



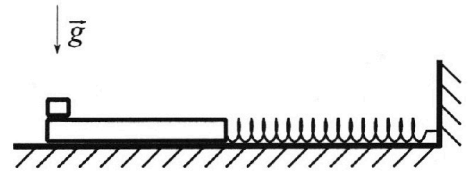
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## 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 брусок массой  $m = 1$  кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью  $k = 50$  Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске  $\mu = 0,3$ . Доску отпускают, она начинает движение, а брусок начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первый раз, относительное движение бруска по доске прекращается. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Число «пи» в расчётах можете считать равным  $\pi \approx 3$ . Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

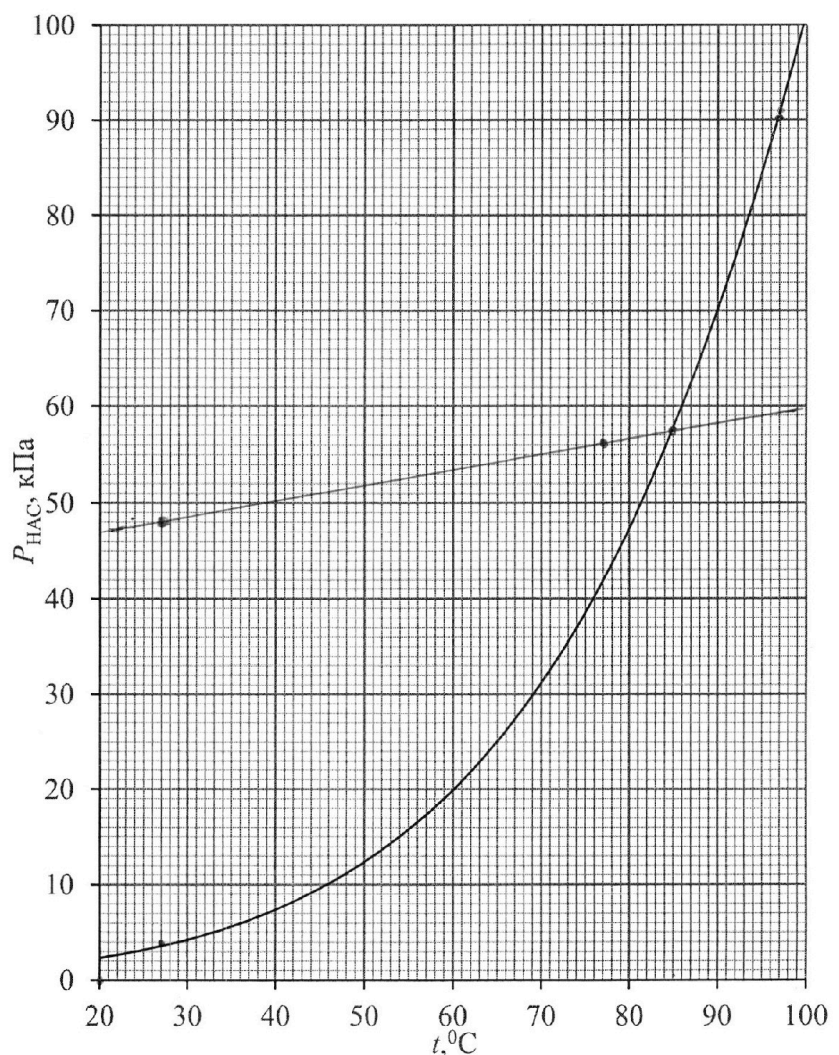


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре  $t_0 = 27$  °С и жидкая вода. Масса жидкой воды в 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры  $t = 97$  °С. В результате вся вода превращается в пар. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти отношение масс пара в конце и в начале нагревания.
- 2) Найти температуру  $t^*$ , при которой прекратится испарение воды.
- 3) Найти относительную влажность  $\phi$  в конце нагревания.

