



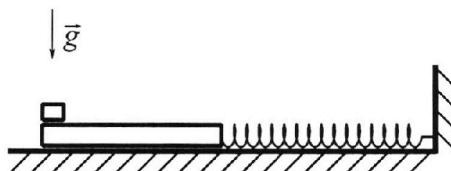
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025



## 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. Коеффициент 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.

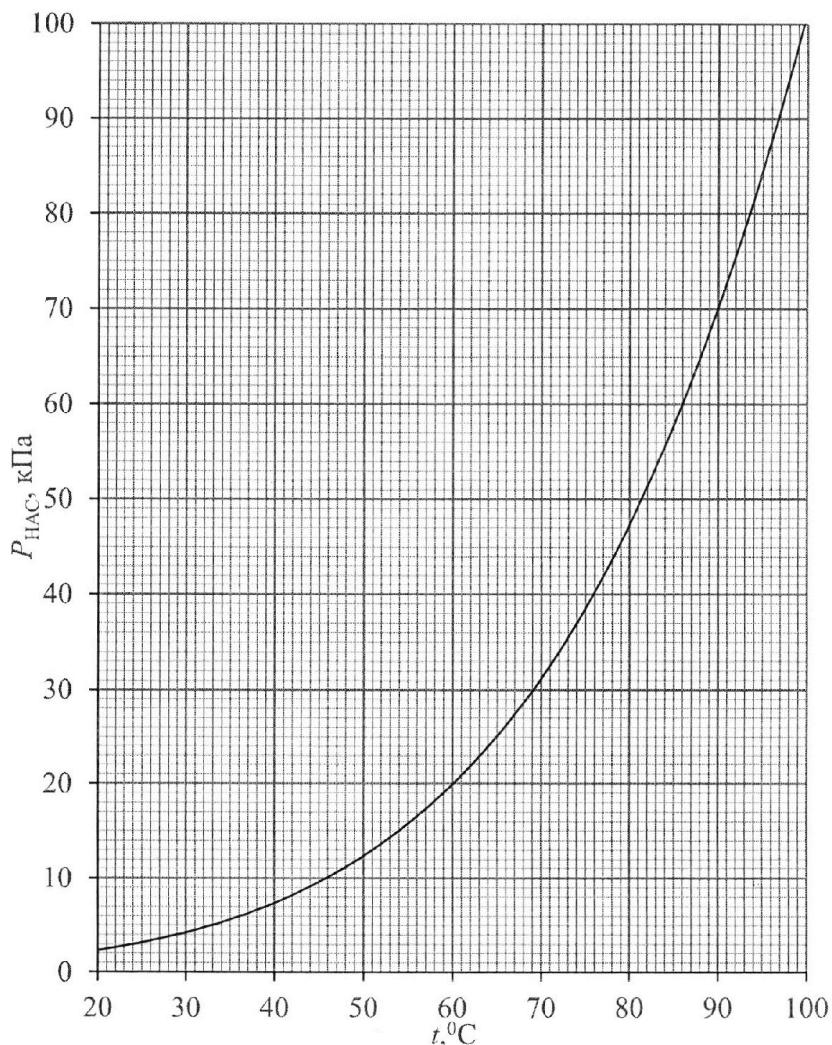


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре  $t_0 = 27$  °C и жидкую воду. 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.





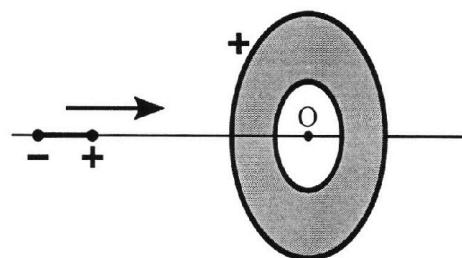
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025



## Вариант 11-02

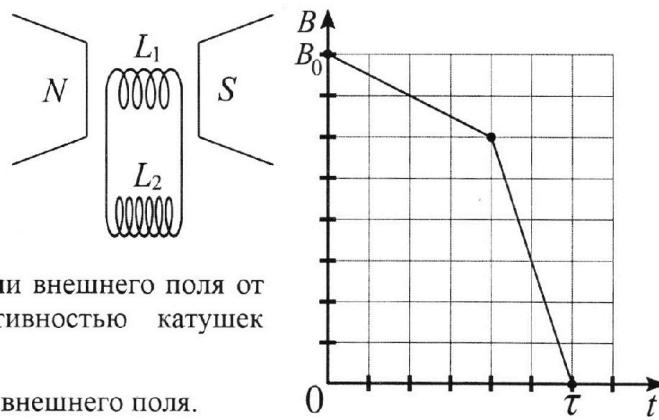
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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  $V_0$ .



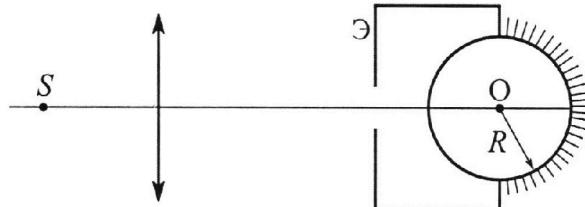
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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.

