



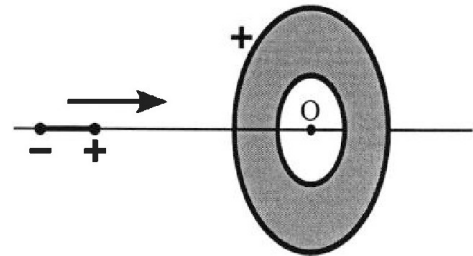
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

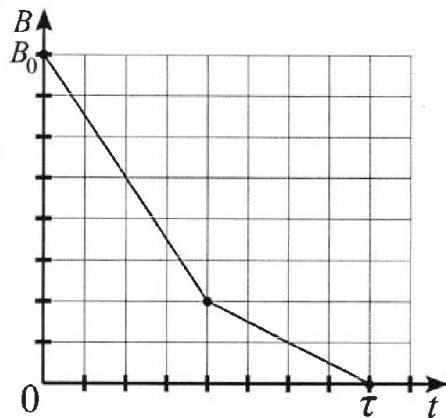
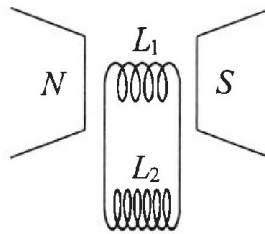


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется 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 . Диполь сообщают начальную скорость $\frac{3}{2}V_0$.



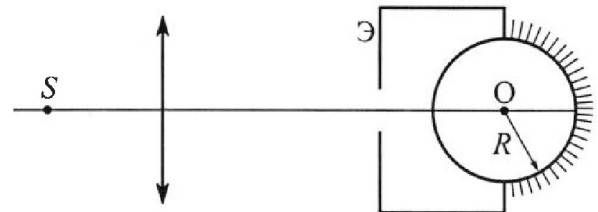
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $L_2 = 3L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени τ . 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 , удаленный от линзы на расстояние $a = 1,1F$ (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 $b = 10,5F$, 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 $\Delta = 5,5F$, 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 α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.



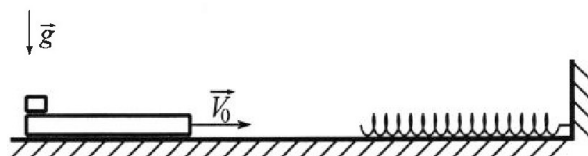
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью $V_0 = 1$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости $k = 36$ 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/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

