



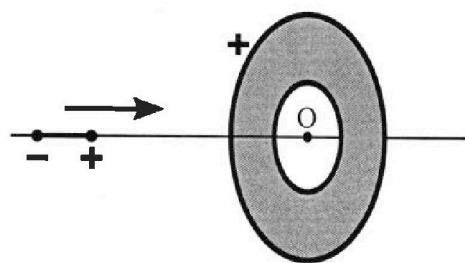
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**



**Вариант 11-02**

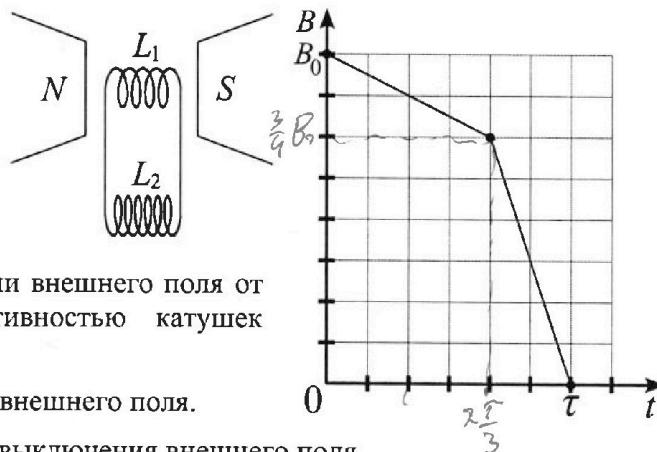
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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  $V_0$ .



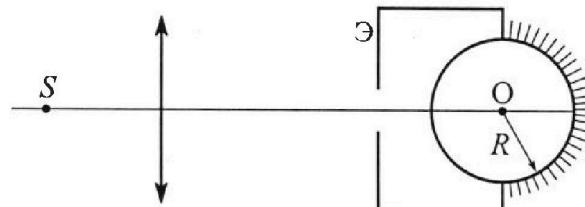
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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.

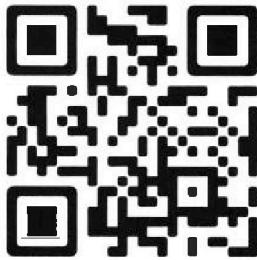


- 1) Найти фокусное расстояние линзы  $F$ .

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.

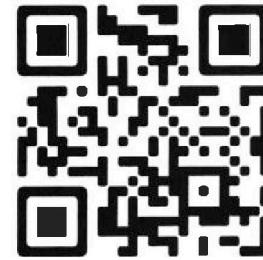
- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

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



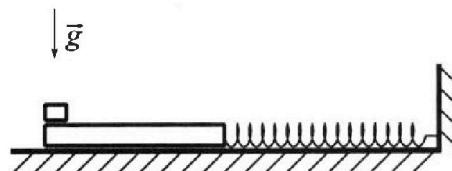
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## 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. 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 первого 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.

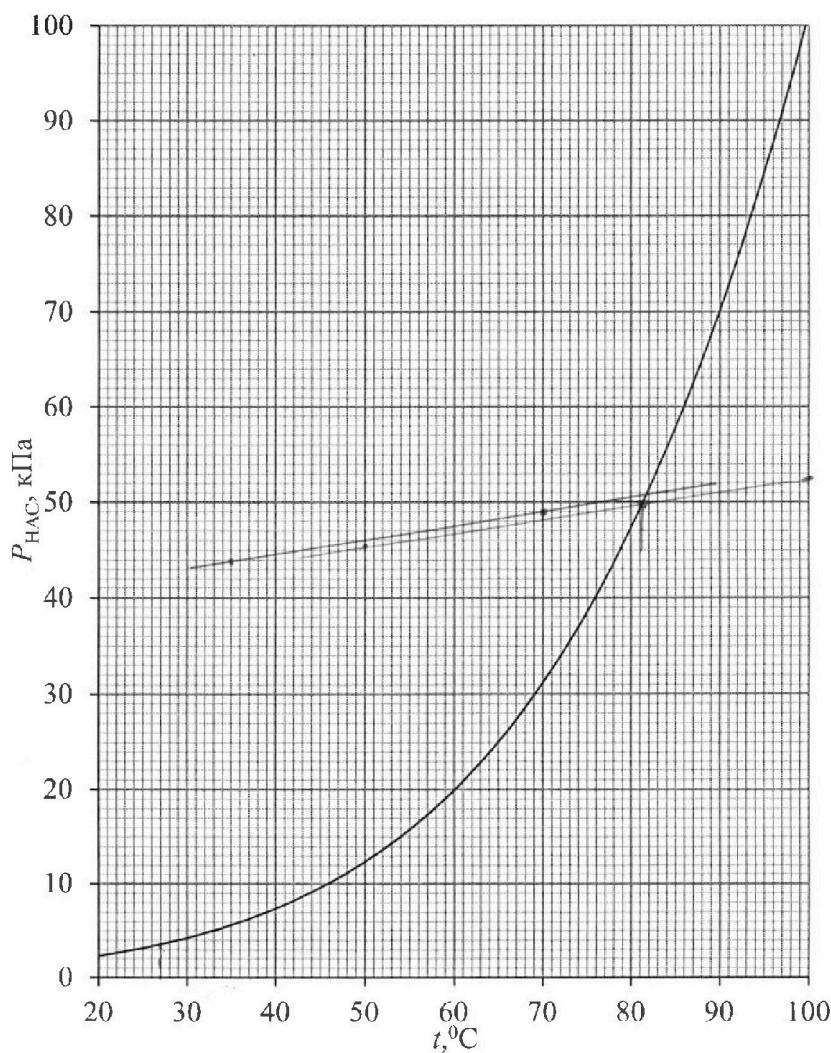


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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





