



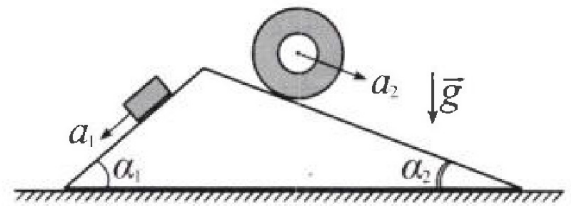
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



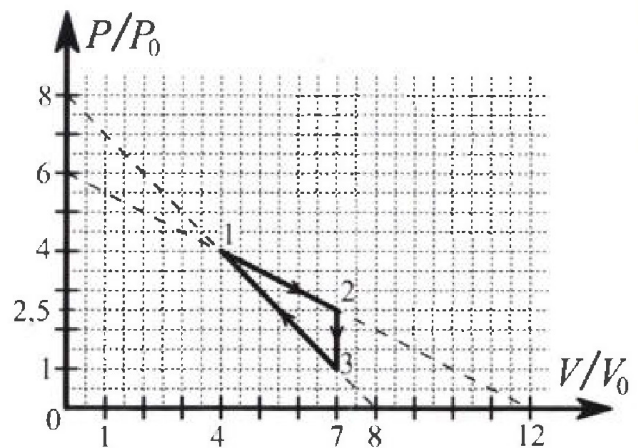
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $4m$ с ускорением $a_2 = 5g/24$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) 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.

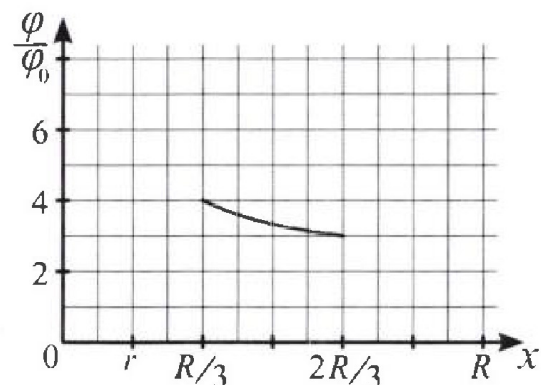
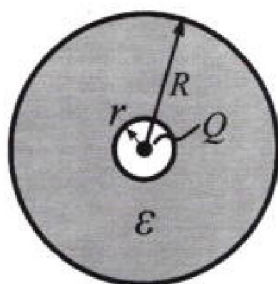


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 $x = R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



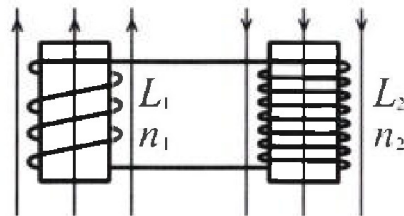
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

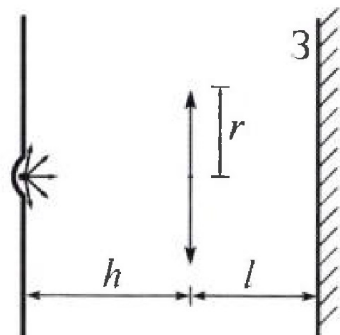


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки 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 $B_0/2$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $2B_0$ до $2B_0/3$, 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 $F = h/2$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 3$ 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 γ , 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 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!

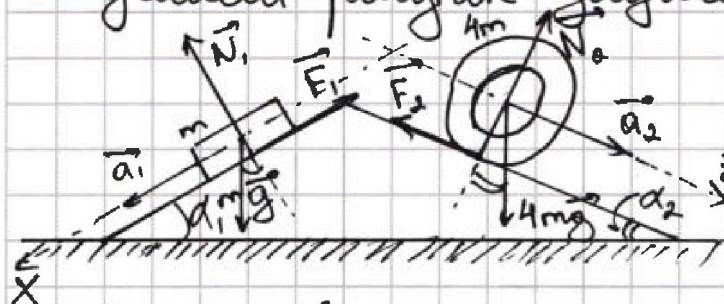
Задача 1

Дано: $a_1 = \frac{5g}{13}$, m , $a_2 = \frac{5g}{24}$, $\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$, $\sin \alpha_2 = \frac{5}{13}$

Найти: $F_1 - ?$ $F_2 - ?$ $F_3 - ?$

Решение:

Сделаем рисунок задачи и расставим силы, действующие на брусок и цилиндр.