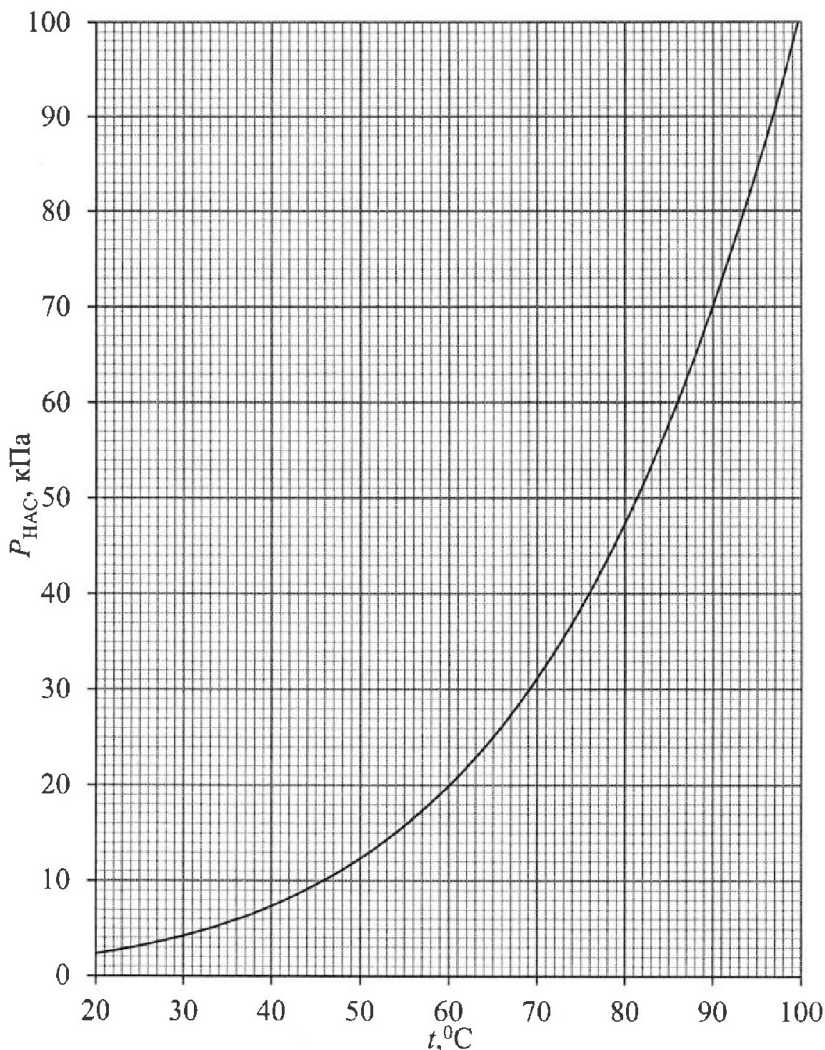


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 105$ кПа, температуре $t_0 = 97$ °С и относительной влажности $\varphi_0 = 1/3$ (33,3%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 33$ °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 97 °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.

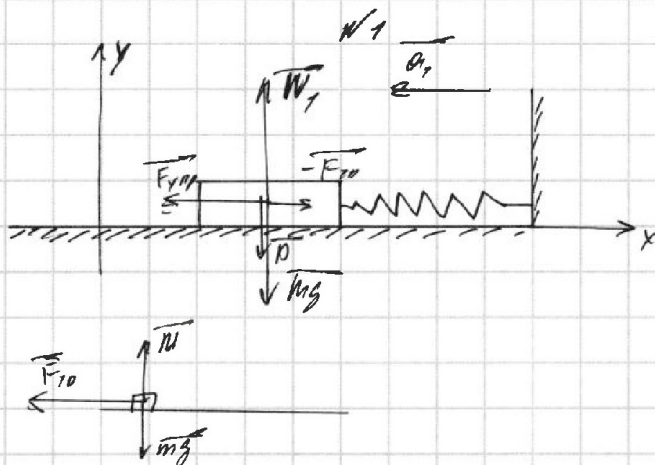
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 4

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

$$\begin{aligned} M &= 2 \text{ кг} \\ m &= 1 \text{ кг} \\ v_0 &= 1 \frac{\text{м}}{\text{с}} \\ k &= 36 \frac{\text{Н}}{\text{м}} \\ \mu &= 0,3 \\ g &= 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \\ x &\approx 3 \\ \Delta l &? \\ \tau &? \\ a_m &? \end{aligned}$$



По II закону Ньютона

$$\begin{aligned} OX: -F_{T0} &= -ma_1; \quad ma_1 = F_{T0} \\ OY: N &= mg \end{aligned}$$

для груза

$$OX: -F_{T0} + F_{T1} = -ma_1; \quad ma_1 = F_{T0} - F_{T1}$$

$$\frac{m}{M} = \frac{F_{T0}}{F_{T0} - F_{T1}}; \quad mF_{T0} - MF_{T1} = MF_{T0}$$

$$F_{T1} = \frac{mF_{T0}}{M+m}$$

Так как блок-вес имеет нулевую скорость с начала и до конца движения (начальное положение), то

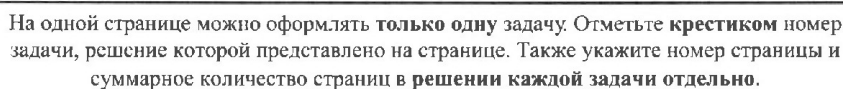
$$F_{T0} = \mu N = \mu mg = \frac{mF_{T0}}{m+m}$$

из закона

$$\mu(M+m)g = k\Delta l; \quad \Delta l = \frac{\mu(M+m)g}{k}$$

$$\Delta l = \frac{0,3(1+2) \cdot 10}{36} \text{ м} = 0,25 \text{ м}$$

Поскольку груз и пружина движутся как единое целое, можно считать, что они движутся по горизонтальной пружинной поверхности с коэффициентом трения μ и силой тяжести W .



