



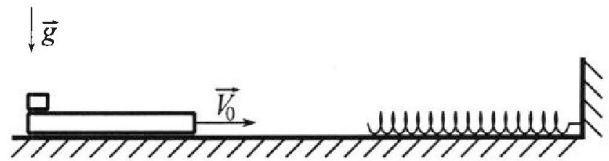
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

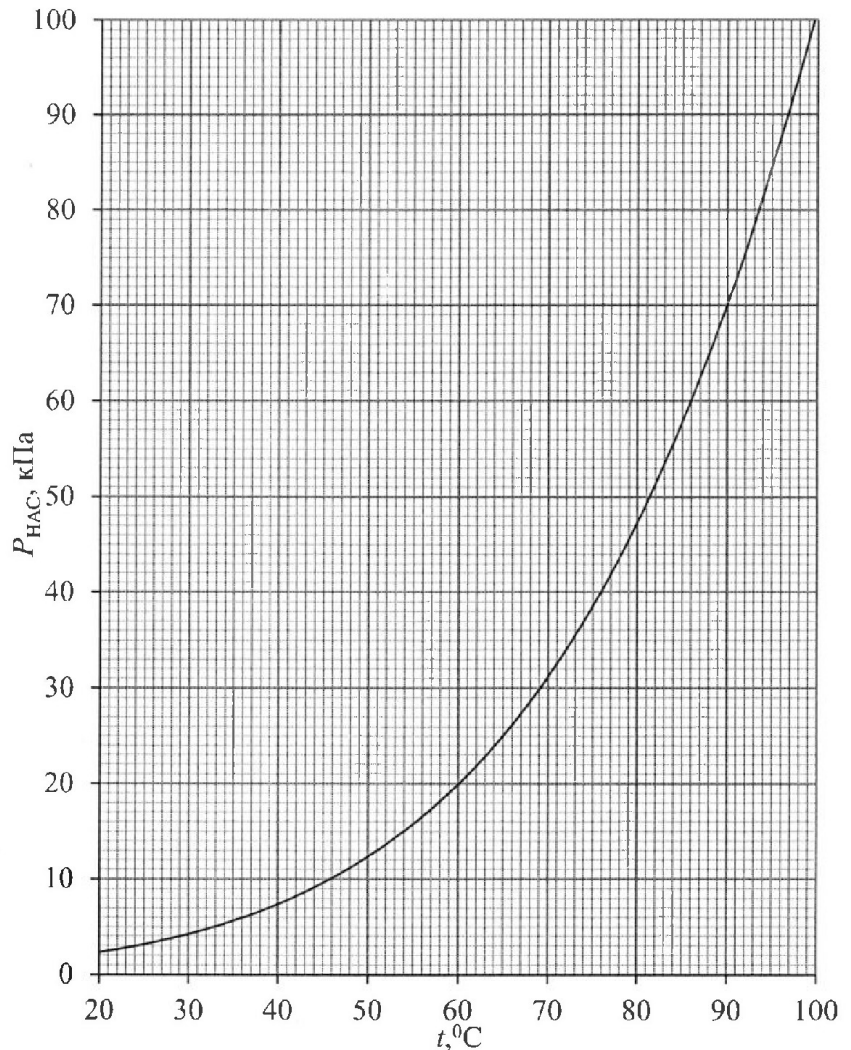


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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 газ а можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.





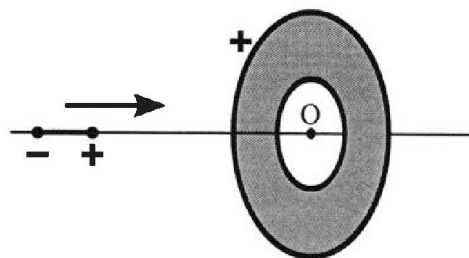
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

