



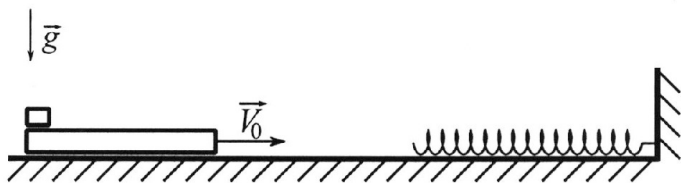
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

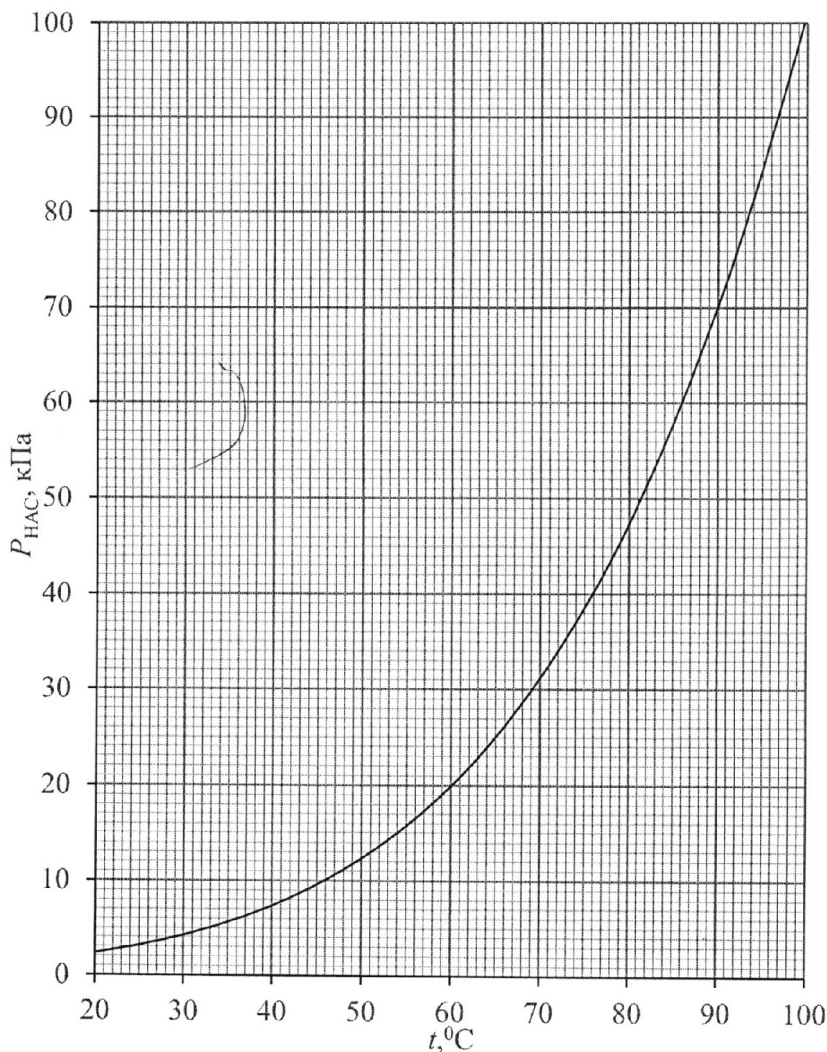


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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.





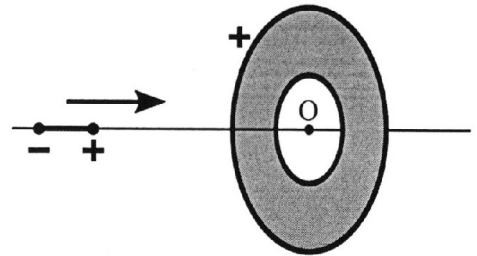
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