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





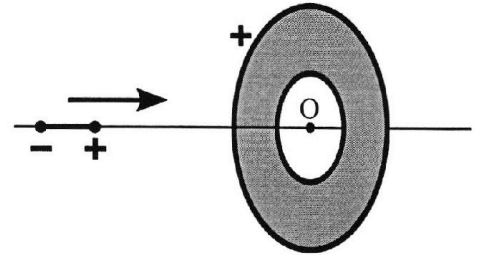
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

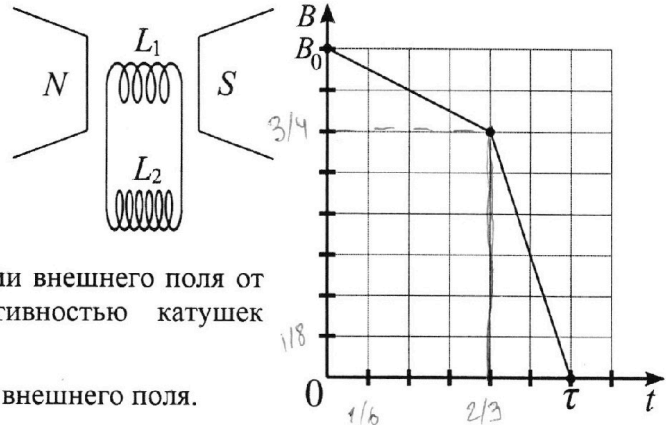


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке  $O$ . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь)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



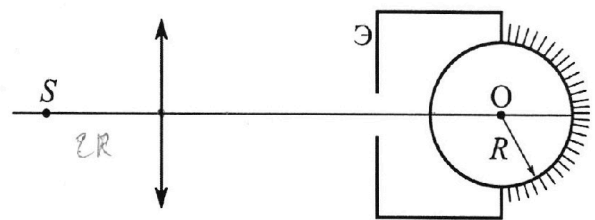
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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**.



СТРАНИЦА

2 из 18

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!

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

$$x = \frac{-\mu g}{k} (M+m) \quad \text{Сжатие в этом}$$

моменте:

$$|\Delta x| = |x| = \frac{\mu g}{k} (M+m)$$

$$2) \quad \dot{y} = \mu g t, \quad \text{м.к.} \quad y(0) = 0.$$

$$M\ddot{x} + kx + \mu mg = 0$$

$$\ddot{x} + \frac{kx}{M} + \frac{\mu mg}{M} = 0 \quad \# \quad \frac{k}{M} \left( x + \frac{\mu g m}{k} \right)$$

$$\frac{d^2}{dt^2} \left( x + \frac{\mu mg}{k} \right) + \frac{k}{M} \left( x + \frac{\mu g m}{k} \right) = 0$$

$$x + \frac{\mu mg}{k} = A \sin(\omega t + \varphi_0), \quad \omega \equiv \sqrt{\frac{k}{M}}$$

В самом начале — амплитудное значение  
 $\Downarrow$

$$x + \frac{\mu mg}{k} = -x_0 \cos \omega t \quad \text{и.д.}$$

$$\dot{x} = x_0 \omega \sin \omega t \Rightarrow \ddot{x} = x_0 \omega^2 \cos \omega t$$





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

СТРАНИЦА

3 ИЗ 10

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!

по условию:

Когда  $x = 0$  (в 1-ый раз)  $\rightarrow t = \frac{\pi}{2\omega}$

$$\dot{x} = \dot{y}$$

$\forall$

$$x_0 \omega \sin \omega t = \mu g t \quad | \quad t = \frac{\pi}{2\omega}$$

$$x_0 \omega \sin\left(\omega \cdot \frac{\pi}{2\omega}\right) = \mu g \cdot \frac{\pi}{2\omega} \Rightarrow x_0 \omega = \frac{\mu g \pi}{2\omega}$$

$$x_0 = \frac{\mu g \pi}{2\omega^2} \quad \leftarrow \text{кар. гер. пух.}$$

Кар. уск:  $F_{y0} - \mu mg = A$

кар. уск:  $\ddot{x}(0) = x_0 \omega^2 \cos 0 = x_0 \omega^2 =$   
 $= \frac{\mu g \pi}{2}$

3)  $\dot{x}\left(\frac{\pi}{2\omega}\right) = x_0 \omega \sin\left(\omega \cdot \frac{\pi}{2\omega}\right) = x_0 \omega =$

