



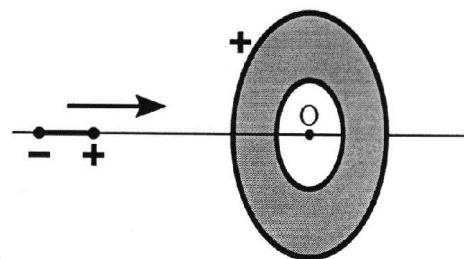
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**



**Вариант 11-01**

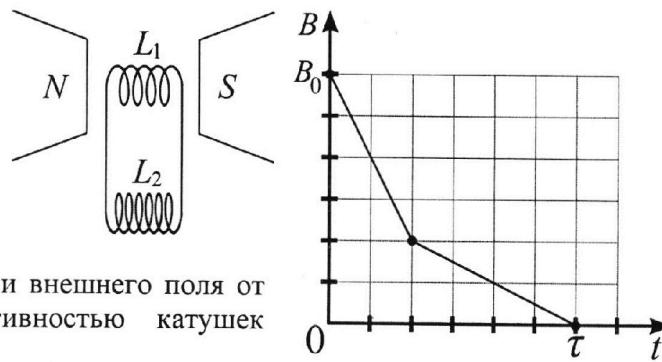
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

- 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  $V_0$ . Диполю сообщают начальную скорость  $2V_0$ .



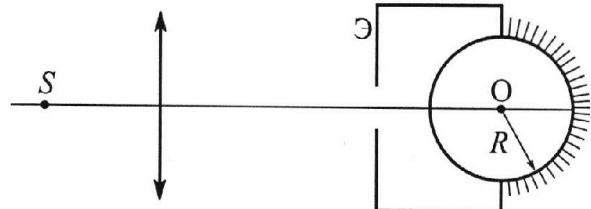
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

- 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  $L_2 = 4L$  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  $L_1$  в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку  $L_1$  за время выключения внешнего поля.

- 5.** На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F$  расположены центр  $O$  прозрачного шара и точечный источник  $S$ , удалённый от линзы на расстояние  $a = 1,5F$  (см. рис.). На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран  $\mathcal{E}$  с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно  $b = 8F/3$ , то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти радиус  $R$  шара.

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на  $\Delta = 2F$ , 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  $\sin \alpha \approx \alpha$ .



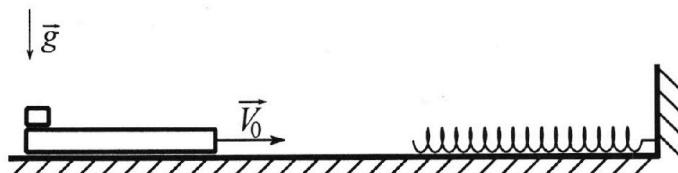
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**

**Вариант 11-01**



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

**1.** Длинная доска массой  $M = 2$  кг, на одном конце которой лежит небольшой брускок массой  $m = 1$  кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью  $V_0 = 2$  м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости  $k = 27$  Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске  $\mu = 0,3$ . 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.