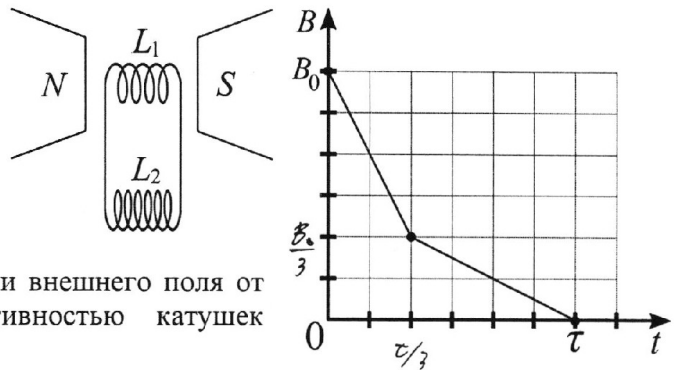


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



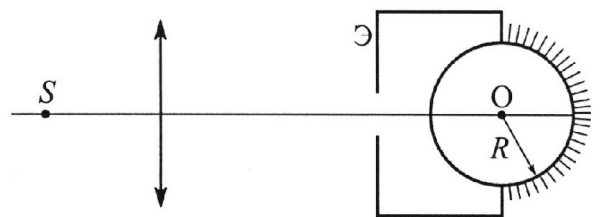
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



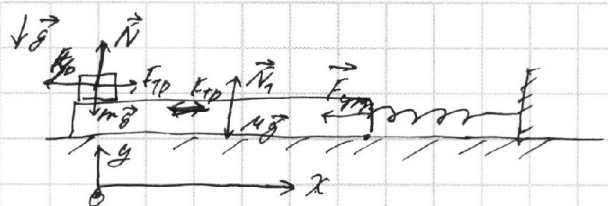
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

из 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!



$$\text{об } y: N = mg$$

$$F_{tr}^{\max} = \mu N = \mu mg$$

Ноль оси x в недеформированном состоянии

$$\text{об } x: m a_x = -\mu mg \rightarrow a_x = -\mu g$$

$$(M+m) a_x = -k x_1$$

$$x_1 = \frac{(M+m) \mu g}{k}$$

$$x_1 = \frac{(2+1) \cdot 0,3 \cdot 10}{27} = \frac{1}{3} \text{ (м)}$$

при $x < x_1$

$$2) (m+m) \ddot{x} = -k x$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{m+m} x = 0$$

$$x = A \cos \omega t + B \sin \omega t, \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}} = \sqrt{\frac{27}{3}} = 3$$

$$\left. \begin{array}{l} x(0) = 0 \\ v(0) = v_0 \end{array} \right\} \rightarrow x = \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t = \frac{2}{3} \sin \omega t$$

$$x_1 = \frac{1}{3} = \frac{2}{3} \sin \omega t_1$$

$$x_1 = \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t_1$$

$$\sin \omega t_1 = 1/2$$

$$\frac{(M+m) \mu g}{k} = \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t_1$$

$$\omega t_1 = \pi/6$$

$$\sin \omega t_1 = \frac{(M+m) \mu g}{k} \frac{\omega}{v_0} = \frac{3 \cdot 0,3 \cdot 10}{27} = 1/3$$

$$t_1 = \frac{\pi/6}{6 \cdot 3} = \frac{1}{6}$$

$$3) \ddot{x} = -\frac{k}{m+m} x + \frac{\mu mg}{m+m}$$

$$\frac{\mu mg}{k} = \frac{0,3 \cdot 10}{27} = \frac{1}{9} \quad v_1 = v_0 \cos \omega t_1 = v_0 \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$3) \text{ при } x > x_1: M \ddot{x} = -k x + \mu mg$$

$$\omega' = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{M} (x - \frac{\mu mg}{k}) = 0$$

$$x = A \cos \omega' t + B \sin \omega' t + \frac{\mu mg}{k}$$

$$\left. \begin{array}{l} x(0) = 1/3 \\ \dot{x}(0) = 1/2 \end{array} \right\} \rightarrow A = 2/9, \quad B = 1/3$$

$$x_2 = \frac{2}{9}$$



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!