СТРАНИЦА
2 ИЗ 4

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

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

 A manen $t=0, x=0, U_x > 0$

$$\cos \varphi_0 = 0 \mid \Rightarrow \varphi_0 = -\frac{\pi}{2}$$

$$x = R \cos\left(\sqrt{\frac{\kappa}{m}} t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\frac{(m_1 + m_2) v_c^2}{2} = \frac{k x^2}{2} \quad \Delta = 2 \log \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{k}}$$

B maximum $t = \tau, x = D$

$$\Delta C = v_0 \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{k}} \cos\left(\sqrt{\frac{k}{k_1 + k_2}} \left(x - \frac{vt}{2}\right)\right) \text{ for } y = \text{variable}$$

$$\cos\left(\sqrt{\frac{k}{m_{\text{eff}}}}t - \frac{\pi}{2}\right) = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$z = \frac{T}{2} = -\frac{T}{b}$$

$$\sqrt{\frac{k}{m+M}} \quad \varphi = \frac{\pi}{3} \approx 3$$

$$\tau = \sqrt{\frac{W_{t+m}}{K}}, \quad \tau = \sqrt{\frac{277}{36}} \text{ L} = \frac{\sqrt{3}}{6} \text{ L}$$

В дальнейшем будем предполагать, что
зачем, действуя извне и поворачивая шток
ручки $F_{10} = \mu \text{ нг}$. Значения дальнейшего движения
до момента максимального отклонения ручки
можно считать исследованным по рисунку.
Нам необходимо под действием поворачивающего
шток $F_{10} = \mu \text{ нг}$.

Письмо в Москву из Новониколаевского района
Всем известна многолетняя работа, проведенная
нашими на 10 лет.



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!

Решения:

1) $0,254$

2) $\sqrt{3} 6$

3) $\frac{6}{2} \sqrt{19} \frac{14}{62}$



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

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!

№2

$$p_0 = 105 \text{ кПа}$$

$$t_0 = 37^\circ\text{C}$$

$$\varphi_0 = \frac{1}{3}$$

$$t = 33^\circ\text{C}$$

$$p_1 = ?$$

$$t^* = ?$$

$$\frac{V}{V_0} = ?$$

По формуле $\varphi_0 = \frac{p_1}{p_{\text{нз}}}$, где $p_{\text{нз}}$ - давление насыщенного водяного пара при $t = 37^\circ\text{C}$

$$p_{\text{нз}} \approx 90 \text{ кПа}$$

$$p_1 = \varphi_0 (p_{\text{нз}}) \quad p_1 = \frac{1}{3} \cdot 90 \text{ кПа} = 30 \text{ кПа}$$

Давление насыщенного пара при $t = 33^\circ\text{C}$ можно найти по таблицам, и при этом $p_0 = \text{const}$, $p_{\text{н}} = \text{const}$

p_0 - давление воздуха, $p_{\text{н}}$ - давление пар.

Также при t^* $p_{\text{н}} = p_0 = 30 \text{ кПа}$. По графикам

$$t^* = 69^\circ\text{C}$$

В стандартном $\varphi = 100\%$, и.е. пар - насыщен.

$$\text{При } t = t_0 = 37^\circ\text{C}, \quad T_0 = (37 + 273) \text{ К} = 310 \text{ К}$$

$$p_0 = p_1 + p_{01}; \quad p_{01} = p_0 - p_1 - \text{парциальное давление воздуха в нач. моменте.}$$

$$\text{При } t = 33^\circ\text{C}, \quad T = (33 + 273) \text{ К} = 306 \text{ К}$$

$$p_0 = p_{\text{нз}} + p_0, \quad \text{где } p_{\text{нз}} - \text{давление пар. вод. пара при } t = 33^\circ\text{C}$$

p_0 - парциальное давление воздуха в конечном моменте.

$$p_{\text{нз}} = 5 \text{ кПа}$$

$$p_0 = p_0 - p_{\text{нз}}$$



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
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!