$= x_0 \frac{k}{M+m} \quad x = -\frac{\mu g}{k} (M+m) =$

$= -x_0 \cos \omega t_2 - \frac{\mu m g}{k} \Rightarrow \frac{\mu g M}{k} = x_0 \cos \omega t_2$

$\cos \omega t_2 = \frac{\mu g M}{k x_0} = \frac{\mu M g \cdot 2\omega^2}{k \mu g \pi} = \frac{2M\omega^2}{\pi k}$



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

4 ИЗ 8

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!

$$\sin \omega t_2 = \sqrt{1 - \cos^2 \omega t_2} \Rightarrow \dot{x} = x_0 \omega \sin \omega t_2 = \\ = x_0 \omega \sqrt{1 - \cos^2 \omega t_2}$$

$$\text{Ответ: } 1/4 x = \frac{0,3 \cdot 10}{50} \cdot 3 = \frac{0,9}{5} = \frac{9}{50} \text{ м}$$

$$2) \ddot{x}(0) = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 3}{2} = 0,9 \cdot 5 = 4,5 \text{ м/с}^2$$

$$3) \dot{x} \Big|_{\ddot{x}=\ddot{y}} = \frac{\mu g \pi}{2 \omega} \sqrt{1 - \left( \frac{2 M \omega^2}{\pi k} \right)^2}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{M}} = \sqrt{\frac{50}{2}} = 5 \text{ с}^{-1}$$

$$\dot{x} = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 3}{10} \sqrt{1 - \left( \frac{2 \cdot 2 \cdot 25}{3 \cdot 50} \right)^2} =$$

$$= 0,9 \sqrt{1 - \left( \frac{100}{3 \cdot 50} \right)^2} = 0,9 \sqrt{1 - \frac{4}{9}} =$$

$$= 0,9 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} = 0,3 \sqrt{5} \text{ м/с}$$

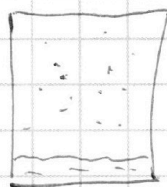


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!



$$V = \text{const}$$

$$t_0 \rightarrow t$$

$$\frac{m_{x0}}{m_{п0}} = 11$$

$$T_0 = t_0 + 273 =$$

$$= 300 \text{ K}$$

$$p_{\text{нас}}^{(0)} \approx 4 \text{ кПа (из графа)}$$

1) В процессе все испаряется  $\rightarrow$  в пар

$$m_{\text{п}} = m_{x0} + m_{п0}$$

$$\frac{m_{\text{п}}}{m_{п0}} = \frac{m_{x0} + m_{п0}}{m_{п0}} = \frac{m_{x0}}{m_{п0}} + 1 = 11 + 1 = 12$$

2) Объемом жидк. представляем:

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

все тоже верно...

При некоторой  $T^*$

$$m^* = m_{п0} + m_{x0}$$

$$A \text{ вначале: } p_{\text{нас}}(t_0) V = \frac{m_{п0}}{\mu} R T_0$$

$$\frac{p_{\text{нас}}^{(*)}}{p_{\text{нас}}^{(0)}} = \frac{m^*}{m_{п0}} \cdot \frac{T^*}{T_0}$$

$$T^* = \frac{T_0 m_{п0}}{m_{п0} + m_{x0}} \cdot \frac{p_{\text{нас}}^{(*)}}{p_{\text{нас}}^{(0)}} = \frac{T_0}{1+11} \cdot \frac{p_{\text{нас}}^{(*)}}{p_{\text{нас}}^{(0)}} \approx$$

$$\approx \frac{300 \text{ K}}{12} \cdot \frac{p_{\text{нас}}^{(*)}}{4 \text{ кПа}} \approx \frac{25 \text{ K}}{4 \text{ кПа}} p_{\text{нас}}^{(*)} - \text{строим.}$$



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

5 ИЗ 12

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!

$$2) pV = \frac{m}{\mu} RT$$

всё исп.

