
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



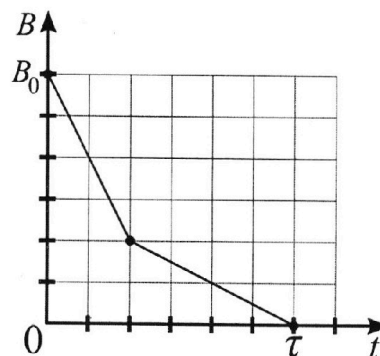
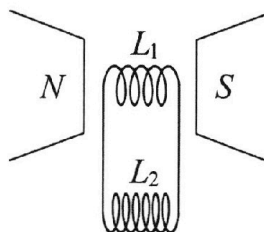
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется 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 . Диполью сообщают начальную скорость $2V_0$.



1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.

2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

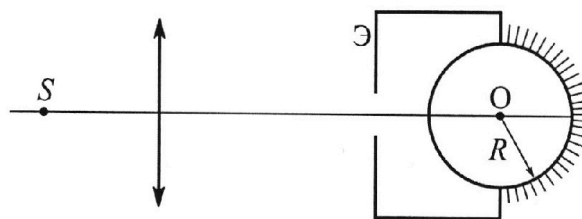
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 4L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени τ . 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 , удаленный от линзы на расстояние $a = 1,5F$ (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 $b = 8F/3$, 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 $\Delta = 2F$, 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



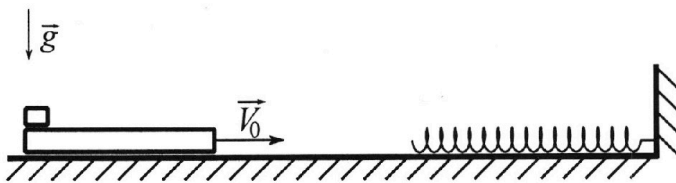
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью $V_0 = 2$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости $k = 27$ 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/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

