



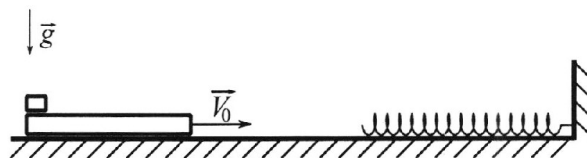
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

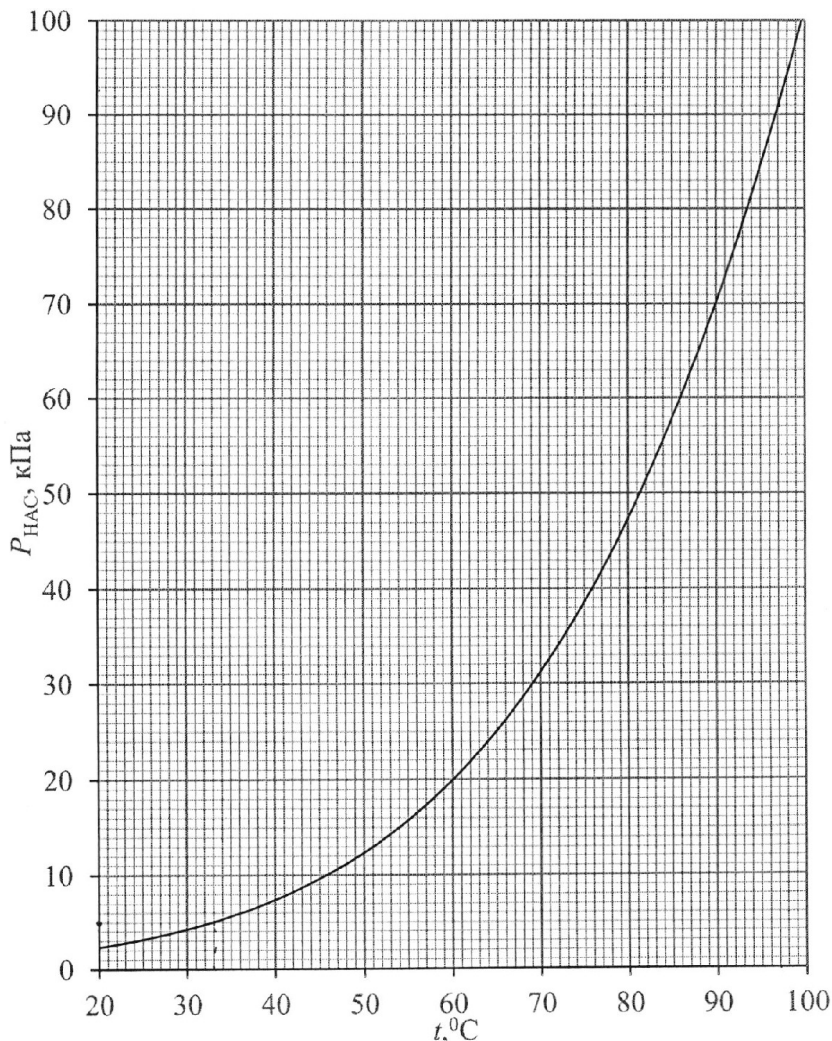


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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 $\phi_0 = 1/3$ (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 жидкостей по сравнению с объёмом газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.





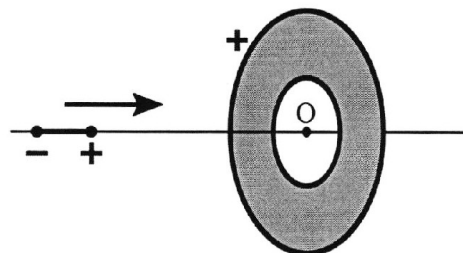
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

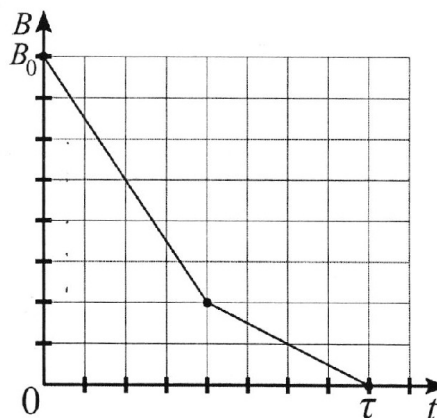
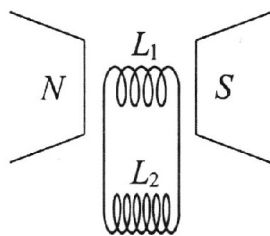


