



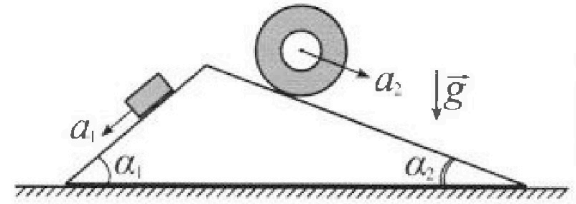
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

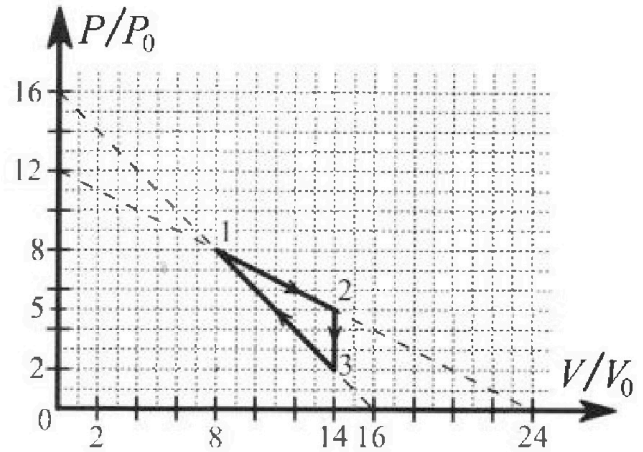


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

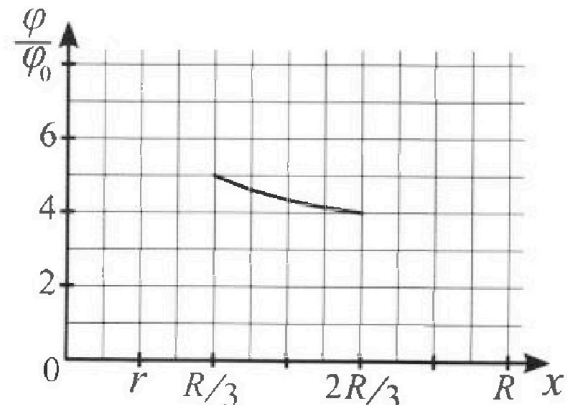
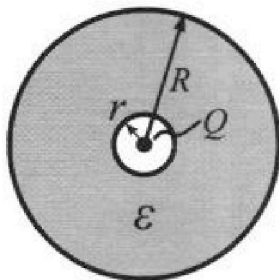
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .



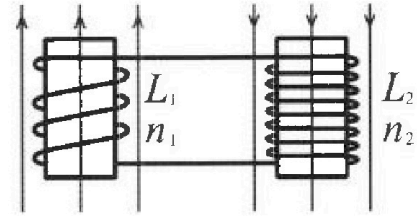
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

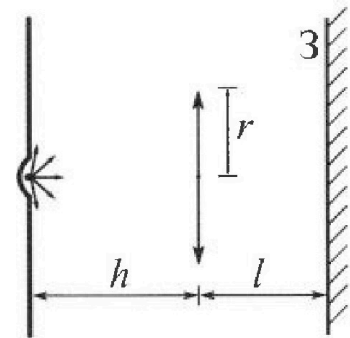


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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 γn , где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.



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!

N1

Дано:

$$m, a_1 = \frac{6}{13}g,$$

$$a_2 = \frac{1}{4}g$$

$$\alpha_1 (\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}; \cos \alpha_1 = \frac{4}{5})$$