Итак, найдем γ с помощью формулы

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_0 V}{T} \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{p_0 T}{p_0 T_0} = \frac{(p_0 - p_{\text{взв}}) T}{p_0 - p_{\text{взв}} T_0}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{75 \cdot 306}{100 \cdot 370} = \frac{3 \cdot 306}{4 \cdot 370}$$

Ответ:

- 1) 30 нПа
- 2) 65 °C
- 3) $\frac{3 \cdot 306}{4 \cdot 370} = \frac{459}{490}$



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!

$$U_0$$

$$U = \frac{3}{2} U_0$$

W3

$$U_0 - ?$$

$$\frac{U_{max}}{U_{min}} - ?$$

До того, как положительный заряд
улетит, пройдет через 0, значит будет
замедляться, значит до того как
определенный заряд пройдет через 0
он будет ускоряться, и значит
он будет замедляться до U (по 3 сд тунн)

Потому U_0 - потенциал точки диска в
расстоянии L от 0, где L - радиус диска,
а U_0 - потенциал точки диска в $r=0$.

Потому минимальная скорость будет улетит
через диск - U_0 , но при этом того, когда
положительный заряд будет в 0, $U=0$

По 3 (2 (м-масса диска)

$$\frac{m U_0^2}{2} = -q U_0 + q U_0, \quad q(U_0 - U_0) = \frac{m U_0^2}{2}$$

Потому когда $U = \frac{3}{2} U_0$, то 3 сд в том же
моме $U = U_{min}$

$$\frac{q}{4} \frac{m U_0^2}{2} = q(U_0 - U_1) + \frac{m U_{min}^2}{2}$$

$$\frac{5}{4} \frac{m U_0^2}{2} = \frac{m U_{min}^2}{2}, \quad U_{min} = U_0 \frac{\sqrt{5}}{2}$$

В моме того q в моме 0, то 3 сд

$$\frac{q}{4} \frac{m U_0^2}{2} = q(U_0 - U_0) + \frac{m U_{max}^2}{2}$$

$$\frac{13}{4} \frac{m U_0^2}{2} = \frac{m U_{max}^2}{2}, \quad U_{max} = U_0 \frac{\sqrt{13}}{2} > \frac{3}{2} U_0$$



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.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

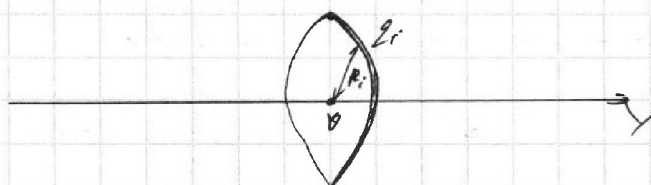
СТРАНИЦА

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!

Итого $\frac{v_{max}}{v_{min}} = \sqrt{\frac{13}{5}}$

Ответ: 2) $\sqrt{\frac{13}{5}}$



$$\varphi(x_i) = \frac{1 \cdot \varphi_i}{\sqrt{x^2 + R_i^2}}$$

~~$\varphi(x) = \frac{1 \cdot \varphi_i}{\sqrt{x^2 + R_i^2}}$~~

φ_i - потенциал на поверхности

φ_i - заряд на поверхности

R_i - радиус поверхности.



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!

№4

$$L_1 = L$$

n

S_1

B_0

$$L_2 = 3L$$

$I_0 = ?$

$\Delta q = ?$

Вс. бр. выт. масс. раз-
б. на 1 (от 0 до $\frac{\pi}{2}$) и 2 (от $\frac{\pi}{2}$ до π)

$$1) \mathcal{E}_{i1} = |\Phi_1'(t)| = n S_1 |B_1'(t)| = \frac{3n S_1 B_0}{2\tau}$$

то II на криво-
го

$$\mathcal{E}_{i1} = \mathcal{E}_{s11} + \mathcal{E}_{s12} = L I_1'(t) + 3L I_2'(t)$$

$$I_1'(t) = \frac{\mathcal{E}_{i1}}{4L} = \frac{3n S_1 B_0}{8\tau L} = \text{const} \rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta I_1}{\Delta t_1} = \frac{3n S_1 B_0}{8\tau L}$$

$$\frac{I_1 - 0}{\frac{\tau}{2}} = \frac{3n S_1 B_0}{8\tau L} ; I_1 = \frac{3n S_1 B_0}{16L}$$

$$2) \mathcal{E}_{i2} = |\Phi_2'(t)| = n S_2 |B_2'(t)| = \frac{n S_2 B_0}{2\tau}$$

