



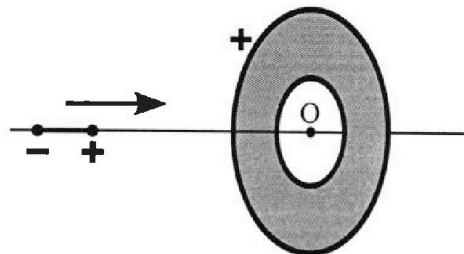
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



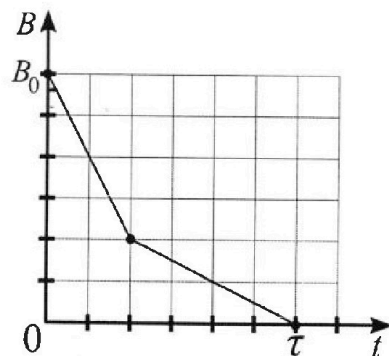
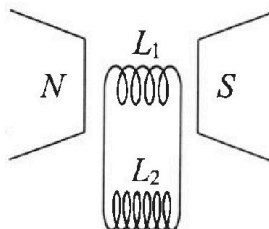
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется с некоторой начальной скоростью из бесконечно удаленной точки вдоль оси симметрии диска и пролетает через отверстие. Заряды диполя находятся на маленьких шариках, на диполь действуют только силы электрического поля диска, диск закреплен, при пролете диполь не отклоняется от оси диска. Минимальная начальная скорость диполя, необходимая для пролета, равна V_0 . Диполь сообщают начальную скорость $2V_0$.



1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.

2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

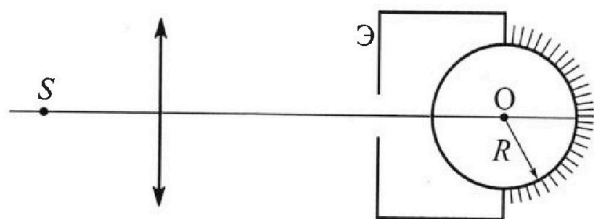
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 4L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек 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 $a = 1,5F$ (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 $b = 8F/3$, 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 $\Delta = 2F$, 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



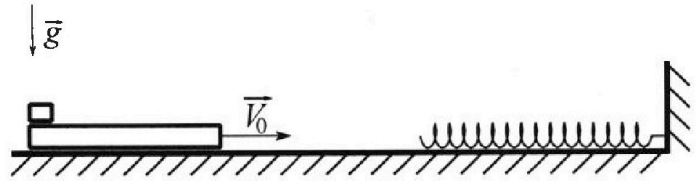
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

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 $V_0 = 2$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости $k = 27$ 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.

