



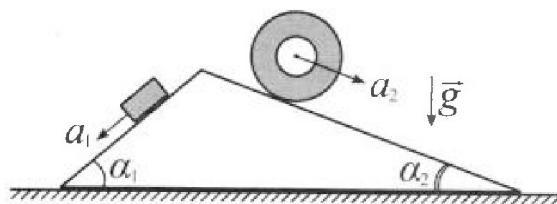
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

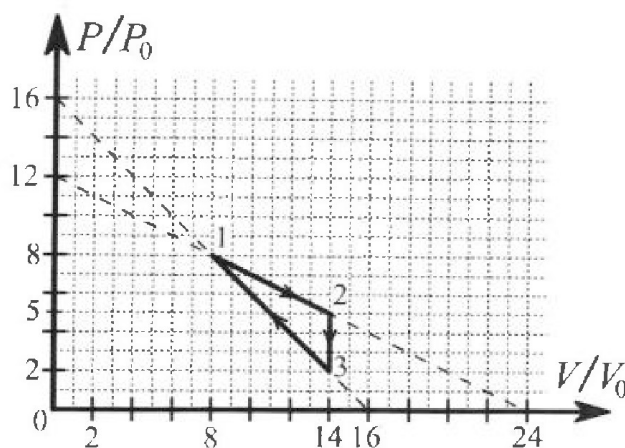


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

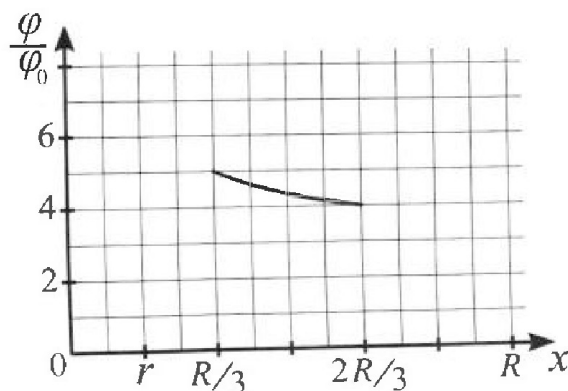
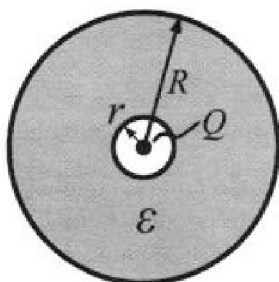
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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.

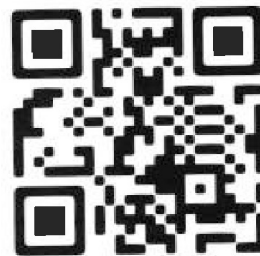
- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 5R/6$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



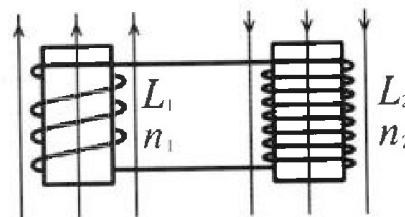
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

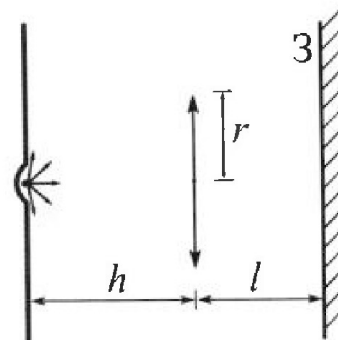


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек.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



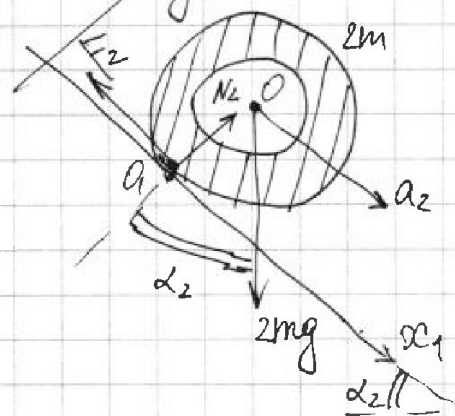
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 3

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

2) Рассмотрим движение цилиндра по клину.



Аналогично п.1 расставим действующие на цилиндр силы.