Введем в на рисунке ось $Ox \uparrow \vec{a}_1$ и ось $Oz \uparrow \vec{a}_2$

II з-н. Ньютона:

$$\begin{cases} m\vec{a}_1 = \vec{N}_1 + m\vec{g} + \vec{F}_1 \\ 4m\vec{a}_2 = \vec{N}_2 + 4m\vec{g} + \vec{F}_2 \end{cases}$$

$$Ox: ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1 \Rightarrow F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1)$$

$$F_1 = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = \frac{11}{65} mg$$

$$Oz: 4ma_2 = 4mg \sin \alpha_2 - F_2$$

$$\begin{aligned} F_2 &= 4mg (\sin \alpha_2 - a_2) = 4mg \left(\frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) = \\ &= 20mg \frac{24-13}{13 \cdot 24} = \frac{55}{78} mg \end{aligned}$$

Затем найдем $\vec{N}_1$ и $\vec{N}_2$ (силы реакции опоры на брусок и цилиндр соответственно):



1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

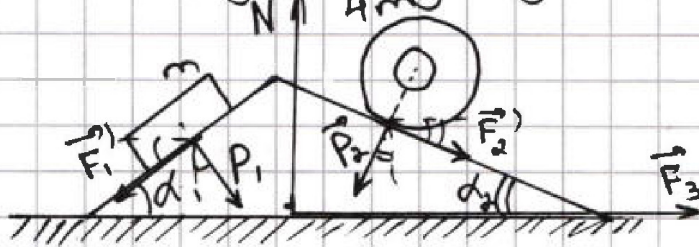
СТРАНИЦА
2 из 3

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!

$$N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$$

$$N_2 = 4mg \cos \alpha_2 = \frac{48}{13} mg$$

Для нахождения силы $\vec{F}_3$ сделаем новый рисунок, на котором расставим силы, действующие на кин:



Предположим, что сила трения между

сталью и киндом действует

II 3-й закон:

$$\sum \vec{F}_i = m \vec{a}_k = 0 \quad (\text{кинд покоится})$$

(m_k - масса кинда
 a_k - ускорение кинда)

или $F_3 < 0$, значит

$\vec{F}_3$ действует влево)

Введем ось $Oy \uparrow \vec{F}_3$:

$$Oy: F_3 - F_1' \cos \alpha_1 + P_1 \sin \alpha_1 - P_2 \sin \alpha_2 + F_2 \cos \alpha_2 = 0$$

$$\begin{cases} \text{По III 3-му закону } \vec{F}_1' = -\vec{F}_1, \vec{F}_3 = -\vec{F}_3' \\ \vec{N}_1 = -\vec{P}_1, \vec{N}_2 = -\vec{P}_2 \quad \text{или } F_1 = F_1', F_3 = F_3' \\ P_1 = N_1, P_2 = N_2 \end{cases}$$

$$F_3 - \frac{4}{5} F_1 + N_1 \cdot \frac{3}{5} - N_2 \cdot \frac{5}{13} + F_2 \cdot \frac{12}{13} = 0$$

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
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!

$$F_3 = \frac{4}{5} \cdot \frac{14}{65} mg - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} mg + \frac{5}{13} \cdot \frac{48}{13} mg - \frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} mg = mg \left(\frac{1}{25} \left(\frac{56}{13} - \frac{156}{13} \right) + \frac{1}{13} \left(\frac{240}{13} - \frac{660}{78} \right) \right)$$

$$F_3 = mg \left(-\frac{4}{13} + \frac{10}{13} \right) = \frac{6}{13} mg$$

$$\text{Ответ: } F_1 = \frac{14}{65} mg, F_2 = \frac{55}{78} mg, F_3 = \frac{6}{13} mg$$



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 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 2

