



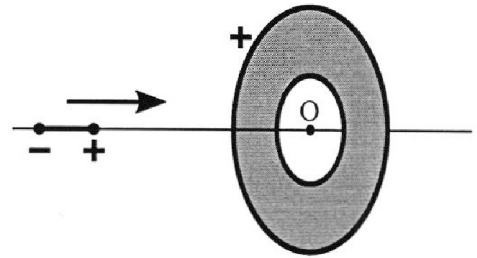
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

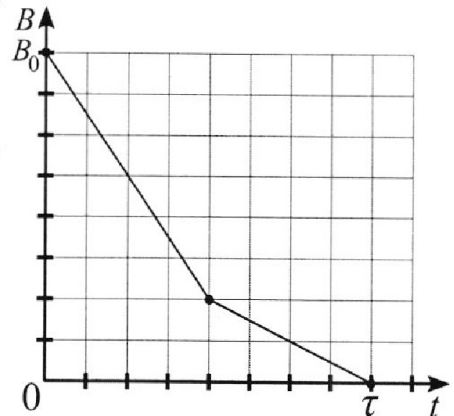
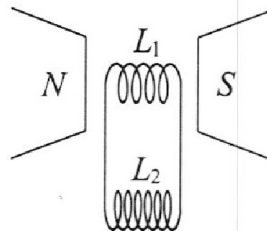


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



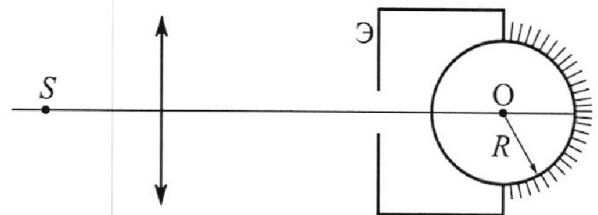
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



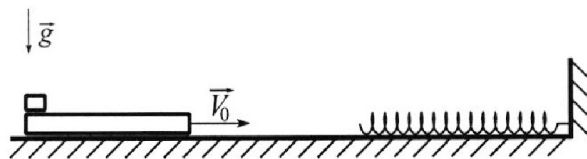
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

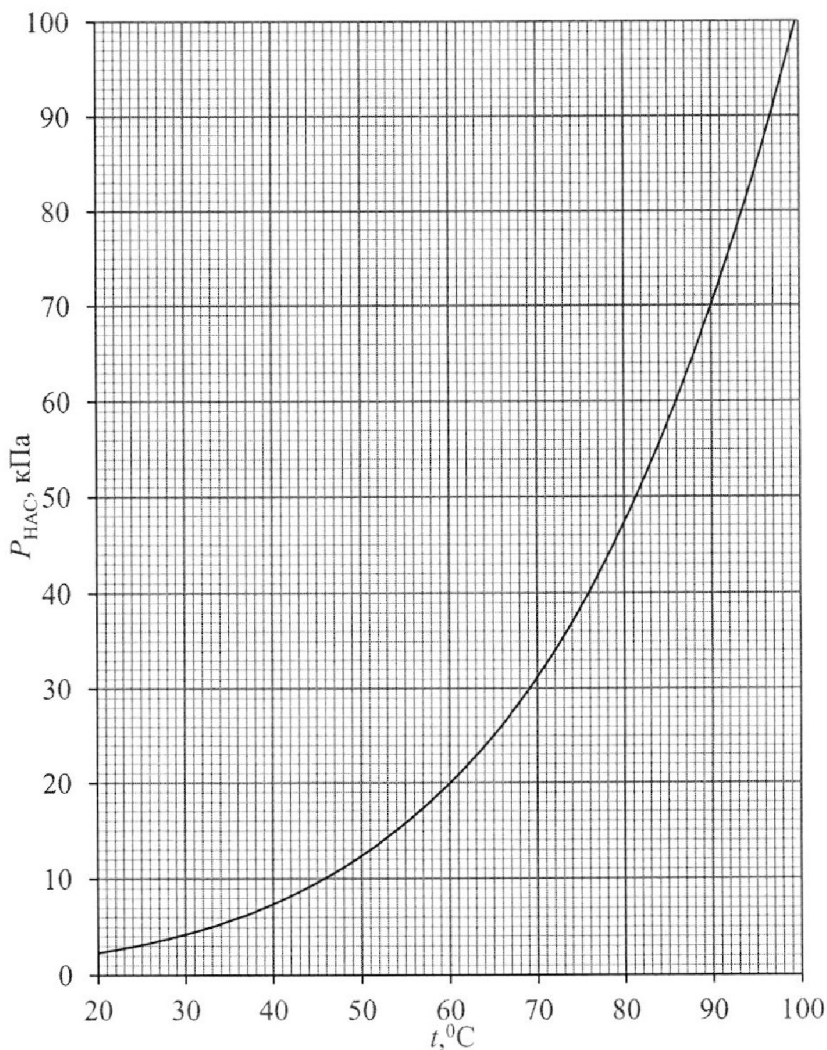


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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.

