



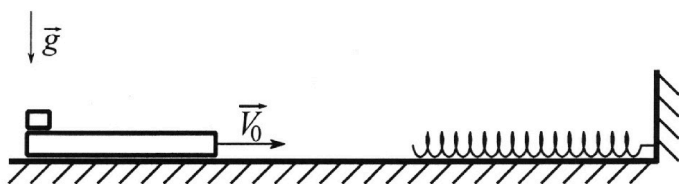
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

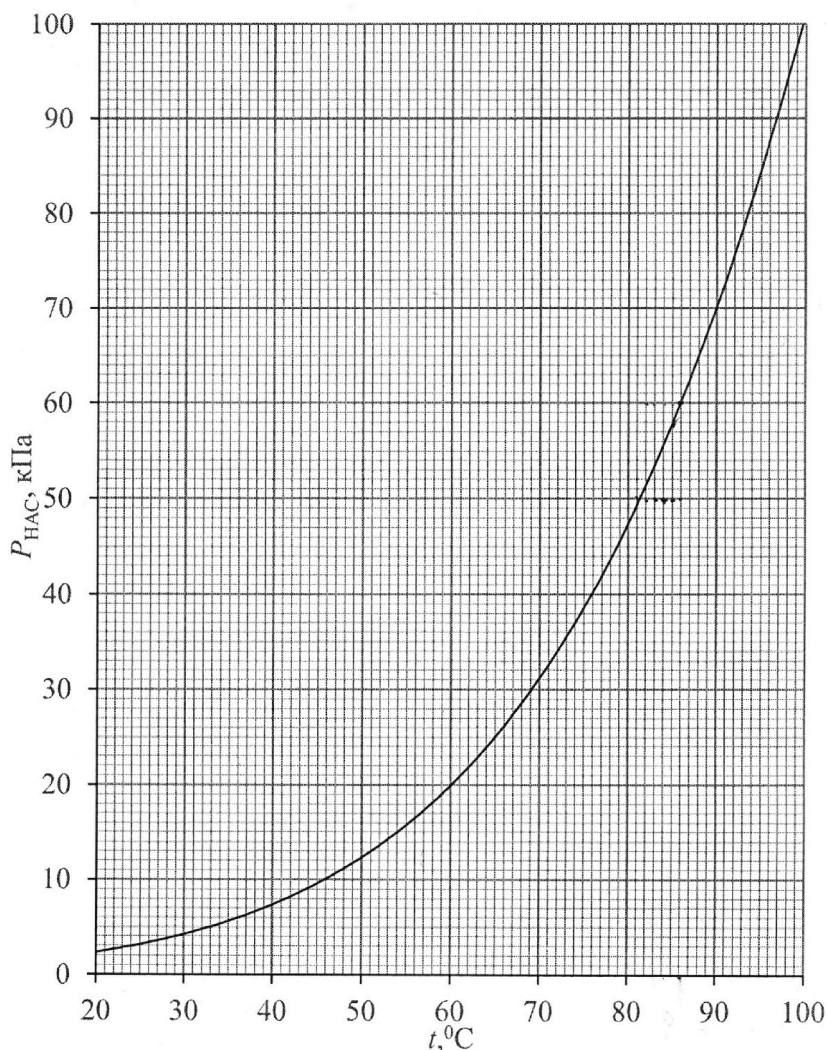


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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.





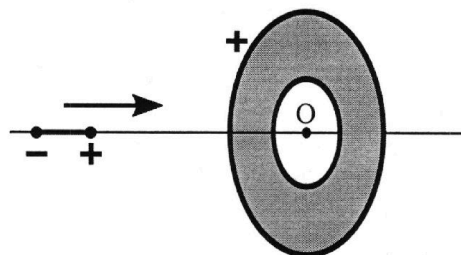
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



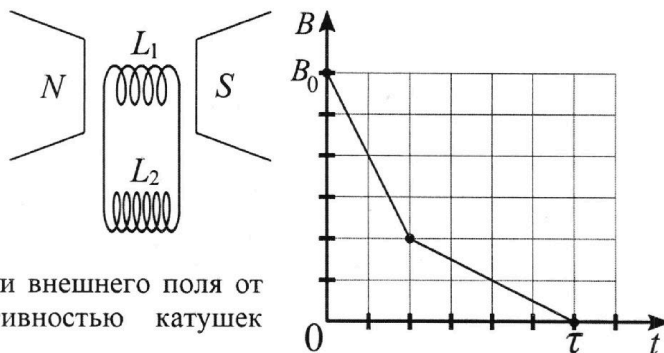
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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

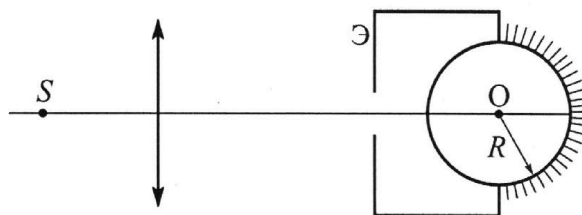
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 4L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек 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, протекающий 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**.