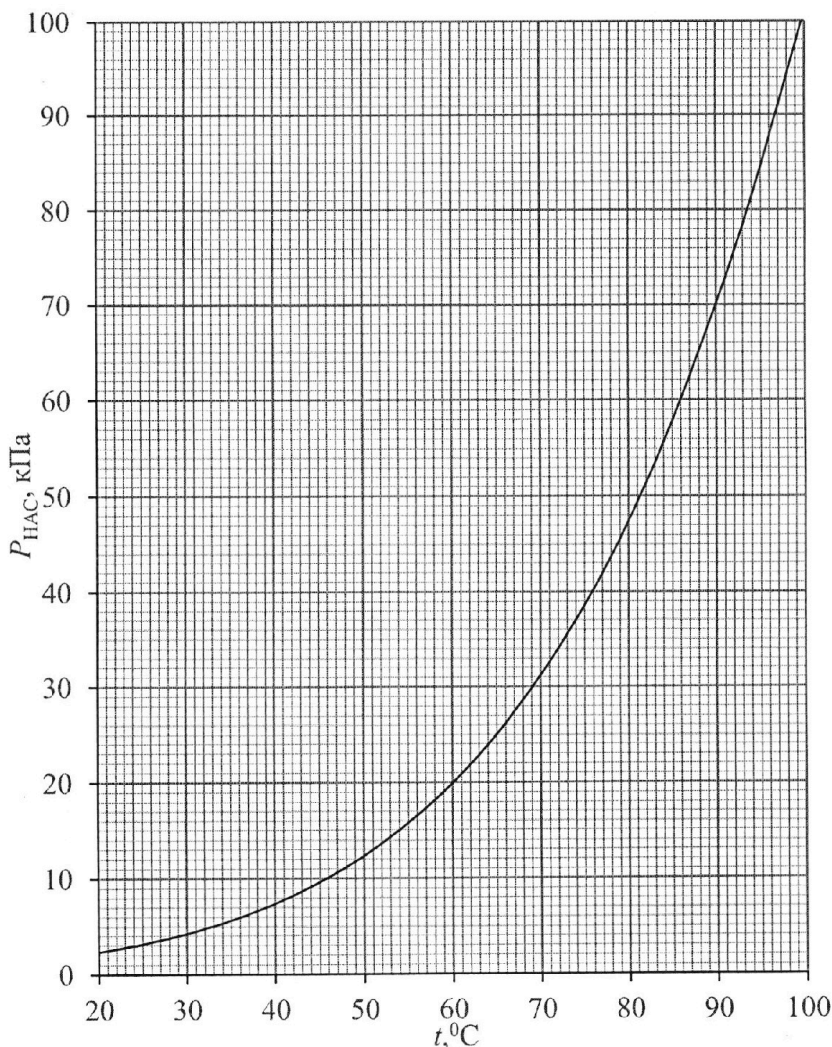


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 150$ кПа, температуре $t_0 = 86$ °С и относительной влажности $\varphi_0 = 2/3$ (66,7%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 46$ °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 86 °С.
- 2) Найти температуру t^* , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра V/V_0 в конце и в начале остывания.

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





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!

1) Относительное движение
начнется в случае

$$a_{\text{др}}^{\text{отн}} \neq 0.$$

В. С. Д. Доски нужно
добавить $F_{\text{ин}} = -m a_{\text{ниса}}$

С. Д. доски:

$$m a_{\text{др}}^{\text{отн}} = F_{\text{ин}} + F_{\text{тр}} + m \vec{g} + \vec{N}.$$

$$\begin{aligned} X: 0 &= F_{\text{ин}} - \mu m g \\ F_{\text{ин}} &= m a_{\text{др}} \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} & \\ & \end{aligned} \right\} \mu m g = a_{\text{др}} M \quad (2)$$

$$(1) + (2) \Rightarrow \mu m g = kx - \mu m g$$

$$kx = \mu m g \Rightarrow x = \frac{\mu m g}{k}$$

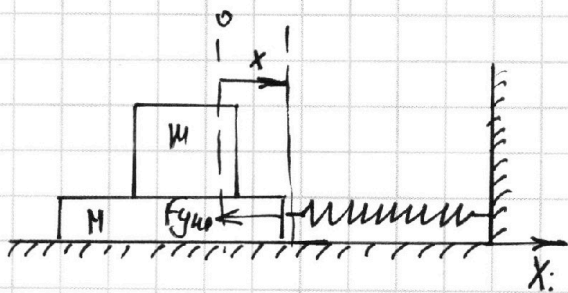
$$x = \frac{0.3 \cdot 10 \cdot (2+1)}{24} = \frac{9}{24} = \frac{1}{3} \text{ (м)}$$

Для доски в Л.С.Д.

$$X: M a_{\text{др}} = kx - \mu m g$$

$$a_{\text{др}} = \frac{kx - \mu m g}{M} \quad (1)$$

2) Представим систему в виде гармонического осциллятора:
 $x(t) = C_1 e^{i\omega t} + C_2 e^{-i\omega t} \equiv x(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$. До момента начала
относительного движения система движется как одно целое



$$M + m = \mu /$$

$$\sum \vec{F} = \mu \vec{a}_{\text{др}};$$

$$X: \mu a_{\text{др}} = -kx \Leftrightarrow \frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{k}{\mu} x = 0.$$

$$X: \text{Т.к. } x(0) = 0, \text{ то } x(t) = A \cdot \sin(\sqrt{\frac{k}{\mu}} t) \quad (4)$$



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!

А найдем из ЗСЭ.