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



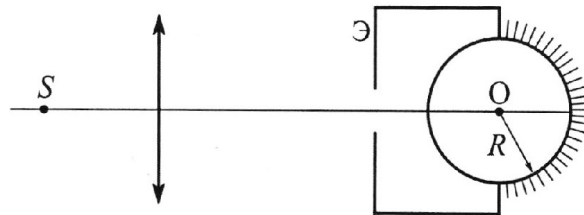
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 свет а 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
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 №7

1) Когда начнется относ. движение

бруска и боску ~~(сила трения будет равна 0)~~

Ускорение бруска отн. боску будет ~~равно~~ больше 0

На бруске действует лишь

сила трения $F_{тр}$

На боску действует сила трения и сила от пружины F_n

~~$$F_{тр} = mg \cdot \mu$$~~

$F_n = k \Delta l$ где Δl - сжатие пружины

~~$a_{брус}$~~ - ускорение бруска

$a_{боск}$ - ускорение боску

При начале относ. движения $a_{боск} = a_{брус}$ и $F_{тр} = \mu \cdot mg$ т.е. μ максим.

$$a_{боск} \cdot m = -F_{тр}$$

$$a_{брус} \cdot M = F_{тр} - F_n$$

$$-\frac{F_{тр}}{m} = \frac{F_{тр} - F_n}{M}$$

$$F_n = M \left(\frac{F_{тр}}{M} + \frac{F_{тр}}{m} \right) = F_{тр} \left(1 + \frac{M}{m} \right) = \mu \cdot mg \cdot \left(1 + \frac{M}{m} \right) =$$

~~$$0,3 \cdot 1 \cdot 10 \left(1 + \frac{2}{1} \right) = 0,3 \cdot 10 \cdot 3 = 9 \text{ Н}$$~~

$k \Delta l_{отн} = 9 \text{ Н}$ $\Delta l_{отн}$ - Δl при нач. отн. движении

$$\Delta l_{отн} = \frac{9 \text{ Н}}{36 \frac{\text{Н}}{\text{м}}} = \frac{1}{4} \text{ м}$$

$$\Delta l_{отн} = \frac{1}{4} \text{ м}$$



1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 4

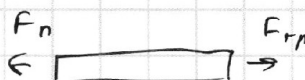
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

2) x - смещение башки от ос $x=0$

массы, когда она касается несжатой пружины

2 закона Ньютона для:

$$M \cdot a_B = F_{rp} - F_n$$



по тому как находится относ. движение ~~$a_B = a_n$~~ $a_B = a_n$

при этом:

$$m a_B = -F_{rp} \rightarrow F_{rp} = -m a_B$$

$$M a_B = -m a_B - F_n$$

$$a_B (M+m) = -F_n = -kx$$

$a_B = \ddot{x} \rightarrow \ddot{x} = -kx \cdot \frac{1}{M+m}$ это УР гармонических колебаний

тогда $x = x_0 \sin(\omega t)$, где $\omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}} = \sqrt{\frac{36}{5}} = \sqrt{12} \frac{1}{c}$

t - момент нач. отн. движения

$$\begin{cases} \dot{x}(0) = \omega x_0 \cos(\omega t) \\ \dot{x}(0) = V_0 \end{cases} \rightarrow x_0 = \frac{V_0}{\omega}$$

$$\Delta l_{отн} = \frac{V_0}{\omega} \sin(\omega t)$$

$$\frac{1}{4} M = \frac{\frac{12}{\sqrt{36}} \sin(\omega t)}{\sqrt{36}} = \frac{1}{12} \sin(\omega t) \rightarrow \omega t = \arcsin \frac{12}{4} = \arcsin \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\pi}{3}$$

$$t = \frac{\pi}{3} \cdot \frac{1}{\sqrt{12}} \approx \sqrt{\frac{3}{36}} c = \sqrt{\frac{1}{12}} c \quad \boxed{t = \sqrt{\frac{1}{12}} c}$$

$$3) a_B = \ddot{x} = \left[\frac{V_0}{\omega} \sin(\omega t) \right]'' = -\frac{V_0}{\omega} \cdot \omega^2 \sin(\omega t) = -V_0 \omega \sin(\omega t) \quad \left[a_{max} = \max(|a_B|) \right]$$