Объём 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.



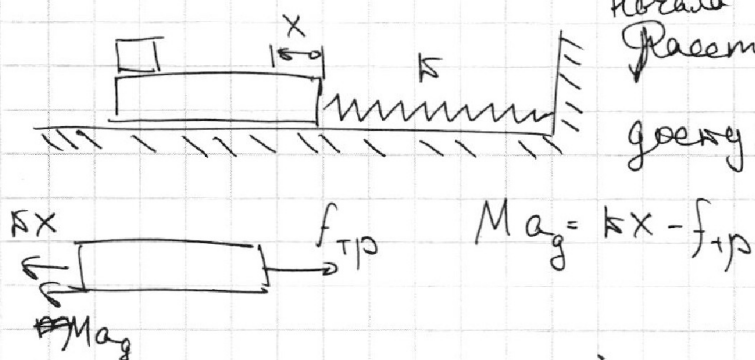
СТРАНИЦА
1 из 3

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!

Б.1.

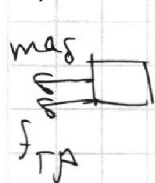
x - статие пружины. в момент
начала относительного движения
Рассетвим силы на

доску:



$$Ma_g = kx - f_{тр}$$

рассетвим силы на брусок:



$$ma_g = f_{тр}$$

В момент, когда начнется относительное

движение бруска и доски $a_g = a_d$ и $f_{тр} = \mu mg$.

$$\begin{cases} Ma_g = kx - \mu mg \\ ma_g = \mu mg \end{cases}$$

$$a_g = \frac{\mu mg}{m} = \mu g$$

$$\mu Mg = kx - \mu mg$$

$$kx = \mu g(M+m)$$

$$x = \frac{\mu g(M+m)}{k} = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 3}{36} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ м.}$$

~~Значит~~ Т.к. брусок и доска не движутся относительно

друг-друга, то мы можем сказать, что это единая
система массой ~~3м~~ $(M+m)$.



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 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!

Тогда запишем ЗСЗ:

$$\frac{(M+m)v_0^2}{2} = \frac{(M+m)v^2}{2} + \frac{kx^2}{2} \Rightarrow \frac{kx^2}{2} + \frac{(M+m)\dot{x}^2}{2} = \text{const}$$

$$\frac{k}{M+m} x^2 + \dot{x}^2 = \text{const}$$

$$\cancel{x = \cos(\varphi + \omega t)} \quad x = \cos\left(\varphi + \sqrt{\frac{k}{M+m}} t\right) \cdot x_{\max}$$

при $t=0$, $x=0$, $\dot{x} > 0$, значит $\varphi = -\frac{\pi}{2}$.

$$\frac{kx_{\max}^2}{2} = \frac{(M+m)v_0^2}{2}$$

$$x_{\max} = \sqrt{\frac{M+m}{k}} v_0$$

$$0,25 = \sqrt{\frac{M+m}{k}} v_0 \cdot \cos\left(-\frac{\pi}{2} + \sqrt{\frac{k}{M+m}} t\right)$$

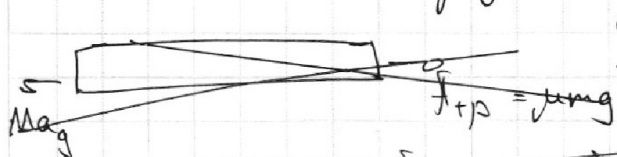
$$\cos\left(-\frac{\pi}{2} + \sqrt{\frac{k}{M+m}} t\right) = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$-\frac{\pi}{2} + \sqrt{\frac{k}{M+m}} t = \pm \frac{\pi}{6} + 2\pi n, n \in \mathbb{Z}$$

$$\sqrt{\frac{k}{M+m}} t = \frac{\pi}{3}, \text{ так как } \omega t \in [0; \frac{\pi}{2}], \text{ то } \sqrt{\frac{k}{M+m}} t = \frac{\pi}{3}$$

$$t = \frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{M+m}{k}} = \frac{\pi}{3} \cdot \frac{1}{2\sqrt{3}} = \frac{1}{2\sqrt{3}} \text{ с}$$

Рассмотрим силы на доску в момент максимального сжатия пружины x_0 .