II закон Ньютона для цилиндра в проекциях на ~~ось~~ показанные оси x_1 и y_1 :

$$x_1: 2ma_2 = 2mg \sin \alpha_2 - F_2; \quad (3)$$

$$y_1: 2m \cdot 0 = N_2 - 2mg \cos \alpha_2; \quad (4)$$

из ур-е (3) сила трения $F_2 = 2mg \sin \alpha_2 - a_2 =$
 $= 2m \left(g \cdot \frac{5}{13} - \frac{g}{4} \right) = 2mg \frac{20 - 13}{52} = 2mg \cdot \frac{7}{52} = \frac{7}{26} mg.$

3) ~~Рассмотрим~~ Пусть I — момент инерции цилиндра относительно ~~цск~~

3) Рассмотрим силы, действующие на клин — сила трения и ^{реакции} реакции, Пусть F_{3x} — проекция силы трения F_3 между стеной и клином на горизонт. ось x_2 (см. ~~рис~~ ~~самый~~ первый рис. на стр. 1 задачи 1).
 Клин в покое, $\Rightarrow$ II закон Ньютона для клина в проекции на ось x_2 :

$$x_2: F_2 \cos \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 + F_{3x} = 0$$



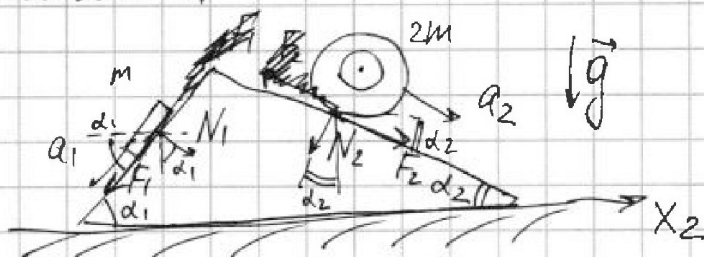
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 3

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

Задача 1.

Решение:



1) Рассмотрим движение бруска по клину.

Расставим действующие на брусок силы (здесь N_1 — сила норм. реакц. со стороны клина)

III. К клину неподвижен, то

$a_1 = \frac{6g}{13}$ — ускорение бруска отн.

земли, направл. вдоль поверхности

клина (считаем, что все тела в проч. движ. не отвр. друг от друга)

II закон Ньютона для бруска в проекциях на обозначенные оси x и y :

$$x: ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1; \quad (1)$$

$$y: N_1 - mg \cos \alpha_1 = 0; \quad (2)$$

Из ур-е (1) сила трения, действ. на брусок:

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



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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 из 3

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

(При расстановке сил было учтено, что по 2-й и 3-й Ньютона силы N_1 и F_1 , с которыми кишка действует на брусок, с такими же по модулю, но противоположными по направлению силами брусок действует на кишку. Аналогичное рассуждение для цилиндра и кишки)

$$\text{Тогда: } F_{3x} = F_1 \cos \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1,$$

$$\left\{ \begin{aligned} F_{3x} &= \left(\frac{9}{65} mg \right) \cdot \frac{4}{5} + \left(2mg \cdot \frac{12}{13} \right) \cdot \frac{5}{13} - \left(\frac{7}{26} mg \right) \cdot \frac{12}{13} - \\ &- \left(mg \cdot \frac{4}{5} \right) \cdot \frac{3}{5} = \end{aligned} \right\}$$

Учитывая, что для бруска и кишки,

$$\left. \begin{aligned} 2ma_2 \cos \alpha_2 &= F_2 \cos \alpha_2 + N_2 \sin \alpha_2, \\ -ma_1 \cos \alpha_1 &= -F_1 \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1, \end{aligned} \right\} \text{ - в пр-ции на } x_2$$

$$\begin{aligned} \text{то: } F_{3x} &= ma_1 \cos \alpha_1 - 2ma_2 \cos \alpha_2 = \\ &= m \cdot \frac{6}{13} g \cdot \frac{4}{5} - 2m \cdot \frac{1}{4} g \cdot \frac{12}{13} = \frac{24}{65} mg - \frac{6}{13} mg = \\ &= \frac{24-30}{65} mg = -\frac{6}{65} mg < 0, \Rightarrow \vec{F}_3 \text{ напр. против } x_2, \text{ сама} \\ &\text{ сила равна } F_3 = \frac{6}{65} mg. \end{aligned}$$

$$\text{Ответ: } 1) F_1 = \frac{9}{65} mg$$

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

$$3) F_3 = \frac{6}{65} mg$$



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
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!

