



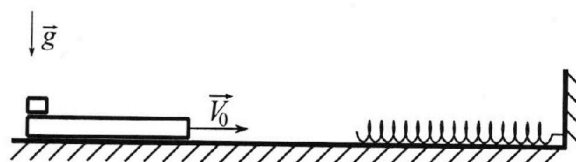
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

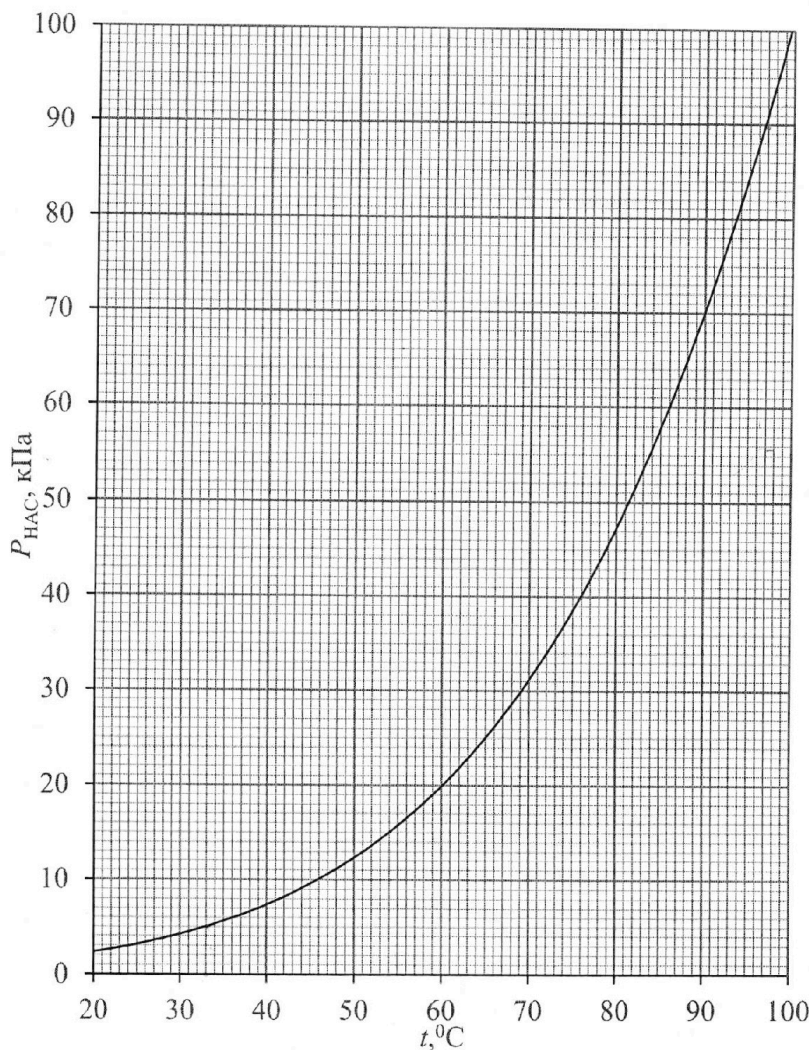


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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.





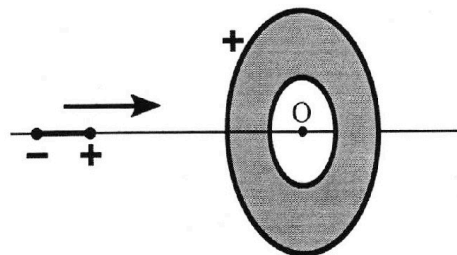
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

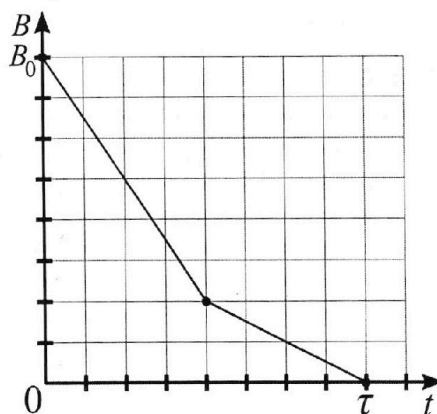
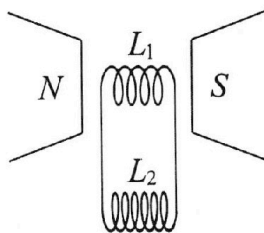


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



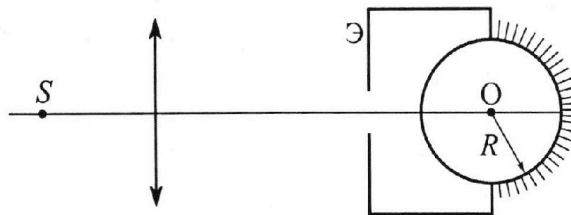
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 света от на ружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран $\mathcal{E}$ обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.

