



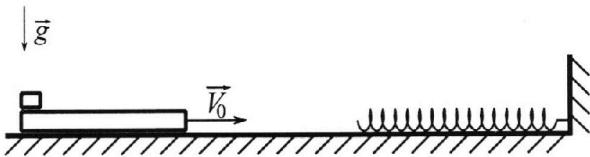
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025



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 брускок 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.

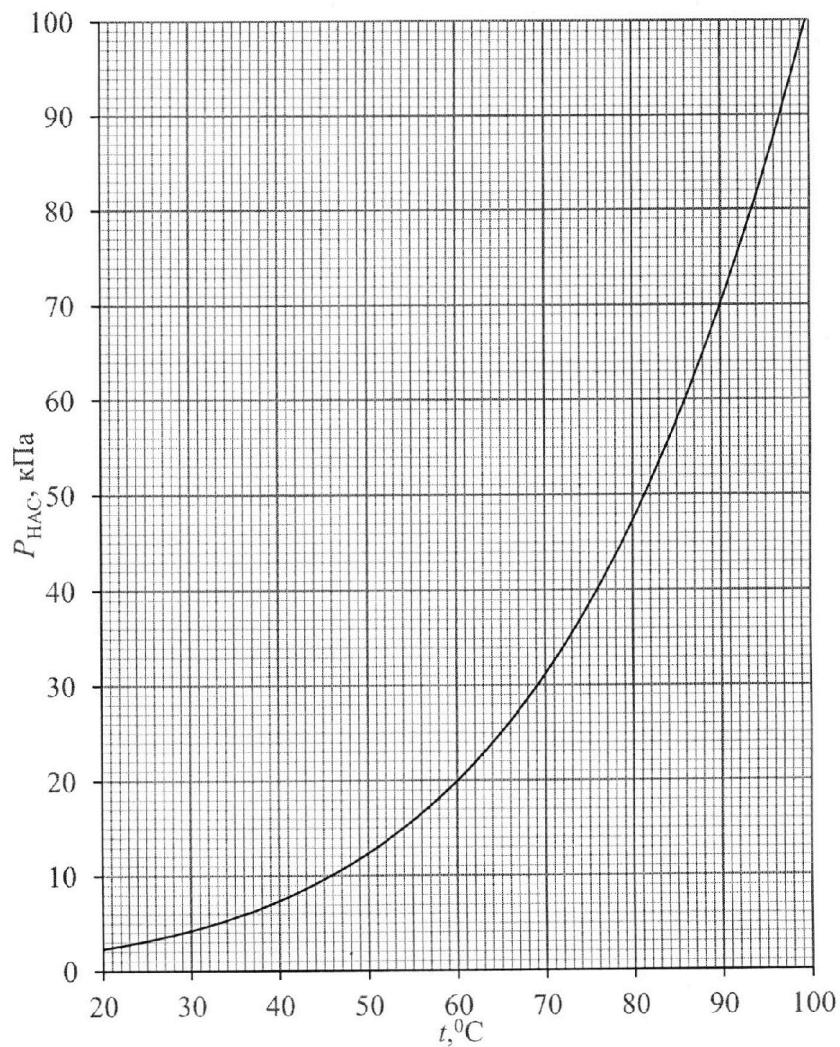


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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.





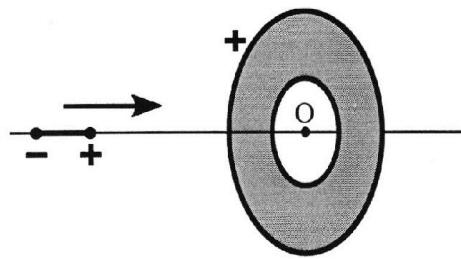
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-03

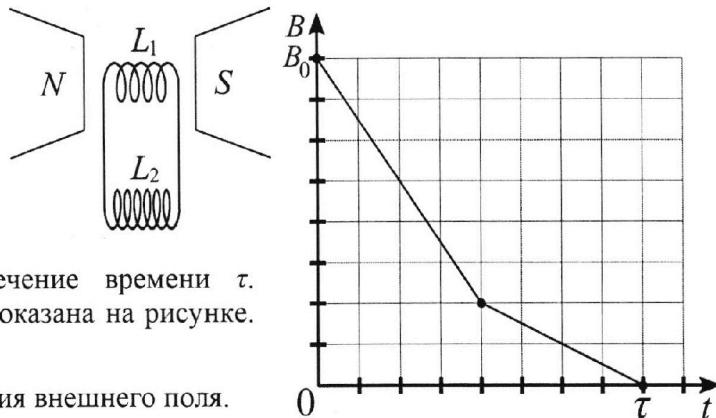
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 $\frac{3}{2}V_0$.



