



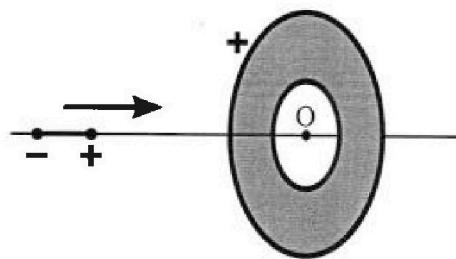
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**



**Вариант 11-02**

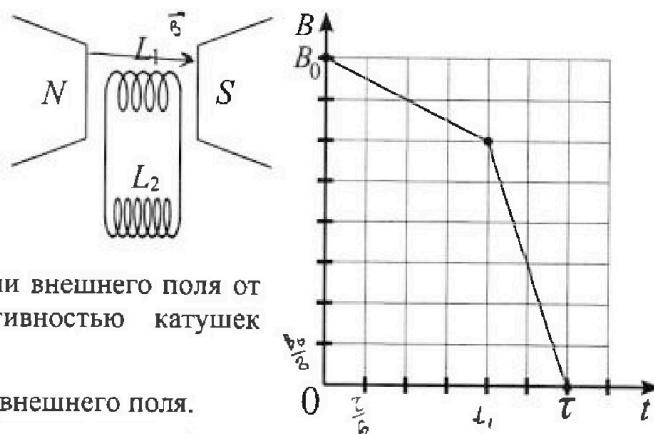
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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 2 раза и сообщают диполю начальную скорость  $V_0$ .



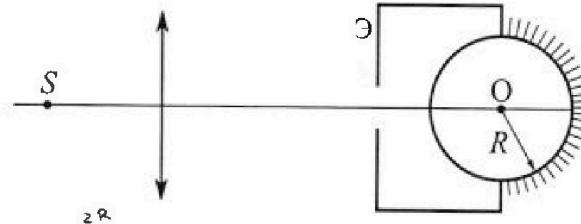
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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  $L_2 = 6L$  находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени  $\tau$ . 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  $S$  (см. рис.). Расстояние между источником  $S$  и центром линзы  $a = 2R$ . 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  $b = 7R$ , 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  $\Delta = 4R$ , изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

Отраженное света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран  $\mathcal{E}$  обеспечивает малость углов  $\alpha$  лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения  $\sin \alpha \approx \alpha$ .



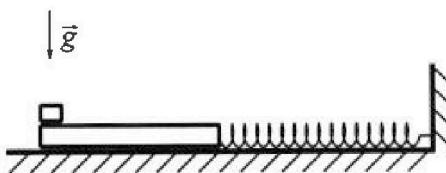
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинную доску массой  $M = 2$  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 жесткостью  $k = 50$  Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске  $\mu = 0,3$ . 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 первый раз, относительное движение бруска по доске прекращается. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Число «пи» в расчётах можете считать равным  $\pi \approx 3$ . Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

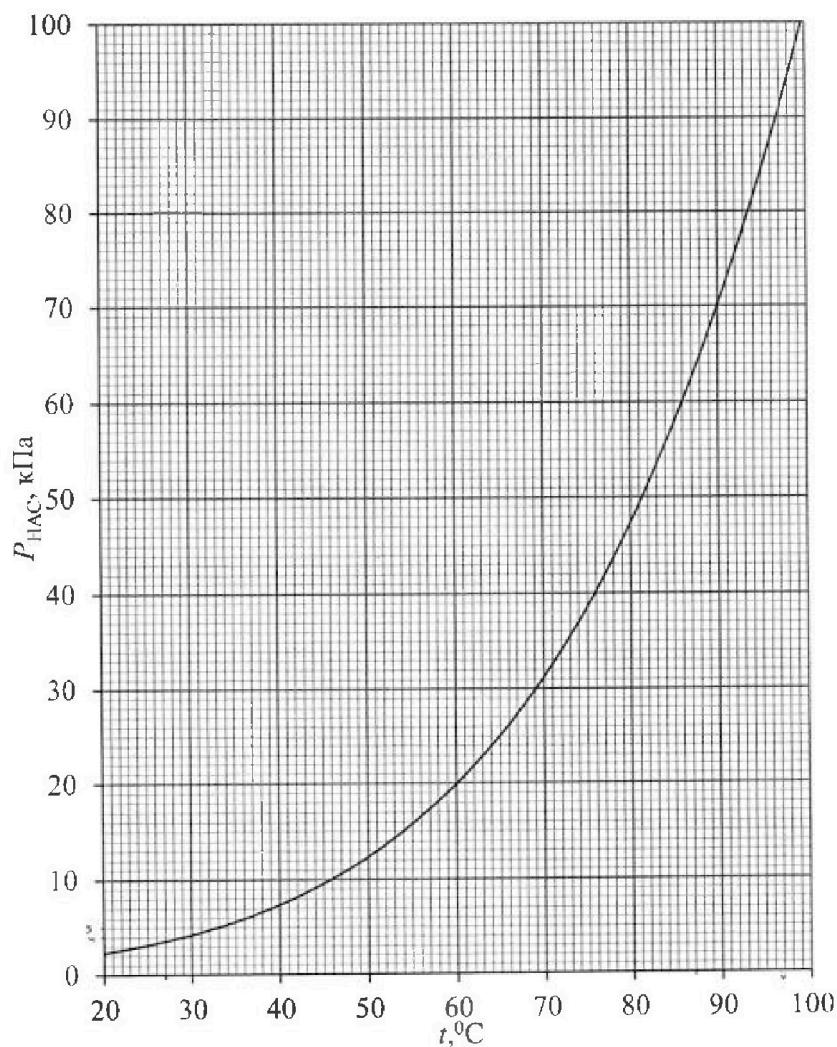


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре  $t_0 = 27$  °C и жидкая вода. Масса жидкой воды в 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры  $t = 97$  °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  $\phi$  в конце нагревания.

