



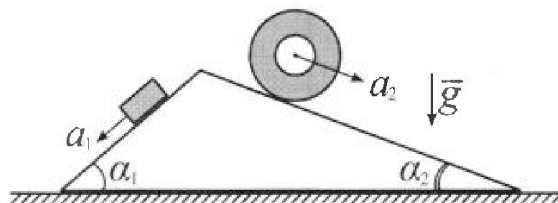
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

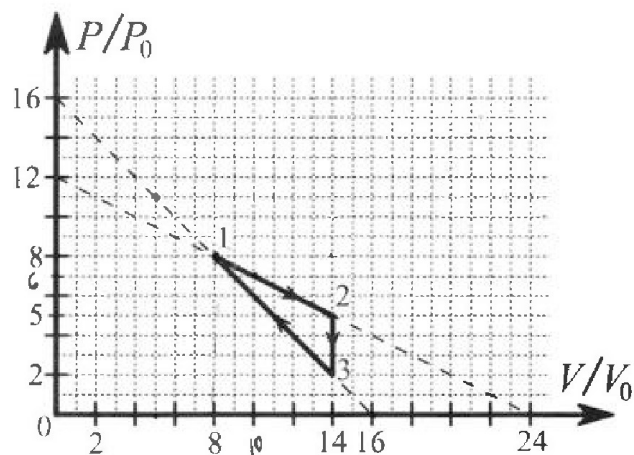


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразить через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.

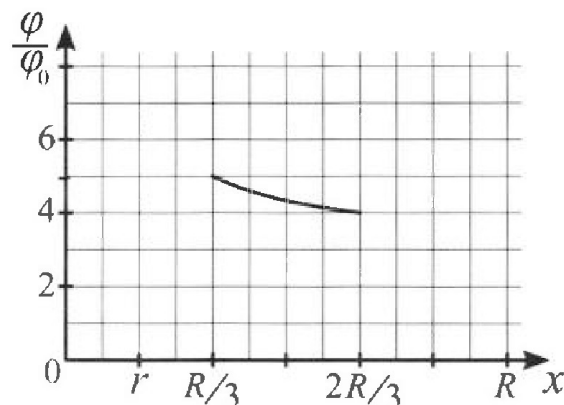
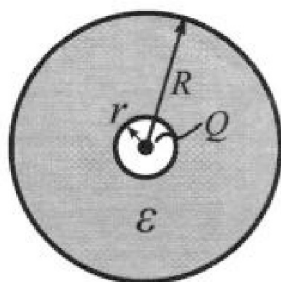
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл. $\frac{1}{4}$
2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3. $\frac{16}{7}$
3) Найдите КПД цикла. $\frac{9}{51}$



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

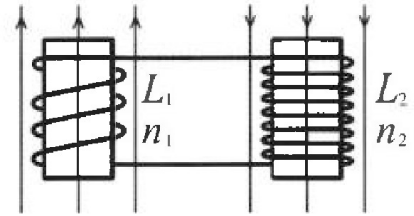
- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 5R/6$.
2) Используя график, найти численное значение ϵ . $5,5$



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

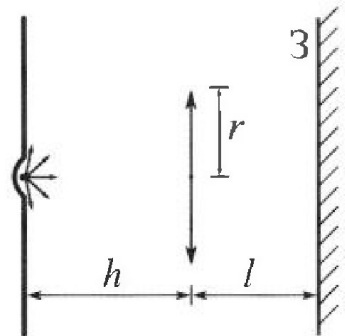


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.

1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?

2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $3B_0$ до $9B_0/4$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 5$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



1) Найдите площадь неосвещенной части зеркала.

2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

Ответы дайте в $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

Handwritten calculations and diagrams for problem 4:

1) $\frac{0,5 \cdot 6}{(\frac{2}{3} - 0,5) \cdot 6} = \frac{3}{4 - 3}$

2) $3 - \frac{2}{3} = \frac{9 - 2}{3} = \frac{7}{3}$

3) $3 - \frac{9}{4} = \frac{12 - 9}{4} = \frac{3}{4}$

4) $2 \frac{1}{4}$

5) $\mathcal{E} = nS \frac{dB}{dt} = L \frac{dI}{dt}$

6) $\frac{17}{51}$

7) $\frac{25}{24}$

8) $\frac{100}{50}$

9) $\frac{400}{50}$

10) $\frac{1}{3}$

11) $\frac{1}{3}$

12) $\frac{1}{3}$

13) $\frac{1}{3}$

14) $\frac{1}{3}$

15) $\frac{1}{3}$

16) $\frac{1}{3}$

17) $\frac{1}{3}$

18) $\frac{1}{3}$

19) $\frac{1}{3}$

20) $\frac{1}{3}$



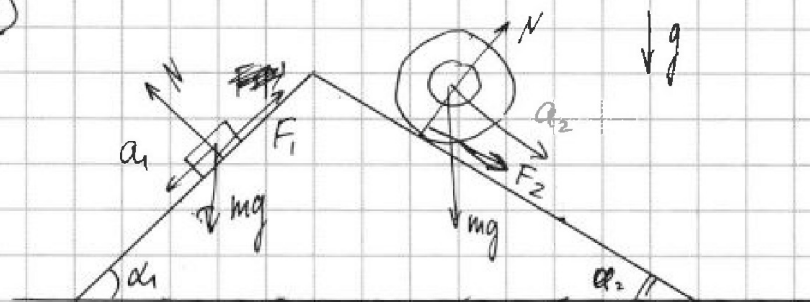
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

№1

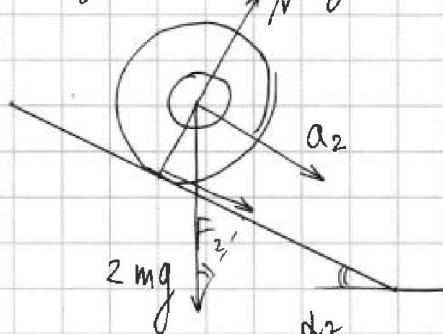


$$Q = N - mg \cos \alpha_1$$

$$1) \quad m a_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$$

$$\text{Ответ: } \frac{9}{65} mg$$

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - m a_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - mg \frac{6}{13} = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) = mg \left(\frac{39-30}{65} \right) = mg \frac{9}{65}$$

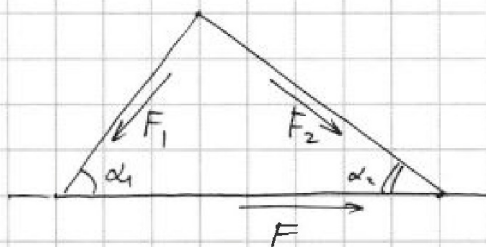


$$\frac{2m\omega^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} = \frac{2m\omega^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} = \frac{2m\omega^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}$$

$$F_2 = 2m a_2 - 2mg \sin \alpha_2 = \frac{7}{26} mg$$

$$F_2 = 2m a_2 = 2mg \sin \alpha_2 = 2mg \left(\frac{5}{13} - \frac{1}{4} \right) = 2mg \cdot \frac{7}{52} = mg \frac{7}{13} = \frac{7}{26} mg$$

$$\text{Ответ: } \frac{7}{26} mg$$



$$F = F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 = \frac{7}{26} mg \cdot \frac{12}{13} - \frac{9}{65} \cdot \frac{4}{3} mg = mg \left(\frac{7 \cdot 12}{26 \cdot 13} - \frac{9 \cdot 4}{65 \cdot 3} \right) = mg$$

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!



$$p_{21} = -p_0 \frac{V}{2V_0} + 12p_0$$

$$(-p_0 \frac{V}{2V_0} + 12p_0) + V(-\frac{p_0}{2V_0}) = \nu R \frac{dT}{dV}$$

$$12p_0 - p_0 \frac{V}{2V_0} = \nu R \frac{dT}{dV}$$

$$p_0(12 - \frac{V}{V_0}) = \nu R \frac{dT}{dV}$$

$$\frac{dT}{dV} = \frac{p_0(12V_0 - V)}{\nu R V_0}$$

$$Q_{42} = \int_{10V_0}^{14V_0} (16p_0 - p_0 \frac{V}{V_0}) dV + \frac{3}{2} \nu R (T_4 - T_1) =$$

$$= 16p_0 \int_{10V_0}^{14V_0} dV - \frac{p_0}{V_0} \int_{10V_0}^{14V_0} V dV + \frac{3}{2} \nu R T_0 (60 - 70)$$