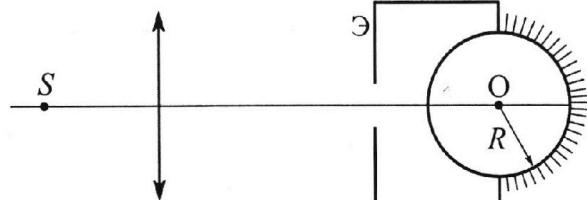
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 , удалённый 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 и 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**.



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

Дано:

$$M = 2 \text{ кг}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$V_0 = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$K = 36 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\mu = 0,3$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\pi \approx 3$$

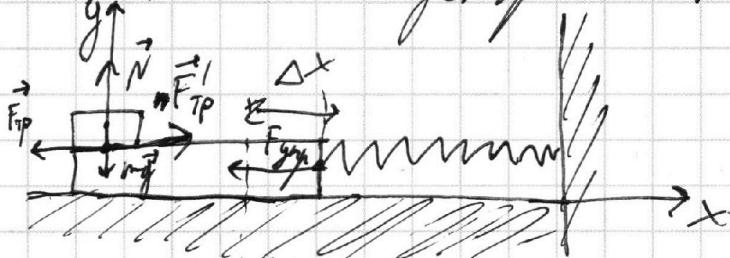
1) Δx_1 - ?

2) t_1 - ?

3) a_1, g_2 - ?

Решение:

Доска и грузок будут двигаться вместе до тех пор, пока сила трения ^{нельзя} будет обеспечивать равенство их ускорений.



$$\vec{F}_{tp} = -\vec{F}_{tp}' \quad (\text{из III з. н.})$$

II з. н.:

(1): доска: $M d_{gx} = -F_{ung} + F_{tp}$

грузок: $m d_{gx} = -F_{tp}$

одинак. врем $\Rightarrow a_{gx} = a_{bx} = a_x$

$$\Rightarrow (m+M) a_x = -F_{ung}$$

$a_x = \ddot{x}$ $(m+M) \ddot{x} = -K \Delta x$

$$\ddot{x} + \frac{K}{m+M} \Delta x = 0 \quad \text{— уравн. гармоники колеб.}$$

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

$$\Delta x = A \sin \omega t \quad \ddot{x} = A \omega \cos \omega t$$

$$a_x = \ddot{x} = -A \omega^2 \sin \omega t \quad \begin{array}{l} \text{(отриц. вр. от нер.)} \\ \text{(средн. грузом)} \end{array}$$

запись Тихонов
 $F_{ung} = K \Delta x$



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
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!

$$\Delta \dot{x}(0) = V_0 = A\omega \Rightarrow A = \frac{V_0}{\omega}$$

\Rightarrow момент парала отр. движ.:

$$ma_x = -F_{Tp\max}$$

$$F_{Tp\max} = \mu N$$

$$\Rightarrow a_x = -\mu g$$

$$\text{II з.к.: (рж.) движ.: } \\ 0 = N - mg \\ \Rightarrow F_{Tp\max} = \mu mg$$

$$-A\omega^2 \sin\omega t_1 = -\mu g$$

$$-\frac{V_0}{\omega} \cdot \omega^2 \cdot \sin\omega t_1 = -\mu g$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \sqrt{3} = \frac{\sqrt{3}}{2} \quad (*)$$

$$\sin\omega t_1 = \frac{\mu g}{V_0 \omega} \quad \boxed{\text{решение}} = \frac{0,3 \cdot 10 \frac{m}{s^2}}{1 \frac{m}{s} \cdot \sqrt{\frac{36 \frac{N}{kg}}{2 \cdot 0,25 + 1 \cdot 0,25}}} = 3 \cdot s^{-1} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot 0,25}{36 \cdot 0,25}}$$

$$\Rightarrow \text{смдение тягами: } \boxed{\Delta x_1 = \frac{V_0}{\omega} \cdot \sin\omega t_1 =}$$

$$= \frac{V_0}{\omega} \cdot \frac{\mu g}{V_0 \omega} = \frac{\mu g}{\omega^2} = \frac{\mu g}{K} (M+m) = \frac{0,3 \cdot 10 \frac{m}{s^2}}{36 \frac{N}{m}} \cdot (2 \cdot 0,25 + 0,25)$$

$$= \frac{3 \cdot 3}{4 \cdot 9} m = \frac{1}{4} m = 0,25 m \quad \Rightarrow \Delta \dot{x}_1 = \boxed{V_0 \cdot \frac{1}{2} = 9,5 \frac{m}{s}}$$