А - амплитуда.

$$\frac{\mu v_0^2}{2} = \frac{k A^2}{2} \Rightarrow k A = \sqrt{\frac{\mu}{k}} v_0; \quad A = \sqrt{\frac{3}{24}} \cdot 2 = \frac{2}{3} (\mu).$$

$$x_{отм.рз} = \frac{1}{3} (\mu) = \frac{1}{2} A \cdot (3)$$

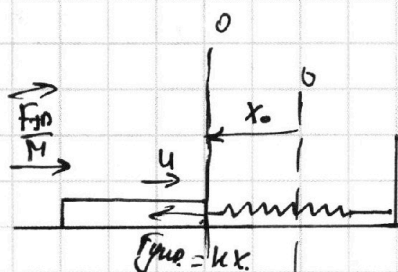
(3+4).

$$\frac{1}{2} A = A \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{\mu}} t\right); \Rightarrow \sin\left(\frac{2\pi}{T} t\right) = \frac{1}{2}; \quad \frac{2\pi}{T} t = \frac{\pi}{6} \Rightarrow t = \frac{T}{12}.$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{k/\mu}}; \quad t = 2 \cdot 3 \cdot \sqrt{\frac{3}{24}} \cdot \frac{1}{12} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{6} (с) //$$

3) После относительно ровнения представим

движение груза как гармоническое колебание под действием силы $F_{гг}$



$$\mu_{гг} = kx'$$

$$x' = \frac{1}{3} (\mu);$$

$$\frac{(M+\mu)u^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{(M+\mu)v_0^2}{2}$$

$$u = \sqrt{v_0^2 - \frac{kx^2}{(M+\mu)}} = \sqrt{4 - \frac{24 \cdot \frac{1}{9}}{3}} = \sqrt{3}$$

ЗСЭ:

$$\frac{\mu u^2}{2} = \frac{k x_{гг}^2}{2} \quad x_{гг} = \sqrt{\frac{2\mu}{k}} \cdot \sqrt{3} = \sqrt{\frac{31}{2}} = \frac{9\sqrt{2}}{2}$$

$$\frac{\mu u^2}{2} = \frac{k (x_0 + x_{гг})^2}{2}; \quad \frac{\mu u^2}{2} = \frac{k x_{гг}^2}{2} - \frac{k x_0^2}{2}$$

$$x_{гг} = \sqrt{x_0^2 + \frac{\mu}{k} u^2} = \sqrt{\frac{1}{9} + \frac{0}{24}} = \sqrt{\frac{9}{24}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$Ma = kx_{гг} - \mu_{гг}$$

$$a_{гг} = \frac{24 \cdot \sqrt{3}}{3 \cdot 2} - \frac{3}{2} = \frac{9\sqrt{3}-3}{2} = \frac{3}{2} (3\sqrt{3}-1)$$

Ответ: 1) $\frac{1}{3} (\mu)$ 2) $\frac{1}{6} (с)$ 3) $\frac{3}{2} (3\sqrt{3}-1) (\mu/с^2)$



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



СТРАНИЦА

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!



Влажный воздух = водяной пар + сухой воздух.
 $p = \text{const} = p_0$; $\varphi_0 = \frac{2}{3}$; $T_0 = 86 + 273 \text{ K}$; $T = 46 + 273 \text{ K}$.

$$1) p_0 = p_{\text{сух}} + p_{\text{пар}}$$

$$p_{\text{пар}} = p_{\text{нас}}(T) \cdot \varphi_0; \quad p_{\text{нас}}(T_0) = 60 \text{ кПа}$$

$$p_{\text{пар}} = 60 \cdot \frac{2}{3} = 40 \text{ кПа} //$$

2) При нагревании T увеличивается $p_{\text{нас}}(T)$.

$p_{\text{нас}}$ и $p_{\text{пар}}$ являются ф-циями только T .

Из графика найдем T соответствующее $p_{\text{нас}} = 40 \text{ кПа}$.

$$t = 46^\circ \text{C} //$$

3). Далее ^{по п. 2} пар не идеальный $p_{\text{нас}}$, а будет происходить конденсация. Постоянно находится в насыщ. состоянии.