$$\text{при } T = T^*$$

$$m^* = m_{\text{по}} + m_{\text{хо}}$$

Записываем где  $T = T_0$

$$p_{\text{нас}}(T_0) V = \frac{m_{\text{по}}}{\mu} RT_0$$

$$p_{\text{нас}}(T^*) V = \frac{m_{\text{по}} + m_{\text{хо}}}{\mu} RT^*$$

↓

$$\frac{p(T_0)}{p(T^*)} = \frac{m_{\text{по}} T_0}{(m_{\text{по}} + m_{\text{хо}}) T^*} = \frac{T_0}{12 T^*}$$

↓

$$p_{\text{нас}}(T^*) = p_{\text{нас}}(T_0) \cdot \frac{12 T^*}{T_0} =$$

$$= \frac{4}{25} T^*$$

строим эту зависимость  
(линейную) на графике  
по 2-м точкам.

$$p_{\text{нас}}(300\text{K}) = \frac{4}{25} \cdot 300 = 48 \text{ кПа}$$

$$p_{\text{нас}}(350\text{K}) = \frac{4}{25} \cdot 350 = 56 \text{ кПа}$$





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

СТРАНИЦА  
6 ИЗ 18

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!

Точка пересечения линейной функции  
с  $p_{\text{нас}}(T)$  — это точка  $T^*$

$$p(T^*) = (57 \pm 1) \text{ кПа}$$

Из графика ~~на графике~~  $T^* \approx 85^\circ\text{C}$

$$3) \varphi \equiv \frac{p(T)}{p_{\text{нас}}(T)}; \quad p_{\text{нас}}(T) \stackrel{\text{из чер.}}{=} (97 \pm 1) \text{ кПа}$$

После  $T^*$  каплю идёт пар  
постоянной массы,  $\Rightarrow$  применяем 3-й  
закон сохранения энергии

$$\frac{p}{T} = \text{const} \Rightarrow \frac{p(T^*)}{T^*} = \frac{p(T)}{T}$$

$$T = 97 + 273 = 370 \text{ K}$$

$$p(T) = \frac{T}{T^*} p(T^*) = \frac{T}{T^*} p_{\text{нас}}(T^*) =$$

$$= \frac{370}{368} \cdot 57 \Rightarrow \varphi = \frac{370 \cdot 57}{368 \cdot 97} \approx 0,637$$

Ответ: 1) 12 ; 2)  $85^\circ\text{C}$  ; 3)  $\varphi \approx 63,7\%$



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

7 ИЗ 18

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

1) При нахождении <sup>центра</sup> диполя центр диска его потенциал 0. ( $\varphi q + (-q)\varphi = 0$ ).

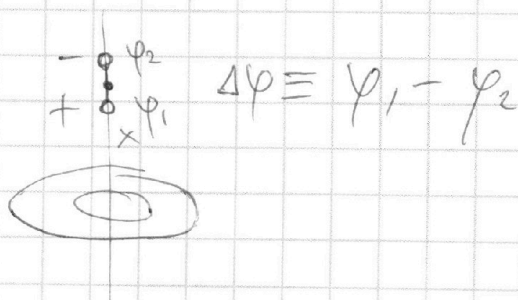
Значит, его энергия тоже 0 (потенциальная).

ЗСЭ даёт то, что скорость останется  $V_0$ .

2) Пусть на некотором расстоянии  $x$  от центра диска  $y$  диполя (первонач.) была максимальная потенц. энергия.

За неё отвечает разность потенциалов  $\Delta\varphi$ , создаваемых диском на концах диполя. Энергия диполя (потенц.)

$U = q \Delta\varphi$ , где  $q$  — заряд одного шарика.





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**.

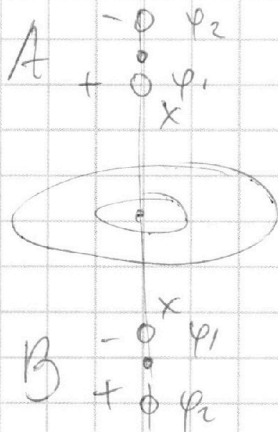
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА 8 ИЗ 8

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!

Разность  $\Delta\varphi$  не зависит от радиусов шариков и определ. лишь диском. Значит максимум и - это максимум  $\Delta\varphi$ .

Сформируем выходящие на симметричную точку. Из симметрии  $\Delta\varphi \equiv \varphi_1 - \varphi_2$  будет



одинак, и значит максимальным.