то II на криво-
го

$$\mathcal{E}_{i2} = 4L I_2'(t) ; I_2'(t) = \frac{\mathcal{E}_{i2}}{4L} = \frac{n S_2 B_0}{8\tau L} = \text{const} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta I_2}{\Delta t_1} = \frac{n S_2 B_0}{8\tau L}$$

$$I_2 - I_1 = \frac{n S_2 B_0}{16L}$$

$$I_2 = \frac{n S_2 B_0}{4L} = I_0$$

то мы $I = q'(t)$, а значит Δq численно
равна площади фигуры под графиком
 $I(t)$. Рассмотрим этот график.



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
☒

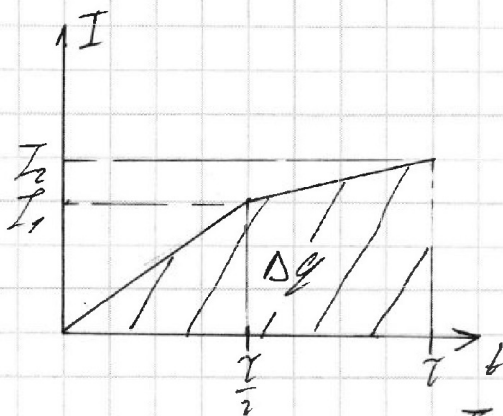
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
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!



Итого $\Delta q = \frac{I_1 l}{4} + \frac{I_1 + I_2}{2} \cdot \frac{l}{2}$

$$\Delta q = \frac{n S_r B_0 l}{L} \left(\frac{3}{16} + \frac{7}{64} \right) = \frac{5 n S_r B_0 l}{32 L}$$

Ответ: 1) $\frac{n S_r B_0}{4 L}$
2) $\frac{5 n S_r B_0 l}{32 L}$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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!

$$\begin{aligned} a &= 1,1F \\ b &= 10,5F \\ D &= 5,5F \end{aligned}$$

R - ?

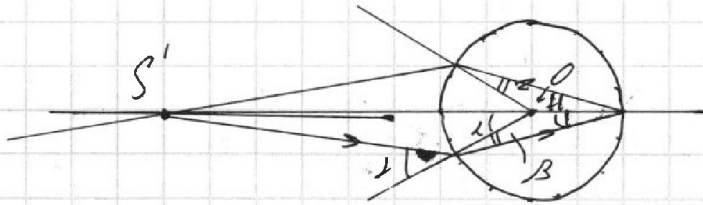
n - ?

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

$$\frac{1}{F} - \frac{1}{1,1F} = \frac{1}{f}; f = 11F > b \Rightarrow$$

$\Rightarrow S'$ лежит внутри, тогда мы 30 мм.

Но т.к. не зависит от n , то n не влияет на изображение, а значит все лучи L параллельны, значит $S' = 0$, $R = f - b = \frac{F}{2}$



В данном случае лучи идут параллельно, чтобы увидеть объект с изображением, необходимо, чтобы все лучи шли параллельно друг другу, а это возможно только при параллельности.

Из геометрии рисунка.

$$L = 2R, \text{ то } 3 \text{ мм. } L = 4R, \Rightarrow R = 2$$

Ответ: 1) $\frac{F}{2}$

2) 2



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

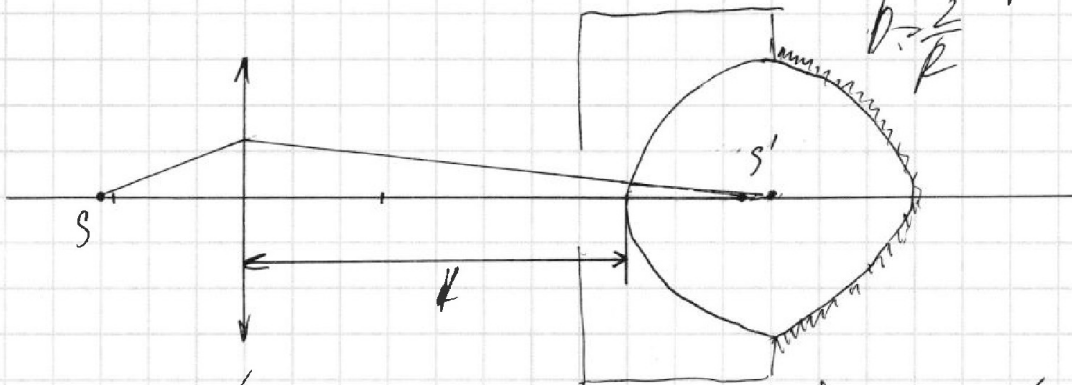
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$E_f + E_{\text{...}} = \frac{m v_0^2}{2}$$

