



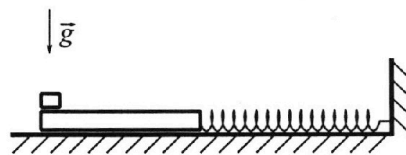
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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, прикреплённая к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,4$. Доску отпускают, она начинает движение, а брусок



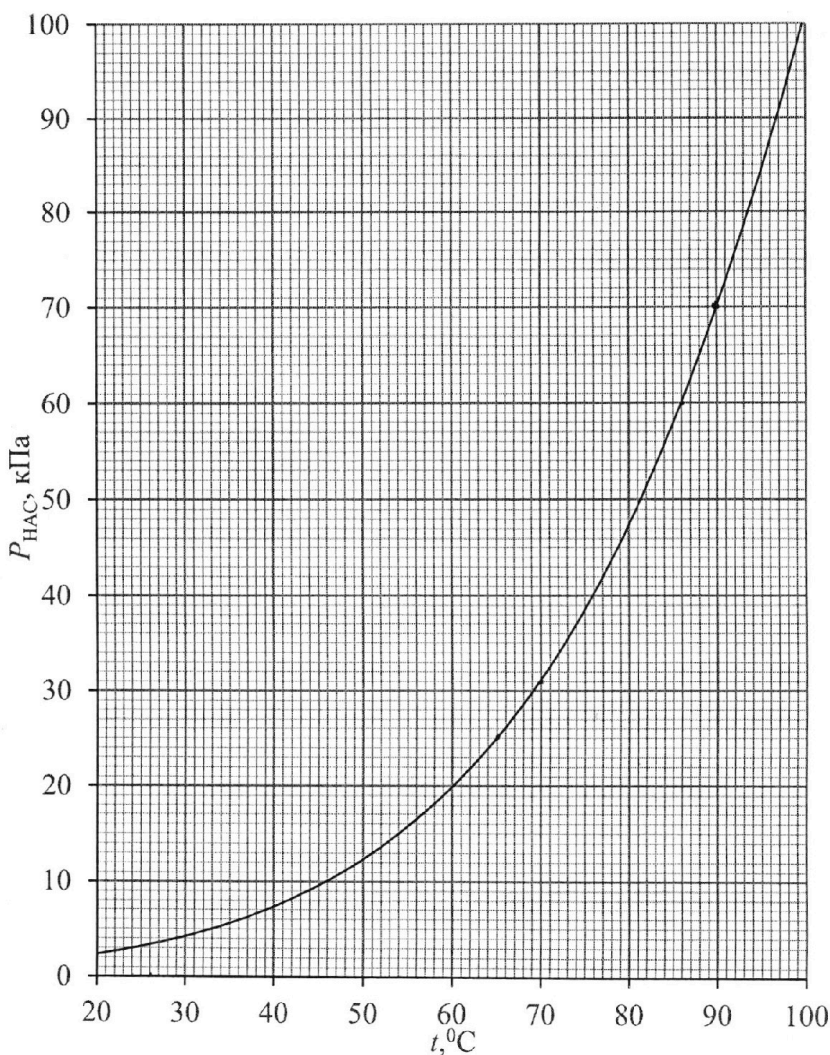
начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первый раз, относительное движение бруска по доске прекращается. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx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





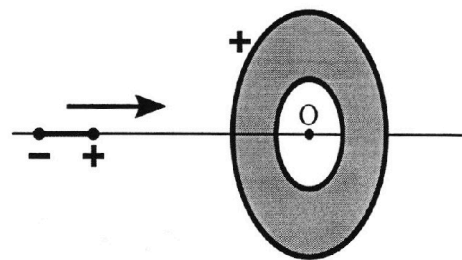
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

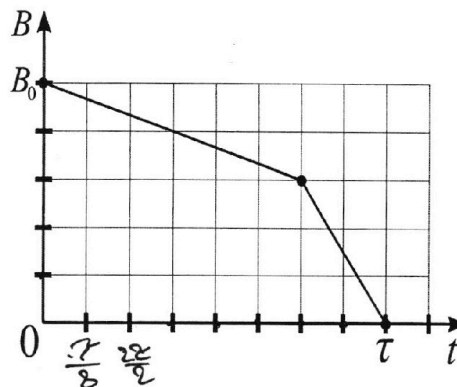
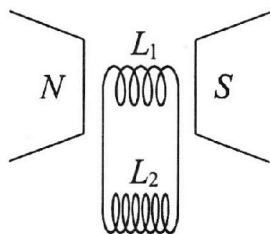


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



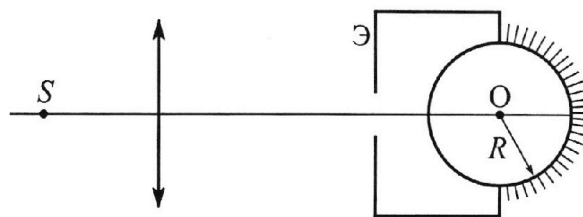
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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.