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



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.

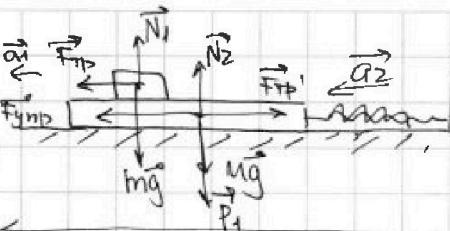
- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                                   | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <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!

дано:  
 $M = 2 \text{ кг}$   
 $m = 1 \text{ кг}$   
 $K = 50 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$   
 $\mu = 0.3$   
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$   
1)  $x_1 - ?$   
2)  $a_0 - ?$   
3)  $v_1 - ?$

Од:



1)  $F_{ymp} = F_{ymp}'$  | по III з-шу ИБЮТ.  
 $N_1 = P_1$

2) Для бруска:  $Oy: N_1 - mg = 0$   
 $N_1 = mg$ .

$F_{tp} = \mu N_1 \Rightarrow F_{tp} = \mu mg$ .

( $x_1$  - исходное с т. пружины)  
3) если  $\ddot{x} = 0 \Rightarrow$  бруск  
двигается с равномерным ускорением  
в этот момент. ( $=a$ )

$F_{tp} = ma$   
 $F_{ymp} - F_{tp} = Ma$ . }  $\frac{M}{m} = \frac{kx_1}{\mu mg} - 1$   
 $F_{ymp} = kx_1$ .

$x_1 = \frac{(M+m)\mu g}{k}; x_1 = 18 \text{ см.}$

4) Скорость б + для нахождения скорости достаточно  
в момент, когда отн. уст  $\dot{x} = 0$ , волна звука несет  
функции изменения энергии:

$$\frac{kx_1^2}{2} = \frac{Mv^2}{2} + T_{tp}x_1; \quad \frac{kx_1^2}{2} = \frac{Mv^2}{2} + \mu mgx_1.$$

5) В самой первой момент времени брешетка  
занес движение будет обр. гармон. колеб.

Ответ: 1) 18 см.

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 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!

N2

Дано:

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

$$T_0 = 300\text{K}$$

$$t = 99^\circ\text{C}$$

$$T = 370\text{K}$$

$$m_{\text{H}} = 11m_n$$

$$\frac{m_n}{m_{\text{H}}} = ?$$

$$t^* = ?$$

$$\varphi = ?$$

V-объем сосуда  $M_B$ - молори.

1)  $m_{\text{H}}$ - масса воды в начальном состоянии

~~$m_n$ - масса воды в конце паря в начальном состоянии~~

~~$m_{\text{H}}$ - масса пара в конце.~~

Из графика, для нас паром:

$$t_0 : p_{\text{паро}} \approx 3,5 \text{ kPa} \quad t : p_{\text{пар}} \approx 91 \text{ kPa}$$

2) Запись уравнения баланса массы для начального и конечного состояния:

т.к. вся вода испарилась, то она

~~$p_{\text{паро}} = p_{\text{пар}}$~~  вся стала паром  $\Rightarrow m_{\text{пар}} = m_{\text{H}} + m_n = 12m_n$

$$\Rightarrow \frac{m_{\text{пар}}}{m_n} = \frac{12}{1} = 12.$$

3) т.к. изначально пар находился в равновесии с водой, то  $\varphi_0 = 100\% \Rightarrow$  начало давление насыщ.

$$\Rightarrow p_{\text{паро}} V = \frac{m_n}{M_B} R T_0 \quad (1)$$

В конце процесса ~~давление~~ вспомогательне давление не достигло 100%

$$\Rightarrow \varphi = \frac{p_1}{p_{\text{паро}}} \Rightarrow p_1 = \frac{p_{\text{паро}}}{\varphi} \quad (2) \quad \text{и} \quad p_1 V = \frac{12m_n}{M_B} R T \quad (3)$$

4) Разделим (2) на (1):

$$\frac{\varphi p_{\text{паро}}}{p_{\text{паро}}} = \frac{12T_1}{T_0} \Rightarrow \varphi = \frac{12T_1}{T_0} \cdot \frac{p_{\text{паро}}}{p_{\text{паро}}} ; \varphi = \frac{37}{65}$$

5) Насыщ. вода испаряется при давлении  $p^*$ . т.к. за испарение до пар был насыщен, то в этот момент его давл. тоже еще будет насыщен, т.е.  $\varphi^* = 100\%$ .

$$\Rightarrow p^* V = \frac{12m_n}{M_B} R (t^* + 273) \quad (4) \quad (273 \text{ K} - начальное темп. в \text{град.} \text{C})$$

$$\text{Разделим (4) на (1): } p^* = \frac{12p_{\text{паро}}}{T_0} (t^* + 273)$$

из графика  $t^* \approx 81^\circ\text{C}$ .

$$\text{Ответ: 1) 12; 2) } 81^\circ\text{C}; 3) \varphi = \frac{37}{65}$$



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.

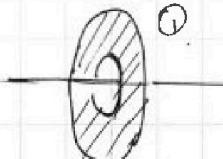
- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input 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!