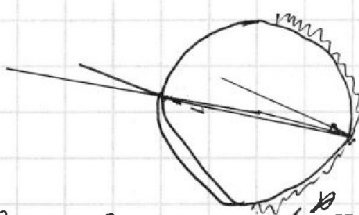
$$\frac{9 m v_0^2}{4} = \frac{m v_0^2}{2} + \frac{m v^2}{2}$$

$$D = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

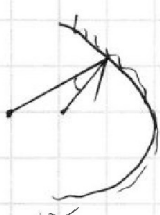
$$D = \frac{2}{p}$$



$$f = 11F = 6$$



$$p_1 \approx 30 \text{ mmHg}, t^{\circ} = 69^{\circ}\text{C}$$



$$E_{\text{...}} = \frac{k q}{r^2}$$

$$E_{\text{...}} = \frac{k q}{(R_1^2 + x^2)^{3/2}}$$

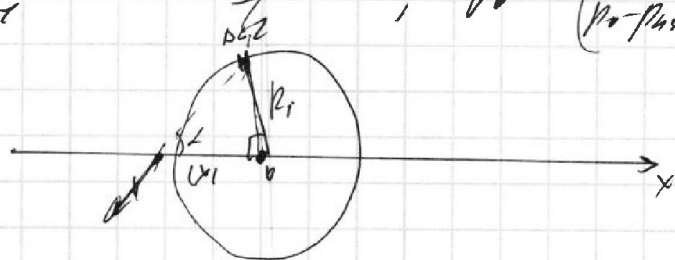
$$E_{\text{...}} = \frac{k q}{(R_1^2 + x^2)^{3/2}}$$

$$p_1 + p_{\text{...}} = p_0 \quad p_1 \approx 30 \text{ mmHg}, p_{\text{...}} = p_0 - p_1$$

$$\frac{p_1 v_0}{T_1} = \frac{p_{\text{...}} v}{T_2}$$

$$p_0 = p_{\text{...}} + p_{\text{...}}$$

$$\frac{(p_0 - p_1) v_0}{T_1} = \frac{(p_0 - p_{\text{...}}) v}{T_2}; \quad \frac{v}{v_0} = \frac{(p_0 - p_1) T_2}{(p_0 - p_{\text{...}}) T_1}$$



$$E_i = \frac{k q_i}{R_i^2 + x^2}, E_{ix} = E_i \cos \alpha = \frac{k q_i x}{(R_i^2 + x^2)^{3/2}}, E_x = \frac{k q_i x}{R_i^3}$$



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
__ ИЗ __

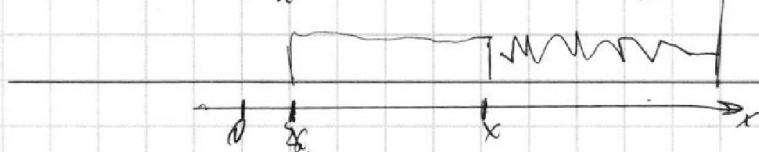
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{1,1F} = \frac{0,1}{1,1F}$$

$$f = 11F$$

$$u = w \cdot x = \sqrt{\frac{u}{\lambda}} \cdot \Delta l \quad v = \sqrt{\frac{u}{\lambda}} \cdot \Delta l$$



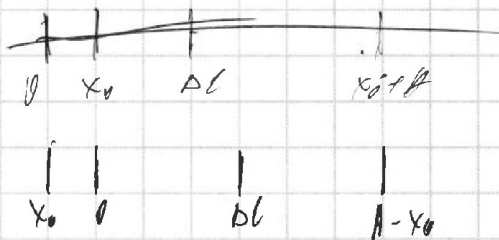
$$\frac{1}{2\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{f} = \frac{\sqrt{3}}{24}$$

