



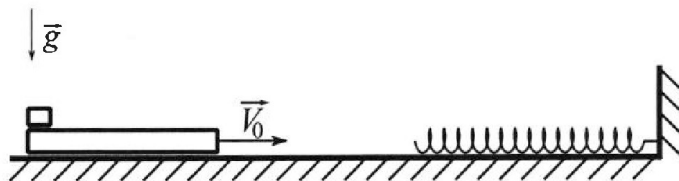
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

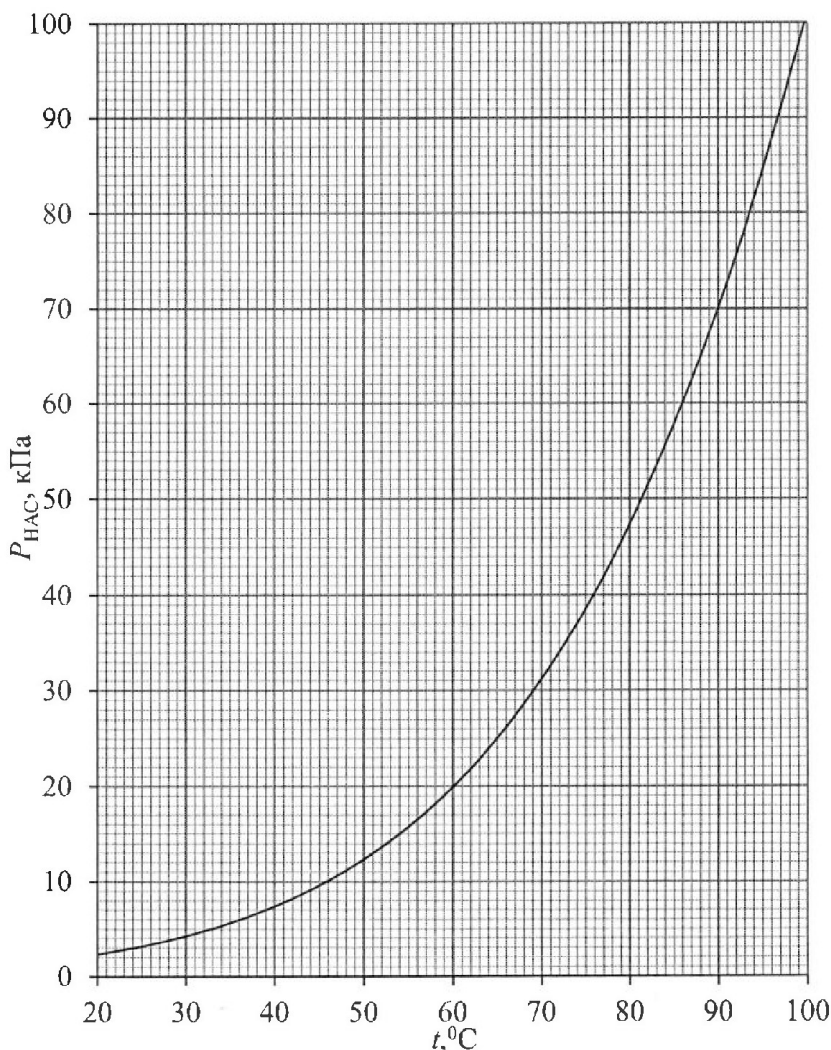


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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 $\phi_0 = 2/3$ (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.





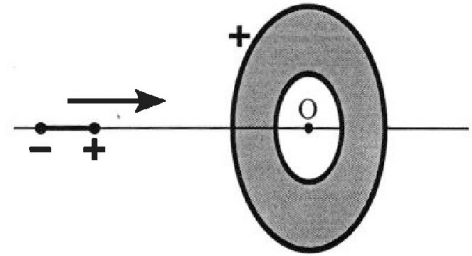
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

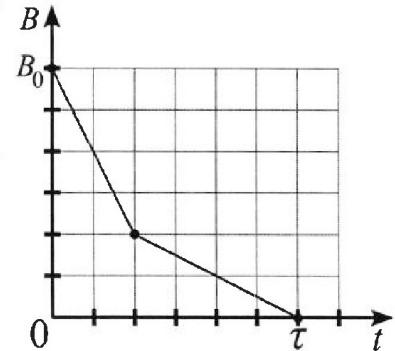
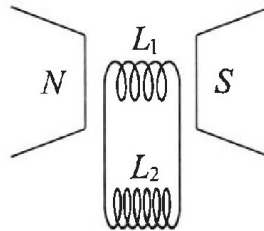


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



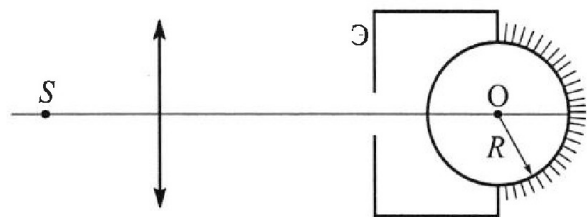
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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



- 1) Найти ток I_0 через катушку L_1 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_1 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположены центр O прозрачного шара и точечный источник S , удаленный от линзы на расстояние $a = 1,5F$ (см. рис.). На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран $\mathcal{E}$ с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно $b = 8F/3$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти радиус R шара.