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

1

2

3

4

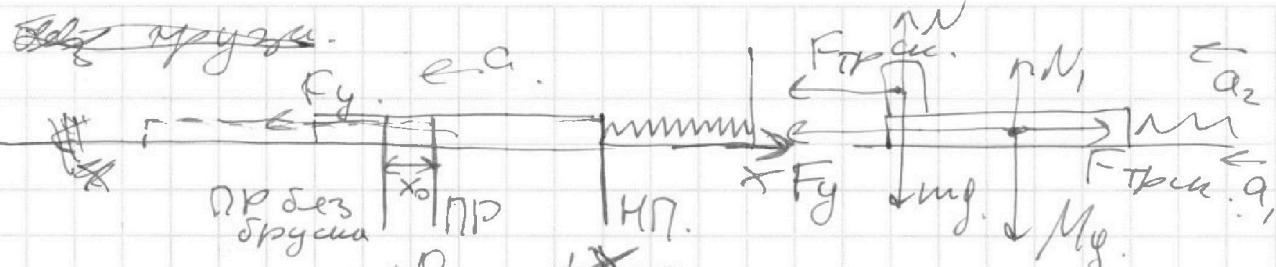
5

6

7

СТРАНИЦА  
1 из 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!



$$m a_2 = M N \frac{\partial}{\partial x} N = m g$$

$$m a_2 = m g \Rightarrow a_2 = g = \text{const.}$$

$$M a_1 = F_y - F_{\text{тр сж}} \quad ; \quad F_y = k(x + x_0)$$

Из нач. равновесия сме сдвоим

из-за F<sub>тр</sub> и.

$$\text{Для узл: } Ma_1 = F_y - F_{\text{тр сж}} \Rightarrow x = 0.$$

$$\text{С узл: } Ma_1 = F_y - F_{\text{тр сж}} = 0 \Rightarrow k x = m g.$$

$$Ma_{1x} = -k(x + \frac{m g}{k}) + F_{\text{тр сж}} m g.$$

~~Ma<sub>1x</sub> = -k(x + x<sub>0</sub>) + F<sub>тр сж</sub>~~

$$M x'' = -kx \quad x'' = -\left(\frac{k}{M}\right)x \quad \begin{array}{l} \text{решени} \\ \text{в син} \\ \text{в виде} \end{array}$$

$$\text{Чис } t=0. \quad x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$\omega = 0. \quad v = -A \omega \cdot \sin(\omega t + \varphi_0) = 0.$$

$$x = x_{\text{норм.}}$$

$$x_{\text{норм.}} = A \cdot \cos(0)$$

$$A = x_{\text{норм.}}$$

согласовано.

$$x = x_{\text{норм.}} \cdot \cos \omega t$$

$$\sin \omega t + \varphi_0 = 0.$$

$$\varphi_0 = 0.$$



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!

$$1. \alpha_{\text{ст}} = 0 \Rightarrow a_1 = a_2$$

$$M a_1 = k(x + \frac{m g}{K}) - m g = kx$$

$$\alpha_2 = \mu g \quad M g = kx \quad x = \frac{M g}{k}$$

$$\Delta x = x + x_0 = \frac{M g}{k} + \frac{m g}{K} = \frac{M(M+m)g}{K}$$

$$\Delta x = \frac{0,3 \cdot (2+17) \cdot 10}{50} = \frac{0,9}{5} = \frac{18}{10} = 0,18 \text{ м.}$$

$$2. t = 0.$$

$$a_x = x'' = -A \omega^2 \cdot \cos \omega t = -A \omega^2$$

$$a = A \omega^2 = x_{\text{max}} \cdot \frac{k}{M} = \mu \frac{M g}{M}$$

$\Delta x_{\text{ макс}}$  такое, что при  $a_x = 0$   $\vartheta_{\text{бр}} = \vartheta_{\text{ макс}}$

$$\vartheta_{\text{бр}} = a_2 \cdot t \quad \vartheta_{\text{ макс}} = A \omega \cdot \sin \omega t$$

$$a = 0 \Rightarrow a_x = -A \omega^2 \cdot \cos \omega t = 0$$

$$\cos \omega t = 0$$

$$\vartheta_{\text{ макс}} = A \omega \leftarrow \omega t = \frac{\pi}{2}$$

$$\mu g \frac{T}{2 \omega} = A \omega$$

$$t = \frac{\pi}{2 \omega}$$

$$x_{\text{ макс}} = \frac{\pi M g}{2 \omega} = \frac{\pi \mu g \cdot M}{2 \cdot k} = \frac{3 \cdot 0,3 \cdot 10 \cdot K}{2 \cdot 50} = 0,18 \text{ м}$$

$$a = \frac{x_{\text{ макс}}}{T} = 0,18 \cdot \frac{50}{2} = 4,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$3. \vartheta_{\text{ макс}} при \alpha_{\text{ст}} = 0.$$

$$\vartheta = x_{\text{ макс}} \cdot \frac{K}{M} \cdot \sin \omega t =$$

$$M g = x_{\text{ макс}} \cdot \cos \omega t$$

~~$$\cos \omega t = \frac{2}{3}$$~~

~~$$\sin \omega t = \frac{\sqrt{5}}{3}$$~~



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!