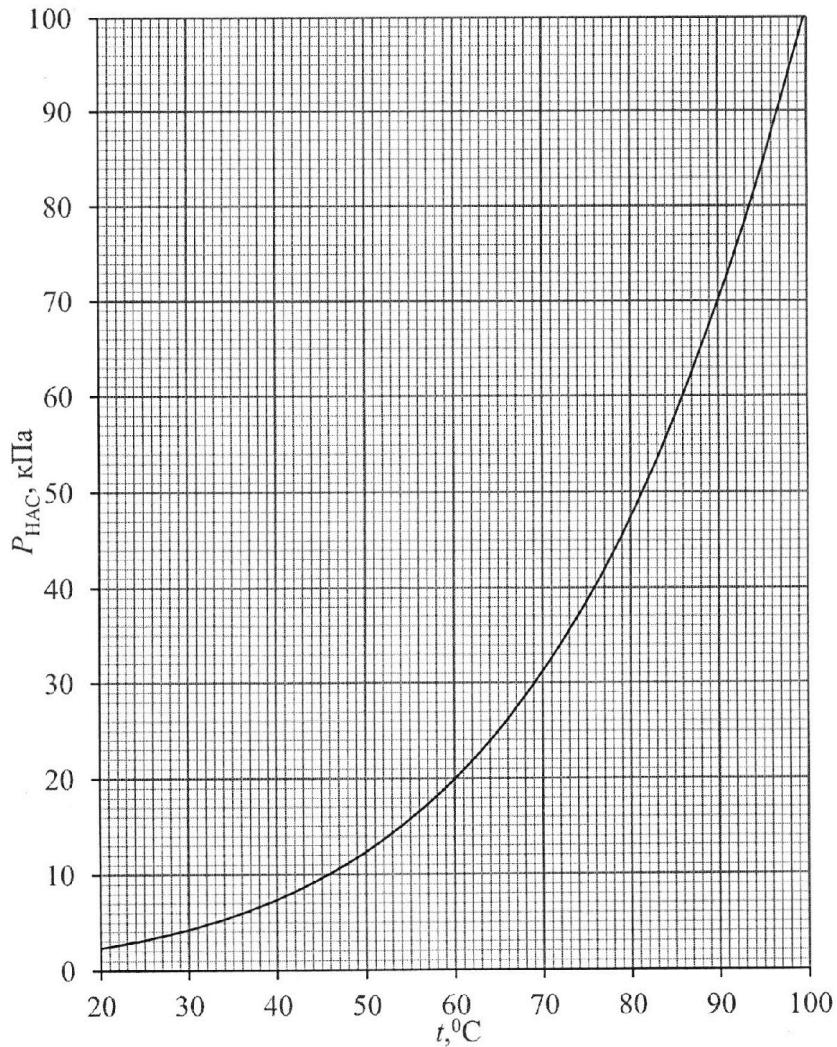


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

**2.** В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении  $p_0 = 150$  кПа, температуре  $t_0 = 86$  °С и относительной влажности  $\phi_0 = 2/3$  (66,7%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры  $t = 46$  °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара  $P_1$  при 86 °С.
- 2) Найти температуру  $t^*$ , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра  $V/V_0$  в конце и в начале остывания.

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**.



- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" 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!

1) *Относительное движение начнётся в случае*

$$\alpha_{\text{ср}}^{\text{отн}} \neq 0.$$

В. Р.Д. Доски нужно добирать  $F_{\text{ин}} = -M\alpha_{\text{диска}}$

С.Д. роски:

$$M\alpha_{\text{ср}}^{\text{отн}} = F_{\text{ин}} + F_{\text{тр}} + M\ddot{x} + N_1.$$

$$\begin{aligned} X: 0 &= F_{\text{ин}} - \mu M \ddot{x}, \\ F_{\text{ин}} &= M\alpha_{\text{ср}}^{\text{отн}}. \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} \mu \ddot{x} &= \alpha_{\text{ср}}^{\text{отн}} / 2 \\ F_{\text{ин}} &= M\alpha_{\text{ср}}^{\text{отн}} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

$$(1) + (2) \Rightarrow \mu M = KX - \mu M \ddot{x}$$

$$KX = \mu M (1 + \frac{1}{\ddot{x}}) \Rightarrow X = \frac{\mu M (1 + \frac{1}{\ddot{x}})}{K}.$$

$$X = \frac{0.3 \cdot 10 \cdot (2+1)}{24} = \frac{9}{24} = \frac{1}{3} \text{ (м).}$$

Для роски в А.С.Д.

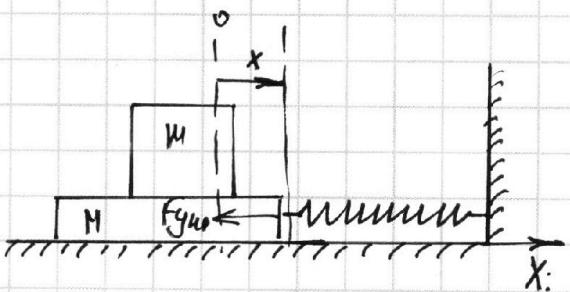
$$M\ddot{x}_{\text{диска}} = KX - \mu M \ddot{x}.$$

$$\ddot{x}_{\text{диска}} = \frac{KX - \mu M \ddot{x}}{M}, \quad (1)$$

2) *Представим систему в виде гармонического осциллятора.*

$$X(t) = C_1 e^{i\omega t} + C_2 e^{-i\omega t} \equiv X(t) = A \cos(\omega t + \varphi). \quad \text{До момента начала}$$