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на $\Delta = 2F$, изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

Отражение света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран $\mathcal{E}$ обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.



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.

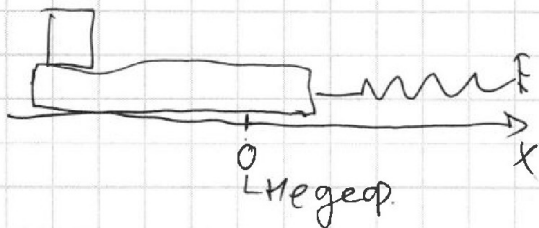


СТРАНИЦА
1 из 3

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!

N1

Пока прот. нет $\ddot{x}_b = \ddot{x}_g$



II з.п. г.м. сист:

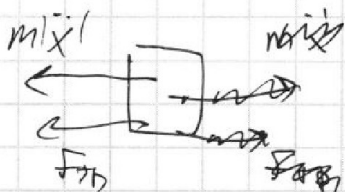
$$(m+M)\ddot{x} + kx = 0$$

$$(**) x = A \sin \omega t, \omega = \sqrt{\frac{k}{m+M}}$$

$$\ddot{x}^{(*)} = -A\omega^2 \sin(\omega t)$$

$$\dot{x} = A\omega \cos(\omega t)$$

$$v_0 = A\omega \quad (\dot{x}(0) = v_0)$$



В момент нажатия прот:

$$m\ddot{x} = \mu mg \Rightarrow |\ddot{x}| = \mu g$$

$$(*) \Rightarrow \mu g = A\omega^2 \sin(\omega t) = \omega^2 \cdot (A \sin \omega t) = \omega^2 x_0$$

$$x_0 = \frac{\mu g}{\omega^2} = \frac{\mu g (m+M)}{k} \quad \text{— сжатие пружины в этот момент}$$

$$x_0 = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 3}{27} = \frac{1}{3} M$$

$$II \quad (**) \Rightarrow \omega t_0 = \arcsin\left(\frac{x_0}{A}\right) \Rightarrow t_0 = \frac{1}{\omega} \arcsin\left(\frac{x_0}{A}\right)$$

$$t_0 = \frac{\sqrt{m+M}}{\sqrt{k}} \arcsin\left(\frac{x_0 \omega}{v_0}\right)$$



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.



СТРАНИЦА

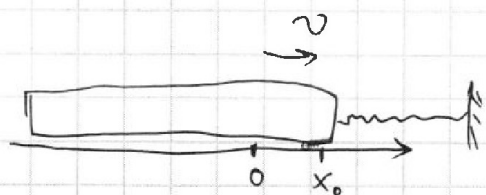
2 ИЗ 3

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!

$$t_0 = \frac{\sqrt{m+M}}{\sqrt{k}} \arcsin\left(x_0 \frac{\sqrt{k}}{v_0 \sqrt{m+M}}\right)$$

$$t_0 = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{27}} \arcsin\left(\frac{1}{3} \cdot \frac{\sqrt{27}}{2 \cdot \sqrt{3}}\right) = \frac{\pi}{12} \approx \frac{3}{12} = \frac{1}{4} \text{ с}$$

При дальнейшем движении $v_{0m} \neq 0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow$ пружина соскальзывает с доски.



$$M \ddot{x} + kx = 0 \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$x = B \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$\dot{x} = \omega B \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$\ddot{x} = -\omega^2 B \sin(\omega t + \varphi_0)$$

З(а):

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} = \frac{kx_{\max}^2}{2}$$

$$x_{\max}^2 = x_0^2 + \frac{M}{k} v^2$$

$$v = A\omega \cos(\omega t) = \omega A \sqrt{1 - \sin^2 \omega t} = \omega \sqrt{A^2 - A^2 \sin^2 \omega t}$$

$$v = \omega \sqrt{A^2 - x_0^2}$$

$$x_{\max} = \sqrt{x_0^2 + \frac{M}{k} \omega^2 (A^2 - x_0^2)} \Rightarrow F = kx_{\max} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{F}{M} = \frac{k}{M} \sqrt{x_0^2 + \frac{M}{k} \omega^2 (A^2 - x_0^2)}$$



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

3 ИЗ 3

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!

$$A = \frac{v_0}{\omega} = \frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{\frac{27}{2}}} = \frac{2}{3} \text{ м} ; \omega^2 = \left(\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{27}} \right)^2 = 9 \text{ с}^{-2}$$

$$a = \frac{27}{2} \sqrt{\left(\frac{1}{3}\right)^2 + \frac{2}{27} \cdot g \left(\frac{4}{9} - \frac{1}{9}\right)}$$

$$a = \frac{27}{2} \sqrt{\frac{1}{9} + \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{3}} = \frac{27}{2} \cdot \sqrt{\frac{3}{9}} = \frac{27}{2\sqrt{3}} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\text{Ответ: } \frac{1}{3} \text{ м}; \frac{1}{4} \text{ с}; \frac{27}{2\sqrt{3}} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



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.