$$3) \text{ 26.7: } \frac{m V_2^2}{2} (m+m) + k x_2^2 = \frac{k x_1^2}{2} + \frac{m V_1^2}{2}$$

$$\frac{m V_2^2}{2} = \frac{k}{2} (x_2^2 - x_1^2) + \frac{m V_1^2}{2}$$

$$\frac{m V_2^2}{2} = \mu m g l + \frac{m V_1^2}{2}$$

$$\frac{k}{2} (x_2^2 - x_1^2) - \mu m g l + \mu m g l - \frac{m V_1^2}{2} + \frac{k x_1^2}{2} = \frac{k x_1^2}{2} + \frac{m V_1^2}{2}$$

$$\frac{m V_2^2}{2} = \frac{m V_1^2}{2} - \frac{k}{2} (x_2^2 - x_1^2) + \frac{m V_1^2}{2} \quad \mu m g = \frac{7}{9}$$

$$x > x_1: \quad m \ddot{x} = -kx + \mu m g$$

$$\omega' = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{27}{2}} = 3\sqrt{3}$$

$$x = \frac{\mu m g}{k} + A \cos \omega' t + B \sin \omega' t$$

$$x(0) = x_1 = \frac{1}{3} \rightarrow A = \frac{4}{9}$$

$$V(0) = V_1 = \sqrt{3} = \omega' B \rightarrow B = \frac{2}{3}$$

$$x = \frac{\mu m g}{k} + \frac{4}{9} \cos \omega' t + \frac{2}{3} \sin \omega' t$$

$$a = -\frac{4}{9} \omega'^2 \cos \omega' t - \frac{2}{3} \sin \omega' t \omega'^2 = -\frac{4}{9} \omega'^2 - \frac{4}{9} \omega'^2 \sin \omega' t$$

$$a_{\max} = \frac{4}{9} \omega'^2 = \frac{2}{3} \omega'^2 = \frac{2}{3} \cdot \frac{27}{2} = 9 \text{ (м/с}^2\text{)}$$

$$a_1 = \frac{2}{3} \cdot 3^2 \cdot \frac{1}{3} = 3$$

$$\text{Ответ: 1) } x_1 = \frac{1}{3} \text{ м 2) } t_1 = \frac{1}{6} \text{ с 3) } a_{\max} = 9 \text{ м/с}^2$$



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
__ 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) $V(t_1) = V_0 \cos \omega t_1 = V_0 \cos \frac{\pi}{2} E_{k0} = E_{k1}$~~

~~$$(m + M) \frac{V_0^2}{2} = \frac{k x_m^2}{2} \rightarrow x_m = V_0 \sqrt{\frac{m + M}{k}} = 2 \sqrt{\frac{3}{27}} = \frac{2}{3}$$~~

~~$$a_m = k x_m = \frac{27 \cdot 2}{3} = 18 \text{ (м/с}^2\text{)}$$~~

~~$$a_m = \frac{k x_m}{m + M} = \frac{27 \cdot \frac{2}{3}}{3} = 6 \text{ (м/с}^2\text{)}$$~~



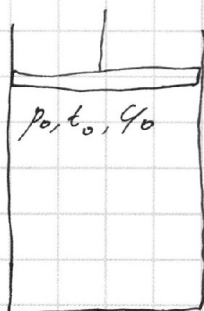
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

2 ИЗ 7

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) $p_1 = \varphi_0 p_{\text{max}}(96^\circ) = \frac{2}{3} \cdot 60 \cdot 10^3 = 40 \text{ (кПа)}$
 $p_{\text{с.в.}}$ - давление сухого воздуха, p_1 - давление пара
 2) $p_{\text{с.в.}} + p_1 = p_0 = \text{const}$

$$p_{\text{с.в.}} = p_0 - p_1 = 70 \text{ (кПа)}$$

$$\frac{V p_{\text{с.в.}}}{T} = p_{\text{с.в.}} \frac{V_0}{T_0} \rightarrow p_{\text{с.в.}} = p_{\text{с.в.}} \frac{V_0}{V} \frac{T}{T_0}$$

