



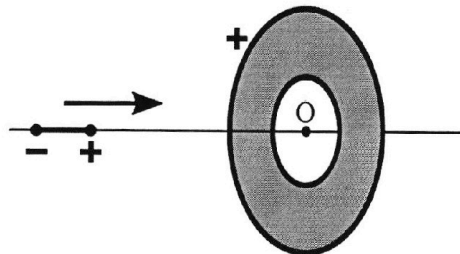
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



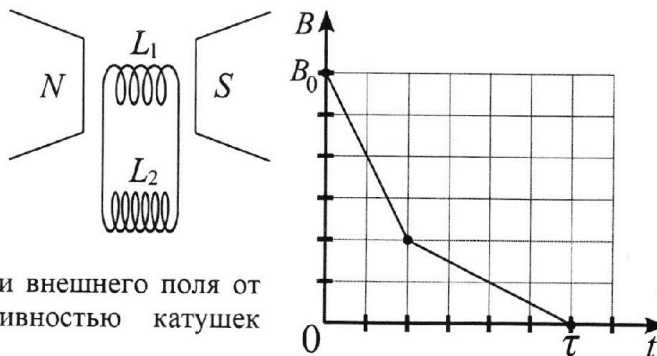
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке  $O$ . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь)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

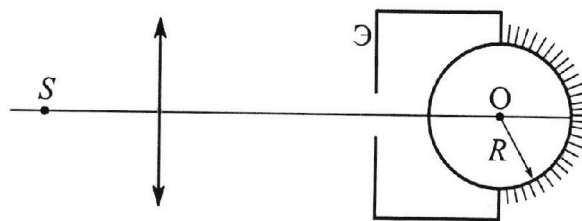
4. Катушка индуктивностью  $L_1 = L$  с числом витков  $n$  и площадью каждого витка  $S_1$  находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией  $B_0$ . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью  $L_2 = 4L$  находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени  $\tau$ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



1) Найти ток  $I_0$  через катушку  $L_1$  в конце выключения внешнего поля.

2) Найти заряд, протекший через катушку  $L_1$  за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F$  расположены центр  $O$  прозрачного шара и точечный источник  $S$ , 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  $\alpha$  лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения  $\sin \alpha \approx \alpha$ .



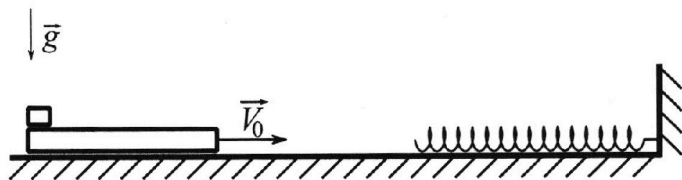
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## 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/с<sup>2</sup>. Число «пи» в расчётах можете считать равным  $\pi \approx 3$ . Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

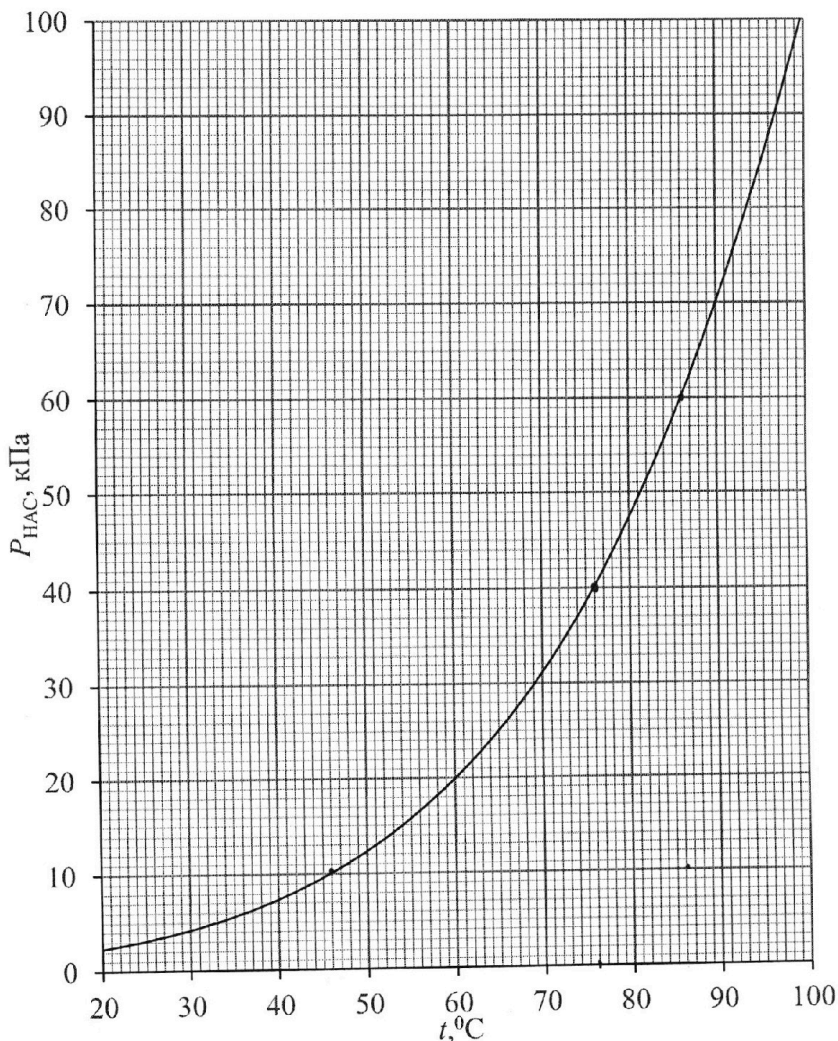


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении  $p_0 = 150$  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.