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!

$\sqrt{2}$

1) ~~из графиков~~ $\varphi_0 = \frac{P_{\pi.}}{P_{\pi.п.}(t_0)} \Rightarrow P_{\pi} = \varphi_0 P_{\pi.п.}(t_0)$

$$P_{\pi.} = \frac{2}{3} \cdot P_{\pi.п.}(86^{\circ}\text{C})$$

$P_{\pi.п.}(86^{\circ}\text{C})$ из графиков $60 \text{ кПа} \Rightarrow$

$\Rightarrow \underline{P_{\pi} = 40 \text{ кПа}} \quad P_{\text{в}}(t_0) = 150 - 40 = 110 \text{ кПа}$

2)

$P_0 = P_{\text{ex}}$ - внеш. давл.

$$P_{\pi.} + P_{\text{возг}} = P_{\text{ex}} \quad (*)$$

$$P_{\text{возг}} V = \nu_g R T$$

$$P_{\pi.} V = \nu_{\pi} R T \quad (\text{пока не конденсировался})$$

$$\frac{P_{\pi.}}{P_{\text{возг}}} = \frac{\nu_{\pi}}{\nu_g} = \frac{P_{\pi.0}}{P_{g,0}} = \frac{P_{\pi.}(t_0)}{P_{g.}(t_0)}$$

$$\text{Откуда } P_{\text{возг}} = P_{\pi.} \frac{P_{g.}(t_0)}{P_{\pi.}(t_0)}$$

$$\text{Тогда } (*) \Rightarrow P_{\pi} \left(1 + \frac{P_{g.}(t_0)}{P_{\pi.}(t_0)} \right) = P_{\text{ex}}$$



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!

Тогда и в момент начала конденсации $P_n = 40 \text{ Вт}$
но $P_0 = 1 \Rightarrow$ из графиков это происходит
при температуре $76^\circ\text{C} = t^*$

3)

$$P_{\text{воз}}(t)V = \nu_B R T_k$$

$$P_{\text{воз}}(t_0) \cdot V_0 = \nu_B R T_H$$

$$\Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{P_{\text{воз}}(t_0)}{P_{\text{воз}}(t)} \cdot \frac{T_k}{T_H}$$

$$P_{\text{воз}}(t) + P_n(t) = P_{\text{ex}}$$

$$P_n(76^\circ\text{C}) \text{ из графиков } 10 \text{ Вт} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_{\text{воз}}(76^\circ) = 150 - 10 = 140 \text{ Вт}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{110}{140} \cdot \frac{273 + 46}{273 + 86} = \frac{11 \cdot 319}{14 \cdot 359} = \frac{3509}{5026}$$

Ответ: 40 Вт ; 76°C ; $\frac{3509}{5026}$



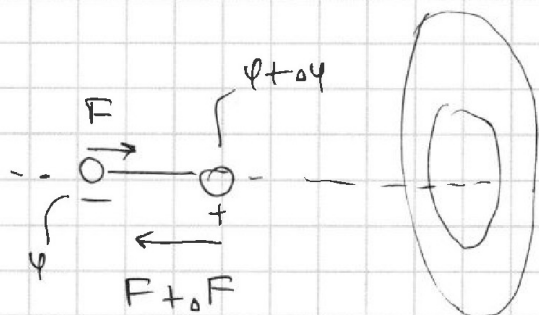
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 3

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



$$F = Eq$$

$$F + 0F = (E + 0E)q$$

$$F_{\text{результ}} \equiv f = q_0 E$$

$$F_{\text{результ}} < 0, \text{ поля}$$

длина не пролетит
через диск

$$W = -q\varphi + q(\varphi + q\varphi) = q\varphi$$

$$W_1 + \frac{mV_0^2}{2} \stackrel{(\text{о})}{=} W_2 + 0 \quad \text{т.к. } V_0 - \text{мин для пролёта}$$

Теперь со второй ситуации до фот
пролёта ⊕ через
центр

$$W_1 + \frac{m}{2}(2V_0)^2 = W_2 + \frac{m}{2}V^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{V^2}{2} = 2V_0^2 + \frac{W_1 - W_2}{m} = 2V_0^2 + \left(-\frac{mV_0^2}{2}\right)$$

$$V^2 = 4V_0^2 - V_0^2 = 3V_0^2 \Rightarrow V = \sqrt{3}V_0$$

После пролёта q
дальнейшее движение

$$F_2 > F_1 \Rightarrow a_x < 0 \Rightarrow \text{длина замедляется}$$

$$W_3 = -q\varphi'$$



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 3

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!