при max сжатия $x = x_0 \rightarrow \sin(\omega t) = 1 \quad a_{max} = \max(|a_B|)$

$$a_{max} = V_0 \omega = 1 \cdot \sqrt{12} = \sqrt{12} \frac{m}{c} \quad \text{ОТВЕТ: } \frac{1}{4} M; \sqrt{\frac{1}{12}} c; \sqrt{12} \frac{m}{c}$$



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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

3) В момент максимального сжатия скорости боски 0

После $T = \frac{\pi}{3\omega}$ $F_{\text{тр}} = \text{const}$. Тогда z , как и ниже

$$M\ddot{x} = -kx + m\mu g$$

$$M\ddot{x} = -kx + m\mu g \quad A = -x + \frac{m\mu g}{k} \rightarrow \ddot{A} = \ddot{x}$$

$$M\ddot{A} = -kA \rightarrow \ddot{A} = -\frac{k}{M}A \quad \text{это УР гармонических колебаний:}$$

$$A = A_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_0) \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{M}} = \sqrt{\frac{36}{2}} = \sqrt{18}$$

$$x = \frac{m\mu g}{k} + A_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_0) = \frac{1 \cdot 9,8 \cdot 10}{36} + A_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_0) = \frac{1}{12} + A_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$$

В максимальный момент $\frac{\pi}{2}$ $x(t) = \frac{V_0}{\omega} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{1}{\sqrt{12}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{1}{2 \cdot 2} = \frac{1}{4} \text{ м}$

$$\dot{x}(0) = \left(\frac{V_0}{\omega} \sin \omega t \right)' \left(\frac{\pi}{2} \right) = V_0 \cos \left(\frac{\pi}{2} \right) = V_0 \cdot \cos \left(\frac{\pi}{2} \right) = \frac{V_0}{2}$$

$$\left. \begin{aligned} A_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_0) &= \frac{1}{4} - \frac{1}{12} = \frac{2}{12} = \frac{1}{6} \text{ м} \\ \omega_0 A_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_0) &= \frac{V_0}{2} \end{aligned} \right\} A_0 = \sqrt{\frac{1}{36} + \frac{V_0^2}{4\omega_0^2}} = \sqrt{\frac{1}{36} + \frac{1}{4 \cdot 18}} = \sqrt{\frac{1}{36} + \frac{1}{72}} = \sqrt{\frac{2}{72}} = \sqrt{\frac{1}{36}} = \frac{1}{6}$$

$$\begin{aligned} \tan \varphi_0 &= \frac{\frac{1}{6}}{\frac{1}{12\sqrt{2}}} = \frac{1}{6} \cdot \frac{2\omega_0}{V_0} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{12} = \sqrt{\frac{12}{9}} = \sqrt{\frac{4}{3}} = \frac{2}{\sqrt{3}} \\ \varphi_0 &= \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{\frac{V_0}{2\omega_0}} = \frac{1}{3} \cdot \frac{\omega_0}{V_0} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{18} = \sqrt{\frac{18}{9}} = \sqrt{2} \rightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{4} \end{aligned}$$

$$A_0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{1}{6} \rightarrow A_0 = \frac{1}{3\sqrt{2}} \text{ м}$$

$$x = \frac{1}{12} + \frac{1}{3\sqrt{2}} \sin(\omega_0 t + \frac{\pi}{4}) \quad \text{при } x = \text{max} \quad \omega_0 t + \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{2}$$

$$\dot{x} = \left(\frac{1}{3\sqrt{2}} \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{4}) \right)' = \left(\frac{1}{3\sqrt{2}} \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{4}) \right)' = -\omega_0 \sin(\omega_0 t + \frac{\pi}{4})$$

$$\dot{x}_{\text{max}} = \omega_0 = \sqrt{18} \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad \text{или } \frac{1}{12} \text{ с}; \sqrt{\frac{1}{12}} \text{ с}; \sqrt{18} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



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
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!

$$\ddot{x} = \omega_0 A_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$$

Когда $\dot{x} = 0$ $\omega_0 t + \varphi_0 = \frac{\pi}{2}$ ~~или $\frac{3\pi}{2}$~~ $\rightarrow$ этот момент:

$$\ddot{x} = \omega_0^2 A_0 = 18 \cdot \frac{1}{6} \sqrt{\frac{5}{6}} = 3 \sqrt{\frac{5}{6}} = \sqrt{\frac{15}{2}} \frac{m}{c^2}$$

