



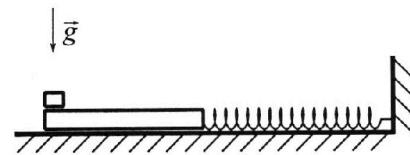
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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 брускок 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 брускок начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первого 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.

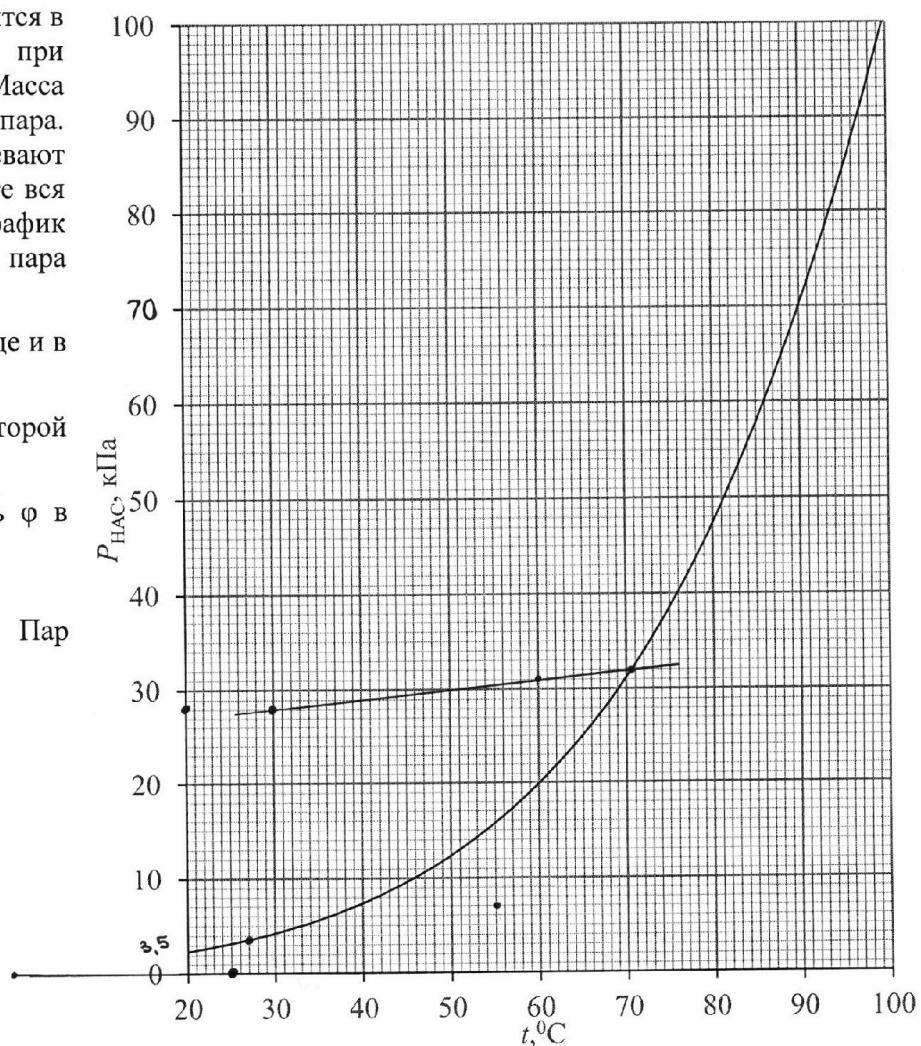


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °C и жидккая вода. Масса жидкой воды в 7 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 90$ °C. 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 об ёмом газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.