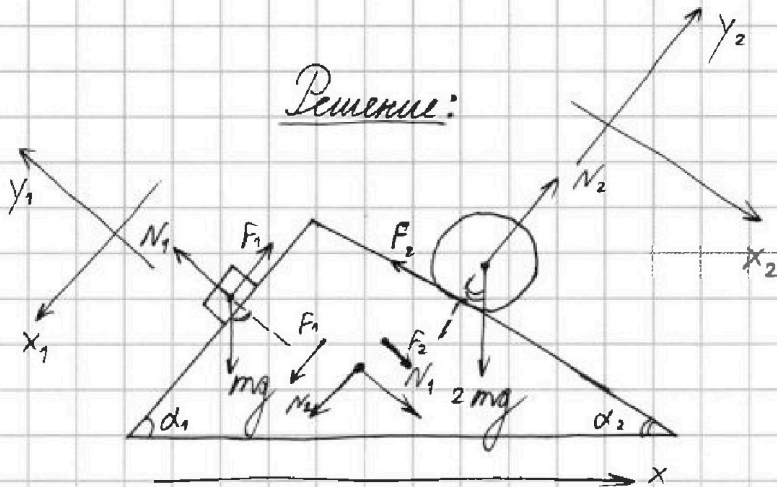
$$\alpha_2 (\sin \alpha_2 = \frac{5}{13}; \cos \alpha_2 = \frac{12}{13})$$

1) F_1 - ?

2) F_2 - ?

3) F_3 - ?

Решение:



$$1) y_1: mg \cos \alpha_1 = N_1 \quad x_1: mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1$$

$$\left(\begin{aligned} F_1 &= \mu N_1 = \mu mg \cos \alpha_1 \\ mg \sin \alpha_1 - \mu mg \cos \alpha_1 &= ma_1 \end{aligned} \right)$$

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - mg \cdot \frac{6}{13} = mg \cdot \frac{9}{65}$$

$$\boxed{F_1 = \frac{9}{65} mg}$$

$$2) x_2: 2mg \sin \alpha_2 - F_2 = 2ma_2 \quad y_2: 2mg \cos \alpha_2 = N_2$$

$$F_2 = 2mg \sin \alpha_2 - 2ma_2 = 2mg \sin \alpha_2 - 2mg \cdot \frac{1}{4} = mg \left(2 \cdot \frac{5}{13} - \frac{1}{2} \right) = \left(\frac{10}{13} - \frac{1}{2} \right) mg$$

$$\boxed{F_2 = \frac{7}{26} mg}$$

$$3) F_2 \cos \alpha_2 - N_2 \sin \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 = F_{3x}$$

$$\frac{7}{26} mg \cdot \frac{12}{13} - 2mg \cdot \sin \alpha_2 \cdot \cos \alpha_2 - \frac{9}{65} mg \cdot \cos \alpha_1 + mg \cos \alpha_1 \cdot \sin \alpha_1 = F_{3x}$$

$$\frac{7}{26} \cdot \frac{12}{13} mg - 2mg \cdot \frac{5}{13} \cdot \frac{12}{13} - \frac{9}{65} mg \cdot \frac{4}{5} + mg \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} = F_x$$

$$mg \left(\frac{84}{338} - \frac{120}{169} - \frac{36}{325} + \frac{12}{25} \right) = F_x = mg \left(-\frac{78}{169} + \frac{120}{325} \right) = mg \left(\frac{24}{65} - \frac{78}{169} \right)$$

$$\boxed{F_3 = \frac{78}{845} mg}$$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{9}{65} mg$; 2) $F_2 = \frac{7}{26} mg$; 3) $F_3 = \frac{78}{845} mg$



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.

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!

N2

$$Q = \Delta U + A$$

$$pV = \nu RT$$

$$1) \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{\frac{3}{2} \Delta pV}{A_{12}} = \frac{9p_0 V_0}{9p_0 V_0} = 1$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \Delta pV = \frac{3}{2} (8p_0 \cdot 8V_0 + 5p_0 \cdot 14V_0) = \frac{3}{2} (70p_0 V_0 - 64p_0 V_0) = \frac{3}{2} \cdot 6p_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = 9p_0 V_0$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} (6p_0 + 6p_0) \cdot 6V_0 - \frac{1}{2} 6p_0 \cdot 6V_0 = 9p_0 V_0$$

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

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!