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!

УЗ. З. С. Э

$$\frac{m v_0^2}{2} + \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + \frac{m v^2}{2} + \frac{k \Delta x_1^2}{2}$$

$$(m+m) v_0^2 = (m+m) v^2 + k \Delta x_1^2$$

$$v = \sqrt{v_0^2 - \frac{k \Delta x_1^2}{(m+m)}} = \sqrt{4 - \frac{24 \cdot \frac{1}{9}}{3}} = \sqrt{3} \text{ м/с}$$

Тогда

$$v(t_1) = \sqrt{3} \text{ м/с}$$

$$v(t_1) = v_0 \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m+m}} \cdot t_1\right)$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m+m}} \cdot t_1\right), \text{ тогда значение аргумента } \frac{\pi}{6}$$

$$\sqrt{\frac{k}{m+m}} \cdot t_1 = \frac{\pi}{6}$$

$$t_1 = \frac{\pi}{6 \sqrt{\frac{k}{m+m}}} = \frac{\pi}{6 \sqrt{\frac{249}{8}}} = \frac{1}{6} \text{ с.}$$

УЗ Покажем, что при Δx -макс; $v_{\text{доски}} = 0$

Т.к. сила трения - внутренняя сила системы

Доска - груз, то запишем З.С.П в проекцию на Ox

$$\Delta p = F \cdot \Delta t$$

~~$m v_0 + m v$~~ Запишем З.С.Э

$$\frac{m v_0^2}{2} + \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + \frac{k \Delta x_{\text{макс}}^2}{2}$$

Запишем З.С.Э для доски

$$\frac{m v^2}{2} + \frac{k \Delta x^2}{2} - \mu m g x = \text{const} \quad \frac{d}{dt}$$

$$m \cdot \dot{x} \cdot \ddot{x} + k x \cdot \dot{x} - \mu m g \dot{x} = 0$$

$$m \ddot{x} + k x - \mu m g = 0$$

тогда возьмем $\tilde{x}$, где $\tilde{x} = x + l$

$\Rightarrow$

Ответ: 1) $\frac{1}{3}$ м 2) $\frac{1}{6}$ с 3) $\frac{9}{2} \sqrt{2}$ м/с²

$$m \ddot{\tilde{x}} + k(\tilde{x} - l) - \mu m g = 0$$

$$-lk = +\mu m g$$

$$m \ddot{\tilde{x}} + k \tilde{x} = 0$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}, \text{ тогда}$$

при макс. ускорении

$$\ddot{\tilde{x}} = -\frac{k \tilde{x}}{m}$$

$$\text{Тогда } a_{\text{макс}} = \left(v \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} \right) = \sqrt{3} \cdot 3 \sqrt{\frac{3}{2}} = \frac{9}{2} \sqrt{2} \text{ м/с}^2$$

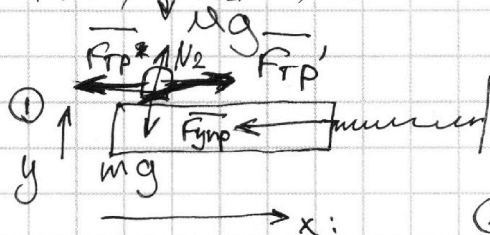
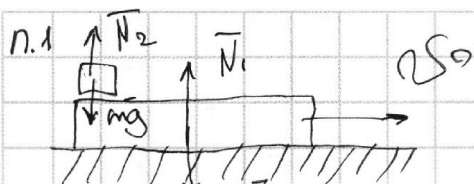