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{n} = \frac{3}{n} + \frac{1}{n} = \frac{4}{n} = \frac{1}{3}$$

II 33 аа аа

$$-k(x - x_0) - \mu mg = m x''$$

$$x = 0, x'' = 0$$



$$k x_0 = \mu mg = 0 \quad x_0 = \frac{\mu mg}{k} = \frac{0,3 \cdot 1 \cdot 10}{36} = \frac{1}{12}$$

$$\frac{469}{32} \cdot \frac{32}{32} = \frac{469}{32}$$

$$\frac{m v^2}{2} + \frac{k \Delta l^2}{2} = \frac{k (x_0 + A - \Delta l)^2}{2} + \mu mg (A + x_0 - \Delta l)$$

$$1 + \frac{9}{4} = \frac{36 (A + \frac{1}{12})^2}{36} + 3 (A - \frac{1}{6})$$

$$1 + \frac{9}{4} = 36 A^2 + 6A + \frac{1}{4} + 3A - \frac{1}{2} \quad -\frac{1}{2} - 1 - 2$$

$$36 A^2 + 9A - \frac{7}{2} = 0 \quad 740$$

$$A = 81 + 42 \cdot \frac{7}{2} \cdot 36 = 9(9 + 7 \cdot 7 \cdot 8) = (33)^2$$

$$A = \frac{-9 + 33}{36 \cdot 2} = \frac{24}{36 \cdot 2} = \frac{1}{3}$$

$$\begin{array}{r} 763 \\ \times 3 \\ \hline 2289 \\ \times 2 \\ \hline 153 \\ \hline 240 \end{array}$$

$$(F_{\text{spring}})_k = k (A + x_0) = 36 \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{12} \right) = 12 + 3 = 15 \text{ Н}$$



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!

$$P_{\text{ср}} = 31 \text{ Вт}$$

$$P_T = 40 P_{\text{ср}}$$

$$p = \text{const}$$

$$E_{i1} = n S_1 B_1'(A) = n S_1 \frac{3 P_T}{2 L} = \frac{3 n S_1 B_1}{2 L}$$

$$E_{i1} = E_{\text{ср}} = 4 L Z_1'(A) \rightarrow Z_1'(A) = \frac{3 n S_1 B_1}{8 L} = \text{const} \rightarrow$$

$$\frac{\Delta I_1}{\Delta t_1} = \frac{3 n S_1 B_1}{8 L}$$

$$Z_1 = \frac{3 n S_1 B_1}{16 L}$$

$$E_{i2} = n S_1 \frac{B_2}{2 L} = \frac{n S_1 B_2}{2 L}$$

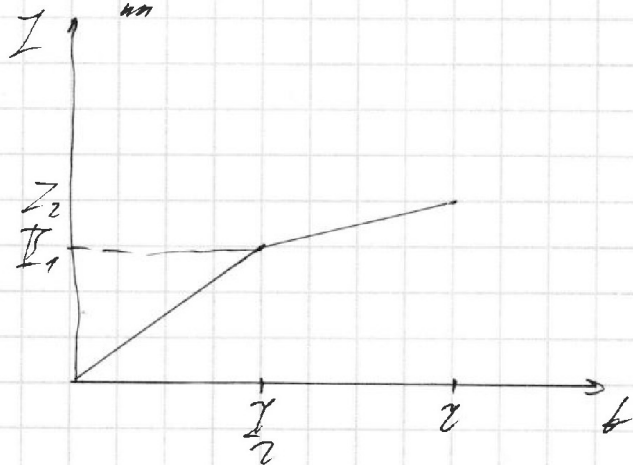
$$E_{i2} = E_{\text{ср}} = 4 L Z_2'(A), Z_2'(A) = \frac{n S_1 B_2}{8 L} = \text{const} \rightarrow \frac{Z_2}{A_1} =$$

