



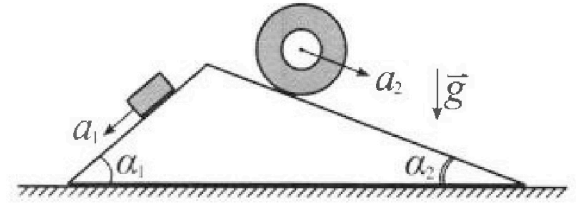
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

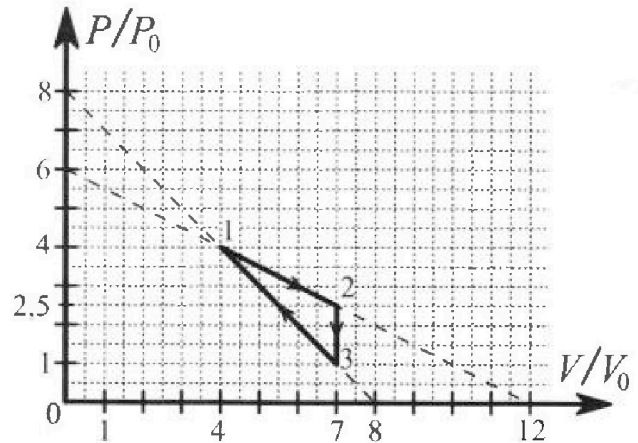


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

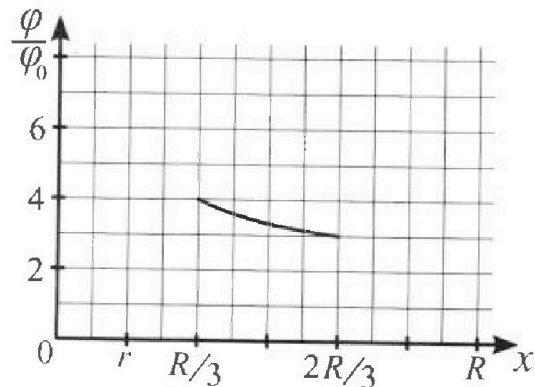
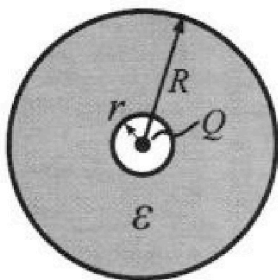
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .



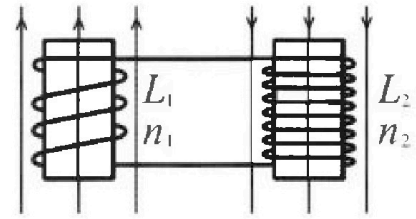
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

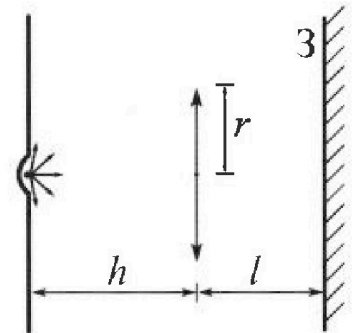


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. В начале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) на чет изменяется 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 неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

Ответы дайте в $[см^2]$ в виде $у\pi$, где $у$ - 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 11

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

Решо:

$$a_1 = \frac{5}{13} g;$$

$$a_2 = \frac{5}{24} g;$$

$$\sin d_1 = \frac{3}{13}$$

$$\cos d_1 = \frac{5}{13}$$

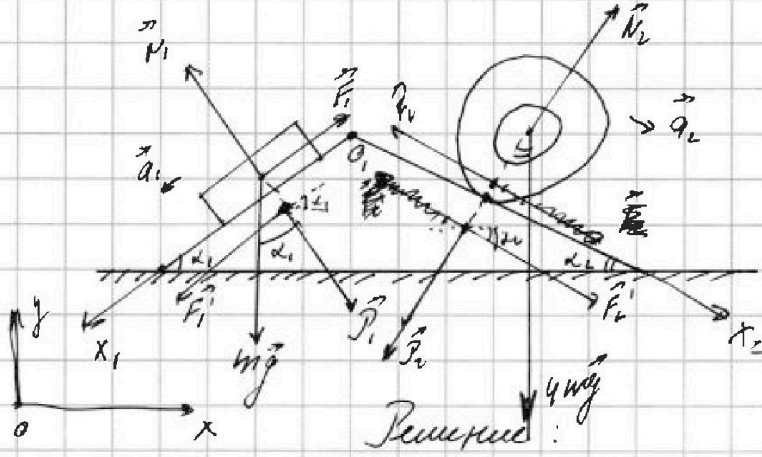
$$\sin d_2 = \frac{5}{13}$$

$$\cos d_2 = \frac{12}{13}$$

Найти F_1 !

$F_2 = ?$

$F_3 = ?$



Решение:

1) II закон Ньютона для блока:

$$O_{1x_1}: mg \cdot \sin d_1 - F_1 = m a_1$$

$$\Rightarrow F_1 = mg \cdot \sin d_1 - m a_1 = mg \cdot \frac{3}{13} - m \cdot \frac{5}{13} g = mg \cdot \frac{3g - 5g}{13} = \frac{14}{13} mg$$

2) Т.к. цилиндр вращается, а сила трения направлена против скорости, то сила трения будет направлена против линейной скорости вращения, т.е. $F_2 \uparrow O_{2x_2}$

II закон Ньютона для цилиндра:

$$O_{2x_2}: 4mg \cdot \sin d_2 + F_2 = 4m a_2$$

$$F_2 = 4m a_2 - 4mg \cdot \sin d_2 = 4m g \cdot \frac{5}{24} - 4m g \cdot \frac{5}{13} =$$

$$= 4 \cdot 5 mg \left(\frac{1}{24} - \frac{1}{13} \right) = 20 mg \cdot \frac{13-24}{13 \cdot 24} = 20 mg \cdot \frac{-11}{312} = \frac{-55}{156} mg$$

т.е. $F_2 \downarrow O_{2x_2}$, зп. $F_2 = \frac{55}{156} mg$



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 11

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) Т.к. клин покоится, то векторная сумма всех сил, действующих на него равна 0.

III зп. Ньютона:

$$\begin{array}{l} \vec{N}_2 = -\vec{P}_2 \\ \vec{N}_1 = -\vec{P}_1 \\ \vec{F}_1 = -\vec{F}_1' \\ \vec{F}_2 = -\vec{F}_2' \end{array} \quad \left| \rightarrow \right. \quad \begin{array}{l} N_2 = P_2 = 4mg \cos \alpha_2 \\ N_1 = P_1 = mg \cos \alpha_1 \\ F_1 = F_1' \\ F_2 = F_2' \end{array}$$

Тогда сила реакции в проекции на Ox равна сумме всех проекций сил, а сумма проекций на Oy уравнивается с силой реакции опоры

$$F_{3x} = -F_1' \cos \alpha_1 + P_1 \sin \alpha_1 - P_2 \sin \alpha_2 + F_2' \cos \alpha_2$$

$$F_{3x} = -F_1 \cos \alpha_1 + mg \cos \alpha_1 \sin \alpha_1 - 4mg \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 + F_2 \cos \alpha_2$$

$$F_{3x} = -\frac{14}{65} mg \cdot \frac{4}{5} + mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - 4mg \cdot \frac{12}{13} \cdot \frac{5}{13} + \frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} mg =$$

$$= \frac{4}{25} mg \left(-\frac{14}{13} + 3 \right) + mg \cdot \frac{12}{13} \cdot \frac{5}{13} \left(-4 + \frac{11}{6} \right) =$$

$$= \frac{4}{25} mg \frac{39-14}{13} + \frac{12 \cdot 5}{13^2} mg \frac{11-24}{6} = \frac{4}{25} mg \cdot \frac{25}{13} - \frac{12 \cdot 5}{13^2} \cdot \frac{13}{6} mg =$$

$$= \frac{4}{13} mg - \frac{10}{13} mg = -\frac{6}{13} mg$$

т.е. $F_3 = \frac{6}{13} mg$

Ответ: $F_1 = \frac{14}{65} mg$;

$F_2 = \frac{55}{78} mg$;

$F_3 = \frac{6}{13} mg$.

