



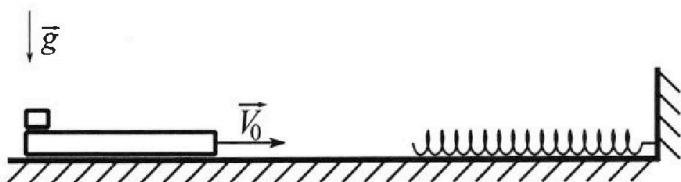
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

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 жесткости $k = 27$ Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

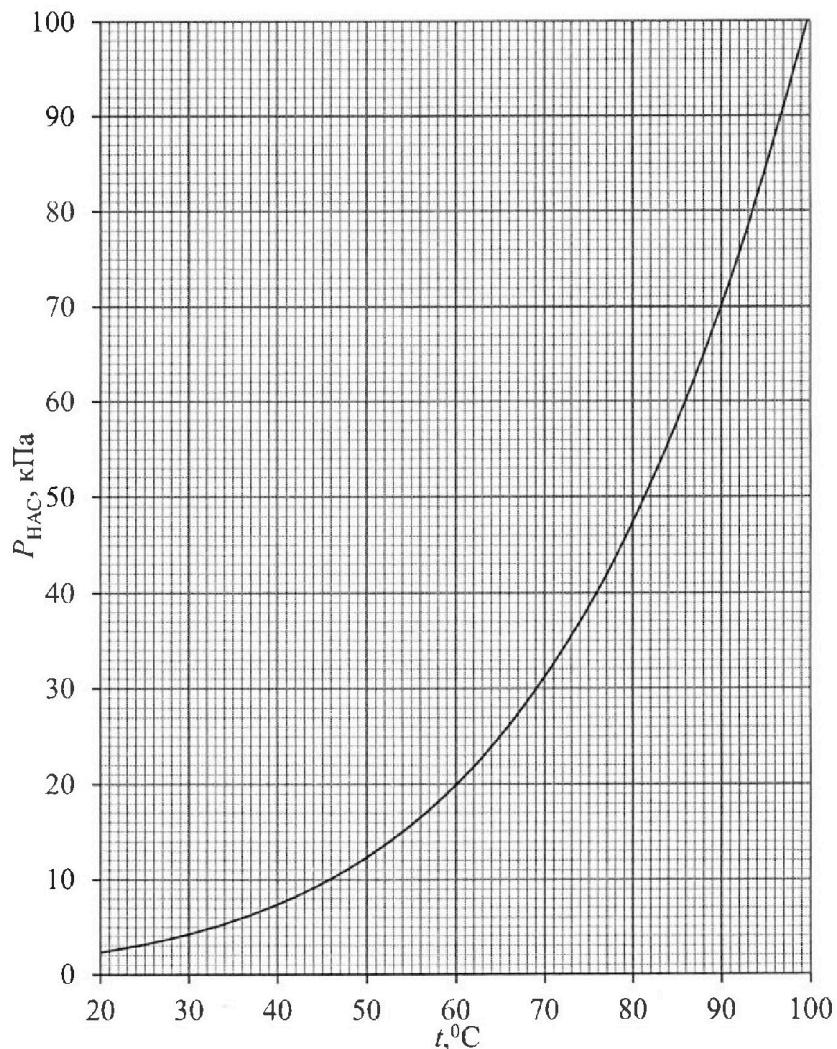


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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

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

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





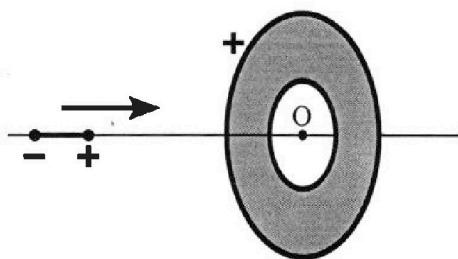
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-01

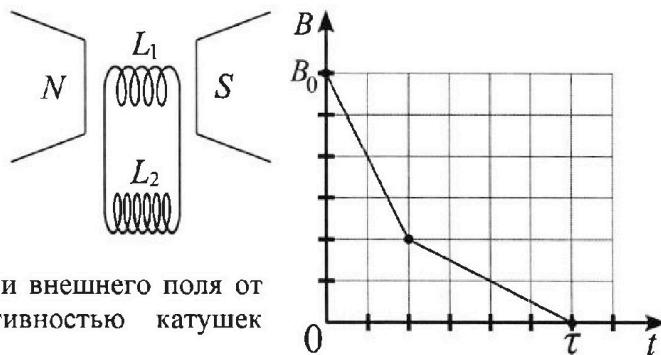
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 . Диполю сообщают начальную скорость $2V_0$.