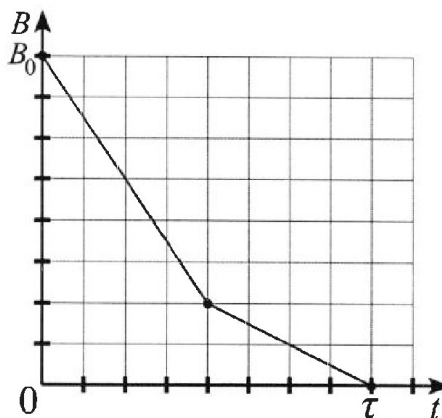
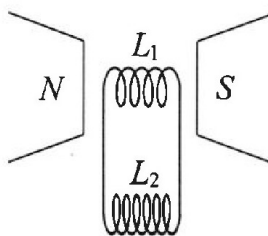


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



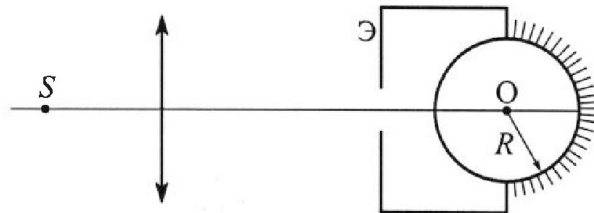
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



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
4 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!

$$v = \sqrt{V_0^2 - \frac{k \Delta l^2}{(M+m)}} = \sqrt{1 - \frac{36 \cdot \frac{1}{16}}{3}} \cdot \frac{m}{c} = \sqrt{1 - \frac{12}{16}} \cdot \frac{m}{c} = \sqrt{1 - \frac{3}{4}} \cdot \frac{m}{c} = \frac{1}{2} \cdot \frac{m}{c}$$

$$A_0 = \sqrt{\left(\frac{\mu M g}{k}\right)^2 + \frac{M v^2}{k}} = \sqrt{\left(\frac{0,3 \cdot 2 \cdot 10}{36}\right)^2 + \frac{2 \cdot \frac{1}{4}}{36}} \cdot m = \frac{1}{6} \cdot m \cdot \sqrt{\frac{6^2}{36} + \frac{1}{2}} =$$

$$= \frac{1}{6} \cdot m \cdot \sqrt{\frac{3}{2}} = \frac{\sqrt{6}}{12} \cdot m \quad \Delta l_{\max} = \Delta l + A_0 = \left(\frac{1}{4} + \frac{\sqrt{6}}{12}\right) \cdot m = \frac{3 + \sqrt{6}}{12} \cdot m$$

$$a_0 = \frac{-\mu m g + k \cdot \Delta l_{\max}}{m} = \frac{-0,3 \cdot 1 \cdot 10 + 36 \cdot \frac{3 + \sqrt{6}}{12}}{2} \cdot \frac{m}{c^2} = \frac{-3 + 9 + 3\sqrt{6}}{2} \cdot \frac{m}{c^2} =$$

$$= \frac{6 + 3\sqrt{6}}{2} \cdot \frac{m}{c^2}$$

$$\text{Ответ: } \frac{6 + 3\sqrt{6}}{2} \cdot \frac{m}{c^2}$$



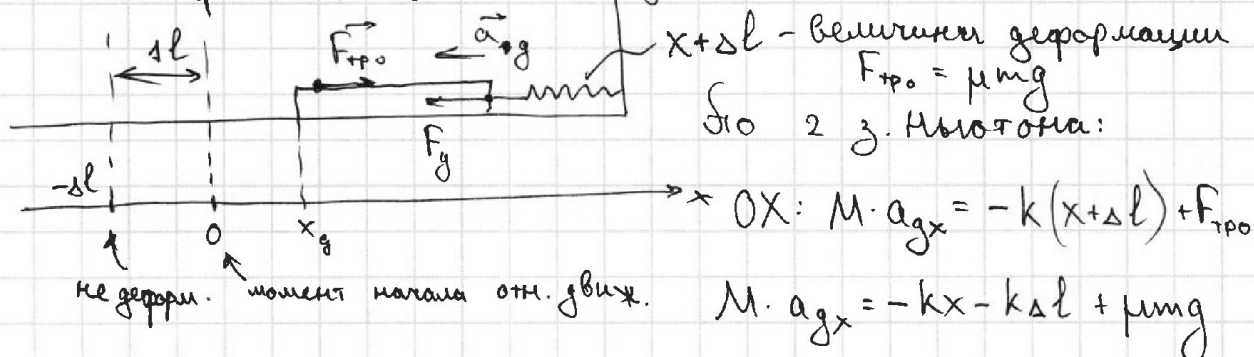
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 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!