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



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"/> 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  
2 ИЗ 3

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

$$\ddot{x}(0) = 25 \left( \frac{3}{50} - x_0 \right) = 25 \left( \frac{3}{50} - \frac{12}{50} \right) = 25 \left( \frac{-9}{50} \right) = -4,5 \text{ м/с}^2.$$

~~$\frac{-9}{50} \cdot 25 = -2,25$~~   $\Rightarrow$  Ответ:  $\ddot{x}(0) = -4,5 \text{ м/с}^2$

$$31. \dot{x}(t) = w \sin(wt) \left( \frac{kmg}{k} - x_0 \right) = 5 \sin(wt) \left( \frac{3}{50} - \frac{12}{50} \right) =$$

$$= 5 \sin(wt) \left( -\frac{9}{50} \right) = -0,9 \sin(wt); \quad \frac{-9}{50} \cdot x_0 = -0,9$$

~~$\frac{-9}{50} \cdot -8 = 1,8$~~   $\Rightarrow x_0 = \frac{18}{100}$

$$\frac{18}{100} = \frac{0,3 \cdot 10}{50} + \left( \frac{12}{50} - \frac{3}{50} \right) 65wt = \frac{3}{50} + \frac{9}{50} 65wt;$$

~~$\frac{18}{100} = \frac{6}{50} + \frac{9}{50} 65wt$~~   $\Rightarrow \frac{18-6}{100} = \frac{9}{50} 65wt; \quad 65wt = \frac{12}{100} \cdot \frac{50}{9}$

$$65wt = \left( \frac{12}{100} \cdot \frac{50}{9} \right) = \frac{6}{9} = \frac{2}{3}$$

$$\sin(wt) = \sqrt{1 - \frac{4}{9}} = \sqrt{\frac{5}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3};$$

$$\dot{x}(t) = -0,9 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} = -\frac{9}{10} \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} = -\frac{3\sqrt{5}}{10};$$

$$\dot{x}(t) = -\frac{9}{10} \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} = -\frac{3}{10} \sqrt{5}$$

$$\Rightarrow \text{Ответ: } V = -0,3 \cdot \sqrt{5} \text{ м/с.}$$

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  
2 ИЗ 3

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

5.1 продолжение

$$v_{sx} = -\mu g t$$

$$\ddot{x} = \frac{\mu mg}{k} \Rightarrow a_{sx} = -\frac{\mu mg}{m} = -\mu g = \cancel{-\mu g};$$

$$a_{omn} = 0 \Rightarrow a_{sx} = a_g x; a_{gx} = \ddot{x} = w^2 \left( \frac{\mu mg}{k} - x_0 \right) \cos \omega t$$

$$w = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{50}{2}} = 5 \text{ rad/s}; \quad x = \frac{\mu mg}{k} + \left( x_0 - \frac{\mu mg}{k} \right) \cos \omega t;$$

$$\ddot{x} = \frac{\mu mg}{k} + \mu g = +w^2 \left( x_0 - \frac{\mu mg}{k} \right) \cos \omega t,$$

$$\left( x_0 - \frac{\mu mg}{k} \right) \cos \omega t = \frac{\mu g}{w^2} = \cancel{0,3710}$$

$$x = \frac{\mu mg}{k} + \frac{\mu g}{w^2} = \frac{0,3 \cdot 1 \cdot 10}{50} + \frac{0,3 \cdot 10}{25} = \frac{3}{50} + \frac{3}{25}^2$$

$$= \frac{3}{50} + \frac{6}{50} = \frac{9}{50} = \frac{18}{100} = 0,18$$

11. Ответ: 0,18 м = 18 см.

$$2) \ddot{x}_{1d} = w^2 \left( \frac{\mu mg}{k} - x_0 \right) = 25 \left( \frac{0,3 \cdot 1 \cdot 10}{50} - x_0 \right) = 25 \left( \frac{3}{50} - x_0 \right)$$

$x_0$  такое, что когда  $\ddot{x} = 0$ , норма равна 0;  $V_{omn} = 0$ ;

$$V_{sx} = \dot{x} : -\mu g t_1 = w \sin(\omega t_1) \left( \frac{\mu mg}{k} - x_0 \right)$$

$$-3t_1 = 5 \sin(\omega t_1) \left( \frac{0,3 \cdot 1 \cdot 10}{50} - x_0 \right) = 5 \sin(5t_1) \left( \frac{3}{50} - x_0 \right)$$

$$3t_1 = 5 \sin(5t_1) \left( x_0 - \frac{3}{50} \right)$$

$$\ddot{x}(t_1) = 0: 65 \omega t_1 = 0 \Rightarrow \omega t_1 = \frac{\pi}{2}; t_1 = \frac{\pi}{2\omega}.$$

$$3 \cdot \frac{\pi}{2\omega} = 5 \sin \left( \frac{5\pi}{2\omega} \right) \left( x_0 - \frac{3}{50} \right); \frac{3\pi}{10} = 5 \sin \left( \frac{5\pi}{10} \right) \left( x_0 - \frac{3}{50} \right).$$

$$\frac{3\pi}{10} = 5 \sin \left( \frac{\pi}{2} \right) \left( x_0 - \frac{3}{50} \right) = 5 \left( x_0 - \frac{3}{50} \right) = \frac{3\pi}{10} \approx \frac{9}{10}$$

$$x_0 - \frac{3}{50} = \frac{9}{50}; x_0 = \frac{12}{50}^2 = \frac{24}{100} \text{ м.} = 24 \text{ см}$$



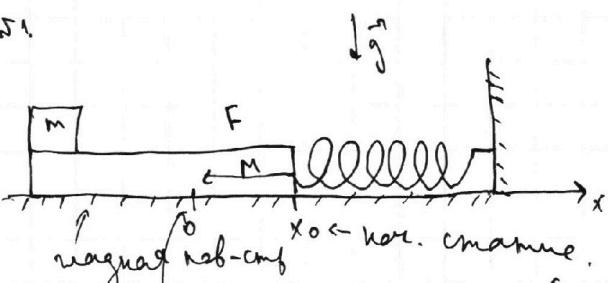
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" 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  
1 из 3