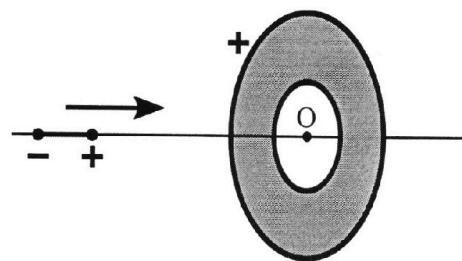
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

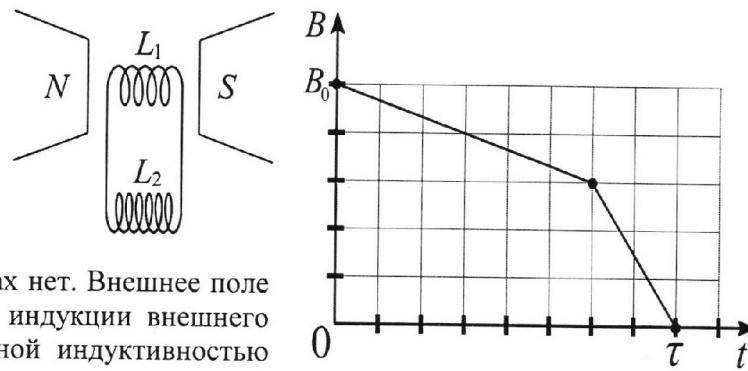
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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

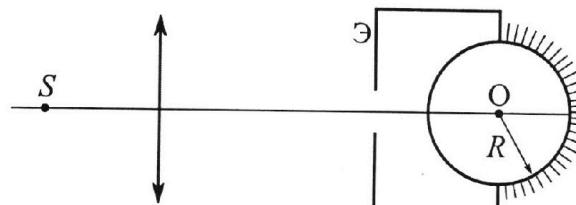
4. Катушка индуктивностью $L_1 = 5L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 8L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек 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 , удалённый 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.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

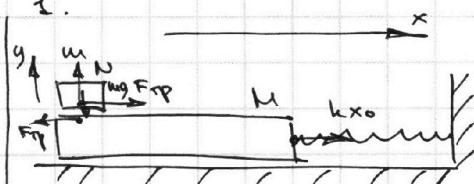
СТРАНИЦА
1 из 1

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.

$$\begin{aligned} M &= 4 \text{ кг} \\ m &= 1 \text{ кг} \\ k &= 100 \frac{\text{Н}}{\text{м}} \\ \mu &= 0,4 \end{aligned}$$

- 1) $x_0 - ?$
2) $a_0 - ?$
3) $V_1 - ?$



$$\begin{aligned} \text{IIз H: } x : M : F_{TP} &= aM \\ x : M : kx_0 - F_{TP} &= a \cdot M \end{aligned}$$

Первый раз ускор. сравнив. при $F_{TP} = \mu N = \mu mg$

$$\Rightarrow kx_0 = \mu mg + \mu Mg = \mu g(m+M)$$

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

Ответ: $x_0 = 0,2 \text{ м}$.

2) Найдем начальную деформацию x' :

sc3 гр. (ii):

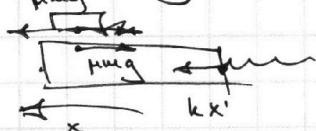
$$\text{ЗСЭ: } A_{TP} = \mu mg \cdot (x' - x_0) = \frac{mV^2}{2}$$

sc3 гр. (ii) к пружине:

$$\frac{kx'^2}{2} - A_{TP} = \frac{MV^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} \Rightarrow \frac{k(x'-x_0)(x'+x_0)}{2} = \mu g(x'-x_0)(m+M)$$

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

$$\Rightarrow \text{IIз H: } x : M : a_0 \cdot M = kx' - \mu mg = \mu gM \Rightarrow \boxed{a_0 = \mu g = 4 \text{ м/с}^2}$$



Ответ: $a_0 = 4 \text{ м/с}^2$.

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

$$\Rightarrow V_1 = 2 \sqrt{(\mu g)^2 \frac{m+M}{k}} = 2\mu g \sqrt{\frac{m+M}{k}} = 8 \cancel{\text{м}} \cdot \sqrt{\frac{5 \cdot 64 \cdot 16}{100 \cdot 20} \text{ м}} = \frac{4}{\sqrt{5}} \text{ м/с}$$

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

1) Относ. ускорение бруска и доски = 0 при равенстве ускорений бруска и ускор. доски.

