



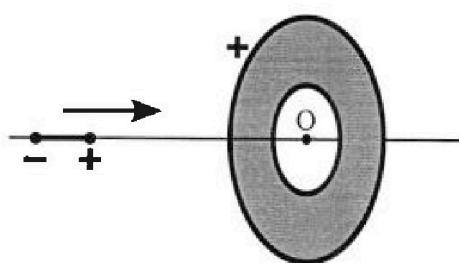
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

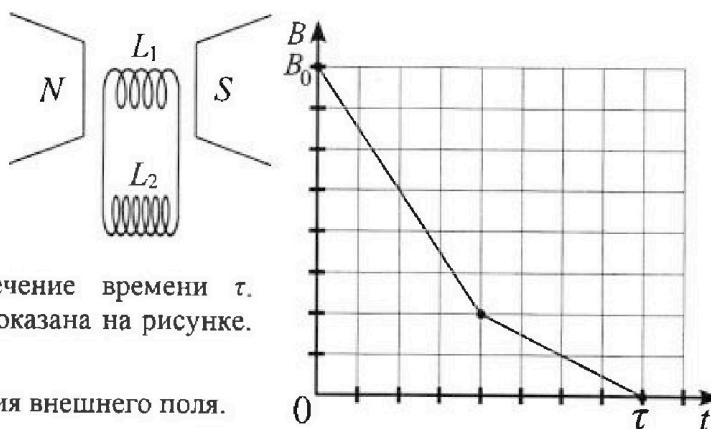
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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

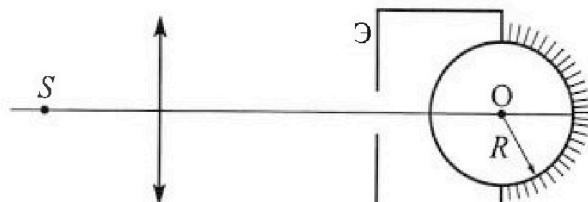
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 3L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек 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.

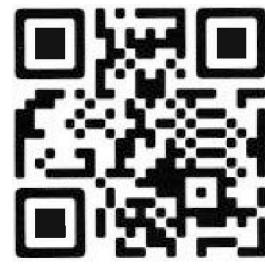
После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на $\Delta = 5,5F$, изображение источника снова совпало с самим источником.

2) Найти показатель преломления вещества шара.

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



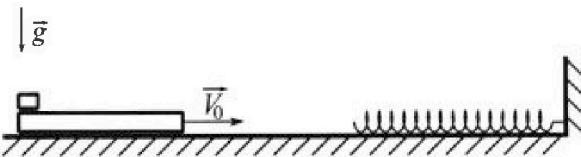
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025



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 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.