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

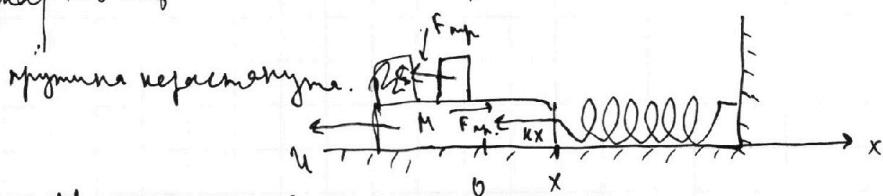
51.



$$M = 2 \text{ кг}; \quad m = 1 \text{ кг}; \quad k = 50 \text{ Н/м},$$

$$\mu = 0,3; \quad g = 10 \text{ м/с}^2; \quad \Delta \approx 3;$$

1) До него начине,  
когда  $a=0$ :  $F_{\text{тр}} = \mu mg$ .



II з-н свободна на  $Ox$ :

дано:

$$M \ddot{x} = -kx + F_{\text{тр}} = -kx + \mu mg \quad | : M$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{M} x - \mu \frac{m}{M} g = 0 \quad | : M$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{M} x - \mu \frac{m}{M} g = 0; \quad \ddot{x} + \frac{k}{M} x - \mu \frac{mg}{M} = 0$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{M} (x - \mu \frac{mg}{M}) = 0 \quad | : M \quad \ddot{x} + \frac{k}{M} (x - \mu \frac{mg}{k}) = 0$$

$$x - \mu \frac{mg}{k} = A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t)$$

$$x = \mu \frac{mg}{k} + A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t)$$

$$t=0: \quad x = x_0; \quad \dot{x} = 0 \quad \dot{x} = -A\omega \sin(\omega t) + B\omega \cos(\omega t)$$

$$x_0 = \mu \frac{mg}{k} + A \quad | : \quad A = x_0 - \mu \frac{mg}{k}$$

$$x = \mu \frac{mg}{k} + (x_0 - \mu \frac{mg}{k}) \cos(\omega t)$$

$$\dot{x} = (x_0 - \mu \frac{mg}{k}) \omega (-\sin(\omega t)) = \omega \sin(\omega t) \left( \frac{\mu mg}{k} - x_0 \right)$$

$$\ddot{x} = \omega^2 \left( \frac{\mu mg}{k} - x_0 \right) \cos(\omega t);$$



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА  
3 из 3

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

$$\frac{1295}{300} \approx 4,32 ; \quad \frac{4,32}{90} \cdot 100\% = 4 \approx 4,8\%.$$

$$\begin{array}{r} 432 \\ \times 9000 \\ \hline 4320 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 432 \\ \times 9000 \\ \hline 0 \\ - 432000 \\ \hline 0,048 \end{array} \cdot 100\% = 4,8\%$$

Ответ: 1) 12

$$2) 27^\circ C = t^* = t_0$$

$$3) 4,8\%$$

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  
2 ИЗ 3

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

$$P_{n_1}V = J_{n_1}RT_0; \quad P_{n_2}V = J_{n_1}RT^* \leftarrow \text{находится} \quad \frac{P_{n_2}}{T^*} = \frac{P_{n_1}}{T_0}; \quad P_{n_2} = P_2 \cdot \frac{T^*}{T_0} = P_{n_1}$$

$P_{n_1}$  и  $P_{n_2}$  мы можем найти из графика  $P_{\text{рас}}(T)$ ;

т.к. в находящийся в равновесии паре парное давление и пар находящееся в равновесии.

$$J_{n_1}R = \frac{P_{n_1}V}{T_0}; \quad P_{n_2} = P_{n_1} \cdot \frac{T^*}{T_0} = \frac{T^*}{T_0} P_1.$$

$P_{n_1} = P_1$ ; т.е. то в находящейся паре парное давление

пара равно давлению воздуха.

$P_1 = P_{n,n}(27^\circ C) *$ ; ~~27~~ м.е. испарение

начнем сразу же после начала нагрева.

$$t^* = 27^\circ C = t_0$$

3)  $\Psi = \frac{P_{nK}}{P_{n,n}(T)} \cdot 100\%$ ; Задача менеджера материала:

$$\text{дано } P_{n_1} \cdot V = \frac{(12 \text{ мин})}{\mu} RT_0$$

$$\frac{P_{nK}}{P_1} = \frac{T}{T_0}$$

$$P_{nK} = P_1 \frac{T}{T_0}$$

$$\text{д) } P_{nK} = \frac{12 \text{ мин}}{\mu} RT$$

$$P_1V = J_1RT_0; \quad P_{fK} \cancel{=} V = VRT$$

$$\frac{P_{fK}}{P_1} = \frac{T}{T_0} \quad P_{fK} = \frac{T}{T_0} P_1 = 2 \frac{T}{T_0} P_{n,n}(27^\circ C)$$

$$P_K + P_{fK} = P_1 \frac{T}{T_0} + P_1 \frac{T}{T_0} = 2 \frac{P_1 T}{T_0} = 2 P_{n,n}(27^\circ C) \frac{T}{T_0}$$

$$P_K = 35 \cdot \frac{37}{30} = \frac{35 \cdot 37}{30} = \frac{35 \cdot 37}{300} \text{ кПа}$$

$$\Psi = \frac{35 \cdot 37}{300} \cdot 100\%;$$

$$\begin{array}{r} 35 \\ \times 37 \\ \hline 245 \\ + 35 \\ \hline 1295 \\ - 1200 \cancel{+ 300} \\ \hline 950 \\ - 900 \cancel{+ 50} \\ \hline 50 \end{array}$$

$$3 \cdot 37 = 3(30 + 7) = 90 + 21 = 111$$

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



1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА  
1 из 3

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

$$T_2 = 27^\circ C = 27 + 273 = 300 K; \quad m_{\text{пар}} = 11 m_{\text{нн}}. \quad t = 97^\circ C = 370 K$$