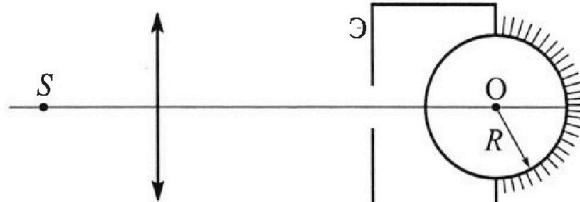
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 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 , 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 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.

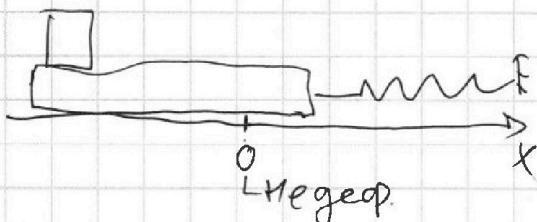
- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
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

Прич. гарм. нет $\ddot{x}_g = \ddot{x}_g$



При гарм. гирис:

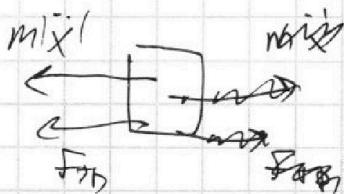
$$(m+M)\ddot{x} + kx = 0$$

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

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

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

$$V_0 = A\omega \quad (\dot{x}(0) = V_0)$$



В момент начала проска:

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

$$(\ast) \Rightarrow \mu g = A\omega^2 \sin(\omega t) = \omega^2 \cdot (A \sin \omega t) = \omega^2 x.$$

$$x_0 = \frac{\mu g}{\omega^2} = \frac{\mu g (m+M)}{k} \quad \begin{aligned} &\text{- сжатие пружин} \\ &\text{в этот момент} \end{aligned}$$

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

$$\text{Из } (\ast) \Rightarrow \omega t_0 = \arcsin\left(\frac{x_0}{A}\right) \Rightarrow t_0 = \frac{1}{\omega} \arcsin\left(\frac{x_0}{A}\right)$$

$$t_0 = \frac{\sqrt{m+M}}{\sqrt{k}} \arcsin\left(\frac{x_0 \omega}{V_0}\right)$$



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.

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА

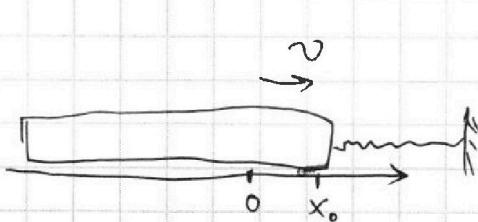
2 ИЗ 3

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!

$$t_0 = \frac{\sqrt{M+m}}{\sqrt{k}} \arcsin\left(x_0 \frac{\sqrt{u}}{V_0 \sqrt{M+m}}\right)$$

$$t_0 = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{27}} \arcsin\left(\frac{1}{3} \cdot \frac{\sqrt{27}}{2 \cdot \sqrt{3}}\right) = \frac{\pi}{72} \approx \frac{3}{12} = \frac{1}{4} c$$

При дальнейшем движении $V_0 t_0 \neq 0 \Rightarrow$
 \Rightarrow пресл. сочленение с доской.



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

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

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

Задача:

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

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

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

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

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

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

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



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!

$$A = \frac{\sqrt{6}}{\omega} = \frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{27}} = \frac{2}{3} \text{ м} ; \omega^2 = \left(\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{27}}\right)^2 = g \text{ c}^{-2}$$

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

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

$$\text{Ответ: } \frac{1}{3} \text{ м; } \frac{1}{9} \text{ с; } \frac{27}{2\sqrt{3}} \frac{\text{м}}{\text{c}^2}$$



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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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

$$1) \text{ из} \varphi_0 = \frac{P_{\pi}}{P_{\pi, \text{н.л.}}(t_0)} \Rightarrow P_{\pi} = \varphi_0 P_{\pi, \text{н.л.}}(t_0)$$