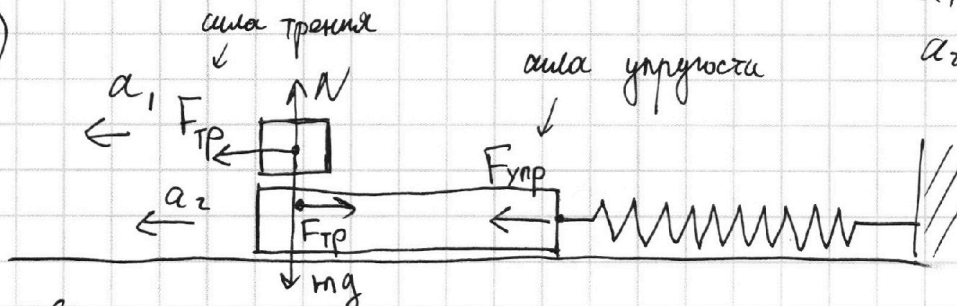
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
1 из 5

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.

1)



$a_1$  - ускор. блока  
 $a_2$  - ускор. доски

в момент начала движения блока отн. доски  $F_{тр} = \mu mg$ :

$$F_{тр} = \mu N, \quad N = mg$$

$$F_{тр} = \mu mg$$

Пружина растянулась на  $\Delta x$ :  $F_{упр} = k \Delta x$

до начала движ  $a_1 = a_2$

$$|a_1| = \frac{F_{тр}}{m} \quad |a_2| = \frac{F_{упр} - F_{тр}}{M}$$

в задан. момент также  $a_1 = a_2$

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

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

$$\Delta x = \frac{\mu g (M + m)}{k} = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 3}{27} M = \frac{1}{3} M \approx 0,33 (M)$$

2)  $F_{тр} \leq \mu mg$

$$\frac{F_{тр}}{m} = \frac{F_{упр} - F_{тр}}{M}$$

$$F_{упр} = M \left( \frac{1}{m} + \frac{1}{M} \right) F_{тр} = \frac{M + m}{m} F_{тр}$$

$$a = |a_1| = |a_2| = \frac{F_{тр}}{m}$$



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 ☐

СТРАНИЦА  
2 из 5

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!

к1 (Продолжение)

~~$$\text{ЗСЭ: } \frac{(M+m)v_0^2}{2} = \frac{k(\Delta x)^2}{2} + \frac{(M+m)v^2}{2}$$~~

~~$v$  - конечная скорость в задан. момент~~

~~Сила трения работу не совершает, т.к. она движ. ещё нет~~

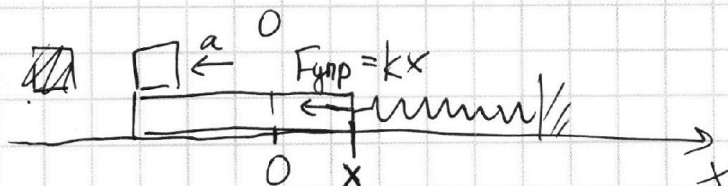
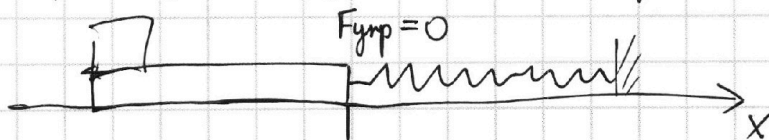
~~Изменение импульса для системы доска + брусок~~

~~$$F_{\text{тр}} dt = (M+m) dv$$~~

~~$$dv = a dt \quad F_{\text{тр}} \neq k \Delta x$$~~

~~$$F_{\text{тр}} = (M+m)a$$~~

Ур-е движ. для системы доска + брусок



$$-(M+m)\ddot{x} = kx$$

$$kx + (M+m)\ddot{x} = 0$$

ур-е колебаний

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

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}}$$

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

$$v = \dot{x} = A\omega \cos(\omega t) \quad \text{при } t=0 \quad v = v_0$$





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  
3 из 5

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 (Прогрессивное)

$$v_0 = A\omega$$

$$A = \frac{v_0}{\omega} = v_0 \sqrt{\frac{M+m}{k}}$$

$$x = v_0 \sqrt{\frac{M+m}{k}} \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M+m}} t\right)$$

в задан. момент  $x = \Delta x = \frac{mg(M+m)}{k}$

$$\frac{mg(M+m)}{k} = v_0 \sqrt{\frac{M+m}{k}} \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M+m}} t\right)$$

$$\frac{mg}{v_0} \sqrt{\frac{M+m}{k}} = \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M+m}} t\right)$$

$$t = \sqrt{\frac{M+m}{k}} \arcsin\left(\frac{mg}{v_0} \sqrt{\frac{M+m}{k}}\right) = \frac{1}{3} \cdot \arcsin\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{6} c$$

$$t \approx \frac{1}{6} c \approx 0,17(c)$$

3) После начала отг. дв-ия бруска, ускорение доски увеличивается до макс. статич. пружины, а ускорение бруска не меняется  $\Rightarrow$  брусок всегда будет двигаться отг. доски до макс. статич. пружины.