N<sup>3</sup>  
Дано:  
 $v_0$ .  
 $\vartheta$ ?.

$$\begin{array}{c} m, q \\ - \\ + \end{array}$$



$k$  - постоянная,  $r$  - радиус от центра  
Запишите  $R$ -как  $\frac{mv^2}{q}$  для  
сокр. энергии материала

для первого пролета,  $\frac{2mv_0^2}{2} = \alpha q \cdot \frac{kQ}{r}$

для второго пролета,  $\frac{2mv_0^2}{2} = \frac{2m\vartheta_1^2}{2} + \alpha q \cdot \frac{kQ}{r}$

~~заряды~~  $\Rightarrow \frac{v^2}{2} = \frac{\vartheta_1^2}{2} \Rightarrow v = \frac{\vartheta_1}{\sqrt{2}}$ .

Ответ:  $\frac{\vartheta_1}{\sqrt{2}}$

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

№ 4

Дано: 1) Найдем  $E$  индукции в 1ой катушке, разделив на два периода: от 0 до  $\frac{4}{3}\tau$  и от  $\frac{4}{3}\tau$  до  $\tau$ .

$$L_2 = 6L \quad \text{Запишем} \quad E_1 = -nS_1 \cdot \frac{\frac{2}{3}B_0}{\frac{4}{3}\tau} = -\frac{3}{8}nS_1 \frac{B_0}{\tau}$$

$S_1, B_0, \tau$

1)  $I_0$

2)  $\Delta q_2$ ?

$$E_2 = -nS_1 \cdot \frac{\frac{2}{3}B_0}{\frac{2}{3}\tau} = -\frac{9}{4}nS_1 \frac{B_0}{\tau}$$

Рассмотрим  $E_S$  самоиндукции для катушки катушки:

$$E_{S1} = -L \cdot \frac{\Delta I_1}{\frac{2}{3}\tau} \quad E'_{S1} = -L \cdot \frac{\Delta I_2}{\frac{1}{3}\tau} \quad \text{для катушки}$$

$$E_{S2} = -6L \cdot \frac{\Delta I_2}{\frac{2}{3}\tau} \quad E'_S = -6L \cdot \frac{\Delta I_2}{\frac{1}{3}\tau}$$

$$\begin{cases} E_1 + E_{S1} + E_{S2} = 0 \\ E'_S + E_{S2} + E'_S = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} -\frac{3}{8}nS_1 \frac{B_0}{\tau} - L \cdot \frac{\Delta I_1}{\frac{2}{3}\tau} - 6L \cdot \frac{\Delta I_2}{\frac{2}{3}\tau} = 0 \\ -\frac{9}{4}nS_1 \frac{B_0}{\tau} - L \cdot \frac{\Delta I_2}{\frac{1}{3}\tau} - 6L \cdot \frac{\Delta I_2}{\frac{1}{3}\tau} = 0 \end{cases}$$

$$\Delta I_1 = -\frac{3}{28}nS_1 \frac{B_0}{\tau}$$

$$\Delta I_2 = -\frac{3}{28}nS_1 \frac{B_0}{\tau}$$

$$\Rightarrow |I_0| = \frac{3}{14} \frac{nS_1 B_0}{L}$$

$$\Rightarrow \Delta q_2 = \frac{|I_0|}{t} = \frac{3}{14} \frac{nS_1 B_0}{\tau L}$$

Ответ: 1)  $\frac{3}{14} \frac{nS_1 B_0}{\tau L}$ ; 2)  $\frac{3}{14} \frac{nS_1 B_0}{\tau L}$



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

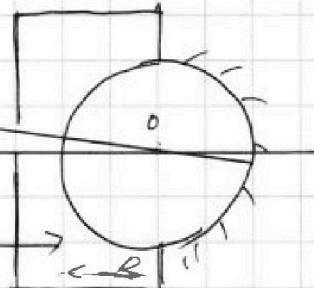
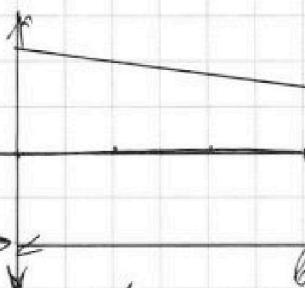
СТРАНИЦА  
1 из 1

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!

N5

Дано:  
 $a = 8R$   
 $b = 7R$   
 $d = 4R$

$F = ?$



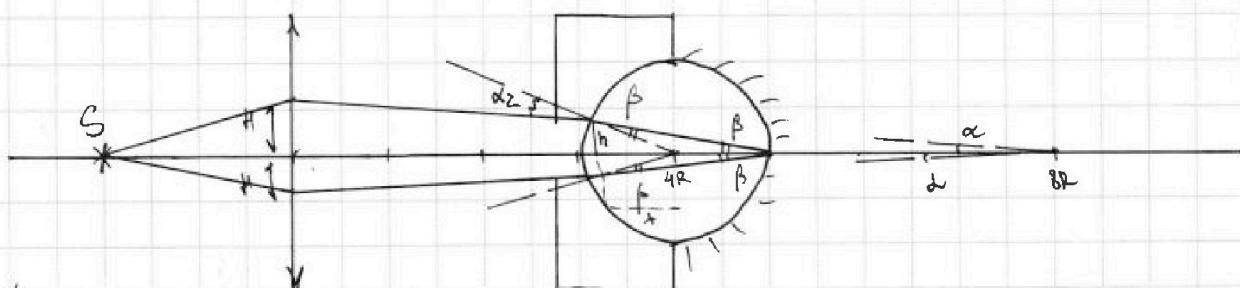
н?  
 Если изображение совпадает с источником  
 видимостью от опт. поз. пок. Пресечи сферы  
 то это означает, что луч проходит в сферу  
 под углом  $0^\circ \Rightarrow$  (например крайний)  
 проходит через центр сферы, отражая под углом  
 и возвращаясь как преломление

т.е. луч перед преломл. шаром пересек  
 ось  $b$  на расст.  $b+R$  от ее центра.