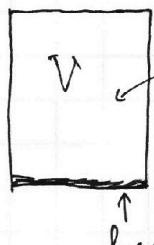
$$\begin{array}{r} 27 \\ + 97 \\ \hline 370 \end{array}$$

$$T_0 = 300 K; \quad T = 370 K$$

1) в наче ве вода превратилась пар  $\Rightarrow$  то масса пара в наче равна сумме масс пара в конце и массы влаги в конце.  $m_K = m_{\text{пар}} + m_{\text{нн}} = 11 m_{\text{нн}} + m_{\text{нн}} = 12 m_{\text{нн}}$

$$= 12 m_{\text{нн}}; \quad \frac{m_K}{m_{\text{нн}}} = \frac{12 m_{\text{нн}}}{m_{\text{нн}}} = 12.$$

$$2) t^*?$$



~~выпаривание вода превращается в пар + влагу~~  
~~сумма массы влаги, вода~~  
весь постепенно нагревают  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  скажем было "вода + пар + влагу";  
потом мы нагреем до некой

температуры  $t^*$  и при дальнейшем нагревании эта температура останется постоянной до полного испарения влаги. ~~известно, что при температуре~~  $t^*$  - температура кипения влаги. Кипение наступает, когда давление насыщенных паров становится равным внешнему давлению. Упр. - е Менделеева Жидкое для воздуха.

$$P_1 V = V R T_0; \quad P_2 V = V R T^*; \quad \frac{P_2}{P_1} = \frac{T^*}{T_0}$$

$$P_2 = \frac{T^*}{T_0} P_1$$

если испарение.

$$\text{если пар: } P_{n1} V = V_{n1} R T_0; \quad P_{n2} V = V_{n2} R T^*$$

$$\frac{P_{n2}}{P_{n1}} = \frac{T^*}{T_0} = \frac{P_2}{P_1}; \quad P_{n2} = P_2 \Rightarrow P_1 = P_{n1}$$



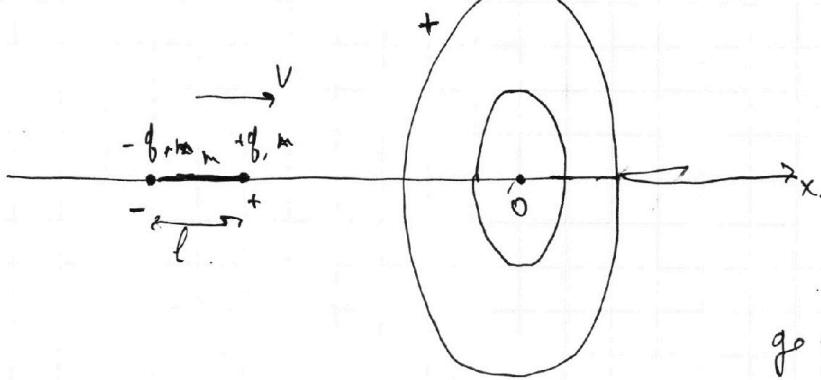
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

СТРАНИЦА  
1 из 2

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

§ 3.



$$V_0; q \rightarrow \frac{q}{2}; V_{02} = V_0 \\ \varphi(0) = 0$$

Конечно, кулонов

диполю в  $\theta$  создает напряжение  $\frac{k_0 q}{r}$ ,

где  $r$  - расстояние до зарядов.  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  напряжение, создаваемое диполем максимальное в его центре. и равно  $\varphi(0)$ ; Допустим, что заряд равен  $l$ ; тогда напряжение в точке, находящейся на расстоянии  $l$  от диполя обозначим за  $\varphi(l)$ . Напряженность поля заряда  $+q$  максимальна, когда заряд  $+q$  находится в центре  $q$  диполя, а  $-q$  на расстоянии  $l$ .<sup>с. напряженность</sup> <sup>заряд</sup>

$$\text{Задача: } \frac{m V_0^2}{2} = 0 + q \cdot \varphi(0) - q \cdot \varphi(l) = q(\varphi(0) - \varphi(l))$$

$$\varphi(0) - \varphi(l) = \frac{m V_0^2}{2q}$$

$\varphi\left(\frac{l}{2}\right)$  - напряжение диполя на расстоянии  $\frac{l}{2}$  от центра.