$$3. a = \mu g = x_{\text{кос}} \cdot \frac{k}{m} \cdot \cos \omega t$$

$$\cos \omega t = \frac{\mu g m}{k x_{\text{кос}}} = \frac{\mu g m \cdot 2\pi}{k \cdot \pi \cdot \mu g m} = \frac{2}{\pi} \approx \frac{2}{3}$$

$$\sin \omega t = \sqrt{1 - \cos^2 \omega t} = \frac{\sqrt{5}}{3}$$

$$U = 0,18 \cdot \frac{\sqrt{50}}{2} \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} = 0,06 \cdot 5 \cdot \sqrt{5} = 0,3 \sqrt{5} \frac{M}{C}$$

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



1      2      3      4      5      6      7

СТРАНИЦА  
1 из 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!

$$T_0 = 300 \text{ K}, T_2 = 370 \text{ K}$$

в нач. момента, пар + вода в равновесии  $\Rightarrow$  одна масса

1. вся влага чувствует в центре

$$\text{множ} + \text{мв} = 12 \text{ множ}$$

$$12 \text{ K} = \frac{\text{мн}}{\text{мн} + \text{мв}} = \frac{\text{мн}}{\text{мн} + \text{мв}} = \frac{12 \text{ мн}}{\text{мн} + \text{мв}} = 12$$

2. изменяется  $\Rightarrow$  масса влаги

$$\text{было } \left\{ \rho_{\text{паро}} \cdot V = D_0 RT_0 \right. \quad \left( D_0 = \frac{\text{мн}}{V} \right)$$

$$\text{стало } \left\{ \rho_{\text{пар}} V = 12 D_0 RT_2 \right. \quad \left( D_0 = \frac{\text{мн}}{V} \right)$$

$$\frac{\rho_{\text{пар}}}{\rho_{\text{паро}}} = \frac{12 T}{T_0} \quad \text{при } T_0 = 300 \text{ K}$$

$$t_0 = 22^\circ \text{C}$$

$$T = \left( \frac{T_0}{\rho_{\text{паро}} \cdot 12} \right) = \frac{1}{k} T_0 \text{ K, } k = \text{const} \quad \rho_{\text{паро}} = 35 \text{ kPa}$$

$$D = \frac{300 \text{ K}}{3,5 \cdot 12 \text{ kPa} \cdot \rho_{\text{паро}}} \quad \text{постоянство}$$

$$T = \frac{50 \text{ K}}{k} \quad T = k \cdot \rho_{\text{пар}} - \text{п.ч. парообраз.}$$

$$k = \frac{T_0}{\rho_{\text{паро}} \cdot 12} = \frac{300}{35 \cdot 12} = \frac{50 \text{ K}}{2 \text{ kPa}} \quad \text{п.ч. парообраз.}$$

$$t = \frac{1}{k} \rho_{\text{пар}} - 273 \quad k = \frac{2 \text{ kPa}}{50 \text{ K}}$$

$$\rho_{\text{пар}} = k t + 273 \text{ K} \quad t = 30^\circ \text{C}$$

строим график. по

$$\rho_{\text{пар}} = 7 + \frac{223 \cdot 2}{50}$$

$$\rho_{\text{пар}} = 45,22 \text{ kPa}$$



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"/> |

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!

напишите выражение  
заряда в г.

$$(t = 81^\circ\text{C})$$

$$\text{сум} t = 100^\circ\text{C}$$

$$\text{расч} = 14 + 36,28 = 52,28 \text{ кг}$$

$$3. \varphi = \frac{p_n}{p_{\text{атм}}}$$

$$p_n \cdot V = 18 \text{ доВ} \cdot kT_K$$

$$\text{расч сум} t = 82^\circ \text{ Ватм} V = V_0 kT_0$$

$$p_{\text{расч}} = 91 \text{ кПа.} \quad \frac{p_n}{p_{\text{расч}}} = \frac{12 T_K}{T_0}$$

$$p_n = \frac{12 T_K}{T_0} \cdot p_{\text{расч}}$$

$$\varphi = \frac{12 \cdot T_0 p_{\text{расч}}}{T_K p_{\text{расч}}} = \frac{12 \cdot 320 \cdot 35}{30 \cdot 91} = \frac{637}{13} = \frac{37}{5}$$

$$\varphi = \frac{37}{65}$$

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.