$$t = 46^\circ \text{C}$$

$$p_{\text{нас}} = 10 \text{ кПа}$$

$$(p_{\text{сух}} V_0 = \nu R T_0); (2)$$

$$(p_{\text{сух}} V = \nu R T); (3)$$

$$(2):(3) \quad \frac{V_0}{V} = \frac{T_0}{T} \cdot \frac{p_{\text{сух}}}{p_{\text{сух}}}$$

$$p_{\text{нас}} + p_{\text{сух}} = p_0 \Rightarrow p_{\text{сух}} = p_0 - p_{\text{нас}}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{319}{359} \cdot \frac{110}{140}$$

$$p_{\text{сух}} = 150 - 10 = 140$$

$$p_{\text{сух}} = 150 - 40 = 110 //$$

$$T_0 = 273 + 86 = 359$$

$$T = 273 + 46 = 319$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{319}{359} \cdot \frac{11}{14} //$$

$$\text{Ответ: } 1) p_1 = 40 \text{ кПа}; 2) t^* = 46^\circ \text{C}; 3) \frac{V}{V_0} = \frac{319 \cdot 11}{359 \cdot 14} = \frac{3509}{5026}$$

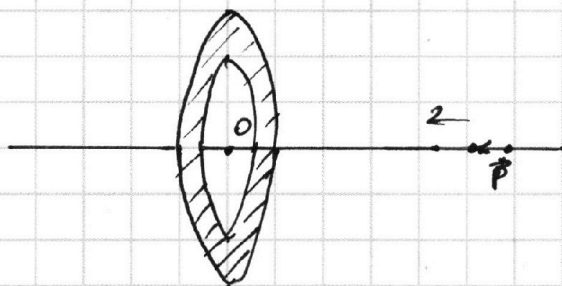


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Т.к. $\text{div } \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$, то эл-стат. поле потенциально $\Rightarrow \Delta \varphi = -A$.



1) Если $V_0 \Rightarrow$ мин скорость для прохождения кольца, значит скорость в т.О $V_0 = 0$.

Можно сделать вывод что

$$V_{B3}^{P-\text{кольцо}} = 2V_0^2 = -A_{эл.}$$

Запишем ЗСЭ; т.к. потенциал на бесконечности 0:

$$2 \cdot (2V_0)^2 = -V_{B3}^{P-\text{кольцо}} + 2V_m^2 \Rightarrow 2V_m^2 = 4V_0^2 + 2V_0^2 = 6V_0^2$$

$$V_1 = \sqrt{3} V_0 // \quad V_{B3} \neq 0$$

2) Максимальная скорость $2V_0 \sqrt{5} V_0$, мин $\sqrt{3} V_0$

$$(\sqrt{5} - \sqrt{3}) V_0$$

Ответ: 1) $\sqrt{3} V_0$; 2) $(\sqrt{5} - \sqrt{3}) V_0$

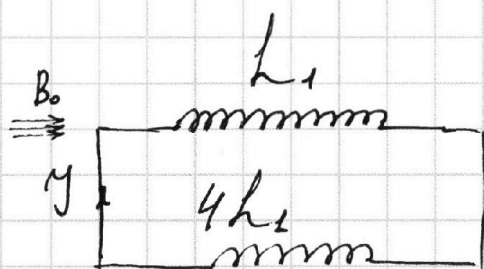


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!



$$\Phi_0' = B_0 \cdot nS;$$

$$\Phi = LI; \quad - \text{для собственного потока катушки}$$

$$-\frac{d\Phi}{dt} = \mathcal{E}_i = L \frac{di}{dt};$$

$$1) \mathcal{E}_{i1} + \mathcal{E}_{i2} = 0; \quad -\frac{d\Phi_1}{dt} - \frac{d\Phi_2}{dt} = 0$$

$$d\Phi_1 = -d\Phi_2;$$

$$\int_{\Phi_0} d\Phi_1 = -\int_0 d\Phi_2 \Leftrightarrow \Delta\Phi_1 = -\Delta\Phi_2$$

Ток через катушки течёт ординарный. $\Rightarrow$ и заряд тоже. (У)

$\Phi_0 = \Phi'$ — это указывает на то, что сколько потока ушло с L_1 , столько пришло на L_2 .