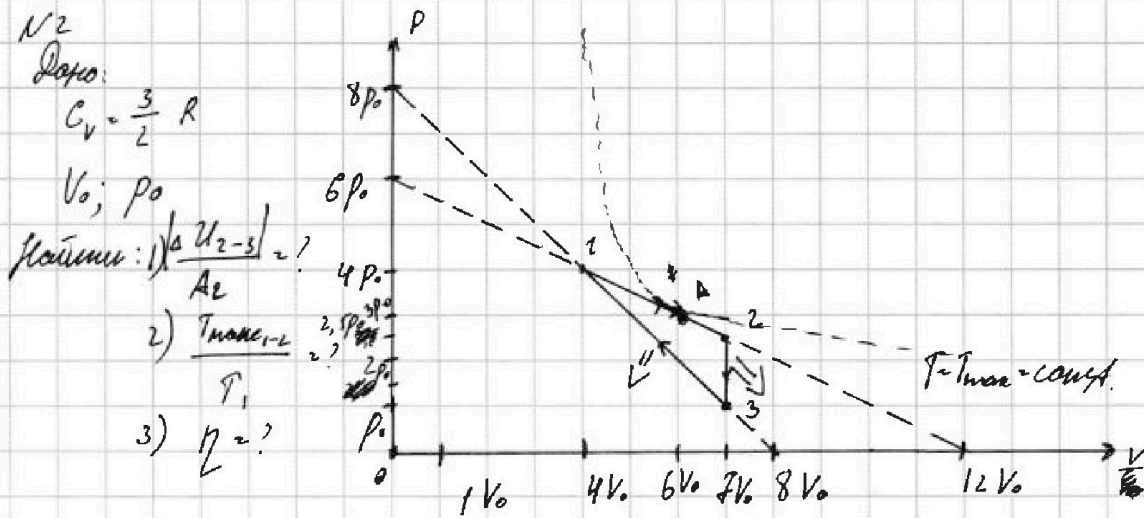


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 ИЗ 11

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!



Решение:

1) Найдем уравнения прямых 1-2; 3-1

$$1-2: \begin{cases} 0 = k \cdot 6V_0 + b_1 \\ 0 = k \cdot 12V_0 + b_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} b_1 = 6p_0 \\ k_1 = \frac{-6p_0}{12V_0} = -\frac{p_0}{2V_0} \end{cases}$$

т.е. $p = -\frac{p_0}{2V_0} \cdot V + 6p_0$ в процессе 1-2

$$3-1: \begin{cases} 0 = k \cdot 8V_0 + b_2 \\ 0 = k \cdot 12V_0 + b_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} b_2 = 8p_0 \\ k_2 = \frac{-8p_0}{8V_0} = -\frac{p_0}{V_0} \end{cases}$$

т.е. $p = -\frac{p_0}{V_0} \cdot V + 8p_0$ в процессе 3-1

2) Работа газа за цикл кинематически равна площади под графиком.

$$A_2 = \frac{1}{2} \cdot (2V_0 - 4V_0) \cdot (2,5p_0 - p_0) = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot V_0 \cdot \frac{3}{2} p_0 = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

$$\left| \Delta U_{2-3} \right| = \left| C_V \cdot \nu (T_3 - T_2) \right| = \left| \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2) \right| = \frac{3}{2} (p_0 \cdot 8V_0 - 2,5p_0 \cdot 2V_0) =$$

$$= \left| \frac{3}{2} \cdot 2p_0 \cdot V_0 \cdot \left(-\frac{3}{2}\right) \right| = \frac{9}{4} \cdot 2p_0 \cdot V_0$$

$$\frac{\left| \Delta U_{2-3} \right|}{A_2} = \frac{2 \cdot \frac{9}{4} p_0 V_0}{\frac{9}{4} p_0 V_0} = 2.$$



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
4 ИЗ 11

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) Максимальная температура в процессе 1-2

будет достигаться, когда изотерма будет касаться кривой 1-2.