момент времени t после начала отр. движ.



$$k\Delta l = \mu Mg + \mu mg \quad \text{по н. (1)}$$

$$M \cdot a_{gx} = -kx - \mu Mg - \mu mg + \mu mg$$

$$\ddot{x}_g + \frac{k}{M} \cdot x = -\mu g \quad | \cdot \frac{M}{k}$$

$$\ddot{x}_g \cdot \frac{M}{k} + x + \frac{\mu Mg}{k} = 0 ; \quad \text{З } z = x + \frac{\mu Mg}{k} ; \quad \ddot{z} = \ddot{x}$$

$$\ddot{z} + \frac{k}{M} \cdot z = 0, \quad \text{зн. } z = A_0 \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0), \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$x + \frac{\mu Mg}{k} = A_0 \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$$

$$x = A_0 \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0) - \frac{\mu Mg}{k}$$

Начальные условия: $\begin{cases} x(0) = 0 \\ \dot{x}(0) = v = 0,5 \frac{m}{s} \end{cases} \quad \begin{cases} A_0 \cdot \cos \varphi_0 = \frac{\mu Mg}{k} \\ -A_0 \cdot \sqrt{\frac{k}{M}} \cdot \sin(\varphi_0) = v \end{cases}$

$$\begin{cases} A_0 \cdot \cos \varphi_0 = \frac{\mu Mg}{k} \\ A_0 \cdot \sin \varphi_0 = -v \sqrt{\frac{M}{k}} \end{cases}$$

$$A_0 = \sqrt{\left(\frac{\mu Mg}{k}\right)^2 + \frac{Mv^2}{k}} =$$

$$= \sqrt{\left(\frac{0,3 \cdot 2 \cdot 16}{36}\right)^2 + \frac{2 \cdot \frac{1}{4}}{36}} m = \sqrt{\frac{1}{36} \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{2}\right)} m =$$

$$= \sqrt{\frac{1}{36} \cdot \frac{4}{6}} m = \frac{2}{6\sqrt{6}} m = \frac{1}{3\sqrt{6}} m = \frac{\sqrt{6}}{18} m$$

$$\Delta l_{\max} = \Delta l + A_0 = \frac{1}{4} m + \frac{\sqrt{6}}{18} m = \frac{9 + 2\sqrt{6}}{36} m$$



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 4

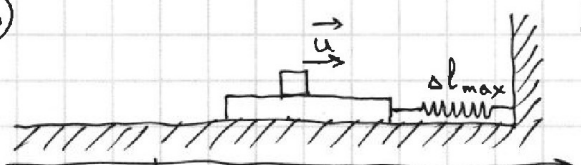
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{1}{24} = \frac{\sqrt{3}}{6} \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{36}{3}} \cdot \frac{t_0}{1c}\right) \quad \frac{6}{\sqrt{3}} \cdot \frac{t_0}{1c} = \arcsin\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = \frac{\pi}{3} \approx 1$$

$$t_0 = \frac{\sqrt{3}}{6} \cdot \arcsin\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) (c)$$

$$\text{Ответ: } t_0 = \frac{\sqrt{3}}{6} \cdot \arcsin\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) (c)$$

3)



В момент максимального сжатия скорость доски равна нулю, а скорость бруска равна u
Зо 2 з. Ньютона:

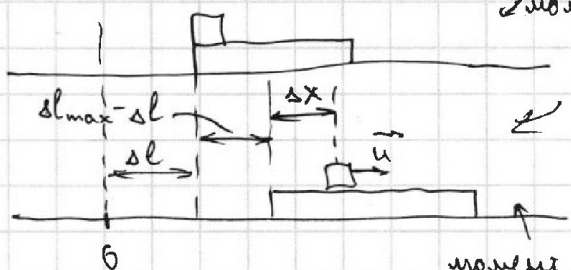
$$\text{OY: } 0 = mg - N \Rightarrow N = mg, \text{ тогда: } F_{\text{тр}} = \mu mg, \text{ т.е. скольжения}$$

$$\text{OX: } -a \cdot m = -\mu mg \Rightarrow a = \mu g$$

$$\text{OX: } -a_0 \cdot M = -F_{y\text{max}} + \mu mg$$

$$a_0 = \frac{-\mu mg + k \Delta l_{\text{max}}}{M}$$

момент начала отн. движения



на брусок всегда действовало постоянное ускорение: $a = \mu g$

$$\text{тогда: } \Delta l_{\text{max}} - \Delta l + \Delta x = \frac{v^2 - u^2}{2\mu g}$$

т. об. изм. полн. мех. энергии: $\Delta W_{\text{полн.}} = A_{\text{некон.}}$

$$\frac{(M+m)v_0^2}{2} + \frac{k\Delta l^2}{2} - \frac{(M+m)v^2}{2} = 0 \Rightarrow v^2 = \frac{(M+m)v_0^2 - k\Delta l^2}{M+m}$$

$$\frac{mu^2}{2} + \frac{M \cdot 0^2}{2} + \frac{k\Delta l_{\text{max}}^2}{2} - \frac{(M+m)v^2}{2} = -\mu mg \cdot (\Delta l_{\text{max}} + \Delta x) + \mu mg \cdot \Delta l_{\text{max}}$$

$$\frac{mu^2}{2} + \frac{k\Delta l_{\text{max}}^2}{2} - \frac{(M+m)v^2}{2} = -\mu mg \cdot \Delta x$$



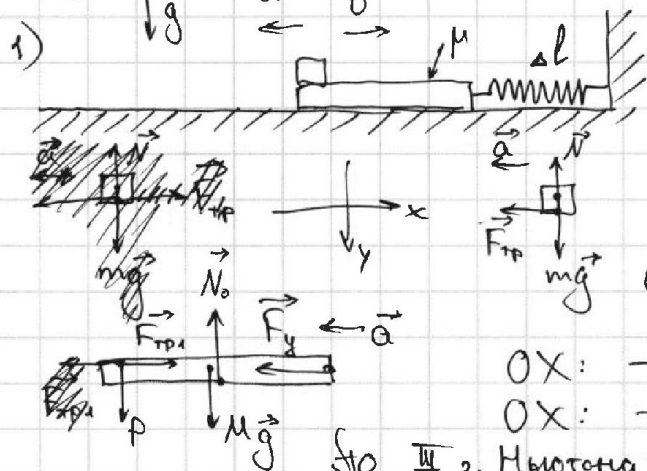
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Задача 1.



Δl - сжатие пружины в момент начала отн. движения
Брус и доска в этот момент движутся с постоянными одинаковым ускорением: $\vec{a}$ и скоростью $\vec{v}$;
по 2 з. Ньютона:

$$OY: 0 = mg - N \Rightarrow N = mg$$

$$OX: -a \cdot m = -F_{тр} \Rightarrow am = F_{тр}$$

$$OX: -a \cdot M = +F_{тр} - F_y \Rightarrow a \cdot M = -F_{тр} + F_y$$

$$\text{по III з. Ньютона: } F_{тр1} = F_{тр}$$

В этот момент сила трения покоя принимает max значение: $F_{тр} = \mu N$

$$\begin{cases} a \cdot m = \mu mg \\ a \cdot M = -\mu mg + k \Delta l \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = \mu g \\ \mu Mg = -\mu mg + k \Delta l \end{cases} \Rightarrow \mu(M+m)g = k \Delta l$$

$$\Delta l = \frac{\mu(M+m)g}{k} = \frac{0,3 \cdot (2\text{ кг} + 1\text{ кг}) \cdot 10\text{ м/с}^2}{36\text{ Н/м}} = \frac{0,3 \cdot 3 \cdot 10}{36}\text{ м} = \frac{3 \cdot 3}{36} = \frac{1}{4}\text{ м}$$

Ответ: 1) 0,25 м

2) ~~т.к.~~ до отн. проскальзывания можно рассматривать доску и брус как одно тело массой $(m+M)$:

по 2 з. Ньютона:

$$OX: (M+m) \cdot a_x = -kx$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{M+m} \cdot x = 0$$

$$x = A \cdot \cos(\omega t + \varphi), \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}}$$

$$\begin{cases} x(0) = 0 \\ v_x(0) = V_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A \cdot \cos \varphi = 0 \\ -A \cdot \omega \cdot \sin \varphi = V_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \varphi = \frac{\pi}{2} \\ A = -\frac{V_0}{\omega} \end{cases}$$

$$x = -V_0 \sqrt{\frac{M+m}{k}} \cdot \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) \Rightarrow x = V_0 \sqrt{\frac{M+m}{k}} \cdot \sin(\omega t), \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}}$$

В момент начала отн. движения: $x(t_0) = \Delta l$

$$\Delta l = V_0 \sqrt{\frac{M+m}{k}} \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M+m}} \cdot t_0\right); \quad \frac{1}{4}\text{ м} = 1\text{ м/с} \cdot \sqrt{\frac{2\text{ кг} + 1\text{ кг}}{36\text{ Н/м}}} \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{36\text{ Н/м}}{2\text{ кг} + 1\text{ кг}}} \cdot t_0\right)$$



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.

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!

Задача 2.

1) $\varphi_0 = \frac{P_{no}}{P_{н.н.97}}$ $P_{н.н.97} = 30 \text{ кПа}$ из графика
 P_{no} - нач. давление водяного пара
 $P_{н.н.97}$ - давление нас. паров при 97°C

$P_{no} = \varphi_0 \cdot P_{н.н.97} = \frac{1}{3} \cdot 30 \text{ кПа} = 10 \text{ кПа}$; $P_1 = P_{no} = 10 \text{ кПа}$
 Ответ: 10 кПа

2)
 в (1): $P_0 = P_1 + P_{c1}$
 P_{c1} - начальное давление сухого воздуха в начале
 в (2): $P_0 = P_2 + P_{c2}$
 P_{c2} и P_2 - давления сухого и водяных паров соотв при начале конденсации

т.к. количество газа постоянно, то: $P_{c1} = P_0 = P_1 = 75 \text{ кПа}$

$\frac{P_{c1} \cdot V_0}{T_0} = \frac{V_1 \cdot P_{c2}}{T}$
 $\frac{P_1 \cdot V_0}{T_0} = \frac{V_1 \cdot P_2}{T}$
 $P_2 = P_0 - P_{c2} = P_0 - P_{c1} \cdot \frac{V_0 \cdot T}{V_1 \cdot T_0}$

$\frac{(P_{c1} + P_1) V_0}{T_0} = \frac{V_1 (P_{c2} + P_2)}{T}$; $\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{P_0 \cdot V_1}{T} \Rightarrow \frac{V_0}{T_0} = \frac{V_1}{T}$

тогда: $P_{c2} = P_{c1}$

$P_2 = P_0 - P_{c1} = P_1 = 10 \text{ кПа}$
 $\varphi_1 = 1 = \frac{P_1}{P_{н.н.T}} \Rightarrow P_{н.н.T} = 10 \text{ кПа} \rightarrow$ из графика: $T = (69 + 273) \text{ K}$
 $t^* = 69^\circ\text{C}$ ($t^* \Leftrightarrow T$)
 Ответ: 2) $t^* = 69^\circ\text{C}$

3) ниже 69°C пар всегда будет насыщенным, зн.:

$P_3 = P_{н.н.33^\circ\text{C}} = 5 \text{ кПа} \Rightarrow P_{c3} = P_0 - P_3 = 100 \text{ кПа}$ $T_3 = t + 273 \text{ K} = 306 \text{ K}$

P_3 и P_{c3} - давление вод. пара и сух. воз. при $t = 33^\circ\text{C}$
 т.к. количество сухого воз. const, то: $\frac{P_{c1} \cdot V_0}{T_0} = \frac{P_{c3} \cdot V}{T_3} \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{P_{c1} \cdot T_3}{P_{c3} \cdot T_0} = \frac{75 \text{ кПа} \cdot 306 \text{ K}}{100 \text{ кПа} \cdot 370 \text{ K}} = \frac{459}{740}$