$$a_{2x} = \frac{-kx + m_1 g}{M}$$

$$\ddot{x} + \frac{kx}{M} - \frac{m_1 g}{M} = 0 \quad \text{у-е колебаний}$$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{k}{M}}$$



1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
4 из 5

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 (Продолжение)

$$x = A_1 \cos(\omega t) + B_1 \sin(\omega t) + C$$

$$\dot{x} = -A_1 \omega \sin(\omega t) + B_1 \omega \cos(\omega t)$$

$$\ddot{x} = -A_1 \omega^2 \cos(\omega t) - B_1 \omega^2 \sin(\omega t)$$

при  $t=0$   $\ddot{x}=0 \Rightarrow A_1=0$   
при  $t=0$   $x \neq 0$

при  $t=0$   $\dot{x} = v_0$   
 $B_1 \omega = v_0$   
 $B_1 = \frac{v_0}{\omega}$

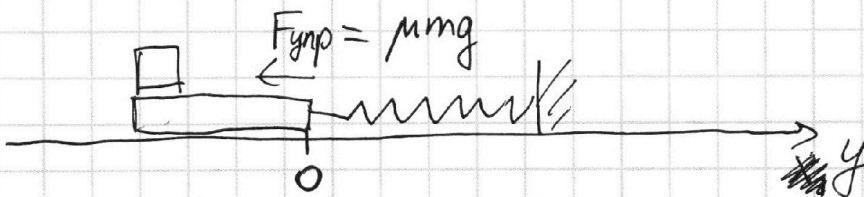
$t=0$  в момент начала отг. груза. фуска:

$$x_0 = \Delta x = \frac{\mu g (M+m)}{k}$$

$$\dot{x}_0 = A_1 \omega \cos(\omega t) = v_0 \cos\left(\frac{\pi}{2} \cdot \sqrt{\frac{k}{M+m}} \cdot \frac{1}{\omega}\right) = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$$

$$\ddot{x}_0 =$$

Новые координаты



$$y = x - \frac{\mu mg}{k}$$

$$\ddot{y} = \ddot{x} \quad \dot{y} = \dot{x}$$

$$\ddot{y} + \left(\sqrt{\frac{k}{M}}\right)^2 \cdot y = 0$$

$$y = B \sin(\omega_2 t) \quad \dot{y} = \omega_2 B \cos(\omega_2 t)$$

$$\ddot{y} = -B \omega_2^2 \sin(\omega_2 t)$$

в момент макс. смещения

$$\ddot{y} = \max$$

$$|\ddot{y}_{\max}| = B \omega_2^2$$

при  $\omega_2 t = \frac{\pi}{2}$

$$y_{\max} = B$$



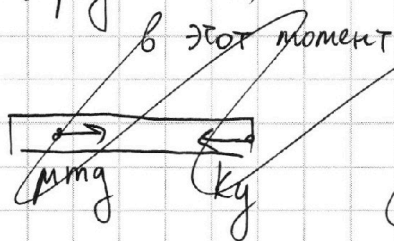
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
5 из 5

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 (Турбоусиление)



при  $t=0$

$$kx - mg = B\omega^2$$
$$kB - mg = B\omega^2 M$$

$$\dot{y} = A\omega \cos(\omega \cdot \frac{1}{6}) = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$$

$$\omega_2 B = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$$

$$B = \frac{\sqrt{3} v_0}{2\omega_2}$$

$$a = \ddot{y}_{\max} = \frac{\sqrt{3} v_0 \omega_2}{2} = \frac{\sqrt{3} v_0 \sqrt{\frac{k}{m}}}{2} = \frac{2}{2} \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{3\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \frac{m}{c^2}$$

$$a = \frac{9\sqrt{2}}{2} \frac{m}{c^2}$$

Ответ:  $\Delta x = \frac{1}{3} M$  ;  $t = \frac{1}{6} c$  ;  $a = \frac{9\sqrt{2}}{2} \frac{m}{c^2}$  .



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 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

1) при  $86^\circ\text{C}$   $p_{\text{нас}1} = 60 \text{ кПа}$   
 $p_1 = \varphi_0 \cdot p_{\text{нас}1} = 40 \text{ кПа}$

индекс В  
означает воздух

2)  $p_{\text{в}0} = p_0 - p_1 = 110 \text{ кПа}$  <sup>нач.</sup> давление воздуха при  $t_0$

$$p_1 V_0 = \nu R t_0$$

$$V_0 (p_0 - p_1) = \nu_B R t_0$$

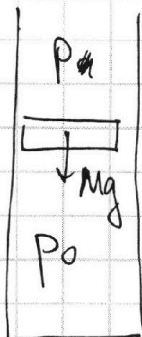
$$\frac{p_1}{p_0 - p_1} = \frac{\nu}{\nu_B} = \frac{4}{11}$$

$$V_1 p_{\text{нас}}^* = \nu R t^*$$

$$V_1 p_{\text{в}1} = \nu_B R t^*$$

$$\frac{p_{\text{нас}}^*}{p_{\text{в}1}} = \frac{\nu}{\nu_B} = \frac{p_1}{(p_0 - p_1)}$$

Т.к.



