



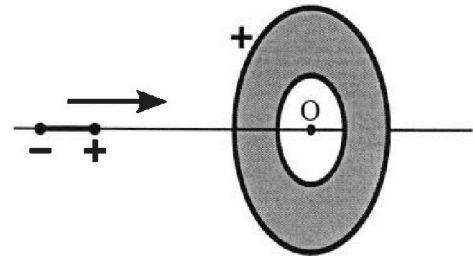
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

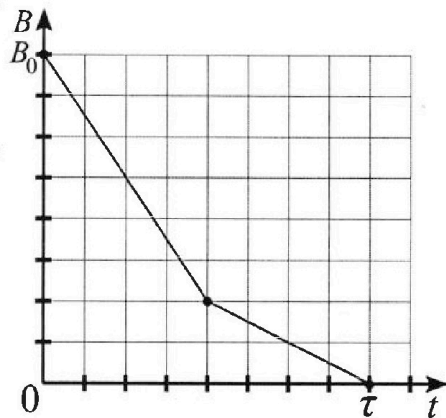
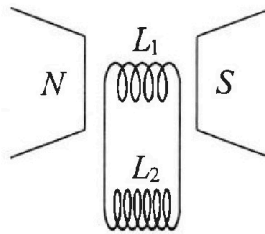


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



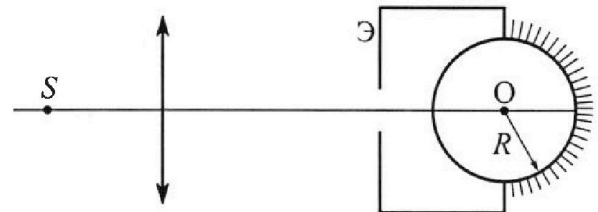
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



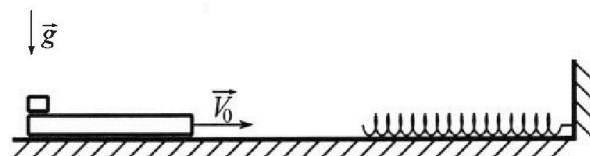
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