Запишем закон Ньютона

изменение импульса системы $\Delta p = \Delta p_{\text{доска-доска}}$



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
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!

$$(M+m)v_0 - mg = \int kx dt$$

ЗСЭ:

$$\frac{(M+m)v_0^2}{2} = \frac{kx_0^2}{2} + \frac{mv^2}{2}, \quad x_0 - \text{максимальное сжатие пружины.}$$

v - скорость бруса в момент максимального сжатия

v_x - скорость бруса в момент когда пружина сжата на x .

$v = v_x - f_{тр} t$, где t - время между сжатием на x_0 и x .

$$v_x = \int_0^t kx dt = - \int_{тр}^t t.$$



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!

P_2 - парциальное давление воздуха при 33°C

$$P_1 + P_2 = p_0$$

~~$\frac{1}{3}V$~~ V - суммарное количество вещества

$\frac{1}{3}V$ - количество воды в цилиндре

$\frac{2}{3}V$ - количество воздуха в цилиндре

$$P_1 V_0 = \frac{1}{3} \nu R T_0$$

$$P_2 V_0 = \frac{2}{3} \nu R T_0 \quad \Rightarrow \quad P_0 = \frac{\nu R T_0}{V_0} \Rightarrow P_1 = \frac{1}{3} P_0 = 35 \text{ кПа}$$

$$P_2 = P_0 - P_1 = 70 \text{ кПа}$$

Заметим, что пока температура выше чем t^* все выше записанные формулы работают, значит при температуре $\geq t^*$ ~~P_1~~ $P_1 = 35 \text{ кПа}$

При $P = 35 \text{ кПа}$ Давлением насыщенного пара $P_3 = 35 \text{ кПа}$ температура $t^* = 72,5^\circ\text{C}$ (из графика).

При $t = 33^\circ\text{C}$ давление насыщенного пара равно $P_3 = 5 \text{ кПа}$

Значит ~~давление~~ давление воздуха $P_4 = p_0 - P_3 = 100 \text{ кПа}$

$$P_4 V = \frac{2}{3} \nu R t$$

$$P_2 V_0 = \frac{2}{3} \nu R T_0 \quad \Rightarrow \quad \frac{V}{V_0} = \frac{\frac{2}{3} \nu R t}{\frac{2}{3} \nu R T_0} = \frac{t P_2}{T_0 P_4} = \frac{70 \cdot 306}{370 \cdot 100} = \frac{1071}{1850}$$

Ответ: $P_1 = 35 \text{ кПа}$; $t^* = 72,5^\circ\text{C}$; $\frac{V}{V_0} = \frac{1071}{1850}$

В решении мы считали, что суммарное давление в цилиндре постоянно и равно p_0 , т.к. считаем, что ~~давление~~ давление вне цилиндра постоянно и масса поршня и его сечение тоже.



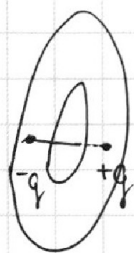
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Рассмотрим момент прохождения центром диполя центра диска:



Заметим, что т.к. заряды $-q$ и $+q$ находятся на одинаковом расстоянии от центра диска, то их потенциалы равны φ .

Закон сохранения энергии:

$$\frac{m(\frac{3}{2}v_0)^2}{2} = \varphi q + (-q)\varphi + \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \frac{3}{2}v_0$$

v - скорости диполя при пролете через центр отверстия центра диска

~~Минимальная скорость~~

Т.к. минимальная начальная скорость равна v_0 , значит $\frac{3}{2}$ значит есть ~~тогда~~ в которой потенциальная энергия диполя равна $\frac{mv_0^2}{2}$, при этом это максимальная потенциальная энергия диполя.

Значит минимальная ~~тогда~~ скорость диполя ~~не легко~~ найти из

$$\text{ЗСЭ: } \frac{m(\frac{3}{2}v_0)^2}{2} = \underbrace{\frac{mv_0^2}{2}}_{\text{потенциальная энергия}} + \frac{mv_{\min}^2}{2} \Rightarrow v_{\min}^2 = \frac{5}{4}v_0^2 \Rightarrow v_{\min} = \frac{\sqrt{5}}{2}v_0$$



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

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!