где t^* : $p_{\text{max}} = p_{\text{min}}$
 $\varphi_1 = 100\% = \frac{3}{2} \varphi_0 \rightarrow \varphi_1 = \frac{3}{2} \varphi_0$

$$\frac{p_1 V_0}{T_0} = \frac{p_1 V}{T} \rightarrow p_1 = p_1 \frac{V_0}{V} \frac{T}{T_0}, \text{ где } p_1 \leq p_{\text{max}}(T)$$

$$(p_{\text{с.в.}} + p_1) \frac{V_0}{V} \frac{T}{T_0} = p_0 \rightarrow \frac{V_0}{V} \frac{T}{T_0} = 1 \rightarrow p_1 = p_1$$

найдем из графика T , когда $p_{\text{max}} = p_1$: $t^* = 76^\circ \text{C}$

3) в конце: $p'_1 = p_{\text{max}}(46^\circ) = 70 \text{ (кПа)}$

$$p'_{\text{с.в.}} = p_0 - p'_1 = 70 \text{ (кПа)}$$

$$p'_{\text{с.в.}} = p_{\text{с.в.}} \frac{V_0}{V} \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{p_{\text{с.в.}}}{p'_{\text{с.в.}}} \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{70}{70} \cdot \frac{46+273}{86+273} = \frac{70}{74} \cdot \frac{379}{359}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{70 \cdot 379}{74 \cdot 359} = \frac{26530}{26566} = 0.9986$$

Ответ: 1) $p_1 = 40 \text{ кПа}$ 2) $t^* = 76^\circ \text{C}$ 3) $\frac{V}{V_0} = \frac{70 \cdot 379}{74 \cdot 359} = 0.9986$



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
☐

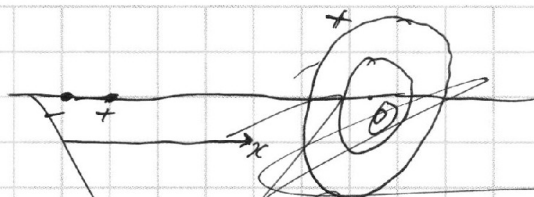
5
☐

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!



масса m - масса груза

при $x < x_0$ на груз действует сила, направл. влево, поэтому

при мин. кин. энергии v в точке $O = 0$

масса M_0 - масса груза в точке O

$$\text{ЗСЭ: } \frac{m v_0^2}{2} = W_0$$

$$1) \frac{m (2 v_0)^2}{2} = W_0 + \frac{m v^2}{2}$$

$$\frac{m v^2}{2} = \frac{3}{2} m v_0^2 \Rightarrow v = v_0 \sqrt{3}$$

$$2) v_{\max} - v_{\min} = 2 v_0 - v_0 \sqrt{3} = v_0 (2 - \sqrt{3})$$



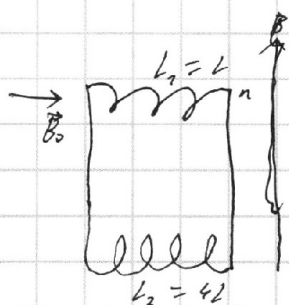
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

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!



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

$$\frac{d\Phi}{dt} = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = n S_2 \frac{dB}{dt}$$

$$(L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = n S_2 \frac{dB}{dt}$$

$$1) (I_0 - 0)(L_1 + L_2) = n S_2 (B_0 - 0)$$

$$I_0 = \frac{n S_2 B_0}{L_1 + L_2} = \frac{n S_2 B_0}{5L}$$

$$2) |I| = \frac{n S_2 (B_0 - B)}{L_1 + L_2}$$

$$|dQ| = |I| dt = \frac{n S_2 B_0}{L_1 + L_2} dt - \frac{n S_2 B}{L_1 + L_2} dt$$

$$|Q| = \frac{n S_2 B_0 \tau}{L_1 + L_2} - \frac{n S_2}{L_1 + L_2} \int_0^\tau B dt = \frac{2}{3} \frac{n S_2 B_0 \tau}{L_1 + L_2}$$

$$\int_0^\tau B dt \text{ по линейной функции} = \frac{2B_0}{3} \cdot \frac{\tau}{3} \cdot \frac{1}{2} + B_0 \cdot \frac{\tau}{3} +$$

$$+ \frac{2\tau \cdot B_0}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{8B_0 \tau}{3}$$

$$\text{Ответ: } 1) |I_0| = \frac{n S_2 B_0}{5L} \quad 2) |Q| = \frac{2}{3} \frac{n S_2 B_0 \tau}{5L} = \frac{2}{75} \frac{n S_2 B_0 \tau}{L}$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