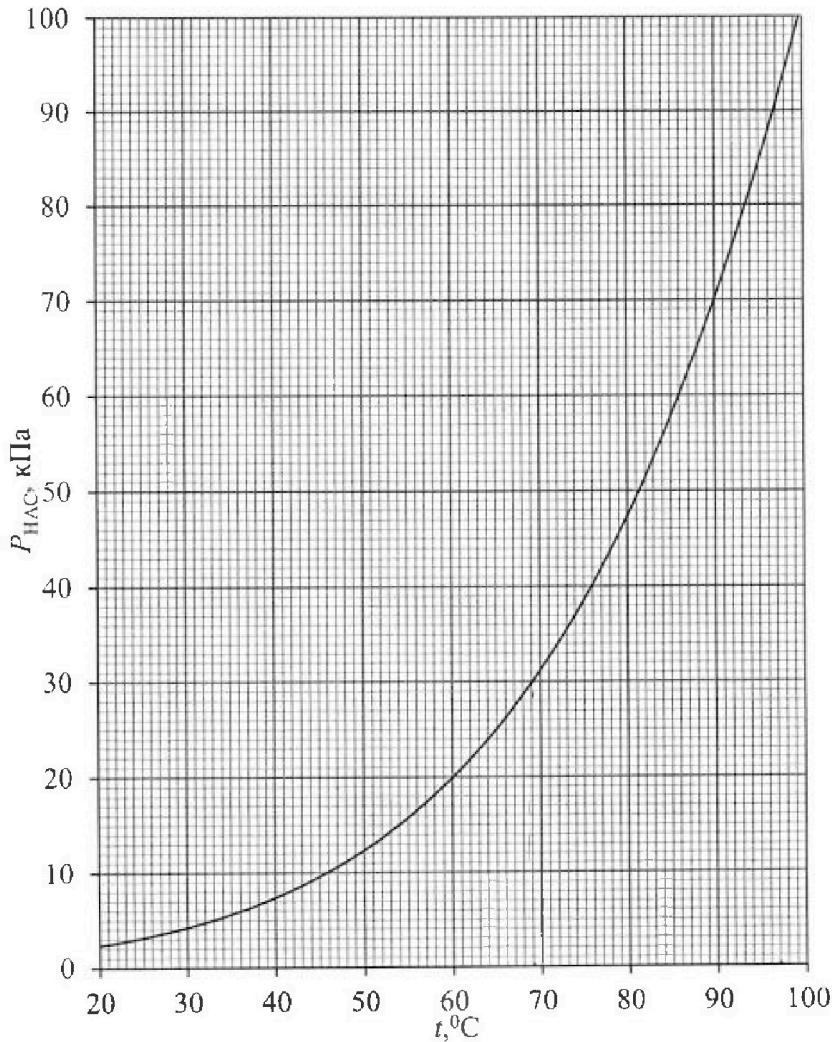


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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.



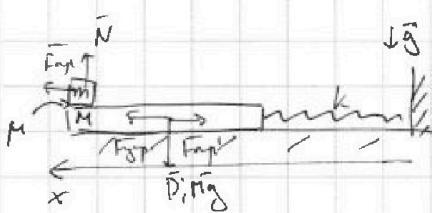
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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

СТРАНИЦА
1 из 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!



N² 1

Дано: $M=2\text{кг}$ $m=1\text{кг}$ $V_0=1\text{м/с}$ $k=36\text{Н/м}$ $\mu=0,3$

Найти: 1) Δx в момент отрыва груза

2) ζ от колебания с группой дamped waves

3) ускорение диска в момент макс. статич.

Решение

1) По 2-й закону Ньютона для диска и бруска вдоль оси x :

$$\begin{cases} Ma = F_{\text{нр}} - F_{\text{тр}} \\ ma_2 = F_{\text{нр}} \end{cases}$$

$$\text{По 3-й закону Ньютона } F_{\text{нр}}' = F_{\text{нр}}, \quad F_{\text{нр}} = k\Delta x$$

$a_1 = a_2$ т.к. пренебрегаем нет

$$\Rightarrow \frac{k\Delta x + F_{\text{нр}}}{M} = \frac{F_{\text{нр}}}{m} \Rightarrow k\Delta x = \frac{M+m}{m} F_{\text{нр}} \text{ в момент проскальзывания: } F_{\text{нр}} = \mu mg$$

$$\Rightarrow \Delta x = \frac{M+m}{k\mu g} \mu mg = \frac{3\text{кг} \cdot 0,3 \cdot 9,81}{36} = \frac{1}{4}\text{м}.$$

2) До проскальзывания

$$(M+m)a = F_{\text{нр}} \quad (\text{так как } O - \text{ точка соприкосновения диска и пружины} \Rightarrow)$$

$$(M+m)\ddot{x} = -kx \quad \text{- ур-е гармонических колебаний } C \text{ и } \omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}} = \sqrt{\frac{36}{3+1}} = 2\sqrt{3}$$

$$\Rightarrow x = A \cos(\omega t + \varphi_0) \quad x(0) = 0 \Rightarrow A = \frac{V_0}{\omega} \quad \text{в момент } T$$

$$v(t) = Aw \sin(\omega t + \varphi_0) \quad v(0) = V_0 \quad \varphi_0 = -\frac{\pi}{2} \quad -\frac{V_0}{\omega} \cos(\omega T + \frac{\pi}{2}) = \Delta x = -\frac{1}{4}$$

$$\Rightarrow \cos(\omega T + \frac{\pi}{2}) = \frac{-2\sqrt{3} \cdot \frac{1}{4}}{1 \cdot 2\sqrt{3}} = -\frac{1}{2} \Rightarrow \omega T + \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{6} \quad \text{- первый угол приданый от } -\frac{\pi}{2}$$

$$\Rightarrow \omega T = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{3} \quad T = \frac{\pi}{3\omega} \approx \frac{1}{2\sqrt{3}} \text{ с.}$$

$$3) В \text{ момент проскальзывания } V_1 \text{ бруска и груза равна: } Aw \cdot \sin(\omega T - \frac{\pi}{2}) = -V_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{16}} = -\frac{\sqrt{15}}{4}V_0$$