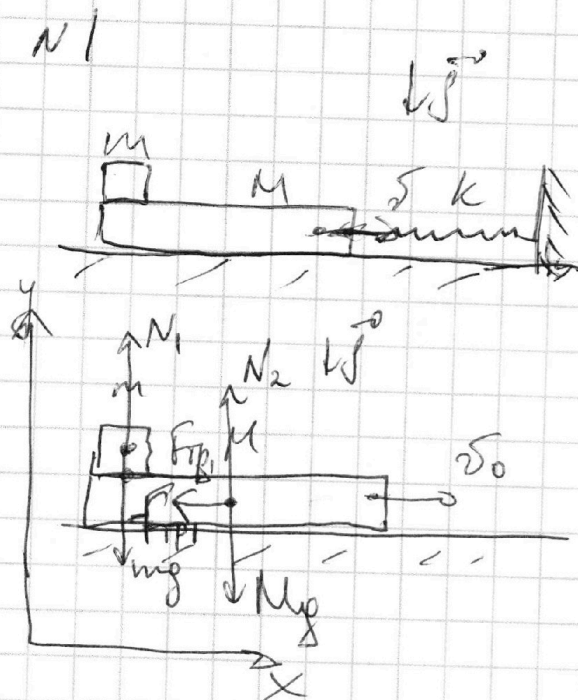


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



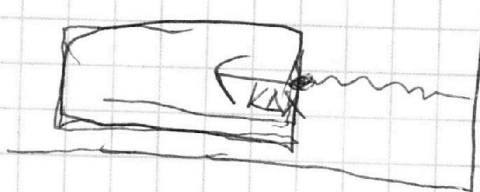
$F_{тр1}$ - сила трения между m и M
до начала движения
 $F_{тр1} \leq \mu N_1$

$$y: m a_y = 0 = N_1 - mg$$

$$mg = N_1$$

$$F_{тр1} \leq \mu mg$$

$F_{тр}$



$F_{тр}$

В этот момент движение начинается
до начала движения брусок + доска
движутся как одно целое.
 $F_{тр}$ - внутренняя сила

ИЗ-за Ньютона.

$$x: (M+m)a = -kx$$

$$(M+m)x'' + kx = 0$$

$$\omega^2 = \frac{k}{M+m} \quad x + x'' = 0 \quad \text{Решение гармонических колебаний}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}}$$

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



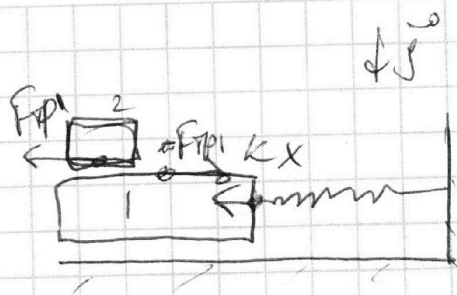


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



В момент начала
проскальзывания
 $F_{гр1} = \mu mg$
Смещение пох одинаково
 $x: F_{гр1} - kx = 0$ $y = m$
 $x =$

$$x: \text{Max}_1 = F_{гр1} - kx$$

$$\text{max}_2 = -F_{гр1}$$

$$\text{max}_2 = -\mu mg$$

$$a_{x2} = -\mu g$$

$$\text{Max}_1 = \mu mg - kx$$

$$F_{гр1} = \text{Max}_1 + kx$$

$$\text{max}_2 = -\text{Max}_1 - kx$$

$$\text{max}_2 = -F_{гр1} = -(\text{Max}_1 + kx) = -\mu mg$$

$$\text{и } \frac{kx^2}{2} = \frac{\mu mg^2}{2} \leq \mu mg$$

$$x: \text{Max}_1 = F_{гр1} - kx$$

$$\text{max}_2 = -F_{гр}$$

$$a_{x1} = \frac{kx}{M+m}$$

$$-M \frac{kx}{M+m} = \mu mg - kx$$

$$x = \frac{kx \left(1 - \frac{M}{M+m}\right) = \mu mg}{k \left(1 - \frac{M}{M+m}\right)} = \frac{\mu mg (M+m)}{k m} = \frac{\mu g (M+m)}{k}$$



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!

