



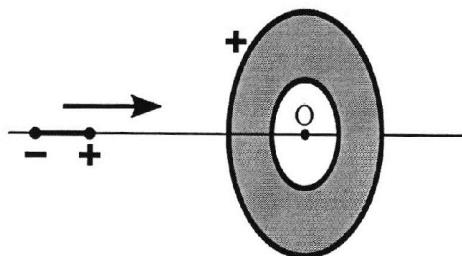
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**



**Вариант 11-01**

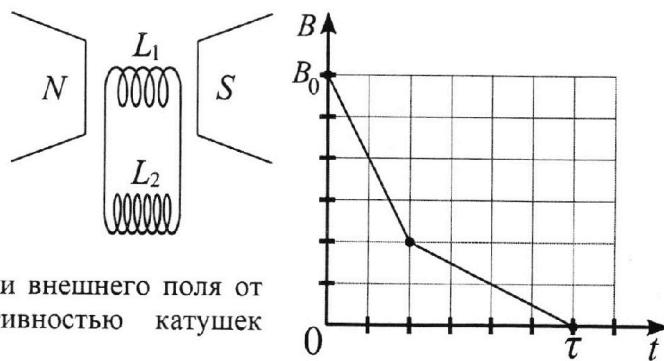
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

- 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  $2V_0$ .



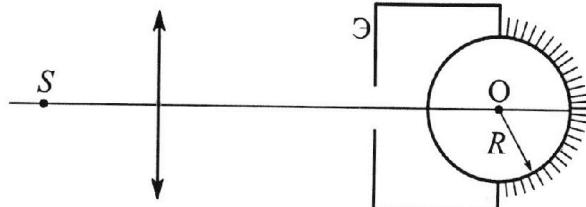
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

- 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  $S$ , удалённый 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 пре небрежимо мало. Экран  $\mathcal{E}$  обеспечивает малость углов  $\alpha$  лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения  $\sin \alpha \approx \alpha$ .



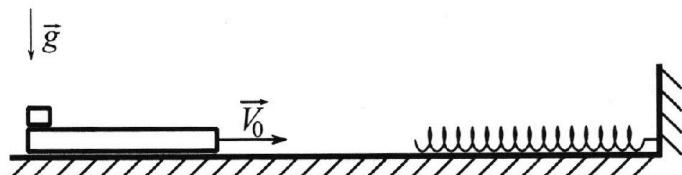
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**

**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 брускок 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.

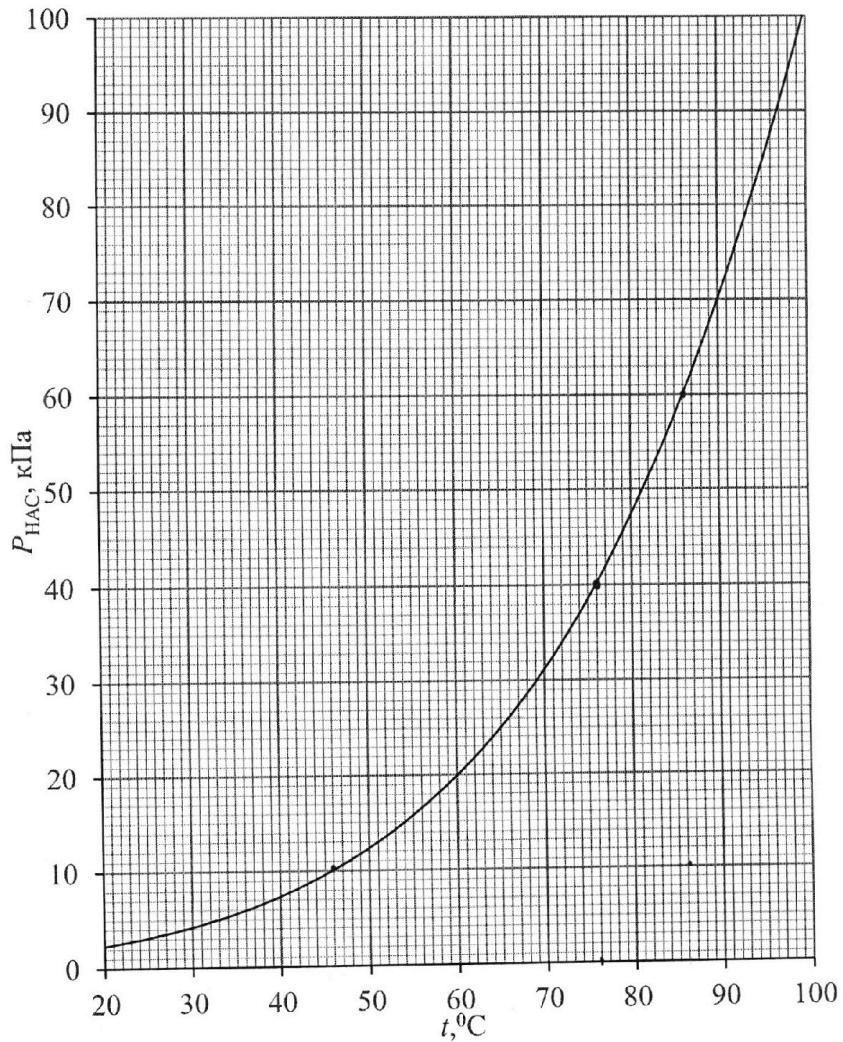


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

- 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.