При этом для смигнувшего бруска $F_{\text{нр}} = \text{const} = \mu mg$, тогда же по 2-й закону Ньютона диски:

$$Ma = -kx - \mu mg \quad \text{- ур-е гармонических колебаний для } x' = x + \frac{\mu mg}{k}; \quad \omega' = \sqrt{\frac{k}{m}} = 3\sqrt{2}$$

$$\text{Начальное условие: } x'_0 = -\frac{1}{4} + \frac{0,3 \cdot 1 \cdot 10}{36} = -\frac{1}{3} \quad v_0(0) = v_1 = -\sqrt{\frac{15}{4}}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} A \cos(\omega t + \varphi_0) = -\frac{1}{3} \\ A \sin(\omega t + \varphi_0) = -\frac{\sqrt{15}}{4} \end{cases} \Rightarrow A = \sqrt{1 + \frac{15}{36}} = \sqrt{1 + \frac{15}{36}} = \frac{1}{3} \left(1 + \frac{15}{36} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{, следование начальное условие } x' = A, \text{ следовательно } x = x' - A = -A - \mu mg = -\frac{4\sqrt{15}}{12\sqrt{2}} - \frac{1}{12} = -\frac{4\sqrt{15} + \sqrt{2}}{12\sqrt{2}} \Rightarrow \text{ускорение } a = \frac{-kx - \mu mg}{M} = \frac{-35 \cdot \frac{\sqrt{15}}{12} - 1}{2} = \frac{35\sqrt{\frac{15}{12}} + 34}{24} \text{ м/с}^2$$

$$\text{Ответ: 1)} \frac{1}{4}\text{м; 2)} \frac{1}{2\sqrt{3}}\text{с; 3)} \frac{35\sqrt{\frac{15}{12}} + 34}{24} \text{ м/с}^2$$

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.



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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

Задача № 2



Дано: $P_0 = 105 \text{ Па}$ $t_0 = 97^\circ\text{C} \rightarrow t = 33^\circ\text{C}$ $\varrho_0 = \frac{1}{3}$

Найти: 1) парциальное давление пара P_1

2) t^* конденсации пара

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

Решение

$$1) \text{ Рассмотрим } \varrho_0 = \frac{P_1}{P_0 + P_1} \Rightarrow P_1 = \frac{1}{3} \cdot 105 \text{ Па} = 35 \text{ Па}$$

$P_{\text{рас}}(97^\circ) = 30 \text{ Па}$ по графику

2) Конденсация пара наступает, когда $P_1 = P_{\text{рас}}(t^*)$

По графику $P_{\text{рас}}(69^\circ) = P_1 \Rightarrow t^* = 69^\circ\text{C}$

3) До начала конденсации ^{чрез} воздух в садке остался влажным, т.к. паренеть массой $\tilde{\eta}$, а $P_1 = \text{const}$.

$$\Rightarrow \frac{V_0}{V_1} = \frac{T_0}{T_1} \quad (1) \quad T_1 = 69^\circ\text{C} - начало конденсации$$

После начала конденсации ~~пара~~ давление водяных паров равно насыщенному при данной температуре $P_{\text{рас}}(T)$. Но при этом по ур-ю Менделеева-Капилейона для сухого воздуха для начала и окончания конденсации

$$\begin{cases} P_1 V_1 = V R T_1 \\ P_2 V = V R T_0 \end{cases} \quad P_1 (P_0 - P_{\text{рас}}(T_1)) = 75 \text{ Па} \text{ на}$$

$$P_2 = (P_0 - P_{\text{рас}}(T_0)) = 100 \text{ Па}$$

²²³ $P_{\text{рас}}(33^\circ) = 5 \text{ Па}$ по графику

$$\Rightarrow \frac{V}{V_1} = \frac{T_0 \cdot P_1}{T_1 \cdot P_2} \quad (2)$$

$$\text{Из (1) и (2) получаем } \frac{V}{V_0} = \frac{V_1}{V_0} \cdot \frac{V_1}{V_0} = \frac{T_0 \cdot P_1}{T_1 \cdot P_2} \cdot \frac{T_1}{T_0} = \frac{(273+33) \cdot 75 \text{ Па}}{(273+52) \cdot 100 \text{ Па}} = \frac{306}{370} \cdot \frac{3}{4} = \frac{459}{740}$$