Потенциал заряженного кольца: $E_k = \frac{kqz}{(R^2+z^2)^{3/2}}$

$q = 2\pi R dR \sigma$ r - радиус отверстия; R - радиус диска

$$E_z = \int_r^R \frac{k \cdot 2\pi R dR \sigma z}{(R^2+z^2)^{3/2}} = -2\pi z \sigma k \left(\frac{1}{\sqrt{R^2+z^2}} - \frac{1}{\sqrt{r^2+z^2}} \right) = 2\pi z \sigma k \left(\frac{1}{\sqrt{r^2+z^2}} - \frac{1}{\sqrt{R^2+z^2}} \right).$$

E_z - поле диска радиуса R с отверстием радиуса r .

Заметим, что потенциальная энергия максимальна

тогда $\Rightarrow$ заряд $+q$ находится в центре диска.

Значит $\frac{mv_0^2}{2} = \int_0^\infty E_z q dz + \int_{-\infty}^0 E_z (-q) dz$

Заметим, что максимальная скорость дырки будет при минимальной потенциальной энергии.

Во время пролета минимальная потенциальная энергия

будет достигаться когда заряд $-q$ находится в центре диска, E и равна эта энергия:

$$\int_0^\infty E_z (-q) dz + \int_{-\infty}^0 E_z q dz = -\frac{mv_0^2}{2}.$$

Заметим ЗЭ.

$$\frac{m(\frac{3}{2}v_0)^2}{2} = -\frac{mv_0^2}{2} + \frac{mv_{\max}^2}{2}.$$

$$v_{\max}^2 = \frac{13}{4} v_0^2 \Rightarrow v_{\max} = \frac{\sqrt{13}}{2} v_0.$$

$$\frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \sqrt{\frac{13}{5}} \quad \text{Ответ: } v = \frac{3}{2} v_0; \quad \frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \sqrt{\frac{13}{5}}$$



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 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!

~~$$L_1 I_1 + L_2 I_2 = n S_1 \dot{B}$$~~

Токи через катушки равны в любой момент времени, значит $I_1 = I_2$

$$L_1 I_1 + L_2 I_1 = n S_1 \dot{B} \Rightarrow (L_1 + L_2) I_1 = n S_1 \dot{B}$$

$$I_0 = \int_0^{\tau} \dot{I}_1 dt$$

~~$$I_0 = \frac{n S_1}{L_1 + L_2} \int_0^{\tau} \dot{B} dt$$~~

~~$\int_0^{\tau} \dot{B} dt$ - площадь под графиком $B(t)$.~~

~~$$\int_0^{\tau} \dot{B} dt = \frac{24}{64} B_0 \tau = \frac{3}{8} B_0 \tau$$~~

~~$$I_0 = \frac{n S_1}{4L} \cdot \frac{3}{8} B_0 \tau = \frac{3 n S_1 B_0 \tau}{32 L}$$~~

~~$$\int_0^{\tau} \dot{B} dt = 1,5 \frac{B_0}{\tau} \cdot \frac{1}{2} \tau + 0,5 \frac{B_0}{\tau} \cdot \frac{1}{2} \tau = \frac{3}{4} B_0 + \frac{1}{4} B_0 = B_0$$~~

~~$$\int_0^{\tau} \dot{B} dt = \Delta B \Rightarrow I = \frac{n S_1}{4L} \Delta B$$~~

~~$$I_0 = \frac{n S_1}{4L} B_0$$~~

q - заряд протекающий через катушку L_1

$$q = \int_0^{\tau} I dt = \int_0^{\tau} \frac{n S_1}{4L} \Delta B dt = \frac{n S_1}{4L} \int_0^{\tau} \Delta B dt$$

$\int_0^{\tau} \Delta B dt$ - площадь под графиком $B(t)$

$$\int_0^{\tau} \Delta B dt = \frac{24}{64} B_0 \tau = \frac{3}{8} B_0 \tau$$

$$q = \frac{3 n S_1}{32 L} B_0 \tau$$

Ответ: $I_0 = \frac{n S_1 B_0}{4L}$; $q = \frac{3 n S_1 B_0 \tau}{32 L}$



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 2

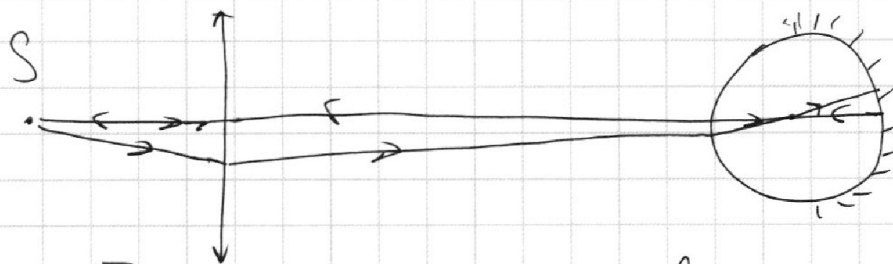
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