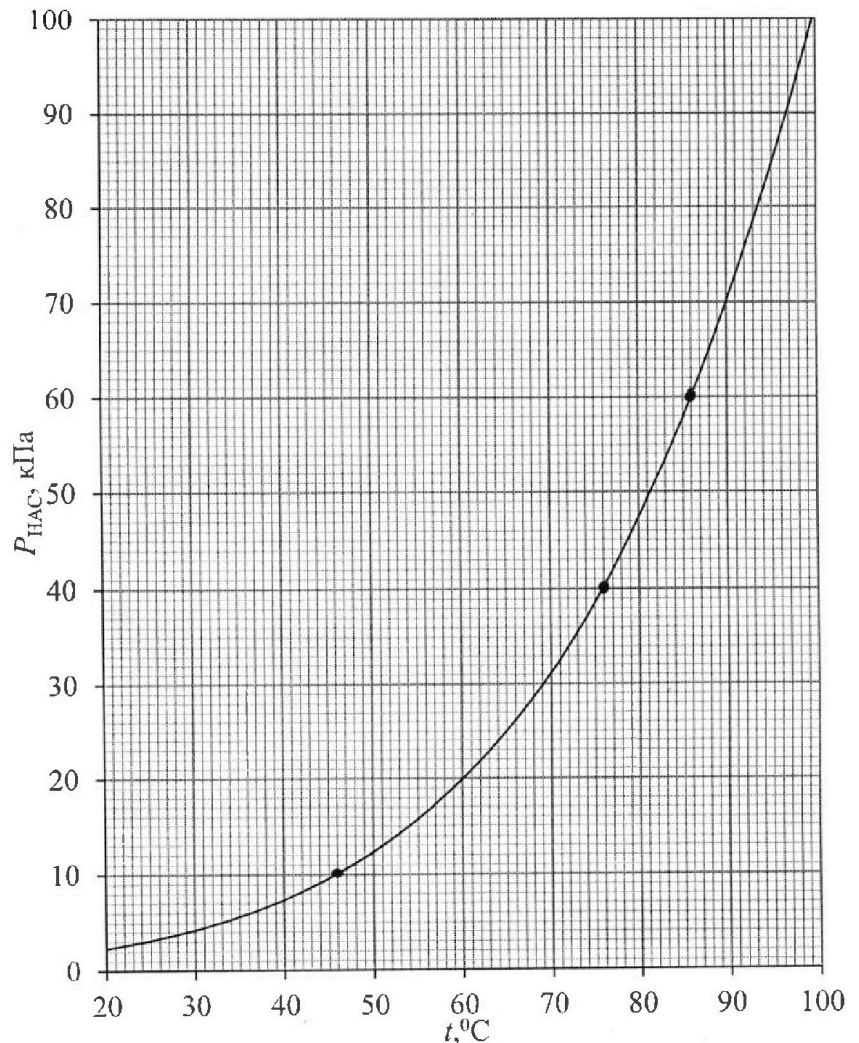


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 150$ кПа, температуре $t_0 = 86$ °С и относительной влажности $\varphi_0 = 2/3$ (66,7%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 46$ °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 86 °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.



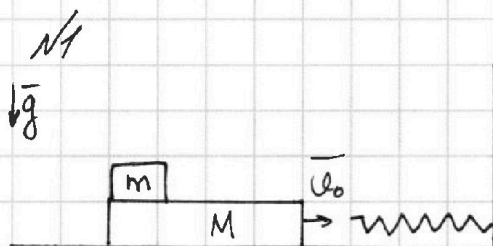


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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:

$$M = 2 \text{ кг}$$

$$v_0 = 2 \text{ м/с}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$K = 24 \text{ Н/м}$$

(пружина - легкая и длинная)

$$\mu = 0,3 \text{ (между } m \text{ и } M)$$

поверхность (пружинная) - гладкая

$$g = 10 \text{ м/с}^2 \quad \pi \approx 3 \text{ (для расчетов)}$$

Найти:

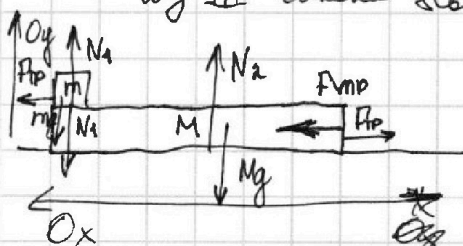
- 1) Δl , когда начало пружинообразования? $\mu = 10 \text{ м/с}^2$
- 2) t до начала пружинообразования? $\pi \approx 3$
- 3) a_m в момент максимального статического сжатия пружины? $\mu = 10 \text{ м/с}^2$

Решение:

1) Δl - ищем статический сжатие (длина статическая)

рассставим силы на брусок и доску

из III закона Ньютона:



на Ox II закон Ньютона для доски:

$$\begin{cases} F_{упр} - F_{тр} = Ma_x \\ F_{тр} = ma_x \end{cases}$$

равны друг другу, т.к. блок - пружинообразование

$$F_{тр} \text{ максимальная} = F_{тр} \text{ статического} = \mu N_1$$

(когда начинается пружинообразование)

$$N_1 = mg \text{ из статистики на } Oy \text{ для бруска} \Rightarrow$$

$\Rightarrow \mu \text{ - равен, иначе - критическое значение}$

$$\Rightarrow a_x \cdot m = \mu mg \Rightarrow a_x = \mu g \text{ из } \textcircled{2}$$

$$F_{упр} = F_{тр} + Ma_x \text{ из } \textcircled{1} \Rightarrow F_{упр} = \mu mg + \mu Mg = \mu g(m+M)$$

$$\Delta l = \frac{F_{упр}}{K} = \frac{\mu g(m+M)}{K} = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 3}{24} = \frac{1}{3} \text{ м}$$



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!

крат. №1 до начала гармонизации - работает соотношение

$$2) \begin{cases} F_{\text{упр}} - F_{\text{тр}} = M \frac{dU_{\text{цент}}}{dt} \\ m \frac{dU_{\text{цент}}}{dt} = F_{\text{тр}} \end{cases}$$

$$F_{\text{упр}} = -Kx$$

$$(M+m) \ddot{x} + Kx = 0$$

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

уравнение гармонических колебаний

част. решение $\omega = \sqrt{\frac{K}{m+M}}$ (циклическая частота колебаний)

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

В момент начала гармонизации (относительного движения) известно $a_x = \mu g$ (из 1 пункта)

$A \cos(\omega t) = x$ решение уравнения гармонических колебаний

$$-A\omega \sin(\omega t) = \leftarrow \text{до } \omega = -\omega_0 \Rightarrow \text{для момента } t_1, \text{ когда } \omega = -\omega_0$$

$$A\omega = \omega_{\text{max}}$$

$$\frac{\arcsin(\frac{\omega_0}{\omega_{\text{max}}})}{\omega} = t_1$$

ω_{max} найдем, представив как систему колеблющуюся на пружине с жесткостью

в момент $t_2 \Rightarrow a_x = \mu g$

$$-A\omega^2 \cos(\omega t) = a \Rightarrow -A\omega^2 \cos(\omega t_2) = \mu g \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{находим} \\ \text{амплитуду} \end{array} \right.$$

$$t_2 = \frac{\arccos(\frac{\mu g}{A\omega^2})}{\omega} = \frac{\arccos(\frac{\mu g}{\omega_{\text{max}}^2})}{\omega}$$

-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
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!

град. м
 $\Delta v_{\max}$, когда $\frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow$ когда кинетическая энергия
у грузины $K_0 v = 0 \Rightarrow v_{\max} = v_0$ из ЗСЭ (закон
сохранения энергии)
 $\Delta v_{\max}$, когда $\Delta v \rightarrow \max \Rightarrow \frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow$ ~~для грузины~~ ^{вотнаибольшей = 0 $\Rightarrow$ когда}
 ^{$\Rightarrow$ для грузины, энергия $\uparrow$}
^{из системы $\uparrow$}

растянута $\Rightarrow$ из ЗСЭ $\Rightarrow \frac{K_0 v_{\max}^2}{2} = (m+M) \frac{v_0^2}{2}$
 $\Delta v_{\max} = \sqrt{\frac{m+M}{K}} \cdot v_0$

$$\frac{K_0 v_{\max}}{(m+M)} = a_{\max} = \frac{\sqrt{K(m+M)} v_0}{(m+M)} = \sqrt{\frac{K}{m+M}} v_0 = 3 v_0$$

$$\Delta t = t_1 - t_2 = \frac{\arcsin\left(\frac{v_0}{v_{\max}}\right) - \arccos\left(\frac{v_0}{v_{\max}}\right)}{\omega} =$$

$$= \frac{\frac{\pi}{2} - \arccos\left(\frac{0.3 \cdot 10}{3 \cdot 2}\right)}{\omega \sqrt{\frac{K}{m+M}}} = \frac{\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{3}}{\omega} = \frac{\pi}{6\omega} = \frac{\pi}{6\sqrt{\frac{K}{m+M}}} = \frac{\pi}{6\sqrt{\frac{18}{m}}} = \frac{\pi}{6\sqrt{18}} \cdot \frac{1}{m}$$