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

$P_{\pi, \text{н.л.}}(86^\circ\text{C})$ из гравирной 60 кПа \Rightarrow

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

$$2) P_0 = P_{\text{ex}} - \text{внеш. давл.}$$

$$P_{\pi} + P_{B, \text{огр}} = P_{\text{ex}} \quad (*)$$

$$P_{B, \text{огр}} V = \bar{V}_B R T$$

$$P_{\pi} V = \bar{V}_{\pi} R T \quad (\text{может неиспользоваться})$$

$$\frac{P_{\pi}}{P_{B, \text{огр}}} = \frac{\bar{V}_{\pi}}{\bar{V}_B} = \frac{P_{\pi, 0}}{P_{B, 0}} = \frac{P_{\pi}(t_0)}{P_{B, 0}(t_0)}$$

$$P_{\pi} \approx P_{B, \text{огр}} = P_{\pi} \cdot \frac{P_B(t_0)}{P_{\pi}(t_0)}$$

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

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.



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

Тогда в момент выпадения изоляции $P_{\text{н}} = 40 \text{ Па}$

но $\varphi_0 = 1 \Rightarrow$ из графика \rightarrow то произойдет при температуре $76^{\circ}\text{C} = t^*$

3)

$$P_{\text{воздж}}(t) V = J_B R T_K \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{P_{\text{воздж}}(t_0)}{P_{\text{воздж}}(t)} \frac{T_K}{T_H}$$

$$P_{\text{воздж}}(t_0) \cdot V_0 = J_B R T_H$$

$$P_{\text{воздж}}(t) + P_{\text{н.}}(t) = P_{\text{ex}}$$

$76^{\circ}\text{C} = t^*$

$P_{\text{н.}}(46^{\circ}\text{C})$ из графика $10 \text{ Па} \Rightarrow$

$$\Rightarrow P_{\text{воздж}}(46^{\circ}) = 150 - 10 = 140 \text{ Па}$$

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

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

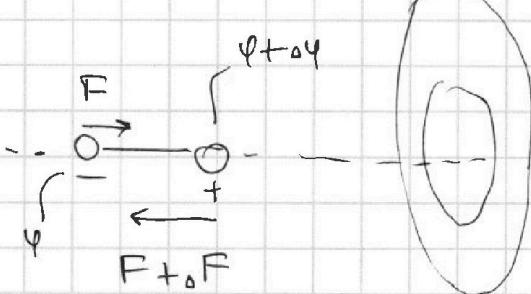


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

 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!

 $\sqrt{3}$ 

$$F = Eq$$

$$F + \vec{0} = (E + \vec{0})q$$

$$F_{\text{результат}} = f = q_0 E$$

$F_{\text{результат}} < 0$, т.к.

шар не проходит
через диски

$$W = -q\varphi + q(\varphi + \Delta\varphi) = q_0\varphi$$

$$W_1 + \frac{mV_0^2}{2} \stackrel{(0)}{=} W_2 + 0 \quad \begin{array}{l} \text{т.к. } V_0 - \text{мин для пролёта} \\ \hookrightarrow \text{н. шаром при пролёте через чист.} \end{array}$$

Теперь с. Всё вторая ситуация где будет
пролёт \oplus через чист.

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

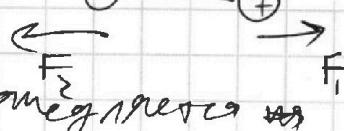
$$\Rightarrow \frac{V^2}{2} = 2V_0^2 + \frac{W_1 - W_2}{m} = 2V_0^2 + \left(-\frac{mV_0^2}{2}\right)$$

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

После пролёта
дальнейшим движением

$\varphi'_{\text{дал}}$

$\varphi'_{\text{ближ}}$



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

$$\therefore W_3 = -q_0\varphi'$$



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.