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



① Запишем II з.д
Для гаски

$$F_{тр}' - F_{упр} = Max$$

② Для груза:

$$x: -F_{тр} = max$$

(т.к. в начальном моменте движ. относ. гаски $a=0$)

$$y: N_2 = mg$$

$$F_{тр} = \mu N_2 = \mu mg$$

$$F_{тр} = F_{тр}' \text{ (III з.д.)}$$

③

Тогда

$$-\mu mg = max$$

$$ax = -\mu g$$

④

$$\mu mg - F_{упр} = -\mu \mu g$$

$$F_{упр} = \mu g (M + m)$$

$$k \Delta x_1 = \mu g (M + m)$$

$$\Delta x_1 = \frac{\mu g (M + m)}{k} = \frac{0,3 \cdot 10 (2 + 1)}{24 \cdot 9} = \frac{1}{3} \text{ м.}$$

n2. Запишем В.С.Э

(до начала движения груза, тогда $A_{фр} = 0$)

$$\frac{m\dot{\varphi}^2}{2} + \frac{M\dot{\varphi}^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = const \quad \left/ \frac{d}{dt} \right.$$

$$2m\dot{\varphi} \cdot \ddot{\varphi} + 2M\dot{\varphi} \cdot \ddot{\varphi} + 2kx \cdot \dot{\varphi} = 0, \text{ тогда}$$

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

Имеем ур-е гармонических колебаний

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

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

$$\text{а } T = 2\pi \sqrt{\frac{m + M}{k}}$$

$$\varphi = \varphi_0 \cos \omega t$$

Найдем скорость пружины в $\frac{1}{3}$ м

φ , при угл.



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 1

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 При $t_0 = 86^\circ\text{C}$ $P_{\text{нас}} \approx 60 \text{ кПа}$, тогда
 $P_0 = P_1 + P_{\text{нас}}$ $P_{\text{парат}} = f_0 P_{\text{нас}} = \frac{2}{3} \cdot 60 = 40 \text{ кПа}$

$P_1 = P_0 - P_{\text{нас}} = 150$

$P_0 = P_1 + P_{\text{парат}}$; $P_1 = P_0 - P_{\text{парат}} = 150 - 40 = 110 \text{ кПа}$

② Из графика видно: пар станет насыщенным, т.е. начнет конденсироваться при $t^* \approx 46^\circ\text{C}$

③ В конце остывания вод. пар насыщенный
 $P_{\text{парат}} \approx 10 \text{ кПа}$, т.к. содержимое сосуда наход. под поршнем, то $P_2 + P_{\text{парат}} = P_1 + P_{\text{парат}}$
 Запишем ур-е Менг.-Клапейрона

$P_1 V_0 = \sqrt{RT_1}$, где $T_1 = t_0 + 273 = 86 + 273 = 359 \text{ К}$
 $T_2 = t + 273 = 46 + 273 = 319 \text{ К}$

$P_2 V = \sqrt{RT_2}$

$P_1 = \frac{\sqrt{RT_1}}{V_0}$; $P_2 = \frac{\sqrt{RT_2}}{V}$ (4) $P_2 - P_1 = P_{\text{парат}} - P_{\text{парат}} \approx 30 \text{ кПа}$

$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\frac{\sqrt{RT_1}}{V_0}}{\frac{\sqrt{RT_2}}{V}}$

$P_2 - P_1 = 30 \cdot 10^3$, тогда

$\sqrt{R} \left(\frac{T_2}{V} - \frac{T_1}{V_0} \right) = 30 \cdot 10^3$ $P_2 = 140 \text{ кПа}$

$\sqrt{R} \left(\frac{T_2 V_0 - T_1 V}{V \cdot V_0} \right) = 30 \cdot 10^3$

$\frac{P_1 V_0}{T_1} \cdot \frac{(T_2 V_0 - T_1 V)}{V \cdot V_0} = 30 \cdot 10^3$

$P_1 \left(\frac{T_2 V_0}{T_1 V} - 1 \right) = 30 \cdot 10^3$

$\frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{V_0}{V} = \frac{30}{110} + 1 = \frac{140}{110}$

$\frac{V}{V_0} = \frac{T_2 \cdot 11}{14 \cdot T_1} = \frac{319 \cdot 11}{14 \cdot 359} =$

Ответ: 1) 110 кПа ; 2) 46°C 3) $\frac{3509}{5026}$



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**.

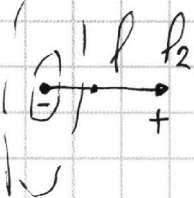
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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 скорость максимальна, если

$$m v_{\max}^2 - 4m v_0^2 = (0 - f_0)(-g) + (0 - f_2) \cdot g$$



Выразим

$$\begin{cases} m v_{\min}^2 - 4m v_0^2 = +f_2 g - f_0 g \\ m v_{\max}^2 - 4m v_0^2 = f_0 g - f_2 g \end{cases}$$