Пусть это ускор - a

$$\text{IIз H: } ?$$

Первый раз ускор. сравнив. при $F_{TP} = \mu N = \mu mg$

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
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.

$$\begin{aligned} t_0 &= 27^\circ\text{C} \\ J_{m,n} &= 7J_n \\ t &= 30^\circ\text{C} \\ 1) \frac{m_{no}}{m_{n,i}} - ? \end{aligned}$$

$$1) \quad \text{В конце вся вода превратилась в пар} \Rightarrow \\ \frac{m_{no}}{m_{n,i}} = \frac{J_{no}}{J_{n,i}} = \frac{J_n}{J_n + J_m} = \frac{J_n}{8J_n} = \frac{1}{8}$$

Ответ: 8.

$$2) \quad t^* - ?$$

$$2) \quad \text{К концу - Менделеев} - \\ (\text{V} - \text{объем})$$

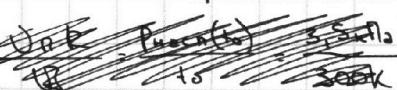
$$\text{Рнac.п.}(t_0) \cdot V = J_n R(t_0 + t_x) \rightarrow$$

$$\text{Рнac.п.}(t^*) \cdot V = J_n \cdot 8 R(t^* + t_x) \quad (1)$$

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

$$\Rightarrow \frac{V}{(J_n R)} = \frac{3.5 \text{ kPa}}{300 \text{ K}} = \frac{\text{Рнac.}(t_0)}{t_0 + t_x}$$

из графика $\text{Рнac.}(t)$



Изобразим эту прямую на графике

$$(1) \quad \text{Рнac.п.}(t^*) = \frac{8J_n R}{V} t^* + \frac{8J_n R \cdot t_x}{V}$$

$$\text{Рнac.п.}(t^*) = \frac{28}{300} \cdot t^* + \frac{28}{300} \cdot \frac{273}{100} \quad (в \text{ кПа}) \quad \text{— Уравнение}$$

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

прямой
(проведу её на
графике и найду
пересеч. с прямой
 $\text{Рнac.}(t)$)

$$3) \quad \varphi = \frac{\text{Рпара}}{\text{Рнac.пара}(t = 30^\circ\text{C})} \quad \text{Возьму из графика}$$

$$\text{Найдем } \text{Рпара} \text{ в конце: } \text{Рпара} = \frac{8J_n R t}{V} \Rightarrow$$

$$\varphi = \frac{\frac{8J_n R t}{V}}{\text{Рнac.пара}(t)} = \frac{\frac{28 \text{ кПа}}{300 \text{ K}} \cdot (30 + 273) \text{ K}}{70 \text{ кПа}} = \frac{484}{1000} = 0,484$$

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.



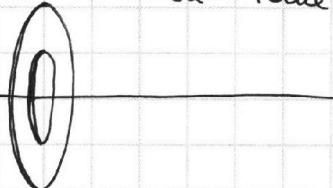
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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. V_0 ; 1) V_1 - ? 2) $\frac{V_{\max}}{V_{\min}}$ - ?

φ - потенциал диска в некоторой точке



m - масса диполя

\Rightarrow Запишем \exists с: E

диполя на ∞ от диска = 0:

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

$$\Rightarrow V_1 = V_0$$

Ответ: $V_1 = V_0$.

1) Найдем $\frac{V_{\max}}{V_{\min}}$ диполю взаимодействие диполя и диска
в разных точках:

в центре (центр диполя совпадает с центром диска)

q - к.з. заряд диполя

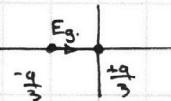
$$E_{\text{центра}} = +qV_0 - \varphi_0 q = 0$$

диполя в центре

если $\frac{q}{3}$ диполя все равно 0)

2) Найдем ~~энергии~~ энергию взаимодействия диполя с диском в "точке перегиба": когда заряд $\frac{q}{3}$ находится в центре диска скорость минимальна

т.к. в этот момент диполь разворачивается.