Т.к. трения нет, то  $p_0 S = Mg + p_1 S$   
 $p_0 = \text{const}$

$$p_{\text{в}1} = p_0 - p_{\text{нас}}^*$$

$$\frac{p_{\text{нас}}^*}{p_0 - p_{\text{нас}}^*} = \frac{p_1}{p_0 - p_1}$$

$$p_{\text{нас}}^* (p_0 - p_1) = p_1 p_0 - p_1 p_{\text{нас}}^*$$

$$p_{\text{нас}}^* = p_1 = 40 \text{ кПа}$$

на графике  $p_{\text{нас}}(t)$  при  $p_{\text{нас}}^* = 40 \text{ кПа}$   $t^* = 76^\circ\text{C}$





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

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!

п.2 (продолжение)

После насыщения вода качнет конденсат. В конце при  $t = 46^\circ\text{C}$  : ~~Равно~~ давление паров воды насыщ. и равно  $p_{\text{нас}2} = 10 \text{ кПа}$  из графика

Давление воздуха  $p_2 = p_0 - p_{\text{нас}2} = 140 \text{ кПа}$

В начале всё газ  $V_0 = \frac{\nu_B R t_0}{p_0 - p_1}$

В конце  $V = \frac{\nu_B R t}{p_0 - p_{\text{нас}2}}$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{t (p_0 - p_1)}{t_0 (p_0 - p_{\text{нас}2})} = \frac{(46 + 273) \cdot 110}{(86 + 273) \cdot 140} \approx \frac{320 \cdot 110}{360 \cdot 140}$$

$$\frac{V}{V_0} \approx \frac{8 \cdot 11}{9 \cdot 14} = \frac{44}{126} \approx \frac{2}{3}$$

~~V/V\_0~~

Ответ:  $p_1 = 40 \text{ кПа}$  ;  $t^* = 76^\circ\text{C}$

$$\frac{V}{V_0} \approx 0,7$$



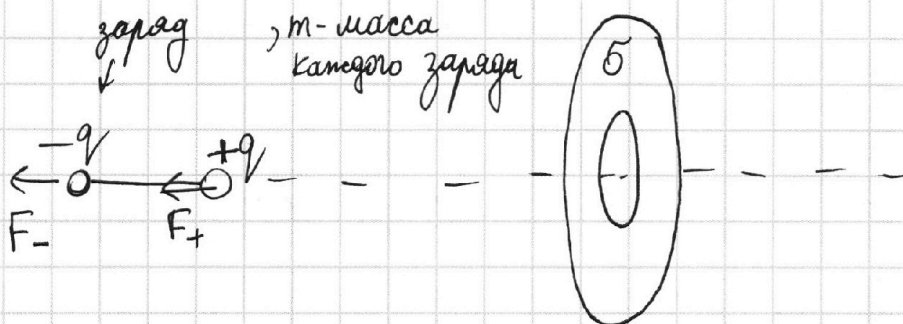
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

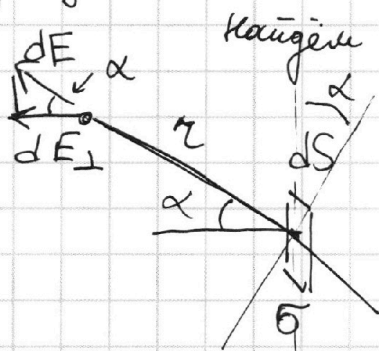
СТРАНИЦА  
1 из 2

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!

~3



1) Поле от диска на оси в силу симметрии направлено  $\perp$  диску.



Найдём поле от маленькой площадки  $dS$  с поверх. плотн. заряда  $\sigma$ .

$$dE = \frac{\sigma dS \cdot k}{r^2}$$

$$dE_{\perp} = \frac{k\sigma dS \cos\alpha}{r^2} = d\Omega$$

т.е. телесный угол, под которым видно площадку

$$dE_{\perp} = k\sigma d\Omega$$

$$E_{\perp} = k\sigma \Omega$$

$$F_{+} = k\sigma \Omega_{+} q$$

$$F_{-} = k\sigma \Omega_{-} q$$

Если диск  $\rightarrow$  суммарно по диску влево  $F = F_{+} - F_{-} = k\sigma q (\Omega_{+} - \Omega_{-})$

Если диск левее диска, то  $\Omega_{+} > \Omega_{-}$  и сила направ. влево, а если правее, то  $\Omega_{+} < \Omega_{-}$  вправо.

Т.е. диск замедляется до диска и ускоряется после: при  $q$  в центре диска скорость.



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 (продолжение)

Пусть потен. энергия диска на расстоянии  $0$ , а в центре диска  $\Pi$ .

Тогда ЗЭ:  $0 + \frac{2m\upsilon_0^2}{2} = \Pi + 0$  при запуске с  $\upsilon_0$

$$\Pi = m\upsilon_0^2$$

при запуске  $2\upsilon_0$ : ЗЭ:  $0 + \frac{2m(2\upsilon_0)^2}{2} = \Pi + \frac{2m(\upsilon)^2}{2}$

где  $\upsilon$  - скорость при пролёте в центре

$$4m\upsilon_0^2 = \Pi + m\upsilon^2$$

$$3m\upsilon_0^2 = m\upsilon^2$$

$\upsilon = \upsilon_0\sqrt{3}$  - min скорость, т.к. дальше разгон

2)  $\upsilon_{\max} = 2\upsilon_0$ , т.к. в этот момент  $\Pi_{\min} = 0$ .