из (*) : $\omega t_1 = \frac{\pi}{3}$ - соотв. момент парала отр.

$$\Rightarrow \boxed{t_1 = \frac{\pi}{3 \cdot \omega} \approx \frac{1}{\omega} = \sqrt{\frac{m+M}{K}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 0,25}{36 \frac{N}{m}}} = \frac{\sqrt{3}}{6} s}$$

дано $F_{Tp} = F_{Tp\max} = \mu mg$, а $a_{gx} + a_{bx}$

\Rightarrow II з.к.: (услуга): $M a_{gx} = \mu mg - K \Delta x$

$a_{gx} = \ddot{x}$ $\Delta x + \frac{K}{M} \Delta x = \mu g \frac{m}{M} \Rightarrow$ решение диф-ура
-задачи о колеб. + const $\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{M}}$



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.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$\Delta x = A \sin \omega_0 t + B \cos \omega_0 t + C$$

броят отмечена
 тънко от пълна
 отм. задача

$$C = \frac{mg}{K} = \frac{1}{4} m$$

$$= 0,3 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 1 \frac{kg}{m}$$

$$= \frac{36 \frac{N}{m}}{36 \frac{N}{m}} = \frac{1}{12} m$$

$$\Delta x(0) = \frac{1}{4}(M+m) = \frac{1}{4} m$$

$$\dot{\Delta x}(0) = \frac{V_0}{2} = \frac{1}{2} \frac{m}{s}$$

$$\Rightarrow B = \frac{1}{4} m$$

$$\Rightarrow A = \frac{V_0}{2 \omega_0}$$

$$\Rightarrow \max \text{ премах.} \text{ формула } \sqrt{A^2 + B^2} + C =$$

$$= \sqrt{\left(\frac{1}{4} m\right)^2 + \left(\frac{1}{4} m\right)^2 \cdot \frac{1}{\omega_0^2}} + \frac{1}{12} m =$$

$$= \frac{1}{4} m \sqrt{1 + \frac{2}{36}} + \frac{1}{12} m = \frac{1}{24} m \cdot \sqrt{38} + \frac{1}{12} m =$$

$$= \frac{2 + \sqrt{38}}{24} m$$

$$\Rightarrow \Delta x_2 = mg / K =$$

$$\Rightarrow \Delta g_2 = \frac{1}{12} m \cdot 36 \frac{N}{m} \cdot \frac{1}{2 \omega_0} - \frac{2 + \sqrt{38}}{24} \cdot 36 \frac{N}{m} =$$

$$= \frac{m}{C^2} \left(\frac{3}{2} - \frac{3}{4} (2 + \sqrt{38}) \right) = \frac{m}{C^2} \left(\frac{6 - 6 - \sqrt{38}}{4} \right) =$$

$$= -\frac{\sqrt{38}}{4} \frac{m}{C^2} \Rightarrow \boxed{\Delta g_2 = \frac{\sqrt{38}}{4} \frac{m}{C^2}}$$



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 7СТРАНИЦА
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!

Дано:

$$p_0 = 105 \text{ кПа}$$

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

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

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

$$1) P_1 - ?$$

$$2) t^* - ?$$

$$3) \frac{V}{V_0} - ?$$

Решение:

$$\boxed{P_1 = \underline{90 \text{ кПа}} \cdot \frac{1}{3} = \underline{\cancel{30 \text{ кПа}}} \cancel{+ 75 \text{ кПа}}$$

$$\text{Рис при } 97^\circ\text{C} \Rightarrow P_{\text{вн}} = P_0 - P_1 = 75 \text{ кПа}$$

из ур. (надо не пользоваться конд.)