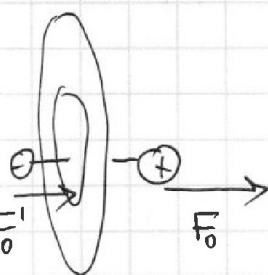
$$W_1 + \frac{1}{2} m (2V_0)^2 = W_3 + \frac{1}{2} m (V_3)^2$$

" $-q_0 \varphi' < 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow V_3 \neq \min \quad (1)$$

В момент пролёта:

(гитоло разлетаясь, приём F_0')



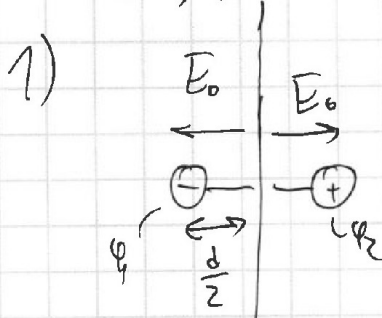
Из (1) видно, что ~~после~~ после пролёта его скорость не соответствует минимальной

W_2 соответствует энергии гитоло в момент пролёта $\oplus$ через центр:



После этого скорость будет увеличиваться, затем уменьшаться, но не будет меньше $\sqrt{3} V_0$

$$\Rightarrow \sqrt{3} V_0 = V_{\min}$$



$$\varphi_1 = \varphi_2 \Rightarrow -q\varphi_1 + q\varphi_2 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W = 0$$

$$\frac{m V_c^2}{2} + W = \frac{1}{2} m (2V_0)^2 + W_1$$

$q_0 \varphi_0$

$$\Rightarrow \underline{V_c = 2V_0}$$



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
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

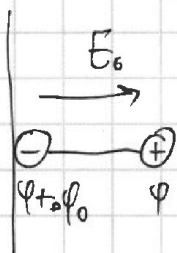
СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

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 (продолж.)

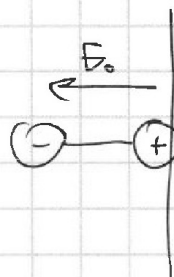
2)

$V_{\max}$ достигается в момент пролёта $\ominus$:



$$W' = -q \Delta \phi = -q(E_0 d)$$

до пролёта $\oplus$:



$$W_2 = q \Delta \phi =$$

$$= q E_0 d =$$

$$= W_1 + \frac{m}{2} V_0^2 \quad (u_z(0))$$

$$W' = -W_2$$

$$\frac{m}{2} (2V_0)^2 + W_1 = W' + \frac{m}{2} V_{\max}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 5V_0^2 = V_{\max}^2 \Rightarrow V_{\max} = \sqrt{5} V_0$$

$$V_{\max} - V_{\min} = V_0 (\sqrt{5} - \sqrt{3})$$

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



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 ☐

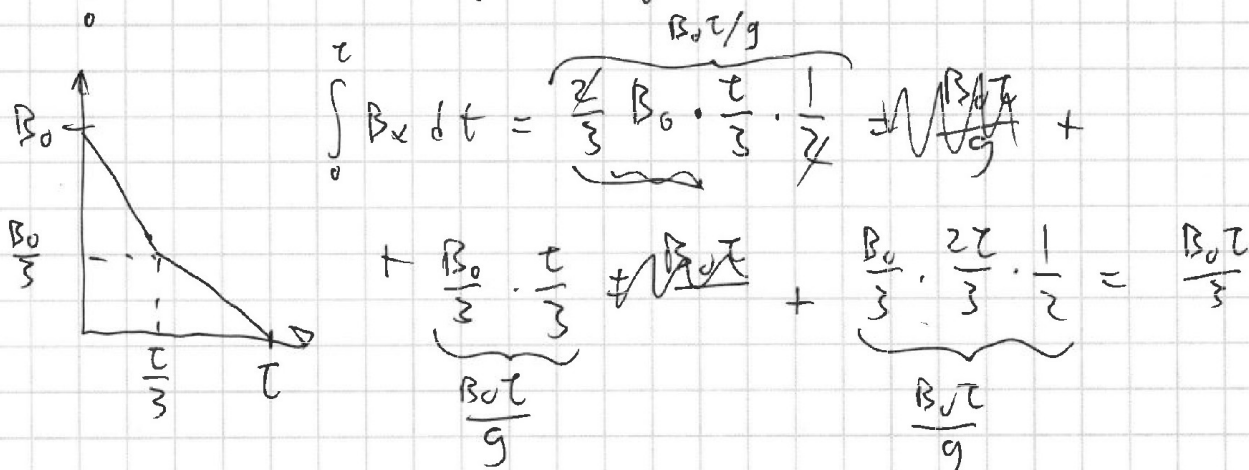
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