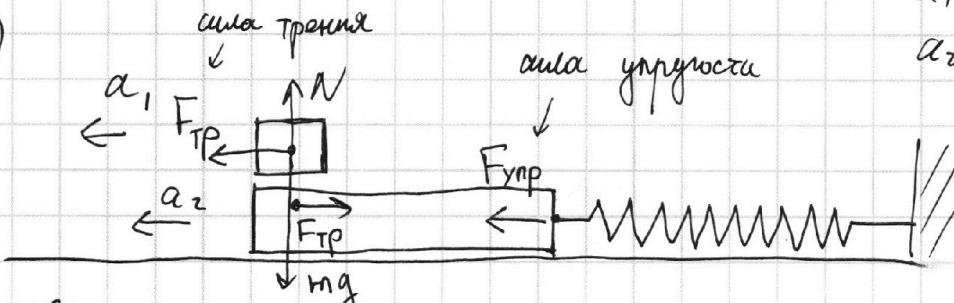
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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. доска

$a_2$  - ускор. доски

б) момент начала движения доска отн. доски  $F_{tp} = \max$ :

$$F_{tp} = \mu N, \quad N = mg$$

$$F_{tp} = \mu mg$$

Прутьина сжималась на  $\Delta x$ :  $F_{yp} = k \Delta x$

то начала движ.  $a_1 = a_2$

$$|\alpha_1| = \frac{F_{tp}}{M}, \quad |\alpha_2| = \frac{F_{yp} - F_{tp}}{m}$$

б) ~~на~~ нач. моменг также  $\alpha_1 = \alpha_2$

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

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

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

2)  $F_{tp} \leq \mu mg$

$$\frac{F_{tp}}{m} = \frac{F_{yp} - F_{tp}}{M}$$

$$F_{yp} = M \left( \frac{1}{m} + \frac{1}{M} \right) F_{tp} = \frac{M+m}{m} F_{tp}$$

$$\alpha = |\alpha_1| = |\alpha_2| = \frac{F_{tp}}{m}$$



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**.

- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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  
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!

№1 (продолжение)

~~$$\text{Задача: } \frac{(M+m)V_0^2}{2} = \frac{k(x)^2}{2} + \frac{(M+m)V^2}{2}$$~~

~~5- константа скорости в задаче. момент~~

~~силы трения работу не совершает, т.к. она двин. силы нет~~

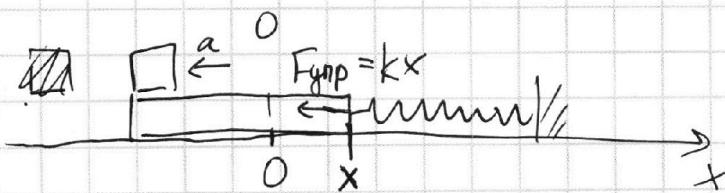
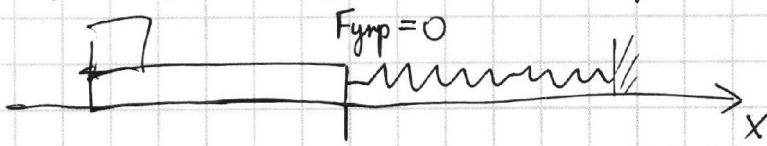
~~Нужен лишний шар для системы доска + диски~~

~~$$F_{\text{упр}} dt = (M+m) dV$$~~

~~$$dV = adt \quad F_{\text{упр}} \propto kx$$~~

~~$$F_{\text{упр}} \approx (M+m)a$$~~

Упр-е двин. для системы доска + диски



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

$$kx + (M+m)\ddot{x} = 0 \quad \text{Упр-е колебаний}$$

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

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

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

$$v = \dot{x} = A\omega \cos(\omega t) \quad \text{при } t=0 \quad v = V_0$$



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**.

- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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  
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 (Продолжение)

$$\omega_0 = A\omega$$

$$A = \frac{\omega_0}{\omega} = \omega_0 \sqrt{\frac{M+m}{k}}$$

$$x = \omega_0 \sqrt{\frac{M+m}{k}} \sin \left( \sqrt{\frac{M+m}{k}} t \right)$$

$$6 \text{ задан. момент } x = \alpha x = \frac{Mg}{k} (M+m)$$

$$\frac{Mg}{k} (M+m) = \omega_0 \sqrt{\frac{M+m}{k}} \sin \left( \sqrt{\frac{k}{M+m}} t \right)$$

$$\frac{Mg}{\omega_0} \sqrt{\frac{M+m}{k}} = \sin \left( \sqrt{\frac{k}{M+m}} t \right)$$

$$t = \sqrt{\frac{M+m}{k}} \arcsin \left( \frac{Mg}{\omega_0} \sqrt{\frac{M+m}{k}} \right) = \frac{1}{3} C \cdot \arcsin \left( \frac{1}{2} \right) = \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{6} C$$

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

3) После начала отл. движс. друска ~~и~~ Ускорение доски увеличивается до макс. сжатия пружины, а ускорение друска не меняется  $\Rightarrow$  друскок всегда будет двигаться отл. доски до макс. сжатия пружины.

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

$$\ddot{x} + \frac{kx}{M} - \frac{Mmg}{M} = 0 \quad \text{ур-е Колебаний}$$

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



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

- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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  
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  $t=0$   $\dot{x}=0 \Rightarrow A_1=0$

$$\text{при } t=0 \quad \dot{x}=v_0$$

$$B_1 \omega = v_0 \\ B_1 = \frac{v_0}{\omega}$$

~~$t=0$  в момент начала отн. глоб. фруска:~~

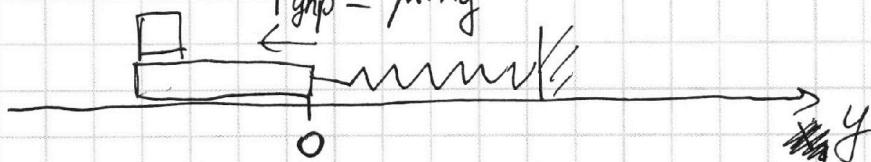
$$x_0 = \Delta x = \frac{\mu g (M+m)}{k}$$

$$\dot{x}_0 = A_1 \omega \cos(\omega t) = v_0 \cos\left(\frac{\pi}{T} \cdot \sqrt{\frac{k}{M+m}} \cdot \frac{T}{18}\right) = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$$

$$\ddot{x}_0 =$$

Новые координаты

$$F_{\text{упр}} = \mu mg$$



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

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

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

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

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

в момент  
макс. смещения

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

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

$$\text{при } \omega_2 t = \frac{\pi}{2} \\ y_{\max} = B$$

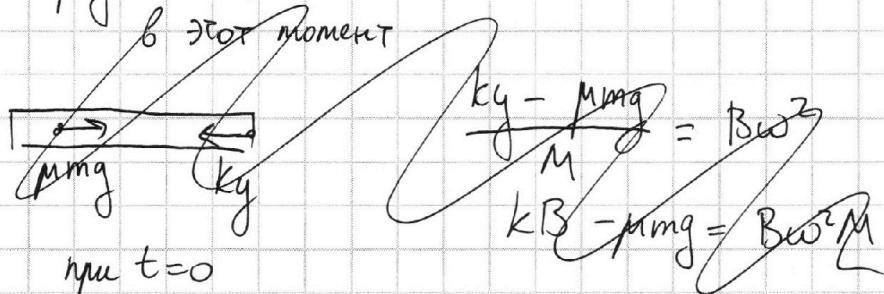


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 (Продолжение)



при  $t=0$

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

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

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

$$a = \ddot{y}_{\max} = \frac{\sqrt{3} v_0 \omega_2}{2} = \frac{\sqrt{3} v_0 \sqrt{\frac{K}{M}}}{2} = \frac{2}{2} \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{3\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \frac{1}{c^2}$$

$$a = \frac{9\sqrt{2}}{2} \frac{1}{c^2}$$

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

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.



- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА  
1 из 2

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

№2

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

Индекс B  
откает воздух

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

$$p_1 V_0 = D R t_0$$

$$V_0(p_0 - p_1) = D_B R t_0$$

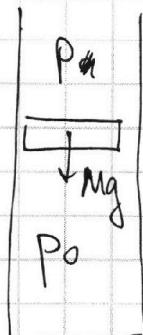
$$\frac{p_1}{p_0 - p_1} = \frac{D}{D_B} = \frac{4}{11}$$

$$V_1 p_{\text{нас}}^* = D R t^*$$

$$V_1 p_{\text{вн}} = D_B R t_m^*$$

$$\frac{p_{\text{нас}}^*}{p_{\text{вн}}} = \frac{D}{D_B} = \frac{p_1}{(p_0 - p_1)}$$

Дано



Т.к. трения нет, то  $p_0 S = Mg + p S$

$p_0 = \text{const}$

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

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

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

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

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.



- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

н2 (продолжение)

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

Давление воздуха  $P_2 = p_0 - p_{\text{нас}2} = 140 \text{ кПа}$

$$\text{В начале все газ } V_0 = \frac{V_B R t_0}{p_0 - p_1}$$

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

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

$$\frac{V}{V_0} \approx \frac{8 \cdot 11}{9 \cdot 14} = \frac{44}{63} \approx \frac{2}{3}$$

~~1/3~~  
~~1/6~~

Ответ:  $P_1 = 40 \text{ кПа}$ ;  $t^* = 76^\circ\text{C}$

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



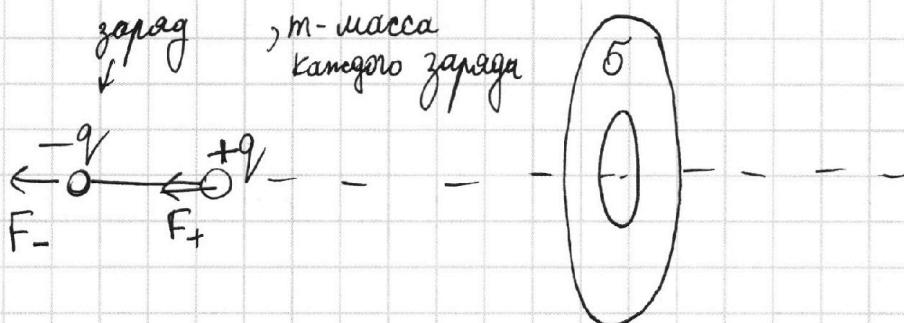
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

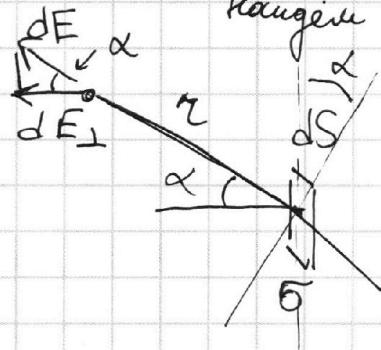
СТРАНИЦА  
1 из 2

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

№ 3



1) Поле от диска на оси в симметрии направлено + диску.



Найдём поле от маленькой полоски  $dS$  с поверх. плюсн. заряда 5.

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

$$dE_{\perp} = k \sigma \frac{(dS \cos \alpha)}{R^2} = dR$$

теский угол,  
под которым видна  
полоску

$$dE_{\perp} = k \sigma dR$$

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

$$F_+ = k \sigma R + q$$

$$F_- = k \sigma R - q$$

Если залететь  $\rightarrow F = F_+ - F_- = k \sigma q (R_+ - R_-)$   
суммарно на землю

лево

Если залететь левее диска, то ~~он~~  
 $R_+ > R_-$  и сила направлена лево,  
а если правее, то  $R_+ < R_-$  ~~она~~ сила  
направо.

Т.е. залететь заходитесь до диска и ускоряется после:  
заряд в центре движется синхронно с диска



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

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

✓3 (продолжение)

Пусть потен. энергия диска на ~~старте~~, а в центре диска ~~в~~  $\Pi$ .

$$\text{Тогда ЗСД: } 0 + \frac{2m\omega_0^2}{2} = \Pi + 0 \quad \text{при запуске с } \omega_0$$

$$\Pi = m\omega_0^2$$

$$\text{при запуске } 2\omega_0: \quad \text{ЗСД: } 0 + \frac{2m(2\omega_0)^2}{2} = \Pi + \cancel{\frac{2m(\omega)^2}{2}}$$

где  $\omega$ -скорость при пролёте в центре

$$4m\omega_0^2 = \Pi + m\omega^2$$

$$3m\omega_0^2 = m\omega^2$$

$\omega = \omega_0 \sqrt{3}$  - min скорость, т.к. дальше разгон

2)  $\omega_{\max} = 2\omega_0$ , т.к. в этот момент  $\Pi_{\min} = 0$ .