Ответ: 1) 35 Па; 2) 69°C 3) $\frac{459}{740}$

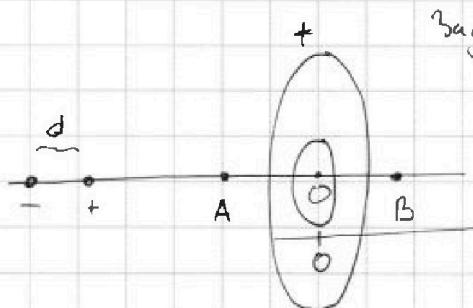
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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



Задача № 3

Минимальная начальная скорость для полёта V_0
Предельная скорость $\frac{3}{2}V_0$

- 1) V_B в центре
- 2) $\frac{v_{\max}}{v_{\min}}$

Решение

Пусть вдоль оси симметрии потенциал, создаваемый диполем, равен $\varphi(x)$

Из соображений симметрии $\varphi(x) = \varphi(-x)$ (с 0-м в т-ке 0). $\varphi(\infty) = 0$

Рассмотрим энергию диполя при прохождении. Она складывается из кинетической, потенциальной, взаимодействия с диполем, потенциальной энергии взаимодействия зарядов диполей

Пусть длина диполя - d ; масса кипароса из потоков зарядов - m , заряд равен q ; x -координата заряда

$$W = 2m \cdot \frac{V^2}{2} + q \cdot \varphi(x) - q \cdot (\varphi(x-d)) + E_{\text{пот.}} = \text{const.}$$

Взаимодействие зарядов диполей

$$W(x) = E_{\text{пот.}} + mV^2(x) + q(\varphi(x) - \varphi(x-d)) = W(\infty) = E_{\text{пот.}} + mV_{\max}^2 \quad (1)$$

Начальная скорость диполя

Пусть максимальное значение $(\varphi(x) - \varphi(x-d)) = \varphi_{\max}$, тогда м.к. кинетическая энергия не может быть отрицательной

$$q\varphi_{\max} \leq mV_{\max}^2 \rightarrow \text{усл.-(1)} \rightarrow q\varphi_{\max} = mV_{\max}^2 \text{ из условия}$$

$$1) \text{ При } x = \frac{d}{2} \quad W(x) = E_{\text{пот.}} + mV^2 + q(\underbrace{\varphi\left(\frac{d}{2}\right) - \varphi\left(-\frac{d}{2}\right)}_{0 \text{ из усл.-(1)}}) = E_{\text{пот.}} + mV^2 = E_{\text{пот.}} + mV_{\max}^2 \quad \text{из усл.-(2)}$$

$$\Rightarrow V = V_{\max} = \frac{3}{2}V_0$$

$$2) \text{ Изобразим, что усл.-(2) } mV^2 = mV_{\max}^2 - q(\varphi(x) - \varphi(x-d)) \Rightarrow \text{ макс. скорость достигается при } \varphi_{\min}, \text{ минимальная скорость - при } \varphi_{\max}$$

* Заметим, что $\varphi_{\min} = -\varphi_{\max}$, следовательно, искать $= q(\varphi(x) - \varphi(x-d)) = q(\varphi_x - \varphi_{x-d})$

Весь диполь тесн с потенциалом потенциала φ_x , если зеркально отразим потенциал $-\varphi_x$

$$-\varphi_x = -(\varphi(x) - (\varphi(x-d))) = \varphi(x-d) - \varphi(x) = \varphi(-x+d) - \varphi(-x) = \varphi(t) - \varphi(t-d),$$

$$\Rightarrow mV_{\max}^2 = m \cdot \frac{9}{4}V_0^2 - (-mV_0^2) = \frac{13}{4}V_0^2 \quad mV_{\min}^2 = m \cdot \frac{9}{4}V_0^2 - mV_0^2 = \frac{5}{2}V_0^2 \quad V_{\min} = \sqrt{\frac{5}{2}}V_0 \quad \text{т.е. } t = -x-d \text{ - зеркалька}$$

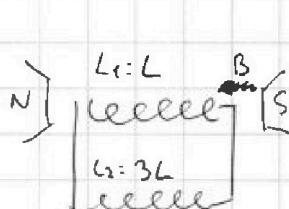
Ответ: 1) $\frac{3}{2}V_0$ 2) $\sqrt{\frac{13}{4}}$

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 1

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



Задача № 4

Дано: $L; 3L; B_0; t$

Найти: 1) I через L, B и t

2) q через L

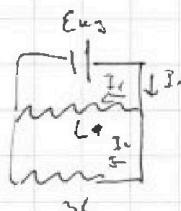
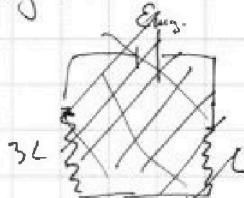
Решение