$$\upsilon_{\max} - \upsilon_{\min} = \upsilon_0(2 - \sqrt{3})$$

Ответ: 1)  $\upsilon = \upsilon_0\sqrt{3}$

$$2) \upsilon_{\max} - \upsilon_{\min} = \upsilon_0(2 - \sqrt{3})$$



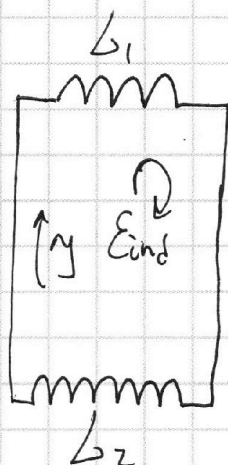
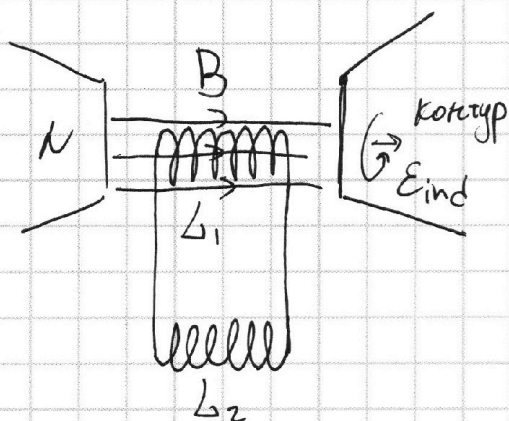
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
1 из 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!

№4



$$\dot{\Psi}_{L_1} + \dot{\Psi}_{L_2} = \dot{\Psi} = E_{ind}$$

$$B_0 = B_0 - \alpha_1 t \quad \alpha_1 - \text{коэф.} \quad \alpha_1 = \frac{\frac{4}{6} B_0}{\frac{2}{6} \tau} = 2 \frac{B_0}{\tau}$$

$$B_0 = B_0 - \frac{2 B_0}{\tau} t \quad \text{при } t \leq \frac{1}{3} \tau$$

$$\text{I участок } B = B_0 - \alpha_2 t \quad \text{при } t \geq \frac{1}{3} \tau \quad \alpha_2 = \frac{\frac{2}{6} B_0}{\frac{4}{6} \tau} = \frac{B_0}{2\tau}$$

$$B = B_0 - \frac{B_0}{2\tau} t$$

$$\text{II участок } B = \frac{1}{3} B_0 - \frac{B_0}{2\tau} t \quad \text{при } t \geq \frac{1}{3} \tau$$

$$B_1 = \frac{1}{3} B_0$$

$$\dot{\Psi}(L_1 + L_2) = E_{ind}$$

$$E_{ind} = -\dot{B} S_n$$

$$\text{I участок } E_1 = \alpha_1 S_n = \frac{2 B_0 S_n}{\tau}$$

$$\text{II участок } E_2 = \alpha_2 S_n = \frac{B_0 S_n}{2\tau}$$

$$\dot{\Psi}_1 = \frac{E_1}{L_1 + L_2} = \frac{2 B_0 S_n}{5 L \tau} = \text{const}$$

$$\dot{\Psi}_2 = \frac{E_2}{L_1 + L_2} = \frac{B_0 S_n}{10 L \tau} = \text{const}$$

В конце участка

$$\Psi_1 - 0 = \frac{2 B_0 S_n \cdot \tau}{5 L \tau} \cdot \frac{\tau}{3}$$

$$\Psi_0 - \Psi_1 = \frac{B_0 S_n \cdot 2\tau}{10 L \tau} \cdot \frac{2\tau}{3}$$





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  
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!

н4 (продолжение)

$$\gamma_0 = \gamma_1 + \frac{B_0 S n}{15L} = \frac{2B_0 S n}{15L} + \frac{B_0 S n}{15L} = \frac{B_0 S n}{5L}$$

$$\boxed{\gamma_0 = \frac{B_0 S n}{5L}}$$

$$2) dq = \gamma dt$$

$$\text{I yr.} \quad dq = \frac{2B_0 S n}{5Lc} t \cdot dt$$

$$\text{заряд за I yr.} \quad q_1 = \frac{B_0 S n}{5Lc} \cdot t_1^2 = \frac{B_0 S n}{5Lc} \cdot \frac{c^2}{g}$$

$$\text{II yr.} \quad dq = \frac{B_0 S n}{10Lc} t dt$$

$$\text{за II yr.} \quad q_2 = \frac{B_0 S n}{20Lc} \left( c^2 - \frac{c^2}{g} \right) = \frac{2B_0 S n c}{5L \cdot g}$$

$$\text{Всего} \quad q = q_1 + q_2 = \frac{3B_0 S n c}{3 \cdot 15L} = \frac{B_0 S n c}{15L}$$

$$\text{Ответ: } \gamma_0 = \frac{B_0 S n}{15L} ; \quad q = \frac{B_0 S n c}{15L}$$