$$\omega_{\max} - \omega_{\min} = \omega_0(2 - \sqrt{3})$$

Ответ: 1)  $\omega = \omega_0 \sqrt{3}$

2)  $\omega_{\max} - \omega_{\min} = \omega_0(2 - \sqrt{3})$



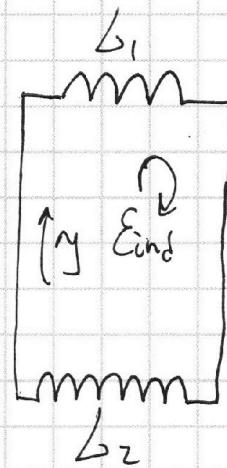
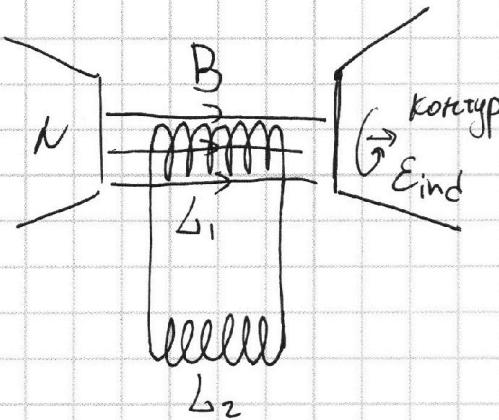
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 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!

n4



$$\dot{\gamma}L_1 + \dot{\gamma}L_2 = \text{---}$$

$$= E_{\text{ind}}$$

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

$$B = B_0 - \frac{\alpha_1 B_0}{\tau} t \quad \text{при } t \leq \frac{1}{3}\tau$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

в конце участка

$$Y_0 - 0 = \frac{2B_0 S_n}{5L\tau} \cdot \frac{\tau}{3}$$

$$Y_0 - Y_1 = \frac{B_0 S_n}{10L\tau} \cdot \frac{2\tau}{3}$$



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                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input 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!

~4 (продолжение)

$$\text{Реш} \quad y_0 = y_1 + \frac{B_0 S h}{15L} = \frac{2B_0 S h}{15L} + \frac{B_0 S h}{15L} = \frac{B_0 S h}{5L}$$

$$\boxed{y_0 = \frac{B_0 S h}{5L}}$$

2)  $dy = y dt$

I yr.  $dy = \frac{2B_0 S h}{5L} t \cdot dt$

заряд за I yr.  $q_1 = \frac{B_0 S h}{5L} \cdot t^2 = \frac{B_0 S h}{5L} \cdot \frac{r^2}{g}$

II yr.  $dy = \frac{B_0 S h}{10L} t dt$

за II yr.  $q_2 = \frac{B_0 S h}{20L} \left( r^2 - \frac{r^2}{g} \right) = \frac{2B_0 S h r^2}{5L \cdot g}$

Суммарно  $q = q_1 + q_2 = \frac{3 B_0 S h r^2}{3 \cdot 15L} = \frac{B_0 S h r^2}{15L}$

Ответ:  $y_0 = \frac{B_0 S h}{15L}$ ;  $q = \frac{B_0 S h r^2}{15L}$



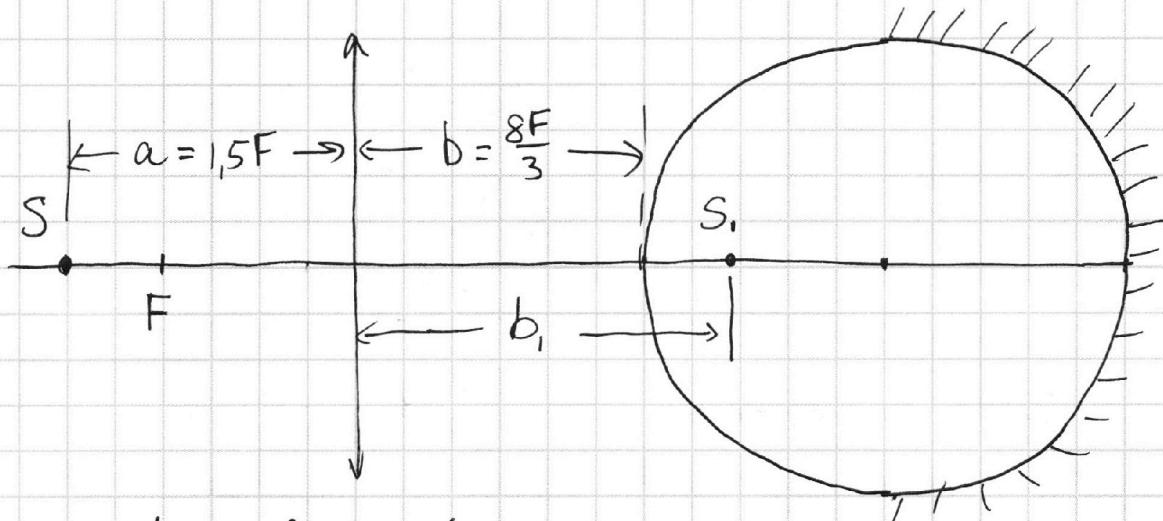
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 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!