$$-S_n B_x dt + S_n B_0 dt = (L_1 + L_2) dq$$

$$-S_n \int_0^T B_x dt + S_n B_0 T = (L_1 + L_2) Q$$

$\int_0^T B_x dt$ — площадь под графиком



$$Q(L_1 + L_2) = S_n B_0 T - S_n \frac{B_0 T}{3} = \frac{2}{3} S_n B_0 T$$

$$Q = \frac{2 S_n B_0 T}{15 L}$$

Ответ: $\frac{S_n B_0}{5 L}$; $\frac{2}{15} \frac{S_n B_0 T}{L}$



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
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

$$\Phi_1 = B_x S_n + \Phi_{\text{self}} \quad - \text{поток через } L_{10}$$

$$\frac{d\Phi_1}{dt} = \frac{dB_x}{dt} S_n + \frac{d\Phi_{\text{self}}}{dt}$$

$$\left| \frac{d\Phi_2}{dt} \right| = L_2 |\dot{I}|$$

$$-\mathcal{E} = S_n \frac{dB_x}{dt} + L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I}$$

||
0 нз 2 п. Кирхгофа

$$0 = S_n \frac{dB_x}{dt} + \cancel{L_1} \dot{I} (L_1 + L_2) = \frac{dI}{dt} (L_1 + L_2)$$

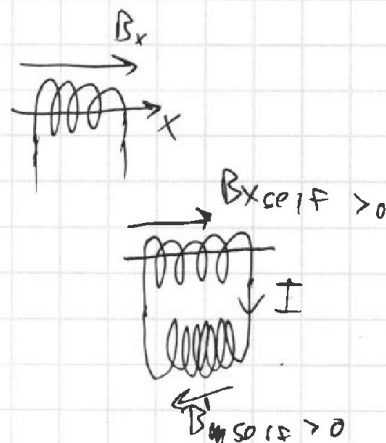
$$-S_n dB_x = (L_1 + L_2) dI \Rightarrow \int_{B_{x0}}^{B_x} -S_n dB_x = (L_1 + L_2) \int_{I_0}^I dI$$

$$-S_n (0 - B_0) = (L_1 + L_2) I_0$$

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

$$+ S_n dB_x = (L_1 + L_2) d\left(\frac{dq}{dt}\right) \quad - S_n B_x = (L_1 + L_2) I - 0 + S_n B_0$$

$$- S_n B_x + S_n B_0 = (L_1 + L_2) \frac{dq}{dt}$$





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
4 ИЗ 4

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!

$$(1) \text{ и } (2) \Rightarrow$$

$$n \left(\frac{2}{R} - \frac{1}{\beta} \right) = \frac{n-1}{R} - \frac{1}{-\frac{F}{3} + 2F} = \frac{3(n-1)}{F} - \frac{1}{F} \frac{3}{5}$$

$$n \left(\frac{2}{F} - \frac{1}{\beta} \right) = \frac{3(n-1)}{F} - \frac{3}{5} F$$

$$n \left(6 - \frac{1}{\beta/F} \right) = 3(n-1) - \frac{3}{5}$$

$$\parallel (5) \Rightarrow \frac{\beta}{F} = \frac{2}{3} - \frac{n}{3(n-1) - \frac{3}{2}} \parallel$$

$$6 - \frac{F}{\beta} = \frac{1}{n} \left(3n - \frac{18}{5} \right)$$

$$\frac{\beta}{F} = \frac{6n - 2 - \frac{18}{5} - 3n}{3n - 18,5}$$

$$\frac{\beta}{F} = \frac{3n - 5}{3n - 18,5}$$

$$6 - \frac{9n - 11,5}{3n - 5} = \left(3 - \frac{18}{5n} \right)$$

$$3 = \frac{9n - 11,5}{3n - 5} - \frac{18}{5n} = \frac{5n(9n - 18,5) - 18(3n - 5)}{5n(3n - 5)}$$