Ответ: 3) $\frac{V}{V_0} = \frac{459}{740}$



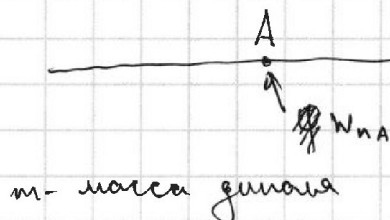
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Задача 3



З в некоторой точке
А диск обладает

З в некоторой точке А
диск имеет максимальную
~~мин~~ потенциальную энер-
гию, тогда в этой точке
он имеет минимальную
кинетическую ~~потенциальную~~ энергию, з.

$$\frac{m V_0^2}{2} = W_{nA} \leftarrow \text{чтобы пролетел скорость диска в т. А при макс. к. } \frac{3}{2} V_0$$

это: v , тогда: $\frac{m(\frac{3}{2}V_0)^2}{2} = W_{nA} + \frac{m v^2}{2}$

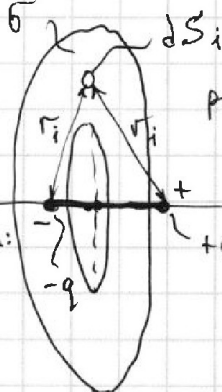
$$\frac{9}{4} \cdot \frac{m V_0^2}{2} = \frac{m V_0^2}{2} + \frac{m v^2}{2} \Rightarrow \frac{5}{4} V_0^2 = v^2 \Rightarrow v = \frac{\sqrt{5}}{2} V_0$$

$$\frac{v}{V_0} = \frac{\sqrt{5}}{2}$$

найдем потенциальную энергию
диска при пролёте через центр диска:

$$dW_{ni} = +q \cdot k \cdot \frac{\sigma dS_i}{r_i} - q \cdot k \cdot \frac{\sigma dS_i}{r_i} = 0$$

тогда $W_{n0} = 0$



расстояния одина-
ковые, т. к.
диск
симметричен

на бесконечности потенциальная энергия диска также
равна нулю, з.н. из ЗСЗ:

$$v_{\text{при пролёте}} = \frac{3}{2} V_0$$

как уже было сказано в т. А. диск имеет $\min W_k$ и $\max W_n$,

т. е. в этой точке скорость минимальна, з.н. $v = v_{\min} = \frac{\sqrt{5}}{2} V_0$.
максимальная скорость в начале или при пролёте через центр, т. к.
там минимальная потенциальная энергия, т. е. $v_{\max} = \frac{3}{2} V_0$.

тогда: $\frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \frac{3}{\sqrt{5}} = \frac{3\sqrt{5}}{5}$ Ответ: 1) $\frac{3}{2} V_0$ 2) $\frac{3\sqrt{5}}{5}$

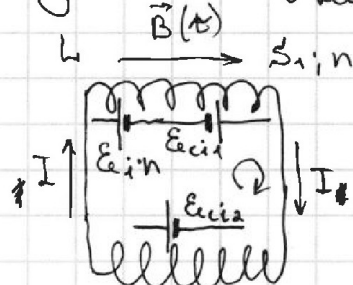


1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

Задача 4 в некоторый момент времени



$$\mathcal{E}_{ci} = -\frac{dB}{dt} \cdot S_1 \quad \mathcal{E}_{ci1} = -L \cdot \frac{dI_1}{dt}$$

$$\mathcal{E}_{ci2} = -3L \cdot \frac{dI_2}{dt}$$

по 2-ому пр-му Кирхгофа:

$$-\mathcal{E}_{ci1} + \mathcal{E}_{ci2} + \mathcal{E}_{cin} = 0$$

$$\frac{dB}{dt} \cdot S_1 \cdot n = 4L \cdot \frac{dI}{dt} \Rightarrow \int_{B_0}^{B(t)} dB \cdot S_1 \cdot n = 4L \cdot \int_0^I dI$$

$$(B(t) - B_0) S_1 \cdot n = 4L \cdot (I - 0)$$

1) Т: $B(t) = 0 \Rightarrow (0 - B_0) S_1 \cdot n = 4L I \Rightarrow I = -\frac{B_0 \cdot S_1 \cdot n}{4L}$
т.е. ток течет в другую сторону и равен $I_0 = \frac{B_0 \cdot S_1 \cdot n}{4L}$

