



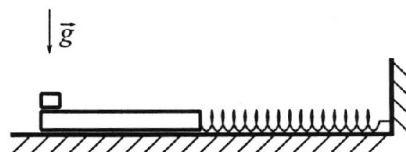
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Длинную доску массой $M = 4$ кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 100$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,4$. Доску отпускают, она начинает движение, а брусок



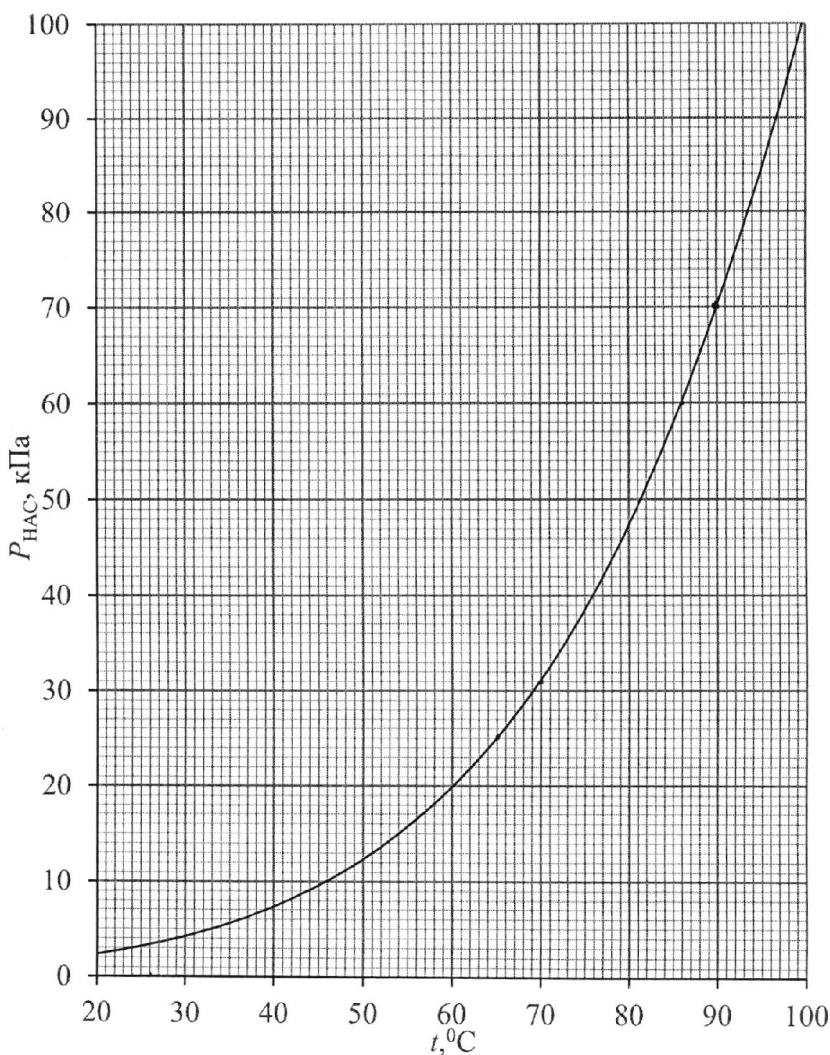
начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первый раз, относительное движение бруска по доске прекращается. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Брусок и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °С и жидкая вода. Масса жидкой воды в 7 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 90$ °С. В результате вся вода превращается в пар. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти отношение масс пара в конце и в начале нагревания.
- 2) Найти температуру t^* , при которой прекратится испарение воды.
- 3) Найти относительную влажность φ в конце нагревания.

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





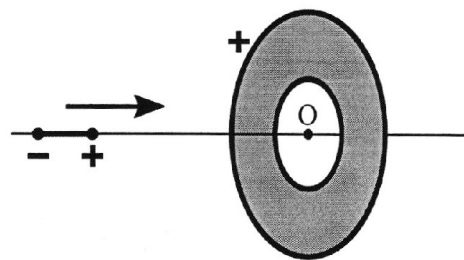
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