Ур. состояния газа:

$$PV = VRT \quad P - \text{новое давл. Воздух}$$

$$\text{где } \cancel{cyc.} \quad \underline{p_0 V = V_0 RT}$$

$$\text{где ртв. } p_n V = V_n RT$$

$$\Rightarrow \frac{p_0}{p_n} = \frac{V_0}{V_n} = \text{const} \Rightarrow \frac{p_0}{p_n} = \frac{P_0 - P_1}{P_1}$$

$$\text{Надо } \cancel{t^*} \Leftrightarrow p_n = p_{\text{вн}} \text{ при } t^*$$

$$\text{Так как установлено равенство массовых долей, то } P = \text{const} \Rightarrow P_0 + P_n = \text{const}$$

$$\Rightarrow \frac{P}{V} = \frac{P}{VR} = \text{const} \Rightarrow P_0 = \text{const}, P_n = \text{const}$$

$$\Rightarrow p_n = p_{\text{вн}} \text{ из ур. } \Leftrightarrow \boxed{t^* \approx 69^\circ\text{C}} \quad \text{без } p_n = 5 \text{ кПа}$$

$$\Rightarrow \text{новое давление корректируем } p_n = p_{\text{вн}};$$

$$\text{Изменение: } p_0 = p_0 - p_n = \frac{V_0 RT}{V} \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{p_0}{p_0 - p_n} = \frac{p_0}{\frac{p_0 - p_n}{V_0}} = \frac{p_0 \cdot T}{p_0 \cdot T_0 - p_n \cdot T_0} =$$

$$p_0 = 105 \text{ кПа} - 75 \text{ кПа} = 20 \text{ кПа}$$

$$= \frac{20 \text{ кПа} \cdot (1273 + 33) \text{ K}}{100 \text{ кПа} \cdot (283 + 33) \text{ K}} = \frac{3}{4} \cdot \frac{306}{370} = \frac{4509}{740}$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

Дано:

V_0

$$1) V_c = ?$$

$$2) \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = ?$$

Демонстрация:

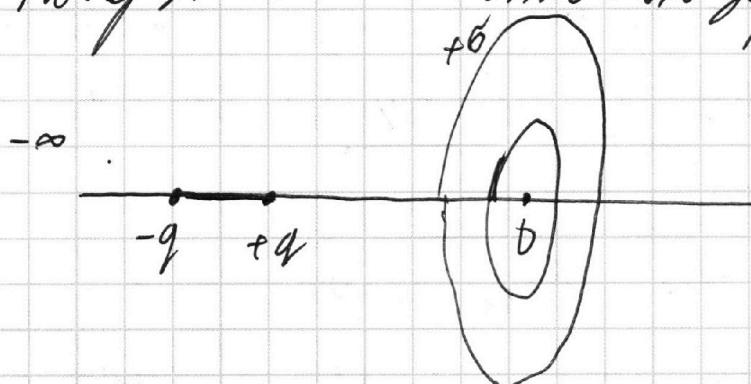
пусть нач. заряд диска = q, а

поверхностная плотность заряда на

диске: $\frac{q}{2}$, т.к. диск тонкий, то

можно считать, что у него только одна

поверхность с константным зарядом q .



Расстояние

между зарядом
диска и обр. за.

На поверхности

бала некоторая

скорость, если она ^{ок} ^{погадает} из

правой или левой деколлегости в центр

диска, то она и сочтёт ~~на~~ A, которую

изменит это значение. Тогда будет ограни-
бо. \Rightarrow нужно брать ^{E_k} заряд ~~заряд~~ в

центр диска ~~заряд~~ из предыдущего

результата, если изменять постоянную n -заряд и



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!

посторить тоже суть, то иначе не
должно изменяться: E_h быть 6
Чтобы это ~~было~~ ^{$E_0 + \Delta E$} , то это значит,
что при перенес. условия в задачи
отменились \rightarrow из бал. в диску и
от диска в бал. происходит
одинаково \rightarrow из симметрии
 $\Delta E = 0 \Rightarrow$ ~~ч.~~ б. ведущая диска =
= б. в диске \Rightarrow $V_c = \frac{3}{2} V_0$.

Но зная, что ~~такое~~ необх. для прохожд.
затруднениям скорость рабоча V_0 подставим
всю под. кин. эн. в максимум получим $E_0 \approx V_0^2$

$$\begin{aligned} & \Rightarrow \text{из симметрии } E_{\min} = E - E_0; \\ & E_{\max} = E + E_0; \quad \overline{E - \text{под. кин. эн.}} \\ & E \approx \left(\frac{3}{2}V_0\right)^2 \Rightarrow \frac{\sqrt{E_{\max}}}{\sqrt{E_{\min}}} = \frac{\sqrt{E+E_0}}{\sqrt{E-E_0}} = \\ & = \sqrt{\frac{V_{\max}^2 + \left(\frac{3}{2}V_0\right)^2}{V_{\min}^2 + \left(\frac{3}{2}V_0\right)^2}} = \sqrt{\frac{\frac{9}{4}+1}{\frac{9}{4}-1}} = \sqrt{\frac{\frac{13}{4}}{\frac{5}{4}}} = \sqrt{2\frac{3}{5}}. \end{aligned}$$