В силу симметрии диполя:  $\varphi(x) = \varphi(-x)$

$$1) m \cdot \frac{V_0^2}{2} = \frac{m V_1^2}{2} + q \varphi\left(\frac{l}{2}\right) - q \varphi\left(-\frac{l}{2}\right) = \frac{m V_1^2}{2} + 0. \\ \varphi\left(\frac{l}{2}\right) = \frac{m V_1^2}{2}$$

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

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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

$$\Rightarrow V_0 = V_1 \quad V_1 = V_0$$

2)  $V_{\min} \Rightarrow \text{Н-мин.} - g \text{ ведите, а } -g \text{ на расстоянии } l.$

$$mV_0^2 + \frac{mV_0^2}{2} = g(\varphi(0) - \varphi(l)) + m\frac{V_{\min}^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{g}{2} \cdot \frac{mV_0^2}{2g} + \frac{mV_{\min}^2}{2}; \quad V_{\min}^2 = \frac{V_0^2}{2}$$

3)  $\frac{mV_0^2}{2} = \frac{g}{2} \cdot \frac{mV_0^2}{2g} + \frac{mV_{\max}^2}{2}$

$$V_0^2 = \frac{mV_0^2}{2} + V_{\max}^2 \quad V_{\max}^2 = \frac{V_0^2}{2}; \quad V_{\max} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$$

$V_{\max} \Rightarrow \text{Н-мин.} + g \text{ ведите, а } +g \text{ на расстоянии } l.$

$$\frac{mV_0^2}{2} = -\frac{g}{2}(\varphi(0)) + \frac{g}{2}(\varphi(l)) + m\frac{V_{\max}^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = -\frac{g}{2}(\varphi(0) - \varphi(l)) + m\frac{V_{\max}^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = -\frac{g}{2} \cdot \frac{mV_0^2}{2g} + \frac{mV_{\max}^2}{2}$$

$$1) \quad V_0^2 = -\frac{V_0^2}{2} + V_{\max}^2 \Rightarrow V_{\max}^2 = \frac{3V_0^2}{2}$$

$$V_{\max} = V_0 \sqrt{\frac{3}{2}}$$

$$V_{\max} - V_{\min} = V_0 \sqrt{\frac{3}{2}} - \frac{V_0}{\sqrt{2}} = \frac{V_0}{\sqrt{2}} (\sqrt{3} - 1)$$

Ответ: 1)  $V_1 = V_0$

2)  $V_{\max} - V_{\min} = \frac{V_0}{\sqrt{2}} (\sqrt{3} - 1)$

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**.



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

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 3

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

$$1) B(t) \in [0; \frac{2}{3}x]: B(t) = B_0 - \frac{3B_0}{8x} t$$

$$2) t \in [0; x] \in [\frac{2}{3}x; x]: B(t) =$$

$$B(t) = a + bt;$$

$$\begin{cases} 0 = a + bx \\ a = -bx \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3B_0 = a + b \cdot \frac{2}{3}x \\ 3B_0 = -bx + \frac{2}{3}bx = -\frac{1}{3}bx = -\frac{1}{3}Bx \end{cases}$$

$$b = \frac{-9B_0}{4x} - \cancel{\frac{9B_0}{4x}} \quad b = \frac{-9B_0}{4x} \cancel{x}$$

$$b = -\frac{9B_0}{4x}; \quad a = \frac{9B_0}{4x} \cdot x = \frac{9B_0}{4},$$

$$B(t) = \frac{9B_0}{4} + \frac{9B_0}{4} - \frac{9B_0}{4}t.$$

$$\frac{9B_0}{4} - \cancel{\frac{9B_0}{4}} \cdot \cancel{\frac{2}{3}x} \quad \frac{9B_0}{4} - \cancel{\frac{6B_0}{4}} = \frac{3B_0}{4}$$

$$-nS_1(B(t)dt - B_0dt) = 7Ldf$$

$$1) t \in [0; \frac{2}{3}x]: -nS_1 \left( \left( B_0 - \frac{3B_0}{8x}t \right) dt - B_0dt \right) = 7Ldf,$$

$$-nS_1 \left( B_0dt - \frac{3B_0}{8x}t dt - B_0dt \right) = nS_1 \cdot \frac{3B_0}{8x}t dt = 7Ldf,$$

$$7Ldf = nS_1 \cdot \frac{3B_0}{8x} \cdot \frac{t^2}{2} = \frac{nS_1 B_0}{4} \left( \frac{3}{8}x^2 \right) =$$

$$= \frac{nS_1 B_0 x}{12} = \frac{nS_1 B_0}{12} x$$

$$2) t \in [\frac{2}{3}x; x]: -nS_1 \left( \left( \frac{9B_0}{4}dt - \frac{9B_0}{4}t dt \right) - B_0dt \right) =$$

$$= 7Ldf = -nS_1 \left( \frac{9B_0}{4}dt - \frac{9B_0}{4} \cdot \frac{t^2}{2} - B_0dt \right) =$$

$$= -nS_1 \left( \frac{5B_0}{4}dt - \frac{9B_0}{8}dt^2 \right)$$

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**.

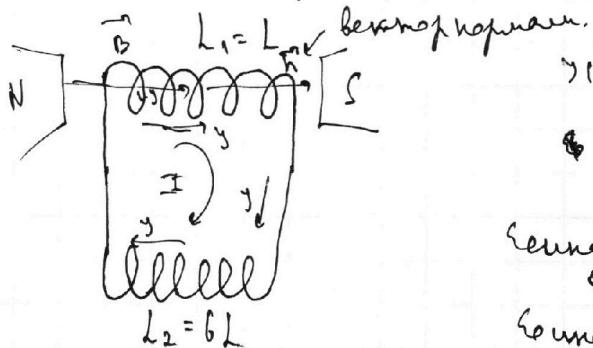


- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------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