ко в точке B энергия будет уже  $U = -q\Delta\varphi$ .

$$\Delta\varphi = \max \Rightarrow U = \min_{\Delta\varphi} \quad K = \max$$

$$K_{\max} - K_{\min} = \frac{m}{2} (v_{\max}^2 - v_{\min}^2) = K_0 - U_{\min} -$$

$$- (K_0 - U_{\max}) = U_{\max} - U_{\min} =$$

$$= q\Delta\varphi - (-q\Delta\varphi) = 2q\Delta\varphi$$

с исходным условием:  $v_{\min} = 0$ ,

$$K_0 = U_{\max} = q\Delta\varphi = \frac{m}{2} v_0^2$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
9 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!

с "узким" галом  $q_2 = \frac{q}{2}$

$$\frac{m}{2} (v_{\max}^2 - v_{\min}^2) = 2 \cdot \frac{q}{2} \Delta \varphi = q \Delta \varphi =$$

$$= \frac{m}{2} v_0^2 \Rightarrow v_0^2 = (v_{\max} - v_{\min})(v_{\max} + v_{\min})$$

ЗПЗ:

$$K_0 = K_{\max} + U_{\min} \Rightarrow K_{\max} = K_0 - U_{\min} =$$

$$= \frac{m v_0^2}{2} + q_2 \Delta \varphi = \frac{m v_0^2}{2} + \frac{m v_0^2}{4} =$$

$$= \frac{3}{4} m v_0^2 = \frac{m}{2} v_{\max}^2 \Rightarrow v_{\max} = v_0 \sqrt{\frac{3}{2}}$$

$$K_0 = K_{\min} + U_{\max} \Rightarrow K_{\min} = \frac{m v_0^2}{2} - \frac{m v_0^2}{4} =$$

$$= \frac{m v_0^2}{4} = \frac{m}{2} v_{\min}^2 \Rightarrow v_{\min} = v_0 \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\Delta v \equiv v_{\max} - v_{\min} = v_0 \left( \frac{3}{\sqrt{2}} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) =$$

$$= v_0 \sqrt{2}$$

Ответ: 1)  $v = v_0$

2)  $\Delta v = v_0 \sqrt{2}$





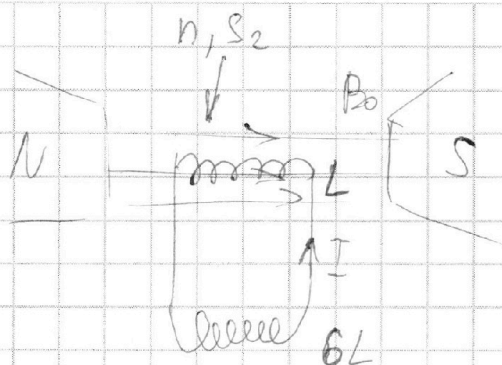
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  
☐2  
☐3  
☐4  
☒5  
☐6  
☐7  
☐

СТРАНИЦА

10 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!



Классический:

$$L_1 \frac{dI_1}{dt} + L_2 \frac{dI_2}{dt} + \dots = 0$$

$$\sum_i \Phi_i = \text{const}$$

Из катушек можно составить замкнутую контур  $\Rightarrow$  работает закон сохранения магн. потока, производящего катушки.

$$\Phi_{\text{общ}} = \text{const} = B_0 n S_2$$

1) После включения поле течёт ток

$$I_0 : L I_0 + 6L I_0 = \Phi = B_0 n S_2$$

$$I_0 = \frac{B_0 n S_2}{7L}$$

2) произв. момент времени:

$$L I + 6L I + B S_2 n = \Phi = B_0 n S_2$$

$$7L I = n S_2 (B_0 - B)$$

$$I = \frac{dq}{dt} = \frac{n S_2 (B_0 - B)}{7L} \Rightarrow \Delta q = \frac{n S_2 B_0 \tau}{7L} - \frac{n S_2}{7L} \int_0^{\tau} B dt$$



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  
11 ИЗ 11

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!