1



2



3



4



5



6



7

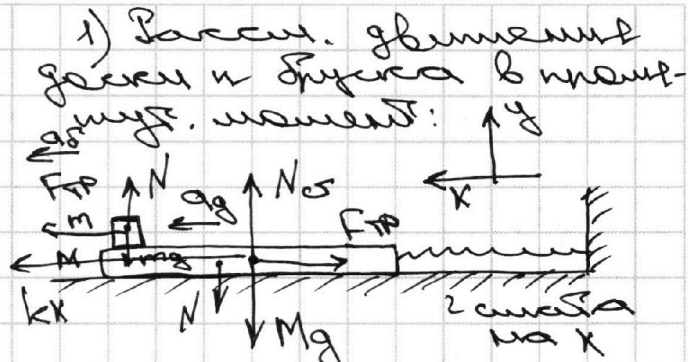
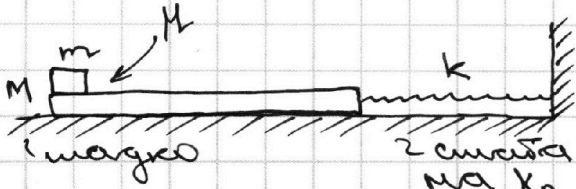


СТРАНИЦА

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!

в момент:



пусть в момент

пружина сжата на x_0

по 2 ЗН для бруса: $\vec{N} + \vec{F}_{тр} + m\vec{g} = m\vec{a}$

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

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

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

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

когда а.м. ускорения станет равным 0
пусть пружина будет сжата на x^*

$$a = 0$$

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

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

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

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

$$x^* = \frac{\mu g(m + M)}{k} = \frac{0,4 \cdot 10 \frac{м}{с^2} (1к + 4к)}{100 \frac{Н}{м}} = \frac{4 \cdot 5}{100} м =$$

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



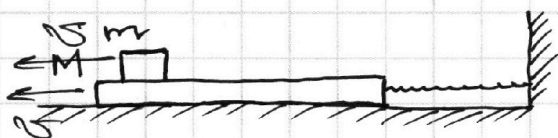
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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 $\vec{F}_{тр} = 0$

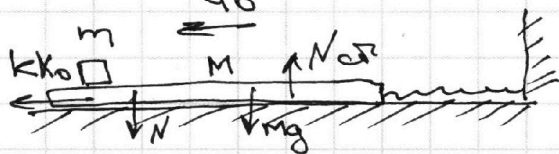
$\left\{ \begin{array}{l} \vec{F}_{тр} = 0 \\ \vec{a}_b = 0 \end{array} \right\} \Rightarrow \vec{F}_{упр} = 0 \Rightarrow$ когда ускорение доски достигн. нуля

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 сжатая 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:

$$kx - mg = Ma$$

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

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

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

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

сначала бруска
скажет
но доске

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

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

но ЗСЭ:

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



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



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.-ссы нагревания вся вода перешла в пар

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

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

$$5 m_{П1} = m_{П2}$$

$$\Rightarrow \frac{m_{П2}}{m_{П1}} = 5$$

2) ~~из уравнения~~ из уравнения:

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

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

$$\text{Р.к.} \quad \frac{m_{П2}}{m_{П1}} = 5 \quad \text{то} \quad \frac{V_2}{V_1} = 5 \Rightarrow V_2 = 5 V_1$$

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

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

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

когда температура насыщ. воды, то пар будет сухим насыщенным.