Температура газа в сост. 3: $T_3 = \frac{P_3 V_3}{\nu R} =$
 $= \frac{2P_0 \cdot 14V_0}{\nu R} = \frac{28V_0 P_0}{\nu R}$, ν - кол-во газа.

Отношение: $\eta = \frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{\frac{72V_0 P_0}{\nu R}}{\frac{28V_0 P_0}{\nu R}} = \frac{18}{7}$

3) КПД $\eta = \frac{A_{\text{газа}}}{Q_+}$, где Q_+ - тепло, полученное газом в цикле.

Этот получает тепло только на участке $1 \rightarrow 2$, оно равно $Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = -9P_0 V_0 +$
 $+ \frac{1}{2}(8P_0 + 6P_0) \cdot (14 - 8)V_0 = (-9 + 7 \cdot 6)P_0 V_0 = 33P_0 V_0$

КПД цикла $\eta = \frac{A_{\text{газа}}}{Q_+} = \frac{9P_0 V_0}{33P_0 V_0} = \frac{9}{33} = \frac{3}{11}$

Ответ: 1) $m = 1$

2) $\eta = \frac{18}{7}$

3) $\eta = \frac{9}{33} = \frac{3}{11}$



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



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!

Задача 2.

Решение:

1) Приращение внутр. энергии газа в процессе 1→2 равно $\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) =$
 $= \frac{3}{2} \cdot (5p_0 \cdot 14V_0 - 8p_0 \cdot 8V_0) = \frac{3}{2} (70 - 64) p_0 V_0 = 9p_0 V_0,$
 где p_1, V_1, T_1 и p_2, V_2, T_2 - соотв. параметры газа в состояниях 1 и 2.

Модуль приращения $|\Delta U_{12}| = 9p_0 V_0.$

2) Работа газа за цикл = площадь контура 1→2→3-1 на граф. $p(V)$: $A_{\text{газа}} = \frac{1}{2} \cdot (5p_0 - 2p_0) \cdot (14V_0 - 8V_0) = \frac{1}{2} \cdot 3p_0 \cdot 6V_0 = 9p_0 V_0.$

Отношение $\eta = \frac{A_{\text{газа}}}{|\Delta U_{12}|} = 1.$

2) Зависимость давления газа от объема в процессе 1→2: $p(V) = 12p_0 - \frac{12p_0}{24V_0} \cdot V =$
 $= (12 - \frac{V}{2V_0}) p_0$

Ур-е сост-я газа: $pV = \nu RT$, $T_{\text{max}} = T_{\text{max}}$ при $(pV)_{\text{max}}$.

$pV = (12 - \frac{V}{2V_0}) p_0 \cdot V$ - парабола $pV(V)$, макс. значение которой достигается в вершине:

$$V(T_{\text{max}}) = 12V_0, \quad p(T_{\text{max}}) = p_0 \left(12 - \frac{12V_0}{2V_0} \right) = 6p_0,$$

$$\text{тогда } T_{\text{max}} = \frac{p(T_{\text{max}}) V(T_{\text{max}})}{\nu R} = \frac{6p_0 \cdot 12V_0}{\nu R} = \frac{72V_0 p_0}{\nu R}$$



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
☐

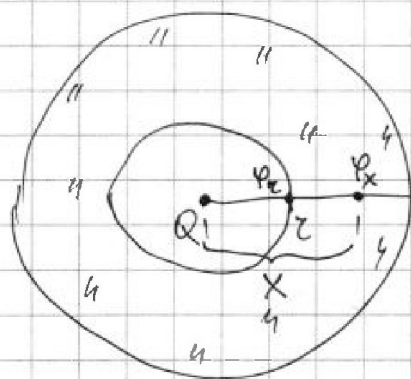
7
☐

СТРАНИЦА
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!

Задача 3.

