



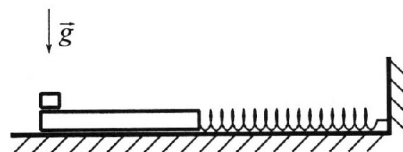
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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 $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

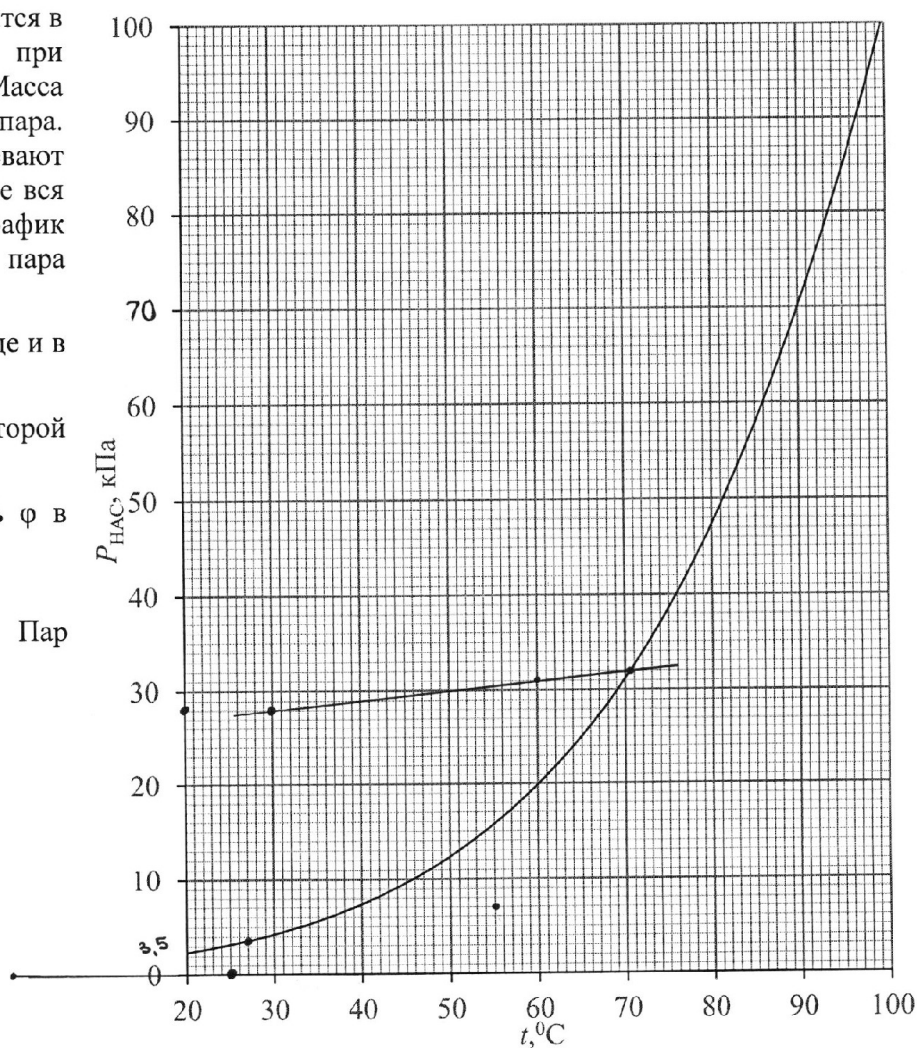


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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





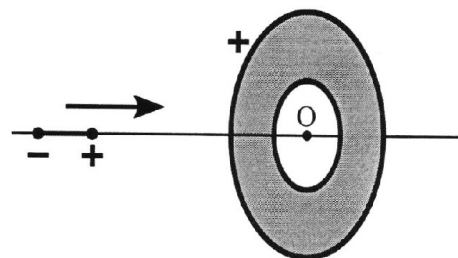
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

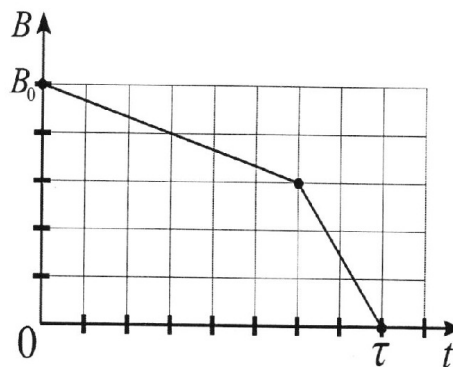
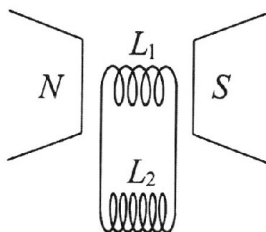


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



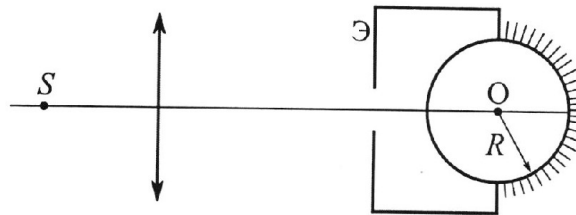
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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, протекший 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 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!