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

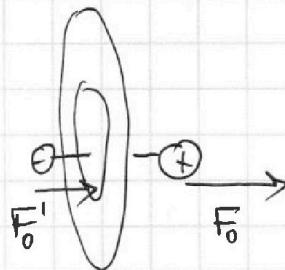
$$W_1 + \frac{1}{2} m(2V_0)^2 = W_3 + \cancel{W_2} \quad \frac{1}{2} m(V_3)^2$$

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

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

В момент пролёта:

(однако разглаживая приём)



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

W_2 соответствует энергии дуги в момент

пролёта \oplus через центр:

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

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

1)

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

$$\Rightarrow W = 0$$

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

$q_0 \varphi_0 \rightarrow$

$$\Rightarrow V_c = 2V_0$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
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 прилёта \ominus :

$$\begin{array}{c} E_0 \rightarrow \\ \ominus \text{---} \oplus \\ \varphi + \varphi_0 \quad \varphi \end{array} \quad W' = -q \Delta \varphi_0 = -q(E_0 d)$$

До прилёта \oplus :

$$\begin{array}{c} E_0 \leftarrow \\ \ominus \text{---} \oplus \\ \varphi \end{array} \quad \begin{aligned} W_2 &= m q_0 \varphi = \\ &= q E_0 d = \\ &= \omega_1^0 + \frac{m}{2} V_0^2 \cos(\varphi) \end{aligned}$$

$$W' = -W_2 - \frac{m}{2} V_0^2$$

$$\frac{m}{2} (2V_0)^2 + \omega_1^0 = W' + \frac{m}{2} V_{max}^2 \Rightarrow$$

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

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

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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

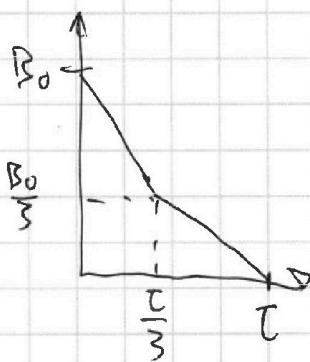
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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



$$\int_0^t B_x dt = \underbrace{\frac{2}{3} B_0 \cdot \frac{t}{3} \cdot \frac{1}{2}}_{B_0 t^2 / 9} = \frac{B_0 t^2}{9}$$

$$+ \underbrace{\frac{B_0}{3} \cdot \frac{t}{3}}_{B_0 t / 9} + \underbrace{\frac{B_0}{3} \cdot \frac{2t}{3} \cdot \frac{1}{2}}_{B_0 t / 9} = \frac{B_0 t}{3}$$

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

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

$$\text{Ответ: } \frac{S_n B_0}{5 L}; \quad \frac{2}{15} \frac{S_n B_0 t}{L}$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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

$$\Phi_1 = B_x S_h + \Phi_{\text{self}} - \text{поток через } L_1$$

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

$$\left| \frac{d\Phi_2}{dt} \right| = L_2 \dot{I}_2$$

$$-\mathcal{E} = S_h \frac{dB_x}{dt} + L_1 \dot{I}_1 + L_2 \dot{I}_2$$

или
он же в п. Кирхгоф-Рэле

$$0 = S_h \frac{dB_x}{dt} + \text{ИМЛ} \dot{I}(L_1 + L_2) = \frac{dI}{dt} (L_1 + L_2)$$

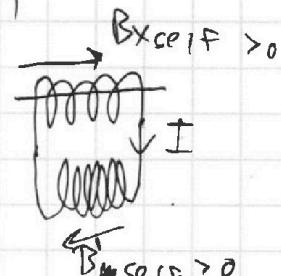
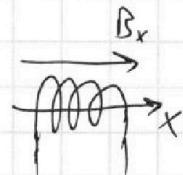
$$-S_h dB_x = (L_1 + L_2) dI \Rightarrow \int_{\text{ нач}}^{\text{ кон}} -S_h dB_x = (L_1 + L_2) \int_{\text{ нач}}^{\text{ кон}} dI$$

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

$$I_0 = \frac{S_h B_0}{L_1 + L_2} = \frac{S_h B_0}{SL}$$

$$+ S_h dB_x = (L_1 + L_2) d\left(\frac{dq}{dt}\right) - S_h B_x = (L_1 + L_2) I_0 + S_h B_0$$

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



$$B_{\text{m self}} > 0$$

Кирхгоф

Рэле

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!

$$(1) \text{ и } (2) \Rightarrow$$

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

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

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

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

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

$$\frac{\beta}{F} = \frac{6n-2-\cancel{3}-3n}{3n-13,5}$$

$$6 - \frac{\cancel{3n-13,5}}{3n-5} = \left(3 - \frac{18}{5n} \right) \quad \frac{\beta}{F} = \frac{3n-5}{9n-13,5}$$

$$\beta = \frac{9n-13,5}{3n-5} - \frac{18}{5n} = \frac{5n(9n-13,5) - 18(3n-5)}{5n(3n-5)}$$