$$Q_{42} = \int_{10V_0}^{14V_0} (16p_0 - p_0 \frac{V}{V_0}) dV + \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_4) = 16p_0 \int_{10V_0}^{14V_0} dV - \frac{p_0}{V_0} \int_{10V_0}^{14V_0} V dV +$$

$$+ \frac{3}{2} \nu R T_0 (70 - 80) = 16p_0(14V_0 - 10V_0) - \frac{p_0}{V_0} \left(\frac{(14V_0)^2}{2} - \frac{(10V_0)^2}{2} \right) + 15p_0V_0 =$$

$$= 64p_0V_0 - 48p_0V_0 + 15p_0V_0 = 31p_0V_0$$

$$Q_{31} = \int_{14V_0}^{8V_0} (12p_0 - p_0 \frac{V}{2V_0}) dV + \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = 12p_0 \int_{14V_0}^{8V_0} dV - \frac{p_0}{2V_0} \int_{14V_0}^{8V_0} V dV +$$

$$+ \frac{3}{2} \nu R T_0 (64 - 28) = 12p_0(8V_0 - 14V_0) - \frac{p_0}{2V_0} \left(\frac{(8V_0)^2}{2} - \frac{(14V_0)^2}{2} \right) + 18p_0V_0 =$$

$$= -72p_0V_0 + 33p_0V_0 + 18p_0V_0 = -21p_0V_0 < 0$$

$$Q_4 = Q_{42}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_H} = \frac{9p_0V_0}{31p_0V_0} = \frac{9}{31}$$

$$\text{Ответ: } \frac{9}{31}$$



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!

4.2

$$1) T_0 = \frac{p_0 V_0}{\nu R}$$

$$p_0 V_0 = \nu R T_0 \Rightarrow T = T_0 \frac{p}{p_0} \frac{V}{V_0}$$

$$A = \frac{1}{2} (5p_0 - 2p_0) (14V_0 - 8V_0) = \frac{1}{2} \cdot 3p_0 \cdot 6V_0 = 9p_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A} = \frac{9p_0 V_0}{9p_0 V_0} = 1$$

Ответ: 1

2) $T_{\max 12} = T_1$ (м.р. 1-точка касания прямой $p = -\frac{V}{V_0} + 16$ и изотермой)

$$T_2 = 2 \cdot 14 T_0 = 28 T_0$$

$$T_1 = 64 T_0$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{64}{28} = \frac{16}{7}$$

Ответ: $\frac{16}{7}$

3) Найдём точки, в которых касание 1-2 и 3-1 касаются адиабат и определим знаки dQ на каждом участке.

$$p_{12} = 16p_0 - p_0 \frac{V}{V_0}$$

$$c \equiv \frac{dQ}{dT} = p \frac{dV}{dT} + \frac{3}{2} \nu R \frac{dT}{dT} = \frac{3}{2} \nu R + p \frac{dV}{dT} = 0$$

$$d(pV) = \nu R dT$$

$$p dV + V dp = \nu R dT$$

$$p + V \frac{dp}{dV} = \nu R \frac{dT}{dV}$$

$$16p_0 + V \left(-\frac{p_0}{V_0} \right) - p_0 \frac{V}{V_0} = \nu R \frac{dT}{dV}$$

$$16p_0 - 2p_0 \frac{V}{V_0} = \nu R \frac{dT}{dV}$$

$$\frac{2p_0}{\nu R V_0} (8V_0 - V) = \frac{dT}{dV}$$

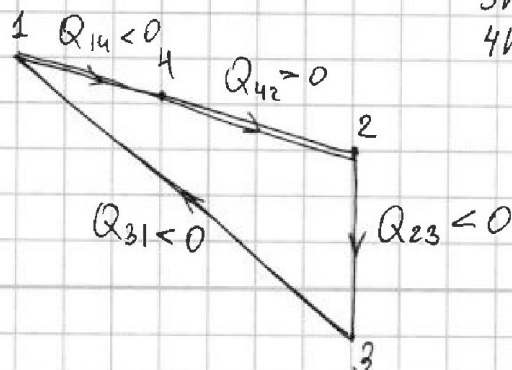
$$\frac{3}{2} \nu R = - \frac{\nu R V_0}{2p_0 (8V_0 - V)} (16p_0 - p_0 \frac{V}{V_0})$$