3) после начала взаимодействия:

$$F_{\text{тр}} = \text{const} = \mu mg$$

$$K_0 v_{\max} - \mu mg = M a_{\text{цок}}$$

$$\Delta v_{\max} \text{ из ЗУМЭ } \Delta E = F_{\text{тр}} \text{ через } v_{\text{цок}}$$

Ответ: 1) $\frac{1}{3}$ и $10(3) \text{ м}$
2) $\frac{1}{18} \text{ с}$ ($\frac{1}{6} \text{ с}$).
3) .



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

Дано:

график $p_{\text{нас}}(T)$

поршень - массивный, стенки - гладкие

$p_0 = 150 \text{ кПа}$ (внешний воздух)

$t_0 = 86^\circ\text{C}$ и $\varphi_0 = \frac{2}{3}$ (66, 4%)

$t = 46^\circ\text{C}$

$V_{\text{жидк}} \ll V_{\text{возд}}$ (пренебрегать)
пар - идеальный газ

Решение:

1) т.к. из графика $p_{\text{нас}}(86^\circ\text{C}) = 60 \text{ кПа}$

$\varphi = \frac{p_{\text{пар}}}{p_{\text{нас}}} = \frac{p_{\text{пар}}}{p_{\text{нас}}}$ (из УМН-уравнения Максвелла-Клайперона)

($pV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow \frac{pM}{RT} = \rho \Rightarrow$ при $T = \text{const}$ $\frac{p_{\text{пар}}}{p_{\text{нас}}} = \frac{p_{\text{пар}}}{p_{\text{нас}}}$)

$\varphi_0 = \frac{2}{3} \Rightarrow \frac{p_1}{p_{\text{нас}}(86^\circ\text{C})} = \frac{2}{3} \Rightarrow p_1 = \frac{2}{3} p_{\text{нас}}(86^\circ\text{C}) = 40 \text{ кПа}$

2) конденсация начнется, когда $p_{\text{пар}} \text{ достигнет } p_{\text{нас}}$

т.к. поршень массивный $\rightarrow$ в каждый момент времени процесса $p = \text{const} = p_0$ (как квазистатический процесс)

пусть V_0 - начальный объем из закона Бойля-Мариотта:

УМН: $(p_0 - p_1) V_0 = \frac{1}{2} RT_0$ $t_0 = 86 + 273$

$p_1 V_0 = \frac{1}{2} RT_1 \Rightarrow \frac{1}{2} R T_1 = \frac{p_1 V_0}{2}$

$\frac{1}{2} R T_1 = \frac{(p_0 - p_1) V_0}{2}$



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!

прод. N_2
 $V_2 = V_n$ в горизонтальной плоскости процесса
(исотерм)

$$\frac{\Delta n R T_x}{p_x} = \frac{\Delta_2 R T_x}{p_0 - p_x}$$

$$\frac{\Delta n}{\Delta_2} = \frac{p_x}{p_0 - p_x} \text{ из } \textcircled{1} \quad \frac{p_1}{(p_0 - p_1)} = \frac{40}{110} = \frac{4}{11}$$

$$11p_x = 4p_0 - 4p_x$$

$$15p_x = 4p_0 \Rightarrow p_x, \text{ когда газ начинает конденсироваться}$$

$$(\Delta n \text{ уменьшается}) = \frac{4p_0}{15} = \frac{600}{15} = 40 \text{ кПа, что на}$$

$$\text{градуса соответствует } E^* = 46^\circ\text{C}$$

предположения и проверка, тект
3) из к этой же моменту конденсирован =>
т.к. $p_2 = 11$, а $p_{\text{пар}} = 10$

$$\Rightarrow p_{\text{пар}} = p_{\text{нас}}$$

$$p_{20} = 110 \text{ кПа}$$

$$\text{при } 46^\circ\text{C} = 10 \text{ кПа (из графика)}$$

$$\frac{p_{20} V_{20}}{T_0} = \text{const} = \frac{(p_0 - p_{\text{нас}}) V}{T_1}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{T_1 p_0}{T_0 (p_0 - p_{\text{нас}}(46^\circ\text{C}))} = \frac{46 + 273}{86 + 273} \cdot \frac{110 \cdot 10^3}{(110 - 10) \cdot 10^3} = \frac{11 \cdot 319}{14 \cdot 359} = \frac{3509}{5026} \approx 0,7$$