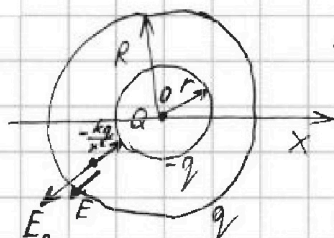
N 3

Dans:

ϵ, r, R, Q

1) $\varphi(\frac{5}{6}R) - ?$

2) $\epsilon - ?$



~~$\frac{kq}{R^2} + \frac{kQ}{R^2}$~~

1) On $r < x < R$:

$$\varphi(x) = \frac{kq}{R^2} + \frac{kQ}{x} - \frac{kq}{x^2} = \frac{kq}{R^2} + \frac{k(Q-q)}{x}$$

$$\varphi(\frac{5}{6}R) = \frac{kq}{R^2} + \frac{6k(Q-q)}{5R}$$

$$E = \frac{kQ}{x^2} - \frac{kq}{x^2}; \quad E_0 = \frac{kQ}{x^2} \Rightarrow E = \frac{E_0}{Q-q} \rightarrow Q-q = \frac{R}{\epsilon} \rightarrow q = Q - \frac{R}{\epsilon} = Q \left(\frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right)$$

$$\varphi(\frac{5}{6}R) = \frac{5kq}{5R^2} + \frac{6kQ}{5R} = \frac{5kQ \frac{\epsilon-1}{\epsilon} + 6kQ \frac{1}{\epsilon}}{5R} = \frac{kQ}{5\epsilon R} (5\epsilon - 5 + 6) =$$

$$= \frac{kQ}{5\epsilon R} \cdot (5\epsilon + 1)$$

$$\boxed{\varphi(\frac{5}{6}R) = \frac{kQ(5\epsilon + 1)}{5\epsilon R}}$$

2) $\varphi(\frac{1}{3}R) = 5\varphi_0$; $\varphi(\frac{2}{3}R) = 4\varphi_0 \Rightarrow \frac{\varphi(\frac{1}{3}R)}{\varphi(\frac{2}{3}R)} = \frac{5}{4}$

$$\varphi(x) = \frac{kq}{R^2} + \frac{k(Q-q)}{x} = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{\epsilon-1}{R} + \frac{1}{x} \right)$$

$$\frac{\varphi(\frac{1}{3}R) \frac{\epsilon-1}{R} + \frac{3}{R}}{\varphi(\frac{2}{3}R) \frac{\epsilon-1}{R} + \frac{3}{2R}} = \frac{\epsilon+2}{\epsilon+\frac{1}{2}} = \frac{5}{4} \rightarrow \boxed{\epsilon = \frac{11}{2}}$$

Dans: 1) $\varphi(\frac{5}{6}R) = \frac{kQ(5\epsilon + 1)}{5\epsilon R}$

2) $\epsilon = \frac{11}{2}$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!

N4

Дано:

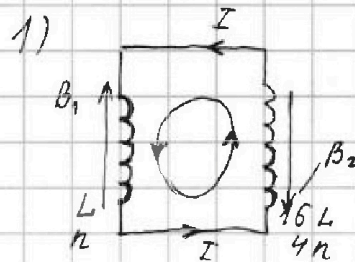
$$L_1 = L; L_2 = 16L$$

$$n_1 = n; n_2 = 4n$$

S

$$1) \frac{dI}{dt} = ?$$

Решение:



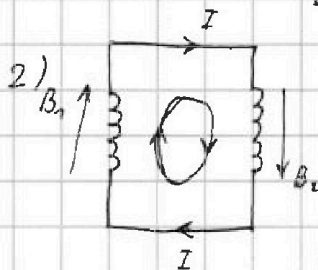
$$|\mathcal{E}_{\text{св}}| = \mathcal{U}_{L_1} + \mathcal{U}_{L_2}$$

$$|\mathcal{E}_{\text{св}}| = n \frac{d\Phi}{dt} = nS \frac{dB}{dt} = \alpha S n$$

$$n\alpha S = L_1 I + L_2 I$$

$$I(L + 16L) = \alpha S n$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{n\alpha S}{17L}$$



$$|\mathcal{E}_{\text{св}}| + |\mathcal{E}_{\text{св}}| = \mathcal{U}_{L_1} + \mathcal{U}_{L_2}$$