относительного движения система движется как одно целое



$$M+m = \mu / \ddot{x}$$

$$\sum \vec{F} = \mu \ddot{x};$$

$$X: \mu \ddot{x} = -KX \Leftrightarrow \frac{d^2X}{dt^2} + \frac{K}{\mu} X = 0.$$

$$X: \text{T.K. } X(0) = 0, \text{ TO } X(t) = A \cdot \sin(\sqrt{\frac{K}{\mu}} t), \quad (4)$$



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 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!

1) найдем из Зад.

$$\frac{M V_0^2}{2} = \frac{k A^2}{2} \Rightarrow A = \sqrt{\frac{M}{k}} V_0; \quad A = \sqrt{\frac{3}{24}} \cdot 2 = \frac{1}{2} \text{ м.}$$

$$x_{\text{отр.}} = \frac{1}{3} \text{ м.} = \frac{1}{2} A / 3)$$

(3+4).

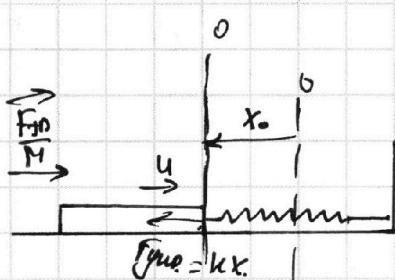
$$\frac{1}{2} A = A \cdot \sin(\sqrt{\frac{k}{M}} t); \Rightarrow \sin\left(\frac{2\pi}{T} t\right) = \frac{1}{2}; \quad \frac{2\pi}{T} t = \frac{\pi}{6} \Rightarrow t = \frac{T}{12}.$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{k/M}} \sqrt{M}; \quad t = 2 \cdot 3 \cdot \sqrt{\frac{3}{24}} \cdot \frac{1}{12} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{6} \text{ (с)}/$$

3) После относительного решения приведем

движение россыпь как гармоническое преобразование избранного

шары F<sub>pp</sub>



$$\frac{(M+m)U^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{(M+m)V_0^2}{2}$$

$$U = \sqrt{V_0^2 - \frac{kx^2}{(M+m)}} = \sqrt{4 - \frac{2 \cdot \frac{1}{3}}{3}} = \sqrt{3}$$

Зад.

$$\frac{MU^2}{2} = \frac{kx_{\text{ир}}^2}{2} \quad x_{\text{ир}} = \sqrt{\frac{24}{2}} = \sqrt{\frac{81}{2}} = \frac{9\sqrt{2}}{2}.$$

~~$$\frac{MU^2}{2} = \frac{k(x_0 + x_{\text{ир}})^2}{2}$$~~

$$x_{\text{ир}} = \sqrt{x_0^2 + \frac{M}{k} U^2} = \sqrt{\frac{1}{9} + \frac{24}{24}} = \sqrt{\frac{9}{24}} = \frac{\sqrt{3}}{2}.$$

$$M\ddot{x} = kx_{\text{ир}} - kx_0$$

$$x_{\text{ир}} = \frac{9\sqrt{3}}{2} \text{ м.};$$

$$a_m = \frac{24 \cdot \sqrt{3}}{3 \cdot 2} - \frac{3}{2} = \frac{9\sqrt{3} - 3}{2} = \frac{3}{2} (3\sqrt{3} - 1)$$

Ответ: 1)  $\frac{1}{3}$  (м) 2)  $\frac{1}{6}$  (с) 3)  $\frac{3}{2} (3\sqrt{3} - 1) \left(\frac{m}{s^2}\right)$ .

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**.