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

Смещение пружины
в момент
просачивания

$$X = \frac{0,3 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}}{36 \frac{\text{Н}}{\text{м}}} =$$

$$= \frac{9 \text{ м}^2}{36 \text{ Нс}^2} = \frac{1}{4} \text{ м} = 0,25 \text{ м} \quad (1)$$

t_1 - время прохождения времени с момента начала движения пружины до момента установившегося движения.

$$X(t) = A \cos \omega t + B \sin \omega t$$

$$\dot{X}(0) = v_0 = B\omega \Rightarrow B = \frac{v_0}{\omega} = \frac{v_0}{\sqrt{\frac{k}{M+m}}}$$

$$\ddot{X}(0) = a_{x0} = 0 = -A\omega^2 \Rightarrow A = 0$$

$$X(t) = \frac{v_0}{\sqrt{\frac{k}{M+m}}} \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M+m}} t\right)$$

$$X(t_1) = v_0 \sqrt{\frac{M+m}{k}} \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M+m}} t_1\right) = \frac{\mu g (M+m)}{k}$$

$$\sin \omega t_1 = \frac{\mu g}{v_0} \sqrt{\frac{M+m}{k}} = \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{3} = 1$$

$$\omega t_1 = \frac{\pi}{2}$$

$$t_1 = \frac{\pi}{2\omega} = \frac{\pi}{2 \sqrt{\frac{k}{M+m}}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{3} = 0,5 \text{ с} \quad (2)$$



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!

3C3

$$\frac{(mm)\varphi_0^2}{2} = \frac{K\Delta x_{max}^2}{2}$$

$$\Delta x_{max} = \varphi_0 \sqrt{\frac{mm}{K}} = \frac{\varphi_0}{\omega} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

a_1 — ускорение гаски
в момент
максимального
отклонения
пружина

$$a_1 = \ddot{x}(t) = B\omega^2 \sin \omega t$$

$$\Delta x_{max}(t) = B \sin \omega t$$

$$\left| \frac{\Delta x_{max}}{a_1} \right| = \frac{1}{\omega^2}$$

$$a_1 = \Delta x_{max} \cdot \omega^2 = \frac{1}{3} \text{ м/с}^2$$

Ответ: 1) $\Delta x = 0,25 \text{ м}$; 2) $t_1 = 0,5 \text{ с}$;
3) $a_1 = 3 \text{ м/с}^2$



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
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~~

№ 2

$$\varphi_0 = \frac{1}{3} = \frac{p(T)}{p_{\text{нас}}(T)}$$

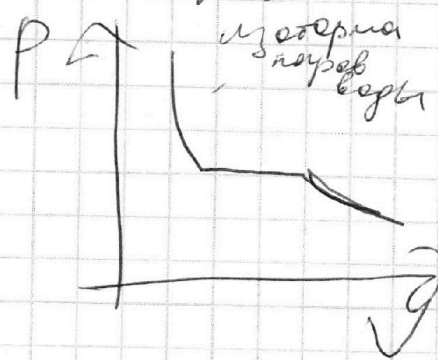
p_0 ; t_0

~~давление сухого воздуха~~

~~$p_0 = p_{\text{пар}} + p_v$~~

~~$\varphi = \frac{p_1}{p_{\text{нас}}}$~~

~~пары воды~~



~~p_1 — у-эр-ка:~~

~~$t_0 = 28^\circ\text{C}$~~

~~$p_{\text{нас}}(t_0) = p_{\text{нас}}(28^\circ\text{C}) = 31 \text{ кПа}$~~

$\varphi_0 = \frac{p_0}{p}$ $p_{\varphi_0} = p_0$

~~$p_1 = 31 \text{ кПа}$~~

$$p_0 = \text{сумма} = \frac{m_g}{S} + p_{\text{внешн}}$$

~~$p_v = 7 \text{ кПа}$~~

~~из формулы~~

~~$p_{\text{нас}}(t_0) = 31 \text{ кПа}$~~

~~давление~~

~~$p_0 = p$~~

~~$p_0 = p_n + p_v$~~

~~$p_1 = p_{\text{нас}}(t_0) = 31 \text{ кПа}$~~

~~давление сухого воздуха~~

~~давление паров воды~~



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
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!