Ответ: $\frac{1}{4} m$; $\sqrt{\frac{1}{12}} c$; $\sqrt{\frac{15}{2}} \frac{m}{c^2}$

$$A_0 = \sqrt{\frac{1}{76} + \frac{v_0^2}{4\omega_0^2}} = \sqrt{\frac{1}{76} + \frac{1}{4 \cdot 18}} = \sqrt{\frac{1}{76} + \frac{1}{72}} = \sqrt{\frac{2}{72} + \frac{1}{72}} = \sqrt{\frac{3}{72}} =$$

$$\sqrt{\frac{1}{24}}$$

$$x = A_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$$

$$\dot{x} = \omega_0 A_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$$

$$\ddot{x} = \omega_0^2 A_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$$

Когда $\dot{x} = 0$ ~~$\omega_0 t + \varphi_0 = \frac{\pi}{2}$ или $\frac{3\pi}{2}$~~ $\rightarrow \ddot{x} = \omega_0^2 A_0 = 18 \sqrt{\frac{1}{24}} = \sqrt{\frac{324}{24}}$

Ответ: $\frac{1}{4} m$; $\sqrt{\frac{1}{12}} c$; $\sqrt{\frac{324}{24}}$

$$\begin{aligned} 18 \cdot \frac{1}{6} \sqrt{\frac{5}{6}} &= 3 \sqrt{\frac{5}{6}} = \sqrt{\frac{45}{6}} = \sqrt{\frac{15}{2}} \\ 260 + 64 &= 324 \\ 324 &= 18 \cdot 18 \\ \frac{1}{24} &= \frac{1}{24} \end{aligned}$$



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!

Задача №2

1) Из графика

$$P_1 = \frac{91}{30} \text{ кПа}$$

$$P_1 = 90,1 \text{ кПа} \quad P_1 = P_0 \cdot \frac{90,1}{91} = \frac{90,1}{30} \text{ кПа}$$



2) При конденсации пара его барометр будет равен барометру насыщенного пара при той же температуре

$P_{\text{нас}}$ - барометр пара в исконный момент

P_0 - барометр сухого воздуха в исконный момент

$$P_{\text{нас}} + P_0 = P_0$$

Закон Менделеева-Клапейрона: V^* - объем при T^*

$$P_0 = \frac{d_0 R T^*}{V^*} \text{ где } d_0 - \text{мол. масса сух. воздуха}$$

$$P_{\text{нас}} = \frac{d_{\text{нас}} R T^*}{V^*} \text{ где } d_{\text{нас}} - \text{мол. масса воды}$$

$$P_0 = \frac{d_0 R T^*}{V^*} \cdot (d_0 + d_{\text{нас}})$$

$$\frac{P_{\text{нас}}}{P_0} = \frac{\frac{d_{\text{нас}} R T^*}{V^*}}{\frac{d_0 R T^*}{V^*} \cdot (d_0 + d_{\text{нас}})} = \frac{d_{\text{нас}}}{d_0 + d_{\text{нас}}} \rightarrow P_{\text{нас}} = P_0 \cdot \frac{d_{\text{нас}}}{d_0 + d_{\text{нас}}}$$

$$P_{\text{нас}} = P_0 - P_0 = \frac{d_{\text{нас}}}{d_0 + d_{\text{нас}}} P_0$$

$P_1 = \frac{d_1 R T_0}{V_1}$ P_3 - барометр сухого воздуха в исконный момент

$$P_3 = \frac{d_3 R T_0}{V_3}$$

$$P_1 + P_3 = P_0 \rightarrow P_0 = P_1 \left(1 + \frac{d_3}{d_1} \right) \rightarrow \frac{P_0}{P_1} = \frac{d_1 + d_3}{d_1}$$

$$P_{\text{нас}} = \frac{P_1}{P_0} \cdot P_0 = P_1$$

$$P_0 = \frac{P_3}{P_1} \text{ где } P_3 - \text{барометр пара при } T_0$$



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!