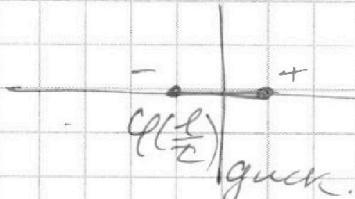


- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

СТРАНИЦА  
1 из 1

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

1.6. симметрия



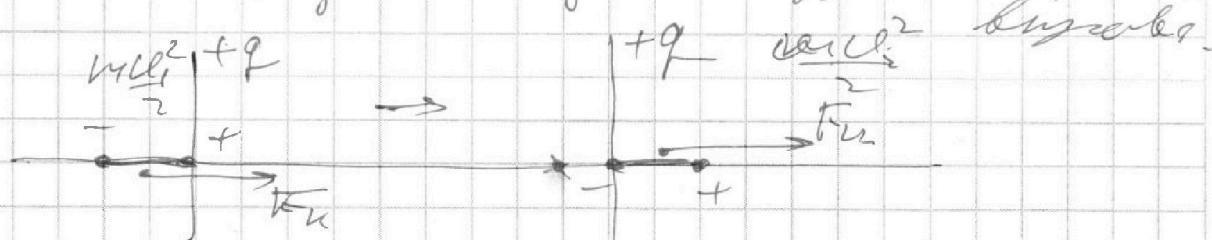
$$E_{kin} = \frac{m v^2}{2} + Q \cdot \varphi\left(\frac{l}{2}\right) - Q \cdot \varphi\left(\frac{l}{2}\right) = \frac{m v^2}{2}$$

$$\textcircled{v} = v_0$$

Числ. равнод -  $v_0$

2. при ускорении он всё время уходит

т. к.  $F_k$  для - и для + будет всё бы



он может не уходить.

$$E_{kin} = \frac{m v_1^2}{2} - Q \varphi(l) + Q \cdot \varphi_{max} \geq \frac{m v_0^2}{2}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} \geq \frac{m v_1^2}{2} - Q \varphi(l) + Q \cdot \varphi_{max}$$

если  $v_0$  не сущ.  $\varphi_{max} = Q / 2$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} - \frac{Q_0 \varphi(l)}{2} + \frac{Q_0}{2} \cdot \varphi_{max}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_0^2}{42}$$

$$v_1 = \frac{v_0}{\sqrt{2}} = \frac{v_0 \sqrt{2}}{2} \rightarrow v = \frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt{2}} v_0$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_0^2}{42} \quad v_2 = \sqrt{\frac{3}{2}} v_0 = \frac{16}{2} v_0$$

I-



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!

$L_1 = L$   $B$  магнит с  $\vec{B} \rightarrow$  возникает  
 $L_2 = 6L$   $\vec{B}$   $E_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(B \cdot S_{in})}{dt}$   
 $E_{si} = -L_{os} \frac{dI}{dt}$   $L_{os} = L_1 + L_2 = 7L$   
 $E_{si} = -E_i \rightarrow I_{os} = 7L \cdot \frac{dI}{dt} = S_{in} \frac{d\Phi}{dt}$   
 $dI = -\frac{S_{in}}{7L} \cdot d\Phi$   
 $I_o = \frac{S_{in}}{7L} \cdot B_o$   
 $\int dI = \int -\frac{S_{in}}{7L} dB \quad I = \frac{S_{in}}{7L} (B_o - B)$   
 $\frac{dq}{dt} = \frac{S_{in}}{7L} (B_o - B)$   
 $q = \int \frac{S_{in} B_o dt}{7L} + \int \frac{S_{in} B dt}{7L}$   $\text{член из}$   
 $\frac{S_{in} B_o T}{7L} + \frac{17}{24} B_o \cdot T \cdot \frac{S_{in}}{7L}$   $\text{член из}$   
 $q = \frac{S_{in} B_o T}{7L} - \frac{17}{24} \frac{S_{in} B_o T}{7L} = \frac{7}{24} \frac{S_{in} B_o T}{7L} + \frac{S_{in} B_o T}{24L}$

I-



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

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!

~~не разрешается~~  $E_0$  и после удаления  
~~одинакового~~  $= \frac{E}{2}$

$$\cancel{\frac{mv^2}{2} = \frac{E}{2}} = \frac{E_0}{4} \quad \cancel{\frac{mv^2}{2} = \frac{E_0}{2} - \frac{2E_0}{2(2\pi r)^2}} = \frac{E_0}{2}$$

$$\cancel{\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2 \cdot 4}} \quad (v = \frac{v_0}{2})$$

$$\cancel{\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv^2}{2}} = \frac{E}{2} = \frac{E_0}{4}$$

$$\cancel{\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv^2}{2}} = \frac{mv_0^2}{2 \cdot 4} \quad \cancel{v_0^2 - v^2 = \frac{v_0^2}{4}}$$

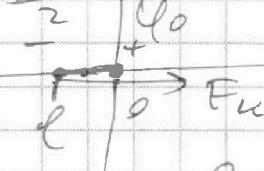
$$v^2 = \frac{3}{4} v_0^2$$

$$v = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$$

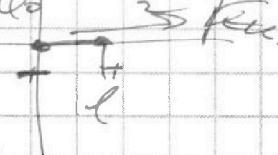
Желаемые

значения будем разговаривать

$\frac{mv^2}{2}$  диски.