12

$$\varphi_0 = \frac{p_0}{p_{\text{нас}}}$$

$$p_0 = p_1 + p_6$$

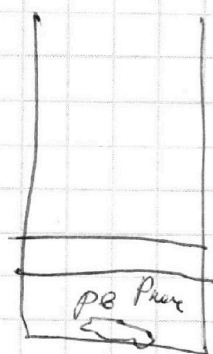
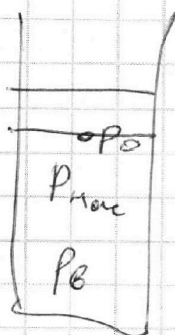
$$p_6 = p_0 - p_1 = 14 \text{ кПа} - \text{давление сухого воздуха}$$

$$p_6 \cdot V = nRT$$

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

$$p(t) = 5 \text{ кПа}$$

$$p(t) = p_6 = 14 \text{ кПа} \\ (t' = 52^\circ \text{C})$$



$$\varphi_0 = \frac{p_0}{p_{\text{нас}}}$$

$$p_{\text{нас}} = \frac{p_0}{\varphi_0} = 3p_0 = 315 \text{ кПа}$$

67



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 ☐

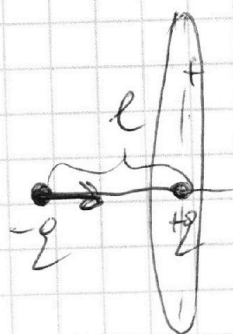
7 ☐

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!

№3

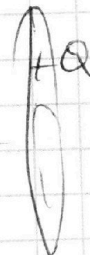
Скорость невозможная для пролёта:



$$\vec{E}(r) = -\frac{kqQ}{r^2} \vec{r}$$

$$E_x(r) = \frac{kqQ}{(r+l)^2} - \frac{kqQ}{r^2}$$

$$r > 0: E(r+l) < E(r)$$



$$E_x = E_x(r+l) + E_x(l) =$$

$$= \frac{kqQ}{(r+l)^2} - \frac{kqQ}{r^2} < 0$$

В время сближения с диском суммарная сила на диск направлена против скорости и тормозит его

Скорость - скорость при которой положительный заряд диска будет внутри диска, а скорость диска будет равна 0.

т.к. тогда суммарная сила на диск будет положительной, и будет разгонять его вправо

$$F_+ = 0 \quad (\text{заряд } +q \text{ смещается от центра диска})$$

$$F_- = \frac{kqQ}{r^2}$$



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.



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!

3C)

$$\varphi(\infty) = 0$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = -q\varphi(l) + q\varphi(0)$$

потенциал гравитации
и потенциал электростатического
поля

$$\frac{m(\frac{3}{2}v_0)^2}{2}$$



$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{m(\frac{3}{2}v_0)^2}{2} + q\varphi(l)$$
$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{m}{2} \left(\frac{9}{4}v_0^2 - v_0^2 \right) = \frac{m}{2} \cdot \frac{5}{4}v_0^2$$
$$v_0^2 = \frac{5}{4}v_0^2$$

$$\varphi(r) = \frac{ka}{r}$$

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

$$\left[v = \frac{3}{2}v_0 \right] (1) = \frac{mv^2}{2} + 0 = \frac{mv^2}{2}$$

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



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**.

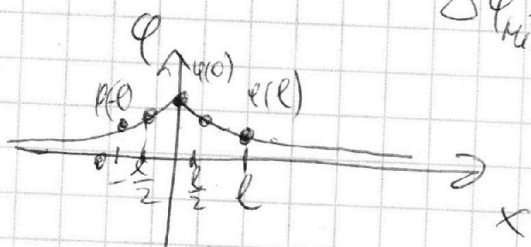
1
☐2
☐3
☒4
☐5
☐6
☐7
☐СТРАНИЦА
3 из 3

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!

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{m\left(\frac{3}{2}v_0\right)^2}{2} - \cancel{\frac{mv_0^2}{2}} - \underbrace{\varphi(x) - \varphi(x-l)}_{\Delta\varphi}$$

$$v_{\max} \rightarrow \Delta\varphi \rightarrow \min$$

$$\Delta\varphi_{\min} = \varphi(l) - \varphi(0) = 0$$



$$v_{\max} = \frac{3}{2}v_0$$

$$v_{\min} \rightarrow \Delta\varphi \rightarrow \max$$

$$\Delta\varphi_{\max} = \varphi(0) - \varphi(-l) = \varphi(0) - \varphi(l)$$

$$\frac{mv_{\min}^2}{2} = \frac{m\left(\frac{3}{2}v_0\right)^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

$$v_{\min}^2 = \frac{9}{4}v_0^2 - v_0^2$$

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

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

Ответ: 1) $v = \frac{3}{2}v_0$; 2) $v_{\max} = \frac{3}{2}v_0$
 $v_{\min} = \frac{\sqrt{5}}{2}v_0$



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.