Заметим, что если изображение источника совпадает с источником, значит все лучи после отражения совпадают с лучами до отражения, т.е. для каждого луча на ~~сфере~~^{шаре} есть своя точка, в которую он попадет, но каждый ~~луч~~ луч должен быть перпендикулярен ~~к~~ шару в ~~той~~ точке касания. Значит лучи должны пересекаться в центре шара.

Запишем ФТЛ:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{1,1F} + \frac{1}{a} \Rightarrow a = 11F.$$

~~Заметим, что~~



чтобы лучи пересекались в центре шара ~~не завися~~ от ~~уменьшения~~ шара, надо ~~чтобы~~ изображение источника от линзы находилось в центре шара. Расстояние от линзы до центра шара:

$$b + R = 10,5F + R.$$

$$b + R = a \Rightarrow R = a - b = 0,5F.$$



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.

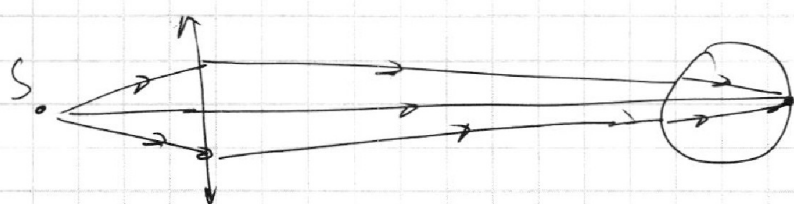
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

2 ИЗ 2

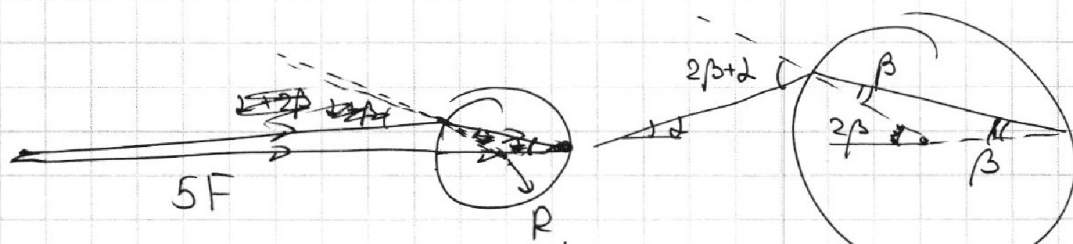
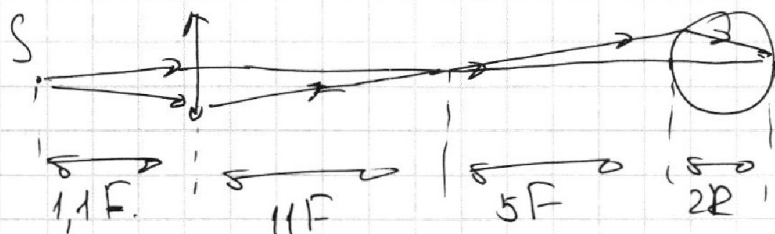
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Второй вариант когда изображение источника совпадает с источником это когда все лучи пересекаются в дальней от линзы точке шара:



Однако в этом случае все зависит от преломления шара.

Значит это тот вариант который требуется от нас во втором пункте:



$$n \sin(\beta + \alpha) = \sin \beta.$$

$$\beta \ll 1 \quad \alpha \ll 1.$$

$$n = \frac{\beta}{2\beta + \alpha}; \quad 2R\beta = 5F\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{2R}{5F}\beta = \frac{F}{5F}\beta = \frac{\beta}{5}.$$

$$n = \frac{52}{112} = \frac{5}{11}$$

Ответ: $R = \frac{F}{2}; n = \frac{5}{11}.$



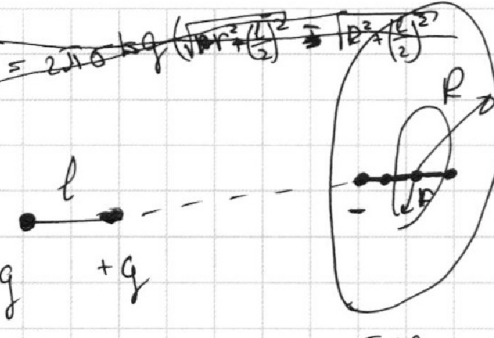
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!