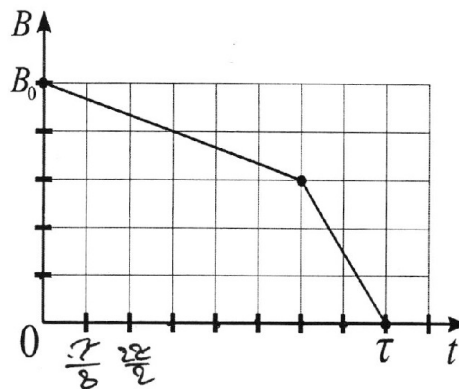
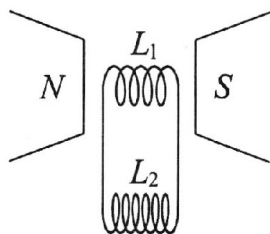


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



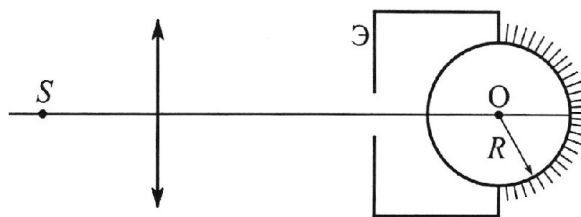
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью $L_1 = 5L$ 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 $L_2 = 8L$ 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_2 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекающий через катушку L_2 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы расположены центр O прозрачного шара радиуса R и точечный источник S , удаленный от линзы на расстояние $a = 4,5R$ (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 $b = 8R$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти фокусное расстояние линзы F .

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы уменьшилось на $\Delta = 3R$, 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.



2

3

4

5

6

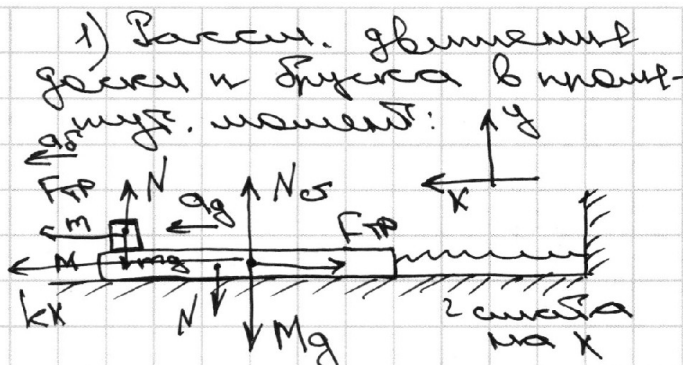
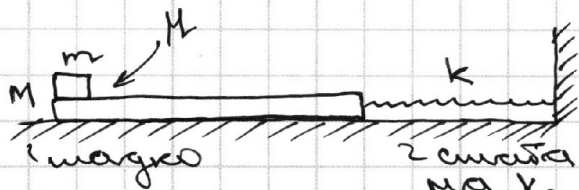
7

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!

в момент:



пусть в момент

пружина сжата на x_0

по 2 ЗН для блока: $\vec{N} + \vec{F}_{\text{сп}} + m\vec{g} = m\vec{a}$

$$y: N = mg \quad x: F_{\text{сп}} = ma \quad F_{\text{сп}} = \mu N = \mu mg$$

$$\Rightarrow \mu mg = ma \rightarrow \boxed{a = \mu g}$$

по 2 ЗН для груза: $\vec{N} + \vec{N}_{\text{ст}} + \vec{F}_{\text{сп}} + M\vec{g} + \vec{F}_{\text{упр}} = M\vec{a}$

$$x: F_{\text{упр}} - F_{\text{сп}} = Ma \quad \boxed{a = \frac{kx - \mu mg}{M}}$$

когда стн. ускорение станет равным 0
пусть пружина будет сжата на x^*

$$a - a_g = 0$$

$$\mu g - \frac{kx^* - \mu mg}{M} = 0$$

$$\mu g = \frac{kx^* - \mu mg}{M}$$

$$\mu Mg = kx^* - \mu mg$$

$$kx^* = \mu Mg + \mu mg = \mu g(m + M)$$

$$x^* = \frac{\mu g(m + M)}{k} = \frac{0,4 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} (1 \text{ кг} + 4 \text{ кг})}{100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}} = \frac{4,8}{100} \text{ м} =$$

$$= \frac{20}{100} \text{ м} = \frac{2}{10} \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$