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

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

$$(2) V \cdot p^* = 5 V_1 R T^*$$

$$\frac{(2)}{(1)} : \frac{V p_{\text{max}}^*}{V p_{\text{max}}} = \frac{5 V_1 R T^*}{V_1 R T_0}$$

$$\frac{p_{\text{max}}^*}{p_{\text{max}}} = \frac{5 T^*}{T_0}$$

$$\frac{T_0}{p_{\text{max}}} = \frac{5 T^*}{p_{\text{max}}^*}$$

$$\frac{T^*}{p_{\text{max}}^*} = \frac{T_0}{5 p_{\text{max}}} = \frac{300\text{K}}{5 \cdot 3,5 \text{ кПа}} = \frac{300\text{K}}{17,5 \text{ кПа}} = \frac{17,1\text{K}}{1 \text{ кПа}}$$

Таким образом получим $t^* = 65^\circ\text{C}$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
2 из 2

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

3) по yr-но меняю квадрат:

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

$$V \cdot \psi P_{\max}(90^\circ) = 8 V_1 R T$$

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

$$P_{\max} = 3,5 \text{ кВт}$$

$$P_{\max}(90^\circ) = 40 \text{ кВт}$$

$$T_0 = 24^\circ\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$T = 24^\circ\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$\psi = \frac{8 \cdot 263 \text{ K} \cdot 3,5 \text{ кВт}}{40 \text{ кВт} \cdot 300 \text{ K}} = \frac{4 \cdot 263 \cdot 4}{40 \cdot 300} = \frac{4 \cdot 263}{10 \cdot 300} = \frac{2 \cdot 263}{10 \cdot 150} = \frac{263}{10 \cdot 75} = \frac{263}{750}$$

$$\psi = \frac{8 \cdot 363 \text{ K} \cdot 3,5 \text{ кВт}}{40 \text{ кВт} \cdot 300 \text{ K}} = \frac{4 \cdot 363 \cdot 4}{40 \cdot 300} = \frac{4 \cdot 363}{10 \cdot 300} = \frac{4 \cdot 121}{10 \cdot 100} = \frac{484}{1000} = 0,484$$

Ответ: 1) 8 2) 65°C 3) $\psi = 0,484$



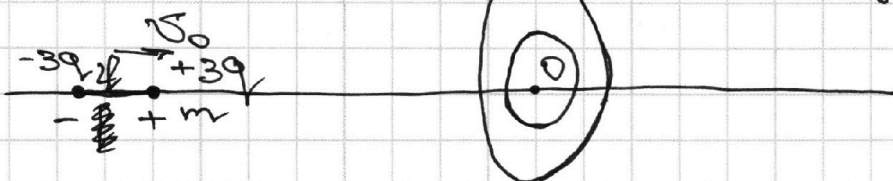
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

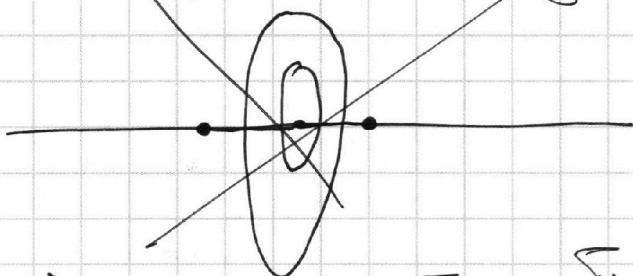
СТРАНИЦА
1 из 3

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 моч. заряды~~
~~длина $-3q$ и $+3q$~~
~~но длина $2l$~~



~~или протычет через центр:~~



~~или скорость убавляется тем,~~
~~что заряд остановится при протыке, т.е.~~
~~заряд $-3q$ окажется в центре:~~

~~по ЗСЭ: $\psi(0) \cdot (-3q) +$~~
 ~~$(*) \frac{m v_0^2}{2} = \psi(2l) \cdot 3q,$~~
~~где $\psi(2l)$ — потенциал диска~~
~~на наст. $2l$ от $y=0$~~

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

~~$\frac{m v_0^2}{2} = \psi(2l) \cdot q + \psi(2l) \cdot (-q) + \frac{m v_0^2}{2}$~~
 ~~$\Rightarrow U = v_0$~~

пусть потенциал
на наст. l от
центра диска: $\psi(l)$



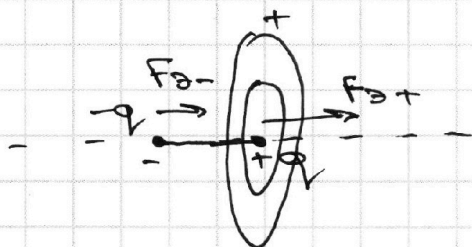
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

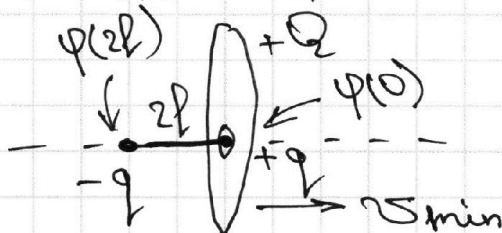
СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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!