~~$\frac{mv_0^2}{2} = 2\pi\sigma kq \left(\sqrt{R^2 + \left(\frac{l}{2}\right)^2} - \sqrt{R^2 + \left(\frac{l}{2}\right)^2} \right)$~~



$\left(\frac{3}{2}\right)^2 - 1 = \frac{9}{4} - 1 = \frac{5}{4} = 1,25$

$\pi(R^2 - r^2)\sigma$

$\frac{mv_0^2}{2} =$

~~$\frac{mv_0^2}{2}$~~

$\frac{q}{l^2} \cdot l \cdot k$

$\frac{2Rdr = r^2}{R^n dr = \frac{R^{n+1}}{n+1}}$

$x^{-\frac{3}{2}} dx = \frac{x^{-\frac{1}{2}}}{-\frac{1}{2}} = -2x^{-\frac{1}{2}}$

$\frac{mv_0^2}{2} = 2\pi\sigma kq (r^{\frac{3}{2}} - R^{\frac{3}{2}}) + 2\pi\sigma kq \left(\sqrt{R^2 + z^2} - \sqrt{R^2 + R^2} \right)$

$\frac{kqz}{(R^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}}$

$\frac{2\pi R dr}{d(R^2 + z^2)} = 2Rdr$

$\int_r^R \frac{2\pi R dr (R^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}}{2R(R^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}} =$

$-2\pi\sigma k \left(\frac{1}{\sqrt{R^2 + z^2}} - \frac{1}{\sqrt{R^2 + R^2}} \right) R$

$\int_0^\infty \frac{2\pi\sigma k \left(\frac{1}{\sqrt{R^2 + z^2}} - \frac{1}{\sqrt{R^2 + R^2}} \right) dz}{R}$

$2\pi\sigma kq (r^{\frac{3}{2}} - R^{\frac{3}{2}})$

$2\pi\sigma k \int_r^R \frac{d(R^2 + z^2)}{(R^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}} =$

$= -2\pi\sigma k \cdot \frac{1}{\sqrt{R^2 + z^2}} \Big|_r^R$

$\int 2\pi\sigma kq \left(\frac{1}{\sqrt{R^2 + z^2}} - \frac{1}{\sqrt{R^2 + R^2}} \right) dz =$

$= \frac{2\pi\sigma kq}{\sqrt{R^2 + z^2}} - \frac{1}{\sqrt{R^2 + R^2}} \Big|_0^\infty$