ур-е изотермы касаний: $p_k = \frac{DRT_{\max}}{V}$

Пусть точка касания имеет координаты $(p_k; V_k)$

тогда коэф. касательной к изотерме изотермы равен

коэф. наклона кривой 1-2, т.е. $K_{1-2} = K_{кас} = p_k'$

$$\left. \begin{aligned} K_{кас} = p_k' &= DRT_{\max} \left(-\frac{1}{V_k^2} \right) \\ K_{1-2} = K_1 &= -\frac{p_0}{2V_0} \end{aligned} \right\} \Rightarrow -\frac{DRT_{\max}}{V_k^2} = -\frac{p_0}{2V_0} \quad (1)$$

с другой стороны т. $(p_k; V_k) \in (1-2)$, т.е.

$$p_k = -\frac{p_0}{2V_0} V_k + 6p_0 \quad (3)$$

или т.к. $(p_k; V_k) \in$ изотермы: $p_k = \frac{DRT_{\max}}{V_k} \Rightarrow DRT_{\max} = p_k \cdot V_k \quad (2)$

$$(2) \rightarrow (1): -\frac{p_k V_k}{V_k^2} = -\frac{p_0}{2V_0} \Rightarrow \frac{p_k}{V_k} = \frac{p_0}{2V_0} \Rightarrow p_k = \frac{p_0}{2V_0} V_k$$

$$\text{подставим в (3): } \frac{p_0}{2V_0} V_k = -\frac{p_0}{2V_0} V_k + 6p_0$$

$$\frac{p_0}{V_0} V_k = 6p_0 \Rightarrow V_k = 6V_0$$

$$\text{т.к. } p_k = \frac{p_0}{2V_0} \cdot 6V_0 = 3p_0$$

$$DRT_{\max} = 3p_0 \cdot 6V_0 = 18p_0V_0 \Rightarrow T_{\max} = \frac{18p_0V_0}{DR}$$

$$\text{тогда т.к. } p_1 V_1 = DRT_1 \Rightarrow T_1 = \frac{4p_0 \cdot 4V_0}{DR} = \frac{16p_0V_0}{DR}$$

$$\text{то } \frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{18p_0V_0}{16p_0V_0} \cdot \frac{DR}{DR} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
5 ИЗ 11

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

4) *Итого* Труды Т. (P_K, V_K) - это Т. А
касается

тогда т.к. T_A = T_{max}, то до Т. А температура росла,
после Т. А температура начала,

т.е. при этом $A_{1-2} = \frac{2,5p_0 + 4p_0}{2} \cdot (2V_0 - 4V_0) = \frac{6,5p_0}{2} \cdot 3V_0 > 0$ *всегда.*

тогда на промежутке [1-А]: $U_{T-A} = \frac{1}{2} DR (T_A - T_1) \geq 0$

[А-2]: $U_{A-2} = \frac{3}{2} DR (T_2 - T_A) < 0$

$U_{1-A} = \frac{3}{2} DR (T_A - T_1) = \frac{3}{2} (p_K \cdot V_K - p_1 \cdot V_1) = \frac{3}{2} \cdot (18p_0V_0 - 16p_0V_0) = 3p_0V_0$

$U_{A-2} = \frac{3}{2} DR (T_2 - T_A) = \frac{3}{2} (p_2 \cdot V_2 - p_A \cdot V_A) = \frac{3}{2} \cdot (2,5p_0 \cdot 2V_0 - 18p_0V_0) =$
 $= \frac{3}{2} (12,5p_0V_0 - 18p_0V_0) = -\frac{3}{4} p_0V_0$