СТРАНИЦА  
1 из 3

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

$$4. L_1 = L; n; S_1; B_0; L_2 = 6L; \gamma; y_0 - ?$$



$$\Delta f_2 - ?$$

$$\mathfrak{E}_{\text{Young}} = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{S \cdot dB}{dt} = S_1 n \frac{dB}{dt}$$

$$\mathfrak{E}_{\text{Young}} = -n S_1 \frac{dB}{dt}$$

$$\mathfrak{E}_{\text{Young}} + \mathfrak{E}_{\text{Young}}_2 = 0$$

$$-B S_1 \frac{dB}{dt} = \mathfrak{E}_{\text{Young}}_1 = -L \dot{y}$$

$$\mathfrak{E}_{\text{Young}} = L \dot{y} + 6L \dot{y} = 7L \dot{y} = 7L \frac{dy}{dt}$$

$$-n S_1 \frac{dB}{dt} = 7L \frac{dy}{dt} \quad | \cdot dt$$

$$-n S_1 dB = 7L dy; -n S_1 (0 - B_0) = 7L (y_0 - 0)$$

$$+n S_1 (+B_0) = 7L y_0; y_0 = \frac{n S_1 B_0}{7L}$$

$$1) \text{ Aufgabe: } y_0 = \frac{n S_1 B_0}{7L}$$

$$2) \Delta f_2 - ? \quad -n S_1 dB = 7L dy; -n S_1 (B(t) - B_0) = 7L y(t)$$

$$-n S_1 (B(t) - B_0) = 7L y(t) \quad | \cdot dt$$

$$-n S_1 (B(t) dt - B_0 dt) = 7L y(t) dt$$

$$-n S_1 (B(t) dt - B_0 dt) = 7L dy.$$

$$B(t): t \in [0; \frac{2}{3}\pi] : B(t) = B_0 - \frac{\lambda \cdot \frac{B_0}{8}}{24 \cdot \pi} t$$

$$B(t) = B_0 - \frac{B_0 \cdot 3}{8\pi} t = B_0 - \frac{3B_0}{8\pi} t$$



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

СТРАНИЦА  
3 из 3

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

$$\begin{aligned}
 & 7L \Delta g_2 = -hS_1 \left( \frac{5B_0}{4}t + \frac{-9B_0}{8\tau}t^2 \right) \\
 & 7L \Delta g_2 = -hS_1 \left( \frac{5B_0}{4} \cdot \frac{\tau}{3} - \frac{9B_0}{8\tau} \left( \tau^2 - \frac{4\tau^2}{9} \right) \right) \\
 & 7L \Delta g_2 = -hS_1 \left( \frac{5B_0\tau}{12} - \frac{9B_0\tau}{8} + \frac{3B_0}{2\tau} \cdot \frac{4\tau^3}{9} \right) \\
 & 7L \Delta g_2 = -hS_1 \left( \frac{5B_0\tau}{12} - \frac{9B_0\tau}{8} + \frac{4B_0\tau}{\tau} \right)_2 \\
 & 2 - hS_1 \left( \frac{5B_0\tau}{12} + \frac{4B_0\tau - 9B_0\tau^3}{8} \right) = -hS_1 \left( \frac{5B_0\tau}{12} - \frac{5B_0\tau}{\tau} \right)_2 \\
 & = -hS_1 \left( \frac{10B_0\tau - 15B_0\tau}{24} \right)_2 = +hS_1 \cdot \left( \frac{+5B_0\tau}{24} \right)_2 \\
 & = \frac{5B_0\tau hS_1}{24} = \frac{5B_0\tau hS_1}{24} \\
 & \Delta g_2 = \frac{hS_1 B_0 \tau}{12} + \frac{5B_0 hS_1 \tau}{24} = \frac{7B_0 hS_1 \tau}{24}
 \end{aligned}$$

21. Онден:  $\Delta g = \frac{7B_0 h S_1 \tau}{24}$

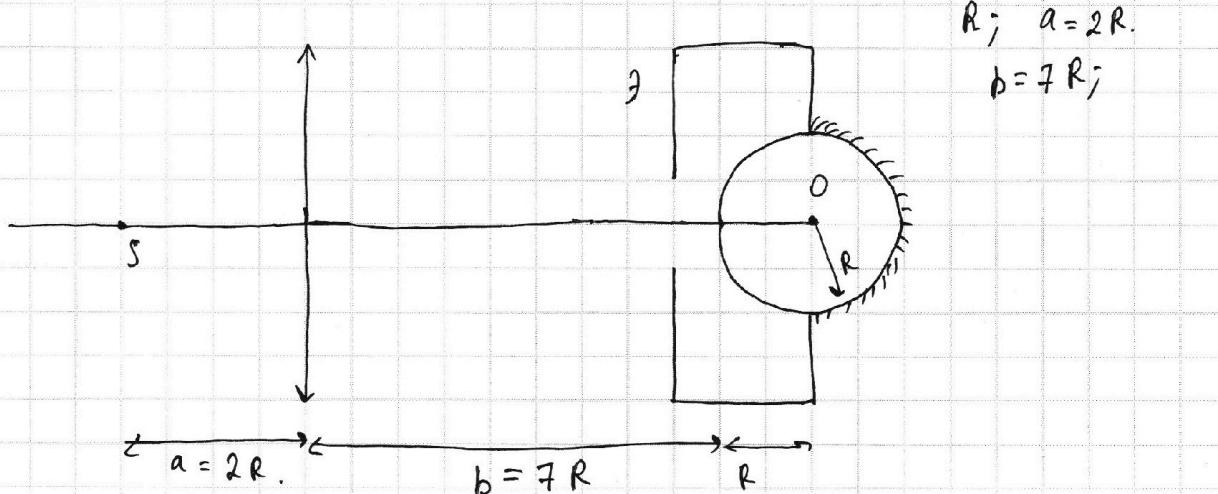
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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 4

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!