$$\int_0^{\tau} B dt = \text{площадь под } B(t)$$

считаем:

$$\int_0^{\tau} B dt = \cancel{\frac{1}{2} B_0 \tau} + \frac{1}{2} \cdot \frac{B_0}{4} \cdot \frac{2\tau}{3} + \cancel{\frac{3}{4} \cdot \frac{2}{3} \tau B_0} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\tau}{3} \cdot \frac{3}{4} B_0 = \tau B_0 \left( \frac{1}{12} + \frac{1}{2} + \frac{1}{8} \right) =$$

$$= \frac{2 + 12 + 3}{24} B_0 \tau = \frac{17}{24} \tau B_0$$

$$\Delta q = \frac{n S_2 B_0 \tau}{7L} - \frac{n S_2}{7L} \cdot \frac{17}{24} B_0 \tau =$$

$$= \frac{7}{24} B_0 \tau \cdot \frac{n S_2}{7L} = \frac{B_0 \tau n S_2}{24L}$$

Ответ:  $I_0 = \frac{B_0 n S_2}{7L}$ ;  $\Delta q = \frac{B_0 \tau n S_2}{24L}$

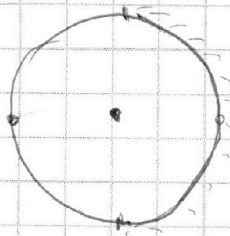


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА  
13 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!



$$+ \frac{2}{R} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

если  $v = 2R$ , то  $\frac{1}{u} = + \frac{2}{R} - \frac{1}{2R}$

$$= \frac{1}{R} \left( 2 - \frac{1}{2} \right) = \frac{3}{2R} \Rightarrow u = \frac{2R}{3}$$

1) Раз условие выполняется при любых показателях преломления, значит явление преломления должно отсутствовать, ибо оно было бы как результат, поскольку зависит от показателя.

2 вариант: либо изобр. от линзы находится на фокусе, либо лучи падают на шар  $\perp$  кас-кой (по радиусу).

1-ый вариант не подходит, т.к. сферич. зеркало даст изобр. на расст.  $\frac{2R}{3}$  от зеркала и картинка будет



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"/> |

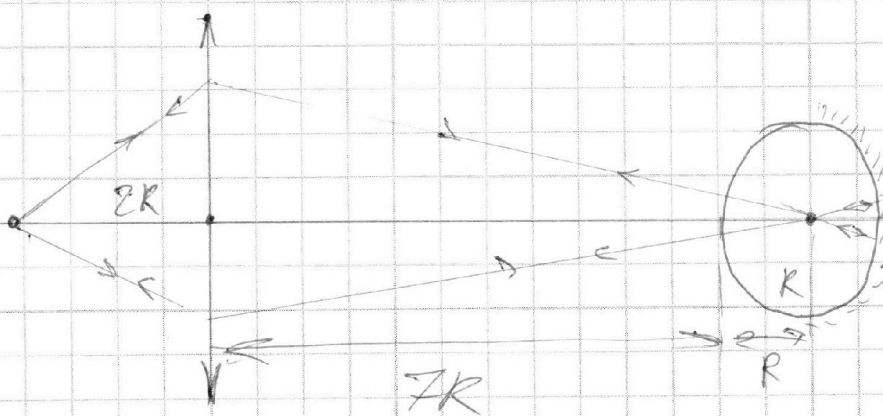
СТРАНИЦА

12 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!

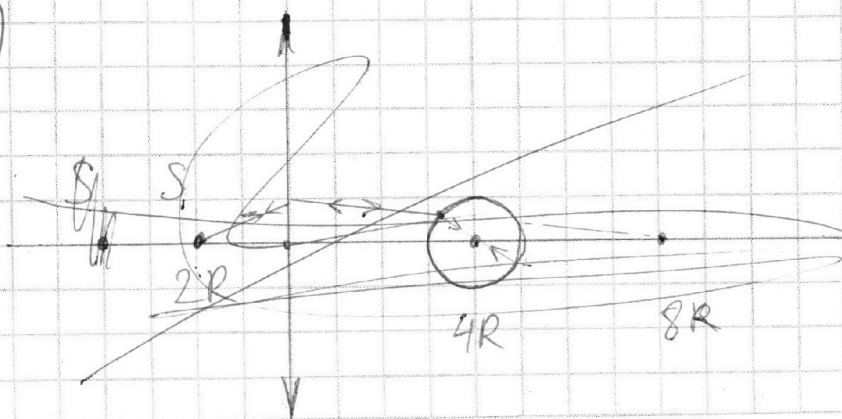
картинки являются предположениями.