Ответ:
1) 40 кПа
2) 46 °C
3) 0,7

$$\begin{array}{r} 1 \\ 273 \\ + 273 \\ \hline 546 \\ 319 \\ \hline 865 \end{array} \quad \begin{array}{r} 273 \\ + 273 \\ \hline 546 \\ 359 \\ \hline 905 \end{array}$$



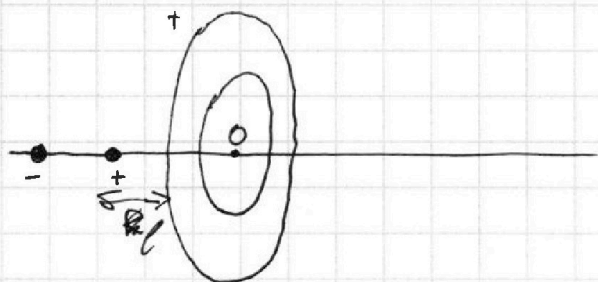
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
1 из 2

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

№3



Решение:

- 1) E зарядов диполя (Насколько зарядов диполя)
 $\Rightarrow$ учитываем только заряды диполя
 во частях (зарядов с диском)

т.к. в начальной момент $t \rightarrow \infty$, а W

(энергия взаимодействия в электростатике) $\sim \frac{1}{r}$

$(\frac{kq_1q_2}{r}) \Rightarrow \Delta W_0 = 0$ (можно через U на диск = 0)

$\uparrow$ возможно считать > 0 , но другие диполи $\oplus$ тогда

Екн $W_0 = W_1$ (где W_1 - энергия взаимодей-

ствия диска с диском) из симметрии

диполя (+/-) $\Rightarrow$ диск создает одинаковый

ϕ (потенциал) на обоих зарядах $W = \sum q\phi \Rightarrow$ т.к.

противоположные заряды $\Rightarrow = 0$ (W_1) $\Rightarrow$

$\Rightarrow E_{кн0} = E_{кн1} \Rightarrow$ Ответ: напряжения = $2U_0$

- 2) Энергия взаимодействия W максимальная
 по модулю и по знаку $\Rightarrow$ равна $E_{кн0}$ при $U_{\min}$



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!

прод. №3

или мы можем считать дискон на бесконечности скоростью $2v_0 \Rightarrow$ в этот момент ^и правая половина диска отнимает от этой энергии наибольшую часть $\Rightarrow$ в этот момент в тот же момент, когда $v_n = v_0$ скорость старшего $\begin{matrix} \text{с max} -11- \\ \text{с группой стороны} \end{matrix}$

$E_{kin} = m \cdot v \Rightarrow v = m \cdot v$ ^{в этот момент}

максимум скорости на бесконечности и

в центре диска (центр диска = центр масс диска), ^{читаем y}

т.к. $\nabla \text{вращательная} = 0$ (спинно диск вращается ^{замедляется} от + ближе к центру ^{или от -} $\Rightarrow \text{диск} - r \Rightarrow r_0 > r$)

платеж резко начинает разрываться, ^{когда}

правый конец проходит центр диска и

улетает с $v = v_{max}$ на ∞ , где $(X=0)$ ^{замедляется} ^{уменьшается, левый перемещается}