По закону индукции $E = -\frac{d\Phi}{dt}$ для контура катушки
здесь индукция B меняется со временем t . В данном случае $E = \frac{dB}{dt} \cdot n \cdot S_1$

По law Faraday $\frac{dB}{dt}$ - ток изменения намагнетства к пропорционально $\frac{dB}{dt} = \begin{cases} -\frac{3B_0}{2\pi}, & t < \frac{\pi}{2} \\ -\frac{B_0}{2\pi}, & t > \frac{\pi}{2} \end{cases}$

Это же индукционное действие на контуре S_1 будет вызывать индукцию тока I_1 в контуре S_1 .

Задача аналогична схеме



По правилам Kirchhoffa

$$\begin{cases} E = I_1 \cdot L \\ E = I_1 \cdot L \end{cases}$$

$$1) E = I_1 \cdot L \Rightarrow I_1 = \frac{E}{L} \quad I_1(t) = \int_0^t \frac{E}{L} dt \cdot I_0 = I_1(\tau) = \int_0^{\tau} \frac{3B_0 n S_1}{2\pi L} dt + \int_{\tau}^t \frac{1B_0 n S_1}{2\pi L} dt = \\ = \frac{3}{4} \frac{B_0 n S_1}{L} + \frac{1}{4} \frac{B_0 n S_1}{L} = \frac{B_0 n S_1}{L}$$

$$2) \text{ по определению } \dot{q} = I \Rightarrow \text{ через контур прошел заряд } q_1 = \int_0^t I dt =$$

$$= \int_0^{\frac{\pi}{2}} I dt + \int_{\frac{\pi}{2}}^t I dt \quad \begin{aligned} \text{если } t \leq \frac{\pi}{2} \quad I(t) = \int_0^t \frac{3B_0 n S_1}{2\pi L} dt = \frac{3B_0 n S_1}{2\pi L} \frac{t}{2} \\ \text{если } t > \frac{\pi}{2} \quad I(t) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{3B_0 n S_1}{2\pi L} dt + \int_{\frac{\pi}{2}}^t \frac{1B_0 n S_1}{2\pi L} dt = \frac{3B_0 n S_1}{4\pi L} + \frac{1B_0 n S_1}{2\pi L} \left(t - \frac{\pi}{2} \right) \end{aligned} \\ \Rightarrow q_1 = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{3B_0 n S_1}{2\pi L} t dt + \int_{\frac{\pi}{2}}^t \frac{1B_0 n S_1}{2\pi L} \left(t - \frac{\pi}{2} \right) dt = \frac{3B_0 n S_1}{2\pi L} \left(\frac{t^2}{2} \right) \Big|_0^{\frac{\pi}{2}} + \frac{1B_0 n S_1}{2\pi L} \left(\frac{t^2}{2} - \frac{\pi^2}{4} \right) \Big|_{\frac{\pi}{2}}^t = \\ = \frac{3B_0 n S_1 \cdot \pi^2}{16L} + \frac{1B_0 n S_1 \cdot \pi^2}{16L} = \frac{B_0 n S_1 \cdot \pi^2}{4L}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{B_0 n S_1}{L} \quad 2) \frac{B_0 n S_1 \cdot \pi^2}{4L}$$

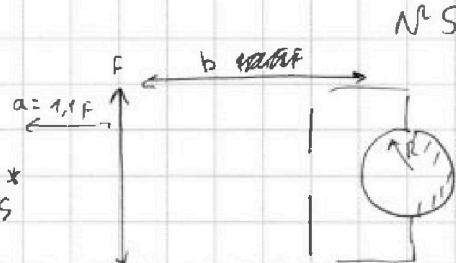
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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

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!



$$a = 1,1F$$

Дано: при $b = 10,5F$ S отображается B S An
при $b = 10,5 + 5,5$ S отображается B S

Найти:
1) R
2) n

Решение

Ф-ий шар: $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{F} \Rightarrow$ для отображения S' после проекции в шар:

$$\frac{1}{1,1F} + \frac{1}{B_1} + \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{B_1} = \frac{1}{F} \left(1 - \frac{1}{1,1}\right) = \frac{1}{11F} \Rightarrow B_1 = 11F$$

1) Если S отображается B S An, то это верно для $n=1$, тогда проекция на первичной гасим шара не будет и система будет состоять из шара и зеркала.