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

СТРАНИЦА  
1 из 1

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

$$P_{\text{сух}} + P_{\text{вл}}$$

Влажный воздух = влажной шар + сухой воздух.  
 $P = \text{const} = P_0$ ,  $\varphi_0 = \frac{2}{3}$ ;  $T_0 = 273 + 27 = 300 \text{ K}$ ;  $T = 273 + 46 = 319 \text{ K}$ .

$$1) P_0 = P_{\text{сух}} + P_{\text{над}}$$

$$P_{\text{над}} = P_{\text{над}}(t) \cdot \varphi_0; P_{\text{над}}(T_0) = 10 \text{ kPa}.$$

$$P_{\text{над}} = 10 \cdot \frac{2}{3} = \underline{\underline{40 \text{ kPa}}}.$$

2) При парении  $T$  уменьшается  $P_{\text{над}}(t)$ .

$P_{\text{над}} \neq P_{\text{над}}$  являются функциями только  $T$ .

Из графика находим  $T$  соответствующее  $P_{\text{над}} = 40 \text{ kPa}$ .

$$t = 46^\circ \text{C}.$$

3). Далее <sup>после п.2</sup>  $P_{\text{над}}$  не является  $P_{\text{над}}$ , а будет иметь конкретную форму. Постоянно находиться в логике членов союза.

$$t = 46^\circ \text{C}$$

$$P_{\text{над}} = 10 \text{ kPa}.$$

$$\begin{cases} P_{\text{сух}} V_0 = P_0 T_0; \\ P_{\text{сух}} V = P T; \end{cases} \quad (2) : (3)$$

$$(2) : (3) \quad \frac{V_0}{V} = \frac{T_0}{T} \cdot \frac{P_{\text{сух}}}{P},$$

$$P_{\text{над}} + P_{\text{сух}} = P_0 \Rightarrow P_{\text{сух}} = P_0 - P_{\text{над}}.$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{319}{359} \cdot \frac{11}{14}$$

$$P_{\text{сух}} = 150 - 10 = 140,$$

$$P_0 - P_{\text{сух}} = 150 - 140 = 10;$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{319}{359} \cdot \frac{11}{14} //$$

$$T_0 = 273 + 27 = 300$$

$$T = 273 + 46 = 319$$

$$\text{Отвр: 1)} P_i = 40 \text{ kPa}; 2) t^* = 46^\circ \text{C}; 3) \frac{V}{V_0} = \frac{319 \cdot 11}{359 \cdot 14} = \frac{3509}{5026}$$



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 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!

Т.к.  $\operatorname{div} \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$ , то ЭЛ-стол. коле потенциальна  $\Rightarrow \Delta V_{B_3} = -A$ .

P обозначают рисунком

1) Если  $V_0 \Rightarrow$  min скорость при прохождении колца,значит скорость в Т.О  $v_0 = 0$ .

Можно сделать вывод что

$$V_{B_3}^{\text{р-колцо}} = 2V_0^2 = -A \text{ эл.}$$

Задача ЗСЭ; т.к. потенциал на бесконечности 0:

$$2 \cdot (2V_0)^2 = -V_{B_3}^{\text{р-колцо}} + 2V_0^2 \Rightarrow 2V_0^2 = 4V_0^2 + 2V_0^2 = 3V_0^2$$

$$V_1 = \sqrt{\frac{3}{5}} V_0 \quad \cancel{V_2 = \sqrt{\frac{2}{3}} V_0}$$

2) Максимальная скорость  $2\sqrt{5}V_0$ , min  $\sqrt{3}V_0$

$$(\sqrt{5} - \sqrt{3})V_0$$

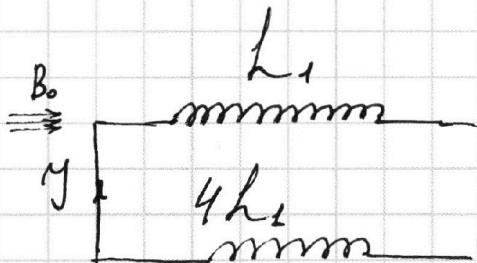
Ответ: 1)  $\sqrt{3}V_0$ ; 2)  $(\sqrt{5} - \sqrt{3})V_0$

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

СТРАНИЦА  
1 из 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!



$$\Phi' = B_0 \cdot h_1 S;$$

$\Phi = L_1 Y$ ; - для симметричного потока катушки

$$-\frac{d\Phi}{dt} = E_i = L_1 \frac{di}{dt};$$

$$1) E_{i1} + E_{i2} = 0; \quad -\frac{d\Phi_1}{dt} - \frac{d\Phi_2}{dt} = 0$$

$$d\Phi_1 = -d\Phi_2;$$

$$\int_{\Phi_0}^{\Phi'} d\Phi_1 = - \int_0^Y d\Phi_2 \Leftrightarrow \Delta\Phi_1 = -\Delta\Phi_2$$

Ток через катушки  
текёт одинаковый.  $\Rightarrow$   
и заряд тоже. ( $Y$ )

$\Phi_0 = \Phi' - \Phi_0$  указывает на то, что сколько потока ушло.