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!

N 4

Эквивалентная схема

$$I_0 = 0$$

$$\Phi_0 = B_0 S \cdot n$$



~~$$I_0 = 0$$~~
$$R = 0$$

ЗСМН - закон сохранения
механической энергии

$$\Phi_0 = \Phi = (L_1 + L_2) I = B_0 S n$$

$$(1) \quad I = \frac{B_0 S n}{L_1 + L_2} = \frac{B_0 S n}{4L}$$

$$\mathcal{E}_i = - \frac{d\Phi}{dt}$$

$$-L_1 \dot{I}(t) - L_2 \dot{I}(t) = \mathcal{E}_i$$

$$-L_1 \dot{I}(t) - 4L \dot{I}(t) = - \frac{d\Phi}{dt}$$

$$\int \mathcal{E}_i dt = \int I dt$$

$$4L \cdot \frac{dI}{dt} = \frac{d\Phi}{dt}$$

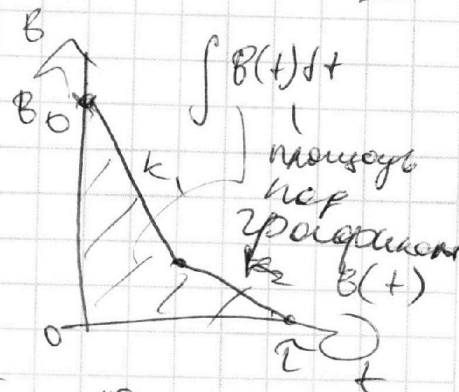
$$Q = \int_{t_0}^{t_1} I(t) dt =$$

$$= \int_{t_0}^{t_1} \frac{S n}{4L} B(t) dt =$$

$$I(t) = \frac{d\Phi(t)}{4L dt} \quad \text{или} \quad 4L \frac{dI}{dt} = \frac{d\Phi}{dt}$$

$$I = \int dI = \frac{1}{4L} \int d\Phi = \frac{B_0 S n}{4L}$$

$$I = \frac{S n}{4L} \int dB(t) = \frac{S n}{4L} B(t)$$





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.



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!

Площадь под графиком $B(t)$

$$S = S_1 + S_2 + S_3 =$$

$$= \frac{1}{2} \left(\frac{3}{4} v_0 \cdot \frac{\tau}{2} + \frac{v_0}{4} \cdot \frac{\tau}{2} \right) + \frac{v_0}{4} \cdot \frac{\tau}{2} =$$

$$= \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{4} v_0 \tau + \frac{1}{8} v_0 \tau =$$

$$= \frac{3}{8} v_0 \tau$$

$$\left[\mathcal{E} = \frac{S_4}{4L} \int_0^{\tau} B(t) dt = \frac{3S_4}{24L} v_0 \tau \right] \quad (2)$$

Ответ: 1) $\mathcal{E} = \frac{v_0 S_4}{4L}$ 2) $\mathcal{E} = \frac{S_4}{4L} \cdot \frac{3}{8} v_0 \tau$



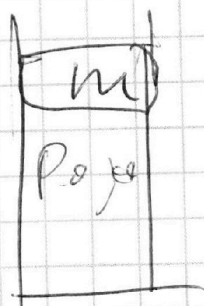
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!

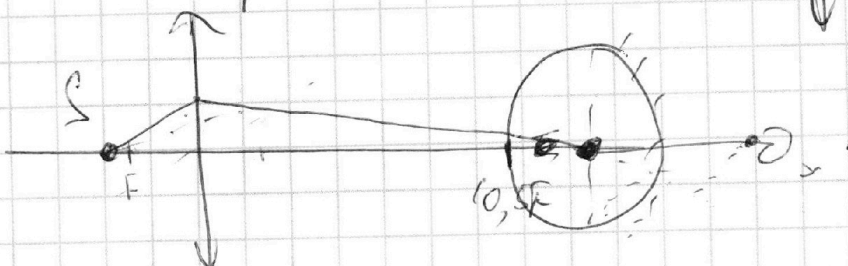
ЗС Черновик



$$p_0 = 10.5 \times R_a$$

$$q_0 = \frac{1}{3} = F$$

$$p_0 = p_v + p_n$$



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{10.5 \times R_a} + \frac{1}{11F}$$

$$b = \frac{1}{\frac{11 \times 10}{11F}} = 11F$$



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!