тогда по ф-ле толкоти шары

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b+R} = \frac{1}{F}; \frac{1}{2R} + \frac{1}{8R} = \frac{1}{F} \Rightarrow F = \cancel{\frac{8}{5}} R.$$

2) Если сферу подвесили, а изобр. находится  
 выше, где источник, то лучи в сфере  
 идут так:



распишем, что известно про углы:

$$\tan \alpha = \frac{4}{8R}, \tan \beta = \frac{h}{5R}. Всему шару, то углы: \alpha \approx \frac{4}{8R}, \beta \approx \frac{h}{5R}.$$

Сложим  $\alpha_2$  и  $\beta$ :  $\sin \alpha_2 = \sin \alpha \sin \beta = \Rightarrow \alpha_2 = \arcsin \frac{\alpha \beta}{\sqrt{1+\alpha^2 \beta^2}} = \frac{\alpha_2}{\beta} \Rightarrow h = \frac{\alpha_2}{\beta}$

из геометрии найдем  $\alpha_2$ :

$$\alpha_2 = \arctan \frac{h}{x+4R} \approx \alpha_2 = \arctan \frac{h}{4R} \approx \alpha_2$$

$$\tan \alpha_2 = \frac{h}{x+4R} \approx \frac{h}{4R} \approx \frac{h}{4R} \cdot \frac{4R}{4R} = \frac{h}{4R} \Rightarrow h = 4R \cdot \tan \alpha_2$$

$$h = \frac{\alpha_2}{\beta} = \frac{4R \cdot \tan \alpha_2}{(x+4R) \cdot \tan \alpha_2} = \frac{4R}{x+4R}$$

$$x \approx R \Rightarrow h \approx \frac{4R}{5}$$

Ответ: 1)  $\frac{8}{5} R$  2)  $h = \frac{8}{5}$



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!

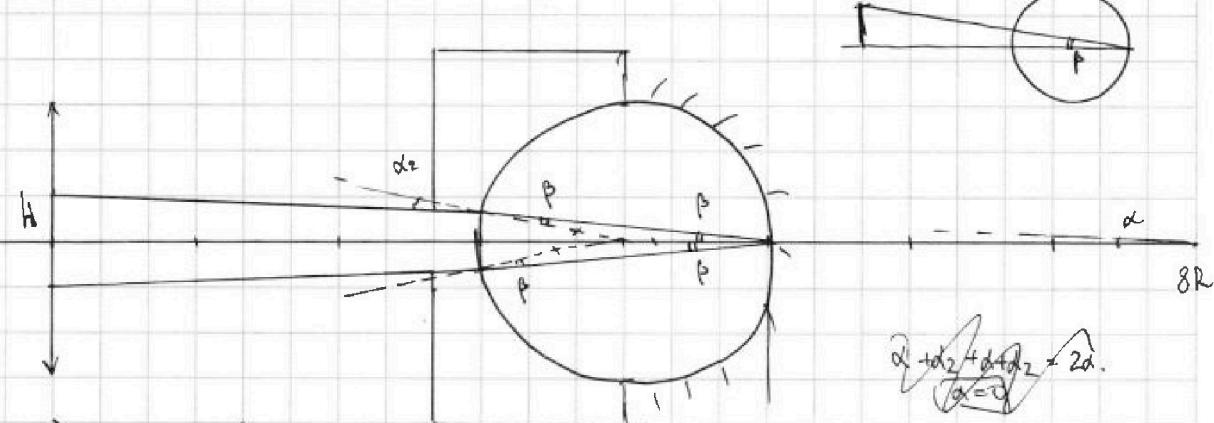


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

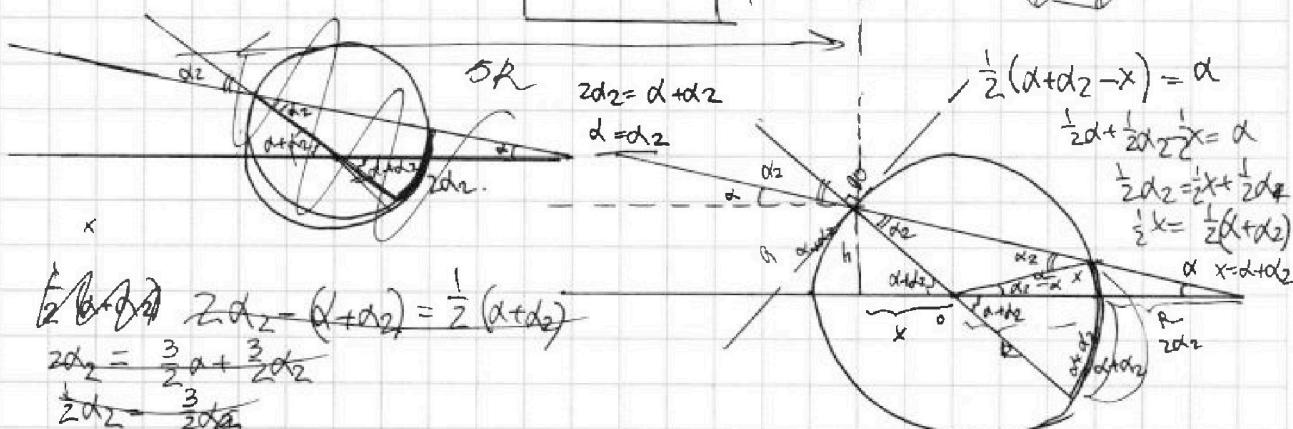
- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------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



$$\alpha + \alpha_2 + \alpha + \alpha_2 = 2\alpha.$$



~~$$2(\alpha + \alpha_2) - 2\alpha_2 = (\alpha + \alpha_2) = \frac{1}{2}(\alpha + \alpha_2)$$~~