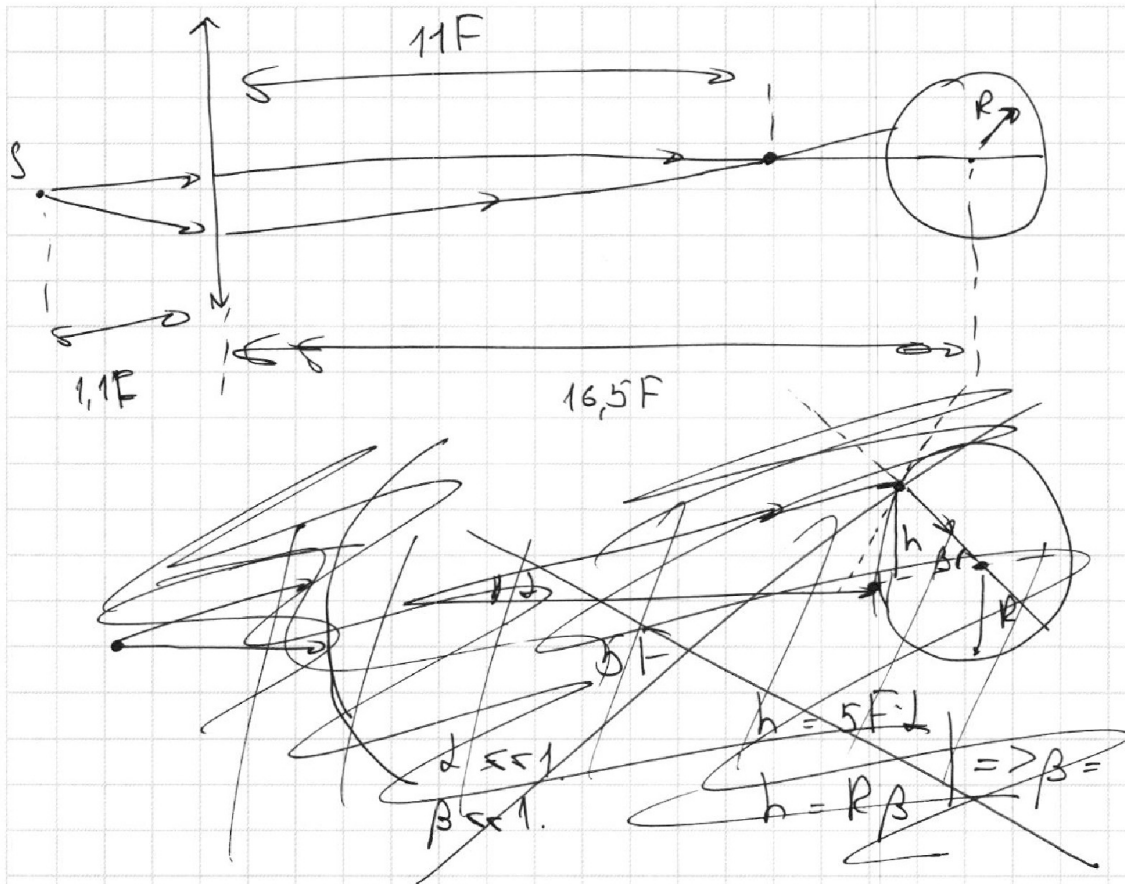


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



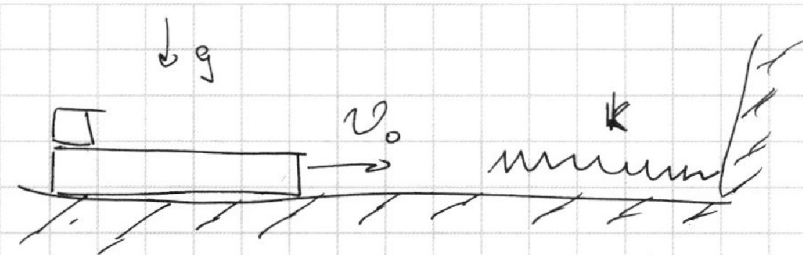


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$ma_0 = Mg = kx$$

$$kx$$

$$f_{тр}$$

$$ma$$

$$f_{тр}$$

$$f_{тр}$$

$$Ma$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = \cos\left(-\frac{\pi}{2} + \omega t\right)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{M+m}{k}} a = \frac{f_{тр}}{m}$$

$$\dot{x}^2 + \omega^2 x^2 = \text{const} = \frac{\mu mg}{m} = \mu g$$

$$\omega^2 = \frac{k}{M+m}$$

$$\frac{(M+m)v^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \text{const}$$

$$\mu Mg = kx - \mu mg$$

$$\mu g(M+m) = kx$$

$$x = \frac{\mu g(M+m)}{k} = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 3}{36} = \frac{9}{36} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ м}$$

$$\frac{(M+m)\dot{x}^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \text{const}$$

$$\omega t =$$

$$X = \cos(\varphi + \omega t) \cdot x_{\text{max}}$$

$$X = 0 \text{ при } t = 0$$

$$\frac{(M+m)v^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{(M+m)v_0^2}{2}$$

$$\varphi = -\frac{\pi}{2}$$

$$x_{\text{max}} = \sqrt{\frac{M+m}{k}} v_0$$

$$x_{\text{max}} =$$

$$0,25 = \sin(\omega t) \cdot \frac{1}{2\sqrt{3}}$$

$$\sin(\omega t) = \frac{2\sqrt{3}}{4} = \frac{\sqrt{3}}{2} = \cos\left(\frac{\pi}{2} + \omega t\right) = \cos\left(\frac{\pi}{2} - \omega t\right)$$

$$t = \frac{\pi}{3} \cdot \frac{1}{\omega} = \frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{M+m}{k}}$$

$$\omega t = \frac{\pi}{3}$$

$$-\frac{\pi}{2} + \omega t = \pm \frac{\pi}{6}$$

$$\omega t = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{3}$$

$$mag = f_{тр}$$

$$Mg = kx - f_{тр}$$

$$(M+m)a = kx$$

$$(M+m)a$$

$$x = \frac{(M+m)a}{k}$$

$$x = 0,25$$

$$t = \frac{1}{2\sqrt{3}}$$

$$x = \frac{\mu g(M+m)}{k}$$

$$= \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 3}{36} = \frac{9}{36} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ м}$$

$$= 0,25 \text{ м}$$

$$X = \cos(\varphi + \omega t) \cdot x_{\text{max}}$$

$$X = 0 \text{ при } t = 0$$

$$\sqrt{\frac{3}{36}} =$$

$$= \sqrt{\frac{1}{12}} = \frac{1}{2\sqrt{3}}$$

$$\frac{\pi}{2} + \omega t =$$

$$\cos\left(\frac{\pi}{2} + \omega t\right) =$$

$$\cos\left(\frac{\pi}{2} - \omega t\right) =$$



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
 _ 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!