$$P_{\text{нас}} = \frac{d_n}{d_n + d_B} P_0$$

P_3 - давление сухого пара при t_0 ; V_1 - ~~объем~~ при t_0 $\frac{P_1}{P_0} \approx 3$ $\frac{P_0}{3} \text{ кПа} \approx 30 \text{ кПа}$

$$\begin{cases} P_3 + P_1 = P_0 \\ P_3 = \frac{d_n P_0}{V_1} \\ P_1 = \frac{d_B P_0}{V_1} \end{cases} \rightarrow P_1 = \frac{d_n}{d_n + d_B} P_0 \rightarrow P_{\text{нас}} = P_1 = \frac{907}{20} \text{ кПа} \approx 30 + \frac{1}{10} \text{ кПа} \approx 30 \text{ кПа}$$

из графика $t^* = 69^\circ \text{C}$

3) В конце пар станет насыщенным т.к. $33^\circ \text{C} < 69^\circ \text{C}$

P_4 - давление нас. пара при $t = 33^\circ \text{C}$. $P_4 = 5 \text{ кПа}$

P_5 - давление сухого воздуха при $t = 33^\circ \text{C}$

$$\begin{cases} P_4 + P_5 = P_0 \\ P_5 = \frac{d_B R t}{V_1} \end{cases} \rightarrow \frac{d_B R t}{V_1} = P_0 - P_4$$

$$\frac{d_B R t}{V_0} = P_0 - P_1$$

$$\begin{aligned} 105 + 30 - 307 &= 300 + 150 - 107 = \\ 224 &= 224 \end{aligned}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{P_0 - P_4}{P_0 - P_1} = \frac{105 \text{ кПа} - 5 \text{ кПа}}{105 \text{ кПа} - \frac{907}{20} \text{ кПа}} = \frac{100 \cdot 30}{2249} = \frac{3000}{2249} \text{ кПа}$$

ОТВЕТ: $\frac{907}{20} \text{ кПа}$; 69°C ; $\frac{3000}{2249} \text{ кПа}$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{P_0 - P_1}{P_0 - P_4} = \frac{105 - \frac{907}{20}}{105 - 5} = \frac{300 + 15 - 51}{100} = \frac{300 - 76}{100} = \frac{224}{300}$$

ОТВЕТ: $\frac{91}{3} \text{ кПа}$; 69°C ; $\frac{224}{300}$



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.

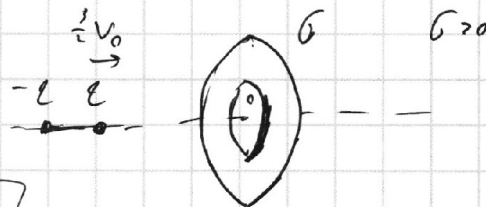
1 ☒ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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



1) q - заряд положительного заряда

Q - отрицательный заряд диска

v_0 - скорость диска при пролёте через центр отверстия

2) Т.к. для пролёта необходима скорость v_0 в точке минимальной кин. энергии максимальная пот. энергия, то (работы нет)

$E_{\text{max}} = \frac{mv_0^2}{2}$, где E_{max} - максимальная пот. энергия диска; m - масса диска

V_{min} - мин. скорость

V_{max} - макс. скорость ЗСЭ:

$$m \cdot \frac{(\frac{3}{2}v_0)^2}{2} = E_{\text{max}} + \frac{m(V_{\text{min}})^2}{2}$$

$$\frac{9}{4} \cdot \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{mV_{\text{min}}^2}{2} \rightarrow V_{\text{min}}^2 = \frac{5}{4}v_0^2 \rightarrow V_{\text{min}} = \sqrt{\frac{5}{4}}v_0$$

$$V_{\text{min}} = \sqrt{\frac{5}{4}}v_0$$

Т.к. на бесконечности пот. энергия равна 0 то $V_{\text{max}} = \frac{3}{2}v_0$

$$\frac{V_{\text{max}}}{v_0} = \frac{\frac{3}{2}}{\sqrt{\frac{5}{4}}} = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{\sqrt{5}}{2}} = \frac{3}{\sqrt{5}} = \sqrt{\frac{9}{5}}$$

Максимум пот. энергии достигается ~~в~~ ^{когда} положительный заряд находится ~~в~~ ^в плоскости диска. Т.к. диск мы так можно считать, что это и есть момент, когда ~~центр диска~~ ^{центр диска} в О. Тогда:

$$V_{\text{cen}} = \sqrt{\frac{5}{4}}v_0 \quad V_{\text{cen}} - \text{скорость когда центр диска в О}$$

$$\text{Ответ: } \sqrt{\frac{5}{4}}v_0; \sqrt{\frac{9}{5}}$$



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!