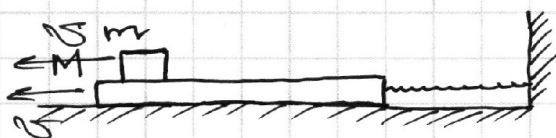
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

2) Рассм. момент, когда ускорение доски достигает нуля первой раз и относительное движение бруска по доске прекращается



Р.к. ОТН. движ. бруска прекращается, то он с доской движ. как один. ускор $\vec{a} = 0$ и $\vec{a}_b = 0$

Р.к. $\vec{a}_b = 0$ то и $\vec{F}_{тр} = 0$

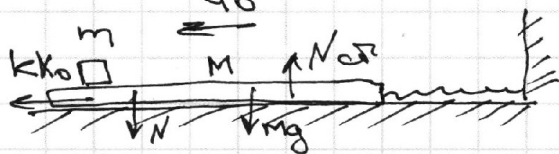
$\left\{ \begin{array}{l} \vec{F}_{тр} = 0 \\ \vec{a}_b = 0 \end{array} \right\} \Rightarrow \vec{F}_{упр} = 0 \Rightarrow$ когда ускорение доски достигн. нуля

в первый раз, нулями не считая

в нач. момент: нуль не движется ОТН-но доске $\Rightarrow \vec{F}_{тр} = 0$

$$\Rightarrow M a_0 = k x_0$$

$$\Rightarrow \boxed{a_0 = \frac{k x_0}{M}}$$



где x_0 - максимальная смещение пружины

$$\text{ЗСЭ: } \frac{k x_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + \frac{M v^2}{2}$$

$$k x_0^2 = v^2 (m + M)$$

~~из~~ из 2 ЗМ для доски:

$$kx - mg = Ma$$

$$M x'' - kx = -mg \quad | : M$$

$$x'' - \frac{k}{M} x = -\frac{mg}{M}$$

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

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$\begin{aligned} \omega^2 \cdot k x_1 &= -\frac{mg}{M} \\ \frac{k}{M} x_1 &= -\frac{mg}{M} \end{aligned}$$

$$v = \omega x_0 = \sqrt{\frac{k}{M}} x_0$$

по ЗСЭ:

$$k x_0^2 = v^2 (m + M)$$

составим уравнение пока брусок скатится по доске



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
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!

~~kx_0~~

~~$kx_0 = \frac{k}{M} \cdot x_0^2 (m+M)$~~

~~$x'' = a_0^2 - ag$~~

$a_{0M} = x'' = \mu g - \frac{kx - Mmg}{M}$

$x'' = \mu g - \frac{kx}{M} - \frac{Mmg}{M}$

$x'' + \frac{kx}{M} = \mu g - \frac{Mmg}{M}$

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

Ответ: 1) 0,2 м



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!

ВВ $T_0 = 300\text{K}$ + мин. вода

$$m_{B1} = 4 m_{П1}$$

$$t = 90^\circ\text{C} \rightarrow T = 90 + 273 = \cancel{363} 363\text{K}$$

1) В кр-се нагревания вся вода перешла в пар

$$m_{B1} + m_{П1} = m_{П2} \quad \leftarrow \text{сохранение массы}$$

$$m_{B1} = 4 m_{П1} \rightarrow 4 m_{П1} + m_{П1} = m_{П2}$$

$$8 m_{П1} = m_{П2}$$

$$\Rightarrow \frac{m_{П2}}{m_{П1}} = 8$$

2) ~~из уравнения~~ из уравнения:

$$p_{\text{max}}^{(90^\circ)} \approx 3,5 \text{ кПа}$$

$$p_{\text{max}}(90^\circ) = 40 \text{ кПа}$$

$$\text{Р.к.} \quad \frac{m_{П2}}{m_{П1}} = 8 \quad \text{то} \quad \frac{V_2}{V_1} = 8 \Rightarrow V_2 = 8 V_1$$

где V_2 и V_1 , кол-во в-ва пара в конце и нач. нагревания соотв.