Задача 1.

$$M = 4 \text{ кг}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

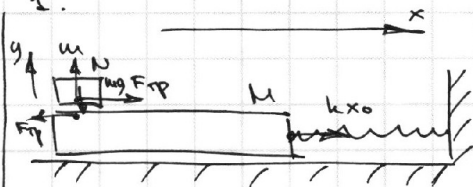
$$k = 100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\mu = 0,4$$

$$1) x_0 = ?$$

$$2) a_0 = ?$$

$$3) V_1 = ?$$



$$\Pi_3 M: x: m: F_{\text{сп}} = a m$$

$$x: M: k x_0 - F_{\text{сп}} = a M$$

Первый раз ускор. совпадают. при $F_{\text{сп}} = \mu N = \mu m g$
 $\Rightarrow k x_0 = \mu m g + \mu M g = \mu g (m + M)$

$$x_0 = \frac{\mu g}{k} (m + M) = \frac{4}{100} \cdot 5 = \underline{0,2 \text{ м}}$$

Ответ: $x_0 = 0,2 \text{ м}$.

2) Найдем максимальную деформацию x' :

сэ гл $\textcircled{M}$:

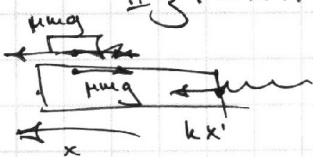
$$\text{сэ гл } \textcircled{M}: A_{\text{тр}} = \mu m g \cdot (x' - x_0) = \frac{m V^2}{2}$$

сэ гл $\textcircled{M}$ и пружины:

$$\frac{k x'^2}{2} - A_{\text{тр}} = \frac{M V^2}{2} + \frac{k x_0^2}{2} \Rightarrow \frac{k (x' - x_0)(x' + x_0)}{2} = \mu g (x' - x_0)(m + M)$$

$$\Rightarrow \boxed{x' = \frac{2 \mu g (m + M)}{k} - x_0 = \frac{\mu g (m + M)}{k} = 0,2 \text{ м}}$$

$$\Rightarrow \Pi_3 M: x: M: a_0 \cdot M = k x' - \mu m g = \mu g M \Rightarrow \boxed{a_0 = \mu g = 4 \text{ м/с}^2}$$



Ответ: $a_0 = 4 \text{ м/с}^2$.

3) Из предыдущего пункта: $V_1 = \sqrt{2 \mu g (2 x_0)}$

$$\Rightarrow V_1 = 2 \sqrt{\mu g^2 \frac{m + M}{k}} = 2 \mu g \sqrt{\frac{m + M}{k}} = 8 \cdot \sqrt{\frac{5 \cdot 64}{100 \cdot 5}} = \underline{\frac{4}{\sqrt{5}} \text{ м/с}}$$

Ответ: $V_1 = \frac{4}{\sqrt{5}} \text{ м/с}$.



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!

Задача 2.

$$t_0 = 27^\circ\text{C}$$

$$J_m = 7J_n$$

$$t = 90^\circ\text{C}$$

$$1) \left(\frac{m_{n1}}{m_{n2}} \right) = ?$$

1) В конце вся вода превратилась в пар $\Rightarrow$

$$\frac{m_{n0}}{m_{n1}} = \frac{J_{n0}}{J_{n1}} = \frac{J_n}{J_n + J_m} = \frac{J_n}{8J_n} = \frac{1}{8}$$

$$\Rightarrow \frac{m_{n1}}{m_{n0}} = 8$$

Ответ: 8.

$$2) t^* = ?$$

2) Киндерон - Менделеев =
($\bar{U}$ - объем)

$$t_x = +273^\circ\text{C}$$

$$P_{\text{рас.н.}}(t_0) \cdot \bar{U} = J_n R (t_0 + t_x) \rightarrow$$

$$P_{\text{рас.н.}}(t^*) \cdot \bar{U} = J_n \cdot 8 R (t^* + t_x) \quad (1)$$

$$\Rightarrow \frac{P_{\text{рас.н.}}(t^*)}{J_n R} = 8 \cdot \frac{J_n R}{J_n R} \cdot \frac{28 \text{ кПа}}{300 \text{ К}}$$

$$\left(\frac{\bar{U}}{J_n R} \right) = \frac{3.5 \text{ кПа}}{300 \text{ К}} = \frac{P_{\text{рас.}}(t_0)}{t_0 + t_x}$$