Решение:



1) Потенциал, создаваемый зарядом Q на расстоянии r (по оси x), равен $\varphi_r = k \frac{Q}{r}$

Для точек с φ_z и φ_x :

$$\varphi_z - \varphi_x = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{z} - \frac{1}{x} \right)$$

$$\varphi_x = k \frac{Q}{z} - \frac{kQ}{\epsilon z} + \frac{kQ}{\epsilon x} = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \cdot \frac{kQ}{z} + \frac{kQ}{\epsilon x}$$

~~Для $x = \frac{5R}{6}$~~

Тогда где $x = \frac{5R}{6}$ (внутри диэлектрика):

$$\varphi_{\frac{5R}{6}} = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \frac{kQ}{z} + \frac{6kQ}{5\epsilon R}$$

(Везде здесь $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ — постоянная в законе Кулона)

2) На графике есть две точки: ~~сорт~~

$$\left(\frac{\varphi}{\varphi_0} \right)_1 = 5 \text{ при } x = \frac{R}{3} \text{ и } \left(\frac{\varphi}{\varphi_0} \right)_2 = 4 \text{ при } x = \frac{2R}{3}$$

Исходя из формулы, полученной выше:

$$\left(\frac{\varphi}{\varphi_0} \right)_1 = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \frac{kQ}{z\varphi_0} + \frac{kQ}{\epsilon \frac{R}{3}\varphi_0}, \quad \left(\frac{\varphi}{\varphi_0} \right)_2 = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \frac{kQ}{z\varphi_0} + \frac{kQ}{\epsilon \frac{2R}{3}\varphi_0}$$

(заметим, что $\varphi_0 \neq 0$ — из графика)



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!

Делим одно уравнение на другое, получаем:

$$\frac{\left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right)_1}{\left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right)_2} = \frac{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \frac{kQ}{2\varphi_0} + \frac{kQ}{\varepsilon \frac{R}{3}\varphi_0}}{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \frac{kQ}{2\varphi_0} + \frac{kQ}{\varepsilon \frac{2R}{3}\varphi_0}} = \frac{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} + \frac{3}{R}}{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} + \frac{3}{2R}} = \frac{5}{4}$$

и учитывая, что из графика $z = \frac{R}{6}$:

$$\frac{\frac{6(\varepsilon-1)}{\varepsilon} + 3}{\frac{6(\varepsilon-1)}{\varepsilon} + \frac{3}{2}} = \frac{5}{4};$$

$$6 \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} + 3 = \frac{15}{2} \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} + \frac{15}{8};$$

$$\frac{15-12}{2} \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} = \frac{24-15}{8};$$

$$\frac{3}{2} \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} = \frac{9}{8}$$

$$\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} = \frac{3}{4}$$

$$\varepsilon - 1 = \frac{3}{4} \varepsilon$$

$$\frac{1}{4} \varepsilon = 1$$

$$\varepsilon = 4.$$

Ответ: 1) $\varphi_{\frac{5R}{6}} = \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \frac{kQ}{z} + \frac{6kQ}{5\varepsilon R}$

2) $\varepsilon = 4.$



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.



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.

Решение:

1) Пусть $B_{вн1}$ и $B_{вн2}$ - индукции внешнего поля в катушках, B_1 и B_2 - ~~в~~ соотв. индукты в кот, возн. из за протекания тока

Поток общие потоки в катушках

$$\Phi_1 = L_1 I = (B_{вн1} + B_1) n_1 S, \quad \Phi_2 = L_2 I = (B_{вн2} + B_2) n_2 S$$

Дифференцируем по времени:

$$L_1 \dot{I} = (\dot{\alpha} + \dot{B}_1) n_1 S, \quad L_2 \dot{I} = (\dot{0} + \dot{B}_2) n_2 S$$

В силу соединения катушек ~~такого~~ $-\dot{B}_1 n_1 S = \dot{B}_2 n_2 S$,

получим:

$$L_1 \dot{I} = \dot{\alpha} n_1 S - L_2 \dot{I}, \Rightarrow \dot{I} = \frac{\dot{\alpha} n_1 S}{L_1 + L_2} = \frac{\dot{\alpha} n S}{17L}$$

$$2) L_1 dI = (dB_{вн1} + dB_1) n_1 S; \quad (1)$$

$$L_2 dI = (dB_{вн2} + dB_2) n_2 S; \quad (2)$$

$$-dB_1 n_1 S = dB_2 n_2 S;$$

$$\text{Складывая (1) и (2): } (L_1 + L_2) dI = dB_{вн1} n_1 S + dB_{вн2} n_2 S + dB_1 n_1 S + dB_2 n_2 S = dB_{вн1} n_1 S + dB_2 n_2 S$$

$$\text{Суммируя за все время: } (L_1 + L_2) I_K = (B_0 - \frac{B_0}{3}) n_1 S + (3B_0 - \frac{9B_0}{4}) n_2 S$$

$$17L I_K = -\frac{2}{3} B_0 n S - \frac{3}{4} B_0 \cdot 4 n S = -\frac{11}{3} B_0 n S, \text{ тогда по}$$

$$\text{модулю } I_K = \frac{11 B_0 n S}{51 L}$$

$$\text{Ответ: 1) } \dot{I} = \frac{\dot{\alpha} n S}{17L}, \quad I_K = \frac{11 B_0 n S}{51 L}$$



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.