$$3 = - \frac{16V_0 - V}{8V_0 - V} = \frac{16V_0 - V}{V - 8V_0}$$

$$3V - 24V_0 = 16V_0 - V$$

$$4V = (16 + 24)V_0 = 4(4 + 6)V_0 = 4 \cdot 10V_0$$

$$V_4 = 10V_0$$



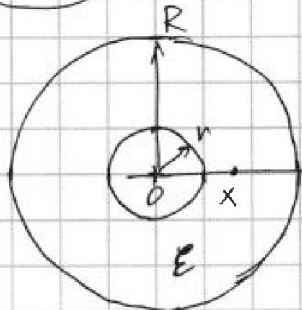


1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

4.3



$$\begin{aligned} & \varphi(x) = A_{x \rightarrow R} + A_{R \rightarrow \infty} = \int_x^R \frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{1}{x^2} dx + \int_R^\infty \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{x^2} dx = \\ & = \frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \left(-\frac{1}{x} \right) \Big|_x^R + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(-\frac{1}{x} \right) \Big|_R^\infty = \\ & = \frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \left(-\frac{1}{R} + \frac{1}{x} \right) + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(0 + \frac{1}{R} \right) = \\ & = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{\epsilon x} - \frac{1}{\epsilon R} + \frac{1}{R} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varphi\left(\frac{5R}{6}\right) &= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{6}{\epsilon 5R} - \frac{1}{\epsilon R} + \frac{1}{R} \right) = \frac{Q}{4\pi R \epsilon \epsilon_0} \left(\frac{6}{5} - 1 + \epsilon \right) = \\ &= \frac{Q}{4\pi R \epsilon \epsilon_0} \left(\epsilon + \frac{1}{5} \right) = \frac{Q(5\epsilon + 1)}{20\pi R \epsilon_0 \epsilon} \end{aligned}$$

$$\varphi(x) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{R} + \frac{\epsilon}{R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R} \left(\frac{R}{x} - 1 + \epsilon \right)$$

Ответ: $\frac{Q(5\epsilon + 1)}{20\pi R \epsilon_0 \epsilon}$

$$d) \frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)} = \frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)/\epsilon_0}{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)/\epsilon_0} = \frac{\left(\frac{R}{R/3} - 1 + \epsilon \right)}{\left(\frac{R}{2R/3} - 1 + \epsilon \right)} = \frac{5}{4} \text{ (из графика)}$$

$$\frac{3 - 1 + \epsilon}{3/2 - 1 + \epsilon} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{2 + \epsilon}{0,5 + \epsilon} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{4 + 2\epsilon}{1 + 2\epsilon} = \frac{5}{4}$$

$$5 + 10\epsilon = 16 + 8\epsilon$$

$$2\epsilon = 11$$

$$\epsilon = 5,5$$

Ответ: 5,5



1
☐

2
☐

3
☐

4
☒

5
☐

6
☐

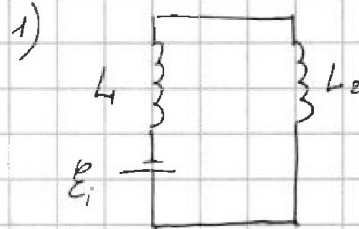
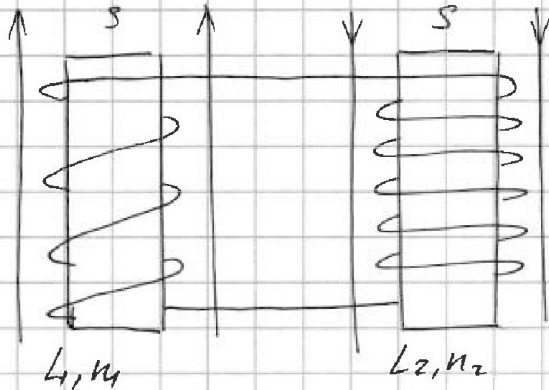
7
☐

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!