$\frac{mv_0^2}{2}$



$$\Delta V = V_2 - V_1$$

изменение потенциальной энергии

$$\text{от т.д. } Q_e = \epsilon E$$

$$g_{\text{вн}} + Q - \cancel{Q_e} = E = Q Q_e$$

$$g_{\text{вн}} - Q - E = -Q Q_e$$

~~$\frac{mv^2}{2}$  и  $Q_e$~~

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + Q \cdot \varphi_{\max} - Q \cdot Q_e \quad \left. \right\} +$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} - Q \cdot \varphi_{\max} + Q \cdot Q_e \quad \left. \right\}$$

$$mv_0^2 = \frac{m(v_1^2 + v_2^2)}{2} \quad v_1^2 + v_2^2 = 2v_0^2$$



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

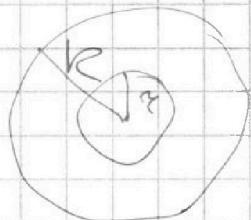
1 из 2

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!

Чему равна токами в колцах?

$$d\varphi = \frac{\kappa dq}{\sqrt{R^2 + L^2}}$$

$$\varphi = \frac{\kappa q}{\sqrt{R^2 + L^2}}$$



Чему равен ток при  $L = 0$  (об р. О)

$$\varphi_{max} = \frac{\kappa q}{R}$$

разбивая грани ось колец.

$$d\varphi = \frac{\kappa dq}{R_x} \quad \varphi_{max} = \frac{\kappa q \cdot (2\pi R_x) \cdot dR_x}{R_x (\pi R^2 - \pi r^2)}$$

$$\varphi_{max} = \frac{2\kappa q}{R+r}$$

+ Q может не проходить, т. к.

если это останется.

Для центральной ячейки  $E = \frac{2\kappa q \cdot Q}{(R+r)^2}$

- Q в V лучше не ложить ( $E$  не падает)  
(стакана ускоряется, после чего она  
запедляет) (она одна симметрична)

• чтобы уменьшить:  $\frac{(R+r)^2 - \text{под} V^2}{2} = E = \frac{2\kappa q \cdot Q}{R+r}$

$V_0 - \min \Rightarrow$  посредине ячейки  $V_0 = 0$ .

1. Заряды в 2 ячейке недоступны

$$E = \frac{\kappa q Q}{R+r} = \frac{E_0}{2}$$



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.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

$$Mx'' = -kx + \text{имп.}$$

~~$Mg'' =$~~

$$y = \frac{k}{m}(x + \frac{\text{имп.}}{k})$$

$$y'' = x''$$

~~$y'' = \frac{k}{m}y (x+1 = y)$~~

~~$y' = -\frac{k}{m}y$~~

~~$y'' = -\frac{k}{m}y^2$~~

$$My'' = -ky.$$

$$y'' = -\frac{k}{m}y$$

решение с в1. вида:

$$y = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0) + \frac{\text{имп.}}{k}$$

$$\cos \varphi_0 = \frac{x_0 + \frac{\text{имп.}}{k}}{A}$$

$$x_0 = x_0 \cdot \cos \varphi_0 + \frac{\text{имп.}}{k}$$

$$x' = -A\omega \sin(\omega t + \varphi_0)$$

~~$\cos \varphi_0 = \frac{\text{имп.}}{k \cdot (x_0^2)}$~~

$$a = x'' = -A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi_0)$$

~~$\text{имп. } t=0$~~

$$a = -\frac{k}{m} \omega^2 \cdot (1 - \frac{\text{имп.}}{k x_0}) = \frac{k x_0}{m} = \frac{\text{имп.}}{M}$$

~~$-A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi_0) = 0,$~~

$$x_0 \cdot \cos(\omega t + \varphi_0) = x_1$$

~~$x_0 \cdot \cos(\omega t + \varphi_0) = 0,$~~

$$x_0 \frac{k}{m} \sin(\omega t + \varphi_0) = 0 = -x_0 \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \sqrt{1 - \frac{x_1^2}{x_0^2}}$$

$$a = 0 \quad \cos(\omega t + \varphi_0) = 0 \quad (t = \frac{\pi}{2\omega}, \frac{3\pi}{2\omega}, \dots)$$

$$\omega t + \varphi_0 = \frac{\pi}{2}$$

$$a_2 \cdot t = x_0 \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \sin(\omega t + \varphi_0) = x_0 \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \frac{\pi}{2}$$

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

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

СТРАНИЦА  
ИЗ

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



Задача 3

изменяется магнитное поле.

$$\text{изменение } \mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{dB \cdot S}{dt}$$

$$\mathcal{E}_i = nS_i \left( -\frac{dB}{dt} \right)$$

$$\mathcal{E}_{si} = +L \frac{dT}{dt} \quad L = L_1 + L_2 = 2L$$

$$\mathcal{E}_i = \mathcal{E}_{si} = 2L \cdot \frac{dT}{dt} = \mathcal{E}_i + nS_i \frac{dB}{dt}$$

$$I = \frac{nS_i B}{RL}$$

$$dT = \frac{nS_i}{RL} dB$$

$$\frac{dq}{dt} = \frac{nS_i B}{RL}$$

$$I \Big|_{t=0}^{T_0} = \frac{-nS_i B}{RL} \Big|_{B_0}^B$$

$$dq = \frac{nS_i B dt}{RL}$$

$$I_0 = \frac{nS_i B_0}{2L}$$

$$q = \frac{nS_i B \cdot dt}{RL}$$

час. под удач.

$$\begin{aligned} & \frac{B_0}{4} \cdot \frac{3\pi R^2}{3 \cdot 2} + \frac{3}{4} \frac{B_0 \cdot R^2}{2 \cdot 3} + \frac{3}{4} \frac{B_0 \cdot R^2}{2} \\ & = \frac{B_0 R^2}{12} + \frac{B_0 R^2}{8} + \frac{B_0 R^2}{2} = \frac{13}{24} B_0 R^2 \\ & = \frac{13}{24} B_0 T. \end{aligned}$$

$$q = \frac{12nS_i B_0 T}{2 \cdot 24 L}$$

$$\text{Для цепи } +q \text{ магнитная сила } E = \frac{2kqQ}{R+r} = E_R.$$

Для цепи  $-q$  магнитная сила  $E = -E_R$ .