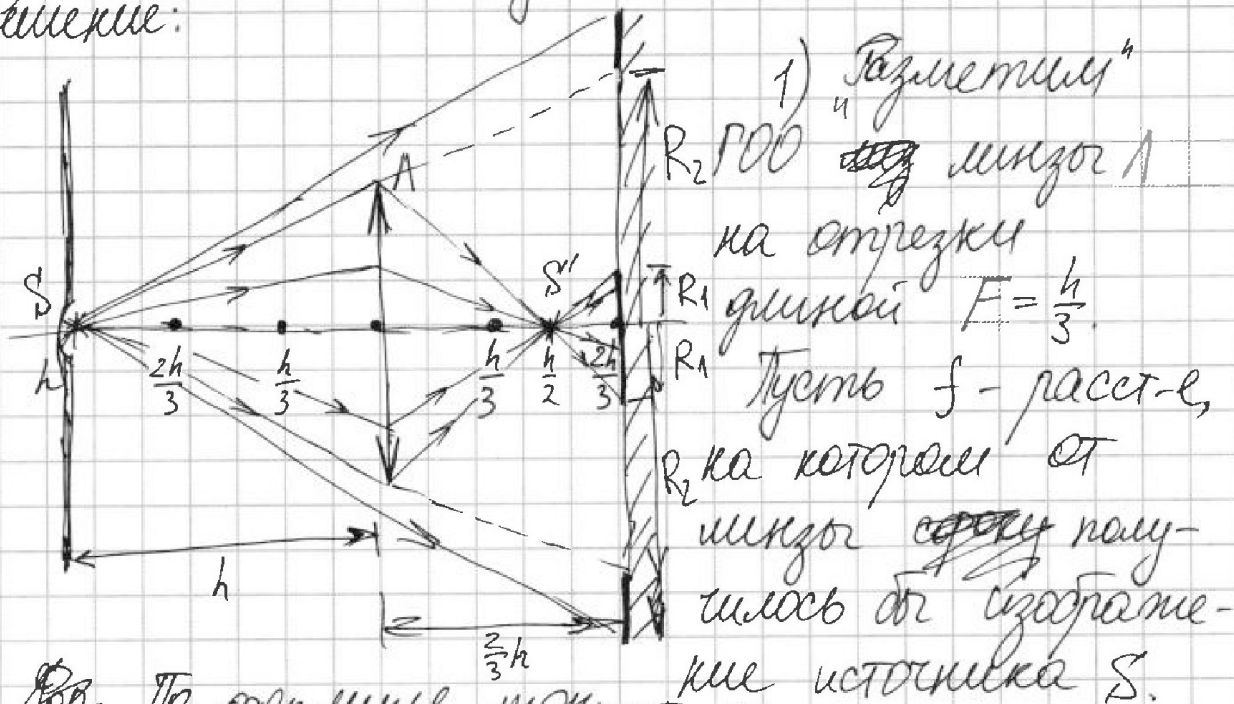
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 4

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 5.

Решение:



По формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{3F} + \frac{1}{f}, \Rightarrow f = \frac{3F}{2} = \frac{3}{2} \cdot \frac{h}{3} = \frac{h}{2}$$

Т.е. лучи, которые попадут на линзу, соберутся на расстоянии $\frac{h}{2}$ в изображении S' , а их продолжение образуют светлые пятно радиуса R_1 . Лучи, не попавшие на линзу, распространяются прямолинейно, край и вся область далее, чем R_2 от ГОО линзы будет освещена (см. рис.)



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 из 4

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!