Ответ: 1) $I_0 = \frac{B_0 \cdot S_1 \cdot n}{4L}$

2) $I(t) = (B(t) - B_0) \cdot \frac{S_1 \cdot n}{4L} \Rightarrow q = \left| \int_0^{\tau} (B(t) - B_0) \frac{S_1 \cdot n}{4L} dt \right| =$

$$dq = I(t) \cdot dt$$

$$= \left| \frac{S_1 \cdot n}{4L} \cdot \left(\int_0^{\tau} B(t) dt - B_0 \cdot \tau \right) \right|$$

масса под графиком $B(t)$

$$\int_0^{\tau} B(t) dt = \frac{B_0 + B_0/4}{2} \cdot \frac{\tau}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{B_0}{4} \cdot \frac{\tau}{2} = \frac{5B_0 \tau}{16} + \frac{B_0 \tau}{16} = \frac{3B_0 \tau}{8}$$

$$q = \left| \frac{S_1 \cdot n}{4L} \cdot \left(\frac{3}{8} B_0 \tau - B_0 \tau \right) \right| = \frac{5 S_1 n B_0 \tau}{32 L} - \text{заряд, прошедший}$$

через обе катушки

Ответ: 2) $q = \frac{5 S_1 B_0 n \tau}{32 L}$



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 ☐

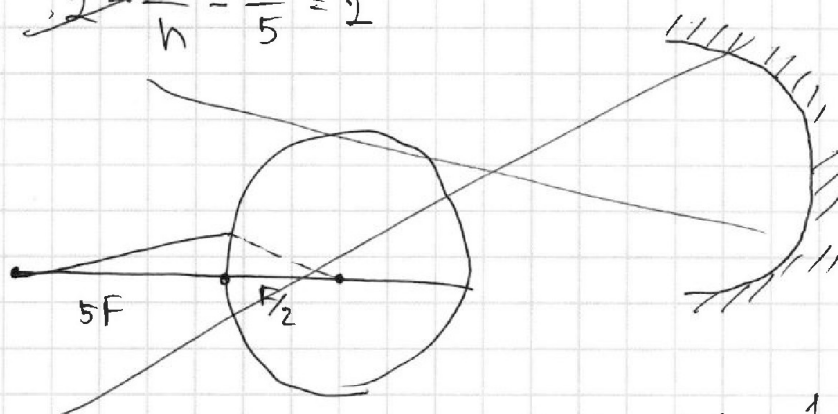
СТРАНИЦА
3 из 3

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!

это возможно только, если изображение формируется в центре меча.

$$\text{т.е. } f_4 = \frac{R}{2} = \frac{F}{2}; \quad \frac{F}{2} = \frac{F}{2(1-\frac{1}{n})-\frac{1}{5}}$$

$$2 = \frac{2}{n} - \frac{1}{5} = 2$$



$$\text{расстояние до зеркала: } F - f_4 = F \left(1 - \frac{1}{2(1-\frac{1}{n})-\frac{1}{5}} \right) =$$

$$= F \frac{2(1-\frac{1}{n})-\frac{6}{5}}{2(1-\frac{1}{n})-\frac{1}{5}} = \frac{10(n-1)-6n}{10(n-1)-1n} = c$$

$$\frac{1}{c} - \frac{1}{f_5} = \frac{2}{R}; \quad \frac{10(n-1)-1n}{F(10(n-1)-6n)} - \frac{1}{f_5} = \frac{4}{F}$$

$$\frac{1}{f_5} = \frac{1}{F} \left(\frac{10(n-1)-1n}{10(n-1)-6n} - 4 \right) = \frac{1}{F} \left(\frac{23n-30(n-1)}{10(n-1)-6n} \right)$$

$$f_5 = F \cdot \frac{10(n-1)-6n}{23n-30(n-1)}$$

$$\frac{1}{5F} + \frac{1}{f_4 + c + f_5} = \frac{2}{F} \cdot \frac{n}{n-1}$$

отсюда можно найти "n"

$$\frac{1}{5} + \frac{1}{\frac{1}{2(1-\frac{1}{n})-\frac{1}{5}} + \frac{10(n-1)-6n}{10(n-1)-n} + \frac{23n-30(n-1)}{23n-30(n-1)}} = \frac{2n}{n-1}$$