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

$$v = \frac{\sqrt{2}}{2} v_0$$

$$v = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$$

$$E_R = \frac{E_0}{4}, \quad E = \frac{E_0}{2}$$

разность от  $\frac{m v_0^2}{2}$

тогда

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{kqQ}{R+r}$$



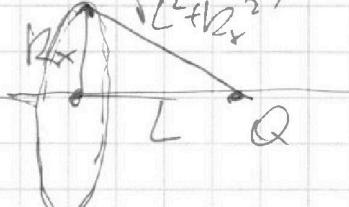
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

1. разобьём диски на тонкие кольца.

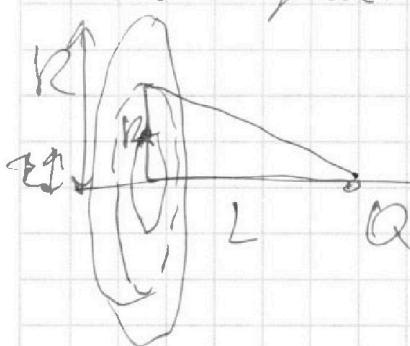


$$d\varphi = \frac{kQdq}{\sqrt{L^2+R_x^2}}$$

2. разобьём  
коаксиальную  
кольцами.

$$\varphi = \frac{kQq}{\sqrt{L^2+R_x^2}}$$

2. собираем кольца



$$d\varphi = \frac{kQ \cdot dq}{\sqrt{L^2+R_x^2}} = \frac{kQ \cdot q \cdot 2\pi R_x dz}{\sqrt{L^2+R_x^2} \cdot (R^2 - z^2)}$$

$$\varphi = \int \frac{kQq \cdot 2\pi R_x dz}{(R^2 - z^2) \cdot \sqrt{L^2 + R_x^2}}$$

$$\varphi = \frac{2kQq}{R^2 - z^2} \cdot \int \frac{dz}{\sqrt{\left(\frac{L}{R_x}\right)^2 + z^2}}$$

чем меньше  $L$  — тем больше  $\varphi$ .

$\varphi_{\max}$  при  $L = 0$ .

$$\varphi_{\max} = \frac{2kQq}{R + r}$$

$$\varphi_{\max} = \frac{2kQq}{R^2 - r^2} \cdot \int_0^R \frac{dr}{\sqrt{1 + \left(\frac{L}{R}\right)^2}}$$

$$\varphi_{\max} = \frac{2kQq}{R^2 - r^2} \cdot (R - r)$$

$\varphi \propto Q$  (заряду распределения)

$$\frac{mV_0^2}{2} + 0 = \delta\varphi + 0. \quad \varphi - \varphi_0 = \frac{mV_0^2}{2}$$

$\sim Q \quad V_0 \sim Q$

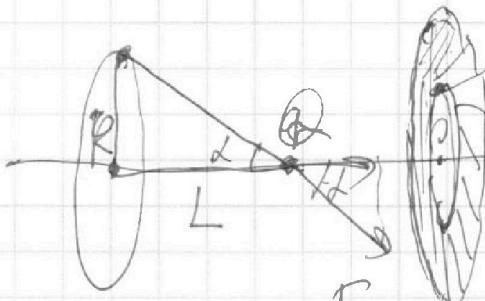
$$V_0 \sim \sqrt{Q}$$

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!



воздействие  
на ионизацию.

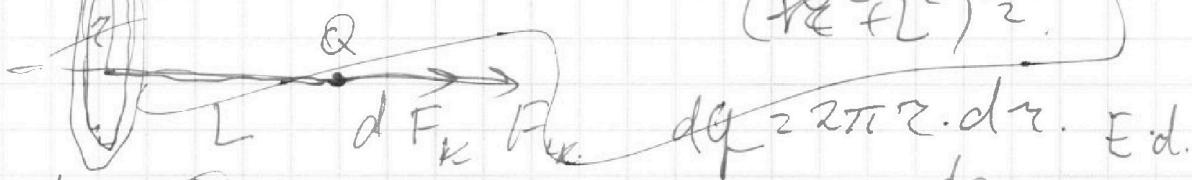
$$dF_{ce} = \frac{\kappa Q \cdot dq}{(R^2 + L^2)^{3/2}} \cdot \cos\theta$$

$$\cos\theta = \frac{R}{\sqrt{R^2 + L^2}} = \frac{Q \cdot dq \cdot R}{(R^2 + L^2)^{3/2}}$$

$$F_c = \frac{\kappa Q \cdot q \cdot R}{(R^2 + L^2)^{3/2}}, \text{ для конца.}$$

$$dq =$$

$$dF_k = \frac{\kappa Q \cdot dq \cdot z}{(R^2 + L^2)^{3/2}}$$



$$d\phi = \frac{\kappa Q}{R+L}$$

з. д. о.