$$45n^2 - 75n = 45n^2 - 67,5n - 54n + 90$$

$$10,5n = 90 \Rightarrow n = \frac{90}{10,5} = \frac{900}{105}$$

$$\text{Отв: } \frac{F}{3}; \frac{900}{105} \approx 2$$

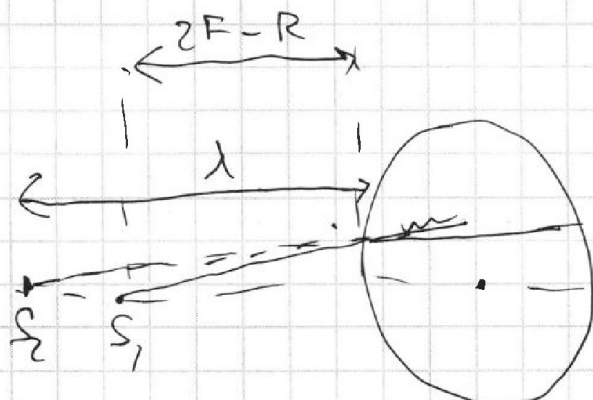


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

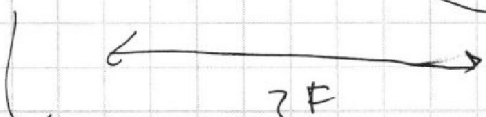
СТРАНИЦА
3 из 4

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!



$$\frac{1}{2F-R} + \frac{n}{\lambda} = \frac{n-1}{R} \quad (1)$$

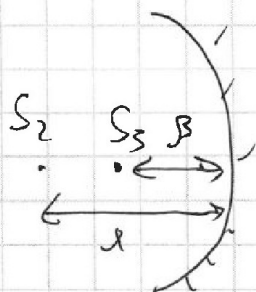
найдём λ



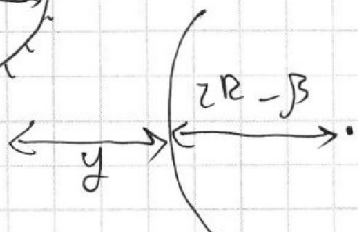
(мнимое изображение S_1 (от него идут лучи внутри стекла))

Затем в зеркале будет изобр. S_2 :

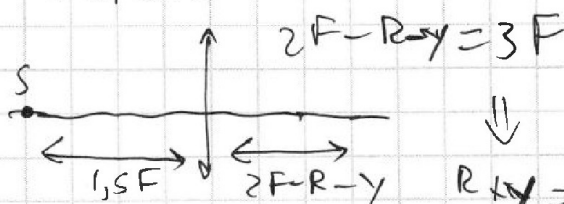
$$\frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\beta} = \frac{2}{R} \quad (2)$$



Затем:
$$\frac{1}{y} + \frac{n}{2R-\beta} = \frac{1-n}{-R} \quad (3)$$



Затем:



(3) и (4):

$$\frac{3}{2F} + \frac{n}{\frac{2R}{3} - \beta} = 3 \frac{n-1}{F} \Rightarrow \frac{3}{2} + \frac{n}{\frac{2}{3} - \frac{\beta}{F}} = 3 \frac{n-1}{1}$$

$$\frac{1}{3(n-1) - \frac{3}{2}} = \frac{\frac{2}{3} - (\frac{\beta}{F})}{n} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} R + y &= F \\ y &= \frac{2F}{3} \quad (4) \end{aligned}$$



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
1 ИЗ 4

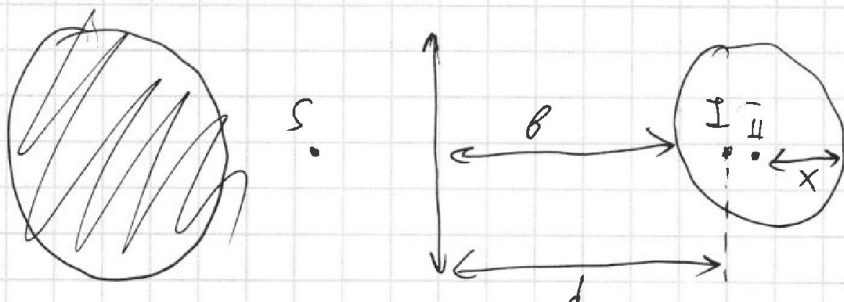
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

 $\sqrt{5}$

ФТЛ для того изобр.: $\frac{1}{a} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{1,5F} = \frac{1}{F} \left(1 - \frac{2}{3}\right) = \frac{1}{3F} \Rightarrow d = 3F > b$$

Положение x
изобр. 2-го изобр. (в сист. линза-шар без
сдвига, если смотреть изнутри шара) — ф-ция
от d, n, b ; d и $b = \text{const} \Rightarrow x = f(n)$



Положение y след. изобр. (после отраж. от
зеркала. для $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{2}{R}$

Чого (пале преломл. в шаре) $y' = f(n, y)$

изобр. 1-го изобр. (после отраж. от зеркала):

$$\frac{1}{b+2R-y'} + \frac{1}{a} = \frac{1}{F} \Rightarrow y' = 3F$$

по усл. S и S_{посл} совпадают
(n-любое, b т.ч. 0)



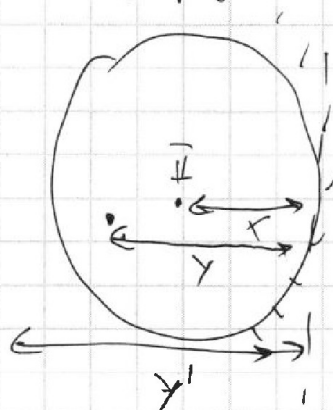
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 4

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 (продолж.)