куда p_{max}^* - давление макс. пара в t^* по ур-ю Менг-Киан:

$$T^* = t^* + 273$$

когда температура насыщ. воды, то пар будет сух. насыщен.

$$(1) V \cdot p_{\text{max}} = V_1 R T_0$$

$$V \cdot p_{\text{max}}^* = V_2 R T^*$$

$$(2) V \cdot p^* = 8 V_1 R T^*$$

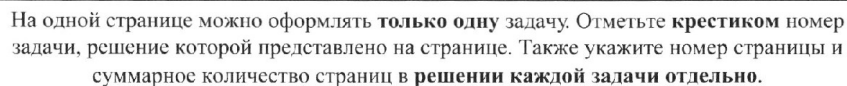
$$\frac{(2)}{(1)} : \frac{V p_{\text{max}}^*}{V p_{\text{max}}} = \frac{8 V_1 R T^*}{V_1 R T_0}$$

$$\frac{p_{\text{max}}^*}{p_{\text{max}}} = \frac{8 T^*}{T_0}$$

$$\frac{T_0}{p_{\text{max}}} = \frac{8 T^*}{p_{\text{max}}^*}$$

$$\frac{T^*}{p_{\text{max}}^*} = \frac{T_0}{8 p_{\text{max}}} = \frac{300\text{K}}{8 \cdot 3,5 \text{ кПа}} = \frac{300\text{K}}{28 \text{ кПа}} = \frac{45\text{K}}{4 \text{ кПа}}$$

Равенство означенное подставит под $t^* = 65^\circ\text{C}$



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!

$$V \cdot P_{\text{max}} = V_1 RT_0 \Rightarrow \frac{\psi P_{\text{max}}(90^\circ)}{P_{\text{max}}} = \frac{8T}{T_0}$$

Power = 3,8 kW

$$\rho_{\text{max}}(90^\circ) = 40 \text{ kPa}$$

$$T_0 = 273 + 27 = 300 \text{ K}$$

$$T = \cancel{273} 90 + 243 = 363K$$

$$\psi = \frac{8T \cdot p_{\text{max}}}{p_{\text{max}}(90^\circ) \cdot T_0}$$

$$\phi = \frac{8.263 \text{ K} \cdot 3.5 \text{ KJG}}{40 \text{ KJG} \cdot 300 \text{ K}} = \frac{4.263 \cdot 4}{40 \cdot 300} = \frac{4.263}{10 \cdot 300} = \frac{2.263}{10 \cdot 150} =$$

$$\varphi = \frac{8 \cdot 363 \text{ K} \cdot 3,5 \text{ kPa}}{40 \text{ kPa} \cdot 300 \text{ K}} = \frac{4 \cdot 363 \cdot 4}{40 \cdot 300} = \frac{4 \cdot 363}{10 \cdot 300} =$$

$$= \frac{4 \cdot 121}{10 \cdot 100} = \frac{484}{1000} = 0,484$$

Antwort: 1) 8 2) 65°C 3) $\varphi = 0,484$



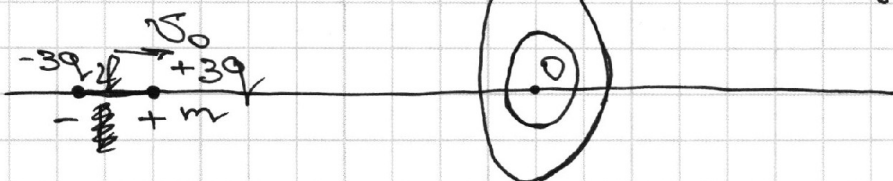
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

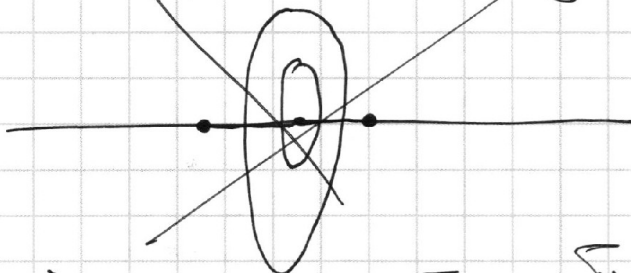
СТРАНИЦА
1 из 3

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!