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

$$100,5n \approx 46,5n = 90 \Rightarrow n = \frac{90}{46,5} = \frac{900}{465}$$

$$\text{Ответ: } \frac{E}{3}; \frac{900}{465} \approx 2$$

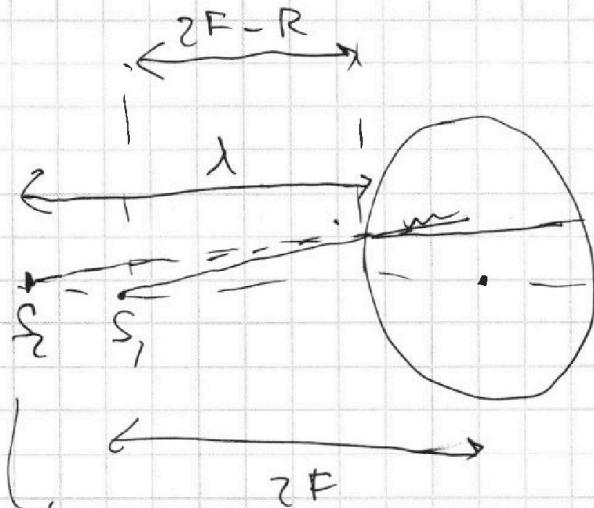


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

 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!



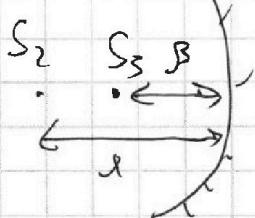
$$\frac{1}{x} + \frac{n}{\lambda} = \frac{n-1}{R} \quad (1)$$

\downarrow
найдём λ

(Минимое изображение, от него могут линии вправо и влево)

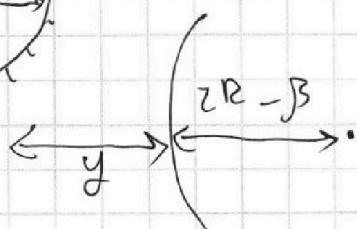
Затем β зеркало дает изобр. S_2 :

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

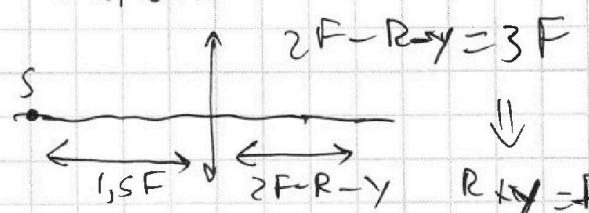


Затем:

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



Затем:



(3) и (4):

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

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

$$Y = \frac{-4F}{3} \quad (4)$$



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 4

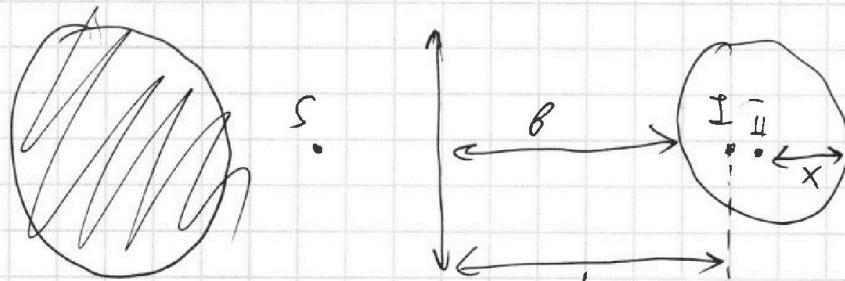
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$\sqrt{5}$

$$\text{РПЛ для 1го врн: } \frac{1}{a} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{1,5F} = \frac{1}{F} \left(1 - \frac{2}{3} \right) = \frac{1}{3F} \Rightarrow d \Rightarrow F > 6$$

Получение x
пункта 2ого врн. (Б счит. линза-шар без
стекла, если смотреть изнутри шара) — q -линия
от d, n, b ; d и $b = \text{const} \Rightarrow x = f(n)$



Получение y ^{след.} 3го врн (после отраж. от
шара). $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{2}{R}$

Что (после пременл. b отрв) $-y' = f(n, y)$

$$\text{Для } \frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{2}{R} \Rightarrow \frac{1}{y'} = \frac{2}{R} - \frac{1}{y} \Rightarrow \frac{1}{y'} = \frac{2R - y}{R} \Rightarrow y' = \frac{Ry}{2R - y}$$