с  $L_1$ , сколько осталось на  $L_2$ .

$$\begin{cases} \Phi' = B_0 h_1 S = \Phi_{\text{общ}} \\ \Phi_{\text{общ}} = 4L_1 Y. \end{cases}$$

$$4L_1 Y = B_0 h_1 S;$$

$$Y = \frac{B_0 h_1 S}{4L_1}.$$

$$\Phi_0 = \text{const.}$$

$$(4L_1 + L_1) Y = B_0 h_1 S$$

$$Y = \frac{B_0 h_1 S}{5L_1}$$

$$\begin{cases} \Phi_0 = B_0 h_1 S = \Phi_{\text{общ}} + \Phi_{\text{внеш}} \\ \Phi_{\text{внеш}} = L_1 Y; \Phi_{\text{общ}} = 4L_1 Y. \end{cases}$$

2) Решение производного момента времени:

$$L_2 \frac{dq}{dt} = (\Delta B h_1 S)^2$$

$$L_2 \frac{dq_2}{dt} = (B_0 h_1 S)^2$$

$$\int dq_2 = \frac{h_1 S}{L_2} \int B(t) dt$$

$\int B(t) dt \equiv$  площадь под графиком.

Образуется и ( $Y$ ), поэтому, что  
может и нужно найти площадь  
под графиком



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  
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!

$$L \frac{dq}{dt} + 4L \frac{dq}{dt} = B(t) I_0 S; \quad \int B(t) dt = \frac{B_0 \tau}{3};$$

$$\Delta q = \frac{I_0 S}{5h} \int B(t) dt;$$

$$\Delta q = \frac{I_0 S}{5h} \cdot \frac{B_0 \tau}{3} = \frac{B_0 I_0 S \tau}{15h}.$$

$$\text{Ответ: 1)} \frac{B_0 I_0 S}{5h} = I_0; \quad 2) q = \frac{B_0 I_0 S \tau}{15h}$$



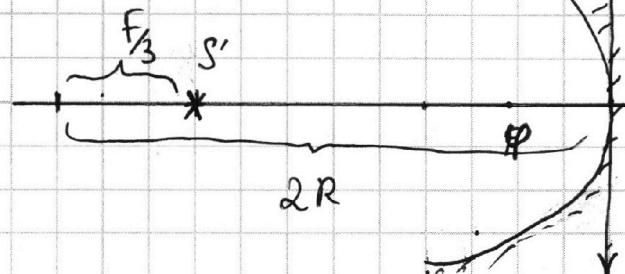
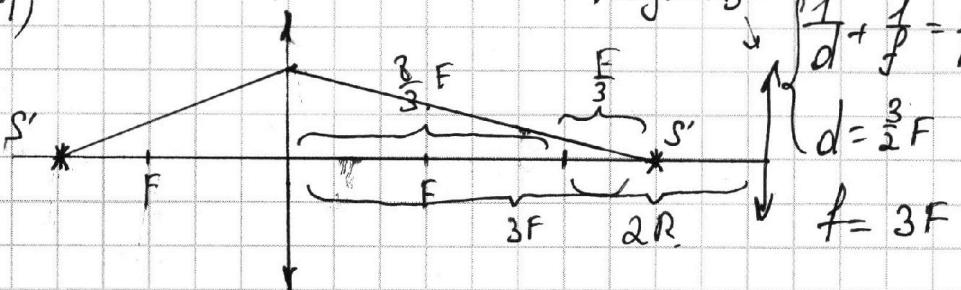
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

1)