Найти: $\frac{|\Delta U_{23}|}{A} - ?$ $\frac{T_{\max 12}}{T_1} - ?$ $\eta - ?$

Решение: $\Delta n = 3$ - число степеней свободы

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

3-н Менделеева - Клапейрона: $2,5 P_0 \cdot 7V_0 = \nu R T_2$

$$T_2 = \frac{35 P_0 V_0}{2 \nu R}$$

$$P_0 \cdot 7V_0 = \nu R T_3$$

$$T_3 = \frac{7 P_0 V_0}{\nu R}$$

Получим: $\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \left(7 P_0 V_0 - \frac{35}{2} P_0 V_0 \right)$

$$|\Delta U_{23}| = \frac{3}{2} \cdot \frac{21 P_0 V_0}{2} = \frac{63 P_0 V_0}{4}$$

Работа газа за цикл - это площадь треугольника на графике зависимости P от V :

$$A = P_0 V_0 \cdot \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 1,5 = \frac{9}{4} P_0 V_0$$

Искомое отношение:

$$\frac{|\Delta U_{23}|}{A} = \frac{63}{9} = 7$$

Для нахождения $T_{\max 12}$ найдем ур-е прямой 12:



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 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!

$$\cancel{V_{12} = V_0} \quad P_{12} = k V_{12} + b$$

$$P = 6P_0 \quad V = 0: \quad b = 6P_0$$

$$P = 0 \quad V = 12V_0: \quad 6P_0 = -k 12V_0$$

$$k = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0}$$

Ур-е Менделеева - Клапейрона примет вид: $(6P_0 - \frac{1}{2} \frac{V_{12}}{V_0} P_0) V_{12} = \nu R T_{12}$

Термодифф. выражение:

$$\nu R \frac{dT_{12}}{dV} = 6P_0 - \frac{V_{12}}{V_0} P_0 = 0 \quad (\text{при } T = T_{\max, 12})$$

$$V_{12}' = 6V_0 \quad P_{12}' = 3P_0$$

$$T_{\max, 12} = \frac{P_{12}' V_{12}'}{\nu R} = \frac{18 P_0 V_0}{\nu R}$$

$$T_1 = \frac{4 \cdot 4 P_0 V_0}{\nu R} = \frac{16 P_0 V_0}{\nu R}$$

$$\text{Получим: } \frac{T_{\max, 12}}{T_1} = \frac{9}{4} = 2,25$$

Найдём КПД цикла по формуле:

$$\eta = \frac{A}{Q_+}, \quad \text{где } A = \frac{9}{4} P_0 V_0$$

На участке 23 $A_{23} = 0$, $\Delta U_{23} < 0$, поэтому $Q_{23} < 0$. Значит газ отдает тепло



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
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!

$$(31) : -\left(-\frac{P_0}{V_0}\right) = \frac{5(8P_0 - \frac{V_{13}}{V_0}P_0)}{3V_{12}}$$

$$3V_{13}'' = 40V_0 - 5V_{13}$$

$$V_{13}'' = 5V_0 \quad P_{13}'' = 3P_0$$

Следовательно, газ нагревает тепло на участке 31 от т. (7; 1) до (5; 3):

$$Q_{+1} = -\frac{3}{2} \nu R (T_3 - T'') - \frac{P_0 + 3P_0}{2} \cdot (7V_0 - 5V_0) =$$

$$= \left\{ T'' = \frac{15P_0V_0}{\nu R} \right\} = 12P_0V_0 - 4P_0V_0 = 8P_0V_0$$

$$Q_{+2} = Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$$

$$Q_{+2} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{(4 + 2,5)P_0}{2} \cdot 3V_0$$

$$\left\{ T_1 = 16P_0V_0 : \nu R \right\}$$

$$Q_{+2} = \frac{3}{2} \left(\frac{35}{2} - 16 \right) P_0V_0 + \frac{39}{4} P_0V_0 =$$