N=4

$$L_1 = L, L_2 = 16L, n_1 = n, n_2 = 4n$$



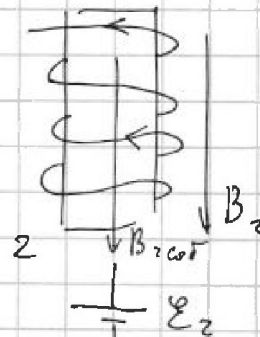
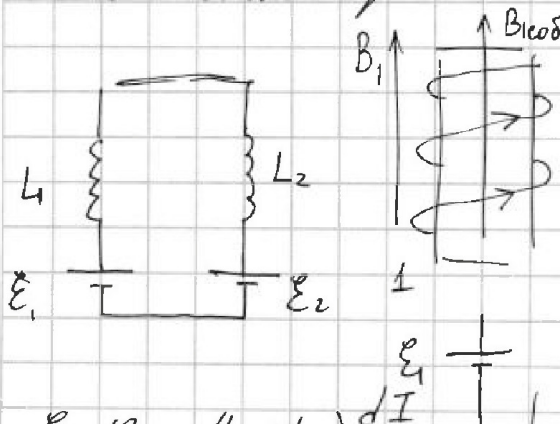
$$E_1 = \frac{d\Phi}{dt} = n_1 S \frac{dB}{dt} = \alpha n_1 S$$

$$E_1 = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$i = \frac{dI}{dt} = \frac{E_1}{L_1 + L_2} = \frac{\alpha n_1 S}{L + 16L} = \frac{\alpha n S}{17L}$$

Ответ: $\frac{\alpha n S}{17L}$

2) Когда поле начинает уменьшаться, в катушке возникает ток, поле которого должно быть направлено с пот. внешним, чтобы компенсировать это уменьшение



$$E_1 - E_2 = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{d\Phi_1}{dt} - \frac{d\Phi_2}{dt} = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$d\Phi_1 - d\Phi_2 = (L_1 + L_2) dI$$

$$I(t=0) = 0$$

$$(L_1 + L_2) I = |\Delta\Phi_1 - \Delta\Phi_2|$$

$$I = \frac{n_1 S B_0 \left(1 - \frac{2}{3} + 3\right)}{17L} = \frac{7n_1 S B_0}{3 \cdot 17L}$$

$$I = \frac{|n_1 S \Delta B_1 - n_2 S \Delta B_2|}{L_1 + L_2}$$

$$= \frac{|n_1 S \left(\frac{B_0}{3} - B_0\right) - n_2 S \left(\frac{9B_0}{4} - 3B_0\right)|}{L + 16L}$$

$$= \frac{|n S \left(-\frac{2B_0}{3}\right) - 4n S \left(-\frac{3B_0}{4}\right)|}{L + 16L}$$

$$= \frac{7n S B_0}{3 \cdot 17L}$$

Ответ: $\frac{7n S B_0}{51L}$



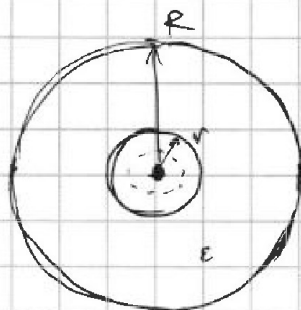
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2}$$

$$d\varphi = -E dr$$

$$E = -\frac{d\varphi}{dr}$$

$$\frac{2}{3} - \frac{1}{2} = \frac{4-3}{6} = \frac{1}{6}$$

$$\varphi(r) = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{1}{r^2} dr = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(-\frac{1}{r} \right)$$

$$\frac{2}{3} + \frac{1}{6} = \frac{4+1}{6}$$

$$\varphi(r) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{1}{r^2} dr + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{1}{r^2} dr =$$

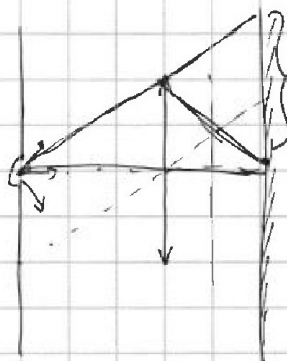
$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{1}{r^2} dr + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{1}{r^2} dr =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(-\frac{1}{r} \right) \Big|_R^{\infty} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(-\frac{1}{r} \right) \Big|_r^R =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(-0 + \frac{1}{R} \right) + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(-\frac{1}{R} + \frac{1}{r} \right) =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R} + \frac{1}{r} \right) =$$

$$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left(\frac{6}{5} - 1 + \epsilon \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left(\frac{1}{5} + \epsilon \right)$$



m

ноб.