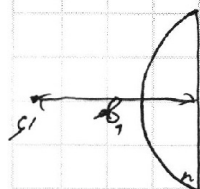
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

для линзы: $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \rightarrow F = 3F$

Можно считать линзу как точечную линзу, поскольку параллельно пластине $d = 2R$ и зеркало

$$b_1 = b - f_1 = -\frac{F}{3}$$



$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{R}$$

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

$$\frac{1}{a_1} = \frac{1}{R} - \frac{1}{b_1} = \frac{1}{R} + \frac{3}{F}$$

$$a_1 = \frac{b_1 R}{(n-1)b_1 - R}$$

при выводе из формулы пластинки для координаты луча:

$$b' = nR$$

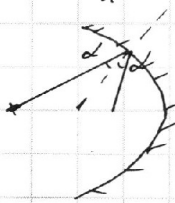
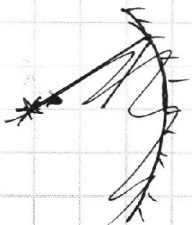
при выводе из формулы $b'' = 4R - 2R =$



Изображение в плоскопараллельной пластине:

$$a_1 = 2R - \frac{2R}{n} = 2R \frac{(n-1)}{n}$$

$$a_1' = \frac{b_1 R}{(n-1)b_1 - R} = \frac{b_1 R}{(n-1)b_1 - R}$$



$$= \frac{b_1 R n - (2R(n-1)(R-1) - b_1 - R)}{(n-1)b_1 - R}$$

$$a_1 = \frac{FR}{F(n-1) + 3R}$$

$$a_1' = a_1 - \Delta = \frac{FRn - 2RF(n-1)^2 + 6R(n-1)}{n(F(n-1) + 3R)} = R$$

$$Fn - 2F(n-1)^2 + 6R(n-1) = n(F(n-1) + 3R)$$

$Fn - 2Fn^2 + 4Fn - 2F + 3Rn - 6R - n^2F + nF = 0$, когда вычитаем от n

$$6Fn - 3Fn^2 - 2F + 3Rn - 6R = 0$$

$$F2R \rightarrow R = \frac{F}{3}$$

$$3Fn^2 = 3Rn + 6Fn$$

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

$$3Fn^2 = 6Fn + 3Rn \rightarrow n = 2 + \frac{R}{F} = \frac{7}{3}$$

$$R = \frac{6Fn - 3Fn^2 - 2F}{3} \quad \text{Отсюда } 1) R = \frac{F}{3} \quad 2) n = \frac{7}{3}$$