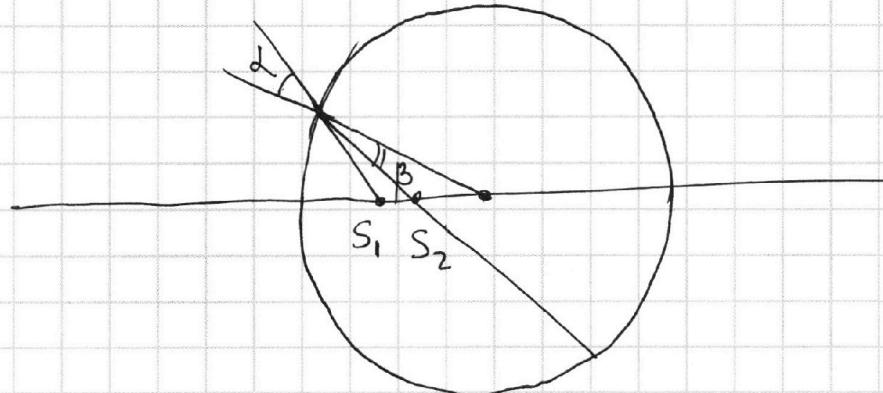
№5



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

$$b_1 = \frac{Fa}{a-F} = \frac{1,5F}{0,5} = 3F$$

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



т.к. изображение не зависит от показателя преломления, то  
всегда оно равно окруж. среде.



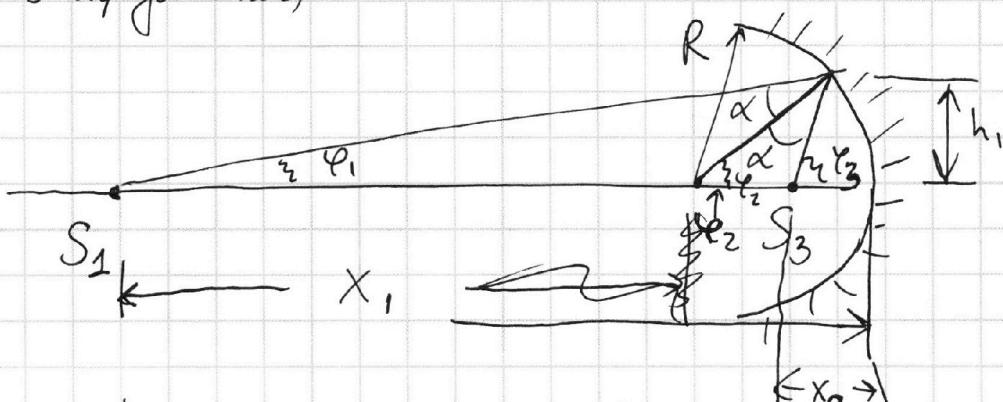
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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  
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.  $S_2$  от края зеркала

$$\text{Из геометрии } \varphi_1 + \alpha = \varphi_2$$

$$\varphi_2 + \alpha = \varphi_3$$

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

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

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

Из малоски учитов

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

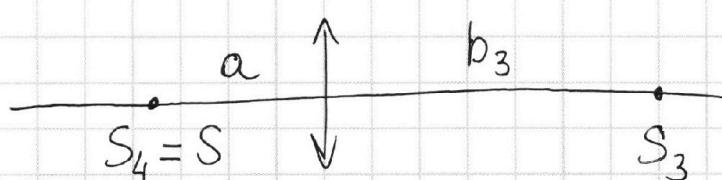
$$\frac{h_1}{x_1} + \frac{h_1}{x_3} = 2 \frac{h_1}{R}$$

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

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

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

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



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



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  
3 из 6

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

№5 (продолжение)

$$b_3 = \frac{8}{3}F + 2R - x_3$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b_3} = \frac{1}{\cancel{b_3}} \frac{1}{1,5F} + \frac{1}{\frac{8}{3}F + 2R - x_3}$$

$$\frac{1}{3F} = \frac{1}{\frac{8}{3}F + 2R - x_3}$$

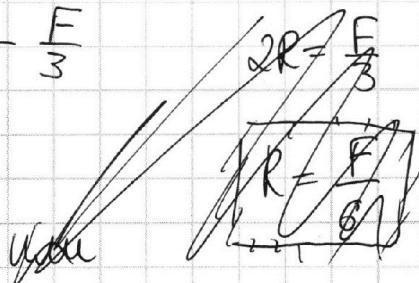
$$3F = \frac{8}{3}F + 2R - \frac{R(2R - \frac{F}{3})}{4R - \frac{2F}{3} - R}$$