Определим энергию, в которой диполь, в которой $\frac{q}{3}$ = 0.

Условие: V_0 - мин. скорость.

Запишем \exists с: $\frac{mV_0^2}{2} = E$

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

при макс. с-ти:

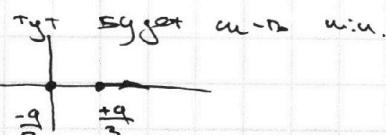
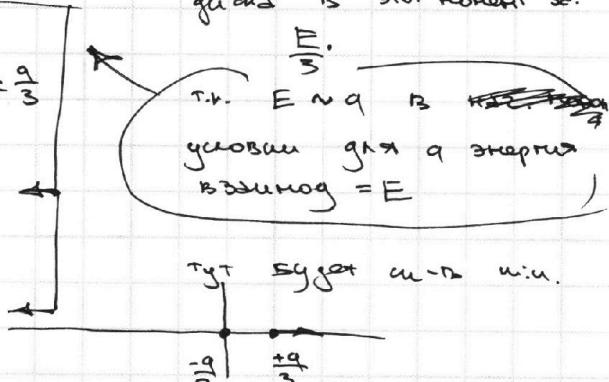
$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_{\max}^2}{2} - \frac{E}{3} = E$$

и при мин. с-ти:

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

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

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

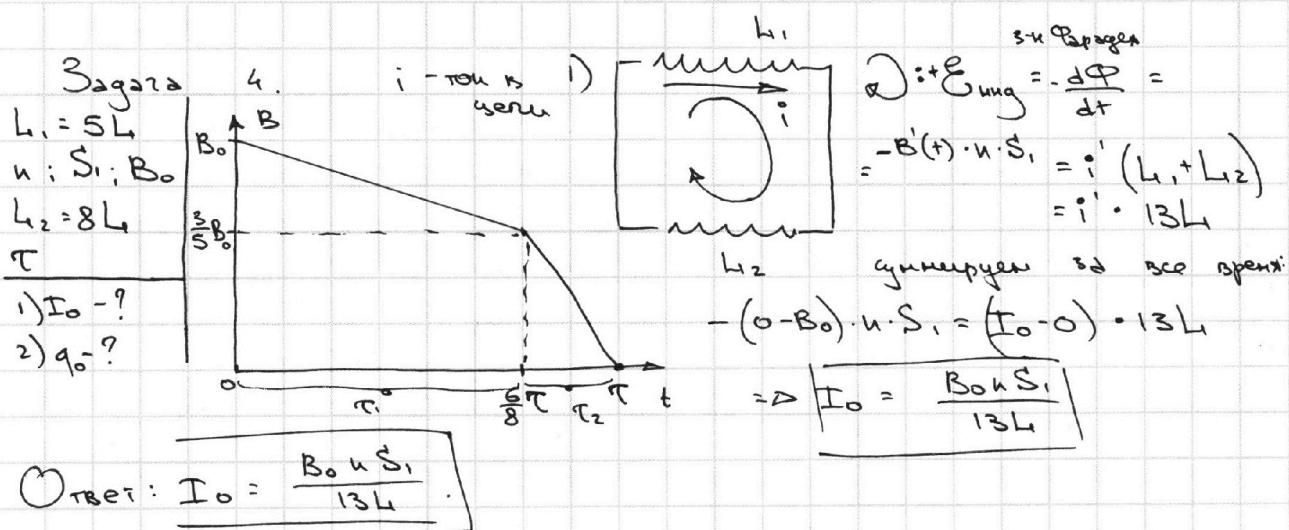


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 из 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!



2) На пром. времени $t \in (0; \frac{6}{8}\pi)$ $i' = \text{const}$, т.к.
 $B'(+) = \text{const}$, также и для $t \in (\frac{6}{8}\pi; \pi)$. Но эти $B'(+)$ различные, найдем их из графика — это квад. квадрат. отрезки и $b_1 = -\frac{\frac{3}{5}B_0}{\frac{6}{8}\pi} = -\frac{8}{15}\frac{B_0}{\pi}$ (первый пром.)