55.



$$R; \quad a = 2R.$$

$$b = 7R;$$

1) имеет изображение совпадающее с истиной

при любом  $n$ , потому что изображение

\* не I кв-стрии мира  $\Rightarrow$  она должна лежать в его центре. но  $\Rightarrow$  свойству обратности когда

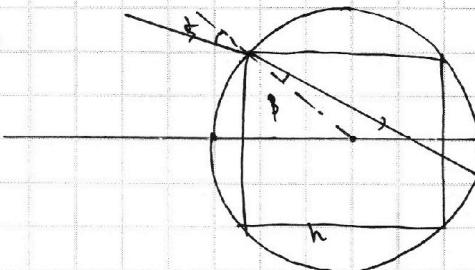
изображение в таком случае отраженное от кв-стрии мира проходит через зеркало изображение пройдет через

истину.  $\Rightarrow$  эта такая истина:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{7R} = \frac{5}{14R} \Rightarrow F = \frac{14R}{5} = 2,8R$$

$$\text{100%}: F = \frac{14}{5}R = 2,8R.$$

$$2) D = 4R,$$



Разберем мир  
на где изображение  
и показана - есть  
одну иницнику.

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

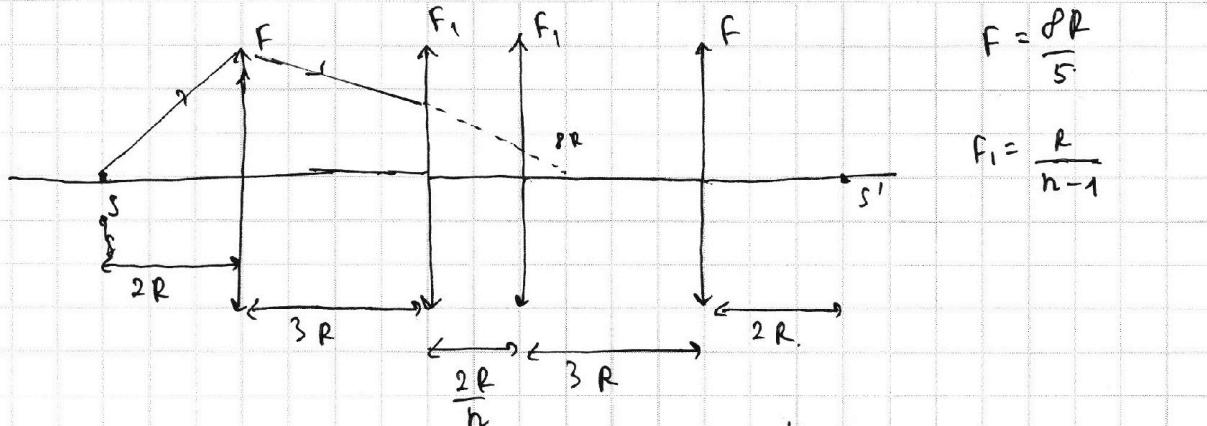


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 4

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



$$F = \frac{\rho R}{5}$$

$$F_1 = \frac{R}{n-1}$$

$$\frac{1}{2R} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{5}{8R} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{x_1} \Rightarrow \frac{1}{x_1} = \frac{5}{8R} - \frac{1}{2R} = \frac{5-4}{8R} = \frac{1}{8R} \Rightarrow x_1 = 8R$$

$$2) 8R - 3R = 5R; \quad \frac{1}{F_1} = -\frac{1}{5R} + \frac{1}{x_2}; \quad \frac{1}{F_1} = \frac{1}{5R} + \frac{1}{x_2}$$

$$\frac{1}{x_2} = \frac{F_1 + 5R}{5R F_1} \Rightarrow x_2 = \frac{5R F_1}{F_1 + 5R} = \frac{5R \cdot R}{n-1}; \quad x_2 = \frac{5R}{\frac{n-1}{n+5n-4}}$$

$$3) x_2 > \frac{2R}{n}: \quad \frac{1}{F_1} = \frac{1}{\frac{5R}{\frac{n-1}{n+5n-4}}} - \frac{1}{\frac{5R}{\frac{n-1}{n+5n-4}}} = \frac{1}{\frac{5R(n-1)}{n(5n-4)}} + \frac{1}{x_3}$$

$$\frac{n-1}{R} = -n(5n-4)$$

$$\frac{n-1}{R} + \frac{5Rn - 40Rn + 8R}{R(8-5n)} + \frac{1}{x_3} = -n(5n-4) + \frac{1}{x_3}$$

$$\frac{n-1}{R} + \frac{n(5n-4)}{R(8-5n)} + \frac{1}{x_3} = \frac{8(4n-8-5n^2+5n+5n^2-4n)}{R(8-5n)} + \frac{1}{x_3}$$

$$9n-8 \quad \frac{9n-8}{R(8-5n)} + \frac{1}{x_3}; \quad x_3 = \frac{R(8-5n)}{9n-8}.$$

$$4) x_3 < 3R: \quad \frac{1}{F_1} = 3R - x_3 = 3R - \frac{8R-5nR}{9n-8} \quad \text{---}$$

$$= \frac{27nR - 24R - 8R + 5nR}{9n-8} = \frac{32nR - 32R}{9n-8} = \frac{32R(n-1)}{9n-8}$$

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  
2 ИЗ 4

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!