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**.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$\begin{aligned} L_1 &= L \\ n &= S_1, B_0 \\ L_2 &= 3L \end{aligned}$$

$$\frac{L}{T}$$

$$1) I_0 - ?$$

$$2) q_0 - ?$$

Решение:

$$|\mathcal{E}_i| = n \left| \frac{d\Phi}{dt} \right| = S_1 \cdot h \cdot \left| \frac{dB}{dt} \right|$$

$$\text{из ур. (1) имеем } \frac{d\Phi}{dt} = \frac{L}{T}, \quad \frac{dB}{dt} = -\frac{\frac{6}{8}B_0}{\frac{T}{2}}.$$

$$= -\frac{\frac{3}{4}B_0}{\frac{T}{2}} = -\frac{\frac{3}{4}B_0}{\frac{T}{2}}$$

$$(2) \text{ Для } \frac{q_0}{T} \text{ имеем: } \frac{dB}{dt} = -\frac{\frac{2}{8}B_0}{\frac{T}{2}} = -\frac{B_0}{\frac{2T}{2}}$$

Чертеж катушки: $\mathcal{E}_i = L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I} =$

$$= 4L \dot{I} = 4L \frac{dI}{dt}$$

$$\Rightarrow 4L dI = dt \cdot S_1 h \cdot \left| \frac{dB}{dt} \right|$$

$$(1) \quad 4L \Delta I_1 = \frac{T}{2} \cdot S_1 \cdot h \cdot \left(-\frac{3}{2} \frac{B_0}{\frac{T}{2}} \right) =$$

$$= \frac{3}{4} S_1 h B_0 \Rightarrow \Delta I_1 = \frac{3}{76} \frac{S_1 h B_0}{L}$$

$$2) 4L \Delta I_2 = \frac{T}{2} \cdot S_1 h \left(-\frac{B_0}{\frac{2T}{2}} \right)$$

$$\Rightarrow \Delta I_2 = \frac{1}{76} \frac{S_1 h B_0}{L}$$

$$\Rightarrow \boxed{I_0 = \Delta I_1 + \Delta I_2 = \frac{1}{76} \frac{S_1 h B_0}{L}}$$

~~Из первых двух выражений~~

$$\Rightarrow q = \int I dt$$

$$\frac{dq}{dt} = I$$

$$q_1 - q_0 \frac{T}{2} \quad q_2 - \text{после } \frac{T}{2}$$

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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

$$\text{(отмечена одна)} \quad I_1(t) = \frac{t}{\tau} \cdot \frac{3}{76} \cdot \frac{S_1 n B_0}{L} = \frac{3}{8} \frac{t S_1 n B_0}{L \tau}$$

$$\text{(отмечены обе)} \quad I_2(t) = \frac{t}{\frac{\tau}{2}} \cdot \frac{1}{76} \cdot \frac{S_1 n B_0}{L} + \Delta I_1 = \frac{1}{4} \frac{t S_1 n B_0}{L \tau} + \frac{3}{76} \frac{S_1 n B_0}{L}$$

$$\Rightarrow q_1 = \int_{0}^{\frac{\tau}{2}} I_1 dt = \left(\frac{\tau}{2}\right)^2 \cdot \frac{3}{8} \cdot \frac{S_1 n B_0}{L \tau} = \frac{\tau \cdot 3}{4 \cdot 8} \frac{S_1 n B_0}{L} =$$

$$= \frac{3}{32} \frac{\tau^2 S_1 n B_0}{L}$$

$$q_2 = \int_{0}^{\frac{\tau}{2}} I_2 dt = \frac{3}{76} \cdot \frac{\tau}{2} \cdot \frac{S_1 n B_0}{L} + \frac{1}{32} \cdot \frac{\tau}{2} \cdot \frac{7 S_1 n B_0}{L} =$$