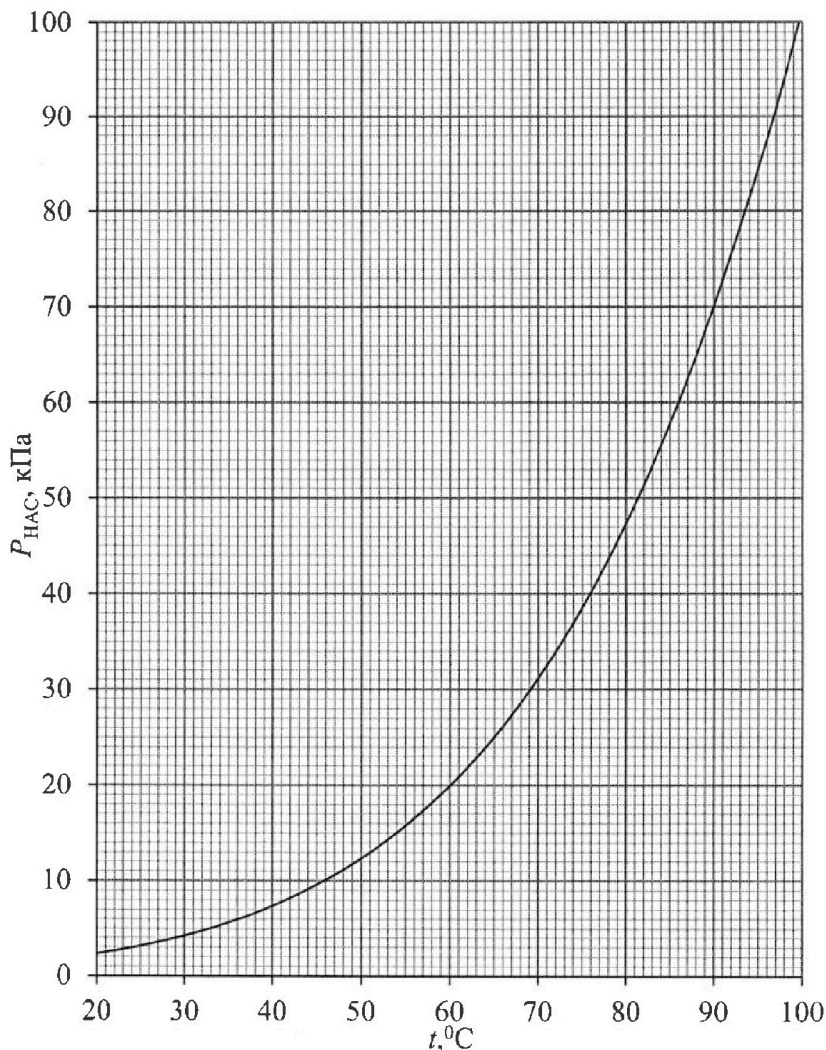


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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.

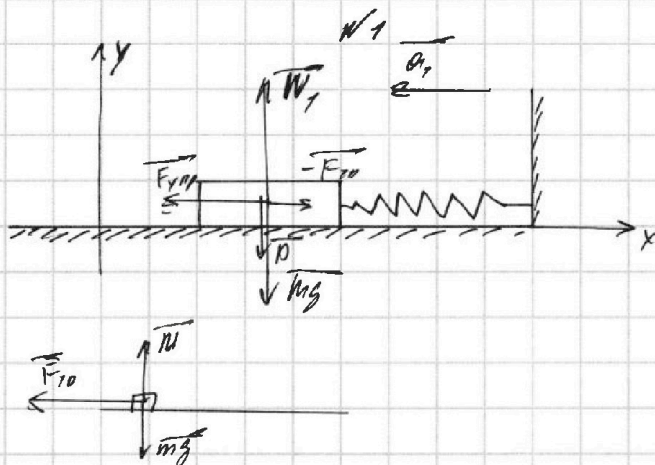
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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 движения (начальное состояние), то

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

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 .



1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

$\omega = \sqrt{\frac{k}{m+m_1}}$. Тогда $x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$, где φ_0 - начальная фаза, а x - координата ~~крайней точки~~ ~~крайней точки~~ ~~крайней точки~~

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

В момент $t=0$, $x=0$, $v_x > 0$

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

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

По закону сохранения энергии

$$\frac{(m+m_1)v_0^2}{2} = \frac{kx^2}{2}; \quad A = v_0 \sqrt{\frac{m+m_1}{k}}$$

В момент $t = \tau$, $x = D$

$$D = v_0 \sqrt{\frac{m+m_1}{k}} \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m+m_1}} \tau - \frac{\pi}{2}\right) \text{ по условию}$$

$$\cos\left(\sqrt{\frac{k}{m+m_1}} \tau - \frac{\pi}{2}\right) = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\sqrt{\frac{k}{m+m_1}} \tau = \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{6}$$

$$\sqrt{\frac{k}{m+m_1}} \tau = \frac{\pi}{3} \approx \pi$$

$$\tau = \sqrt{\frac{m+m_1}{k}}, \quad \tau = \sqrt{\frac{2+1}{36}} \text{ с} = \frac{\sqrt{3}}{6} \text{ с}$$

В замкнутой системе будут сохраняться импульс, кинетическая и полная механическая энергии $F_{10} = 1 \text{ мДж}$. Значит замкнутая система из массы математического маятника и груза будет двигаться по кругу. Если маятник рассматривать по кругу. Нам известны все физические параметры системы $F_{10} = 1 \text{ мДж}$.

Пусть в момент $t=0$ маятник находится в положении равновесия относительно положения покоя. Пусть маятник находится в положении равновесия относительно положения покоя.



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) $\frac{\sqrt{3}}{6}$

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



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.

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!