Нам известно, что  
сфер. зеркало при  
параллельном изображении

$$F = \frac{R}{2}, [F_{\text{ср}} = \varphi]$$

Зеркало выпуклое, значит  
сфера вогнута

1) Ищется  $S'$ -минимум, Расстояние

$$d \text{ по формуле } 2R - \frac{F}{3};$$

$$-\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{2}{R};$$

2) по изображению  $\frac{3}{2}F + \frac{8}{3}F + 2R = f$ . минимум изображения

$$3) F = \frac{R}{2}.$$

$$\frac{1}{\frac{F}{3}-2R} + \frac{1}{2R+\frac{25}{9}F} = \frac{2}{R};$$

$$\frac{3}{F-6R} + \frac{9}{18R+25F} = \frac{2}{R};$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 25 \\ \hline 300 \end{array}$$

$$R(3(18R+25F)+9F-54R) = 2(F-6R)(-18R+25F)$$

$$54R^2 + 45FR + 9F^2 - 54R^2 = 36FR - 216R^2 + 50F^2 - 300FR$$

$$39FR + 9FR - 216R^2 - 50F^2 + 300FR$$

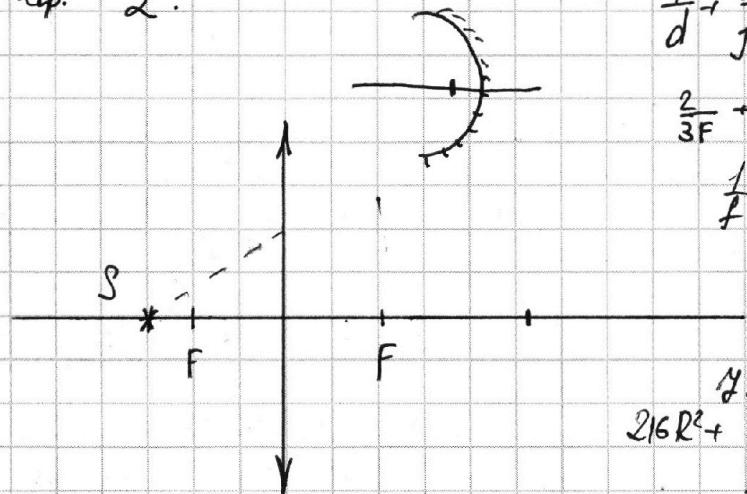
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

$$F_{\text{cop.}} = \frac{R}{2}.$$



$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{3}{F} \Rightarrow d = \frac{F}{3}$$

$$\frac{M_0}{a} + \frac{M_0}{b} = \frac{M_0}{R}$$

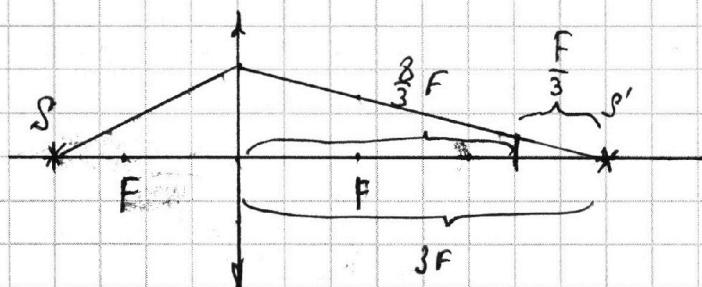
$$\frac{2}{3F} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{3}{F} \Rightarrow f = 3F$$

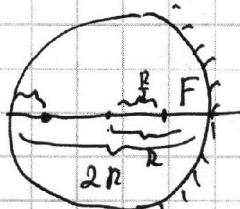
$$15FR + 9FR - 36FR + 300FR \\ 216R^2 + 348FR - 50F^2 = 0$$

$$108R^2 + 174FR - 25F^2 = 0$$

$$108R^2 + 174FR - 25F^2 = 0$$



$$108R^2 + 174FR - 25F^2 = 0$$

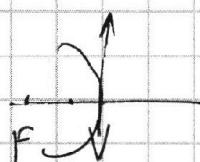


$$2R - \frac{R}{2} - \frac{F}{3} = 0 \\ \frac{3}{2}R - \frac{F}{3} = 0$$

$$f = 2R + \frac{3}{2}F = 1,5F$$

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

$$16 + 9 = 25$$



Ответ 1) Решение с +  
 $108R^2 + 174FR - 25F^2 = 0$ .