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

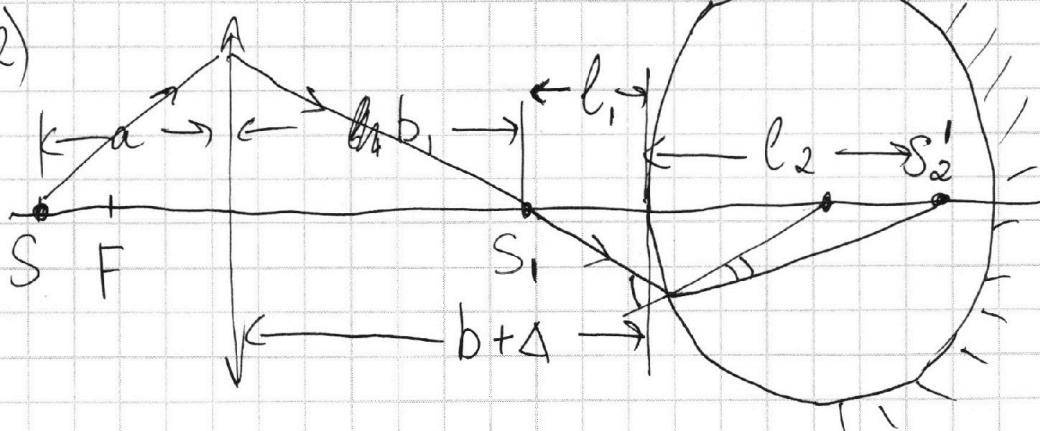
$$R = 3R - \frac{2F}{3}$$

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

$$\boxed{R = \frac{F}{3}}$$



2)



I



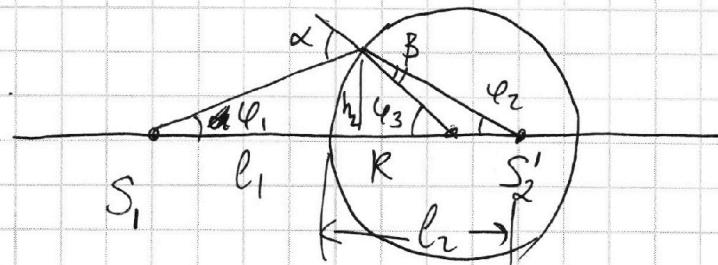
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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  
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!

I



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

$$\beta + \varphi_2 = \varphi_3$$

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

$$\tan \varphi_1 + \cancel{\tan \varphi_3} n \tan \varphi_2 = (n-1) \tan \varphi_3$$

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

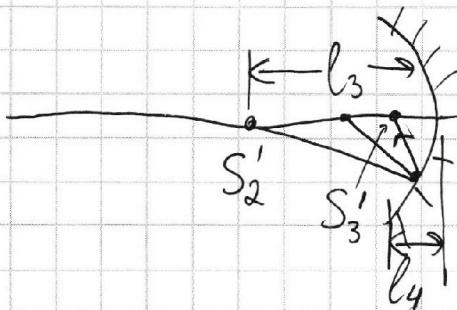
$$\frac{1}{l_1} + \frac{n}{l_2} = \frac{n-1}{R}$$

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

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

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

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



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

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

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

I

I



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.

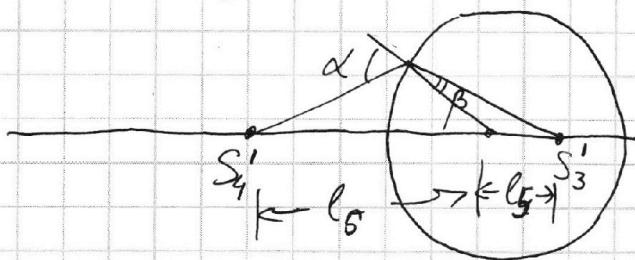
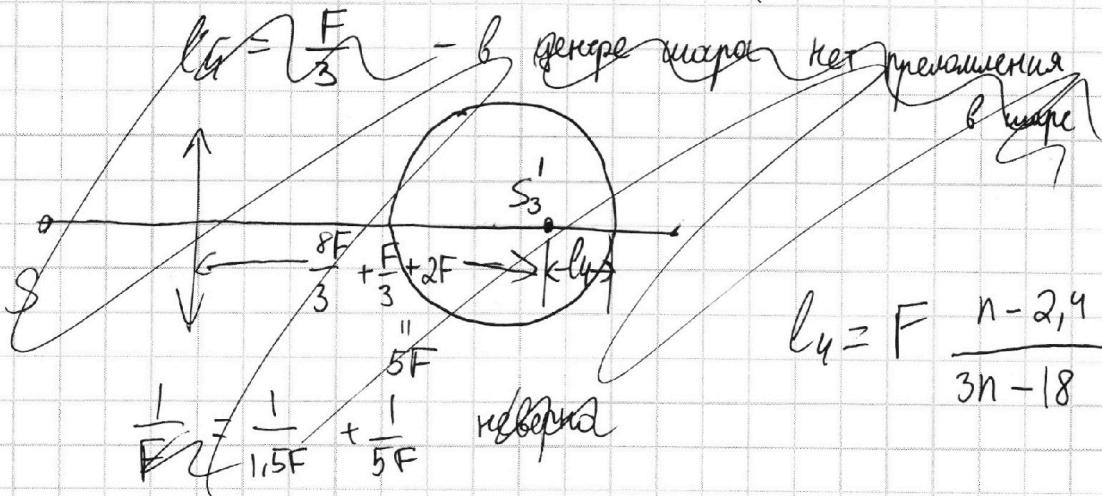
- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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  
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!