~~1) Пусть мач. заряды~~
~~длина -39 и $+39$~~
~~но длина $2l$~~



~~или пролетит через центр:~~



~~или скорость убавляется тем,~~
~~что заряд остановится при пролете, т.е.~~
~~заряд -39 остановится в центре:~~

~~но ЗСЗ: $\varphi(0) \cdot (-39) +$~~
 ~~$\frac{m \cdot 50^2}{2} = \varphi(2l) \cdot 39,$~~
~~где $\varphi(2l) \sim$ потенциал диска~~
~~на касет. $2l$ от $y=0$~~

~~1) если уменьшить заряды диска в~~
~~два:~~

~~$\frac{m \cdot 50^2}{2} = \varphi(2l) \cdot q + \varphi(2l) \cdot (-q) + \frac{m \cdot 50^2}{2}$~~
 ~~$\Rightarrow [u = 50]$~~

~~пусть потенциал~~
~~на касет. $2l$ от~~
~~центра диска: $\varphi(2l)$~~



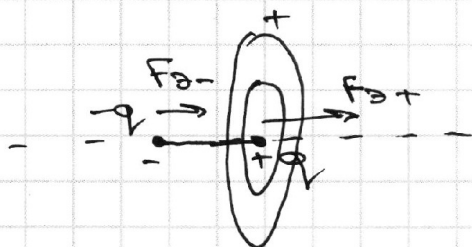
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

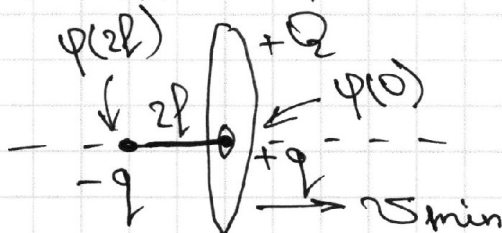
СТРАНИЦА
2 из 3

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!

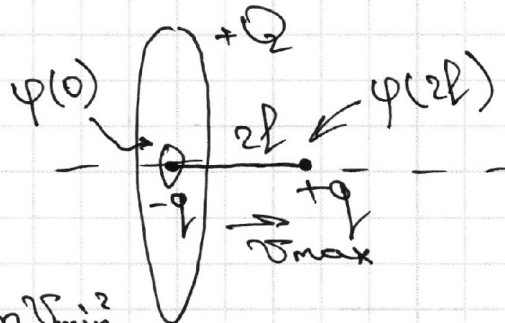
3) Рассм. электр. действ. на дионий при пролете:
диск "отталкивает" положит. заряд и притягивает отрицательный



мин. скорость:



макс. скорость:



ЗСЭ:

$$(1) \frac{m v_0^2}{2} = -q \cdot \phi(2l) + q \cdot \phi(0) + \frac{m v_{\min}^2}{2}$$

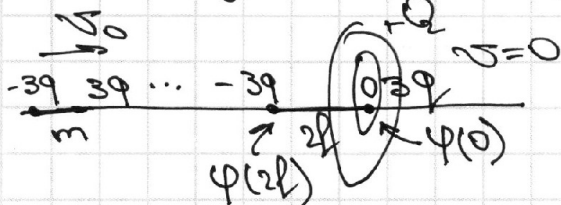
$$(2) \frac{m v_0^2}{2} = -q \cdot \phi(0) + q \cdot \phi(2l) + \frac{m v_{\max}^2}{2}$$

вычитаем

$$\begin{cases} (1) \frac{m v_0^2}{2} = q \cdot (\phi(0) - \phi(2l)) + \frac{m v_{\min}^2}{2} \\ (2) \frac{m v_0^2}{2} = q \cdot (\phi(2l) - \phi(0)) + \frac{m v_{\max}^2}{2} \end{cases}$$

~~избавимся от v_min и v_max~~

Рассм. дионий выталкивает, пока до зарядов не уменьшится!



ЗСЭ:

$$\frac{m v_0^2}{2} = -3q \cdot \phi(2l) + 3q \phi(0)$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = 3q (\phi(0) - \phi(2l))$$



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!