21.

$$\frac{1}{\frac{3}{2}R} + \frac{1}{2R + \frac{25}{9}F} = \frac{2}{R}$$

$$\frac{6}{2F - 6R} + \frac{9}{18R + 25F} = \frac{2}{R}$$

$$\frac{3}{F - 3R} + \frac{9}{18R + 25F} = \frac{2}{R}$$



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**.

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!

$$\begin{array}{r} \times 319 \\ 11 \\ \hline 319 \\ 319 \\ \hline 3509 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 359 \\ 14 \\ \hline 1436 \\ +359 \\ \hline 5026 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3505 \\ \hline 5026 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ 3 \\ \hline \end{array}$$



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                        |
| <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!

$$\Delta\Phi = L \Delta I.$$

$$\int B(t) dt = \Delta B. \quad \left(2 \frac{B_0}{3} + B_0\right) \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi}{6} +$$

$$\Delta\Phi_1 = \Delta\Phi_2$$

$$+ \frac{B_0}{3} \cdot \frac{2}{3} \pi \cdot \frac{1}{2} = \frac{B_0 \pi}{9} + \frac{4 B_0 \cdot \pi}{6} = \frac{2}{9} + \frac{1}{9} B_0 \pi$$

$$\Delta\Phi_2 =$$

$$L \frac{di}{dt}$$

$$UL i = B_0 u S$$

$$UL \frac{dq}{dt} = B_0 u S$$

$$q = \frac{B_0 u S}{UL}$$

$$UL dq = B_0 u S dt$$

$$\int dq = \frac{\int B(t) dt \cdot u S}{UL} \Rightarrow q = \frac{u S \cdot B_0 \pi}{12 L}$$

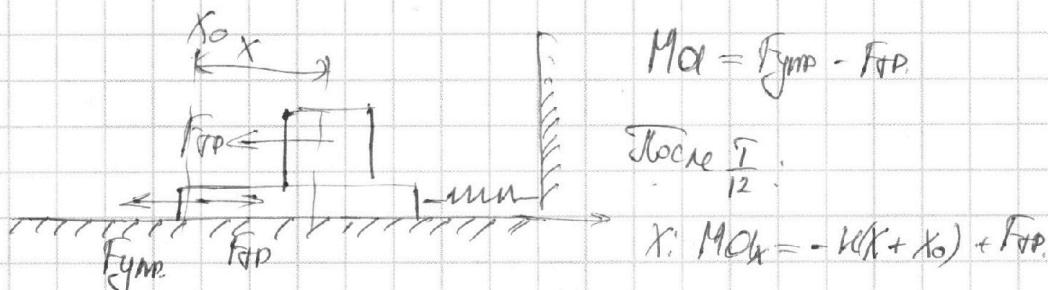


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

СТРАНИЦА  
ИЗ

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



$$M_a = F_{ymp} \cdot L - F_{xp} \cdot x$$

После  $\frac{L}{12}$ :

$$x: M_{Ax} = -k(x + x_0) + F_{xp}$$

$$M \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx - kx_0 + F_{xp}$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{k}{M} x = \frac{F_{xp}}{M} - \frac{kx_0}{M}$$

$$\omega^2 = \frac{k}{M}; \quad \delta$$

$$-A\omega^2 \sin(\omega t) + \omega^2(A \sin(\omega t) + q) = C$$

$$q\omega^2 = C$$

$$q = \frac{C}{\omega^2};$$

$$x = A \sin(\omega t) + \frac{q}{\omega^2}$$

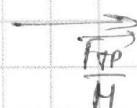
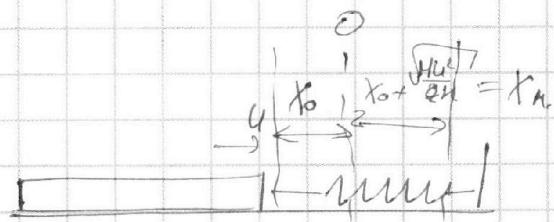
$$\frac{Mu^2}{2} = \frac{kA^2}{2}$$

Рас.