$E \text{ вращательная в точке где } v = m \cdot v = \frac{m}{2} v_0^2$ ^{(X) + где max v}

$$\frac{m}{2} (2v_0)^2 - \frac{m}{2} v_0^2 = E_{kin} \text{ в этой точке} \Rightarrow$$

$$= \frac{m}{2} (4v_0^2 - v_0^2) = \frac{m}{2} v_{min}^2 \Rightarrow v_{min} = \sqrt{3} v_0$$

$$v_{max} = v_{max} - v_{min} = 2v_0 - \sqrt{3} v_0 = (2 - \sqrt{3}) v_0$$

Ответ: 1) $2v_0$ $v \Rightarrow \text{max}$, когда $E_{вращ} =$
2) $(2 - \sqrt{3}) v_0$ $= \text{min}$, то есть

1) $2v_0$ когда проходит центр
2) $(2 - \sqrt{3}) v_0$ и дальше (левый ^{перемещается})

-11- с min момент



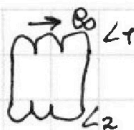
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Н4 продолжение



1) $\mathcal{E}_{ind1} = \mathcal{E}_{ind2}$ (по II правилу Фарадея)

$$-L_1 \frac{dI_1}{dt} + \frac{dB}{dt} n S_1 = -L_2 \frac{dI_2}{dt} \quad \begin{matrix} \text{самоиндукция} & \text{внешнее} & \text{наведенное} \end{matrix}$$

$$1 - L_1 \frac{dI_1}{dt} - L_2 \frac{dI_2}{dt} + \frac{dB}{dt} n S_1 = 0$$

$$(L_1 + L_2) I_{luck} = \oint_0^L \Delta B n S_1 \quad \leftarrow \int_0^L (L_1 + L_2) dI = \int_0^L d\Phi$$

$$I_{luck} = \frac{\oint_0^L \Delta B n S_1}{L_1 + L_2} = \frac{\oint_0^L \Delta B n S_1}{5L}$$

в произвольный момент времени:

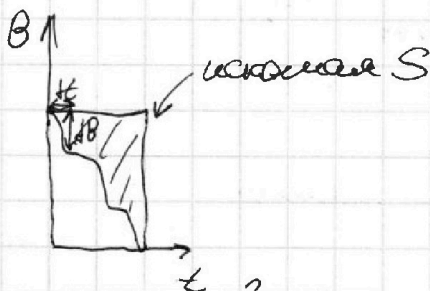
2) $(L_1 + L_2) I(t) = \Delta \Phi(t)$

$$I(t) \frac{d}{dt} (L_1 + L_2) = \frac{d\Delta \Phi(t)}{dt} \quad \Delta \Phi(t) = \Delta \Phi_1$$

$$\frac{d\Delta \Phi(t)}{L_1 + L_2} dt = q \left(\int_0^L I(t) \right)$$

$$\int_0^L \frac{\Delta B n S_1}{L_1 + L_2} dt$$

$\int \Delta B dt$ - площадь под графиком



искомая S

(дополняем до прямоугольника и находим площадь)

$$S = L \cdot B_0 - L \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{3} B_0 \cdot 2 \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3} B_0 \cdot \frac{1}{3} = \frac{6}{9} L B_0 = \frac{2}{3} L B_0$$

$$\Rightarrow q = \frac{2}{5L} \tau B_0 n S_1$$

Ответ:

1) $\frac{\tau B_0 n S_1}{5L}$
2) $\frac{2}{15} \tau B_0 n S_1$



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

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
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!