$$d\phi = \frac{dq}{R+L}$$

$$d\phi = \frac{\kappa dq}{R+L} = \frac{\kappa \cdot 2\pi r \cdot dz \cdot q}{R+L} \quad \varphi = \frac{\kappa q}{R+L}$$

$$d\phi = 2\pi \kappa \cdot dz \cdot q \quad \varphi \text{ вдоль оси}$$

$$\varphi = \frac{2\pi \kappa q \cdot (R-z) \cdot Q}{(R-z) \cdot CR + z} \quad d\phi = \frac{2\pi \kappa q \cdot dz \cdot q}{R^2 - z^2} \quad \varphi = \frac{\kappa q}{R}$$

$$E = \frac{q \cdot \pi r^2}{2} + \varphi_1 + \varphi_2$$

$$d\varphi = \frac{\kappa Q \cdot dz}{L^2 + R_x^2} = \frac{\kappa Q \cdot q}{L^2 + R_x^2} = \frac{\kappa Q \cdot 2\pi R_x \cdot dz \cdot q}{\sqrt{L^2 + R_x^2} \cdot (R^2 - z^2)}$$

F.S.

$$d\varphi = \frac{\kappa Q \cdot dz}{L^2 + R_x^2}$$

$$= \frac{\kappa Q \cdot 2\pi R_x \cdot dz \cdot q}{\sqrt{L^2 + R_x^2} \cdot (R^2 - z^2)}$$



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

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

$$\varphi = \frac{P}{P_{\text{стандарт}}^{\circ}} = \frac{53}{91} =$$

$$P \cdot V = n R T_K$$

~~$P = ?$~~

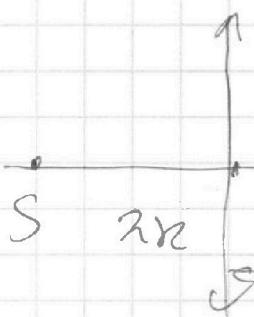
$$P_{\text{стандарт}} \cdot V = n R^{\circ} K T$$

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

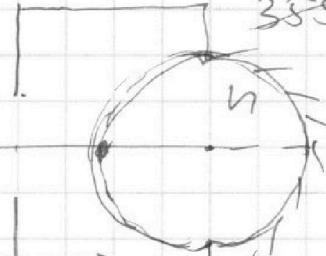
$$T_a = 327 \text{ K} \quad P_{\text{стандарт}} = 91 \text{ kPa}$$

$$\frac{P}{P_{\text{стандарт}}} = \frac{T_K}{T_a} \quad P = \frac{T_K}{T_a} P_{\text{стандарт}} =$$

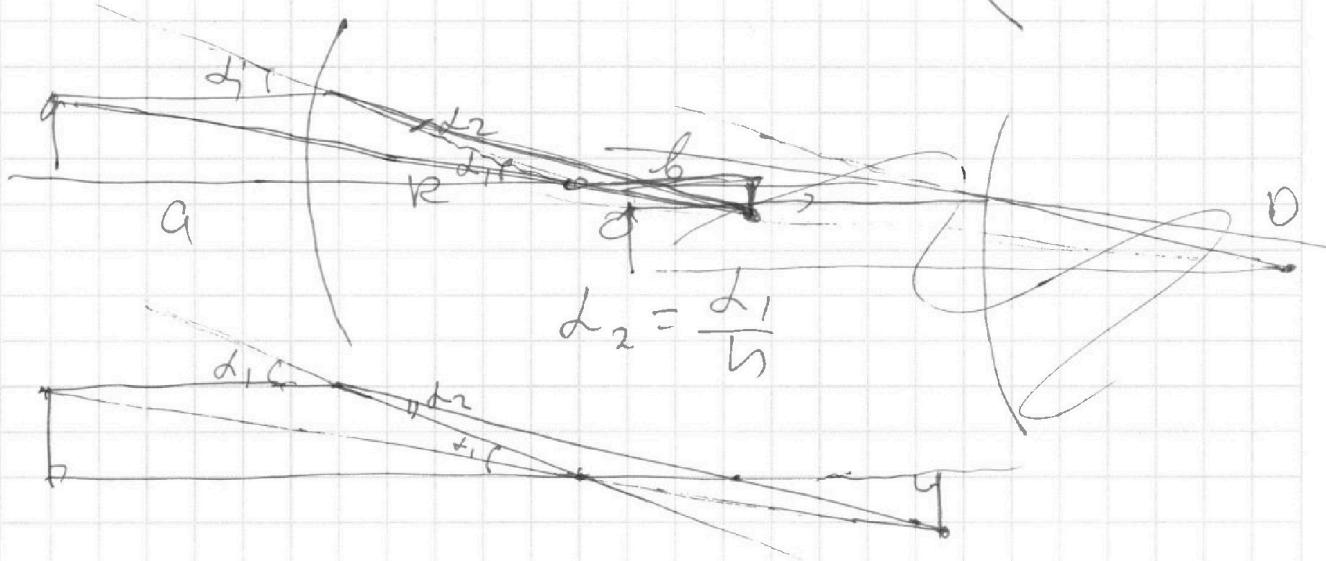
$$= \frac{370}{327} \cdot 91 = 107 \frac{3.51}{21} =$$



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



$$= 107 \frac{153}{21} \times 2 \\ 539 \text{ a.}$$





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!