(н-1ое, b т.ч. 0)
по $y'(1)$. S и $S_{\text{посл}}$ сдвигаются



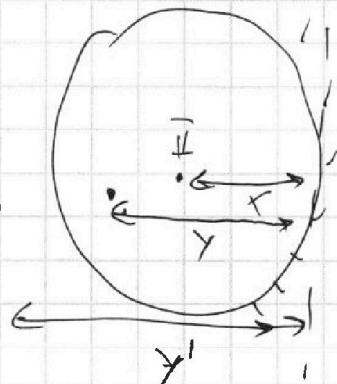
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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.)



ЧТО Верно при всех $n \geq 0$
 $\Rightarrow y' = y$ (в случае $n=0$)
 $x = G + zR - d$ (при $n=0$)

$$y = y' = (G + zR) - 3F$$

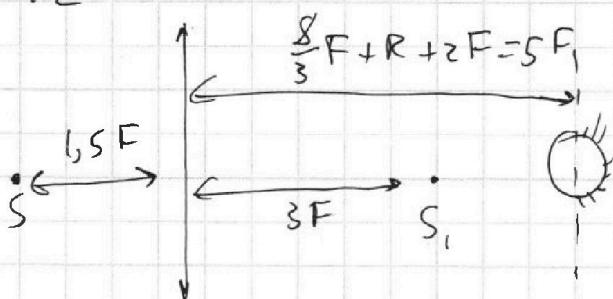
$$x = (G + zR) - 3F$$

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

$$R = G + zR - 3F \Rightarrow R = 3F - G \Rightarrow$$

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

5.2



$$5F > 3F \Rightarrow \text{находим изображение } S_1 \text{ от}$$

только от тела (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

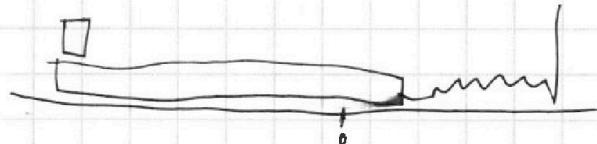
СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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

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

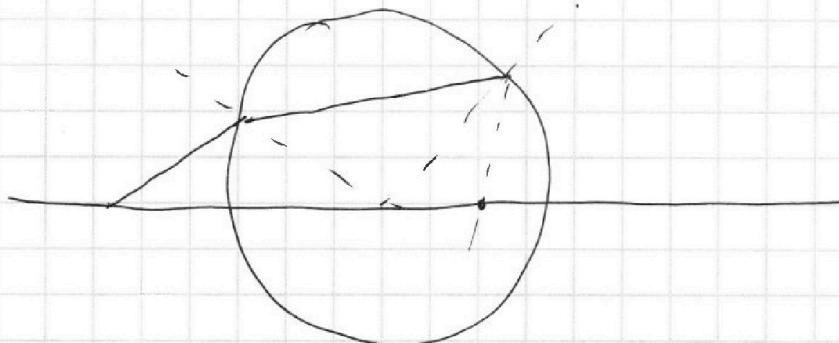
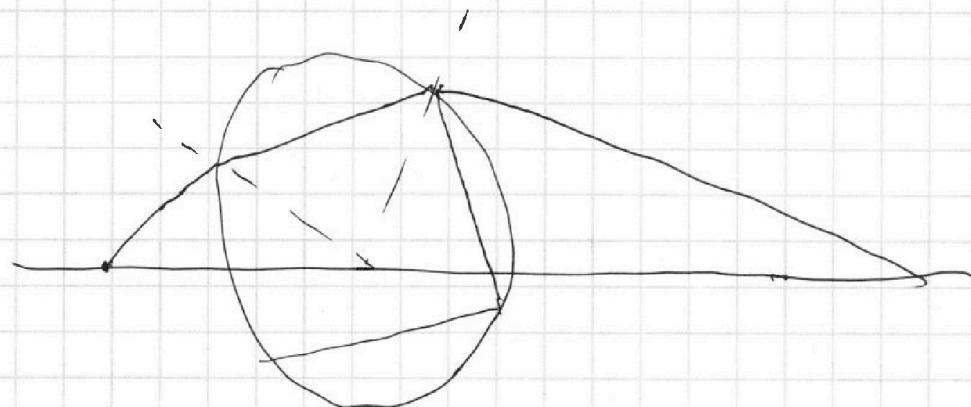
$$\begin{array}{r} 389 \\ - 389 \\ \hline 0 \end{array}$$



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

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

Пока не началось;





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.