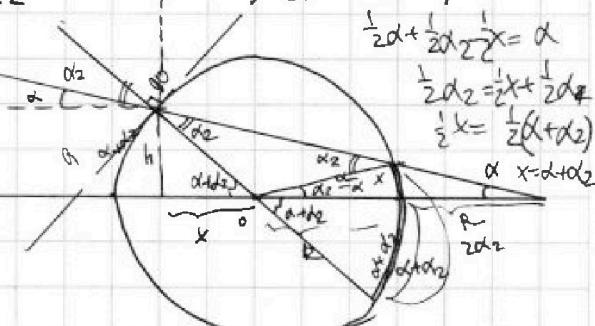
$$2\alpha_2 = \frac{3}{2}\alpha + \frac{3}{2}\alpha_2$$

$$2\alpha_2 = \frac{3}{2}\alpha_2$$

$$\alpha_2 = 3\alpha$$

$$2\alpha_2 = \alpha + \alpha_2$$

$$\alpha = \alpha_2$$



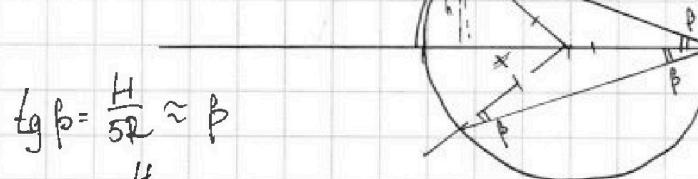
$$\alpha = \frac{1}{2}(\alpha + \alpha_2 - x)$$

$$2\alpha = \alpha + \alpha_2 - x.$$

$$x = \alpha + \alpha_2 - 2\alpha$$

$$x = \alpha_2$$

$$\alpha + \alpha_2 - \alpha = 2\alpha_2$$



$$\tan \beta = \frac{H}{5R} \approx \beta$$

$$\tan \alpha = \frac{H}{8R} \approx \alpha.$$

$$\sin \alpha_2 = n \sin \beta.$$

$$\alpha_2 = n \beta$$

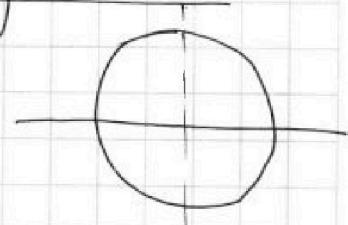
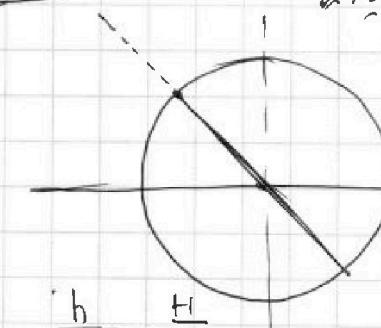
$$n = \frac{\alpha_2}{\beta}$$

$$\sin \alpha = n \sin \beta.$$

$$\sin \alpha_2 = \tan(\alpha + \alpha_2) = \frac{h}{x}$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{2R+x}$$

$$\alpha_2 = \frac{h}{x} - \frac{h}{2R+x}$$



$$\frac{h}{2R+x} = \frac{H}{8R}$$

$$h \cdot 8R = H \cdot 2R + Hx$$

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.

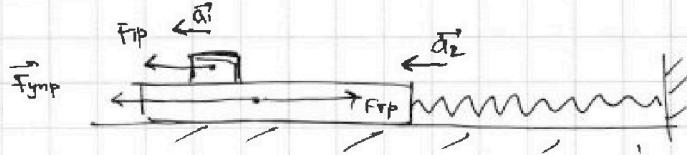


- 1  2  3  4  5  6  7

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!

$$3) \frac{Kx^2}{2} = \frac{m\omega^2}{2} + A_{F_{Tp}}$$



$$\begin{cases} ma_1 = F_{Tp} \\ Ma_2 = F_{Tp} - F_{Fyp} \end{cases}$$

$$\frac{M}{m} = \frac{Kx_1 - \mu mg}{\mu mg}$$

$$x = \frac{M+m}{m} \cdot \frac{\mu mg}{K} = \frac{(M+m)\mu g}{K} = \frac{(2+1) \cdot 0,3 \cdot 10}{50} = \frac{3 \cdot 0,3}{5} = \frac{9}{50} = 0,18 \text{ м} \Rightarrow 18 \text{ см}$$

$$3) \frac{Kx_1^2}{2} = \frac{M\omega^2}{2} + A_{F_{Tp}}$$

$$\frac{M\omega^2}{2} = \frac{Kx_1^2}{2} - \mu mg \cdot x_1$$

$$A_{F_{Tp}} = F_{Tp} \cdot x_1.$$

$$M\omega^2 = Kx_1^2 - 2\mu mgx_1$$

$$= \sqrt{\frac{50 \cdot 0,18^2 - 2 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 0,18}{2}} = \sqrt{\frac{152 - 1,08}{2}} = \sqrt{\frac{150,92}{2}} = \frac{0,44}{2} = \sqrt{0,22}$$