N5

$b = 10,5F$

R - радиус шара

S совпадает с S'

изображение



Формула тонкой линзы

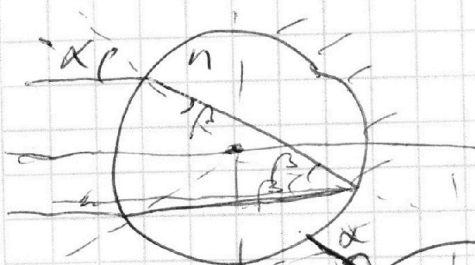
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

изображение
предмета
если бы была

только сферическая линза

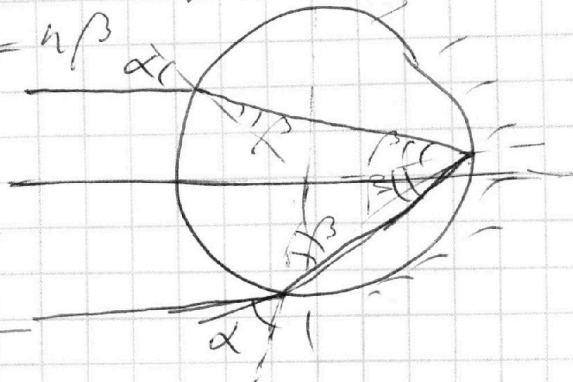
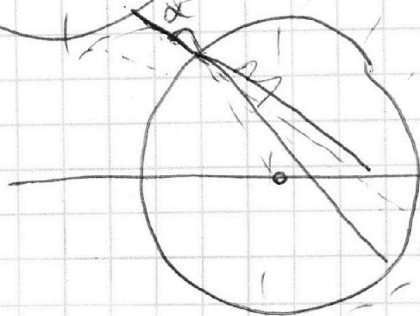
У
много луч
преломляющихся
в линзе, после
прохождения
шара идет
параллельно
преломляющимся

$$b_0 = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{a}} = \frac{1}{\frac{11-10}{10F}} = 11F$$



$$n_0 \sin \alpha = n \sin \beta$$

$$\alpha = n \beta$$



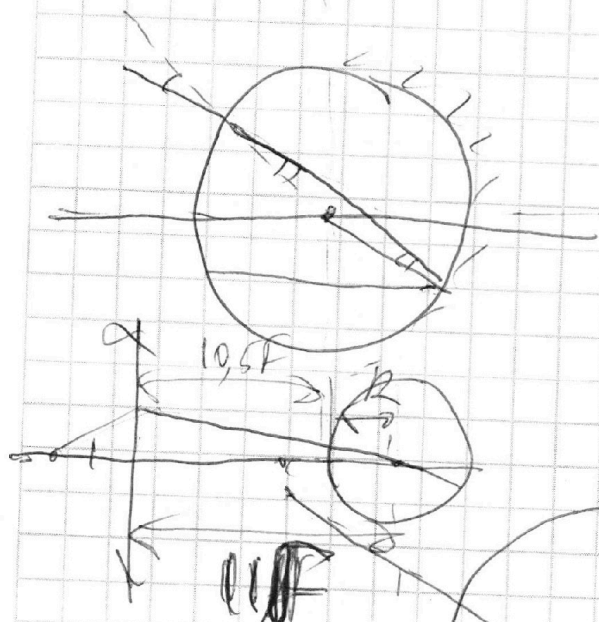


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



т.к. угол поворота
выходящего
луча зависит
от n , а ~~в условии~~
не зависит от n