$$= P_0V_0 \left(\frac{39}{4} + \frac{39}{4} \right) = 12P_0V_0$$

$$Q_{+} = Q_{+1} + Q_{+2} = 20P_0V_0$$

Искомое КПД цикла: $\eta = \frac{\frac{9}{4}P_0V_0}{20P_0V_0} = \frac{9}{80}$

или $\eta = 11,25\%$

Ответ: $\frac{Q_{+2}}{A} = 7$, $\frac{T_{max12}}{T_1} = 2,25$, $\eta = 11,25\%$



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 3

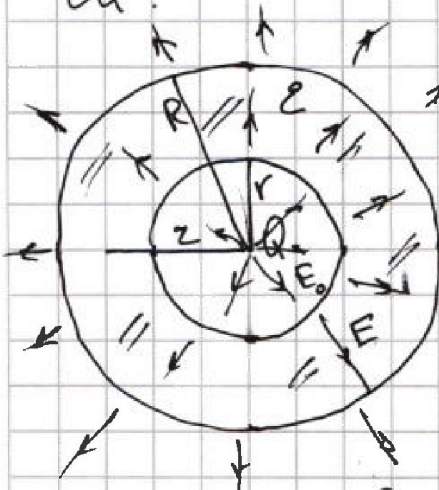
Дано: $r, R, Q, \epsilon, \varphi_0, x = R/4$

Найти: ~~$\varphi(x)$~~ $\epsilon - ?$ $\varphi(x) - ?$

Решение:

Сделаем схематичный рисунок зада-

чи:



Обозначим потенциал шарика с зарядом Q как φ

Потенциал на расстоянии r от него: $\varphi - \varphi(r) = \int_0^r E dz$

где $E_0 = k \frac{Q}{z^2}$

Получим: $\varphi = \varphi(r) = kQ$

Поле снаружи диэлектрика создается зарядом Q и равно $E_0 = k \frac{Q}{z^2}$. П.к. $E = -\frac{d\varphi}{dz}$,

то по этой формуле найдём потенциал внешней поверхности шара равен:

$$\varphi(R) - \varphi_\infty = \int_R^\infty k \frac{Q}{z^2} dz = kQ \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{\infty} \right)$$



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
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!

$$\varphi(R) = \frac{kQ}{R}$$

Теперь найдём потенциал внутри диэлектрика, учитывая, что поле внутри него уменьшается в ε раз

$$E = \frac{E_0}{\varepsilon} : \varphi(z) - \varphi(R) = \int_z^R E dz$$

$r \leq z \leq R$

$$\varphi(z) - \frac{kQ}{R} = \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{z} \right)$$

$$\varphi(z) = \frac{kQ}{\varepsilon z} + \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\varepsilon R} = kQ \left(\frac{1}{\varepsilon z} + \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon R} \right)$$

$$\varphi(z) = kQ \left(\frac{1}{\varepsilon z} + \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon R} \right)$$

$$\text{Следовательно: } \varphi(x) = kQ \left(\frac{4}{\varepsilon R} + \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon R} \right) =$$

$$= kQ \frac{\varepsilon + 3}{\varepsilon R} = \frac{kQ}{R} \frac{\varepsilon + 3}{\varepsilon}$$

Для нахождения ε найдём потенциал в т. при $z = \frac{R}{3}$ и $z = \frac{2R}{3}$:

$$\left. \begin{aligned} \varphi\left(\frac{R}{3}\right) &= \frac{kQ}{R} \frac{\varepsilon + 2}{\varepsilon} = 4\varphi_0 \\ \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) &= \frac{kQ}{R} \frac{2\varepsilon + 1}{2\varepsilon} = 3\varphi_0 \end{aligned} \right\} \frac{2\varepsilon + 4}{2\varepsilon + 1} = \frac{4}{3}$$



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
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!

$$6\varepsilon + 12 = 8\varepsilon + 4$$

$$2\varepsilon = 8$$

$$\varepsilon = 4$$

$$\text{Ответ: } \varphi(x) = \frac{kQ}{R} \frac{\varepsilon + 3}{\varepsilon} ; \varepsilon = 4$$



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.

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!