$$\begin{cases} \Phi_0' = B_0 nS = \Phi_{2 \text{ в конт}} \\ \Phi_{2 \text{ в конт}} = 4L I \end{cases} \Rightarrow 4L I = B_0 nS;$$

$$\Phi_0 = \text{const.}$$

$$I = \frac{B_0 nS}{4L}.$$

$$(4L + L)I = B_0 nS$$

$$I = \frac{B_0 nS}{5L}$$

$$\begin{cases} \Phi_0 = B_0 nS = \Phi_{2 \text{ в конт}} + \Phi_{1 \text{ в конт}}, \\ \Phi_{1 \text{ в конт}} = LI; \quad \Phi_{2 \text{ в конт}} = 4LI; \end{cases}$$

2) для произвольного момента времени:

$$L_2 \frac{dq}{dt} = (dB nS)_2$$

$$L_2 dq_2 = (B n dt nS)_2$$

$$\int dq_2 = \frac{nS}{L_2} \int B(t) dt$$

$$\int B(t) dt \equiv \text{площадь под графиком.}$$

Обратаясь к (У), видим, что можно и нужно найти площадь под графиком



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!

$$L \frac{dq}{dt} + 4L \frac{dq}{dt} = B(t) n S; \quad \int B(t) dt = \frac{B_0 \tau}{3};$$

$$\Delta q = \frac{nS}{5L} \int B(t) dt;$$

$$\Delta q = \frac{nS}{5L} \cdot \frac{B_0 \tau}{3} = \frac{B_0 n S \tau}{15L}.$$

$$\text{Ответ: } 1) \frac{B_0 n S}{5L} = I_0; \quad 2) q = \frac{B_0 n S \tau}{15L}$$



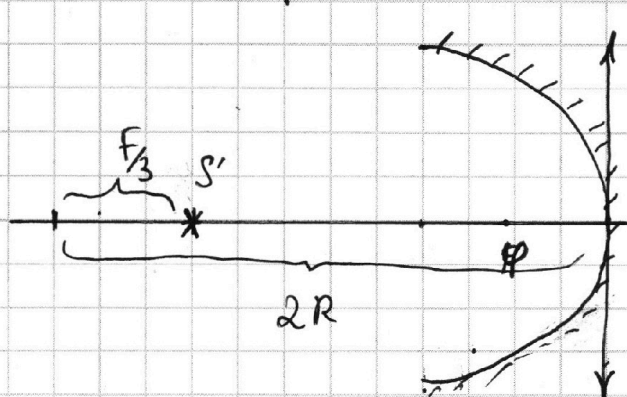
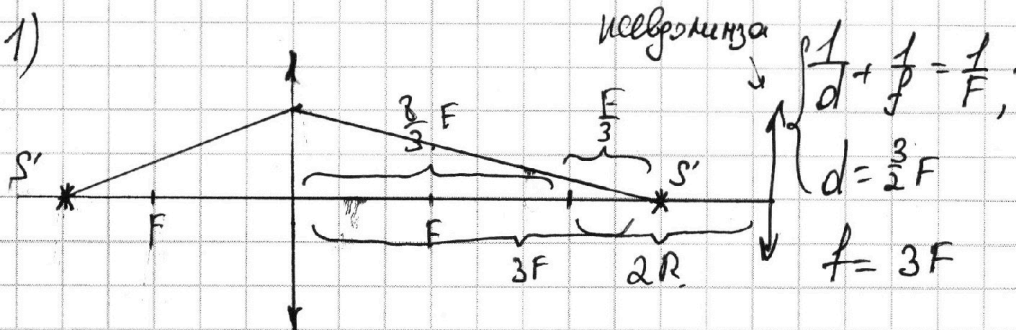
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

1)



Нам известно, фокус
сфер. зеркала при
касательном приближении
 $F = \frac{R}{2}$, [фокус = 4.]