$S \rightarrow S'$, следовательно $S' \rightarrow S'$ (S -проецирует S' как обратного проектирует луча света из шара)

$S' \rightarrow S'$ тогда и только тогда, когда расстояние от S' до зеркала равно и симметричное B симметрии зеркала:

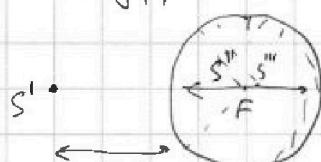
$$\frac{1}{a} + \frac{1}{a} = \frac{2}{R} \Rightarrow a = R, \text{ следовательно расстояние от шара до зеркала равно:}$$

\downarrow

$$\begin{cases} d = 10,5F + 2R \\ d = 11F + R \end{cases} \Rightarrow R = \frac{F}{2}$$

2) Задача последовательного отображения $S' \xrightarrow{\text{1}} S'' \xrightarrow{\text{2}} S''' \xrightarrow{\text{3}} S'$, т.к. S' теперь является вторым шаром \Rightarrow если зеркало из шара отображается B S' чтобы потом отобразить B S

Преобразование на полуцентре: $\frac{1}{a} + \frac{n}{b} = \frac{n-1}{R} \xrightarrow{\text{1}} \frac{1}{B_1} + \frac{n}{F} = \frac{n-1}{R}$ $\xrightarrow{\text{2}} \frac{1}{B_2} + \frac{n}{F} = \frac{2}{R} - \frac{1}{B_1}$



$$\textcircled{1} \quad a_1 = 5F \quad \& \quad R = \frac{F}{2} \Rightarrow \frac{n}{B_1} = \frac{(n-1)2}{F} - \frac{1}{SF} = \frac{1}{SF} \left(\frac{10n-6}{5} \right) \quad B_1 = F \frac{5n}{10n-6}$$

$$\textcircled{2} \quad a_2 = F - B_1 = F \frac{5n-6}{10n-6} \quad \frac{1}{B_2} = \frac{4}{F} - \frac{10n-6}{5n-6} = \frac{1}{F} \left(\frac{10n-16}{5n-6} \right) \Rightarrow B_2 = \frac{5n-6}{10n-16} F$$

$$\textcircled{3} \quad a_3 = mF - B_2 = \frac{5n-12}{10n-16} F \quad \frac{1}{B_3} + \frac{n(10n-16)}{5n-12F} = \frac{(n-1)2}{F} \Rightarrow \frac{10n-16}{5F} = \frac{5n-12}{10n-16} F \quad \frac{5n}{10n-6} = \frac{5n-12}{10n-16}$$

$$50n^2 - 30n = 50n^2 - 150n + 72$$

$$\Rightarrow 60n = 72$$

$$n = \frac{12}{10} = 1,2$$

Одн.: $\frac{1}{2} F$
2) 1,2



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
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!



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
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!

Levoguru

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \quad B = \frac{1}{1,1} + \frac{1}{B} = 1 \quad \frac{1}{B} = \frac{0,1}{1,1} = \frac{1}{11} \quad B = 11 F \quad \text{Nominalraten - Anzahl}$$

$$\text{Euler-Kutta-Map: } \frac{1}{a} + \frac{n}{b} = \frac{n-1}{F} \quad \frac{2}{F}(n-k+1) = \frac{2n}{F} \quad b = \frac{2}{F}$$

$$a = -\frac{F}{2} \quad \frac{n}{B} = \frac{n-1}{F} + \frac{2}{F} \quad B = \frac{n}{n-1+2R/F} \quad B = \frac{nFR}{F(n-1)+2R}$$

$$\text{Ump - zyklus: } \alpha = 2R - G = \frac{2R(F(n-1) + 4R^2 - nFR)}{F(n-1) + 2R} = \frac{4R^2 + nFR - 2FR(n-1)}{F(n-1) + 2R}$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{R}$$

$$\frac{1}{SF} + \frac{n}{B} = \frac{2(n-1)}{F} \quad \frac{n}{B} = \frac{1}{F} \left(\frac{2}{5} + \frac{2n-1}{5} \right) = \frac{1}{F} \left(\frac{10n-6}{5} \right)$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{B}{F} \quad \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \left(4 - \frac{10n-6}{10n-6} \right) = \frac{1}{F} \left(\frac{10n-10}{10n-6} \right) \quad B = \frac{5n-6}{10n-6} \cdot \frac{1}{F}$$

$$a = 2R - b = \left(1 - \frac{sn-6}{10n-18}\right) = \frac{sn-7a}{10n-18} F \quad \frac{n(10n-18)}{5n-12} + \frac{1}{5} = (1-n)2$$