из графика $P_{\text{рас.}}(t)$

из графика:

$$\frac{J_n R}{J_n R} \cdot \frac{P_{\text{рас.}}(t_0)}{t_0} = \frac{3.5 \text{ кПа}}{300 \text{ К}}$$

Изобразим эту прямую на графике

$$(1) P_{\text{рас.н.}}(t^*) = \frac{8J_n R}{\bar{U}} t^* + \frac{8J_n R}{\bar{U}} \cdot t_x$$

$$P_{\text{рас.н.}}(t^*) = \frac{28}{300} \cdot t^* + \frac{28}{300} \cdot 273^{\text{К}} \quad (\text{в кПа}) \quad \text{— уравнение прямой}$$

$$[t^* = 71^\circ\text{C}] \quad \text{из Графика}$$

(проведу её на графике и найду пересек. с графиком $P_{\text{рас.}}(t)$)

Ответ: $t^* = 71^\circ\text{C}$.

$$3) \varphi = \frac{P_{\text{пара}}}{P_{\text{рас. пара}}(t=90^\circ\text{C})} \quad \leftarrow \text{Возьму из графика к-М:}$$

$$\text{Найдем } P_{\text{пара}} \text{ в конце: } P_{\text{пара}} = \frac{8J_n R t}{\bar{U}} \Rightarrow$$

$$\varphi = \frac{\frac{8J_n R t}{\bar{U}}}{P_{\text{рас. пара}}(t)} = \frac{\frac{28 \text{ кПа}}{300 \text{ К}} \cdot (90 + 273) \text{ К}}{70 \text{ кПа}} = \frac{484}{1000} = 0.484$$

Ответ: $\varphi = 0.484$.



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.

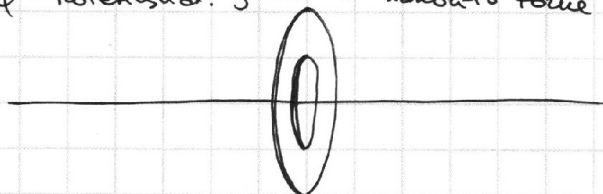
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!

Задача 3. U_0 ; 1) V_1 -? 2) V_{max} -?

φ - потенциал. диска в какой-то точке



m - масса диполя

$\Rightarrow$ Запишем ЗСЗ:

E диполя на ∞ от диска 20 :

$$\frac{mV_0^2}{2} = E_{\text{диполя в центре}} + \frac{mV_1^2}{2}$$

$$\Rightarrow V_1 = V_0 \quad \text{Ответ: } V_1 = V_0$$

1) Найдём ~~потенциал~~ ^{энерг. взаимог.} потенциалы диполя и диска в разных точках:

В центре (центр диполя совпадает с центром диска)

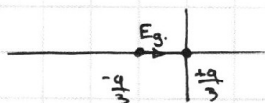
q - к-д. заряд. диполя

$$E_{\text{диполя в центре}} = +q\varphi_1 - \varphi_2 q = 0$$

взгля 2D (при $\frac{q}{3}$ $E_{\text{диполя в центре}}$ все равно 0)

2) Найдём ~~потенциал~~ ^{энергию} энергию взаимог. диполя с диском в "той же" перетяжке: когда заряд $+\frac{q}{3}$ находится в центре диска скорость минимальна

т.е. в этот момент ~~Е~~ ^{разворот.} ~~на диполь.~~



О ~~возможн~~ ^{энергию} ~~потенциал~~ ^{потенциал} в ~~к-д. диполя~~ ^{диполя} $\frac{q}{3}$ ~~и~~ φ_0 .

Из условия: V_0 - мин скорость.

$$\text{Запишем ЗСЗ: } \frac{mV_0^2}{2} = E$$

Еще запишем ЗСЗ для диполя с $\frac{q}{3}$

при макс к-ти:

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_{max}^2}{2} - \frac{E}{3} = E$$

и при мин к-ти:

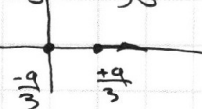
$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_{min}^2}{2} + \frac{E}{3} = E$$

$$\Rightarrow \frac{V_{max}}{V_{min}} = \sqrt{2}$$

$$\text{Ответ: } \frac{V_{max}}{V_{min}} = \sqrt{2}$$

т.е. $E \sim q$ в ~~к-д. диполя~~ ^{диполя} $\frac{q}{3}$ ~~и~~ φ_0 .
условии для q энергия взаимог = E

тут будет к-т мин.