N4

Дано:

$$L_1 = L \quad L_2 = 4L$$

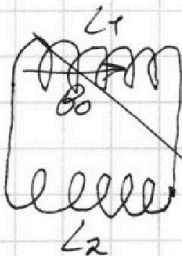
$$S_1, B_0, n$$

график $B(t)$

+

вращающаяся индукция и КЭО (кратковремен)

Решение:



$$1) \mathcal{E}_{ind} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{L dI}{dt} \text{ для катушки}$$

$$d\Phi = L dI$$

из n витков + графика + Φ по ступеням

$$- \text{Вектор } S_1 = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$\Phi = B_0 S_1 = (L_1 + L_2) I$$

$$\Delta I = \text{Вектор}$$

суммарный ток
отражается

$$\text{в начале } \Phi_{\text{кат}} = 0 \quad (\Phi_{\text{катушек}} = 0)$$

$$m.k. I = 0$$

$$\Phi_{\text{кат } L_1} = L_1 I, \quad \Phi_{\text{кат } L_2} = L_2 I$$

суммарный ток катушек = $(L_1 + L_2) I$

полярности ориентированы в разные стороны

из-за разноравнения $\mathcal{E}_{ind}$

$$\mathcal{E}_{ind1} = \mathcal{E}_{ind2} \quad L_1 \frac{dI}{dt} + \frac{dB}{dt} n S_1 = -L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$L_1 \frac{dI}{dt} + \text{Вектор}$$

продолжение



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!

$$\frac{1}{p} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \Rightarrow \text{изобр. истр. не требуется}$$



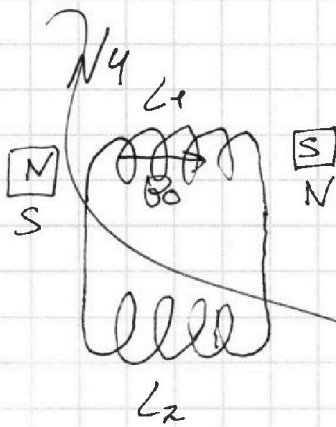
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



Решение:

$$1) \frac{d\Phi}{dt} = \mathcal{E}_{ind}$$

$$\frac{dB \cdot S_1 \cdot n}{dt} = \mathcal{E}_{ind}$$

$$(y_{max} = \cos \alpha t = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = \frac{2\pi}{T})$$

$$\Rightarrow \cos 0^\circ = 1$$

$$\Phi = S(\vec{B} \cdot \vec{n})$$

↑ нормаль

график $B(t)$

связанной индуктивностью

преобразован

в конце из графика + если считать произведением

$$\frac{dB}{dt} = \frac{1}{3} \frac{B_0}{T}$$

но можно = $\frac{1}{3} \frac{B_0}{T} = \frac{B_0}{2T}$

$$\mathcal{E}_{ind} = L \frac{dI}{dt} \Rightarrow \frac{dB S_1 n}{dt} = L \frac{dI}{dt}$$

$$L_1 \cdot \Delta I_1 = -S_1 \cdot n \cdot B_0 \Rightarrow \Delta I_1 = - \frac{n B_0 S_1}{L_1} = - \frac{n B_0 S_1}{L}$$

$$I_1 \cdot L = \Phi = B_0 n S_1$$

Дано:

$$L_1 = L$$

$$S_1 > n$$

$$\vec{B} \perp \vec{S}_1 \Rightarrow B_0$$

$$(\vec{B} \cdot \vec{n})$$

$$L_2 = 4L$$

R преобразован

Найти:

- 1) I_0 через L_1 в конце
- 2) ΔI через L_1 и L_2



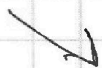
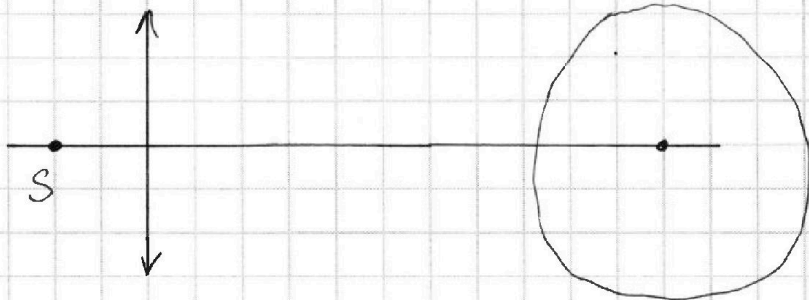
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

N5



A