$A_{A-2} = \frac{2,5p_0 + 3p_0}{2} \cdot (2V_0 - 6V_0) = \frac{11}{4} p_0V_0$

т.е. $A_{A-2} > U_{A-2}$, т.е. $Q_{A-2} > 0$, т.е. газ нагревается *всегда,*

т.е. $Q_{нагр} = Q_{1-2}$

тогда $Q_{нагр} = A_{1-2} + \Delta U_{1-2} = \frac{6,5p_0 \cdot 3V_0}{2} + 3p_0V_0 - \frac{3}{4} p_0V_0 =$

$= \frac{13 \cdot 3p_0V_0}{4} - \frac{3}{4} p_0V_0 + \frac{12}{4} p_0V_0 = \frac{12 \cdot 3p_0V_0 + 12p_0V_0}{4} = \frac{4 \cdot 12 \cdot p_0V_0}{4} = 12p_0V_0$

$\eta = \frac{A_{1-2}}{Q_{нагр}} = \frac{\frac{3}{4} p_0V_0}{12p_0V_0} = \frac{3}{16}$

ответ: 1) $\frac{| \Delta U_{2-3} |}{A_2} = 2$;

2) $\frac{T_{max}}{T_1} = \frac{9}{8}$;

3) $\eta = \frac{3}{16}$.



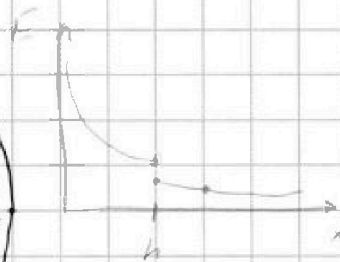
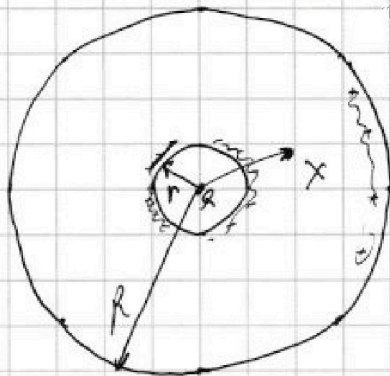
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
10 из 11

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
Доно
1) $r = R$
 $q = \frac{R}{4}$
 $x = \frac{R}{4}$
Найти $\varphi_x = ?$
2) Найти $\epsilon = ?$



Решение

1) потенциал в полости шара $\varphi_x = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x}$, где $x \in (0; r]$

Когда $x \in (r; R]$ ~~тогда~~ r, x будет находиться

в гравитационном поле, ~~тогда $\varphi_x = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x}$, где $x \in (0; r]$~~

~~Решение $\Delta W(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q \cdot q_{up}}{r} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q \cdot q_{up}}{x}$, где $\Delta x = (x-r)$ при $x \in (r; R]$~~

~~$\varphi_x = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{(x-r)} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{x-r} \right)$~~
~~тогда $\Delta W = \Delta W_1 + \Delta W_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q \cdot q_{up}}{r} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q \cdot q_{up}}{x-r}$~~

Найдем разность потенциалов энергии между

зарядами Q и q -й зарядом $q_{up} > 0$, на расстоянии $x \in (r; R]$

$$\Delta W(x) = \Delta W_1 + \Delta W_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q \cdot q_{up}}{r} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q \cdot q_{up}}{x-r}$$

тогда по определению потенциалов:

$$\varphi(x) = \frac{\Delta W(x)}{q_{up}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{(x-r)} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{x-r} \right)$$

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



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
11 из 11

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 графика видно, что $v = \frac{R}{6}$

$$\text{тогда } G = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{6}{R} + \frac{1}{\epsilon \left(\frac{R}{4} - \frac{R}{6} \right)} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{6}{R} + \frac{12}{\epsilon R} \right) =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{6}{R} \left(1 + \frac{2}{\epsilon} \right)$$