$$f_0 g = m v_{\max}^2 - 4m v_0^2 + f_2 g$$

$$f_0 g = m v_{\max}^2 - 4m v_0^2 + f_2 g$$

$$m v_{\min}^2 - 4m v_0^2 = f_2 g - m v_{\max}^2 + 4m v_0^2$$

Взяв также

$$m v_{\max}^2 - 4m v_0^2 =$$

примем

$$4m v_0^2 - m v_{\min}^2 = (f_2 - f_1) \cdot (-g) + (f_0 - f_1) g$$

$$m v_{\max}^2 - 4m v_0^2 = (f_1 - f_0)(-g) + (f_1 - f_2) g$$

$$m v_{\max}^2 + m v_{\min}^2 - 8m v_0^2 = 0$$

$$v_{\max}^2 + v_{\min}^2 - 8v_0^2 = 0 \Rightarrow (v_0 + \Delta v)^2 + (v_0 - \Delta v)^2 - 8v_0^2 = 0$$

$$m v_{\max}^2 - m v_{\min}^2 = (f_2 - f_0) \cdot (-g) + (f_0 - f_2) g$$

$$\begin{cases} m v_{\max}^2 - m v_{\min}^2 = 2(f_2 - f_0) \cdot g \\ m v_{\min}^2 = f_2 g - f_0 g + 4m v_0^2 \end{cases}$$

$$m v_{\min}^2 = f_2 g - f_0 g + 4m v_0^2$$

$$m v_{\max}^2 = f_0 g - f_2 g + 4m v_0^2$$

$$v_{\max} = v_0 + \Delta v$$

$$v_{\min} = v_0 - \Delta v$$

$$v_{\max} - v_{\min} = 2\Delta v = 2\sqrt{3} v_0$$

$$\text{Ответ: } 1) 2v_0 \quad 2) 2\sqrt{3} v_0$$

$$\begin{aligned} v_0^2 + 2v_0 \Delta v + \Delta v^2 + v_0^2 - 2v_0 \Delta v + \Delta v^2 - 8v_0^2 &= 0 \\ 2\Delta v^2 &= 6v_0^2 \end{aligned}$$

$$2\Delta v^2 + 2\Delta v^2 = 8v_0^2$$

$$2\Delta v^2 = 6v_0^2$$

$$\Delta v^2 = 3v_0^2$$

$$\Delta v = \sqrt{3} v_0$$



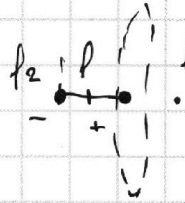
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Рассмотрим пролет при минимальной скорости



Будем считать потенциал поля $E_{\text{изг}}$ в центре диска ϕ_0 , а на небольшом расстоянии от центра ϕ

Тогда при пролете положительный шарик перемещается из ϕ_0 в ϕ
 $\Delta\phi = \phi_0 - \phi$, отрицательный ϕ_2 в ϕ
 $\Delta\phi_2 = \phi_2 - \phi$

Если диск

пролетает диск с минимальной скоростью, то

при пролете через центр системы = 0

Взяв в з.с.э. где m - масса заряда, а потенциал диск. уд. точки - ноль

$$0 - \left(\frac{m\phi_0^2}{2} + \frac{m\phi_0^2}{2} \right) = (0 - \phi) \cdot q + (0 - \phi) \cdot (-q)$$

$$-m\phi_0^2 = -\phi q + \phi q$$

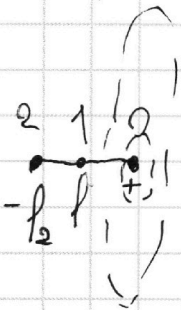
$$\left(\frac{m\phi^2}{2} + \frac{m\phi^2}{2} \right) - \left(\frac{m\phi_0^2}{2} + \frac{m\phi_0^2}{2} \right) = (0 - \phi) \cdot q + (0 - \phi) \cdot q$$

$$m\phi^2 - m\phi_0^2 = 0, \text{ тогда } \phi^2 = \phi_0^2$$

$\phi = \phi_0$, следовательно

Если диск имеет скорость $2\phi_0$, то $\phi = 2\phi_0$

② Справедливо, что



При таком положении скорость минимальна

В центре диска потенциал ~~нужно~~ ϕ_0

(можно по аналогии рассмотреть ~~срез сферы~~)
 из соображений симметрии

Предположим, что

Тогда по з.с.э.

$$\frac{m\phi_{\text{min}}^2}{2} - \frac{m\phi_0^2}{2} = (0 - \phi_2) \cdot (-q) + (0 - \phi_0) \cdot q$$