$\Sigma F_N$   
 $F_{\text{тр}} = F_{\text{норм}}$   
 $F_{\text{тр}} = \mu N$   
 $\Sigma M = M_{\text{норм}} + M_g$

бруском двух одинаковых  
 роликов  $\Rightarrow F_{\text{тр}} \text{ сим} = \mu N$   
 $\mu a_2 = \mu mg$   
 $a_2 = \mu g$   
 $M_{a_2} = F_{\text{тр}} - F_{\text{норм}}$   
 $M_{a_2} = K \Delta x_2 - \mu mg$

$\mu mg = K \Delta x_1 - \mu mg$   
 $K \Delta x_1 = \mu g (M + m)$

$\Delta x_1 = \frac{\mu (m + M)}{K}$   
 $\Delta x_1 = \frac{(2+1) \cdot 0,3 \cdot 10}{50} = 0,18 \text{ м}$

$\Sigma M = -K \Delta x + \mu mg$   
 $\Sigma M = -K \Delta x + \mu mg$   
 $\frac{5 \cdot 1,8}{2 \cdot 5} = \frac{0,9}{2} = 0,45 \text{ м}$

$\Delta x'' = -K x + \mu mg$   
 $\Delta x'' = -K x + \mu mg$   
 $\frac{5 \cdot 1,8}{2 \cdot 5} = \frac{0,9}{2} = 0,45 \text{ м}$

$V \text{ нач. мом: вода + Н.Н.}$   
 $P_{\text{норм}} V = P_0 R T_0$   
 при  $T_0 = 22^\circ \text{C}$   $P_{\text{норм}} = 3,5 \cdot 10^3 \text{ Па}$

в ходе, когда вода будет  
 исп. буде ми.

$P_{\text{норм}} V = P R T$   $V = 12 \text{ л} = 0,012 \text{ м}^3$   
 $P_{\text{норм}} V = 12 \text{ л} \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$   
 $\frac{P_{\text{норм}}}{P_{\text{норм}}} = \frac{12 T}{T_0}$

$\Sigma F_N$   
 $F_{\text{норм}} = T$   
 $T = 380 \text{ Н}$   
 $\mu g \cdot 2 A = \frac{2}{\pi}$   
 $K \cdot \mu \cdot \mu g \cdot A = \frac{2}{\pi}$

$\Sigma M = M_{\text{норм}} + M_g$

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

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

СТРАНИЦА  
из

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

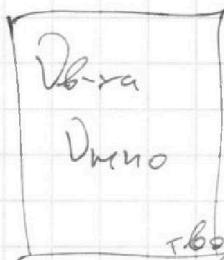


$$\frac{P_{\text{жид}}}{P_{\text{жид}} + P_{\text{газ}}^{\text{вн}}} = \frac{200}{12 \cdot 35} = \frac{50}{7} \approx 7 \frac{k}{kPa} - \text{чрезвычайно}$$

$\frac{200}{7} = 27$

7  $\frac{k}{kPa}$  - нормально

$t^o = 7 \text{ градусов} 273$  - нормально



$$P_{\text{жид}} V + P_{\text{газ}} V = (V_{\text{жид}} + V_{\text{газ}}) RT_0$$

ночне:

$$P_{\text{жид}} V + P_{\text{газ}} V = (12V_0 + V_{\text{б-ра}}) RT$$

$$\frac{273}{T_0} + \frac{3822}{27} = \frac{P_{\text{жид}} + P_{\text{газ}}}{(12V_0 + V_{\text{б-ра}})} T$$

$$m_b = 11 \text{ кг}$$

$$m_n = \frac{V_0}{V_{\text{б-ра}}} = \frac{V_0}{V_{\text{б-ра}}} \cdot \frac{m_b}{m_0} = \frac{m_b}{m_0} = \frac{V_0}{V_{\text{б-ра}}} \quad V_b = 11 V_{\text{б-ра}}$$

ночне

$$P_{\text{жид}} + P_{\text{газ}} = (V_0 + V_{\text{б-ра}}) \cdot \frac{R}{V} \cdot T_0$$

$$P_{\text{жид}} + P_{\text{газ}} = (12V_0 + V_{\text{б-ра}}) \cdot \frac{R}{V} \cdot T \quad \frac{m_n}{m_0} = \frac{m_0}{12V_0} \quad (1)$$

$$\frac{P_{\text{жид}}}{P_{\text{жид}}} = \frac{12T}{T_0}$$

$$T = \frac{T_0}{12P_{\text{жид}}} \cdot P_{\text{жид}} = \frac{300K}{12 \cdot 35} P_{\text{жид}}$$

223

$$P_{\text{жид}} + P_{\text{газ}} = \frac{RT}{V_{\text{б-ра}}} \quad T = \frac{RT}{P_{\text{б-ра}}} = \frac{273 + 3822}{27} = \frac{4095}{27} = 151$$

$$T = 355K$$

$$355 = \frac{300}{12 \cdot 3,5} \cdot 51 = 2 \cdot 51$$

$$352$$

$$P_{\text{жид}} = \frac{t}{273} + 30KPa$$

$$352$$

$$t = 30 = 343 = 43$$

$$t = 20$$