2) Из графика:

$$\begin{aligned} \text{б.т. } \left(4; \frac{R}{3} \right) : & \quad G_{\left(\frac{R}{3} \right)} = 4 G_0 \\ \text{б.т. } \left(3; \frac{2R}{3} \right) : & \quad G_{\left(\frac{2R}{3} \right)} = 3 G_0 \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad G_{\left(\frac{R}{3} \right)} = \frac{4}{3} G_{\left(\frac{2R}{3} \right)}$$

$$G_{\left(\frac{R}{3} \right)} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{6}{R} + \frac{1}{\epsilon \left(\frac{R}{3} - \frac{R}{6} \right)} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{6}{R} + \frac{6}{\epsilon R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{6}{R} \left(1 + \frac{1}{\epsilon} \right)$$

$$G_{\left(\frac{2R}{3} \right)} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{6}{R} + \frac{1}{\epsilon \left(\frac{2R}{3} - \frac{R}{6} \right)} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{6}{R} + \frac{2}{\epsilon R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{2}{R} \left(3 + \frac{1}{\epsilon} \right)$$

тогда

$$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{6}{R} \left(1 + \frac{1}{\epsilon} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{2}{R} \left(3 + \frac{1}{\epsilon} \right) \cdot \frac{4}{3}$$

$$3 \left(1 + \frac{1}{\epsilon} \right) = \frac{4}{3} \left(3 + \frac{1}{\epsilon} \right) \Rightarrow 3 + \frac{3}{\epsilon} = 4 + \frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{4}{3}$$

$$\frac{1}{\epsilon} \left(3 - \frac{4}{3} \right) = 1$$

$$\epsilon = \frac{9-4}{3} = \frac{5}{3}$$

Ответ: 1) $G = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{v} + \frac{1}{\epsilon \left(\frac{R}{4} - v \right)} \right) = \frac{3Q}{2\pi\epsilon_0 R} \cdot \left(1 + \frac{2}{\epsilon} \right);$

2) $\epsilon = \frac{5}{3}.$



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
6 ИЗ 11

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:

$$L_1 = L; \quad h_1 = h; \quad \epsilon_{i1} = -$$

$$L_2 = 4L; \quad h_2 = 2h; \quad \epsilon_{i2} = -$$

S

$$1) \frac{\Delta B}{\Delta t} = d; \quad (d > 0)$$

Найти: $\frac{\Delta I}{\Delta t} = ?$

$$2) \Delta B_1 = \frac{B_0}{2} - B_0$$

$$\Delta B_2 = \frac{2B_0}{3} - 2B_0$$

$I_0 = ?$

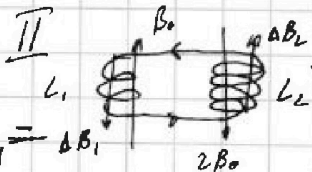
Т.к. при возрастании тока будут нарастать ЭДС

самоиндукции в обеих катушках, тогда

$$-\epsilon_i + \epsilon_{i1} + \epsilon_{i2} = 0$$

$$-L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t} - L_2 \frac{\Delta I}{\Delta t} = -k_1 \cdot S \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{k_1 \cdot S \cdot d}{L_1 + L_2} = \frac{k \cdot S \cdot d}{L + 4L} = \frac{k S d}{5L}$$



$$\epsilon_{i1} = \Delta B_1$$

$$\Delta B_1 = \frac{B_0}{2} - B_0 = -\frac{B_0}{2}$$

$$\Delta B_2 = \frac{2B_0}{3} - 2B_0 = -\frac{4B_0}{3}$$

Пусть индукция в катушке L_1 ~~изменится~~ ^{изменится} за Δt , на ΔB_{1i}

в катушке L_2 за Δt , на ΔB_{2i}

по зп-у Фарадея:

$$\epsilon_{i1} = - \frac{\Delta \Phi_1}{\Delta t} = - \frac{\Delta(S_1 B_1)}{\Delta t} = - \frac{k S \Delta B_{1i}}{\Delta t}$$

$$\epsilon_{i2} = - \frac{\Delta \Phi_2}{\Delta t} = - \frac{\Delta(S_2 B_2)}{\Delta t} = - \frac{2k S \Delta B_{2i}}{\Delta t}$$



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
7 ИЗ 11

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!