Это верно при всех $n \Rightarrow$
 $y' = y$ (в случае $n=0$)
 $x = b + 2R - d$ (при $n=0$)

$$y = y' = (b + 2R) - 3F$$

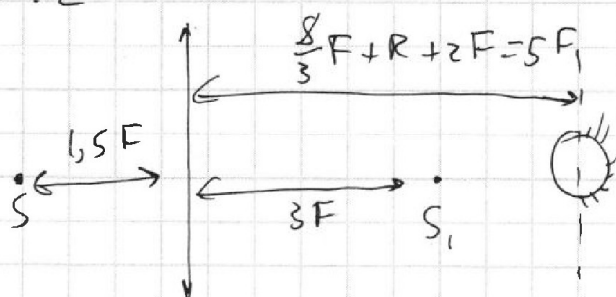
$$x = (b + 2R) - 3F$$

$$\Rightarrow x = y \Rightarrow \frac{2}{R} = \frac{2}{R} \Rightarrow x = R$$

$$R = b + 2R - 3F \Rightarrow R = 3F - b \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = 3F - \frac{8}{3}F = \frac{F}{3}$$

5.2



$5F > 3F \Rightarrow$ найдём изображение S_1 от
только от шара (без зеркала):



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
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

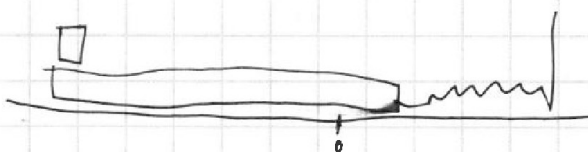
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!

Черновик

$$\begin{array}{r} 3190 \\ + 319 \\ \hline 3509 \end{array}$$

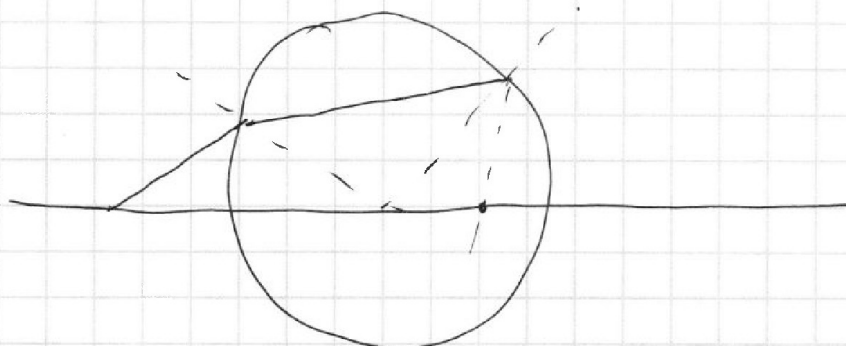
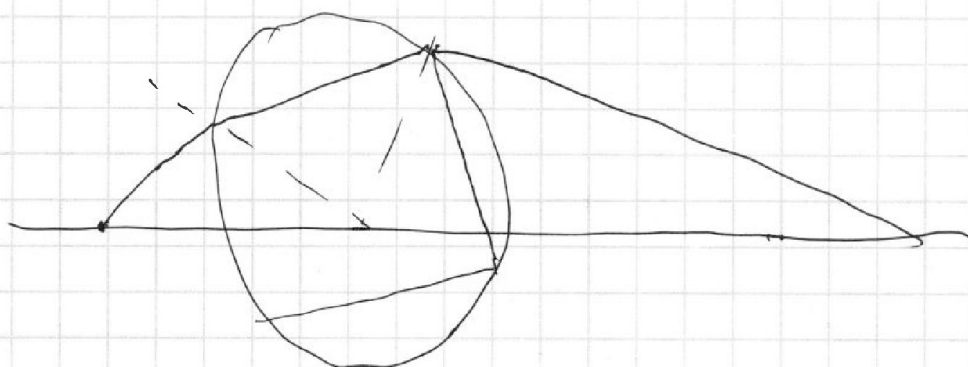
$$\begin{array}{r} 359 \\ \hline 359 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} ^2 ^3 \\ 359 \\ 14 \\ \hline 1436 \\ 359 \\ \hline 5026 \end{array}$$

Пока не началось;

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





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.