Задача 14

1) При выключении появляется ~~напряжение~~ ~~индукция~~ ^{ЭДС} ~~напряжения~~ индукции. ^{ЭДС} ~~напряжения~~ ~~индукции~~

$\mathcal{E}_1$ - напряж. инд. от 0 до $\frac{\mathcal{E}}{2}$

$\mathcal{E}_2$ - напряж. инд. от $\frac{\mathcal{E}}{2}$ до $\mathcal{E}$

$$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E} \cdot \frac{\frac{6}{8} B_0}{\frac{\mathcal{E}}{2}} = B_0 \mathcal{E} \cdot \frac{6}{8} \cdot 2 = B_0 \mathcal{E} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{2}$$

$$\mathcal{E}_2 = \mathcal{E} \cdot \frac{\frac{2}{8} B_0}{\frac{\mathcal{E}}{2}} = \mathcal{E} B_0 \cdot \frac{2}{8} \cdot 2 = \frac{B_0 \mathcal{E}}{2}$$

$\mathcal{E}$ - напряж. индукции

$$\mathcal{E} = (L_1 + L_2) \dot{I} \rightarrow \dot{I} = \frac{\mathcal{E}}{L_1 + L_2}$$

$$\text{Поток } I_0 = \frac{\mathcal{E}_1}{L_1 + L_2} \cdot \frac{\mathcal{E}}{2} + \frac{\mathcal{E}_2}{L_1 + L_2} \cdot \frac{\mathcal{E}}{2} = \frac{\mathcal{E}}{2(L_1 + L_2)} (\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2) =$$

$$\frac{\mathcal{E}}{2(L_1 + L_2)} \left(\frac{3}{2} B_0 \mathcal{E} + \frac{1}{2} B_0 \mathcal{E} \right) = \frac{B_0 \mathcal{E}}{L_1 + L_2} \cdot \frac{2}{2} = \frac{1}{4} \frac{B_0 \mathcal{E}}{L}$$

2) $q = q_1 + q_2$ q_1 - заряд через L_1 до $\frac{\mathcal{E}}{2}$
 q_2 - заряд через L_2 после $\frac{\mathcal{E}}{2}$ до $\mathcal{E}$

$$q_1 = \int_0^{\frac{\mathcal{E}}{2}} \frac{\mathcal{E}_1}{L_1 + L_2} dt +$$

$$q_2 = \int_{\frac{\mathcal{E}}{2}}^{\mathcal{E}} \left(I_0 + \frac{\mathcal{E}_2}{L_1 + L_2} t \right) dt \quad \text{где } I_0 - \text{ток на момент } \frac{\mathcal{E}}{2}$$

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}_1}{L_1 + L_2} \cdot \frac{\mathcal{E}}{2} = \frac{\mathcal{E}_1}{4L} \cdot \frac{\mathcal{E}}{2} = \frac{1}{8} \frac{\mathcal{E}}{L} \cdot B_0 \mathcal{E} \cdot \frac{3}{2} = \frac{3}{16} \frac{B_0 \mathcal{E}}{L}$$

$$q_1 = \int_0^{\frac{\mathcal{E}}{2}} \frac{3}{16} \frac{B_0 \mathcal{E}}{L} \cdot t dt = \frac{3}{16} \frac{B_0 \mathcal{E}}{L} \frac{1}{2} \left(\frac{\mathcal{E}}{2} \right)^2 = \left[\frac{3}{32} \frac{B_0 \mathcal{E}^2}{L} \right] \frac{3}{16} \frac{B_0 \mathcal{E}}{L}$$

$$q_2 = \int_{\frac{\mathcal{E}}{2}}^{\mathcal{E}} \frac{3}{16} \frac{B_0 \mathcal{E}}{L} dt + \frac{1}{8} \frac{B_0 \mathcal{E}}{L} dt^2 = \frac{3}{16} \frac{B_0 \mathcal{E}}{L} \left(\frac{\mathcal{E}}{2} \right) + \frac{1}{8} \frac{B_0 \mathcal{E}}{L} \left(\frac{\mathcal{E}}{2} \right)^2 \cdot \frac{1}{2}$$



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
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!