$$-nS \frac{dB_1}{dt} + 4nS \frac{dB_2}{dt} = L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$-nS dB_1 + 4nS dB_2 = L dI + 16L dI = 17L dI$$

$$-nS \int_{B_0}^{\frac{1}{3}B_0} dB_1 + 4nS \int_{\frac{3}{4}B_0}^{\frac{2}{4}B_0} dB_2 = 17L \int_0^I dI$$

$$17L I = -nS \left(\frac{1}{3}B_0 - B_0 \right) - 4nS \left(\frac{2}{4}B_0 - \frac{3}{4}B_0 \right)$$

$$17L I = \frac{2}{3}nSB_0 + 4nSB_0 \cdot \frac{1}{4} = nSB_0 \left(\frac{2}{3} + 1 \right) = \frac{11}{3}nSB_0$$

$$I = \frac{11nSB_0}{51L}$$

Ответ: 1) $\frac{dI}{dt} = \frac{n\alpha S}{17L}$;

2) $I = \frac{11nSB_0}{51L}$



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
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!

N5

$$\frac{RW}{BC} = \frac{F d'}{d - F} = \frac{\frac{1}{2}h \cdot \frac{5}{6}h}{\frac{1}{2}h - \frac{2}{5}h} = \frac{\frac{5}{12}h^2}{\frac{1}{10}h} = \frac{5}{12}h \cdot 10 = \frac{10}{12}h = \frac{5}{6}h$$

$$\frac{RW}{BC} = \frac{AZ}{OZ} = \frac{\frac{8}{18}h}{\frac{10}{18}h} = \frac{4}{5}$$

$$RW = \frac{4}{5}BC = \frac{8r}{5} \approx 18$$

$$TP - RW = S_2 \rightarrow S_2 = \frac{22r}{5} - \frac{8r}{5} = \frac{14r}{5} = 14 \text{ см}$$

Ответ: 1) $S_1 = \frac{40}{3} \text{ см}$;

2) $S_2 = 14 \text{ см}$.

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!

№5

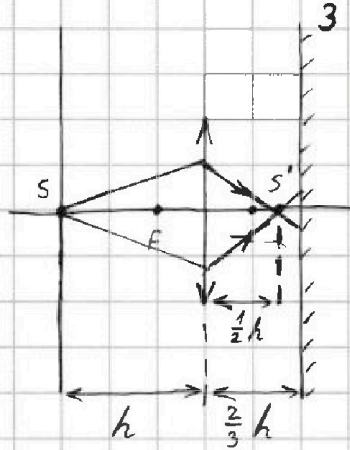
Дано:

$$h, F = \frac{h}{3}, r = 5 \text{ см}$$

$$l = \frac{2h}{3}$$

1) $S_1 = ?$

2) $S_2 = ?$

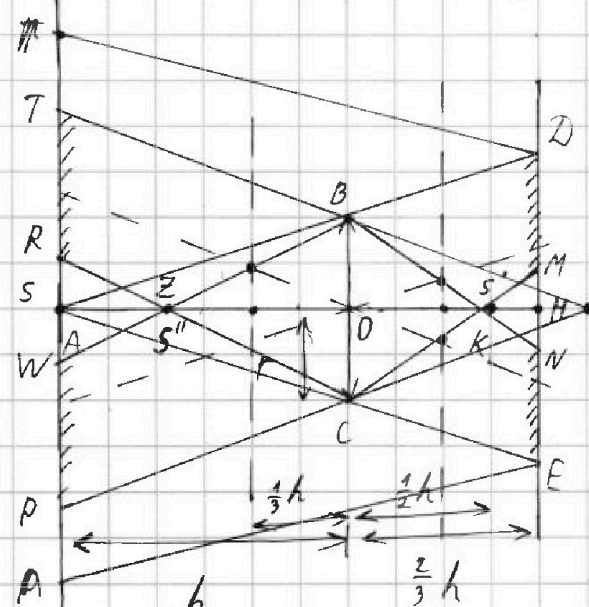


$$1) \frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{Fd}$$

$$f = \frac{Fd}{d-F}; F = \frac{h}{3}; d = h$$

$$f = \frac{\frac{h}{3} \cdot h}{\frac{2}{3}h} = \frac{1}{2}h$$



$$\triangle ABC \sim \triangle ADE$$

$$\frac{AQ}{AH} = \frac{h}{\frac{5}{3}h} = \frac{3}{5}$$

$$\Rightarrow \frac{BC}{DE} = \frac{3}{5} \rightarrow \frac{5BC}{3} = DE$$

$$BC = 2r$$

$$\frac{10r}{3} = DE$$

$$\triangle BKC \sim \triangle KMN \rightarrow \frac{BC}{MN} = \frac{OK}{KH}$$

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

$$\Rightarrow \frac{BC}{MN} = 3 \rightarrow MN = \frac{BC}{3} = \frac{2r}{3}$$

$$S_1 = \frac{10r}{3} - \frac{2r}{3} = \frac{8r}{3} = \frac{40}{3} \text{ см}$$

$$2) TP = 2 \cdot DE = \frac{20r}{3}, \frac{TP}{BC} = \frac{AQ}{OK} = \frac{\frac{11}{6}h}{\frac{5}{6}h} = \frac{11}{5}$$

$$TP = 2r \cdot \frac{11}{5} = \frac{22r}{5}$$

СТРАНИЦА 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
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!

$$\frac{3}{5} - \frac{6}{13} = \frac{39 - 30}{65} = \frac{9}{65}$$

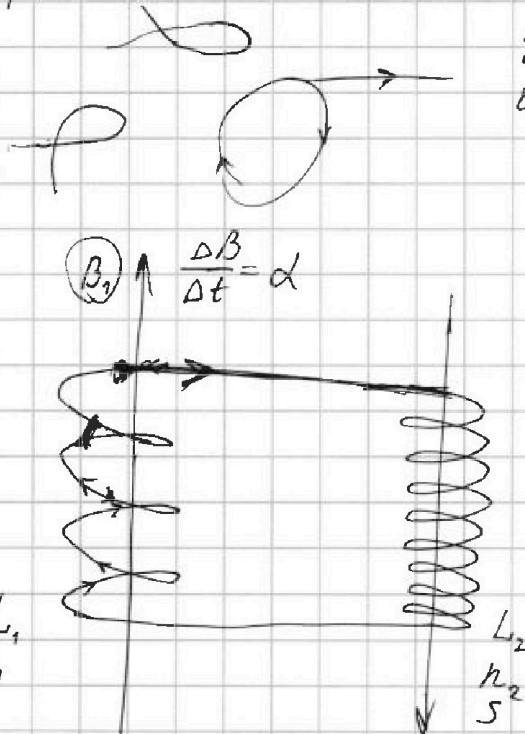
$$\frac{10}{13} - \frac{4}{4} = \frac{40 - 13}{52} = \frac{27}{52}$$

~~$$\frac{10}{13} - \frac{1}{2} = \frac{20}{26} - \frac{13}{26} = \frac{7}{26}$$~~



$$\frac{\varphi\left(\frac{1}{3}R\right)}{\varphi\left(\frac{2}{3}R\right)} = \frac{5}{4} = \frac{\frac{\varepsilon-1}{R} + \frac{1}{\frac{1}{3}R}}{\frac{\varepsilon-1}{R} + \frac{1}{\frac{2}{3}R}} = \frac{\frac{\varepsilon-1}{R} + \frac{3}{R}}{\frac{\varepsilon-1}{R} + \frac{3}{2R}} = \frac{\varepsilon-1+3}{\varepsilon-1+\frac{3}{2}} = \frac{\varepsilon+2}{\varepsilon+\frac{1}{2}} = \frac{5}{4}$$