$$\frac{(M+m)v_0}{2} = \frac{5x_{\text{max}}^2}{2} + \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\frac{(M+m)v_0^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \frac{5x_{\text{max}}^2}{2}$$

$$x_{\text{max}} = \sqrt{\frac{(M+m)v_0^2}{5} - \frac{mv_0^2}{5}}$$

$$L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I} = 8 \text{ nS.}$$

$$\frac{\mu_0}{\mu_{\text{воз}}} = \frac{1}{2}$$

$$PV = \frac{2}{3} RT$$

$$PV = \frac{2}{3} RT$$

$$P_0 = P_g + P_{\text{воз}}$$

$$70V_0 = \frac{2}{3} RT \cdot t_0$$

$$100V = \frac{2}{3} RT \cdot t$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{\frac{2}{3} RT \cdot t}{\frac{2}{3} RT \cdot t_0}$$

$$PV = RT$$

$$P_g = 5 \text{ kPa}$$

$$t^* = 72,5^\circ$$

$$P_{\text{воз}} = 100 \text{ kPa}$$

$$\frac{210 \cdot 306}{300 \cdot 370} = \frac{3700}{2} = 1850$$

$$\frac{3 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 17 \cdot 3^2}{3 \cdot 2^2 \cdot 5^2 \cdot 37} = \frac{7 \cdot 17 \cdot 9}{2 \cdot 25 \cdot 37}$$

$$20 + 60x = 75$$

$$20 + 60x = 75$$

$$60x = 55$$

$$x = \frac{55}{60} = \frac{11}{12}$$

$$60 = 15 \cdot 4 = 7,58$$

$$P_1 = 35 \text{ kPa}$$

$$97 + 273 = 370$$

$$7,5 \text{ cm} - 60^\circ$$

$$\frac{210 \cdot 306}{300 \cdot 370}$$

$$\frac{210 \cdot 306}{300 \cdot 370} = \frac{V}{V_0}$$

$$\begin{array}{r} 306 \\ \times 63 \\ \hline 1776 \\ \times 17 \\ \hline 5202 \\ \hline 19422 \end{array}$$

$$\sqrt{2}$$

- 1) $P_1 = 35 \text{ kPa}$
- 2) $t^* = 72,5^\circ \text{C}$
- 3) $\frac{V}{V_0} = \frac{1071}{1850}$

$$\frac{7 \cdot 306}{37 \cdot 100} = \frac{2142}{3700} = \frac{1071}{1850}$$

$$300 = 3 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 5$$

$$306 = 2 \cdot 17 \cdot 9$$

$$21 = 3 \cdot 7$$

$$37 = 37$$



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
☐

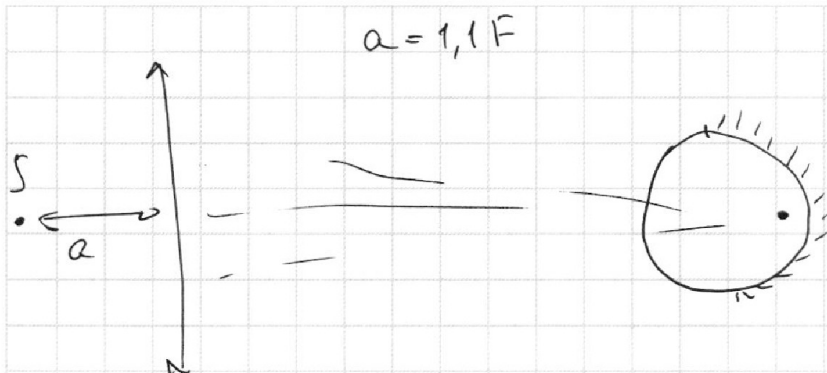
5
☐

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!



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

$$\frac{1}{b} = \frac{1}{F} - \frac{1}{1,1F} = \frac{1,1F - F}{1,1F^2} = \frac{0,1F}{1,1F^2} = \frac{1}{11F}$$