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
☐

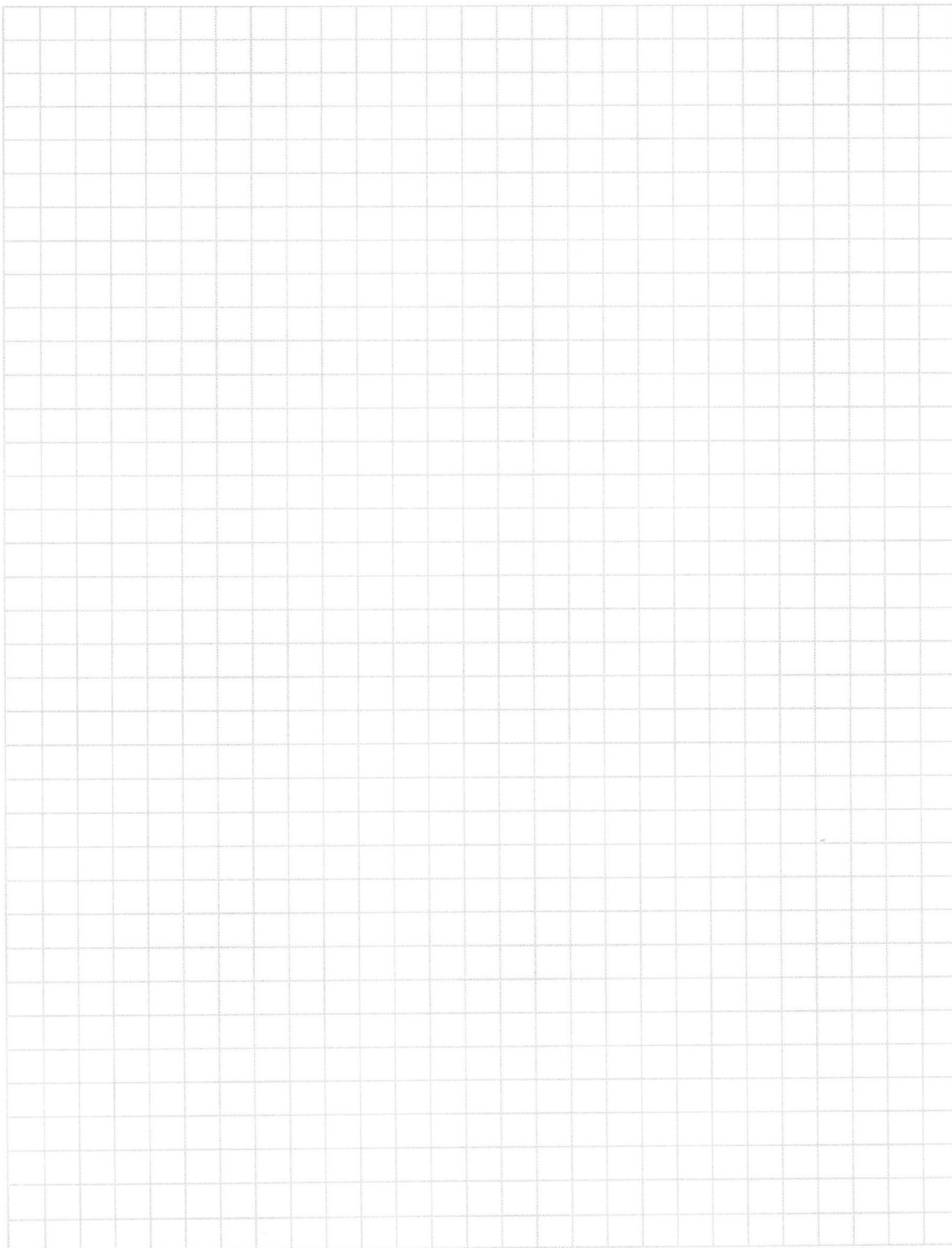
5
☐

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!



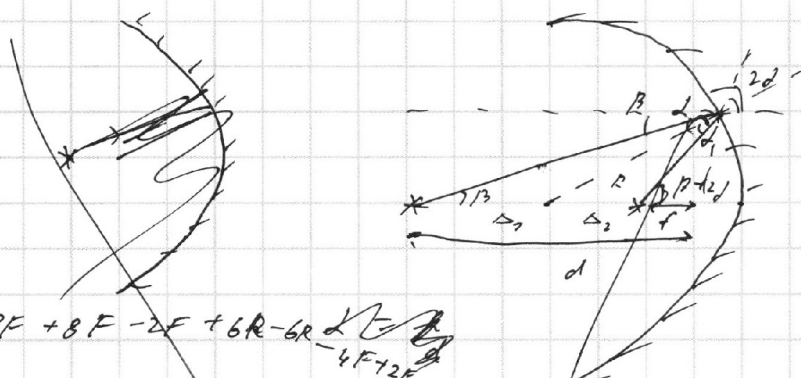


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи **отдельно**.