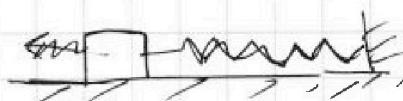
$$2 \cdot 0,3 \cdot 10 \cdot 0,18 = 2 \cdot 3 \cdot 0,18 = 6 \cdot 0,18 = 1,08$$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{M}{5} \frac{m}{C}}$$

$$2) \omega = \omega_0 \cos \omega t \quad a_m = x_m \cdot \omega^2 \quad a = a_m \sin \omega t$$

$$2) \text{Колебание} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{K}}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{K}{M}}$$



~~$$M \cdot a_m = F_{Fyp} - F_{Tp}$$~~

~~$$M \cdot x_m \omega^2 = Kx_m - \mu mg$$~~

~~$$\therefore x_m (M\omega^2 - K) = -\mu mg$$~~

~~$$x_m = \frac{\mu mg}{K - M \frac{K}{M}}$$~~

~~$$M a_m = -k x_m$$~~

~~$$M \cdot x_m \omega^2 = Kx_m$$~~



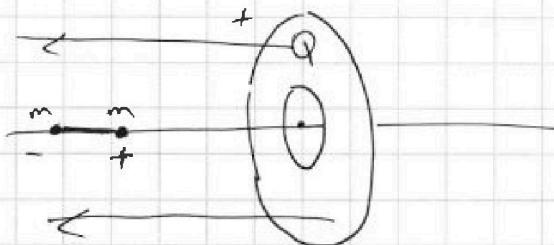


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$\cancel{E} \neq \cancel{G} = \frac{Q}{R^2} \quad F = \frac{kQ}{r^2}$$

~~$$E = \frac{Q}{R^2}$$~~

$$U = \frac{A}{q} \Rightarrow A = Uq = qEd$$

~~$$F = qE \Rightarrow A = q \cdot \frac{kQ}{r^2} \cdot d = \frac{kqd}{r^2}$$~~

~~$$\frac{\Delta m v_0^2}{2} = 2q \cdot \frac{kQ}{r}$$~~

$$\frac{kQq}{r} = \frac{m v_0^2}{2}$$

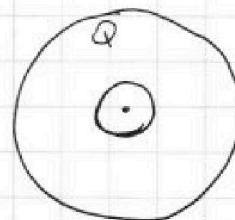
$$\frac{\Delta m v_0^2}{2} = \frac{\Delta m v_1^2}{2} + q \cdot \frac{kQ}{r}$$

$$m v_0^2 - \frac{m v_0^2}{2} = m v_1^2$$

$$v_1^2 = \frac{v_0^2}{2}$$



$$G = \frac{Q}{S}$$



然是  
=> h <<

$$a_m = \omega^2 x_m$$

$$h = \frac{d_2}{\beta}$$

$$d_2 = \frac{h \cdot 4R}{x+4R} = \frac{4R \cdot h}{5R}$$

$$\beta = \frac{h}{2R} = \frac{b}{2R}$$

$$\frac{h}{x+4R} + d_2 = \frac{h}{x}$$

$$d_2 = \frac{h}{x} - \frac{h}{x+4R} = \frac{h(x+4R-x)}{x+4R} = \frac{4R \cdot x}{x+4R}$$

$$\frac{d_2}{\beta} = \frac{4R \cdot x}{x+4R}$$

$$M_a = F_{ymp}$$

$$M_a = F_{ymp}$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{x+4R} \approx$$

$$d = \frac{h}{x+4R}$$

$$\tan \beta = \frac{h}{x+R}$$

$$b = \frac{h}{x+R}$$

$$\tan(\alpha + \alpha_2) = \frac{h}{x}$$

$$d + d_2 = \frac{h}{x}$$

$$\tan \alpha \approx \text{исиний} \rightarrow x \approx R$$

$$\frac{4R \cdot 2R}{5R} = \frac{8}{5}$$

~~$$\alpha_2 = (x+4R)(x+R)$$~~

~~$$\alpha_2 = \frac{x+4R}{x+R} \cdot x$$~~

$$\frac{\alpha_2}{\beta} = \frac{(x+4R) \cdot x}{(x+4R) \cdot x} = \frac{4R \cdot 2R}{5R \cdot R} = \frac{8}{5}$$



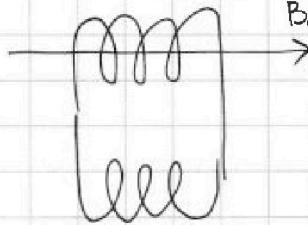
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

N<sup>11</sup>



$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta(BS)}{\Delta t} = nS_{rp} \cdot S = \frac{\frac{3}{8} \cdot \frac{6}{4}}{\frac{1}{2}} = \frac{3}{8}$$

$$S_{rp} = \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{6}{8} + \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{8} + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{8}}{\frac{1}{2}} = \frac{6}{8} = \frac{3}{4}$$

$$= \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{8} = \frac{7}{8}$$

$$B_0 \cdot \frac{3}{8} = \frac{6}{8} \cdot \frac{2}{6} = \frac{6}{8} \cdot \frac{1}{3} = \frac{6}{24} = \frac{1}{4}$$

$$n: 24 + 4 + 3 + 3 = 34 \quad S_{rp} = 34 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{8} = \frac{17}{24} B_0 \text{ T}$$

