



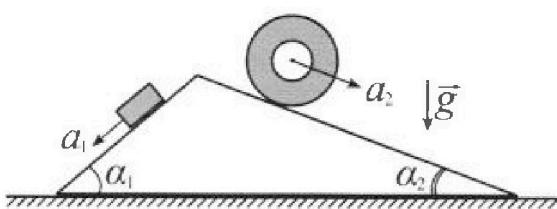
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024



Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок 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.

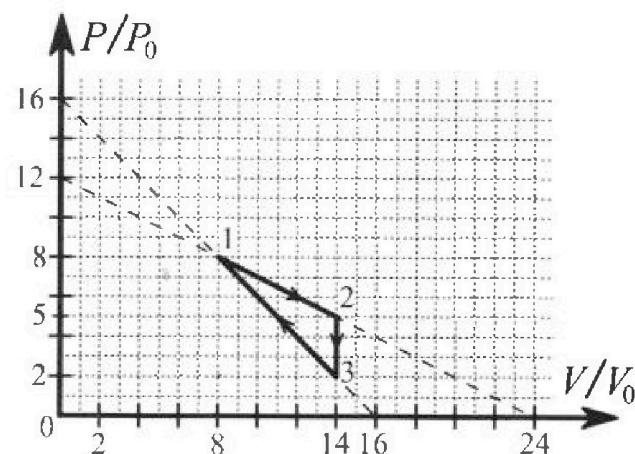


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

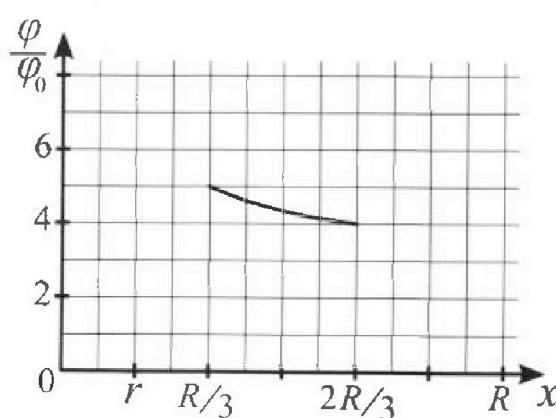
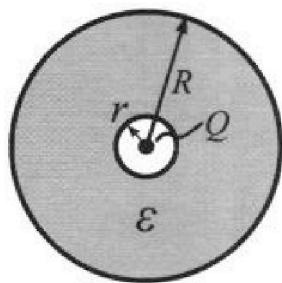
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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,

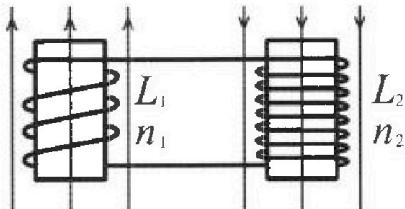
февраль 2024

Вариант 11-03



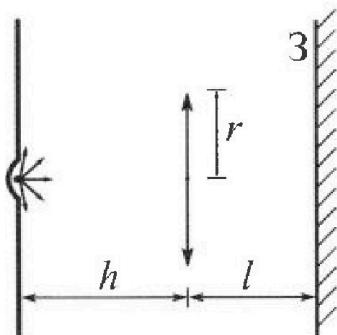
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 изменились 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 З. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



- 1) Найдите площадь неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

Ответы дайте в $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, 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.

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

СТРАНИЦА
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:

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

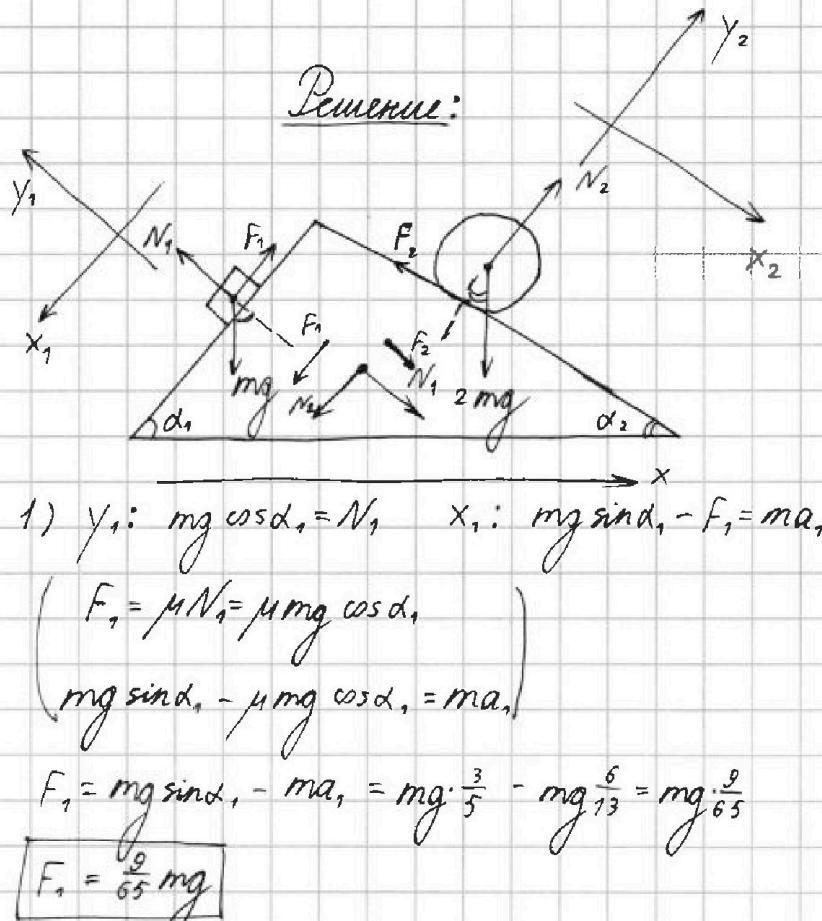
$$\alpha_1 (\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}; \cos \alpha_1 = \frac{4}{5})$$

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

1) $F_1 - ?$

2) $F_2 - ?$

3) $F_3 - ?$



Ответ:

1) $F_1 = \frac{9}{65}mg;$ 3) $F_3 = \frac{78}{845}mg$

2) $F_2 = \frac{7}{26}mg;$



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

$$Q = \Delta U + A$$

$$pV = VRT$$

$$1) \frac{\Delta U_{12}}{A_U} = \frac{\frac{3}{2} \Delta p V}{A_U} = \frac{9 p_0 V_0}{9 p_0 V_0} = 1$$

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

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

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

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

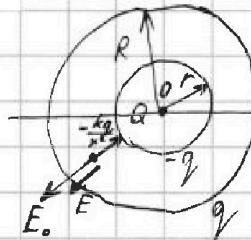
N 3

Dано:

ϵ, r, R, Q

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

2) $\epsilon - ?$



~~решение~~

~~1) On r go R:~~

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ответ: 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.

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

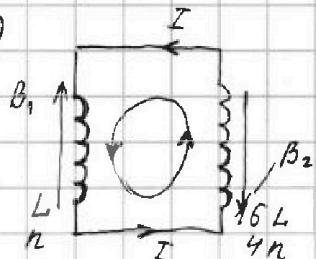
$$L_1 = L; L_2 = 16L$$

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

S

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

1)



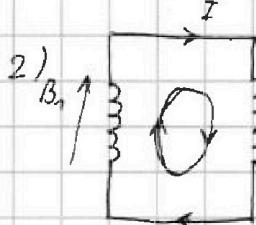
$$\boxed{\frac{dI}{dt} = \frac{n\alpha S}{17L}}$$

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

$$|E_{i1}| = n \frac{d\Phi}{dt} = \frac{nSdB}{dt} = \alpha Sn$$

$$n\alpha S = L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$I(L + 16L) = \alpha Sn$$



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

$$-\frac{nSdB_1}{dt} - \frac{nSdB_2}{dt} = L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$-nSdB_1 + 4nSdB_2 = L_1 dI + 16L dI = 17L dI$$

$$-\int_{B_0}^{\frac{2}{3}B_0} nS dB_1 + 4nS \int_{3B_0}^{\frac{9}{4}B_0} dB_2 = 17L \int_0^I dI$$

$$17LI = -nS \left(\frac{1}{3}B_0 - B_0 \right) - 4nS \left(\frac{9}{4}B_0 - 3B_0 \right)$$

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

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

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.