№2

$$p_0 = 105 \text{ кПа}$$

$$t_0 = 97^\circ\text{C}$$

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

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

$$p_1 = ?$$

$$t^* = ?$$

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

По формуле $\varphi_0 = \frac{p_1}{p_{\text{нас}}}$, где $p_{\text{нас}}$ - давление насыщенного водяного пара при $t = 97^\circ\text{C}$

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

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

Давление насыщенного пара при $t = 33^\circ\text{C}$ равно $p_{\text{нас}} = 5 \text{ кПа}$.
Если изобразим процесс, то увидим, что процесс является изобарным, и при этом $p_0 = \text{const}$, $p_{\text{н}} = \text{const}$

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

Таким образом при t^* $p_{\text{н}} = p_0 = 30 \text{ кПа}$. По графику

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

В состоянии $\varphi = 100\%$, т.е. пар - насыщен.

$$\text{При } t = t_0 = 97^\circ\text{C}, \quad T_0 = (97 + 273) \text{ К} = 370 \text{ К}$$

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

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

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

p_0 - парциальное давление воздуха в конечном моменте.

$$p_{\text{нас}} = 5 \text{ кПа}$$

$$p_0 = p_0 - p_{\text{нас}}$$



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!

Итог: количество см воздуха

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

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

Ответ:

- 1) 30 мПа
- 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 сох турки)

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(2 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(2

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

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



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
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

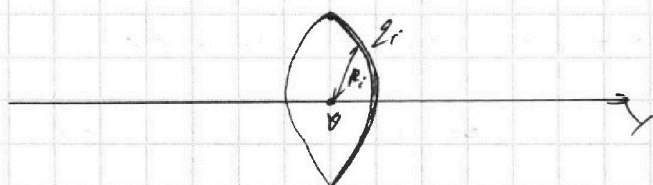
СТРАНИЦА

2 ИЗ 2

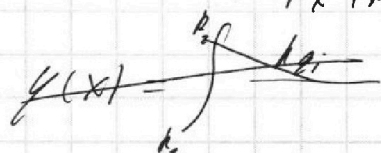
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

Ответ: 2) $\sqrt{\frac{13}{5}}$



$$y(x) = \frac{h_i}{\sqrt{x^2 + R_i^2}}$$



y_i - высота над канавой

h_i - заряд канавы

R_i - радиус канавы.



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.
Буд. на 1 (ам 0 до $\frac{\pi}{2}$) и 2 (ам $\frac{\pi}{2}$ до π)

$$1) \mathcal{E}_{i1} = |P_1'(t)| = n S_1 |B_1'(t)| = \frac{3n S_1 B_0}{2\tau}$$

то II на кривоиз.

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

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

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

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

$$2) \mathcal{E}_{i2} = |P_2'(t)| = n S_2 |B_2'(t)| = \frac{n S_2 B_0}{2\tau}$$

то II на кривоиз.

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

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

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

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

то мы $I = q'(t)$, а значит Δq численно
равна изменению функции 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
☒

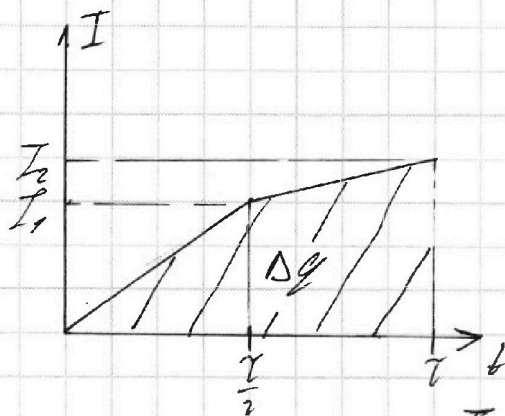
5
☐

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

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

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



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!

$$a = 1,1F$$

$$b = 1,5F$$

$$D = 5,5F$$

R - ?

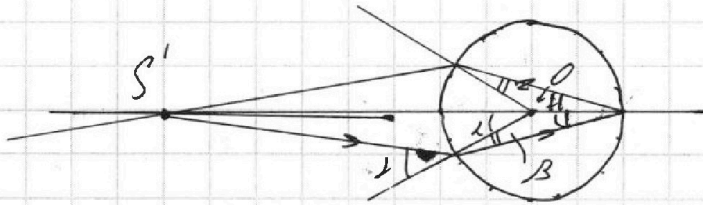
n - ?