N4



$$U = L \dot{I}$$

$$\varepsilon = -L \dot{I}$$

~~$$\varepsilon = \frac{1}{2}$$~~

$$4(\varepsilon+2) = 5\left(\varepsilon + \frac{1}{2}\right)$$

$$4\varepsilon + 8 = 5\varepsilon + \frac{5}{2}$$

$$\varepsilon = \frac{16}{2} - \frac{5}{2} = \frac{11}{2}$$

~~$$\varepsilon = \dots - \frac{d\phi}{dt}$$~~

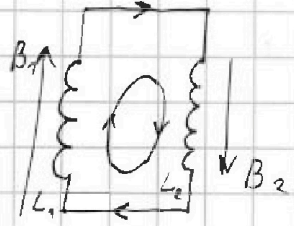
~~$$\varepsilon = n \frac{d\phi}{dt}$$~~

$$\varepsilon_{i0} = \sum \varepsilon_i = \leftarrow \begin{aligned} \varepsilon_{i0} &= \frac{d\phi}{dt} \\ \varepsilon_i &= n \frac{d\phi}{dt} \\ &= nS \frac{dB}{dt} \end{aligned}$$

$$\varepsilon_i = - \frac{d(BS)}{dt} = - \frac{dB \cdot S}{dt} = - \frac{\Delta B \cdot S}{\Delta t} = \alpha S$$

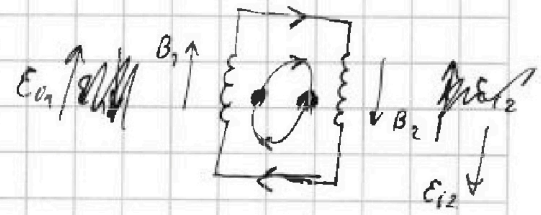
$$|\varepsilon_{ind}| = n \frac{\Delta B \cdot S}{\Delta t} = n \alpha S$$

$$\varepsilon_i = U_{L1} + U_{L2} = L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I} \quad B_2$$



$$\varepsilon_i - \varepsilon_{i1} - \varepsilon_{i2} = 0$$

$$\left(n \frac{\Delta B}{\Delta t} S\right) - L_1 \dot{I} - L_2 \dot{I}$$



$$\varepsilon_{i1} - \varepsilon_{i2} = U_{L1} + U_{L2}$$



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!

$$E_{i1} - E_{i2} = U_{L1} + U_{L2}$$

$$3 = \frac{12}{4}$$

$$\frac{24}{65} - \frac{78}{169} = \frac{24}{13 \cdot 5} - \frac{78}{13 \cdot 13}$$

$$\frac{390}{312} - \frac{78}{78}$$

$$B_0 \rightarrow \frac{B_0}{3} = \frac{2}{3} B_0 \quad \frac{8}{12} B_0 \quad \frac{1}{13} \left(\frac{24}{5} - \frac{78}{13} \right) = \frac{1}{13} \left(\frac{13 \cdot 24}{13 \cdot 5} - \frac{78 \cdot 5}{13 \cdot 5} \right)$$

$$3B_0 \rightarrow \frac{9}{4} B_0 \quad 3 - \frac{9}{4} = \frac{12}{4} - \frac{9}{4} = \frac{3}{4}$$

$$\text{var. } \frac{12}{7} B_0 - \frac{9}{4} B_0 = \frac{3}{4} B_0 \quad \frac{9}{12} B_0 \quad \frac{24}{72} + \frac{24}{312} = \frac{1}{13} \left(\frac{312 - 390}{65} \right) =$$

$$E_{i2} + E_{i1} = U_{L1} + U_{L2}$$

$$\left(n_1 \frac{dB_1}{dt} \right) + \left(n_2 \frac{dB_2}{dt} \right) = \left(L_1 \right) \frac{dI}{dt} + \left(L_2 \right) \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{24}{72} + \frac{24}{312} = \frac{1}{13} \left(\frac{-78}{65} \right)$$

$$\frac{120}{72} - \frac{78}{312} = \frac{120}{72} - \frac{78}{312}$$

$$\frac{120}{72} - \frac{78}{312} = \frac{120}{72} - \frac{78}{312}$$

$$\frac{7 \cdot 12}{26 \cdot 13} = \frac{84}{338}$$

$$312 + 78 = 320 + 72 = 340$$

$$\frac{24}{65}$$

$$\frac{9}{3} + \frac{2}{3} = \frac{11}{3} \cdot 65$$

$$7 \cdot (10 + 2) = 70 + 14$$

$$\begin{array}{r} 26 \\ -13 \\ \hline 78 \\ +26 \\ \hline 338 \end{array}$$

$$\frac{10 \cdot 12}{73 \cdot 73} = \frac{120}{169}$$

$$\begin{array}{r} 65 \\ \cdot 13 \\ \hline 795 \\ +65 \\ \hline 875 \end{array}$$