$$\begin{cases} \ddot{x} + \omega^2 x = 0 \\ x = A \sin(\omega t) + q \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= A\omega \cos(\omega t) \\ \frac{d^2 x}{dt^2} &= -A\omega^2 \sin(\omega t) \end{aligned}$$

$$a_{ph} = A\omega^2$$



$$\frac{d\Phi}{dt} = E_i$$

$$Q_0 = N B_0 S$$



$$-L \frac{di}{dt} - 4L \frac{di}{dt} = 0$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = E_i = I \cdot \omega_L$$

$$\frac{\Phi_0^2}{2L} = \frac{I^2}{2}$$

$$E_{i1} + E_{i2} = 0$$

$$I = \frac{\Phi_0}{L}$$

$$4 \frac{di}{dt} = - \frac{di}{dt} \Rightarrow \frac{di}{dt} = 0$$

$$d\Phi = dq \cdot dR$$

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!

$$P_{\text{сж}}^o = 90 \text{ кПа}$$

$$P_{\text{сж}}^o V_0 = \gamma R T_0 ;$$

$$P_{\text{над}}^o V_0 = \gamma R T_0 ;$$

$$\begin{cases} P_{\text{сж}} = \frac{\gamma R T}{V} \\ P_{\text{над}} = \frac{\gamma R T}{V} \end{cases} \Rightarrow -6 \left| \begin{array}{l} 0+q \\ 0-q \\ -q+q \end{array} \right. + 243 \left| \begin{array}{l} q \\ 46 \\ 46 \end{array} \right. \frac{319}{359} \approx 0 \Delta W < 0$$

$$\frac{319}{359} \approx 0.88$$

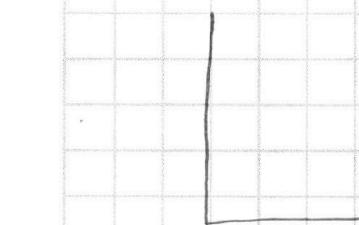
$$\frac{319}{359} \approx 0.88$$

$$\frac{319}{359} \approx 0.88$$

$$F d \theta > 0 \Delta W < 0$$

$$\begin{cases} \frac{dP}{dT} = \frac{1}{V} \\ \frac{dP}{dT} = \frac{1}{V} \end{cases}$$

$$\Delta T_1 = \frac{1}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}}$$



$$\Delta V_0^2 = W_{\text{бз}}$$

$$4 \Delta V_0^2 = \Delta V'^2 + W_{\text{бз}}$$

$$3 \Delta V_0^2 = \Delta V'^2$$

$$V' = \sqrt{3} V_0$$



$$\sqrt{5} - \sqrt{3}$$

$$\frac{P_0^c V_k}{T_k} + \frac{P_0^u V_k}{T_k} = P_0$$

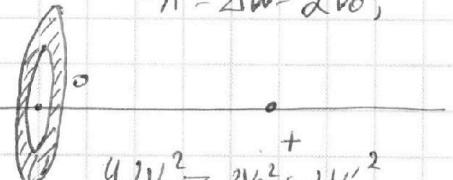
$$P_0^c + P_0^u = P_0$$

$$P_0 = P_0^c + P_0^u$$

$$\frac{\sqrt{R T_k}}{V_k} + \frac{P_0^c V_k T_k}{T_0 V_k} = P_0$$



$$-A = \Delta W = \Delta V_0^2$$



$$4 \Delta V_0^2 = \Delta V_0^2 + \Delta V'^2$$

$$3 V_0^2 = V'^2 \Rightarrow V' = \sqrt{3} V_0$$

$$2 - \sqrt{3}$$

$$\begin{cases} P_0^c V_0 = \gamma R T_0 \\ P_0^u V_0 = \gamma R T_0 \end{cases}$$

$$P_0^c + P_0^u = P_0$$

$$P_k^c + P_k^u = P_0$$

$$\begin{cases} P_k^c V_k = \gamma R T_k \\ P_k^u V_k = \gamma R T_k \end{cases}$$

$$T \downarrow$$

$$V_0 +$$

$$110 \cdot V_0 = \gamma R P_0$$

$$110 \cdot V_0 = \gamma R T'$$

$$\frac{1}{10} + \frac{1}{40}$$