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!



$$2F - 8F + 8F - 2F + 6R - 6R - 4F + 2F$$

$$\beta d = (\beta + 2d) f$$

$$\Delta = d - f = d \beta \left(1 - \frac{1}{\beta + 2d} \right)$$

$$\frac{\Delta_1}{\sin d} = \frac{R}{\sin \beta}$$

$$\frac{\Delta_2}{\sin 2d} = \frac{R}{\sin(\beta + 2d)}$$

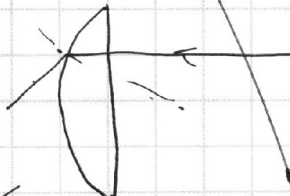
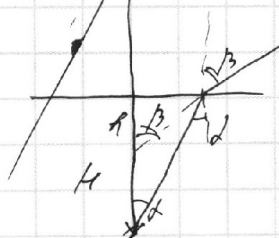
$$\Delta_1 + \Delta_2 = R \left(\frac{d}{\beta} + \frac{d}{\beta + 2d} \right) = d - f$$

$$d - f = f \left(\frac{\beta + 2d}{\beta} - 1 \right) = f \frac{2d}{\beta}$$

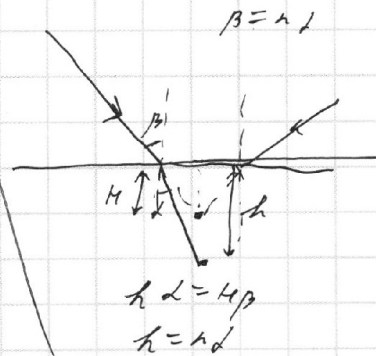
$$R \left(\frac{1}{\beta} + \frac{1}{\beta + 2d} \right) = f \frac{2d}{\beta}$$

$$\left(\frac{6}{n} - 2R \right) n = 6 - 2Rn$$

$$f = \frac{R}{2} \left(1 + \frac{1}{1 + \frac{2d}{\beta}} \right)$$



$$\begin{aligned} n d &= \beta \\ H d &= h \beta \\ h &= \frac{H}{n} \end{aligned}$$