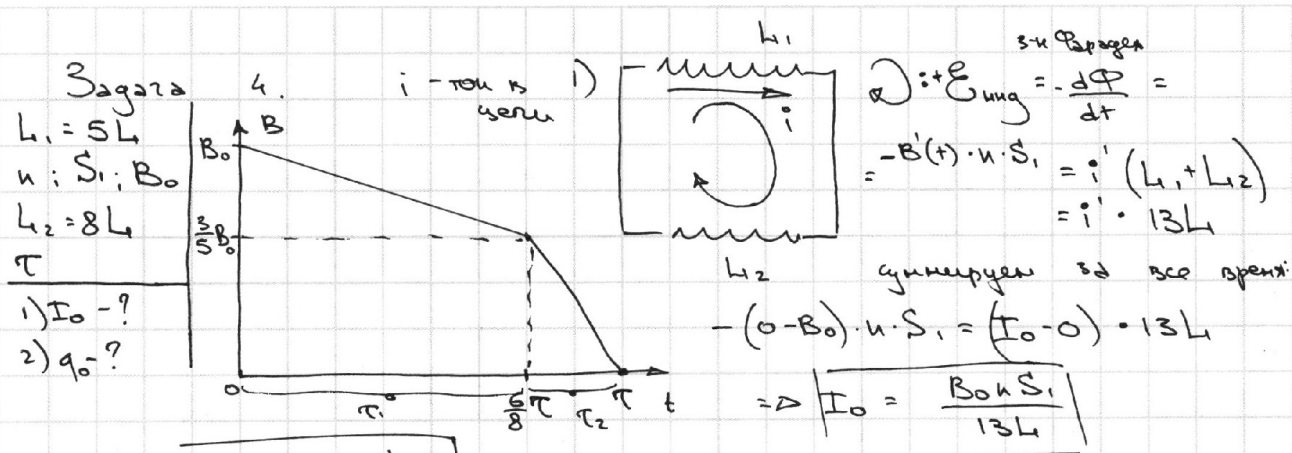


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Ответ: $I_0 = \frac{B_0 n S_1}{13L}$

2) На пром. времени $t \in (0; \frac{6}{8}\tau)$ $i' = \text{const}$, т.к. $B'(t) = \text{const}$, так же и для $t \in (\frac{6}{8}\tau; \tau)$. Но эти $B'(t)$ разные, найдем их из графика — это коэф. наклона прямых. Обозначим их за $b_1 = -\frac{\frac{2}{5}B_0}{\frac{6}{8}\tau} = -\frac{8}{15} \frac{B_0}{\tau}$ (первый пром.)

и $b_2 = -\frac{\frac{3}{5}B_0}{\frac{2}{8}\tau} = -\frac{12}{5} \frac{B_0}{\tau}$ (второй пром.)

Рассчитаем q_1 — заряд, прошедший через L_2 за 1 участок.

и q_2 — второй.

$$q_1 = \left(\frac{-b_1 \cdot n \cdot S_1}{13L} \right) \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{6}{8} \tau^2$$

{из правила Кирхгофа сверху}

$t_1 = \frac{6}{8} \tau$

i_1 — ток, текущий в $t = \frac{6}{8} \tau = \frac{(-b_1) \cdot n \cdot S_1}{13L} \cdot \frac{6}{8} \tau$

$$q_2 = i_1 \cdot \frac{2}{8} \tau + \frac{(-b_2) n S_1}{13L} \cdot \frac{\tau^2}{2 \cdot 16}$$

$$q_0 = q_1 + q_2 = \frac{8}{15} \frac{B_0}{\tau} \cdot \frac{n S_1}{13L} \cdot \frac{9}{16 \cdot 2} \tau^2 + \frac{8}{15} \frac{B_0}{\tau} \cdot \frac{n S_1}{13L} \cdot \frac{3\tau}{4} \cdot \frac{2}{8} \tau +$$

$$\frac{3}{12} \frac{B_0}{\tau} \cdot \frac{n S_1}{13L} \cdot \frac{\tau^2}{2 \cdot 16} = \frac{72 + 48 + 36}{15 \cdot 13 \cdot 16 \cdot 2} \frac{B_0 n S_1 \cdot \tau}{L} = \frac{156}{5 \cdot 8 \cdot 13 \cdot 4 \cdot 8} \frac{B_0 n S_1 \cdot \tau}{L}$$

$\Rightarrow$ Ответ: $q_0 = \frac{1}{40} \frac{B_0 n S_1}{L} \tau$



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 ☐

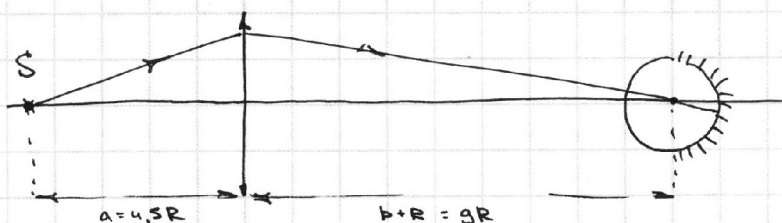
СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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!