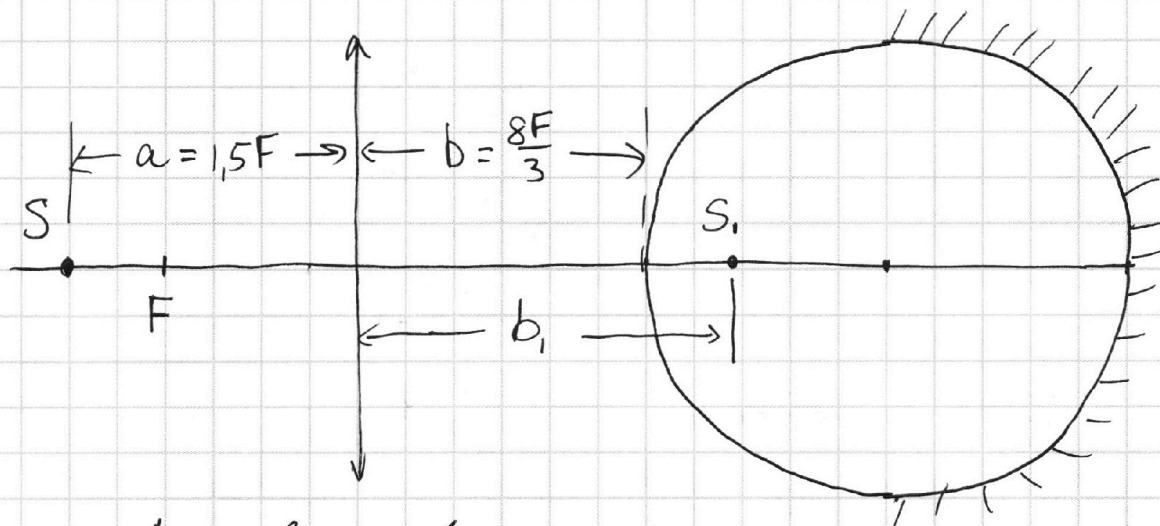
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7  
☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

СТРАНИЦА  
1 из 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!

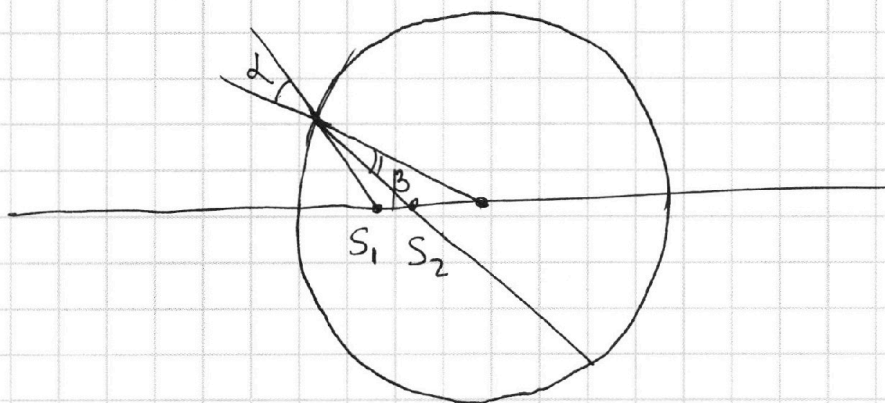
№5



$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{F}$$

$$b_1 = \frac{Fa}{a-F} = \frac{1.5F}{0.5} = 3F$$

$S_1$  - изображ.  $S$ , если бы не было шара



т.к. изображение не зависит от показателя преломления, то  
возьмём его равным окруж. среде.



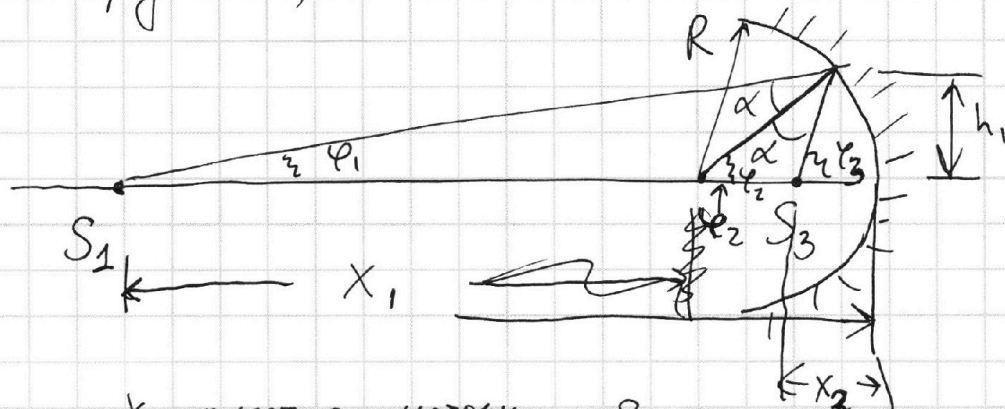
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

№5 (Продолжение)



$x_1$  - расст. до источника  $S_1$  от края зеркала

$x_2$  - расст. до изобр.  $S_3$  от края зеркала

Из геометрии  $\varphi_1 + \alpha = \varphi_2$   
 $\varphi_2 + \alpha = \varphi_3$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \varphi_2 - \varphi_3$$

$$\varphi_1 + \varphi_3 = 2\varphi_2$$

$$\operatorname{tg} \varphi_1 \approx \varphi_1 \quad \operatorname{tg} \varphi_2 \approx \varphi_2 \quad \operatorname{tg} \varphi_3 \approx \varphi_3$$