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 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!

$$\frac{1}{f_3} = \frac{1}{x} - \frac{2}{R} ; \quad \frac{1}{x} - \frac{1}{f_3} = \frac{2}{R}$$

$$\frac{1}{f_3} = \frac{2Rn + F(n-1)}{((4R-F)n + 2F(n-1))R} - \frac{2}{R} = \frac{1}{R} \left(\frac{2Rn + F(n-1)}{(4R-F)n + 2F(n-1)} - 2 \right) =$$

$$= \frac{1}{R} \cdot \frac{2Rn + F(n-1) - (8R - 2F)n - 4F(n-1)}{(4R-F)n + 2F(n-1)} = \frac{1}{R} \cdot \frac{(F - 6R)n - 4F(n-1)}{(4R-F)n + 2F(n-1)}$$

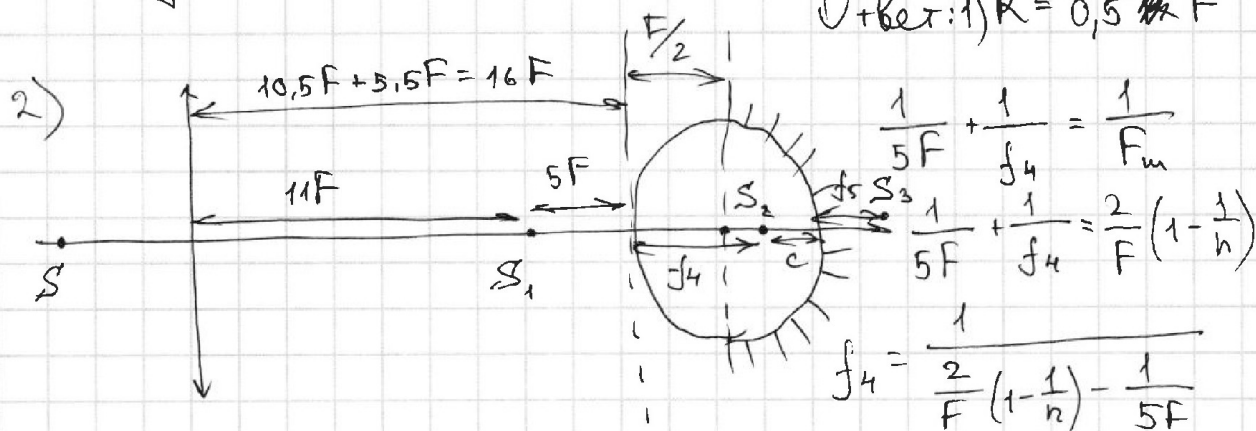
$$\therefore f_3 = R \cdot \frac{(4R-F)n + 2F(n-1)}{(2F-6R)n - 4F(n-1)}$$

Если изображение совпадает с источником при $\forall n$, зн. после преломления в таре, отражения в зеркале и преломления в таре из-е находится на расстоянии в $11F$ от тара.

Если лучи падают на тар $\perp$ его поверхности, т.е. не преломляются и изображение находится в центре тара, т.е. и при отражении от зеркала из-е остаётся в центре тара и выходя $\perp$ пов-ти тара опять не преломляется, зн.

$$R = f - b = 11F - 10,5F = 0,5F$$

$$\text{Ответ: } 1) R = 0,5F$$



В этом случае после отражения в зеркале ~~и~~ изображение, которое формируется в таре должно остаться на месте

$$\lambda - 2\beta = \frac{H}{f_3} = \frac{H}{x} - \frac{2H}{R}$$