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

Рассмотрим ток i_1 — заряд прошедший через L_2 за t участок.

$$q_1 = \left(-b_1 \cdot u S_1 \right) \cdot \frac{\frac{6}{8}\pi}{2} \xrightarrow{\begin{array}{l} \text{Если} \\ \text{правило} \\ \text{Кирхгоф сверху} \end{array}}$$

$$i_1 \cdot \text{танг} B t = \frac{(-b_1) u S_1}{13L} \cdot \frac{6}{8}\pi$$

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

$$q_0 = q_1 + q_2 = \frac{8}{15}\frac{B_0}{\pi} \cdot \frac{u S_1}{13L} \cdot \frac{9 \cdot \pi^2}{16 \cdot 2} + \frac{8}{15}\frac{B_0}{\pi} \cdot \frac{u S_1}{13L} \cdot \frac{3\pi}{4} \cdot \frac{2}{8}\pi + \frac{12}{5}\frac{B_0}{\pi} \cdot \frac{u S_1}{13L} \cdot \frac{\pi^2}{2 \cdot 16} = \frac{72 + 48 + 36}{15 \cdot 13 \cdot 16 \cdot 2} \frac{B_0 u S_1}{L} \cdot \pi = \frac{15 \cdot K}{S \cdot 8 \cdot 18 \cdot K \cdot 8} \frac{B_0 u S_1}{L} \cdot \pi$$

$$\Rightarrow \text{Ответ: } q_0 = \frac{1}{40} \frac{B_0 u S_1}{L} \pi.$$

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

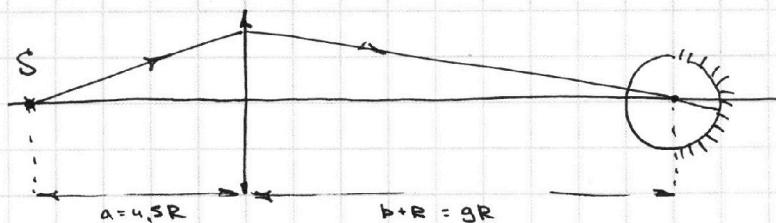
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

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.

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



На рисунок экран не рисую, но использую факт нахождения углов.

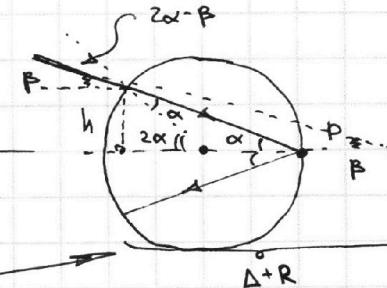
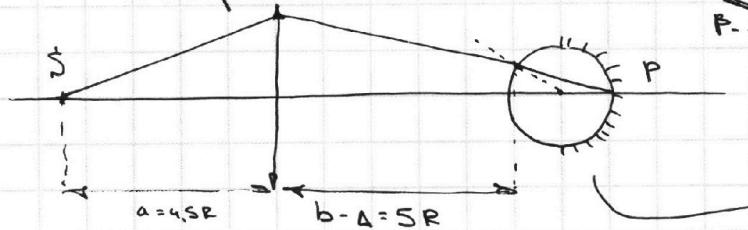
Т.к. изображение источника в системе "шар-шар" совпадает с самим источником при том же расп. преломл. \Rightarrow
Все лучи собираются в центре шара (т.к. они не преломл.)
* Зеркало отражает эти лучи самим в себе:

$$\text{Запишем 4-ку для шара: } \frac{1}{a} + \frac{1}{b+R} = \frac{1}{F}$$

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

Ответ: $F = 3R$.

$$2) \frac{\Delta = 3R}{h = ?} \quad h - \text{расп. преломл. близ-Бд}$$



Задача 2 изображение источника было на месте самого источника, т.к. чтобы все лучи проходили через один и тот же угол β зеркала, т.к. эти лучи не имеют углов к опт. оси.