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

СТРАНИЦА
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!

№5

$$\text{Решение} \quad f' = \frac{f d'}{d' - f} = \frac{\frac{3}{2}h \cdot \frac{5}{6}h}{\frac{5}{6}h - \frac{2}{3}h} = \frac{\frac{5}{18}h^2}{\frac{1}{6}h} = \frac{5}{18}h \cdot 2 = \frac{10}{18}h$$

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

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

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

Ответ: 1) $S_1 = \frac{40}{3} \text{ см}^2$;

2) $S_2 = 14 \text{ см}^2$.



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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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

№5

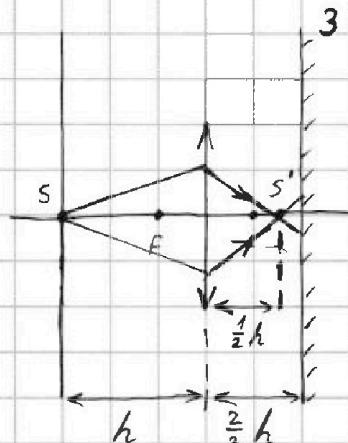
Дано:

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

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

$$1) S_1 - ?$$

$$2) S_2 - ?$$

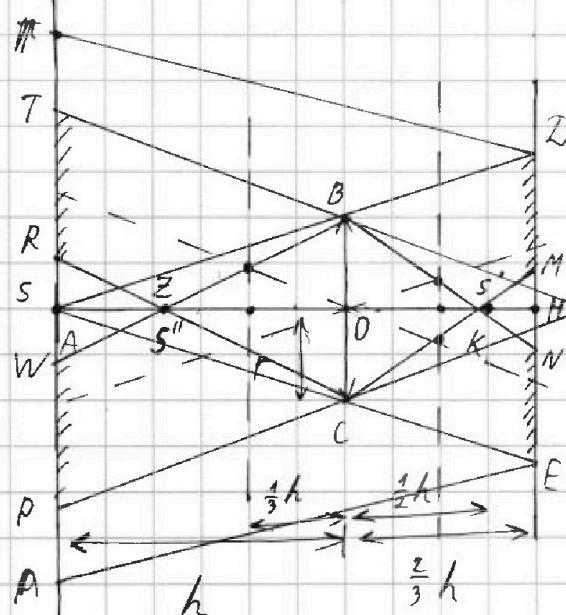


$$1) \frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$$

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

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

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



$\triangle ABC \sim \triangle ADE$

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

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

$$BC = 2r$$

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

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

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

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

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

$$2) TP \neq \sqrt{DEV} = \sqrt{\frac{20r}{3}} \quad \frac{TP}{BC} = \frac{AQ}{OQ} = \frac{\frac{1}{2}h}{\frac{5}{3}h} = \frac{3}{5}$$

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

Решение

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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

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

20

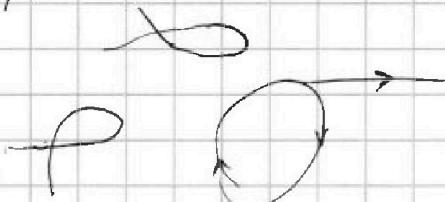
$$\frac{19}{73} - \frac{1}{2} = \frac{20}{26} - \frac{13}{26} = \frac{7}{26}$$

$$\frac{10}{13} - \frac{4}{7} = \frac{40 - 13}{52} = \frac{27}{52}$$



$$\begin{aligned} \frac{\psi(\frac{1}{3}R)}{\psi(\frac{2}{3}R)} &= \frac{5}{4} = \frac{\frac{\epsilon-1}{R} + \frac{1}{3R}}{\frac{\epsilon-1}{R} + \frac{1}{\frac{2}{3}R}} = \frac{\frac{\epsilon-1}{R} + \frac{3}{R}}{\frac{\epsilon-1}{R} + \frac{3}{2R}} = \frac{\epsilon-1 + 3}{\epsilon-1 + \frac{3}{2}} = \frac{\epsilon+2}{\epsilon+\frac{1}{2}} = \frac{5}{4} \end{aligned}$$