Задача 5.

На рисунке экран не рисую, но использую факт малости углов.

$$\begin{array}{l} a = 4,5R \\ b = 8R \\ 1) F = ? \end{array}$$



Т.к. изображение источника в системе "линза-шар" совпадает с самим источником при том поиз. преломл. $n = 1$

Все лучи собираются в центре шара (т.к. они не преломл.)

* Зеркало отражает эти лучи сами в себя:

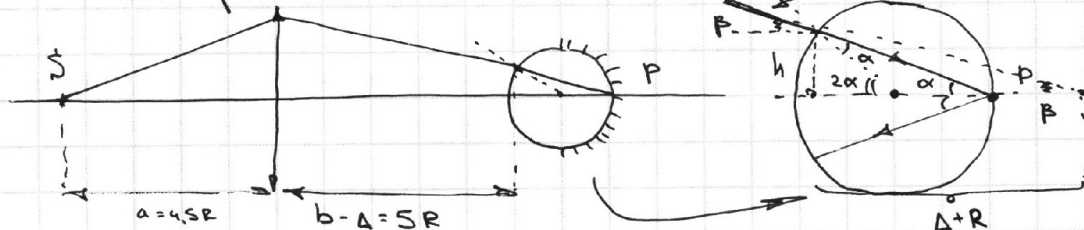
Запишем ФТЛ для линзы: $\frac{1}{a} + \frac{1}{b+R} = \frac{1}{F}$

$$F = \frac{a(b+R)}{b+R+a} = \frac{4,5R(9R)}{13,5R} = 3R$$

Ответ: $F = 3R$.

$$\begin{array}{l} 2) \Delta = 3R \\ h = ? \end{array}$$

n - поиз. преломл. Вел-ва



Чтобы изображение источника было на месте самого источника, надо чтобы все лучи проходили через оптич. полюс P зеркала, т.к. эти лучи не имеют углов к оптич. оси.

~~Рассмотрим произвольный луч~~ Рассмотрим произвольный луч: пусть после прохождения линзы он идет под углом β к оптич. оси, на шар он падает на расст. h от оптич. оси, а угол α - угол между этим лучом в шаре и гл. оптич. осью.

$$\Rightarrow \text{т.к. углы малы: } \alpha = \frac{h}{2R}; \quad \beta = \frac{h}{\Delta + R} = \frac{h}{4R}$$

Запишем 3-й закон: $(2\alpha - \beta) = 1 = \alpha \cdot n$

$$\Rightarrow \beta = \alpha(2 - n) \Rightarrow \left| h = \frac{3}{2} \right|$$

Ответ: $h = \frac{3}{2}$.

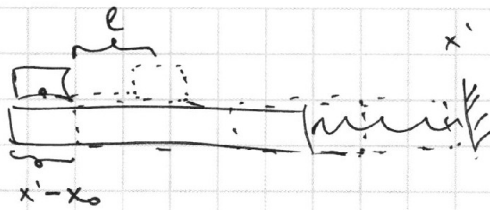


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи** отдельно.

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!



x' — кат. деформация

$$\frac{mv^2}{2} = \mu mg(x' - x_0)$$

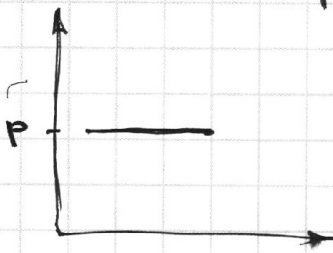
$$\frac{mv^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} = \frac{kx'^2}{2} + \mu mg(x' - x_0)$$

$$\mu mg(x' - x_0) = \frac{k(x' - x_0)(x' + x_0)}{2}$$

$$\frac{273}{30} = \frac{121}{100} \cdot \frac{28}{7010}$$

$$\frac{484}{1000}$$

Назано:



$$p_{\text{св}} = p_{\text{нас.п.}} + p_{\text{св.посг.}}$$

$$p_{\text{св.посг.}} = p_{\text{нас.п.}} + \frac{J_{\text{св.посг.}}}{V_{\text{св.посг.}}} = (J_{\text{св.посг.}} + J_{\text{п.посг.}}) \frac{RT_0}{V_{\text{св.посг.}}}$$

Нас. пар.