2) Запишем 3-н Парадокса

$$\mathcal{E} = \frac{dB_1}{dt} S_n - L_1 \dot{I}_1$$

$$\mathcal{E}_2 = \frac{dB_2}{dt} S_{n2} - L_2 \dot{I}_2$$

$$= (dB_1 S_n - 4d\dot{I}^2) = dB_2 S_n \cdot 2 - 4L\dot{I}^2$$

$$5L\dot{I} = (dB_2 + 2dB_1) S_n$$

$$I = \frac{(B_0 + \frac{4}{3}B_2) S_n}{5L}$$

$$I_k = \frac{7}{15} \frac{B_0 S_n}{L}$$



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 2

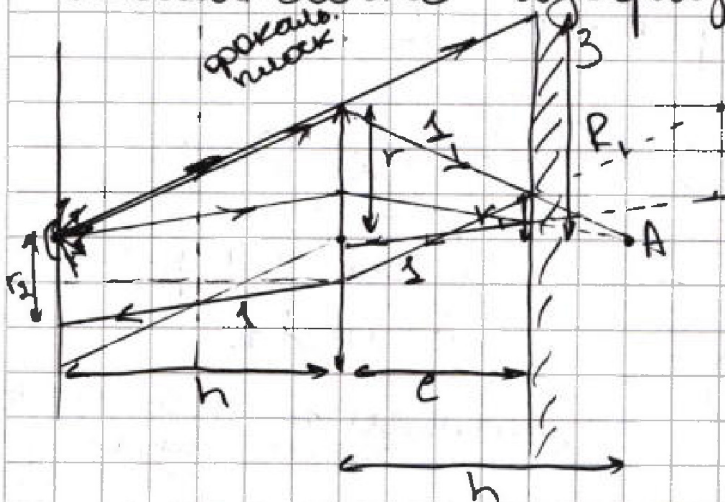
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Дано: $F = \frac{h}{2}$, $r = 3 \text{ см}$, $l = \frac{2h}{3}$

Найти: $S_z - ?$ $S_c - ?$

Решение:

Схематично изобразим рисунок задачи:



П.к. источник находится на расстоянии h от линзы, то его изображение будет на таком же расстоянии h

По крайнему лучу определим площадь освещенной части зеркала

(освещенная часть представляет из себя кольцо:

$$\frac{r_1}{r} = \frac{h-l}{h} \Rightarrow r_1 = \frac{r}{3}$$

$$R_1 = r \frac{h+l}{h} = \frac{5}{3} r$$

Следовательно: $S_z = \pi R_1^2 - \pi r_1^2$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

$$S_3 = \pi (R_1 - r_1)(R_1 + r_1) = \pi \cdot \frac{4}{3} r^* \cdot 2r = \frac{8}{3} r^2 \pi$$

$$S_3 = 24\pi \text{ см}^2$$

Аналогично по крайней мере ширину найдем S_c (рассмотрев путь 1):

$\{R_2 = 2R_1\}$
из геометрии
рисунка

~~$\frac{R_2 - R_1}{h}$~~ $r_2 = 2r_1$
из геометрии
рисунка

$$S_c = \pi (R_2^2 - r_2^2)$$

$$= 4\pi (R_1^2 - r_1^2) = 4 S_c = 96\pi \text{ см}^2$$

(Аналогично на стене будет теневое кольцо)

$$\text{Ответ: } S_c = 96\pi \text{ см}^2, S_c = 24\pi \text{ см}^2$$



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
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!

на участках 31 и 12

Найдём точки касания этих процессов с адиабатой: $dQ = dU + \delta A = 0$

$$\frac{3}{2} nR dT + P dV = 0 \quad \left\{ \begin{array}{l} nR dT = P dV + V dP \end{array} \right\}$$

$$3V dP + 5P dV = 0$$

$$-\frac{dP}{dV} = \frac{5P}{3V}$$

$$\left\{ \left(\frac{dP}{dV} \right)_{12} = k = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} ; \quad \left(\frac{dP}{dV} \right)_{13} = -\frac{P_0}{V_0} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{13} = 8P_0 - \frac{V_{12}}{V_0} P_0 \end{array} \right\}$$

$$\textcircled{12}: \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} = \frac{\left(8P_0 - \frac{V_{12}}{V_0} P_0 \right) \cdot 5}{3V_{12}}$$

$$\frac{3}{2} V_{12} = 30V_0 - \frac{5}{2} V_{12}$$

$$\frac{8V_{12}}{2} = 30V_0$$

$$V_{12} = 7,5V_0$$

П.к. $V_{12} = 7,5V_0$ не находится на участке 12, то на всём участке 12 излучает тепло ($dQ_{12} > 0$)