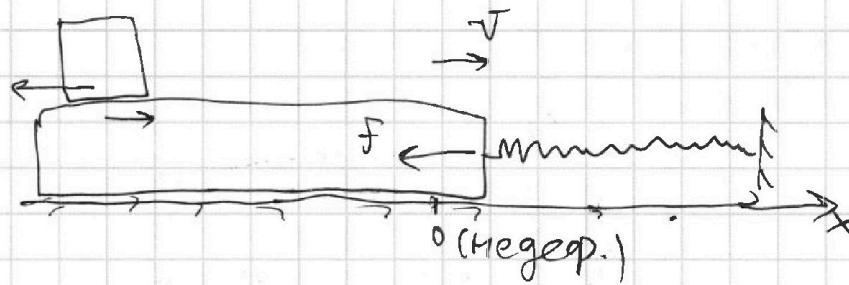
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/>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

№1

Черновик



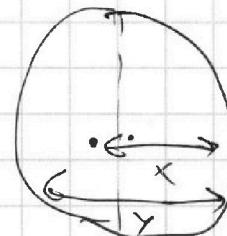
$$M \ddot{x} = -kx + F_{\text{пр}}$$

$$m \ddot{x}_S = -F_{\text{пр}}$$

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

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

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



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

$$\frac{1}{f(n)R} + \frac{1}{y} = \frac{2}{R}$$

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

~~ст~~

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



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

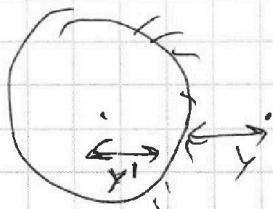
7

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 , попадение его
изображения в зеркало y' :

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



Затем y в 180° линз:

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

$$\begin{array}{r} 1 \\ 2 \\ 73,5 \\ - \hline 67,5 \end{array}$$

180

$$\begin{array}{r} 59 \\ 67,5 \\ + \hline 12 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ - \hline 465 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 54 \\ 75 \\ + \hline 129 \\ 67,5 \\ + \hline 196,5 \end{array}$$

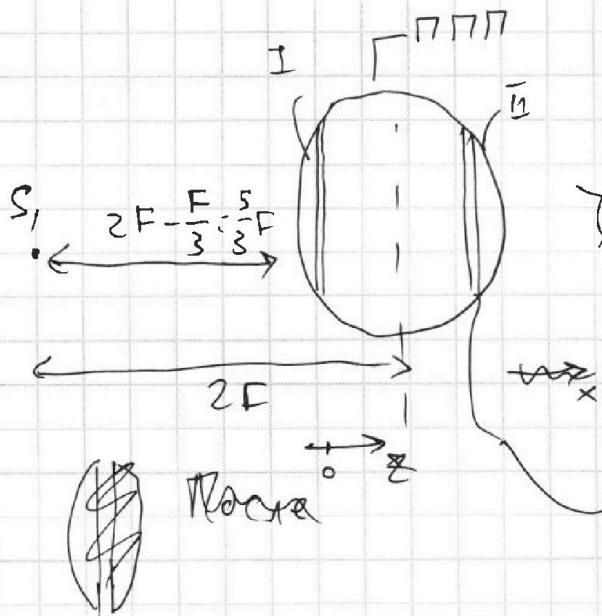


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

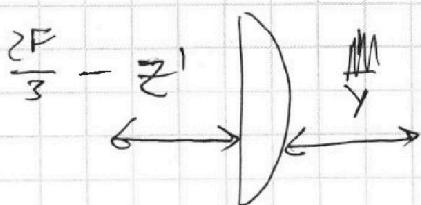


$$\frac{1}{\frac{S}{3}F} + \frac{1}{z} = \frac{n-1}{R=F}$$

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

Решение №1:

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



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

Откуда можем найти y

ПРИЧЕМ

смещает S, вдоль x

$$\text{на } \frac{n-1}{n} \cdot D = (1-n) \cdot R$$

F и D можно
представить или
такую линией

протяжка винтила
послана для них на то
чтобы помочь, добавим ее.