$$\Rightarrow \varphi(0) - \varphi(2l) = \frac{\pi v_0^2}{6q}$$

представим $b(1)$ и $b(2)$:

$$(1) \frac{\pi v_0^2}{2} = q \cdot \frac{\pi v_0^2}{6q} + \frac{\pi v_{\min}^2}{2} \cdot 1.2$$

$$v_0^2 = \frac{v_0^2}{3} + v_{\min}^2 \rightarrow v_{\min}^2 = \frac{2}{3} v_0^2$$

$$(2) \frac{\pi v_0^2}{2} = q \cdot \left(-\frac{\pi v_0^2}{6q} \right) + \frac{\pi v_{\max}^2}{2} \cdot 1.2$$

$$v_0^2 = -\frac{v_0^2}{3} + v_{\max}^2 \rightarrow v_{\max}^2 = \frac{4}{3} v_0^2$$

$$\Rightarrow v_{\min} = \sqrt{\frac{2}{3}} v_0$$

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{4}{3}} v_0$$

$$\frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \frac{\sqrt{\frac{4}{3}} v_0}{\sqrt{\frac{2}{3}} v_0} = \frac{\sqrt{4}}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{4}{2}} = \sqrt{2}$$

$$\text{Ответ: 1) } v_0 \quad 2) \sqrt{2}$$

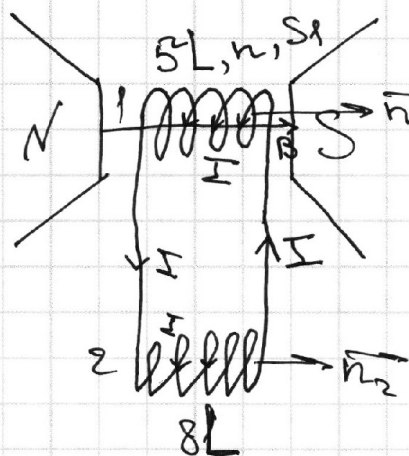


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



1) поток первой катушки:

$$\Phi_1 = \Phi_{\text{св}} S_1 + \Phi_{\text{внеш}} =$$

$$= 5LI + B \cdot S_1 \cdot n$$

$$\Phi'_1 = 5LI' + B'S_1 n$$

$$\mathcal{E}_{\text{инд}1} = -\dot{\Phi}'_1 = -(5LI' + B'S_1 n)$$

$$\Phi_2 = \Phi_{\text{св}} S_2 + \Phi_{\text{внеш}2} =$$

$$= 8LI$$

$$\Phi'_2 = 8LI'$$

$$\mathcal{E}_{\text{инд}2} = -\dot{\Phi}'_2 = -8LI'$$

по замкнутой цепи:

$$\mathcal{E}_{\text{инд}1} + \mathcal{E}_{\text{инд}2} = IR = 0 \quad \text{т.к. } R=0$$

$$-(5LI' + B'S_1 n) - 8LI' = 0$$

$$(*) 13LI' + B'S_1 n = 0$$

$$13L \frac{\Delta I'}{\Delta t} + \frac{\Delta B}{\Delta t} S_1 n = 0$$

$$(1) 13L \Delta I' + \Delta B S_1 n = 0 \quad \text{проинтегрируем за время } \tau:$$

$$13L(I_0 - 0) + (0 - B_0) S_1 n = 0$$

$$13LI_0 = B_0 S_1 n \rightarrow \boxed{I_0 = \frac{B_0 S_1 n}{13L}}$$

$$2) \text{ из } (*): 13LI' + B'S_1 n = 0$$

$$I' = -B' \cdot \frac{S_1 n}{13L}$$

$\Rightarrow$ если B уменьшается, то и I уменьшается

найдем I^* , когда $B = B(\frac{6\pi}{8}) = \frac{3}{5}B_0$

для этого проинтегрируем (1) от $t=0$ до $t = \frac{3}{4}\tau$



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

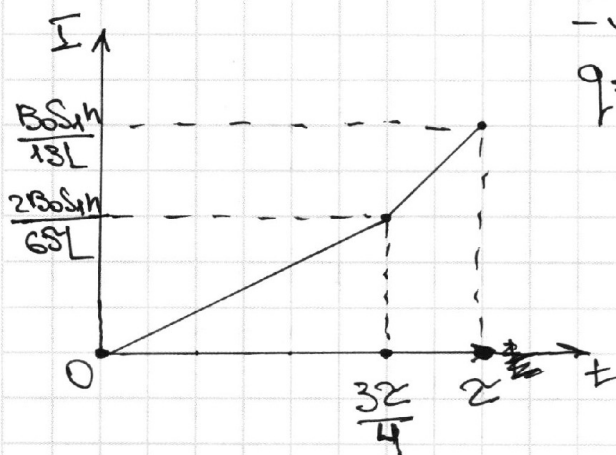
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$13L(I^* - 0) + (\frac{3}{5}B_0 - B_0) \cdot S_1 n = 0$$

$$13LI^* - \frac{2}{5}B_0 S_1 n = 0$$

$$13LI^* = \frac{2}{5}B_0 S_1 n \rightarrow I^* = \frac{2B_0 S_1 n}{65L}$$

Построим график $I(t)$:



найдем под графиком - площадь заштрихованной области:

$$\begin{aligned} q &= \frac{1}{2} \cdot \frac{2B_0 S_1 n}{65L} \cdot \frac{32}{4} + \\ &+ \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{4} \cdot \left(\frac{B_0 S_1 n}{13L} + \frac{2B_0 S_1 n}{65L} \right) = \\ &= \frac{3B_0 S_1 n \cdot 2}{65L \cdot 4} + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{4} \cdot \frac{4B_0 S_1 n}{65L} = \\ &= \frac{6B_0 S_1 n \cdot 2}{65 \cdot 2 \cdot 4 \cdot L} + \frac{4B_0 S_1 n \cdot 2}{65 \cdot 2 \cdot 4 \cdot L} = \\ &= \frac{13B_0 S_1 n \cdot 2}{520} \end{aligned}$$

$$65 \cdot 2 = 130$$

$$130 \cdot 4 = 520$$

Ответ: 1) $I_0 = \frac{B_0 S_1 n}{13L}$

2) $q = \frac{13B_0 S_1 n \cdot 2}{520}$

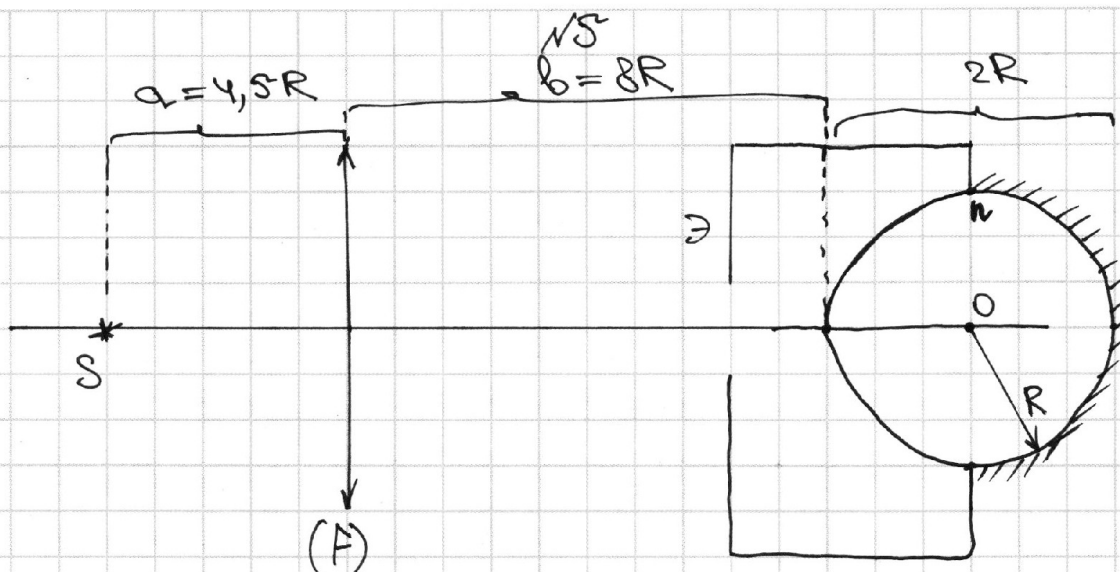


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

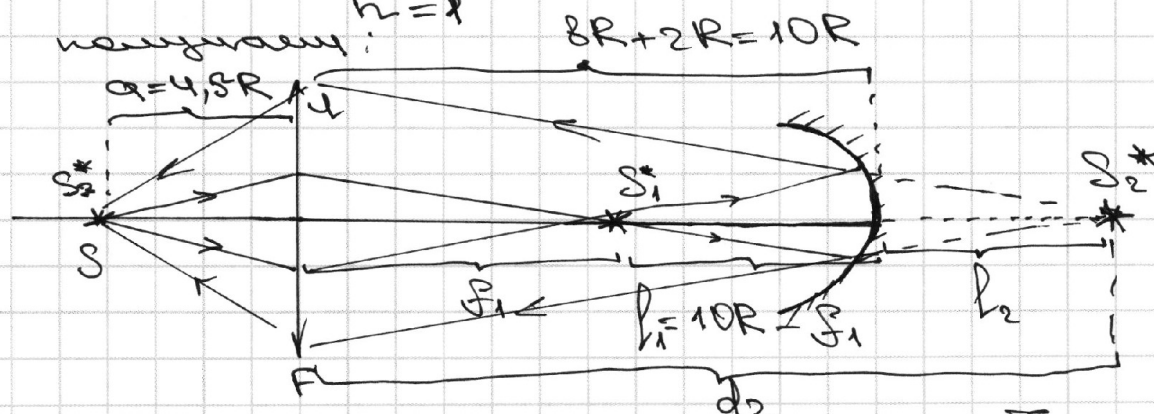
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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!



1) лучи II собираются с ~~изображением~~ с источ-
ником S при увеличении n и ~~максимально~~
наименьшей: $n=1$



Р.к. лучи паралл. на $n=1$, то изображение
в линзе - действ.

лучи S_1^* - изображ. предмета S в линзе

f_1 - макс. от S_1^* тогда макс.

от S_1^* до пов-ти зеркала: $l_1 = b + 2R - f_1 = 10R - f_1$

лучи S_2^* - изображение S_1^* в зеркале

тогда $l_2 = l_1 = 10R - f_1$



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!

Тогда ~~находим~~ от S_2^* до линзы:

$$d_2 = 10R + l_2 = 10R + 10R - f_1 = 20R - f_1$$

S_3^* - действит. и мнимая S_2^* в линзе
иногда S_3^* и S совпадают.

но формулу тонкой линзы:

для изображения $S \rightarrow S_1^*$:

$$(1) \frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{f_1}$$