находящийся за зеркалом на расстоянии $y = \frac{2h}{3} + x = \frac{2h}{3} + \frac{h}{6} = \frac{5h}{6}$ от линзы, при отсутствии зеркала и ~~и~~ его лучи ~~отражаются~~ пучок его лучей ограничен (см. рис.), при этом радиус пучка, попадающего на лучи от S'' в плоскости линзы равен $r' = R_1 \cdot \frac{5h/6}{h/6} = \frac{5}{3}r > r$, т.е. есть отражённые лучи, не попадающие на линзу. Для крайнего луча найдём расстояние попадания на стеклу:

$$\frac{r_1}{h+y} = \frac{r}{y} \Rightarrow r_1 = r \cdot \frac{h+y}{y} = r \cdot \frac{h + \frac{5h}{6}}{\frac{5h}{6}} = r \cdot \frac{11}{5} = \frac{11}{5}r$$

лучи, идущие от S'' и прошедшие через линзу соберутся на нек. расстоянии f' от ~~и~~ линзы. По формул. т. линзы:

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{f} + \frac{1}{y} \Rightarrow f' = \frac{y \cdot f}{y - f} = \frac{\frac{5h}{6} \cdot \frac{h}{3}}{\frac{5h}{6} - \frac{h}{3}} = h \cdot \frac{\frac{5}{18}}{\frac{3}{6}} = h \cdot \frac{10}{18} = \frac{5}{9}h$$



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

4 ИЗ 4

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!

Из геометрии рисунка найдём радиус r_2 светлого пятна на стене, образованного отражённым, прошедшим через линзу лучом:

$$\frac{r_2}{h - \frac{5}{9}h} = \frac{r}{\frac{5}{9}h}, \Rightarrow r_2 = r \cdot \frac{\frac{4}{9}}{\frac{5}{9}} = \frac{4}{5}r.$$

Площадь освещённой части стены:

$$S' = S_1' - S_2' = \pi(r_1^2 - r_2^2) = \pi\left(\frac{121}{25}r^2 - \frac{16}{25}r^2\right) = \frac{21\pi}{5}r^2 = \frac{21\pi}{5} \cdot 25 \text{ см}^2 = 105\pi \text{ см}^2.$$

Ответ: 1) $S = \frac{200\pi}{3} \text{ см}^2$

2) $S' = 105\pi \text{ см}^2.$

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.



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!

$$d\varphi = \frac{kQ}{\varepsilon r^2} dr$$

$$\varphi_R = \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\varepsilon R}$$

$$\varphi_0 - \varphi_R = \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{1}{r_0} - \frac{1}{R} \right)$$

$$\varphi_0 = \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\varepsilon R} + \frac{kQ}{r_0} - \frac{kQ}{R} = \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \frac{kQ}{r} +$$

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = \frac{\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \frac{kQ}{r}}{\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \frac{kQ}{r_0}} + \frac{\frac{kQ}{\varepsilon R}}{\frac{kQ}{\varepsilon R}} = n_1$$

$$E_k = \frac{LI^2}{2}$$

$$\Phi = LI = BnS$$

$$2ma_{2x} = F_{2x} \cos \alpha_2 - N_2 \sin \alpha_2$$

$$\mathcal{E}_{i1} + \mathcal{E}_{i2} = I(r_1 + r_2)$$

$$(B_{k1} + B_1)n_1S = L_1I = \Phi_1$$

$$(B_{k2} + B_2)n_2S = L_2I = \Phi_2$$

$$\mathcal{E}_{i1} + \mathcal{E}_{i2} = 0$$

$$\left(\alpha + \frac{dB_1}{dt} \right) n_1S = L_1 \frac{dI}{dt}$$

$$-\dot{B}_1 n_1S = \dot{B}_2 n_2S$$

$$\dot{B}_2 n_2S = L_2 \dot{I}$$

$$\alpha = L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I} \Rightarrow \dot{I} = \frac{\alpha}{L_1 + L_2}$$

$$\begin{array}{r} 42 \\ -9 \\ \hline 33 \end{array}$$



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

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

СТРАНИЦА
__ 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!

$$\mathcal{E}_{i1} + \mathcal{E}_{i2} = 0$$

$$\mathcal{E}_i = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{dB}{dt} \cdot S n_i$$

$$I = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = - \frac{k S n_i}{R}$$

$$A_{\text{внешн}} = \Delta E_{\text{смет}} \approx \frac{L_1 I^2}{2} + \frac{L_2 I^2}{2} \quad \alpha > 0$$