Во втором случае изображение в зеркале переходит в само себя (в источник), а значит лучи просто пойдут обратно по ~~симметричным~~ ~~путям~~ тому же пути.



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

2)







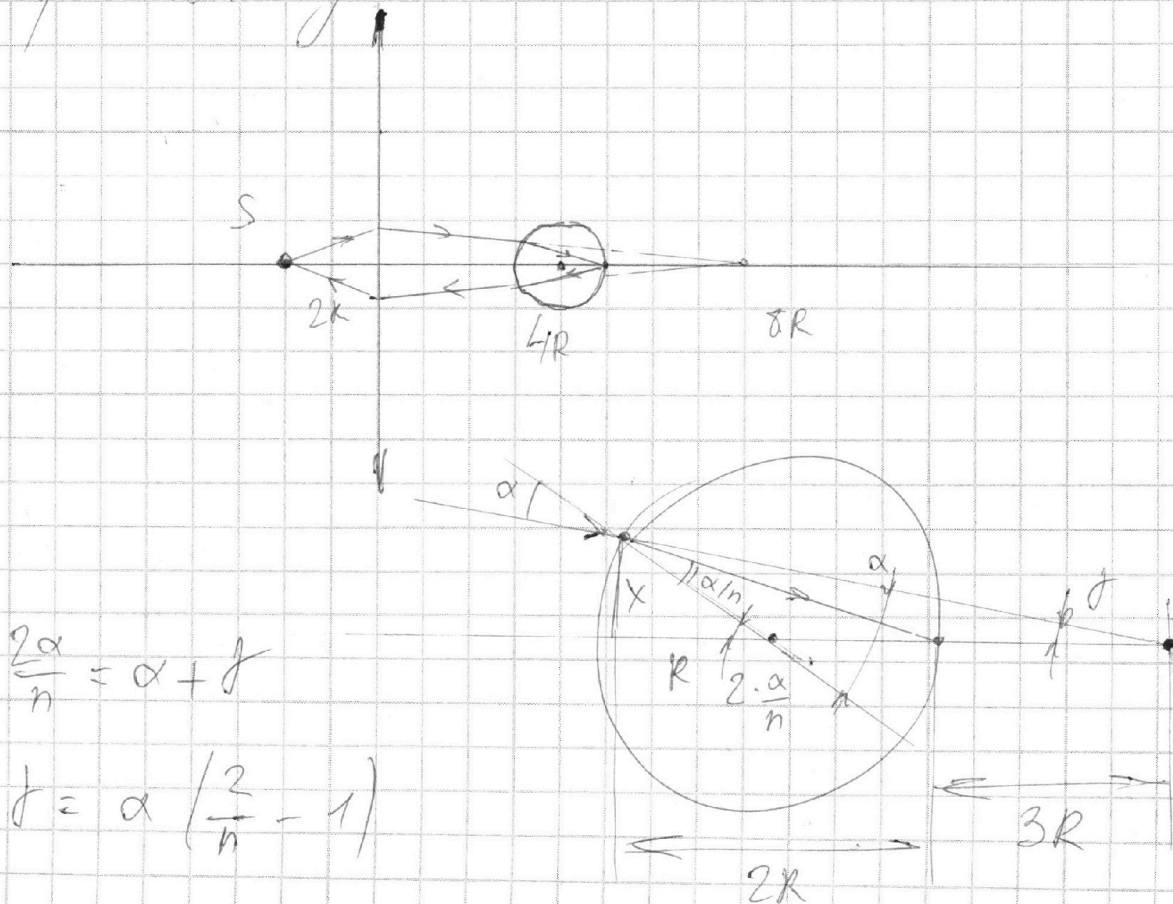
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
14 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!

Чтобы отразить "обернуть" ход  
лучей необходимо, чтобы после преломления  
в шаре лучи вновь фокусировались в  
его центре (зеркало отразит их в центр).  
фокусировались в той задней точке  
шара. Тогда зеркало отправит их  
назад не по тем же, но по симме-  
тричному пути.