Из малости углов

$$\operatorname{tg} \varphi_1 + \operatorname{tg} \varphi_3 = 2 \operatorname{tg} \varphi_2$$

$$\frac{h_1}{x_1} + \frac{h_1}{x_3} = 2 \frac{h_1}{R}$$

$$\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_3} = \frac{2}{R}$$

$$x_1 = 2R - b_1 + b = 2R - \frac{F}{3}$$



$$\frac{1}{x_3} = \frac{2}{R} - \frac{1}{x_1}$$

$$x_3 = \frac{Rx_1}{2x_1 - R}$$

$$x_3 = \frac{R(2R - \frac{F}{3})}{4R - \frac{2F}{3} - R}$$

15 (продолжение)



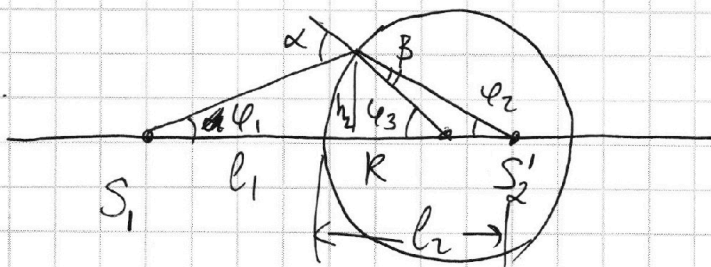


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
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!



$$\varphi_1 + \varphi_3 = \alpha$$

$$\beta + \varphi_2 = \varphi_3 \quad \alpha = n\beta$$

$$\varphi_1 + \varphi_3 + n\varphi_2 = n\varphi_3$$

$$\operatorname{tg} \varphi_1 + n \operatorname{tg} \varphi_2 = (n-1) \operatorname{tg} \varphi_3$$

$$\frac{h_2}{l_1} + \frac{nh_2}{l_2} = \frac{(n-1)h_2}{R}$$

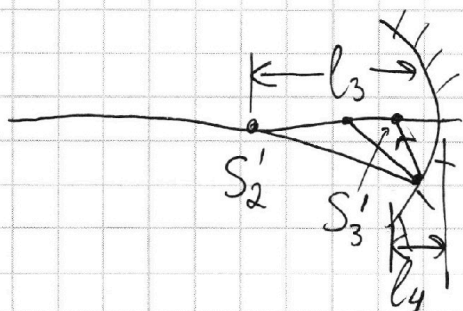
$$\frac{1}{l_1} + \frac{n}{l_2} = \frac{n-1}{R}$$

$$l_1 = b + \Delta - b_1 = \frac{5}{3}F$$

$$\frac{3}{5F} + \frac{n}{l_2} = \frac{3(n-1)}{F}$$

$$\frac{n}{l_2} = \frac{3n-3-\frac{3}{5}}{F} = \frac{3n-3,6}{F}$$

$$l_2 = F \left( \frac{n}{3n-3,6} \right)$$



$$\frac{1}{l_3} + \frac{1}{l_4} = \frac{2}{R}$$

$$l_3 = 2R - l_2 = F \left( \frac{2}{3} - \frac{n}{3n-3,6} \right)$$

$$\frac{1}{l_4} = \frac{6}{F} - \frac{1}{F \left( \frac{2}{3} - \frac{n}{3n-3,6} \right)}$$



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.

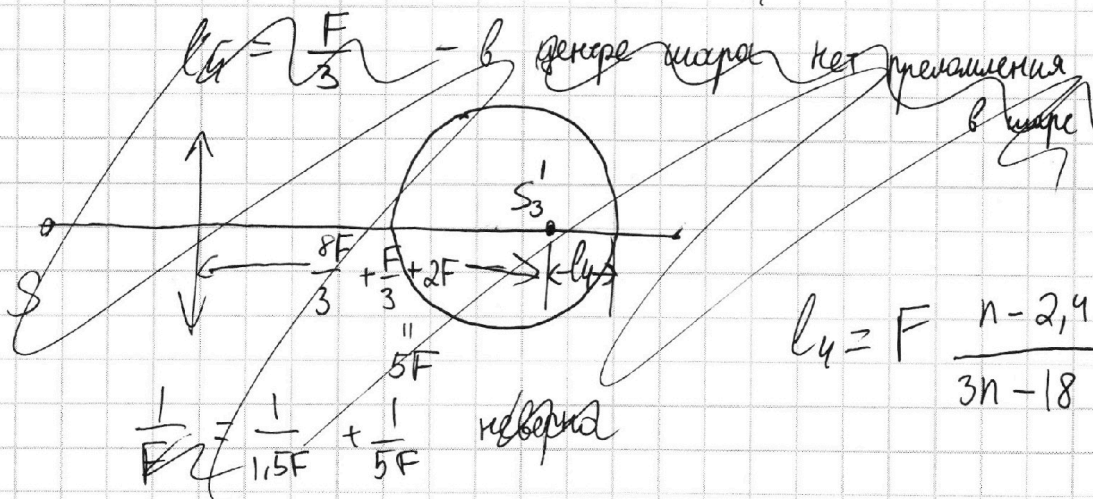
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
5 из 6

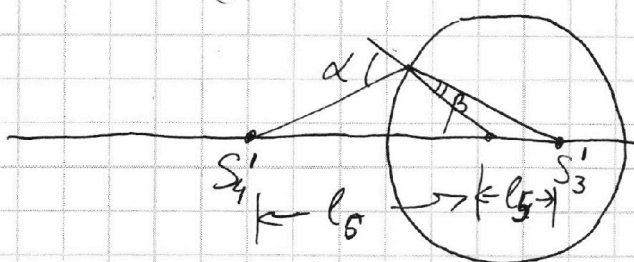
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