1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

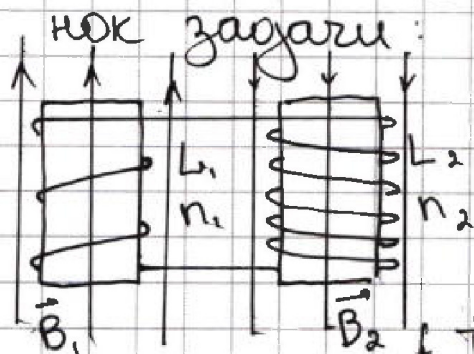
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Дано: $L_1 = L$, $L_2 = 4L$, $n_1 = n$, $n_2 = 2n$, S

Δ

Найти: I_0 - ? I_k - ?

Решение: Сделаем схематичный рису-



1) По 3-му Фарадея:

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt}, \text{ где } \Phi = B \cdot NS$$

$$L_2 \dot{I}_0 + L_1 \dot{I}_0 = \frac{d\Phi}{dt} = \Delta n_1 S$$

$$\boxed{\dot{I}_0 = \frac{\Delta n S}{5L}}$$

2) ~~$L_1 \dot{I}_1 = 3$ - н Фарадея: $\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt}$~~

~~$$L_1 dI_1 = dB_1 \cdot n_1 S$$~~

~~$$L dI_1 = dB_1 \cdot n_1 S$$~~

~~$$L_2 dI_2 = dB_2 \cdot n_2 S$$~~

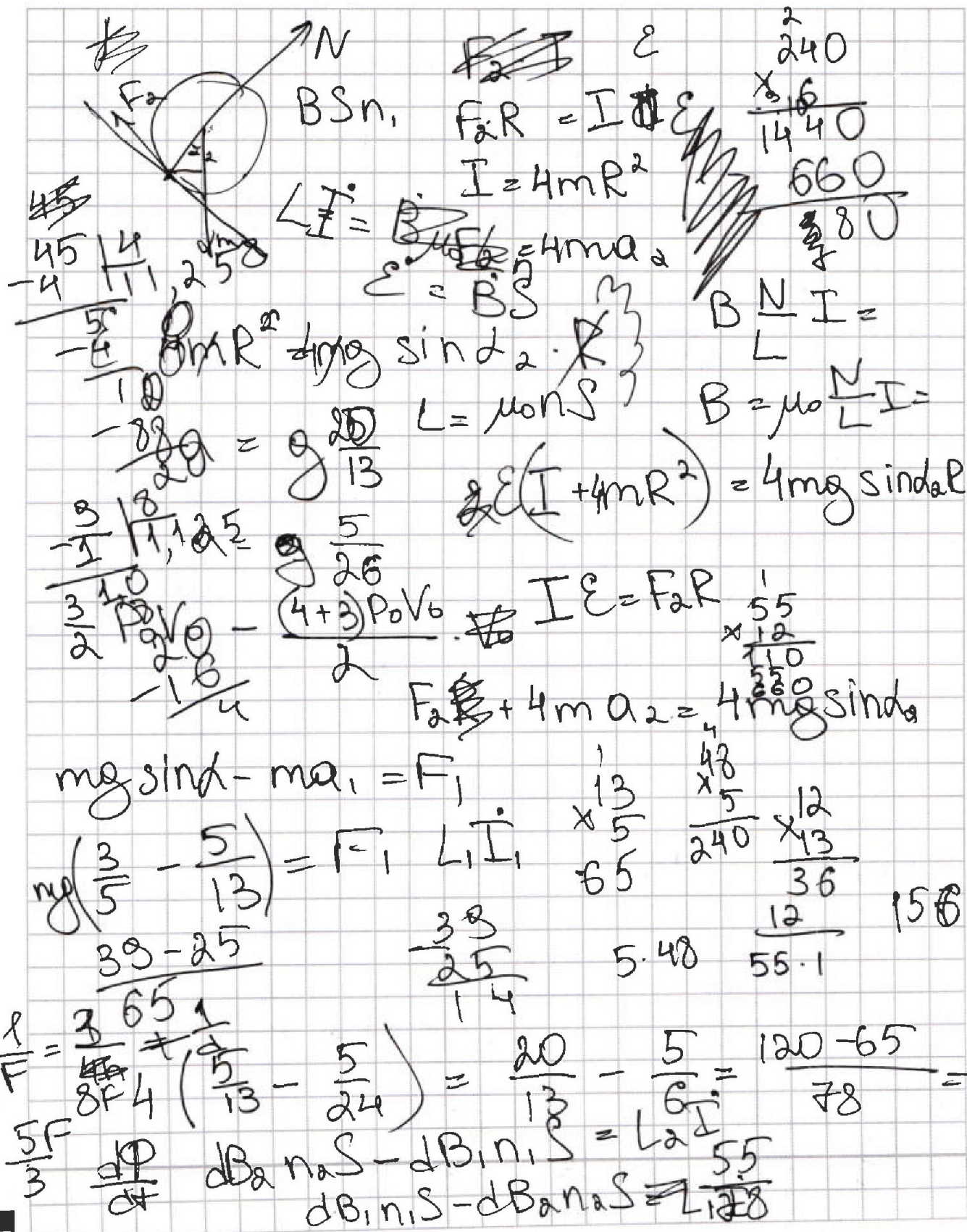
~~$$4L dI_2 = dB_2 \cdot 2n S$$~~

~~$$L dI_1 = dB_1 \cdot n S$$~~

~~$$2L dI_2 = dB_2 \cdot n S$$~~

~~Пропишем:~~ $L(I_k - I_0) = (B_0 - \frac{B_0}{2}) n S$

~~$$2L(I_k - I_0) = (2B_0 - \frac{2}{3} B_0) n S$$~~





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!

$$A =$$

$$P_{12} = 6P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V_{12}$$

$$P_{12} = \frac{2RT_{12}}{V_{12}}$$

$$P = \alpha V + 6P_0$$