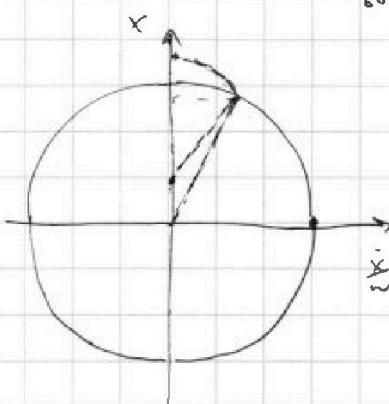
$$\frac{50n^2 - 90n}{5n-12} + 1 + 10n - 10 = 0 \quad 50n^2 - 90n + 50n^2 - 120n - 45n + 108 = 0$$

$$10800 - 255n + 108 = 0 \quad n = \frac{27}{25}$$

$$\left[\begin{array}{l} n = \frac{80}{200} = 0,8 \\ \frac{225}{200} = 1,125 \end{array} \right] \quad \textcircled{4} = \frac{80}{20}$$

$$60n = \frac{\pi^2}{2} \quad n = \frac{\pi^2}{120} = \frac{1,2}{10} \quad X = A \cos(\omega t + \varphi_0) \quad \varphi_0 = -\frac{\pi}{2} \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}} = 2\sqrt{3}$$

$\frac{A}{a} = \frac{\eta_0}{\omega}$ go measurem: $X = \frac{1}{4}$, gubre co svergutim



$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0) \quad \varphi_0 = -\frac{\pi}{2} \quad w = \sqrt{\frac{k}{M+m}} = 2\sqrt{3}$$

$$\frac{A}{a} = \frac{w_0}{w} \quad \text{go resonance: } x = \frac{1}{4}, \text{ gabue c}$$

$$A = \frac{1}{2\sqrt{3}} \quad \text{gegen: } x_0 = \frac{w_0}{k} = \frac{3}{36} = \frac{1}{12}$$

zurücksetzen

$$Ma = -kx - F_{\text{ext}}$$

$$\frac{mV^2}{2} + \frac{kx^2}{2}$$

95 - a t

$$w = \sqrt{\frac{k}{m}}$$



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.

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!

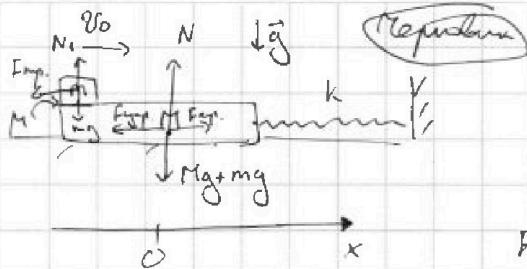


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$1) \Delta x \text{ относительно земли}$$

$$Ma = F_{app} - F_{fr} \quad F_{fr} \leq \mu mg \quad kx = 3 \cdot 0,3 \cdot 1 \text{ g}$$

$$ma = F_{app} \quad F_{app} - F_{fr} = \frac{F_{app}}{m} \quad kx - \frac{\mu mg}{m} = \mu mg \quad A = \frac{1}{3}$$

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

$$2) -Ma = kx - F_{app}$$

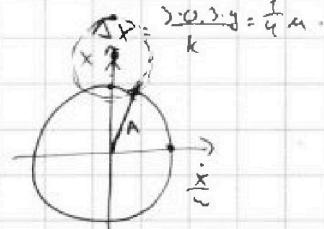
$$-ma = F_{app}$$

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

$$\text{-коэффициент: } C = \sqrt{\frac{k}{M+m}} \quad \omega = \sqrt{\frac{3G}{3}} = 2\sqrt{3}$$

$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0) \quad x_0 = 0 \Rightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{2}$$

$$v_0 =$$



$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$A \omega \sin(\varphi_0) = v_0$$

$$A = \frac{v_0}{\omega} = \frac{v_0 \sqrt{M+m}}{\sqrt{3}}$$

$$\cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) = \frac{mg}{w v_0} = \frac{3}{2\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