№5 (Продолжение)

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



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

$$\frac{1}{l_5} \text{ от } \ell_4 \quad \ell_5 = R - \ell_4 = R - \frac{F}{3} \cdot \frac{n-2,4}{n-6} =$$

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

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

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

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

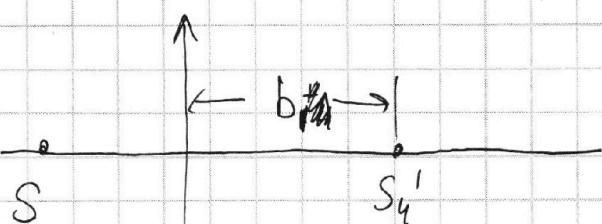
$$\ell_6 = \frac{2,8}{n^2 + 2,4n - 8,4} F$$



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 7СТРАНИЦА  
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!



$$b \neq l_c = R + \Delta + b$$

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

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

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

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

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

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

$$n = 2$$

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

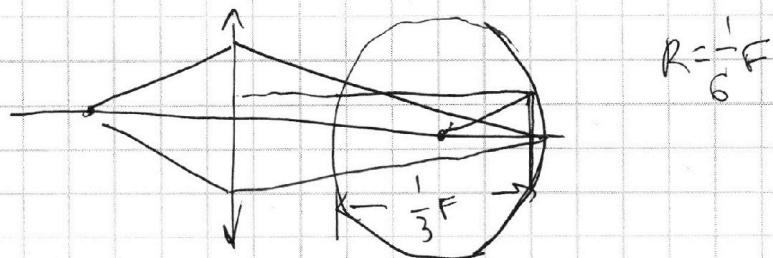
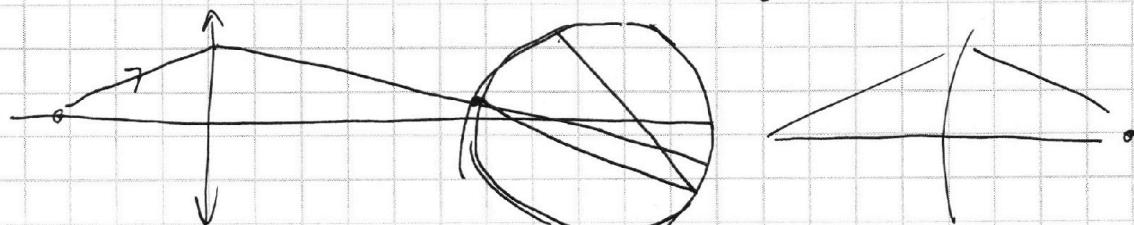
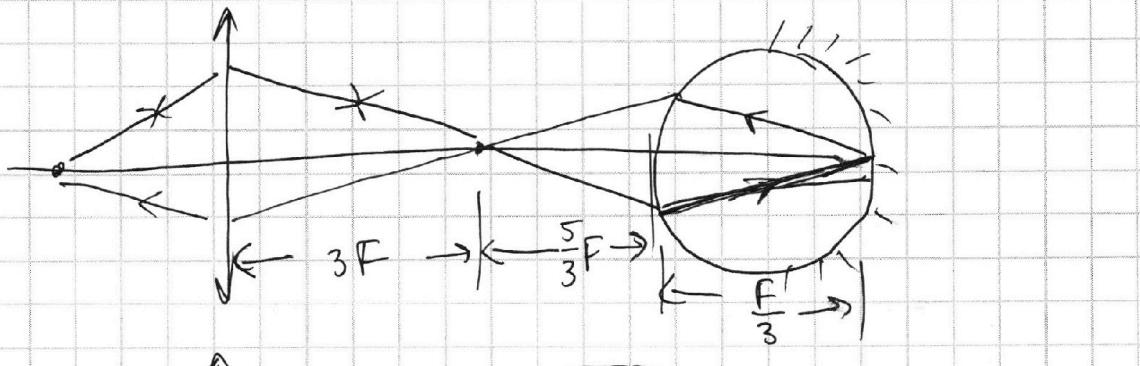


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

 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!



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{6F} + \frac{1}{3F}$$

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

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

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