~~Рассмотрим производящий луч~~: пусть после преломл. линзы он идет под углом β к опт. оси, на шар он попадает на расст. h от опт. оси, а угол α — угол между этим лучом в шаре и гн. опт. осью.

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

Запишем 3-ю Связь: $(2\alpha - \beta) \cdot \frac{1}{2} = \alpha \cdot h$

$$\Rightarrow \beta = \alpha(2 - h) \Rightarrow h = \frac{3}{2}$$

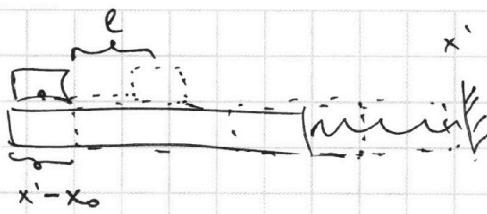
Ответ: $h = \frac{3}{2}$.

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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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. деформации

$$\frac{\mu V^2}{2} = \mu m g (x' - x_0)$$

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

$$\frac{\mu m g (x' - x_0)}{(M - \mu)} * = \frac{\mu (x' - x_0) (x' + x_0)}{2}$$

$$\begin{array}{r} +273 \\ 90 \\ \hline 363 \end{array} = \frac{121}{100} \cdot \frac{28^4}{30 \cdot 10}$$

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

Нагрузка:

$$P_{\text{вс}} = P_{\text{нагр. н.}} + P_{\text{вых. нос.}}$$

$$P_{\text{вс}} \cdot V = P_{\text{нагр. н.}} + J_{\text{гж}} R T_0 = (J_{\text{гж}} + J_n) R T_0$$

Нагр. нос.

$$\square P_{\text{нагр. н.}} = J_n R T_0$$

$$\square P_{\text{нагр. н.}} (t^*) = 8 J_n R t^*$$

$$\begin{array}{r} +273 \\ 75 \\ \hline 348 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} +273 \\ 75 \\ \hline 348 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ | 15 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ | 15 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\varphi = \frac{P_{\text{нагр.}}}{P_{\text{нагр. пар}}} = \dots$$

$$P_{\text{вых. пар}} = \frac{8 J_n R t^*}{V}$$

$$\begin{array}{r} 2,8 + 25,5 = 28,3 \\ | 28,3 \\ \hline 2,8 \\ | 2,8 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2,8 + 25,5 = 28,3 \\ | 28,3 \\ \hline 2,8 \\ | 2,8 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0 \\ | 0 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ | 15 \\ \hline 0 \\ | 0 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 28,6 \\ | 28,6 \\ \hline 0 \\ | 0 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0 \\ | 0 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 28,6 \\ | 28,6 \\ \hline 0 \\ | 0 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 28,6 \\ | 28,6 \\ \hline 0 \\ | 0 \\ \hline 0 \end{array}$$

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



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
ИЗ

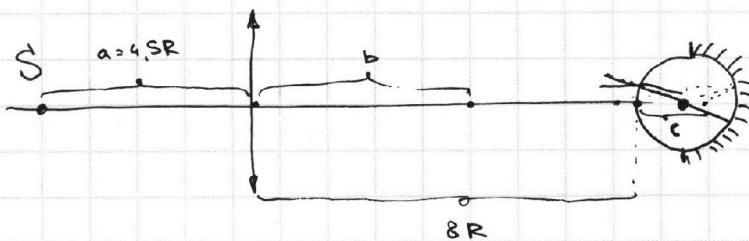
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

5. $F = ?$

$$\text{решение: } \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

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

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



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

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

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

$$456R - 14,5R = 28c$$

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

$$2) \leftarrow 3) : \frac{1}{8R-b} + \frac{28}{41,5R} = \frac{41,5}{41,5R}$$

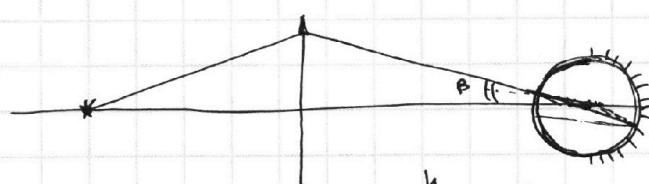
$$8R-b = \frac{41,5R}{13,5}$$

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

$$1) \frac{66,5R}{13,5} + \frac{41,5R}{66,5R} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{127,25}{4,5 \cdot 66,5 \cdot R} = \frac{1}{F} = \frac{509}{3 \cdot 133}$$

$$\beta =$$



$$\beta = \frac{h}{4R} \quad (2-h)\alpha = \beta$$

$$\alpha = \frac{h}{2R} \quad \frac{2-h}{2} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