$$J_{\text{п.посг.}} = J_{\text{п.посг.}} \frac{RT_0}{V_{\text{п.посг.}}}$$

$$J_{\text{п.посг.}}(t^*) = 8J_{\text{п.посг.}} t^*$$

$$\varphi = \frac{p_{\text{нап.посг.}}}{p_{\text{нас.посг.}}} = \frac{p_{\text{нап.посг.}}}{p_{\text{нас.посг.}}}$$

$$\frac{7}{75K}$$

$$\frac{7}{75}$$

$$p_{\text{св.посг.}} = \frac{8J_{\text{п.посг.}}}{V_{\text{п.посг.}}} t^*$$

$$\frac{14}{150}$$

$$\frac{14}{150}$$

$$\frac{4}{3,8} \times \frac{28,0}{28,0}$$

$$\frac{27313}{27} \times \frac{91}{28} = \frac{728}{182} \times \frac{2548}{25} = 25,5$$

$$\frac{28,30}{300} + 25,5 = 28,3$$

$$2,8 + 25,5 = 28,3$$

$$\frac{28,60}{300} = 5,6 + 25,5 = 31,1$$



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
__ ИЗ __

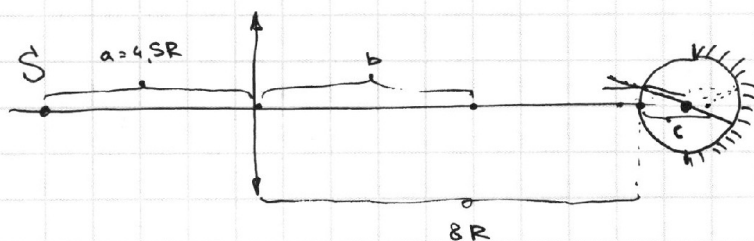
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

5. F = ?

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

$\frac{1 \cdot 2}{4,5R \cdot 2} + \frac{1}{9R} = \frac{1}{F}$

$F = \frac{9R}{3} = 3R$



Шифрование: 2) $\frac{1}{8R-b} + \frac{1}{c} = \frac{1}{R}$

3) $\frac{1}{2R-c} + \frac{1}{14,5R} = \frac{2 \cdot 14,5R}{R \cdot 14,5R} = \frac{29}{14,5R}$

$2R-c = \frac{14,5R}{28}$

$56R - 14,5R = 28c$

$c = \frac{41,5R}{28}$

2) $\frac{1}{8R-b} + \frac{28}{41,5R} = \frac{41,5}{41,5R}$

$8R-b = \frac{41,5R}{13,5}$

$b = \frac{66,5R}{13,5}$

1) $\frac{66,5R}{4,5R} + \frac{4,5R}{66,5R} = \frac{1}{F}$

$\frac{127,25}{4,5 \cdot 66,5 \cdot R} = \frac{1}{F} = \frac{509}{9 \cdot 133}$

F =



$P = \frac{h}{4R}$

$(2-h)\alpha = P$

$\alpha = \frac{h}{2R}$

$\frac{2-h}{2} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$

$h = \frac{3}{2}$

24
13,5
x 13,8

1080
- 41,5

66,5
12
x 13,5

675
86,5
- 45

215
12
x 13,5

675
540
+ 6075
+ 6650

127,25
- 125

225
665
3

198
- 15

183
13
x 133

1195



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.

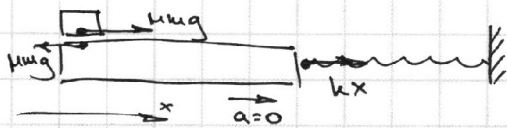
1 2 3 4 5 6 7

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!

1.

$M; m; k; \mu$



$$kx = \mu mg$$

$$M a_1 = kx - \mu mg = \mu g \cdot M \Rightarrow x_1 = \frac{\mu g (m+M)}{k} = \frac{F_{\text{пр}} (m+M)}{k}$$

$$m a_1 = \mu mg$$

2.

$t_0 = 27^\circ\text{C}$

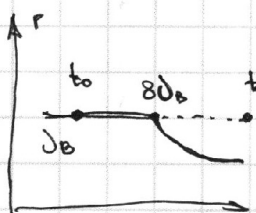
$$M_{\text{пшн}} = m_{\text{п}} + m_{\text{ш}} = 8 m_{\text{п}} \Rightarrow Q_{\text{в}}: 8$$

В. Водяной + Водяной

$m_{\text{ш}} = 7 m_{\text{п}}$

$t = 90^\circ\text{C}$

В. Водяной = сух. Водяной + пар



$$\begin{array}{r} 72 \\ + 46 \\ \hline 120 \\ 156 \end{array}$$

78

~~36~~

$$39 \cdot 4 = 13 \cdot 12$$

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{п}} RT_0 + Q_{\text{ш}} RT_0$$

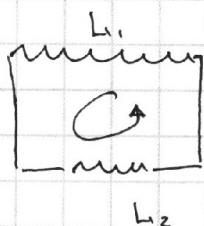
$$Q_{\text{пр}} = 8 Q_{\text{п}} RT_0 + Q_{\text{ш}} RT_0$$

$$p_{\text{ш}} \cdot Q_{\text{ш}} = 8 Q_{\text{п}} RT_0$$

4.