центр
шара
расположен

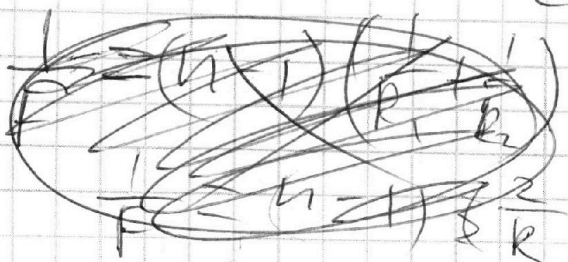
в месте
изображения

источника
если бы ~~не было~~
была только
линза

$$HF = 10,5F + R$$

$$b_0 = b + R$$

$$R = b_0 - b = HF - 10,5F = 0,5F$$



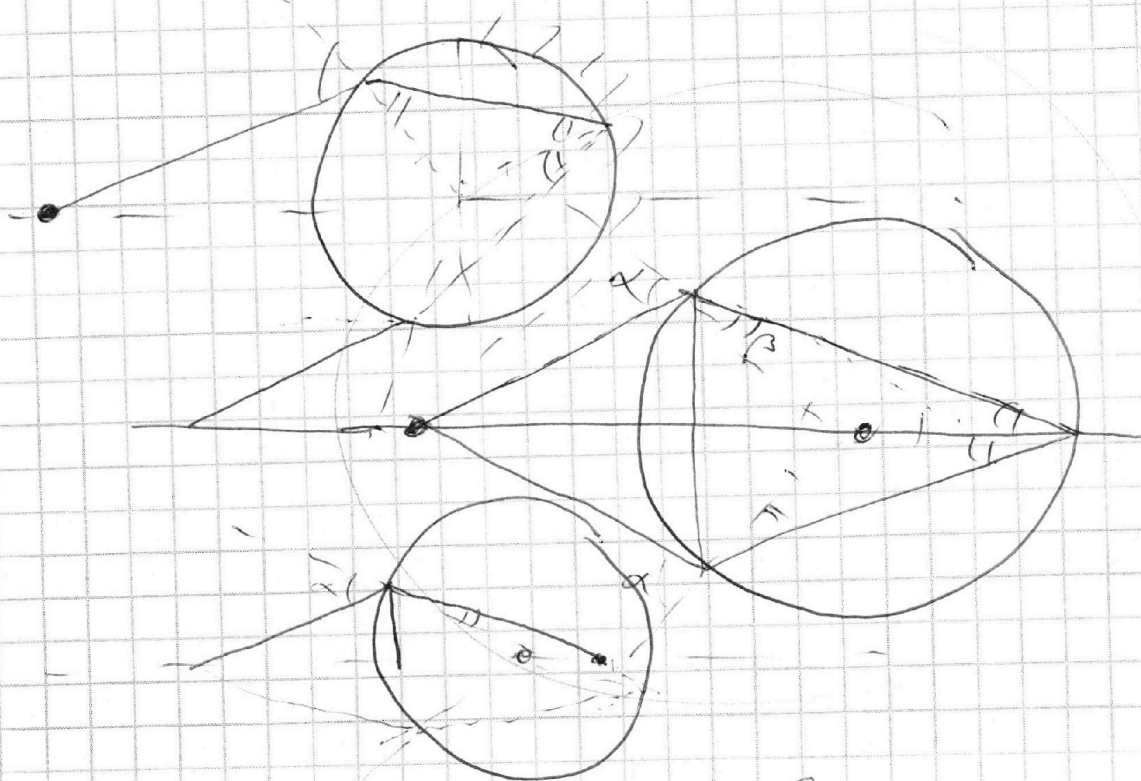
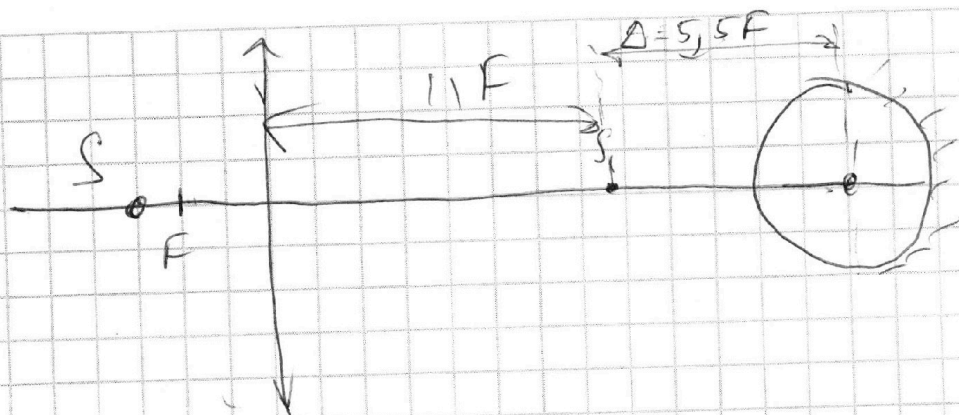