$$Q = Q_1 + Q_2 = \frac{\mu_0 \sigma L^2}{L} \left(\frac{3}{32} + \frac{3}{32} + \frac{1}{32} \right) = \frac{7}{32} \mu_0 \sigma L^2$$

~~ОТВЕТ: $\frac{1}{4} \frac{\mu_0 \sigma L}{L}$; $\frac{7}{32} \mu_0 \sigma L^2$~~

$$Q = Q_1 + Q_2 = \frac{\mu_0 \sigma L}{L} \left(\frac{3}{64} + \frac{3}{32} + \frac{1}{64} \right) = \frac{\mu_0 \sigma L}{L} \left(\frac{3+6+1}{64} \right) = \frac{10}{64} \frac{\mu_0 \sigma L}{L} = \frac{5}{32} \frac{\mu_0 \sigma L}{L}$$

ОТВЕТ: $\frac{1}{4} \frac{\mu_0 \sigma}{L}$; $\frac{5}{32} \frac{\mu_0 \sigma L}{L}$



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 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!

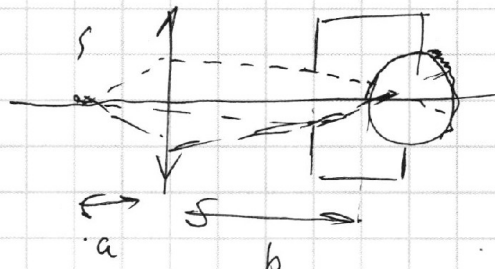
Задача №5

S' - изображение S от линзы

f - расстояние S' от линзы

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

$$f = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{a}} = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{11F}} = F \cdot \frac{1}{1 - \frac{1}{11}} = F \cdot \frac{1}{\frac{10}{11}} = F \cdot \frac{11}{10} = 1,1F$$

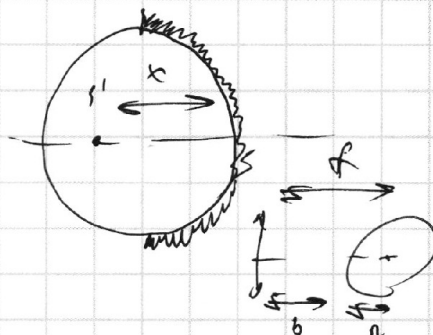


При отражении S' от шара S' переходит в S' т.к. иначе после ~~отражения~~ от призматич. в линзе ~~еще~~ изображение не перешло бы в S

S' на расстоянии x от правой части зеркала. Для системы со ~~зеркалом~~ ~~призматич.~~

~~сферическим~~ зеркалом:

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{x} = \frac{2}{R} \Rightarrow \frac{2}{x} = \frac{2}{R} \Rightarrow x = R$$



Поскольку S' находится в точке O . Тогда $R = 2f - b$

$$R = f - b = 1,1F - 10,5F = 9,5F$$

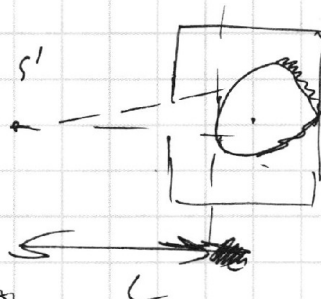
$$R = 0,5F$$

при этом не происходит приращения в шаре т.к. лучи ~~его~~ ~~поверхности~~

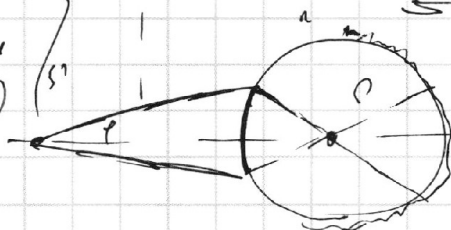
2) ~~Поскольку изображение~~ Изображение переходит само в себя когда лучи от S' пересекаются в S'

L - расстояние от S' до левого края шара

$$L = b + \Delta \Rightarrow f = 10,5f + 5,5f - 11F = 16F - 11F = 5F$$



А так переход $S' \rightarrow S'$ лучи после приращения ~~будут~~ ~~пробить~~ через O





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!