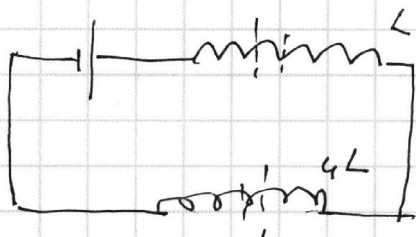
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



$$\mathcal{E}_i = -S \sin \frac{dB}{dt}, \text{ тогда}$$

$$\mathcal{E}_i + \mathcal{U}_1 = \mathcal{U}_2$$

$$\mathcal{E}_i = \mathcal{U}_1 + \mathcal{U}_2$$

$$S \sin \frac{dB}{dt} = L \frac{dI}{dt} + 4L \frac{dI}{dt}$$

$$\int -S \sin dB = \int 5L dI, \text{ тогда при } t \text{ от } 0, \text{ до } \frac{2}{6} \tau$$

$$+ \left(B_0 - \frac{2B_0}{3} \right) = 5L(I_2) \quad \text{т.к. ток момент } t=0 \text{ } I=0$$

$$S \sin \frac{2B_0}{3} = 5LI_2 \quad I_2 = \frac{2B_0 S \sin}{15L}$$

Аналогично

$$- \left(0 - \frac{2}{3} B_0 \right) = 5L(I_3 - I_2)$$

$$\frac{2}{3} B_0 S \sin = 5L(I_3 - I_2)$$

$$\frac{2}{3} B_0 S \sin = 5LI_3 - 5LI_2$$

$$5LI_3 = B_0 S \sin$$

$$I_3 = \frac{B_0 S \sin}{5L}$$

② Запишем З.С.Э для участка $t=0 \rightarrow \frac{\tau}{3}$

$$\frac{LI_2^2}{2} + \frac{4LI_2^2}{2} = \mathcal{U}_i \cdot q_1, \text{ где } \mathcal{U}_i = -\frac{S \sin dB}{dt}, \text{ где } \frac{dB}{dt} t = -2$$

$$\Rightarrow \mathcal{U}_i = S \sin \cdot 2$$

$$\frac{5LI_2^2}{2} = 2S \sin \cdot q_1$$

$$5LI_2^2 = 4S \sin \cdot q_1 \Rightarrow q_1 = \frac{5LI_2^2}{4S \sin} = \frac{5L \left(\frac{B_0 S \sin}{15L} \right)^2}{4S \sin} =$$



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!

$$q_1 = \frac{5 \cdot B_0^2 S_1 n}{3 \times 5 \cdot 15 \cdot L} = \frac{B_0^2 S_1 n}{180 L}$$

Для второго участка $\frac{dB}{dt} = -\frac{1}{2}$

$$\frac{LI_3^2}{2} + \frac{4LI_3^2}{2} - \left(\frac{LI_2^2}{2} + \frac{4LI_2^2}{2} \right) = U_2 = \frac{B_1 n}{2}$$
$$= U_2 \cdot q_2$$

$$\frac{5LI_3^2}{2} - \frac{5LI_2^2}{2} = B_1 \frac{S_1 n}{2} \cdot q_2$$

$$\frac{5LI_3^2 - 5LI_2^2}{S_1 n} = q_2 \quad \Bigg| \quad q_2 = \frac{5L \left(\frac{(B_0 S_1 n)^2}{25L^2} - \frac{(B_0 S_1 n)^2}{15^2 L^2} \right)}{S_1 n}$$
$$= B_0^2 \left(\frac{S_1 n}{5L} - \frac{S_1 n}{45L} \right) = \frac{B_0^2 \cdot 8 S_1 n}{45L}$$

$$q_0 = q_1 + q_2 = \frac{B_0^2 S_1 n}{180L} + \frac{4B_0^2 \cdot 8 S_1 n}{180L} = \frac{33 B_0^2 S_1 n}{180L}$$