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

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 13,5 \\ \hline 1080 \\ -41,5 \\ \hline 66,5 \\ \times 13,5 \\ \hline 675 \\ -45 \\ \hline 215 \\ \times 13,5 \\ \hline 675 \\ -45 \\ \hline 215 \\ \times 13,5 \\ \hline 675 \\ -540 \\ \hline 135 \\ +607,5 \\ \hline 665,0 \\ \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 127,25 \\ -125 \\ \hline 225 \\ \end{array} \quad \begin{array}{r} 509 \\ \times 13 \\ \hline 399 \\ -509 \\ \hline 509 \\ \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 665 \\ -15 \\ \hline 515 \\ \times 133 \\ \hline 399 \\ -509 \\ \hline 509 \\ \end{array}$$

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



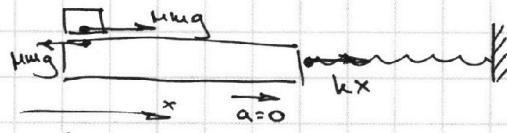
- 1 2 3 4 5 6 7

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.

$M; m; k; \mu$



$$kx = \mu mg$$

$$\text{Изм: } x : Ma_1 = kx - \mu mg = \frac{\mu g \cdot H}{k} \Rightarrow x_1 = \frac{\mu g (\mu + 1)}{k} = \frac{F_{\text{пр}}(\mu + 1)}{k}$$

2.

$$t_0 = 27^\circ C$$

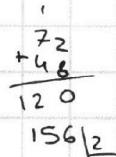
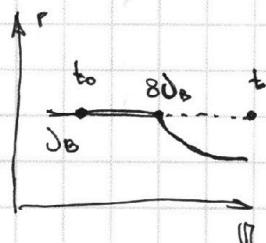
$$M_{\text{плющ}} = m_n + m_B = 8m_n \rightarrow \text{Отв: 8}$$

$$B_1 = B_0 \cdot 2^{t-t_0}$$

$$m_B = 7m_n$$

$$t = 90^\circ C$$

$$B_1 = B_0 \cdot 2^{t-t_0} + \text{пар}$$



$$78 \\ 39 \cdot 4 = 13 \cdot 12$$

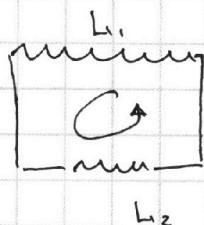
$$\text{Уравнение: } p_{\text{кон}} = 8 \cdot p_{\text{0}} \cdot R T^* + J_{\text{пар}} \cdot R T^*$$

$$p_{\text{кон}} \cdot 13 = 8 \cdot p_{\text{0}} \cdot R T^*$$

4.

$$L_1 = 5L; n; S_1; B_0$$

$$L_2 = 8L$$



$$\text{Уравнение: } -E_{\text{нис}} = -n \cdot S_1 \cdot B_0 (t) = 13L (t)$$

$$\frac{-n \cdot S_1 \cdot (0 - B_0)}{13L} = 13L (t - 0)$$

$$t = \frac{n S_1 B_0}{13L}$$

122 расчет времени:

$$q_1'' = \frac{n \cdot S_1 \cdot \frac{2}{5} B_0}{13L} = \frac{n S_1 \cdot \frac{2}{5} B_0}{13L \cdot 15 \cdot T}$$