~~14.4~~

~~лучи S' должен пройти в S~~

~~β - угол $AYAC$ к гл. оп. ос.~~

~~т.к. r мал можно считать~~

~~луч параксимальным, а значит~~

~~он пройдет на расстоянии $\frac{R}{2}$~~

~~на оп. ос. после отражения θ .~~

~~луч должен пройти в центре S~~

~~β - угол EO приближенный~~

~~γ - угол после преломления~~

~~θ - угол точки прикосновения к оп. ос. через O~~

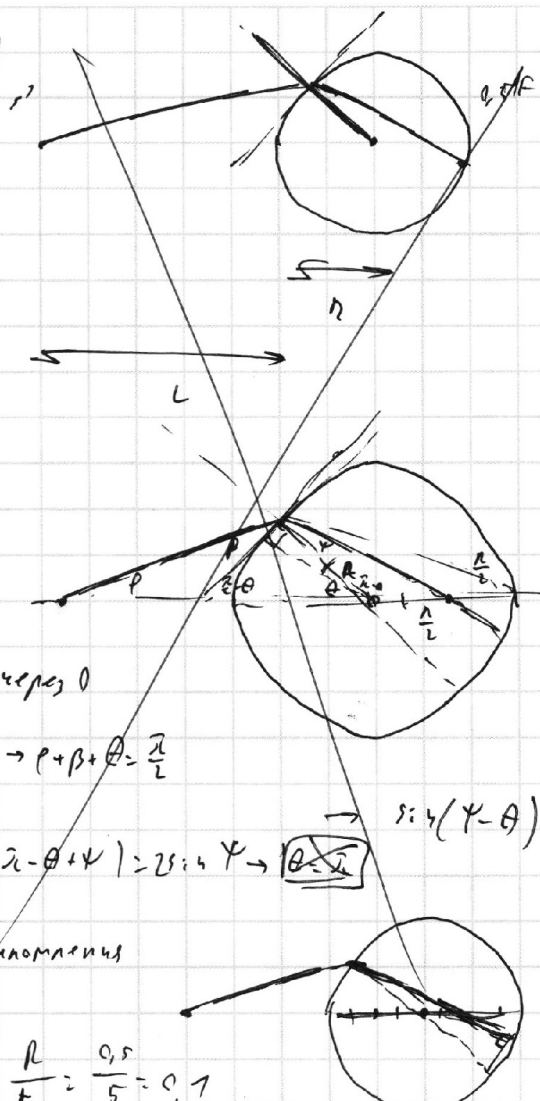
~~$$r + \beta + (\gamma - (\alpha - \theta)) = \gamma \Rightarrow r + \beta - \frac{\alpha}{2} + \theta = 0 \Rightarrow r + \beta + \theta = \frac{\alpha}{2}$$~~

~~$$\frac{R}{\sin(\alpha - (\alpha - \theta) - \gamma)} = \frac{R}{\sin \gamma} \Rightarrow \sin(\alpha - \theta + \gamma) = \sin \gamma \Rightarrow \theta = \alpha$$~~

~~$$\sin \beta = n \sin \gamma \text{ где } n - \text{показатель преломления}$$~~

~~$$\sin(\frac{\alpha}{2} - \theta - \beta) = n \sin \gamma$$~~

~~$$\frac{R}{L} \approx \frac{R}{R} \approx \frac{R}{L} = \frac{0,5}{5} = 0,1$$~~



$$\frac{1}{L} + \frac{1}{\frac{3}{2}R} = \frac{1}{F_0} \text{ где } F_0 - \text{фокусное расстояние}$$

шар как линза

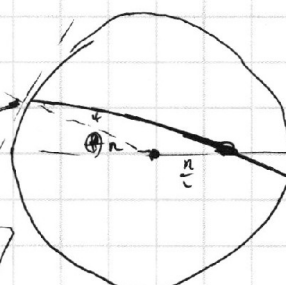
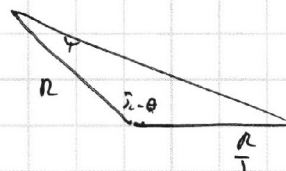
$$\frac{1}{F_0} = (n-1) \left(\frac{1}{R} \right) = \frac{2}{R} (n-1)$$

$$\frac{1}{5F} + \frac{1}{\frac{3}{2}F} = \frac{1}{R} (n-1) = \frac{2}{R} (n-1)$$

$$\frac{1}{5} + \frac{2}{3} = 2(n-1) \Rightarrow n = 1,7$$

$$\frac{3+20}{2 \cdot 15} + 1 = \frac{23+30}{30} = \frac{53}{30}$$

Ответ: $0,5F$; $\frac{53}{30}$





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!

Черновики