$L_1 = 5L; n; S; B_0$

$L_2 = 8L$



$$I: \mathcal{E}_{\text{инд}} = -n \cdot S_1 \cdot B'(t) = 13L(i)$$

$$-n \cdot S_1 \cdot (0 - B_0) = 13L(i)$$

$$I_0 = \frac{4 S_1 B_0}{13L}$$

1.2.2. Задача 2.2.2.

$$q'' = \frac{n \cdot S_1 \cdot \frac{2}{5} B_0}{13L} = \frac{n S_1 \cdot \frac{2}{5} \cdot B_0}{13L \cdot 15 \cdot \tau}$$

$$q'' = \frac{n S_1 \cdot \frac{3}{5} B_0}{13L \cdot \frac{1}{4} \tau} = \frac{12 n S_1 B_0}{5 \cdot 13 L \tau}$$

$$q_1 = \frac{q'' \cdot t^2}{2} = \frac{n S_1 \cdot \frac{2}{5} B_0 \cdot \frac{38 \cdot 36}{5} \tau^2}{13 \cdot 15 \cdot L \tau \cdot 24} = \frac{3 n S_1 B_0 \tau}{520 \cdot 13 L}$$

$\frac{2}{130}$

$$q'_1 = \frac{n S_1 \cdot \frac{2}{5} B_0}{13 \cdot 15 \cdot L \cdot \tau} \cdot \frac{2}{8} \tau = \frac{2}{13 \cdot 5 \cdot 2} \frac{n S_1 B_0}{L}$$

$$q_2 = q'_1 \cdot \frac{\pi}{4} + q'' \cdot \frac{\tau^2}{2 \cdot 16} = \frac{1 \cdot 2}{13 \cdot 5 \cdot 8 \cdot 2} \frac{n S_1 B_0 \cdot \tau}{L} + \frac{12^6}{5 \cdot 13 \cdot 32} \frac{n S_1 B_0}{L \tau} \cdot \tau^2 = \frac{8^1}{5 \cdot 13 \cdot 16 \cdot 2} \frac{n S_1 B_0 \tau}{L} = \frac{1}{130} \dots$$