Зеркало выпуклое, значит
собирающее

1) предмет S'-мнимый, рассеивание

d по мн $2R - \frac{F}{3}$;

2) по изображению $\frac{3}{2}F + \frac{8}{3}F + 2R = f$

3) $F = \frac{R}{2}$;

$$-\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{2}{R}$$

↑ мн. крест. ↑ мн. изобр.

$$\frac{\frac{F}{3} - 2R}{3} + \frac{1}{2R + \frac{25}{9}F} = \frac{2}{R}$$

$$\frac{F - 6R}{3} + \frac{9}{18R + 25F} = \frac{2}{R}$$

$$\begin{array}{r} \times 25 \\ \hline 25 \\ + 250 \\ \hline 300 \end{array}$$

$$R(3(18R + 25F) + 9F - 54R) = 2(F - 6R)(18R + 25F)$$

$$54R^2 + 45FR + 9FR - 54R^2 = 36FR - 216R^2 + 50F^2 - 300FR$$

$$39FR + 9FR - 216R^2 - 50F^2 + 300FR$$



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!

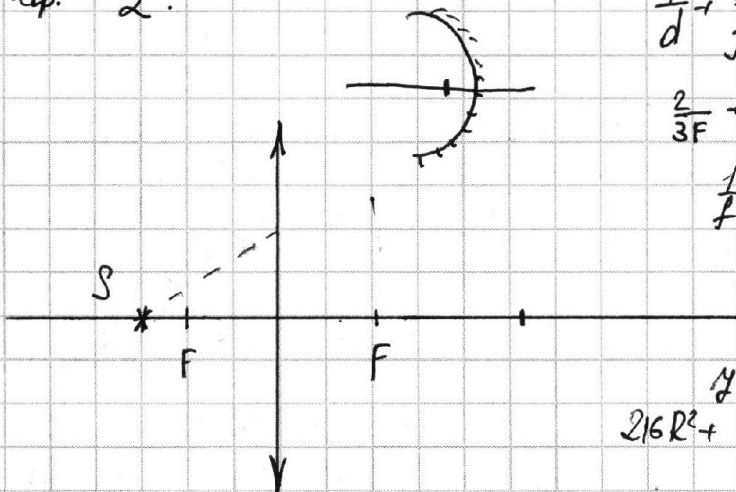
$$F_{\text{ср.}} = \frac{R}{2}$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{n_0}{a} + \frac{n_0}{b} = \frac{n_0}{R_p}$$

$$\frac{2}{3F} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{3}{F} \Rightarrow f = \frac{F}{3}$$



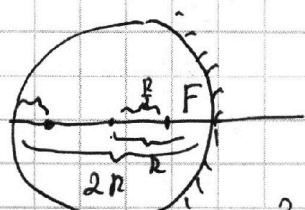
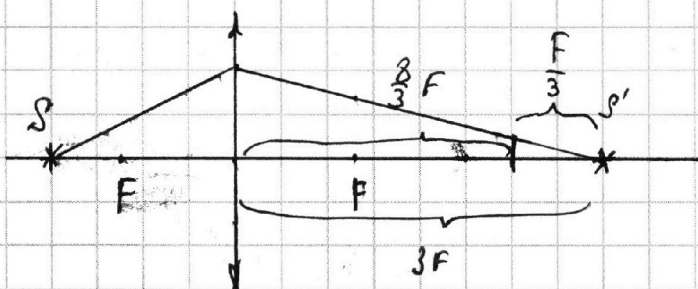
$$45FR + 9FR - 36FR + 300FR$$

$$216R^2 + 348FR - 50F^2 = 0$$

$$108R^2 + 174FR - 25F^2 = 0$$

$$108R^2 + 174FR - 25F^2 = 0$$

$$108R^2 + 174FR - 25F^2 = 0$$

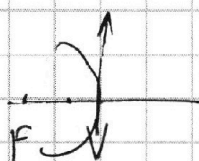


$$2R - \frac{R}{2} - \frac{F}{3} = a$$

$$f = 2R + \frac{1}{3}F = 1,5F$$

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

$$16 + 9 = 25$$



Ответ) 1) Решение с +

$$108R^2 + 174FR - 25F^2 = 0$$

2).

$$\frac{\frac{1}{\frac{F}{3} - \frac{3R}{2}} + \frac{1}{2R + \frac{25}{9}F}}{\frac{9}{6}} = \frac{2}{R}$$

$$\frac{2F - 6R}{2F - 6R} + \frac{9}{18R + 25F} = \frac{2}{R}$$

$$\frac{3}{F - 3R} + \frac{9}{18R + 25F} = \frac{2}{R}$$



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!