$$= \frac{n S_1 B_2}{8 L}$$

$$Z_0 - Z_1 = \frac{n S_1 B_2}{8 L}$$

$$Z_0 = \frac{n S_1 B_2}{4 L} \quad [Z_0] = \frac{\text{м}^2 \cdot \frac{\text{В}}{\text{А} \cdot \text{м}}}{\text{Гн}} = \frac{\text{В} \cdot \text{м}}{\text{А}} =$$

$$= \frac{P_{\text{ср}}}{\frac{I_{\text{ср}}}{\text{м}}} = \frac{16}{1} = \frac{2 \cdot L}{1} = P.$$



$$y = \frac{I_1 Z_1}{4} + \frac{Z_1 + Z_2}{2} \cdot \frac{I}{2} =$$

$$= \frac{3 n S_1 B_1 Z_1}{64 L} + \frac{Z_1 S_1 B_1 Z_1}{64 L} =$$

$$= \frac{5 n S_1 B_1 Z_1}{32 L}$$

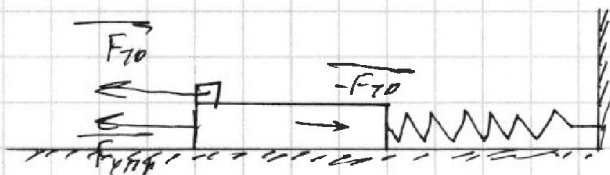


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!



$$m a = F_{T0}, M a = k \Delta l - F_{T0}, \frac{m}{m} = \frac{k \Delta l - F_{T0}}{F_{T0}}$$

$$m F_{T0} = m k \Delta l - m F_{T0}, F_{T0} = \frac{m k \Delta l}{m + m}$$

$$N = m g, \frac{m k \Delta l}{m + m} \leq \mu k N$$

$$\Delta l = \mu (m + m) \frac{g}{k}, \Delta l = 0,3 \cdot 3 \cdot \frac{9,8}{36} = \frac{9}{36} = 0,25 \text{ м}$$

$$\frac{(m + m) v_0^2}{2} = \frac{k \Delta l^2}{2}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}, \omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$A = v_0 \sqrt{\frac{m + m}{k}}$$

$$\text{В нач. момент } x = 0, v_x > 0, x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$t = 0 \quad \left. \begin{array}{l} \cos \varphi_0 = 0 \\ \sin \varphi_0 < 0 \end{array} \right\} \Rightarrow \varphi_0 = -\frac{\pi}{2}$$

$$\Delta l = A v_0 \sqrt{\frac{m + m}{k}} \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m + m}} t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\frac{\Delta l}{v_0} \sqrt{\frac{k}{m + m}} = \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m + m}} t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\frac{0,25}{1} \sqrt{\frac{36}{3}} = \frac{1}{4} \cdot 2\sqrt{3} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\sqrt{\frac{k}{m + m}} t - \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{6}$$

$$t = \frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{m}{k}}, t = \frac{3}{3} \sqrt{\frac{3}{36}} = \sqrt{\frac{1}{12}} = \frac{\sqrt{3}}{6}$$



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
☐

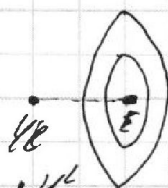
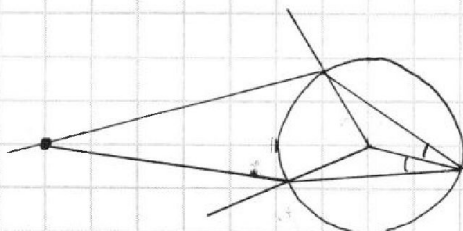
6
☐

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!

$$f = 11F, R = \frac{F}{2}$$



$$y_0 y - y_c y = \frac{m v_0^2}{2}$$
$$\text{всг} \quad \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + \frac{m v_{\text{min}}^2}{2}$$

$$v_{\text{min}}^2 = \frac{5}{4} v_0^2$$

$$v_{\text{min}} = v_0 \frac{\sqrt{5}}{2}$$

$$-y_0 y + y_c y = -\frac{m v_0^2}{2}$$

$$v_{\text{max}} = v_0 \frac{\sqrt{13}}{2} \neq v_0 \frac{3}{2}$$

$$\frac{v_{\text{max}}}{v_{\text{min}}} = \frac{\sqrt{13}}{\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{65}}{5}$$