Ответ: $\frac{33 B_0^2 S_1 n}{180 L}$



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
☐

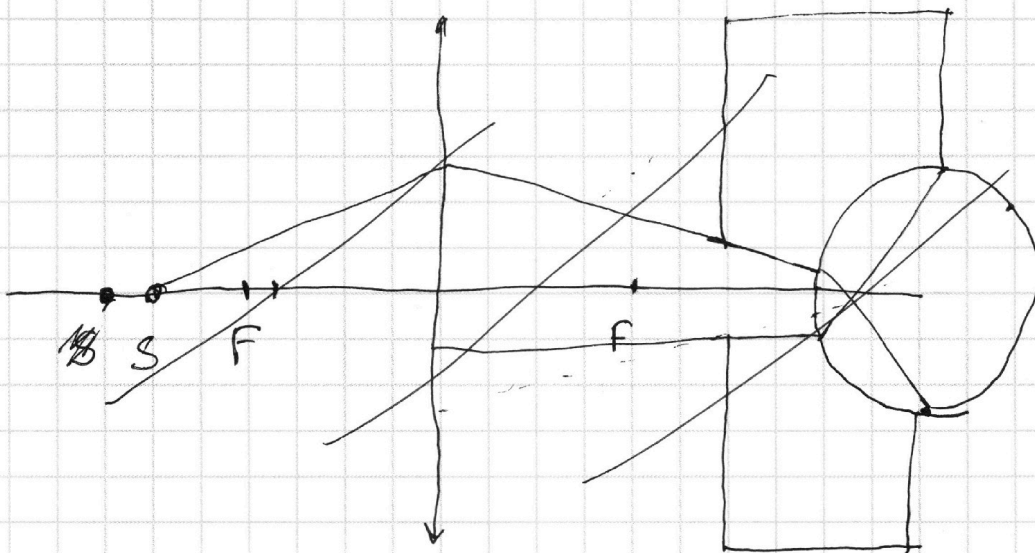
5
☒

6
☐

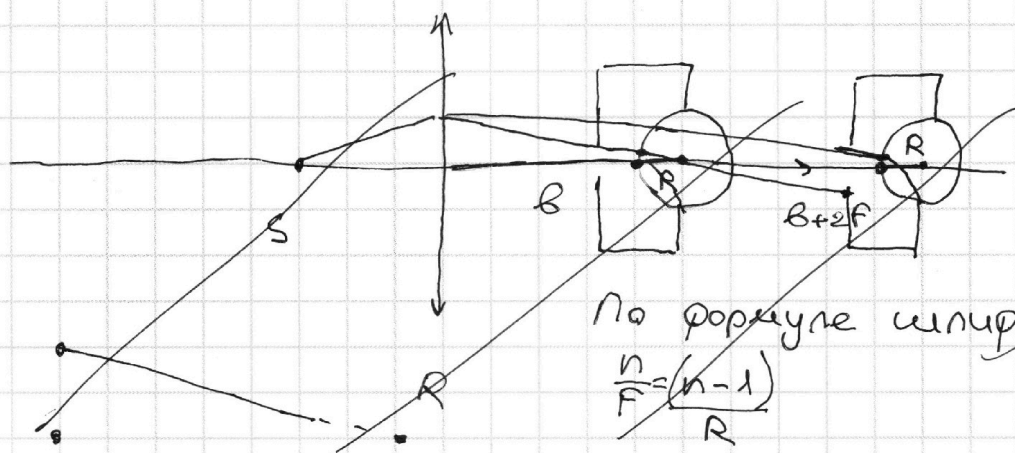
7
☐

СТРАНИЦА
1 из 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!



~~Т.к источник совпадает с изобретением, то справедливо, что мы можем отметить некий фиктивный источник так,~~



~~По формуле шпиральщика~~
$$\frac{n}{F} = \frac{(n-1)}{R}$$

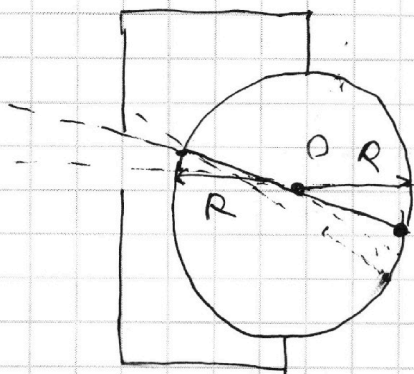


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!



Т.к на расстоянии b
условие верно при любом
 n скажем, что n шара
 $= 1$

тогда по формуле тонкой линзы
где источник внутри шара-
изображение от источника
и находится при этом
тогда в центре

$$a = b + R$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{1.5F} + \frac{1}{b+R}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{1.5F} + \frac{1}{b+2F+R}$$

$$\frac{1}{b+2F+R} = \frac{1}{b+R}$$

Воспользуемся формулой тонкой линзы

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

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{1.5F} + \frac{1}{\frac{8F+R}{3}}$$

$$\frac{1}{F} - \frac{1}{1.5F} = \frac{3}{8F+3R}$$

$$\frac{\frac{1}{2}F}{1.5F^2} = \frac{3}{8F+3R}$$

$$8F+3R = 9F$$

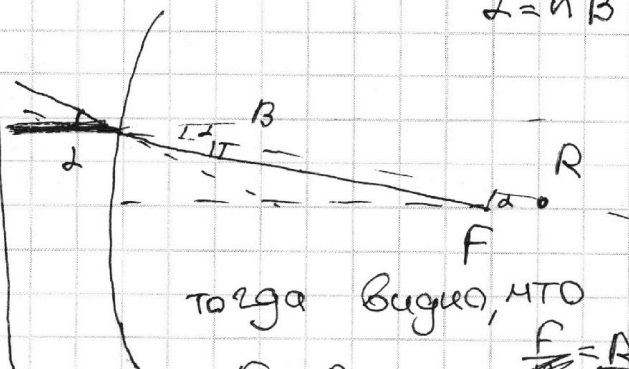
$$3R = F$$

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

п.2 т.к в системе
линза-шар источник
совпадает с изображением,
то относительно линзы он
находится на том же
расстоянии