~~$$\mathcal{E}_1 = -nS_1 \frac{17}{24} B_0 \text{ T}$$~~

$$\mathcal{E}_1 = nS_1 \cdot \frac{\frac{3}{8} B_0}{\frac{1}{2} \text{ T}} = \frac{3}{8} nS_1 \frac{B_0}{\text{T}}$$
~~$$\mathcal{E}_2 = \frac{9}{4} nS_1 \frac{B_0}{\text{T}}$$~~

~~$$\mathcal{E} = nB_0 S_{rp} \text{ T}$$~~

$$I_1 = \mathcal{E} - L_1 \cdot \frac{\Delta I_1}{\Delta t} - \frac{3}{8} nS_1 \frac{B_0}{\text{T}} - L_1 \cdot \frac{\Delta I_1}{\frac{2}{3} \text{ T}} - 6L_1 \cdot \frac{\Delta I_1}{\frac{2}{3} \text{ T}} = 0$$

$$- \frac{9}{4} nS_1 \frac{B_0}{\text{T}} - L_1 \cdot \frac{\Delta I_2}{\frac{4}{3} \text{ T}} - 6L_1 \cdot \frac{\Delta I_2}{\frac{1}{3} \text{ T}} = 0$$

$$\frac{3}{8} nS_1 \frac{B_0}{\text{T}} + 7 \cdot \frac{3}{2} L_1 \frac{\Delta I_1}{\frac{2}{3} \text{ T}} = 0 \quad I_1 = -\frac{\frac{3}{8} \cdot \frac{2}{7} \cdot \frac{3}{2}}{L_1} \cdot \frac{nS_1 B_0}{\text{T}} = -\frac{3}{28} \frac{nS_1 B_0}{L}$$

$$\frac{9}{4} nS_1 \frac{B_0}{\text{T}} + 7 \cdot 3 L_1 \frac{\Delta I_2}{\frac{1}{3} \text{ T}} = 0 \quad I_2 = -\frac{\frac{9}{4} \cdot 3}{L_1} \cdot \frac{nS_1 B_0}{\text{T}} = -\frac{27}{28} \frac{nS_1 B_0}{L}$$

$$I_0 = 0 + \Delta I_1 + \Delta I_2 = -\frac{6}{28} nS_1 B_0 = \boxed{-\frac{3}{14} \frac{nS_1 B_0}{L}}$$

$$q_f = I_0' = \boxed{-\frac{3 nS_1 B_0}{14 L}}$$



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.

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

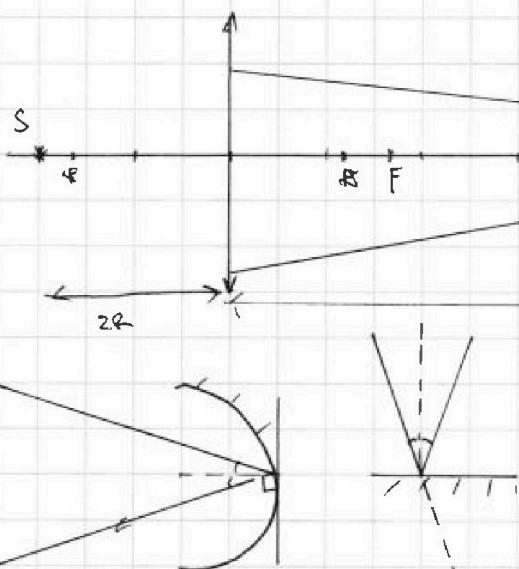
СТРАНИЦА  
ИЗ

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!

Решение №5

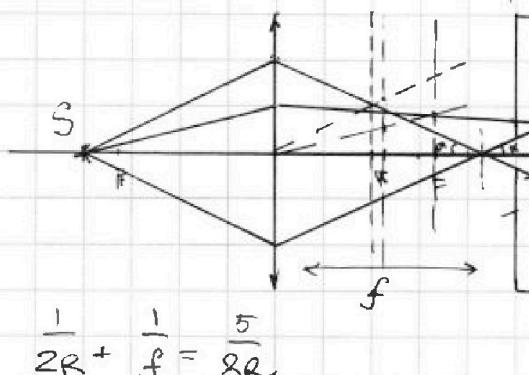
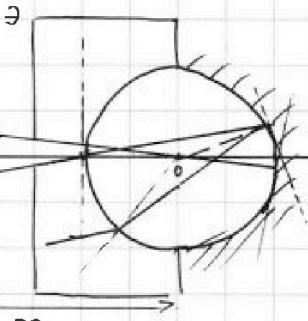
$$|Q| = 2F$$

$$\frac{1}{n} \quad \frac{n}{m}$$

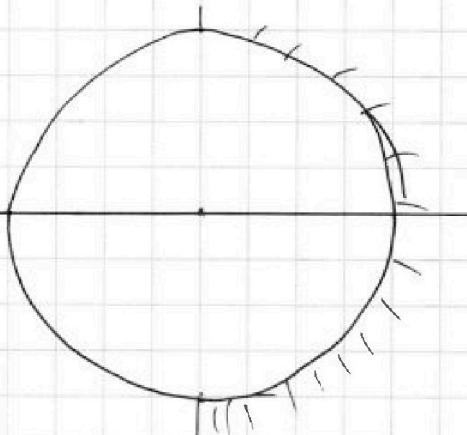
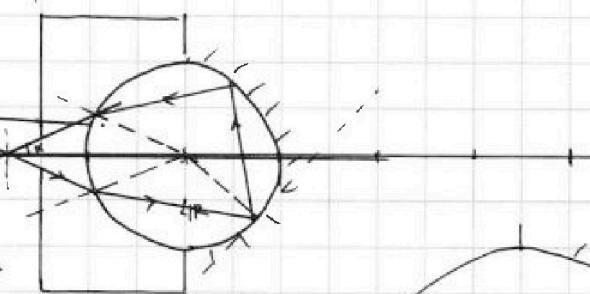


$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{8R} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{5}{8R} = \frac{1}{F} ; F = \frac{8R}{5} = 1,6R$$



$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{f} = \frac{5}{8R}$$



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.