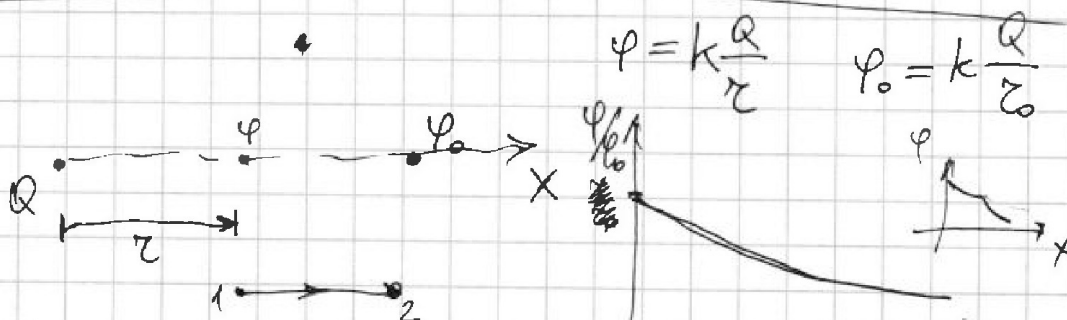
$$A_{\text{внешн}} = ?$$

$$\Phi = \Phi_{\text{внешн}} + \Phi_{\text{внутр}}$$

$$\frac{d\Phi_{\text{внешн}}}{dt} - \frac{d\Phi_{\text{внутр}}}{dt} = \dots$$

$$\frac{dB_{\text{вн}}}{dt} S n_1 + \frac{dB_{\text{вн}}}{dt} S n_1 = \frac{dB_{\text{вн}}}{dt} S n_2 + \frac{dB_{\text{вн}}}{dt} S n_2$$

$$\alpha + \frac{dB_1}{dt} S n = \frac{dB_2}{dt} S n$$

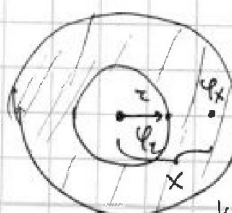
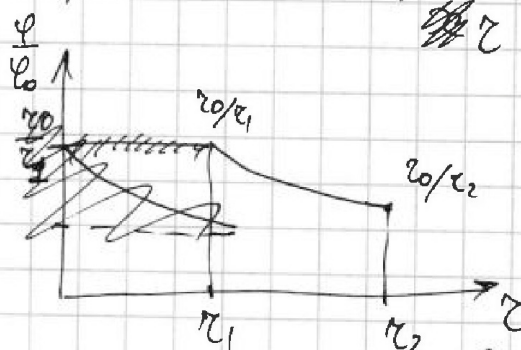


$$E = \frac{F}{\mathcal{E}} \quad E = k \frac{Q}{r^2}$$

$$d\varphi = -E dr = -k \frac{Q}{r^2} dr$$

$$\varphi(r) - \varphi(r_0) = - \frac{kQ}{\mathcal{E}} \int_{r_0}^r \frac{dr}{r^2}$$

$$\varphi(r) - \varphi(r_0) = \frac{kQ}{\mathcal{E}} \left(\frac{1}{r} \right) \Big|_{r_0}^r = \frac{kQ}{\mathcal{E}} \left(\frac{1}{r_0} - \frac{1}{r} \right)$$



$$\varphi_r - \varphi_x = \frac{kQ}{\mathcal{E}} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{x-r} \right)$$

$$\varphi_r = k \frac{Q}{r} \quad \varphi_x - \varphi_r = \frac{kQ}{\mathcal{E}} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{x-r} \right)$$

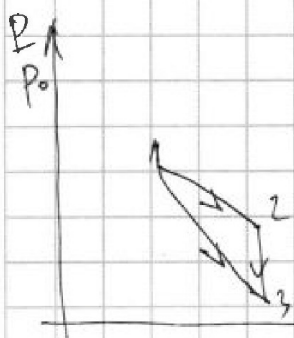


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$A_{20} = \frac{1}{2} \cdot \Delta V_{31} (p_2 - p_3)$$

$$m_1 = \frac{\Delta U_{12}}{A_{20}}$$

$$pV = \nu RT$$

$T = \max, (pV) = \max$

$$p_0 \left(\frac{V}{V_0} \right) = p_1 - k \frac{\Delta V}{V_0}$$

$$p_0 \cdot V - \frac{2V p_0}{2V_0} = 12 p_0 - \frac{2V p_0}{2V_0} = 12 - \frac{V}{V_0}$$

$$\varepsilon_i = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{dB \cdot S}{dt}$$