$$\frac{1}{2} \cdot 6 = 3$$

$$13 \cdot 5 = 50 + 15 = 65$$

$$\frac{5}{325} + \frac{144}{155}$$

$$\frac{9 \cdot 4}{65 \cdot 5} = \frac{36}{325}$$

$$\frac{3}{5} \cdot \frac{4}{3} - \frac{9 \cdot 4}{65 \cdot 5} = \frac{3 \cdot 4}{5 \cdot 5} - \frac{9 \cdot 4}{13 \cdot 5 \cdot 5} = \frac{156 - 36}{325} =$$

$$\frac{65}{325}$$

$$\frac{12}{23} + \frac{36}{755}$$

$$\frac{7 \cdot 12}{13 \cdot 13} - \frac{18 \cdot 12}{13 \cdot 13} = \frac{7 \cdot 12}{13 \cdot 13} - \frac{18 \cdot 12}{13 \cdot 13}$$

$$\frac{7 \cdot 6}{13 \cdot 13} - \frac{10 \cdot 12}{169} = \frac{42 - 120}{169} = \frac{78}{169}$$



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!

N1
Dans:

$$m, a_1 = \frac{6}{13}g$$

$$a_2 = \frac{1}{4}g$$

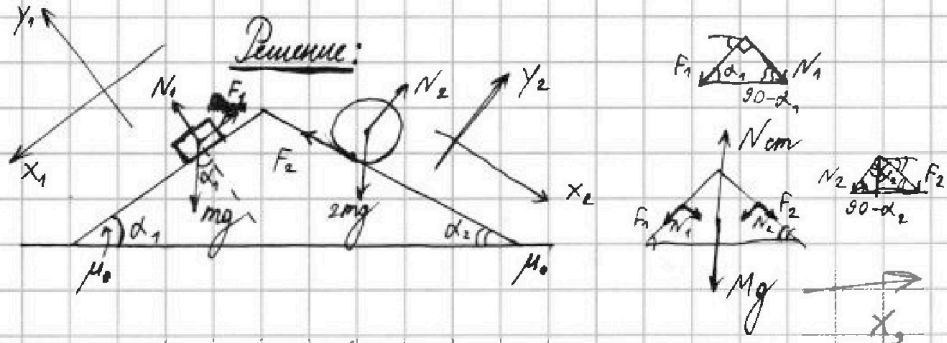
α_1

α_2

1) F_1 - ?

2) F_2 - ?

3) F_3 - ?



$$1) y_1: mg \cos \alpha_1 = N_1 \quad ; \quad x_1: mg \sin \alpha_1 = F_1 = ma_1$$

$$F_1 = \mu N_1 = \mu mg \cos \alpha_1 \quad F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 =$$

$$\mu mg \cos \alpha_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = \frac{3}{5}mg - \frac{6}{13}mg = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right)$$

$$\mu \cos \alpha_1 = \sin \alpha_1 \rightarrow \mu = \frac{\sin \alpha_1}{\cos \alpha_1} = \tan \alpha_1$$

$$F_1 = mg$$

$$mg \sin \alpha_1 - \mu mg \cos \alpha_1 = ma_1$$

$$\sin \alpha_1 - \mu \cos \alpha_1 = \frac{a_1}{g}$$

$$g(\sin \alpha_1 - \mu \cos \alpha_1) = a_1$$

$$\mu \cos \alpha_1 = \sin \alpha_1 - \frac{a_1}{g}$$

$$F_1 = \frac{6}{13}mg \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{4} \cdot \frac{a_1}{g} \right) mg \cos \alpha_1$$

$$\mu = \frac{\sin \alpha_1}{\cos \alpha_1} = \frac{a_1}{g \cos \alpha_1} = \frac{3}{5} \cdot \frac{5}{4} - \frac{a_1}{g} \cdot \frac{5}{4} = \frac{3}{4} - \frac{5}{4} \frac{a_1}{g}$$