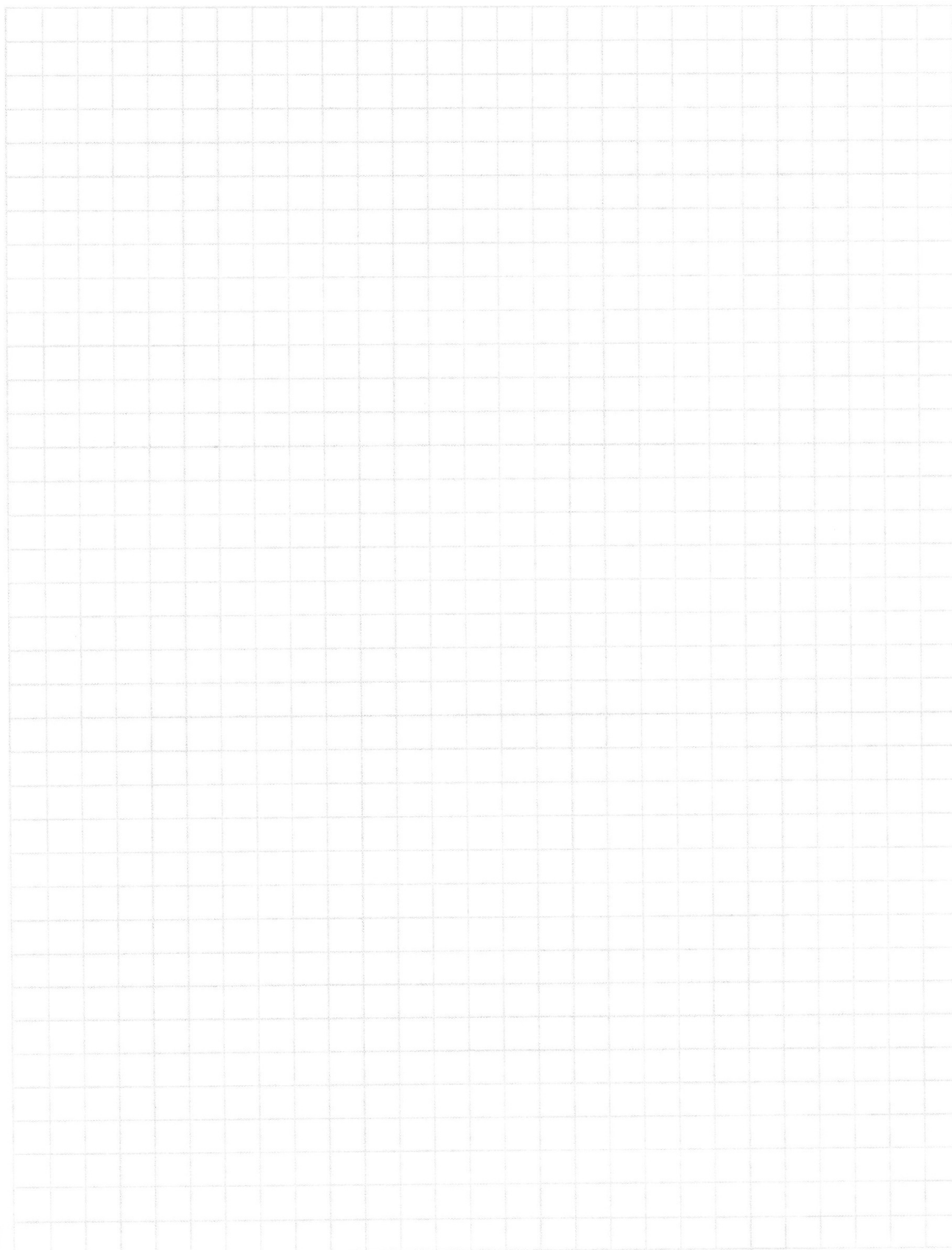


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



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.

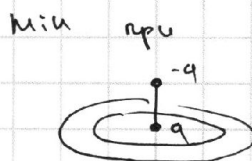
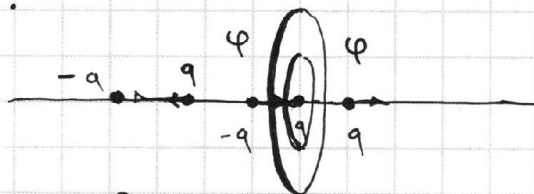
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

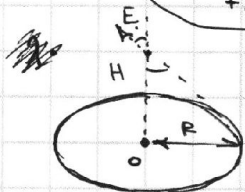
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



3.
 V_0 :



$$3C3: \frac{mV_0^2}{2} = \cancel{q \cdot \varphi_{\text{центр}}} - \cancel{q \cdot \varphi_e} = q k g \pi R \frac{e^2}{R^2}$$



$$E_L = \frac{k \cdot 2\pi R}{H^2 + R^2} \cdot \frac{H}{\sqrt{H^2 + R^2}}$$

$$E = \int_{R_1}^{R_2} \frac{k \cdot 2\pi R}{(H^2 + R^2)^{3/2}} \cdot H \cdot dR = k g \pi H \int_{R_1}^{R_2} \frac{1}{t^{3/2}} dt$$

$$1 = g \cdot AR$$

$$H^2 + R^2 = t$$

$$2R dR = dt$$

$$\int t^{-3/2} dt = \frac{t^{-1/2}}{-1/2} = -2t^{-1/2}$$

$$x dx = \frac{x^2}{2}$$

$$x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1}$$

$$\sqrt{1-x^2} =$$

$$\sqrt{1+x^2} = \sqrt{1+\frac{x^2}{2}} = 1+\frac{x^2}{2}$$

$$1+x^2 = 1+\frac{x^2}{4}+x^2$$

$$3C3: \frac{mV_0^2}{2} = \frac{q \cdot \varphi_e - q \cdot \varphi}{3} + \frac{mV^2}{2}$$

$$V_{\text{в центре}} = V_0$$

$$\frac{mV_0^2}{6}$$

$$\frac{1}{3} + 1 = \frac{4}{3}$$

$$\frac{mV^2}{2} - \frac{q k g \pi R e^2}{3 \cdot R^2} = \frac{mV_0^2}{2 \cdot 3}$$

$$\Rightarrow V_{\text{max}}^2 = V_0^2 \cdot \frac{4}{3}$$

$$\frac{mV^2}{2} + \frac{q k g \pi R e^2}{3 \cdot R^2} = \frac{mV_0^2}{2 \cdot 3}$$

$$\Rightarrow V_{\text{min}}^2 = \frac{2}{3} V_0^2$$

$$\Rightarrow (\sqrt{2})$$

$$\varphi = I \cdot L$$