$$\frac{1}{h} + \frac{2}{h} = \frac{3}{h}$$

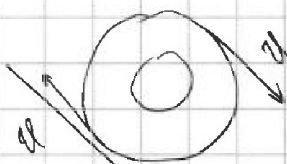
$$\omega = \frac{1}{c}$$

$$\frac{I\omega^2}{2} = \frac{Iv^2}{2R^2}$$

$$\omega = \frac{v}{R}$$

$$\frac{1}{4} - \frac{5}{13} = \frac{13-20}{52} = -\frac{7}{52}$$

$$\frac{10}{12} + \frac{1}{2}$$



$$\omega = \frac{v}{R}$$

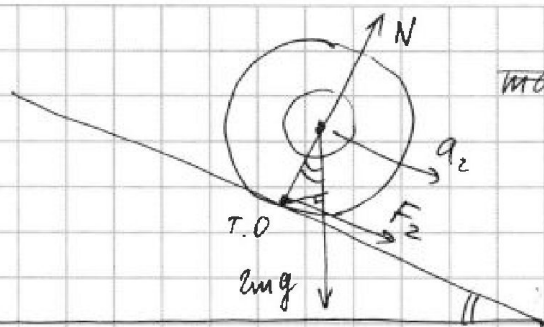


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

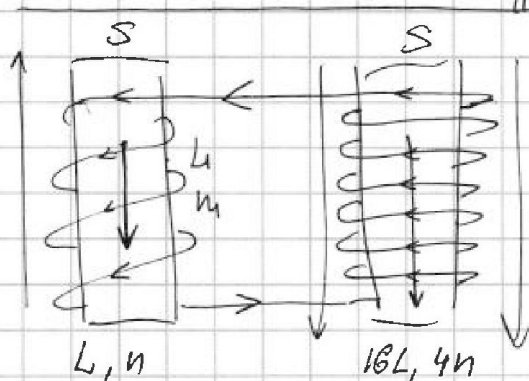
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

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



$$ma_2 \cdot R = mg R \sin \alpha$$

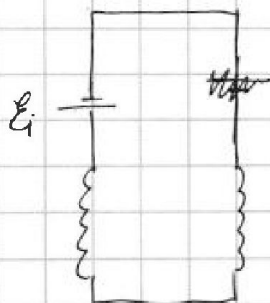


$$u = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB}{dt} \frac{d\Phi}{dB} = \frac{dB}{dt} \frac{d}{dB} \left(\frac{\mu_0 n^2 S}{L} I \right) = \frac{\mu_0 n^2 S}{L} \frac{dI}{dt}$$

$$u_1 = \frac{\mu_0 n^2 S}{L_1} \frac{dI}{dt}$$

$$u_2 = \frac{\mu_0 (4n)^2 S}{16L} \frac{dI}{dt} = \frac{\mu_0 n^2 S}{4L} \frac{dI}{dt}$$

$$u_1 - u_2 = 0$$



$$\frac{d\Phi_1}{dt} = L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt}$$

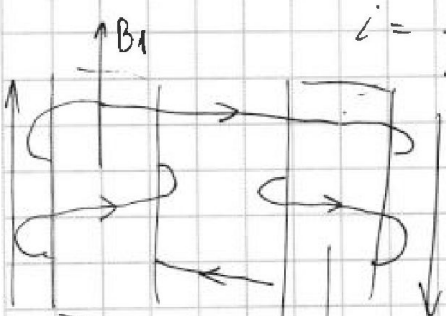
$$\mu_0 S = L_1 + L_2$$

$$\mu_0 S \frac{dB}{dt} = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$i = \frac{\mu_0 S \alpha}{L_1 + L_2} = \frac{\mu_0 \alpha n S}{17L}$$

$$I(L_1 + L_2) = \frac{2}{3} \mu_0 n S B_0 + \mu_0 n S \left(\frac{9}{4} B_0 - 3B_0 \right)$$

$$= \frac{2}{3} \mu_0 n S B_0 + \mu_0 n S B_0 = \frac{2+9}{3} \mu_0 n S B_0 = \frac{11}{3} \mu_0 n S B_0$$



$$\epsilon_1 + \epsilon_2 = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$\epsilon_1 + \epsilon_2 = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{d\Phi_1}{dt} + \frac{d\Phi_2}{dt} = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$\mu_0 S dB_1 + \mu_0 S dB_2 = (L_1 + L_2) dI$$

$$\mu_0 S \left(\frac{B_0}{3} - B_0 \right) + \mu_0 S \left(\frac{9B_0}{4} - 3B_0 \right) = (L_1 + L_2) (I - 0)$$