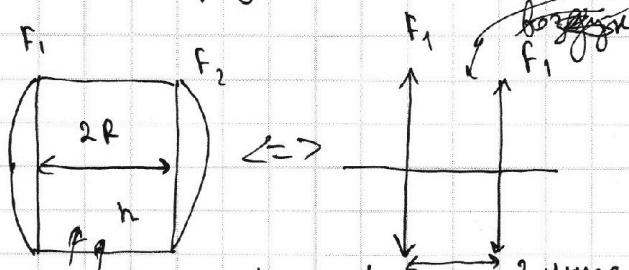
$$\frac{1}{F} = \frac{(n-1)}{R}$$

$$f_1 = \frac{R}{n-1}$$

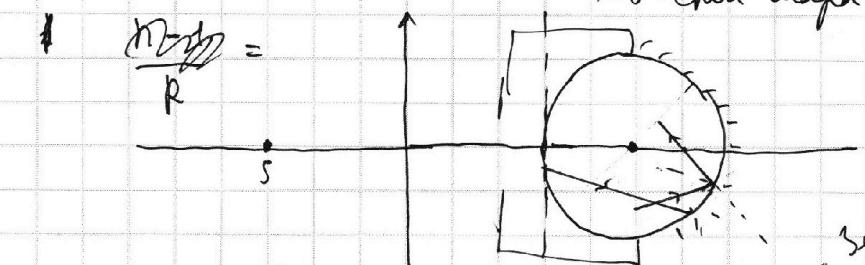
$$11 \quad \frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{x_1} = \frac{5}{8R} \Rightarrow \frac{1}{x_1} = \frac{5}{8R} - \frac{1}{2R} = \frac{5-4}{8R} = \frac{1}{8R}$$

предложение 8. линза.  $x_1 = 8R$ .

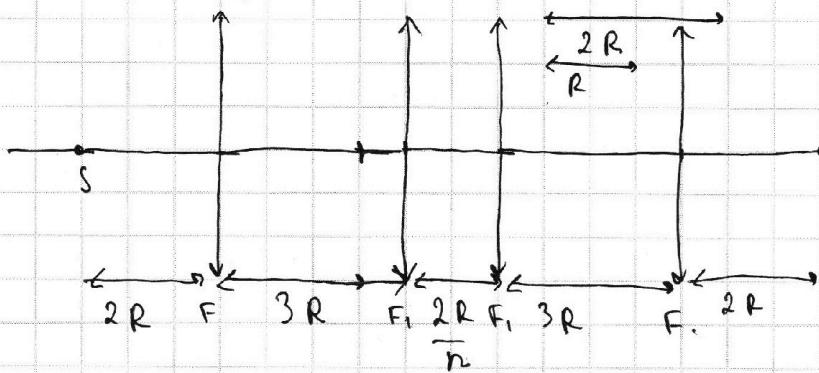
шар можно представить как:



21. Доказательство на центральной оси шара:



перейти в. зеркальце  $a=2R$   $b-\Delta = \frac{1}{4}R - 4R = 3R$ .



затирание.

затирание  
или пропадение  
шара.  
Несколько, когда  
они совпадают  
с источником!



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  
Ч ИЗ 4

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!

$$3R - x_3 = \frac{32R(n-1)}{9n-8}$$

$$\frac{4}{8R} + \frac{5}{32R(n-1)} = \frac{9n-8}{2R} + 1 \cdot 32R$$

$$\frac{5}{8R} \cdot \frac{4}{32R} = \frac{9n-8}{n-1} + 16 = 20$$

$$\frac{9n-8}{n-1} = 4 \quad 9n-8 = 4n-4$$

$$5n = 4 \Rightarrow n = \frac{4}{5} = 0,8$$

$$h \cdot h \cdot m \cdot m \cdot \max x_2 = \frac{5R}{0}$$

$$\text{Одн.н.: } n = 0,8$$

$$\Rightarrow x_2 < \frac{2R}{n} : \Rightarrow x_3 > 3R$$

$$\frac{n-1}{R} = \frac{n(5h-4)}{R(8-5h)} + \frac{1}{x_3} *$$

$$\frac{1}{x_3} = \frac{h-1}{R} - \frac{5h-4}{R(8-5h)} - \frac{2R}{8h-8-5h+4}$$

$$\frac{5}{8R} = -\frac{9n-8}{32R(n-1)} + \frac{1}{2R} \quad 5 \cdot 4 = -\frac{9n-8}{n-1} + 16$$

$$20 = -\frac{9n-8}{n-1} + 16$$

$$4 = \frac{9n-8}{n-1} \quad 4R = 4n-4$$

$$x_2 = \frac{5R}{5h-4}; \quad x_2 < \frac{2R}{n}; \quad \frac{n-1}{R} = \frac{-5R}{5h-4} + \frac{1}{x_3} ; \quad \frac{1}{x_3} = \frac{n-1 + 5R}{R} = \frac{5h-4}{5h-4} = \frac{5h-4}{5R}$$

$$2 \cdot \frac{5h^2 - 5h - 4n + 4 + 5R}{5h-4} = 5R^2$$

$$2 \cdot \frac{1}{x_3} = \frac{8R - 8h}{R(8-5h)} \quad 8R = 5h^2 - 16h + 5h - 5h^2 + 4$$

$$2 \cdot \frac{1}{x_3} = \frac{13n - 10n^2}{R(8-5h)} \quad 13R - x_3 = 9R - \frac{R(8-5h)}{13n - 10n^2}$$

$$2 \cdot \frac{1}{x_3} = \frac{13n - 10n^2}{13n - 10n^2} \quad 13R - x_3 = 9R - \frac{R(8-5h)}{13n - 10n^2}$$



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.

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!