$$\begin{array}{r} 319 \\ \times 11 \\ \hline 319 \\ 319 \\ \hline 3509 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 23 \\ \times 359 \\ \times 14 \\ \hline 1436 \\ + 359 \\ \hline 5026 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3505 \\ \hline 5026 \end{array}$$

$$\frac{16}{3}$$



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

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

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!

$$\Delta \Phi = L \Delta I.$$

$$-\Delta \Phi_1 = \Delta \Phi_2$$

$$\Delta \Phi_2 =$$

$$L \frac{di}{dt}$$

$$\begin{aligned} 4L y &= B_0 \mu S \\ y &= \frac{B_0 \mu S}{4L} \end{aligned}$$

$$4L \frac{dq}{dt} = B_0 \mu S$$

$$4L dq = B_0 \mu S dt$$

$$\int dq = \int \frac{B(t) dt \mu S}{4L} \Rightarrow q = \frac{\mu S \cdot B_0 \tau}{12L}$$

$$\begin{aligned} \int B(t) dt &= \Delta B. \quad \left(\frac{2B_0}{6} + B_0 \right) \frac{1}{2} \cdot \frac{\tau}{6} + \\ &+ \frac{B_0}{3} \cdot \frac{2}{3} \tau \cdot \frac{1}{2} = \frac{B_0 \tau}{9} + \frac{4}{3} \frac{B_0 \cdot \tau}{6} = \frac{2}{9} + \frac{4}{9} = \frac{6}{9} = \frac{2}{3} B_0 \tau \end{aligned}$$

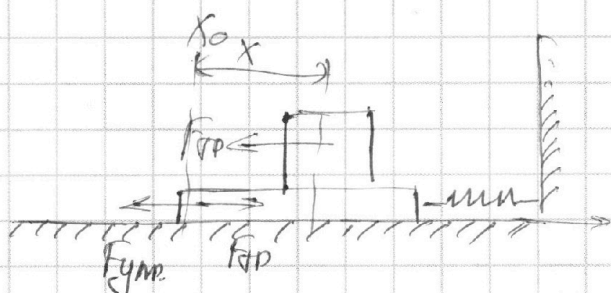


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
 __ 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!



$$Ma = F_{\text{гп}} - F_{\text{спр}}$$

После $\frac{T}{12}$:

$$x: M a_k = -k(x + x_0) + F_{\text{гп}}$$

$$M \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx - kx_0 + F_{\text{гп}}$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{k}{M} x = \frac{F_{\text{гп}}}{M} - \frac{kx_0}{M}$$

$$\omega^2 = \frac{k}{M}; \quad \delta$$

$$\ddot{x} + \omega^2 x = C$$

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

$$\frac{dx}{dt} = A\omega \cos(\omega t)$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -A\omega^2 \sin(\omega t)$$

$$-A\omega^2 \sin(\omega t) + \omega^2 (A \sin(\omega t) + q) = C$$

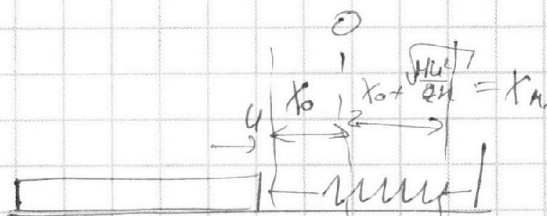
$$q\omega^2 = C$$

$$q = \frac{C}{\omega^2}$$

$$x = A_0 \sin(\omega t) + \frac{\delta^2}{\omega^2}$$

$$\frac{Mu^2}{2} = \frac{kA_0^2}{2}$$

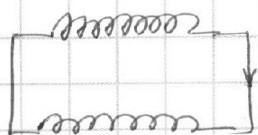
Рас.