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

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

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

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



В данном случае лучи идут мимо, чтобы увидеть совпадение с изображением, необходимо, чтобы все лучи шли через S' , а это возможно только при нулевой ширине.

Из геометрии рисунка.

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

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 __

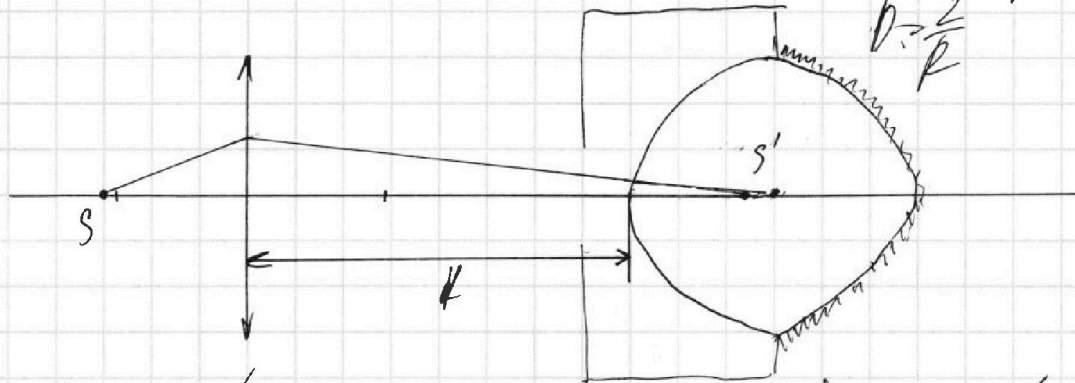
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

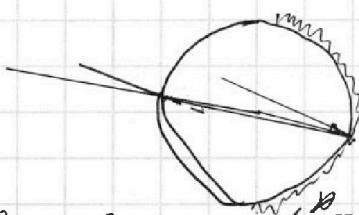
$$\frac{9 m v_0^2}{4} = \frac{m v_0^2}{2} + \frac{m v^2}{2}$$

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

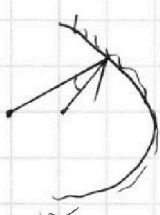
$$D = \frac{2}{p}$$



$$f = 11F = 6$$



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



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

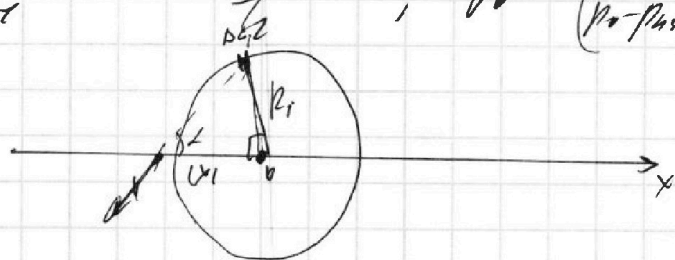
$$E_{\text{ср}} = \frac{k q}{(R_1^2 + x^2)^{3/2}}$$

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

$$\frac{p_1 V_0}{T_1} = \frac{p_{\text{ср}} V}{T_2}$$

$$p_0 = p_{\text{нз}} + p_{\text{ср}}$$

$$\frac{(p_0 - p_1) V_0}{T_1} = \frac{(p_0 - p_{\text{нз}}) V}{T_2}; \quad \frac{V}{V_0} = \frac{(p_0 - p_1) T_2}{(p_0 - p_{\text{нз}}) T_1}$$



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



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 __

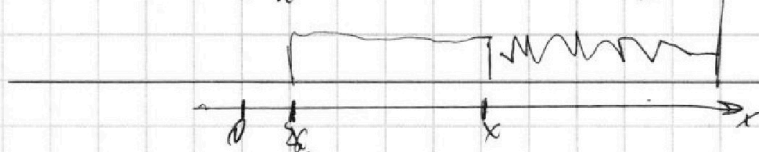
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