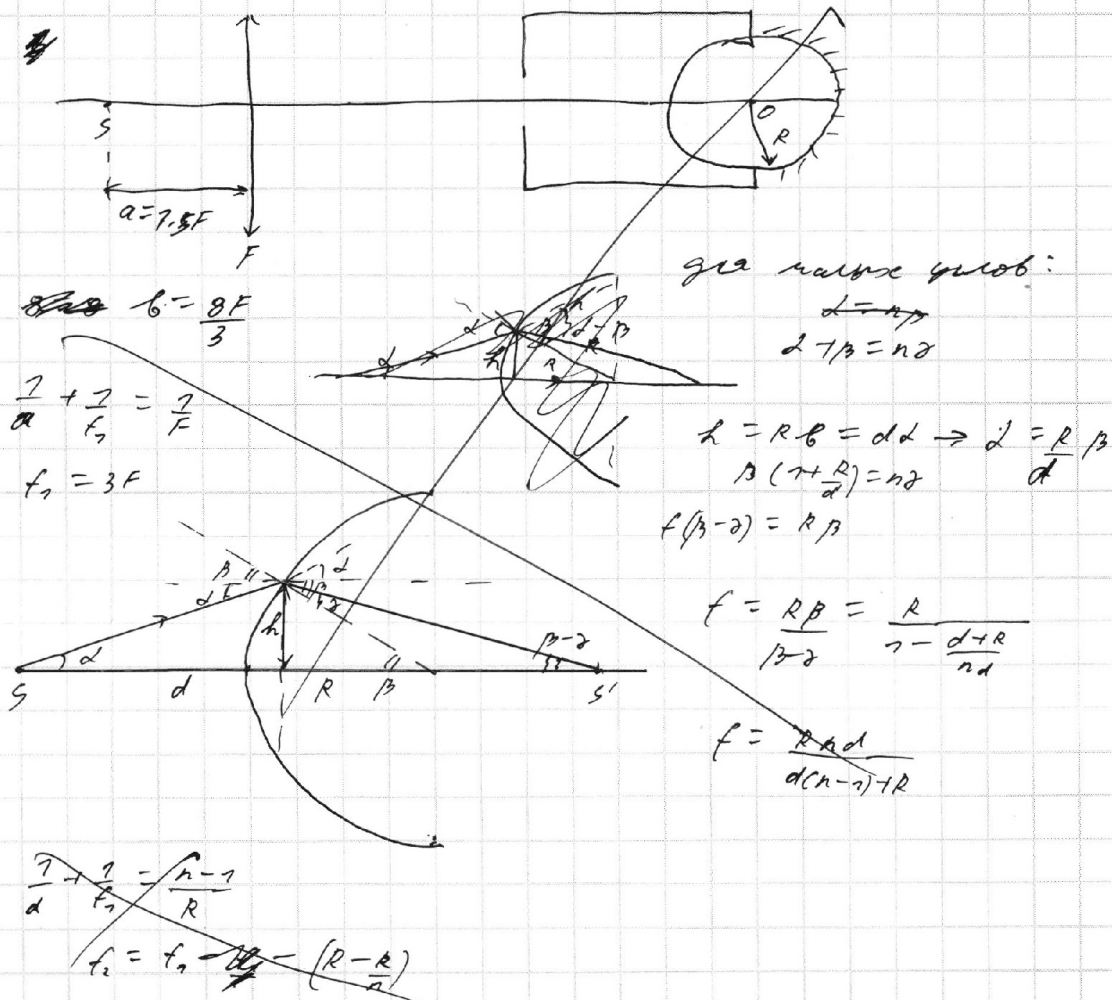


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!





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!

$$a_2 = \frac{b_2 R}{(1-\gamma)b_2 - R}$$

$$\frac{7}{1+2F} + \frac{7}{F} = \frac{7}{F_2} \Rightarrow \frac{7}{F_2} = \frac{2}{F} - \frac{2}{3F} = \frac{5}{3F}$$

$$F_2 = \frac{7F}{5} = \frac{24F}{5}$$

$$b_2 = \frac{8F}{3} + 2F - 3,4F = \frac{8F}{3} + 0,6F = \frac{49F}{15}$$

$$a_2 = \frac{b_2 R}{(1-\gamma)b_2 - R} = \frac{49FR}{49F(1-\gamma) - 75R}$$

$$a_2' = \frac{49FRn - 49F(1-\gamma)^2 2R + 30R^2(1-\gamma)}{n(49F(1-\gamma) - 75R)} = R$$

$$49FRn - 49 \cdot 2F n^2 + 49 \cdot 2F n - 49 \cdot 2F + 30R^2 n - 30R^2 = (49F(1-\gamma) - 75R)n$$

$$49 \cdot 2F n - 49F n - 49F(1-\gamma)(2(n-\gamma) - n) + 75Rn = 0$$

$$49 \cdot 5F n - 49F n^2 - 49F \cdot 2 + 30R^2(1-\gamma) - 49F n(1-\gamma) - 75Rn = 0$$

$$49 \cdot 6F n - 49 \cdot 2F - 49 \cdot 3F n^2 + 75Rn - 30R = 0$$

$$3Fn^2 - 6Fn + R = \frac{49(6Fn - 2F - 3Fn^2)}{30 - 75n}$$

$$Fn - 2F = \frac{49(6Fn - 2F - 3Fn^2)}{30 - 75n} \quad F(2 - 72 + 72) + 62 - 62$$

$$49 \cdot 7 \cdot R - 49 \cdot 6R - 49 \cdot 8 \cdot 7^2 + 75R - 30R = 0$$

$$R = \frac{49(6Fn - 2F - 3Fn^2)}{30 - 75n}$$

$$\frac{(6Fn - 3Fn^2 - 2F)}{6 - 3n} = \frac{49(6Fn - 2F - 3Fn^2)}{30 - 75n}$$

$$R = \frac{72F - 72F - 2F}{5-6}$$

$$30 - 75n = 294 - 747n$$

$$732n = 264 \rightarrow n = 2$$