для изображения $S_2^* \rightarrow S_3^*$:

$$(2) \frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{a}$$

где d_2 - расстояние от S_2^* до линзы

$$\frac{1}{F} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{a}$$

$$\Rightarrow d_2 = 20R - f_1 \Rightarrow 20R - f_1 = f_1 \Rightarrow f_1 = 10R$$

для центрального луча:

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{l_1} + \frac{1}{l_2} \Rightarrow \frac{2l_1}{R} - \frac{1}{l_1} = \frac{1}{l_2}$$

$$\frac{1}{l_2} = \frac{2l_1 - R}{Rl_1} \Rightarrow l_2 = \frac{Rl_1}{2l_1 - R}$$

$$l_2 = \frac{R \cdot (10R - f_1)}{2 \cdot (10R - f_1) - R} = \frac{R(10R - f_1)}{20R - 2f_1 - R} = \frac{R(10R - f_1)}{19R - 2f_1}$$

$$d_2 = 10R + l_2 = 10R + \frac{R(10R - f_1)}{19R - 2f_1}$$

из уравн (1) и (2):

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{a}$$

$$f_1 = d_2$$

$$f_1 = 10R + \frac{R(10R - f_1)}{19R - 2f_1} \cdot (19R - 2f_1)$$



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!

$$f_1(19R - 2f_1) = 10R(19R - 2f_1) + R(10R - f_1)$$

$$19Rf_1 - 2f_1^2 = 190R^2 - 20Rf_1 + 10R^2 - Rf_1$$

$$2f_1^2 - 40Rf_1 + 200R^2 = 0 \quad | :2$$

$$f_1^2 - 20Rf_1 + 100R^2 = 0$$

$$\cancel{D = 400 - 400 = 0} \quad (f_1 - 10R)^2 = 0$$

$$\Rightarrow f_1 = 10R$$

$$\text{поэтому } \frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{f_1}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{\frac{9}{2}R} + \frac{1}{10R}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{2 \cdot 10}{9R} + \frac{1 \cdot 9}{10R}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{20 + 9}{90R}$$

$$F = \frac{90}{29}R$$

$$\text{Ответ: } 1) \frac{90}{29}R$$



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.

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!