$$\frac{F_{\text{гп}}}{M}$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = \mathcal{E}_i$$

$$\Phi_0 = \mu B_0 S$$



$$-L \frac{di}{dt} - \mathcal{E}_i = 0$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = \mathcal{E}_i = I \cdot \omega_L$$

$$\mathcal{E}_i = -L \frac{di}{dt} \Rightarrow \frac{di}{dt} = 0$$

$$d\Phi = d\Phi_0$$

$$\mathcal{E}_i = -L \frac{di}{dt}$$

$$\frac{\Phi_0^2}{2L} = \frac{L I^2}{2}$$

$$I = \frac{\Phi_0}{L}$$

$$\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = 0$$

$$d\Phi_1 = -d\Phi_2$$



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
__ 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!

$$P_{\text{сум}} = 90 \text{ кПа}$$

$$P_{\text{сум}} V_0 = \nu R T_0;$$

$$P_{\text{нао}} V_0 = \nu R T_0;$$

$$\begin{cases} P_{\text{гр}} = \frac{\nu R T^*}{V^*} \\ P_{\text{нас}} = \frac{\nu R T^*}{V^*} \end{cases} \Rightarrow \begin{array}{r} -9 \mid 0+9 \\ 0-9 \\ -9+9 \\ \hline \sqrt{5}-\sqrt{3} \end{array}$$

$$46^\circ\text{C};$$

$$\begin{array}{r} 319 \mid 4 \\ 28 \\ \hline 39 \\ 35 \\ \hline 4 \\ \hline 319 \end{array}$$

$$F_{\text{до}} > 0 \quad \Delta W < 0$$

$$\begin{cases} P_c V_0 = \nu R T_0 \\ P_{\text{нап}} V_0 = \nu R T_0 \end{cases} \quad \begin{cases} P_c V = \nu R T \\ P_n V = \nu R T \end{cases}$$

$$P_c + P_n = P_c^0 + P_{\text{нап}}^0$$

$$B -$$

$$130 - 10 = 140$$

$$140 \cdot V = \nu R T$$

$$90 \cdot V_0 = \nu R T_0$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{90}{140} = \frac{46+243}{86+243} \cdot \frac{90}{140}$$



$$90 \cdot V_0 = \nu R T_0^*$$

$$(P_0 - P_n) V = \nu R T^*$$

$$\begin{cases} P_{\text{сум}}^* = 90 \text{ кПа}; \\ P_{\text{нап}} = 40; \end{cases} \quad \frac{P_{\text{сум}}^* V_n}{T_n} = \frac{P_0^* V_0}{T_0}$$

$$\begin{cases} P_{\text{сум}}^* V_n = \nu R T_n \\ P_{\text{нап}} V_n = \nu R T_n \end{cases} \quad \begin{cases} P_c^0 + P_{\text{нас}}^0 = P_0 \\ P_0 = P_c^0 + P_n^0 \end{cases}$$

$$\frac{\nu R T_n}{V_n} + \frac{P_0^0 V_0 T_n}{T_0 V_n} = P_0$$

$$2V_0^2 = W_{\text{вз}}$$

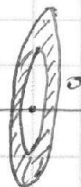
$$42V_0^2 = 2 \cdot V'^2 + W_{\text{вз}}$$

$$32V_0^2 = 2V'^2$$

$$V' = \sqrt{3} V_0$$



$$\sqrt{5} - \sqrt{3}$$



$$-A = \Delta W = 2V_0^2;$$

$$42V_0^2 = 2V_0^2 + 2V'^2$$

$$3V_0^2 = V'^2 \Rightarrow V' = \sqrt{3} V_0$$

$$2 - \sqrt{3}$$

$$\begin{cases} P_0^0 V_0 = \nu R T_0 \\ P_n^0 V_0 = \nu R T_0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_c^0 + P_n^0 = P_0 \\ P_c^0 + P_n^0 = P_0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_c^0 V_n = \nu R T_n \\ P_n^0 V_n = \nu R T_n \end{cases}$$

$$T \downarrow$$

$$110 + 40$$

$$110 \cdot V_0 = \nu R P_0$$

$$110 \cdot V_0 = \nu R T^*$$