№4



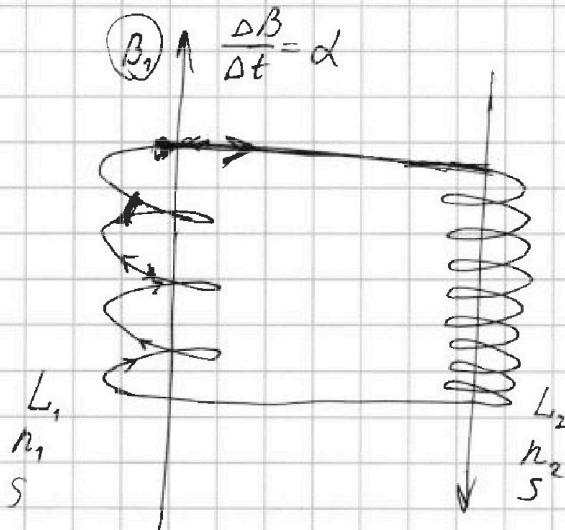
$$U = L \dot{I}$$

$$E = -L \ddot{I}$$

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

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

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



$$E_i = U_{L_1} + U_{L_2} = L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I} B_2$$

$$E = -n \frac{d\Phi}{dt} =$$

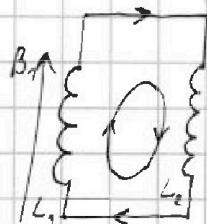
относительно

$$E_{i_0} = n \frac{d\Phi}{dt} \rightarrow E_{i_0} = \frac{d\Phi}{dt}$$

$$E_{i_0} = \sum E_i = \leftarrow n S \frac{d\Phi}{dt}$$

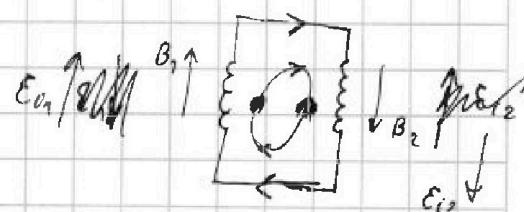
$$E_i = - \frac{d(BS)}{dt} = - \frac{dB \cdot S}{dt} = - \frac{\Delta B \cdot S}{\Delta t}$$

$$|E_{i_0}| = n \frac{\Delta B \cdot S}{\Delta t} = n \alpha S$$



$$E_i - E_{c1} - E_{c2} = 0$$

$$(n \frac{\Delta B}{\Delta t} S) - \emptyset_1 I - \emptyset_2 I$$



$$E_{i_1} - E_{i_2} = U_{L_1} + U_{L_2}$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

$$E_{i_1} - E_{i_2} = U_{L_1} + U_{L_2}$$

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

$$\frac{29}{65} - \frac{78}{169} = \frac{29}{13 \cdot 5} - \frac{78}{13 \cdot 13} = \frac{390}{312}$$

$$B_0 \rightarrow \frac{B_0}{3} \leftarrow \frac{2}{3} B_0 \quad \frac{8}{12} B_0 \quad \frac{1}{13} \left(\frac{29}{5} - \frac{78}{13} \right) = \frac{1}{13} \left(\frac{13 \cdot 29}{13 \cdot 5} - \frac{78 \cdot 1}{13 \cdot 5} \right)$$

$$3B_0 \rightarrow \frac{9}{4} B_0 \quad 10 \cdot 3 - \frac{9}{4} = \frac{12}{4} - \frac{9}{4} = \frac{3}{4}$$

$$10 \cdot 3 - \frac{12}{4} B_0 - \frac{9}{4} B_0 = \frac{3}{4} B_0 \quad * \frac{9}{12} B_0 \quad + \frac{72}{312} = \frac{1}{13} \left(\frac{312 - 390}{165} \right) =$$

$$E_{i_2} + E_{i_1} = U_{L_1} + U_{L_2}$$

$$\textcircled{1} \frac{\partial B_0}{\partial x} + \textcircled{2} \frac{\partial B_0}{\partial y} = \textcircled{1} \frac{\partial I}{\partial x} + \textcircled{2} \frac{\partial I}{\partial y}$$