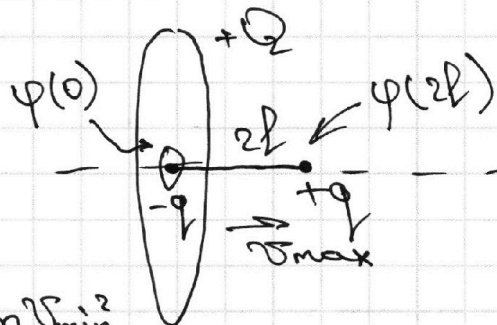
3) Рассм. электр. действ. на дионий при пролете:
диск "отталкивает" положит. заряд и притягивает отрицательный



мин. скорость:



макс. скорость:



ЗСЭ:

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

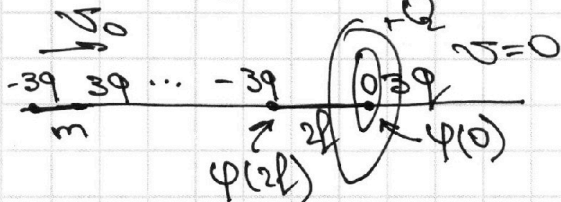
$$(2) \frac{m v_0^2}{2} = -q \cdot \phi(0) + q \cdot \phi(2l) + \frac{m v_{\max}^2}{2}$$

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 в (1) и (2):

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

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

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

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

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

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

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

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

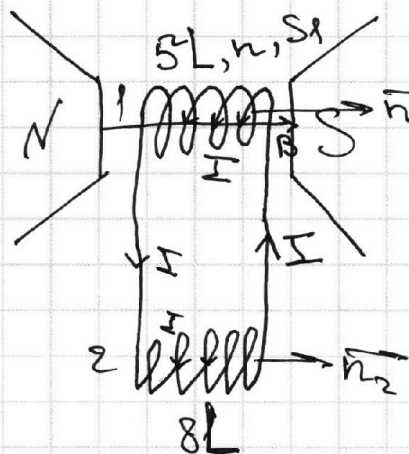


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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:

$$\Phi_1 = \Phi_{св} S_1 + \Phi_{внеш1} =$$

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

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

$$\mathcal{E}_{инд1} = -\dot{\Phi}'_1 = -(5LI' + B'S_1 n)$$

$$\Phi_2 = \Phi_{св} S_2 + \Phi_{внеш2} =$$

$$= 8LI$$

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

$$\mathcal{E}_{инд2} = -\dot{\Phi}'_2 = -8LI'$$

по н-у Кирхгофа:

$$\mathcal{E}_{инд1} + \mathcal{E}_{инд2} = IR = 0 \quad \text{т.к. } R=0$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$\Rightarrow$ если B изм. линейно, то и I изм.-ся линейно

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

для этого проинтегрируем (1) от $t=0$

$$\text{до } t = \frac{3}{4}\tau$$



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

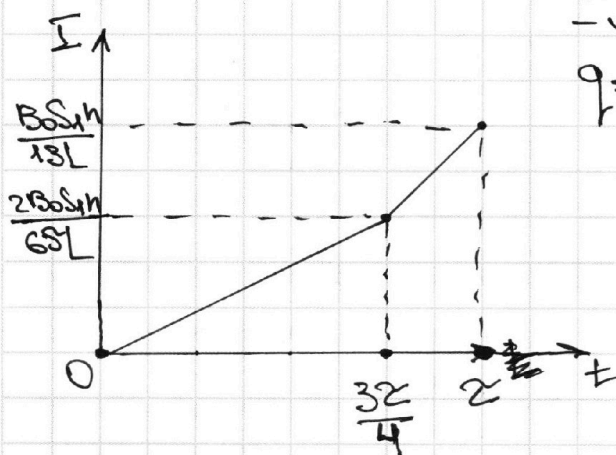
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$13L(I^* - 0) + (\frac{2}{3}B_0 - B_0) \cdot S_1 n = 0$$

$$13LI^* - \frac{2}{3}B_0 S_1 n = 0$$

$$13LI^* = \frac{2}{3}B_0 S_1 n \rightarrow I^* = \frac{2B_0 S_1 n}{65L}$$

Поскольку график $I(t)$:



минимум под графиком -
искали заряд:

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

$$65 \cdot 2 = 130$$

$$130 \cdot 4 = 520$$

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

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

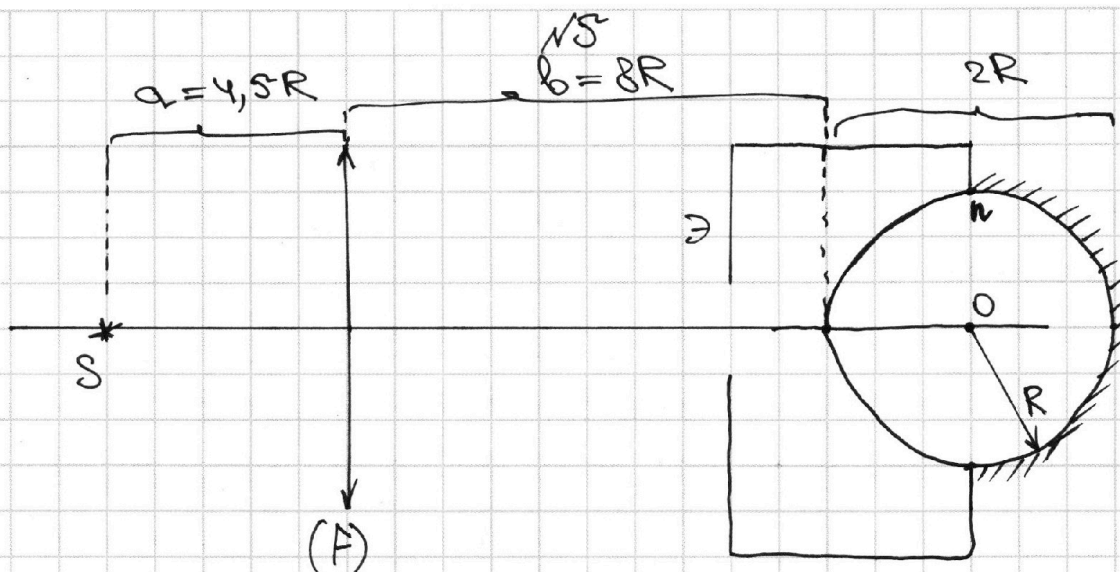


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

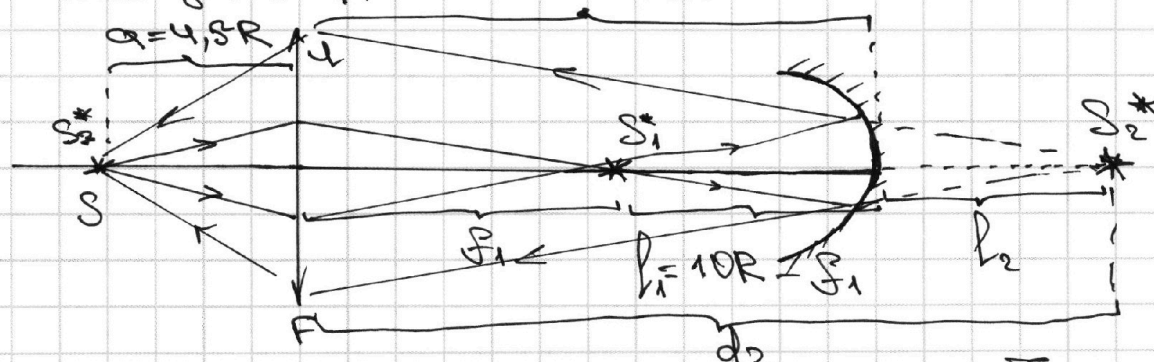
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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) lens и собирает с ~~изображением~~ с источ-
ником S при каком n пара мнимых
получаем:
 $n = 1$
 $8R + 2R = 10R$



Р.к. лучи конв. на шар, то изображение
в линзе - действ.

лучи S_1^* - изображ. предмета S в линзе

f_1 - нарост. от $\downarrow$ до S_1^* тогда нарост.

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 расстояние 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

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

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.

☐☐☐☐☒☐☐

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!

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

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

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

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

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

$$\Rightarrow f_1 = 10R$$

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

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

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

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

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

$$\text{Ответ: } 1) \frac{90}{29}R$$



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!