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

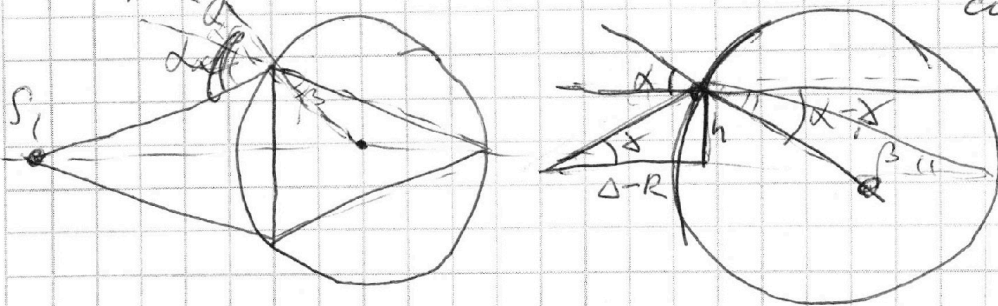
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!



Когда чирок реализовывался следующая ситуация



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

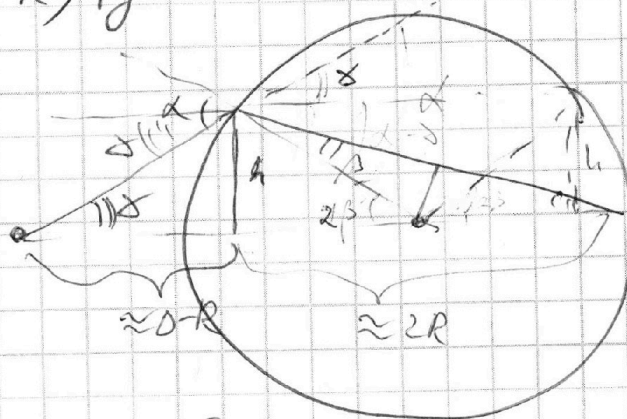
4 ИЗ 6

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!

$$2R f_{\beta} = h = (s-k) f_{\alpha}$$

$$\alpha = \hbar \beta$$

$$\frac{\delta}{\beta} = \frac{2R}{\Delta - R}$$



$$2(2-x) + 180^\circ - 4\beta = 60^\circ$$

$$\Rightarrow x - d = 2\beta$$

$$\delta = \alpha - 2\beta$$

$$\frac{\alpha - 2\beta}{\beta} = \frac{2k}{\Delta - k}$$

$$\frac{n\beta - 2\beta}{\beta} = \frac{2K}{\Delta - R}$$

$$\S \frac{h-2}{2} = \frac{2R}{0-R}$$

$$\boxed{n = 2 + \frac{2R}{\Delta - k} = 2 + \frac{2}{5,5F - 0,5F} = 2 + \frac{2}{5} = 2,4}$$

Orber: $WR = 0,5F, 2) n = 2,2$



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 __

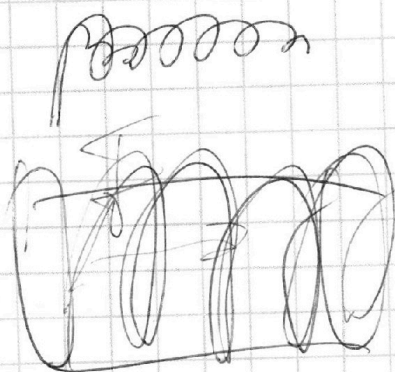
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Черновик



$$\frac{kq^2}{r^2} \neq \vec{E} = \frac{kq_1q_2}{r^3} \vec{r}$$

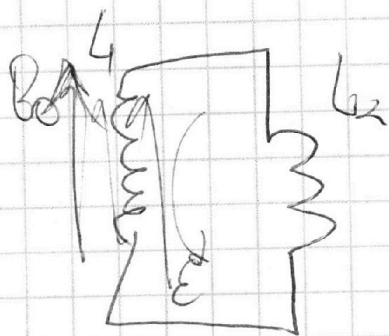
$$E = \frac{kq_1q_2}{r^3} \cdot \vec{r} = \dots$$



$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I$$

$$B \cdot l = \mu_0 \cdot I \cdot n l$$

$$B = \mu_0 n I$$



$$\Phi = LI = \frac{\mu_0 n^2 S l}{l} I$$

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = -L \frac{dI}{dt}$$

$$\Phi_0 = L_1 I + B_0 n S_0 = (L_1 + L_2) I = 4L_1 I$$

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = \dots$$

$$\frac{m \omega^2}{2} = \frac{4q^2}{4(\dots)}$$



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!