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

$$q_1 = \frac{n S_1 \cdot 8 \cdot B_0}{13 \cdot 15 \cdot L \cdot T} \cdot \frac{2}{8} T^2 = \frac{2}{13 \cdot 5 \cdot 2} \frac{n S_1 B_0}{L}$$

$$q_2 = q_1 \cdot \frac{T}{4} + q_2'' \cdot \frac{T^2}{2 \cdot 16} = \frac{1 \cdot 2}{13 \cdot 5 \cdot 8 \cdot 2} \frac{n S_1 B_0}{L} \cdot T + \frac{12^6}{5 \cdot 13 \cdot 32} \frac{n S_1 B_0}{L} \cdot T^2 = \frac{8^1}{5 \cdot 13 \cdot 16 \cdot 2} \frac{n S_1 B_0 T}{L} = \frac{1}{150}$$



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.

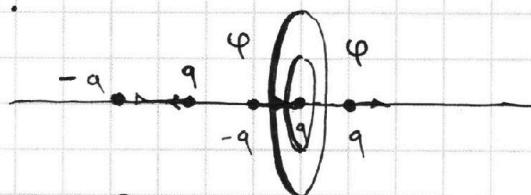


СТРАНИЦА
_ ИЗ _

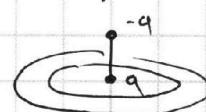
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

3.

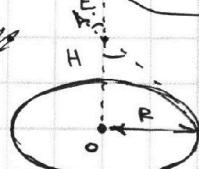
V_0 :



мин при



$$3C3: \frac{mV_0^2}{2} + 2k\beta\pi \cdot l \cdot q = q \cdot \Phi_{\text{цент}} - q \cdot \Phi_E = qk\beta\pi R \frac{l^2}{R^2}$$



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

$$\lambda = \beta \cdot A R$$

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

$$2RdR = dt$$

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

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

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

$$\Phi = \int_{R_1}^{R_2} \frac{k \beta \pi \Delta R \cdot 2\pi R}{(R^2 + H^2)^{\frac{1}{2}}} = 2k\beta\pi \cdot \left| \frac{(R^2 + H^2)^{\frac{1}{2}}}{R} \right|_{R_1}^{R_2}$$

$$\begin{aligned} & \bullet \text{ В центре} = 2k\beta\pi \left(\frac{R_2 - R_1}{R_2} \right) = 2k\beta\pi k \\ & \bullet \text{ на расст. } l = 2k\beta\pi \left(\frac{\sqrt{R_2^2 - l^2}}{R_2} \right) = 2k\beta\pi k \left(1 - \frac{l^2}{2R^2} \right) \\ & \bullet \text{ на расст. } \frac{l}{2} = 2k\beta\pi = 2k\beta\pi k \left(1 - \frac{l^2}{24R^2} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sqrt{1-x^2} &= \\ \sqrt{1-\frac{x^2}{4}} &= 1 + \frac{x^2}{2} \\ 1+\frac{x^2}{4} &= 1 + \frac{x^2}{2} + x^2 \end{aligned}$$

$$\Phi_{\infty} = 2k\beta\pi \cdot H$$

$$3C3: \frac{mV_0^2}{2} + \frac{2k\beta\pi l \cdot q}{3} = \frac{q \cdot \Phi_E - q \cdot \Phi_{\infty}}{3} + \frac{mV_0^2}{2}$$

$$\Phi = I \cdot L$$

$$V_R \text{ центре} = V_0$$

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

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

$$\frac{mV_0^2}{2} - \frac{qk\beta\pi R l^2}{3 \cdot \frac{4}{3} R^2} = \frac{mV_0^2 \cdot \frac{4}{3}}{2 \cdot \frac{4}{3}} \rightarrow R \cdot V_{\max} = \frac{qk\beta\pi R l^2}{3} \cdot \frac{4}{3}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} + \frac{qk\beta\pi R l^2}{3 \cdot \frac{4}{3} R^2} = \frac{mV_0^2 \cdot 3}{2 \cdot 3} \rightarrow V_{\min} = \frac{2}{3} V_0 \Rightarrow \boxed{\sqrt{2}}$$