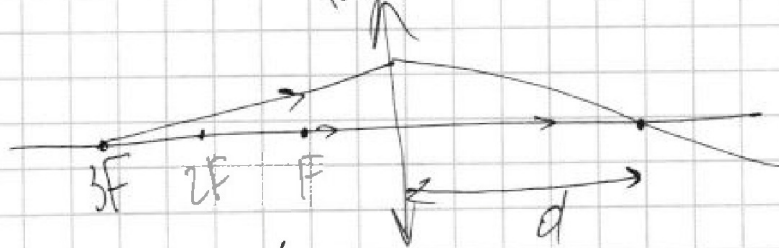
$$\varepsilon_{i1} + \varepsilon_{i2} = 0$$

$$\frac{72}{28} = \frac{36}{14} = \frac{18}{7}$$

$$Q_{12} = 9 p_0 V_0 + \frac{1}{2} (8 + 6) p_0 (14 - 8) V_0 =$$

$$= 9 + 7 \cdot 6 = \frac{105}{25} = \frac{21}{5}$$

$$Q_{31} =$$



$$\frac{R_1}{\frac{4}{6}} = \frac{z'}{\frac{54}{6}}, \quad z' = 5R_1 = 5 \cdot \frac{z}{3} = \frac{5}{3} z$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{3F} + \frac{1}{f} + \frac{100}{600}$$

$$f = \frac{3F}{2}$$

$$\frac{600}{9} = \frac{200}{3}$$



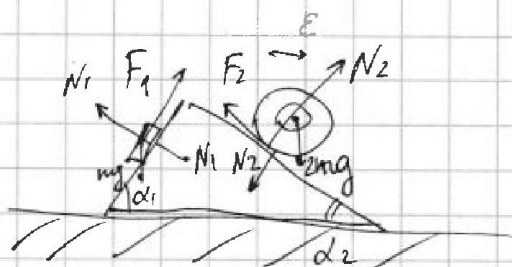
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



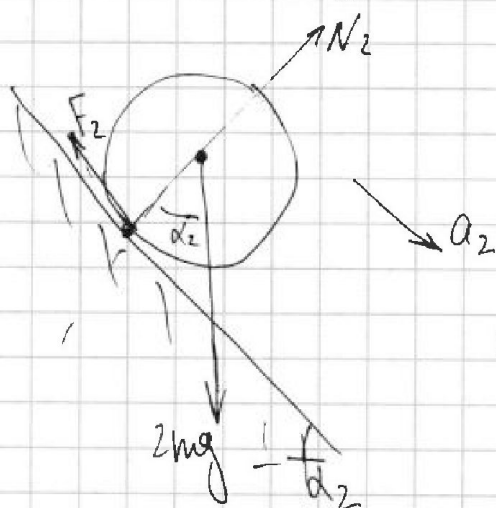
$$\varepsilon = \frac{a_2}{R}$$

$$2m \cdot R^2 \cdot \varepsilon = F_2 \cdot R$$

$$2ma_2 = F_2$$

$$2mR^2 \cdot \frac{a_2}{R} = F_2 \cdot R$$

$$2ma_2 = 2mg \sin \alpha_2 - F_2$$



$$2ma_2 = 2mg \sin \alpha_2 - F_2$$

$$2m \cdot 0 = N_2 - 2mg \cos \alpha_2$$

$$\frac{10}{13} - \frac{1}{4}$$

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

$$(2mR^2 + 2mR^2) \frac{a_2}{R} = 2mg \sin \alpha_2 \cdot R$$

$$4ma_2 = 2mg \sin \alpha_2$$

$$2ma_2 = mg \sin \alpha_2$$

$$2m \cdot \frac{9}{4} = mg \frac{5}{13}$$

$$2mR^2 \cdot \frac{a_2}{R} + \frac{F_2 R^2}{R} = 2mg \sin \alpha_2 R$$

$$2ma_2 + F_2 = 2mg \sin \alpha_2$$

$$2mg(2mR^2 + I) \frac{a_2}{R} = 2mg \sin \alpha_2 R$$

$$I \frac{a_2}{R} = F_2 \cdot R$$

$$F_2 = \frac{I a_2^2}{R^2}$$

$$I = \frac{F_2 R^2}{a_2}$$

$$d\varphi = \frac{kQ}{\varepsilon r^2} dr$$

$$\varphi_K - \varphi_H = \frac{kQ}{\varepsilon}$$