$$= \cancel{\frac{1}{8}} \frac{\tau S_1 n B_0}{L}$$

$$\boxed{q_0 = q_1 + q_2 = \frac{7}{32} \frac{\tau S_1 n B_0}{L}}$$



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

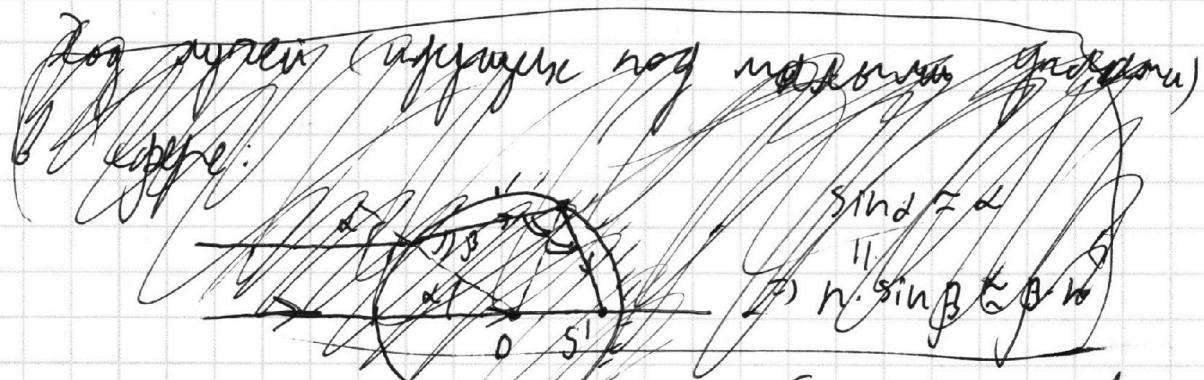
6

7

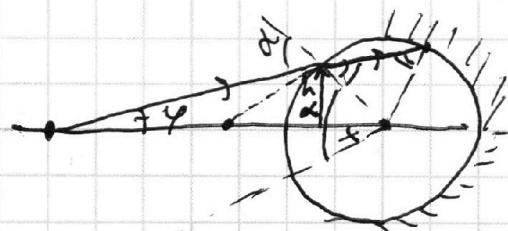
СТРАНИЦА
1 из 2

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!

нее от зеркала и из стекла
может попадать под разные углы в листок)



$$C = \theta + \Delta = 16^\circ$$



изображение во
внешней
среде

создано с исп.

\uparrow изображение в
многозеркальной системе
изображение было создано
в зеркале.

Если лучи прошли через зеркало
и выйдут в наружу все расходящиеся лучи
 \Rightarrow изобр. объекта после преломления и
до последнего преломления совпадут
(из оптич. хода лучей) \Rightarrow изобр. до
и после отражения совпадут, т.к. это вон-
длер изображения находится в центре зеркала
 \Rightarrow $n \rightarrow \infty$



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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 2

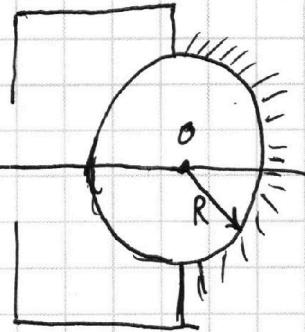
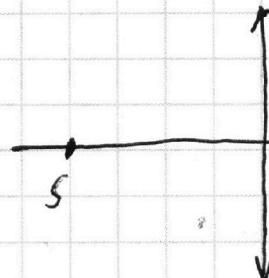
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

$$\text{Дано: } F = 11F \quad \Delta = 5,5F \\ a = 1,1F \quad f = 10,5F$$

$$1) R = ?$$

$$2) n = ?$$

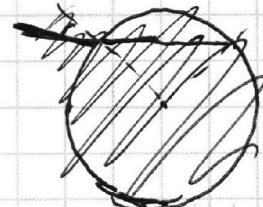
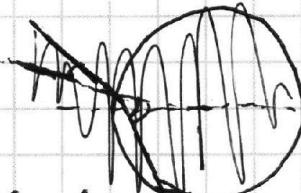
Решение:



Формула маятника:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{11F} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{11F - 1}{11F} = \frac{1}{11F} \\ \frac{1}{a} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad \Rightarrow f = 11F$$

при различиях показателей преломления
маятника всегда быть одинаково изображены объекты.
А т.к. если изображ. от маятника показаны



не в единицах
маятника, то это изображ.

Судить забывалось от n, то наименее маятника
образует форму $R = 11F - 10,5F = 0,5F$

(в первом случае маятника изображают перевернутую и
неб. форма \Rightarrow не правильн., а здравом изображ. в сей