Будем считать шар-линзой,
где

$$L = nB$$



тогда будет, что

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

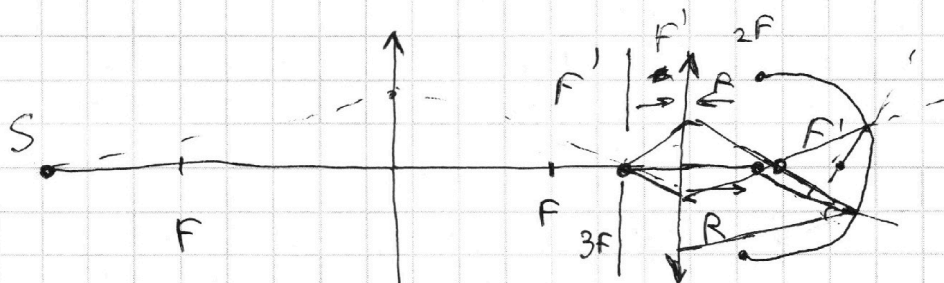


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

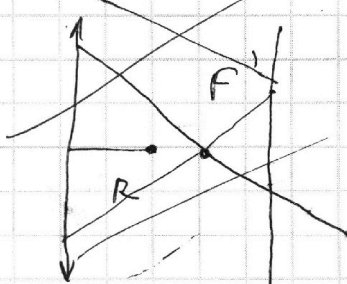
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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!



т.к. все углы
равны, то заменим экран зеркалом



Запишем ур-е т-кой
линии для шара
где точка $3F = B + 2F - R - F'$

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

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

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

$$n = 4$$

$$F' + R = 2F$$

$$R + R = 2F$$

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

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

$$\frac{F}{3}\left(\frac{1}{3} + 1\right) = 2F$$

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

$$\frac{1}{3} = 5$$

$$\Rightarrow n = 1, 2$$

Ответ: 1) $\frac{F}{3}$ 2) 1, 2



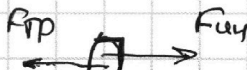
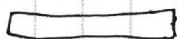
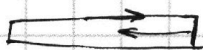
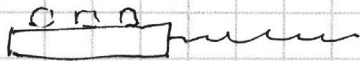
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

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!

Черновик



$$m \cdot \ddot{x} - ymg = m \ddot{y}$$

$$m \ddot{x} = kx - ymg$$

$$\ddot{x} = \frac{kx - ymg}{m}$$

$$\frac{m}{n} (kx - ymg) - ymg = m \ddot{x}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ + 243 \\ + 86 \\ \hline 359 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 319 \overline{) 14} \\ - 28 \overline{) 12} \\ \hline 39 \\ - 28 \overline{) 1} \end{array}$$

$$\frac{4m v_0^2}{2} - \frac{m v_{\min}^2}{2} = (f_2 - f_1) \cdot (-q)$$

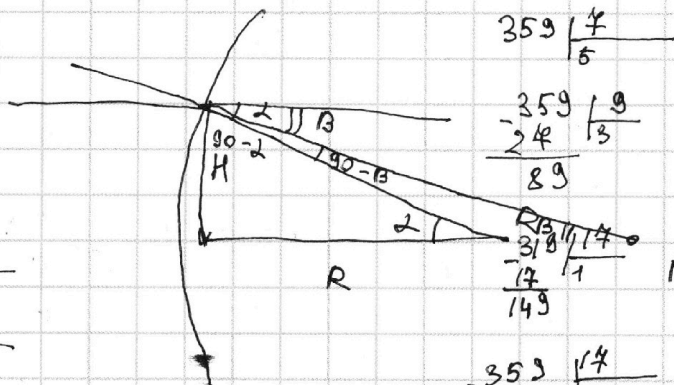
$$f_2 q + f_1 q = \frac{1}{2} (4m v_0^2 - m v_{\min}^2)$$

$$\begin{array}{r} 359 \overline{) 11} \\ - 33 \overline{) 3} \\ \hline 39 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 319 \overline{) 4} \\ - 28 \overline{) 1} \\ \hline 39 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 319 \\ 1 \overline{) 11} \\ - 319 \\ \hline 319 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 23 \\ \cdot 359 \\ \hline 14 \\ 1496 \\ 359 \\ \hline 5026 \end{array}$$