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

$$312 + 78 = 320 + 72 = 390$$

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

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

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

$$\cdot 65$$

$$\frac{744}{325} + \frac{292}{55} =$$

$$\begin{array}{r} \frac{26}{13} \\ \frac{78}{+} \\ \hline \frac{26}{338} \end{array} \quad \begin{array}{r} \frac{10}{73} \cdot \frac{12}{13} = \frac{120}{169} \end{array} \quad \begin{array}{r} \frac{195}{65} \\ + \frac{875}{875} \\ \hline \frac{320}{160} \end{array}$$

$$85 \cdot \frac{1}{2} \cdot 6 = 3$$

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

$$\begin{array}{r} 12 \\ - 23 \\ \hline 36 \\ + 72 \\ \hline 108 \end{array}$$

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

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

$$\frac{65}{5} \\ \hline 325$$

$$12 \cdot 13$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ - 23 \\ \hline 51 \end{array}$$

$$\frac{7 \cdot 12}{13 \cdot 13} - \frac{15 \cdot 12}{13 \cdot 13} = \frac{7 \cdot 12}{13 \cdot 13}$$

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



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

N1

Dans:

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

$$\alpha_2 = \frac{1}{4}\pi$$

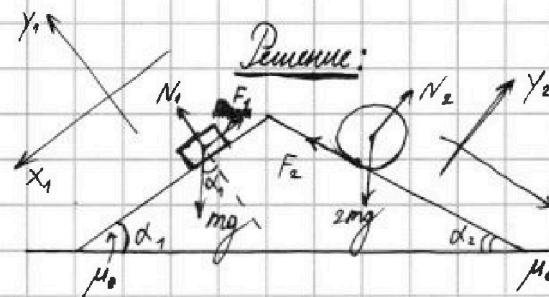
α_1

α_2

1) $F_1 - ?$

2) $F_2 - ?$

3) $F_x - ?$



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

$$F_1 = \mu N_1 = \mu mg \cos \alpha_1, \quad F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = \cancel{\mu mg \cos \alpha_1} - \cancel{mg \sin \alpha_1} = \cancel{\mu mg \cos \alpha_1} - mg \sin \alpha_1 = \frac{3}{5}mg - \frac{6}{13}mg = mg\left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13}\right)$$

$$\cancel{\mu \cos \alpha_1} = \sin \alpha_1, \quad \mu = \frac{\sin \alpha_1}{\cos \alpha_1} = \tan \alpha_1$$

$$F_1 = mg \cdot \cancel{\tan \alpha_1}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3) $x_1: \cancel{N_1 \cos \alpha_2} - N_2 \sin \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 = F_{x_1}$

$$\frac{27}{52}mg \cdot \frac{\pi}{4} -$$



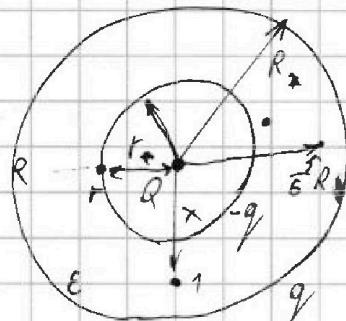
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

N3



от r до R

$$\varphi_r = \frac{kQ}{R} + \frac{k(-q)}{r} = \frac{kq}{r} + \frac{kQ}{R}$$

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

$$\varphi(x) = \frac{kq}{R} + \frac{kQ}{x} - \frac{kq}{x} = \frac{kQ}{x}$$

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

$$x = \frac{1}{2}R$$

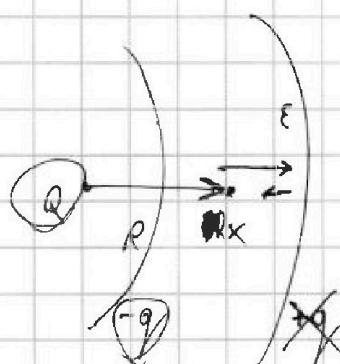
$$\varphi = \frac{5kq}{5R} + \frac{6k(Q-q)}{5R} =$$

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

$$\frac{\frac{1}{2}h^2}{\frac{1}{2}h} = \frac{a}{h}$$

$$5(E-1) + 6 \cdot 1$$

задача



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

$$E_0 = \frac{kQ}{x_0^2}$$

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

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

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

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

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

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

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