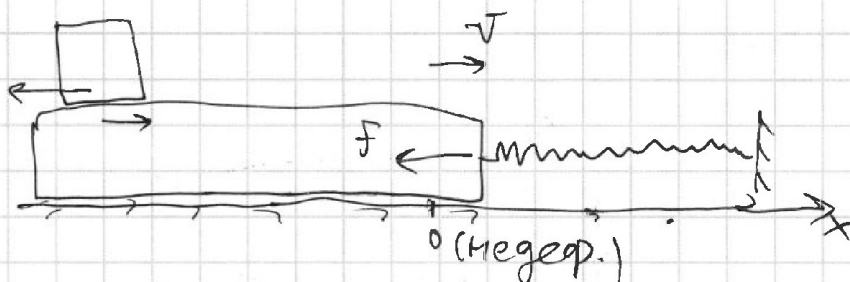
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ 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!

N1

Черновик



$$M \ddot{x} = -kx + F_{\text{сп}}$$

$$m \ddot{x}_b = -F_{\text{сп}}$$

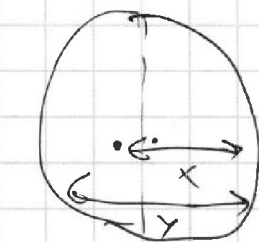
$$\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{2}{R}$$

$$\frac{1}{y} + \frac{1}{\cancel{y}} = \frac{\cancel{2}}{\cancel{R}} \frac{1}{F}$$

$$\boxed{y = 3F}$$

$$\frac{1}{F(\cancel{y})} + \frac{1}{y} = \frac{2}{R}$$

$$\frac{1}{\cancel{3F}}$$



$$\frac{1}{3F} \quad y = \frac{2F}{11}$$

$$\frac{1}{2F} + \frac{1}{y} = \frac{2}{F/3}$$

$$\frac{y}{y} = \frac{1}{F} \frac{11}{2}$$



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!

После нахождения y , положение его
изображения в зеркале y' :

$$-\frac{1}{y} + \frac{1}{y'} = \frac{2}{R}$$



Затем у нас линзы:

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

$$\begin{array}{r} 12 \\ 13,5 \\ \hline 67,5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 59 \\ + 67,5 \\ \hline 126,5 \\ - 75 \\ \hline 46,5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 180 \\ 45 \\ \hline 129 \\ + 67,5 \\ \hline 196,5 \end{array}$$

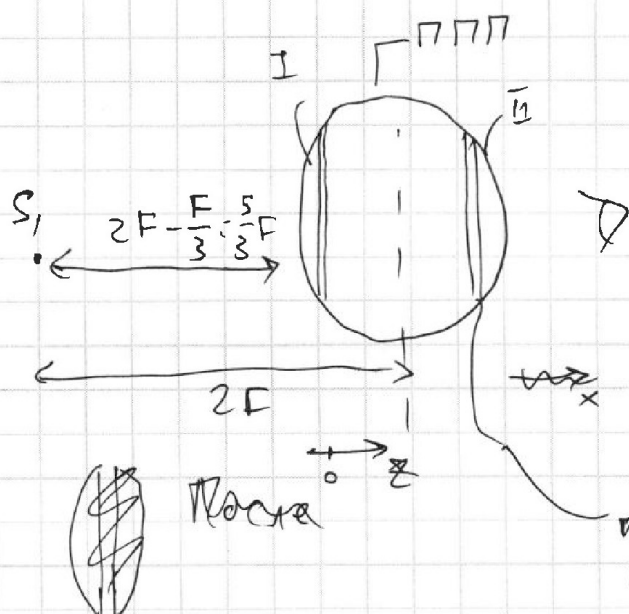


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



ППП лишь
сдвигает S_1 вдоль x
на $\frac{n-1}{n} \cdot D = (1-n^{-1}) \cdot 2R$

можно
представить как
тонкую линзу
протянувшись в вакуумную
среду ϵ и на что
не повлияет, добавит се.

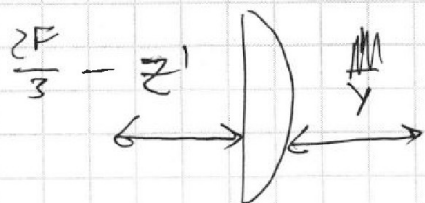
$$\frac{1}{\frac{5}{3}F} + \frac{1}{\cancel{z}} = \frac{n-1}{R=\frac{F}{3}}$$

$$\frac{3}{5F} + \frac{1}{z} = \frac{3(n-1)}{F} \Rightarrow \frac{1}{z} = \frac{1}{F} \left(\frac{3(n-1)}{1} - \frac{3}{5} \right) \Rightarrow z = \frac{F}{3n - \frac{18}{5}}$$

После ППП:

$$z' = \frac{F}{3n - \frac{18}{5}} + \frac{n-1}{n} \cdot \frac{2F}{3}$$

$$\frac{1}{\frac{2F}{3} - z'} + \frac{1}{y} = \frac{1-n}{R}$$



Отсюда можем найти y