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

$$2) y_2: 2mg \cos \alpha_2 = N_2 \quad x_2: 2mg \sin \alpha_2 - F_2 = 2ma_2$$

$$F_2 = 2mg \sin \alpha_2 - ma_2 = 2mg \cdot \frac{5}{13} - mg \cdot \frac{1}{4} = mg \left(\frac{10}{13} - \frac{1}{4} \right) = \frac{27}{52} mg$$

$$3) x_3: F_2 \cos \alpha_2 - N_2 \sin \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 = F_3$$

$$\frac{27}{52} mg \cdot \frac{12}{13} -$$



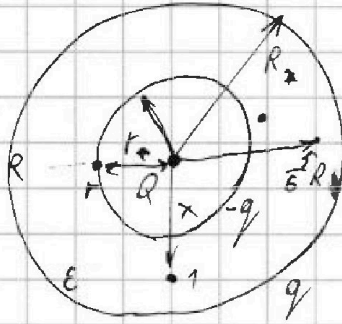
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

№3



от r до R

$$\varphi_1 = \frac{kQ}{r} - \frac{kq}{r} + \frac{kq}{R}$$

$$\varphi_2 = \frac{kq}{R} - \frac{kq}{x} + \frac{kQ}{x}$$

$$\varphi(x) = \frac{kq}{R} + \frac{kQ}{x} - \frac{kq}{x} = \frac{k}{\epsilon} \cdot \frac{Q}{2}$$

$$= \frac{kq}{R} + \frac{k(Q-q)}{x} \quad \frac{1}{2} \frac{k}{\epsilon}$$

$$x = \frac{5}{6} R$$

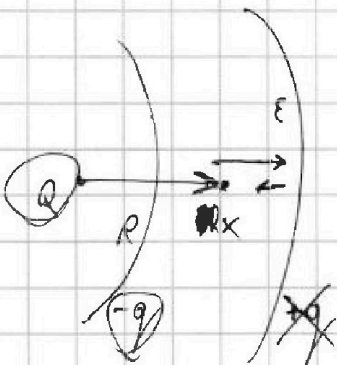
$$\varphi = \frac{5kq}{5R} + \frac{6k(Q-q)}{5R} =$$

$$= \frac{5kq + 6kQ - 6kq}{5R} = \frac{6kQ - kq}{5R}$$

$$\frac{1}{2} \frac{k}{\epsilon} = \frac{6}{5} \frac{k}{\epsilon}$$

$$5(\epsilon - 1) + 6 = 1$$

$\epsilon E = E_0$



$$E = \frac{kQ}{x^2} - \frac{kq}{x^2} = \frac{k(Q-q)}{x^2}$$

$$E_0 = \frac{kQ}{x^2}$$

$$\epsilon = \frac{E_0}{E} = \frac{kQ}{x^2} \cdot \frac{x^2}{k(Q-q)} =$$

$$= \frac{Q}{Q-q} = \epsilon$$

$$Q = \epsilon(Q-q)$$

$$\frac{Q}{\epsilon} = Q - q \rightarrow q = Q - \frac{Q}{\epsilon} = Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) =$$

$$2) \varphi_2(x) = \frac{kq}{R} + \frac{k(Q-q)}{x} = \frac{kQ(\epsilon-1)}{R\epsilon} + \frac{kQ}{\epsilon x} = \frac{kQ(\epsilon-1)}{\epsilon R}$$

$$= \frac{kQ(\epsilon-1)}{\epsilon R} + \frac{kQ}{\epsilon x} = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \left(\frac{\epsilon-1}{R} + \frac{1}{x} \right)$$

$$\varphi_1 = \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 5\varphi_0 \quad \varphi_2 = \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 4\varphi_0 \quad \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \left(\frac{\epsilon-1}{R} + \frac{1}{x} \right)$$