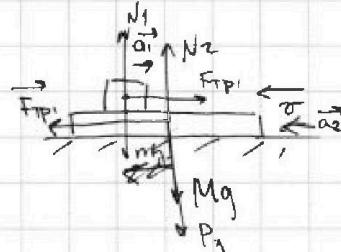
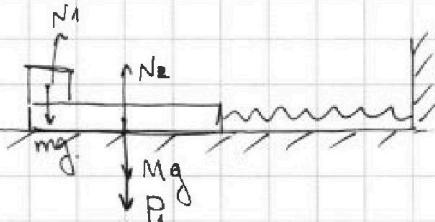


- 1  2  3  4  5  6  7

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



$$F_{TP1} = \mu N_1 = \mu mg$$

N =

Дано:

$$t_0 = 27^\circ\text{C}, T_0 = 300\text{K}$$

$$m_{\text{пар}} = M_m n_{\text{пар}}$$

$$t = 97^\circ\text{C}, T = 370\text{K}$$

вода  $\rightarrow$  пар

$$\frac{M_m}{M_{\text{пар}}} = ? = \frac{M+1}{M-11}$$

$$t^* = ?, T^* = ?$$

Ч(к)?

$$\frac{P^*}{P_{\text{пар}}} = \frac{12T^*}{T_0}, \quad P^* = \frac{12T^*}{T_0} P_{\text{пар}}$$

Вода испарилась:

$$1) \text{ Вода} + \text{пар} \Rightarrow P_{\text{пар}} = P_{\text{пар}} \text{ из условия}$$

$$P_{\text{пар}} \approx 3,5 \text{ кПа}$$

$$P_{\text{пар}} \approx 91 \text{ кПа.}$$

давление

$$\begin{array}{r} 300 \\ 24 \\ 60 \end{array} \left| \begin{array}{r} 12 \\ 25 \\ 5 \end{array} \right. \begin{array}{r} 91 \\ 25 \\ 21 \end{array} \begin{array}{l} 13 \\ 13 \\ 13 \end{array}$$

$$P_{\text{пар}} V = \frac{12M_m R T_1}{M_B} \quad \psi P_{\text{пар}} V = \frac{12M_m}{M_B} R T_1 \text{ конеч}$$

$$P_{\text{пар}} V = \frac{M_m}{M_B} R T_0 \quad P_{\text{пар}} V = \frac{M_m}{M_B} R T_0 \text{ начальное}$$

$$\psi \frac{P_{\text{пар}}}{P_{\text{пар}}} = \frac{12 T_1}{T_0}$$

$$\psi = \frac{12 T_1}{T_0} \cdot \frac{P_{\text{пар}}}{P_{\text{пар}}} = \frac{12 \cdot 370}{300} \cdot \frac{35}{91} = \frac{12 \cdot 37 \cdot 35}{300 \cdot 91} = \frac{37}{65}$$

$$P^* V = \frac{12M_m R T^*}{M_B}$$

$$P^* = \frac{12}{1} \cdot \frac{T^*}{T_0}$$

$$\frac{P^*}{P_{\text{пар}}} = \frac{T^*}{T_0}, \quad P^* = \frac{T^* \cdot 12 T_0}{T_0} P_{\text{пар}} = \frac{12 T^*}{T_0} P_{\text{пар}}$$

$$P^* = \frac{12 P_{\text{пар}}}{T_0} (T^* + 273) = \frac{12 \cdot 35}{300 \cdot 10} \left( \frac{12 \cdot 35}{25} + 273 \right) = \frac{7}{50} (T^* + 273)$$

$$P^* = 0,14 T^* + 0,14 \cdot 273 = 0,14 T^* + 38,22$$

$$1) T^* = 80^\circ\text{C}$$

$$2) T^* = 70^\circ\text{C}$$

$$P^* = 47,5 \text{ кПа}$$

$$P^* = 31 \text{ кПа}$$

$$P^* = 48,42 \text{ кПа}$$

$$P^* = 48,02 \text{ кПа}$$

2) давл. насыщ.  
пара при  $T^* = 273 + 0,14 \cdot 80 = 353$

$$P^* = \frac{7}{50} (T^* + 273) = 0,14 (T^* + 273)$$

$$P^* = \frac{281}{354} \cdot 0,14 = 0,14 \cdot 2 = 0,28 \text{ кПа}$$

$$P^* = \frac{293}{354} \cdot 0,14 = 0,14 \cdot 0,8 = 0,112 \text{ кПа}$$

$$P^* = \frac{293}{354} \cdot 0,14 = 0,14 \cdot 0,2 = 0,028 \text{ кПа}$$

$$P^* = \frac{293}{354} \cdot 0,14 = 0,14 \cdot 0,4 = 0,056 \text{ кПа}$$

$$P^* = \frac{293}{354} \cdot 0,14 = 0,14 \cdot 0,6 = 0,084 \text{ кПа}$$

Дано:

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$M = 2 \text{ кг}$$

$$k = 50 \text{ Н}$$

$$\mu = 0,3$$