15 (Продолжение)

$$\frac{1}{l_4} = \frac{1}{F} \left( 6 - \frac{3n-3,6}{2n-2,4-n} \right) = \frac{1}{F} \left( 6 - \frac{3n-3,6}{n-2,4} \right)$$



$$l_4 = F \frac{n-2,4}{3n-18}$$



$$\frac{1}{l_5} + \frac{n}{l_5} = \frac{n-1}{R}$$

$$l_5 = R - l_4 = R - \frac{F}{3} \cdot \frac{n-2,4}{n-6} =$$

$$= \frac{F}{3} \left( 1 - \frac{n-2,4}{n-6} \right) = \frac{F \cdot 8,4}{3(n-6)} = \frac{2,8F}{6-n}$$

$$\frac{1}{l_6} = 3 \frac{n-1}{F} - \frac{n(6-n)}{2,8F}$$

$$\frac{1}{l_6} = \frac{1}{F} \left( \frac{8,4n - 8,4 - 6n + n^2}{2,8} \right)$$

$$l_6 = \frac{2,8}{n^2 + 2,4n - 8,4} F$$



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  
☐

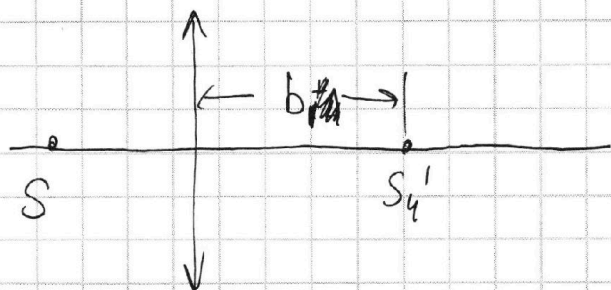
5  
☒

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!



$$b_1 \neq l_0 = R + \Delta + b$$

$$3F + \frac{2,8}{n^2 + 2,4n - 8,4} F = \frac{1}{3}F + \frac{8}{3}b + \Delta = 5F$$

$$\frac{2,8}{n^2 + 2,4n - 8,4} = 2$$

$$n^2 + 2,4 - 8,4 = 1,4$$

$$n^2 + 2,4 - 9,8 = 0$$

$$n = -1,2 + \sqrt{9,8 + 1,44}$$

$$n = 2$$

$$\text{Ответ: } R = \frac{F}{3}; n = 2.$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ \times 32 \\ \hline 64 \\ + 96 \\ \hline 1024 \end{array}$$

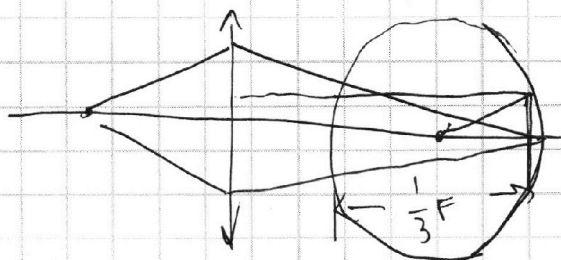
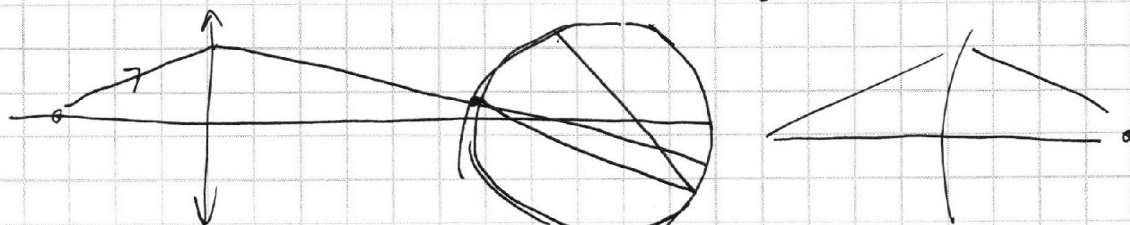
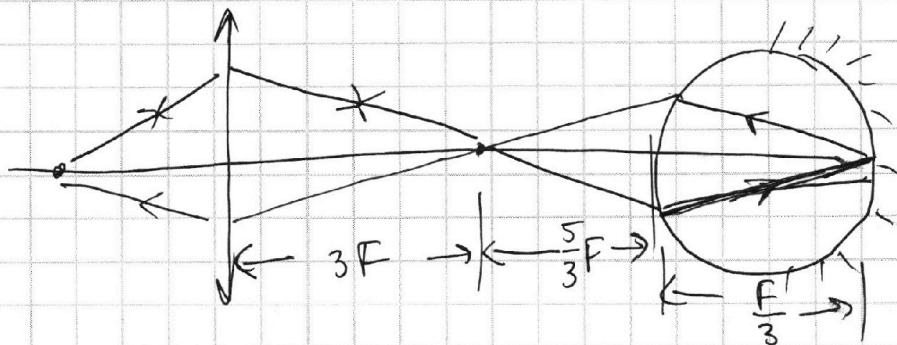


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



$$R = \frac{1}{6}F$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{1.5F} + \frac{1}{3F}$$

$$\frac{8F + 2R - x_3}{3}$$

$$3F = \frac{8}{3}F + 2R = R$$