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

$$T = \frac{2\pi}{8\omega} = \frac{1}{3}\sqrt{3} \text{ c.}$$

$$(M+m) \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) = k \frac{(M+m) \mu g}{k}$$

$$O \quad M+m \quad \text{const.} \quad V^2 = A \omega^2 \quad F = \mu mg$$

$$-Ma_2 = \text{const.}$$

$$-Ma_2 = kx - \text{const.}$$

$$P_0 = 105 \text{ kPa}; \quad t = 37^\circ \text{C} \quad \omega_0 = \frac{1}{3}$$

$$PV =$$

$$P_{\text{над}}(37) = \underline{105 \text{ kPa}}$$

$$\frac{P_{\text{над}}}{P_{\text{над}}} = \underline{\frac{1}{3}}$$

$$P_{\text{вых. баллон}} = 15 \text{ kPa}$$

$$1) P_{\text{над}} = 30 \text{ kPa}$$



$$2) PV = \sqrt{RT} \quad P = (P_{\text{над}} + P_{\text{над}}) \quad \text{До конца изолировано}$$

$$P_{\text{над}} = \text{const.} \Rightarrow P_{\text{вых.}} = \text{const.}$$

$$\text{При постоянной } P_0 = P_{\text{над}} + P_{\text{над}} = \text{const.}$$

$$P_{\text{над}} V = \sqrt{RT}$$

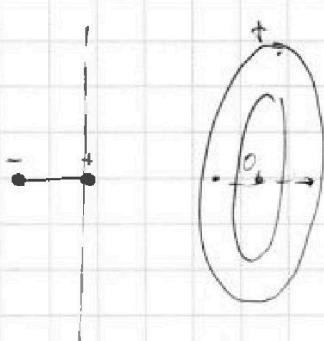
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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

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!



Гармоник
 $\varphi_{\max} = 2m \frac{V_0^2}{2}$ $\varphi = 0$

1) V_0

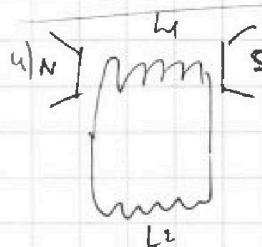
$$2) 2m \cdot \frac{\frac{3}{4} V_0^2}{2} = \varphi_{\max} + 2m \frac{V^2}{2}$$

$$\frac{3}{4} V_0^2 = m V_0^2 + V_{\min}^2 \quad V^2 = \frac{5}{4} V_0^2 = \frac{\sqrt{5}}{2} V_0 - \text{мин скорость}$$

$$\varphi_{\min} \Leftrightarrow ? = -m V_0^2$$

$$\frac{3}{4} V_0^2 = -m V_0^2 + V_{\max}^2 \quad V_{\max}^2 = \frac{13}{4} V_0^2 \quad V_{\max} = \frac{\sqrt{13}}{2} V_0$$

$$\Delta \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \frac{\sqrt{13}}{3\sqrt{5}} = \sqrt{\frac{13}{15}}$$



$$\text{если } L = BS = \left[\frac{\frac{3}{4} B_0}{\frac{\pi}{2}} = \frac{3}{2} \frac{B_0}{\pi} \right]$$



$$\begin{aligned} E &= I_1 L \quad 4E = 3I_1 L \\ L \cdot 3I_1 &= \dot{I}_1 \\ \dot{I}_1 &= 3 \\ \frac{\dot{I}_1}{I_2} &= \frac{E}{L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{I}_1 &= \frac{E}{L} \quad I_1 = \int \frac{E}{L} dt \\ &= \int_0^T \frac{3B_0}{2\pi L} dt + \int_0^T \frac{1B_0}{\pi L} dt = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \\ &= \frac{3B_0}{4\pi L} + \frac{1B_0}{\pi L} = \frac{B_0}{L} \end{aligned}$$

$$\dot{I}_1 = 3\dot{I}_2$$

$$\begin{aligned} I_1 &= 3I_2 + C \\ I_1 &= 3I_2 \end{aligned}$$

$$\left(\frac{\pi^2}{2} - \frac{\pi^2}{2} \right) - \left(\frac{\pi^2}{8} - \frac{\pi^2}{4} \right)$$

$$I_0 = 0 \quad \dot{I}_1 = \frac{3B_0}{2\pi L} \quad I = \frac{3B_0}{2L} \cdot \frac{t}{\pi} \quad q = \frac{3B_0}{4L} \frac{t^2}{\pi} \quad q = q_1 + q_2 \quad q_1 = \frac{3B_0 t^2}{16L} \quad \frac{1B_0 t}{4L}$$

$$q_2 = \frac{1B_0 t}{4L}$$