$$B = 6P_0 \quad 4P_0 = \alpha \cdot 4V_0 + 6P_0$$

$$\alpha = -\frac{2P_0}{4V_0} = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0}$$

$$V_{12} = \frac{6P_0 - P_{12}}{\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0}} = 12V_0 - 2 \frac{P_{12}}{P_0} V_0$$

$$L_1 \dot{I} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2$$

$$L_2 \dot{I} = \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2$$

$$P_{12} (12V_0 - 2 \frac{P_{12}}{P_0} V_0) = 2RT_{12}$$

$$dPV + dV \frac{P}{V} = 0$$

$$12V_0 \frac{dP}{dV} - 4 \frac{P_{12}}{P_0} V_0 \frac{dP}{dV} =$$

$$\frac{dP}{dV} = -\frac{P}{V}$$

$$P_{12} = 3P_0$$

$$\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} = \frac{P}{V}$$

$$V_1 = 12V_0 - 2V_0 \frac{P_{12}}{P_0}$$

$$6P_0 - P_{12} = P_{12}$$

$$V_2 = 8V_0 - V_0 \frac{P_{12}}{P_0}$$

$$P_{12} = 3P_0$$

$$dQ = 0$$

$$\frac{dV}{dP} = -\frac{3V}{5P} = -$$

$$\frac{3}{2} 2RdT + PdV$$

$$\frac{3}{2} dPV + \frac{5}{2} PdV =$$

$$5PdV = -3dPV$$

$$\frac{3V_1}{5P_{12}} = 2 \frac{V_0}{P_0}$$

$$24 \frac{P_0}{P_{12}} - 3 \frac{P_{12}}{P_0} = 10 \frac{P_{12}}{P_0}$$

$$36 = 16 \frac{P_{12}}{P_0} \quad P_{12} = \frac{36}{16} P_0$$