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  
15 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!

$$X = \frac{2\alpha}{n} R = 5R \delta = 5R \cdot \left( \frac{2}{n} - 1 \right)$$

$$\frac{2}{n} = \frac{10}{n} - 5 \Rightarrow 5 = \frac{8}{n} \Rightarrow n = \frac{8}{5}$$

Ответ:

$$1) F = \frac{8R}{5} ; 2) n = \frac{8}{5}$$



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!

2) Объемом жидкостей пренебрегаем.  
тогда воздух (сухой) ведет себя как  
идеальный газ в изохорном процессе:

$$p_{\text{воз}} \frac{V_{\text{воз}}}{T} = \text{const}$$

где  $p_{\text{воз}}$  паров воды

$$p_{\text{кв}} V = \frac{m_{\text{п}}}{\mu} RT$$

где составили

$$\frac{p_{\text{воз}0}}{T_0} = \frac{p_{\text{воз}*}}{T_*}$$

$$\frac{p_{\text{кв}}^{(0)}}{p_{\text{кв}}^{(*)}} = \frac{m_{\text{п}0} T_0}{(m_{\text{п}0} + m_{\text{кв}}) T_*}$$

3-й закон

$$p = p_{\text{воз}} + p_{\text{кв}}$$

$$\begin{array}{r} 2109 \\ - 1530 \\ \hline 6390 \\ - 6120 \\ \hline 2700 \end{array} \quad \begin{array}{r} 765 \\ 2,864 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4700 \\ 4690 \\ \hline 2900 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 85 + 273 = \\ \times 37 \\ \hline 259 \\ 785 \\ \hline 2109 \end{array} \quad \begin{array}{r} 368 \\ \times 9 \\ \hline 3312 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 21090 \\ - 19872 \\ \hline 12180 \\ - 8836 \\ \hline 22940 \\ - 19872 \\ \hline 24680 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 21090 \\ - 19872 \\ \hline 12180 \\ - 8836 \\ \hline 22940 \\ - 19872 \\ \hline 24680 \end{array}$$



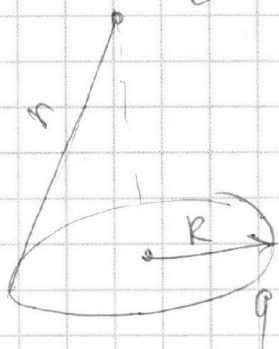
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!

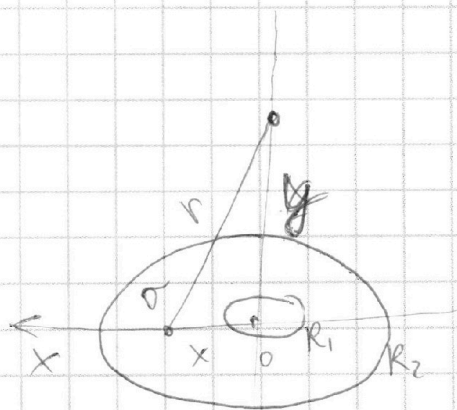
Потенциал электр. с кольцом:  
(точкой)



$$\varphi = \sum_i \frac{k dq_i}{r} = \frac{kq}{r}$$

на оси  $r_{\min} = R$

$$\varphi_{\max} = \frac{kq}{R}$$



$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$dq = \sigma \cdot 2\pi x dx$$

$$\varphi = \int \frac{k dq}{r} = \int_{R_1}^{R_2} \frac{k \sigma \cdot 2\pi x dx}{\sqrt{x^2 + y^2}} =$$

$$= \frac{2\pi k \sigma}{2} \int_{R_1}^{R_2} \frac{d(x^2 + y^2)}{\sqrt{x^2 + y^2}} = 2\pi k \sigma \sqrt{x^2 + y^2} \Big|_{R_1}^{R_2} =$$

$$= 2\pi k \sigma (\sqrt{R_2^2 + y^2} - \sqrt{R_1^2 + y^2})$$

Далее будем считать  $R_1 = 0$ .

Его



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!

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!