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

$$f = 11F$$

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



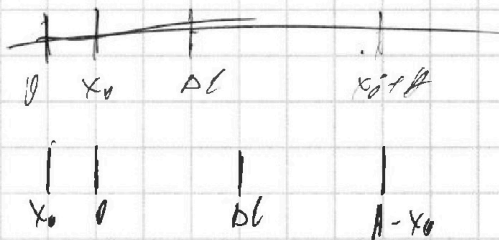
$$\frac{1}{2\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{f} = \frac{\sqrt{3}}{24}$$

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

II 39 аа аа

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

$$x = 0, x_0'' = 0$$



$$k x_0 = \mu mg = 0, \quad x_0 = \frac{\mu mg}{k} = \frac{0,3 \cdot 1 \cdot 70}{36} = \frac{1}{n}$$

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

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

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

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

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

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

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

$$\frac{763}{3} = 254 \frac{1}{3}$$

$$(F_{\text{spring}})_A = k (A + x_0) = 36 \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{n} \right) = n + 3 = 18 \text{ Н}$$



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!

$$P_{\text{ср}} = 31 \text{ Вт}$$

$$P_T = 40 P_{\text{ср}}$$

$$p = \text{const}$$

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

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

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

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

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

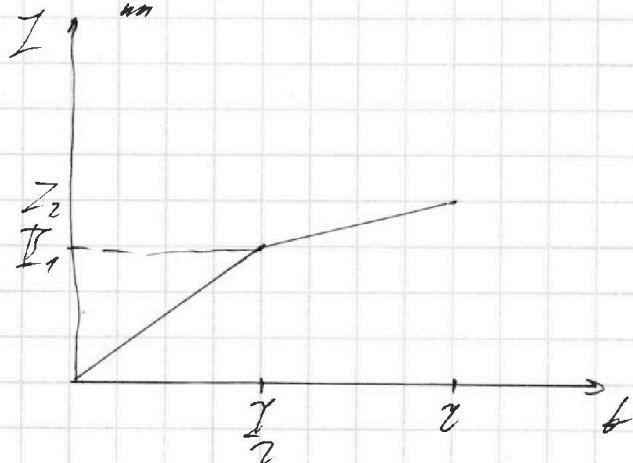
$$E_{i2} = E_{\text{ср}} = 4 L Z_2'(A), Z_2'(A) = \frac{n S_1 B_2}{8 L} = \text{const} \rightarrow \frac{Z_2}{A_1} =$$

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

$$Z_2 - Z_1 = \frac{n S_1 B_2}{8 L}$$

$$Z_2 = \frac{n S_1 B_2}{4 L} \quad [Z_2] = \frac{\text{м}^2 \cdot \frac{\text{В}}{\text{А} \cdot \text{м}}}{\text{Гн}} = \frac{\text{В} \cdot \text{м}}{\text{А}} =$$

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



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

$$= \frac{3 n S_1 B_1 Z}{64 L} + \frac{2 n S_1 B_2 Z}{64 L} =$$

$$= \frac{5 n S_1 B_2 Z}{32 L}$$

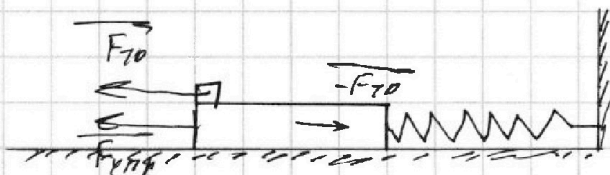


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



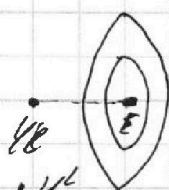
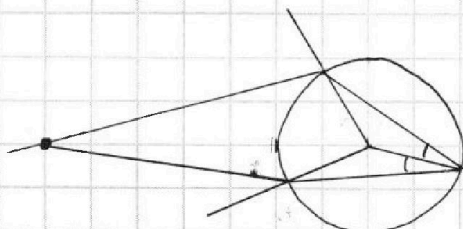
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

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



$$\varphi_0 - \varphi_c = \frac{m v_0^2}{2}$$
$$\text{Сум} \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + \frac{m v_{min}^2}{2}$$

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

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

$$-\varphi_0 + \varphi_c = -\frac{m v_0^2}{2}$$

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

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