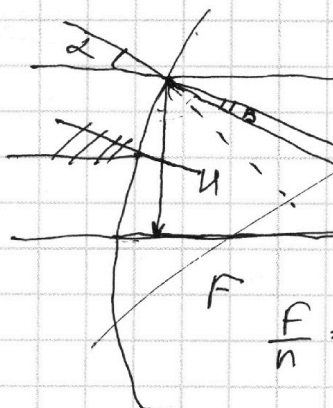
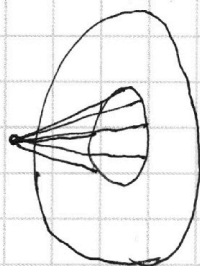
$$\begin{array}{r} 359 \overline{) 4} \\ - 28 \overline{) 6} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 359 \overline{) 8} \\ - 24 \overline{) 13} \\ \hline 89 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 319 \overline{) 9} \\ - 24 \overline{) 3} \\ \hline 49 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 319 \overline{) 14} \\ - 17 \overline{) 1} \\ \hline 149 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 359 \overline{) 14} \\ - 34 \overline{) 12} \\ \hline 19 \end{array}$$



$$\operatorname{tg} \beta = \frac{H}{F}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{H}{R}$$

$$H = R \operatorname{tg} \alpha$$

$$\frac{F}{n} = R$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{R \operatorname{tg} \alpha}{F}$$

$$n \alpha = \frac{R}{F}$$

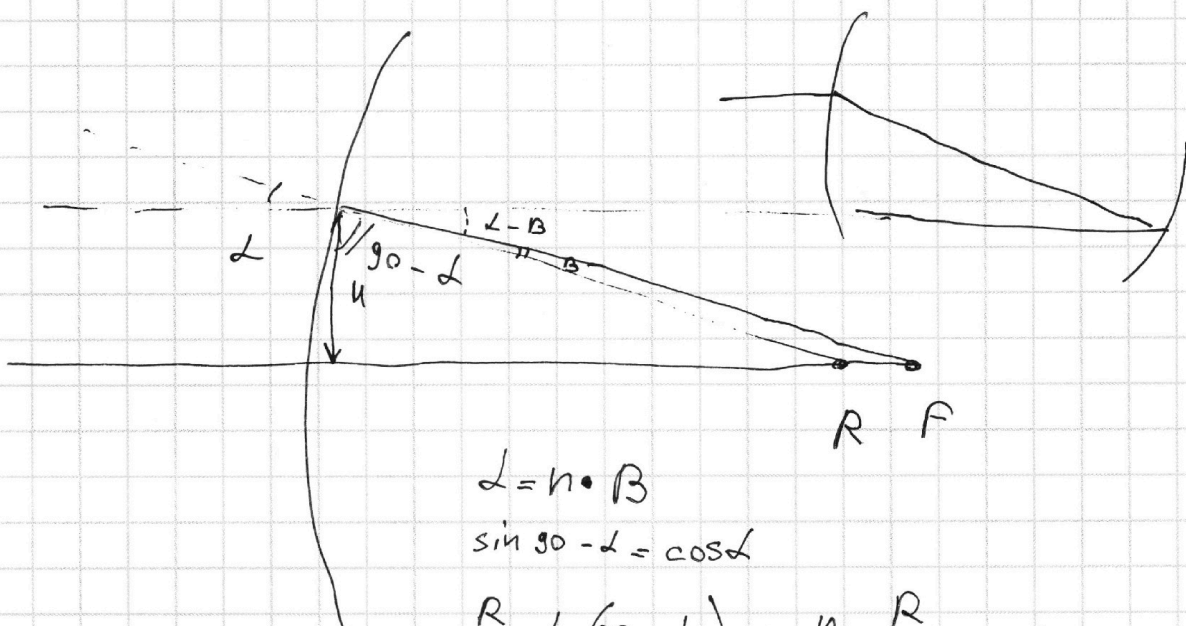


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

1 2 3 4 5 6 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!



$$L = n \cdot B$$

$$\sin 90 - \alpha = \cos \alpha$$

$$\frac{R}{h} = \tan(90 - \alpha) \Rightarrow h = \frac{R}{\tan(90 - \alpha)}$$

$$\frac{F}{h} = \tan(90 - \alpha + \beta)$$

$$\frac{F}{R} = \tan(90 - n \cdot \beta + \beta)$$

$$\frac{F}{R} = \cot \beta (n - 1)$$

$$F = (n - 1) \cdot R$$