с другой стороны

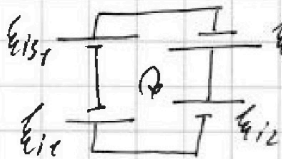
$$\mathcal{E}_{iS_1} = -L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E}_{iS_2} = -L_2 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$



моща:

$$\mathcal{E}_{iS_1} + \mathcal{E}_{iS_2} - \mathcal{E}_{iC} - \mathcal{E}_{iZ} = 0$$
~~$$\mathcal{E}_{iS_1} + \mathcal{E}_{iS_2} + \mathcal{E}_{iZ} + \mathcal{E}_{iC} = 0$$~~



$$+ \mu S \frac{\Delta B_i}{\Delta t} + 2 \mu S \frac{\Delta B_i}{\Delta t} + L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t} + L_2 \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0$$

$$+ \mu S \frac{\Delta B_i}{\Delta t} + 2 \mu S \frac{\Delta B_i}{\Delta t} - L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t} - L_2 \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0$$

$$(L_1 + L_2) \Delta I = + \mu S (\Delta B_i + 2 \Delta B_i)$$

$$\Delta I = + \frac{\mu S}{L_1 + L_2} (\Delta B_i + 2 \Delta B_i)$$

$$\sum \Delta I_i = + \frac{\mu S}{5L} \left(\sum \Delta B_i + 2 \sum \Delta B_i \right)$$

$$I_k = + \frac{\mu S}{5L} (\Delta B_1 + 2 \Delta B_2)$$

$$I_k = + \frac{\mu S}{5L} \left(-\frac{B_0}{2} - 2 \cdot \frac{4}{3} B_0 \right)$$

$$I_k = - \frac{\mu S}{5L} \frac{19}{6} B_0$$

$$|I_k| = \frac{\mu S}{5L} \frac{19}{6} B_0 = \frac{19}{30} \frac{\mu S B_0}{L}$$

ответ: 1) $\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\mu S \Delta B_i}{5L}$

2) $|I_k| = \frac{19}{30} \frac{\mu S B_0}{L}$



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
8 ИЗ 11

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

Дано:

$$k;$$

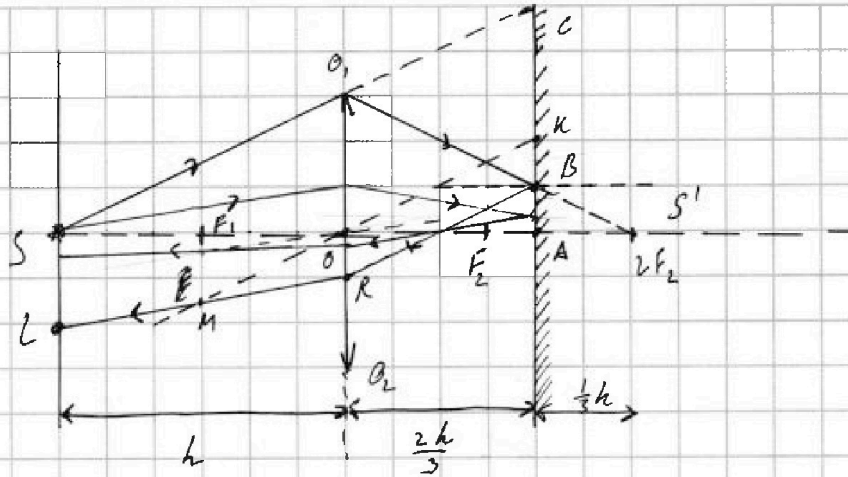
$$r = \frac{k}{2}$$

$$L = \frac{3k}{2}$$

$$n = 3 \text{ см}$$

Найти 1) $S_1 = ?$

2) $S_2 = ?$



Решение:

1) Т.к. $r = \frac{k}{2}$, то линзочка находится в двойном фокусе линзы, т.е. в отсутствие зеркала, линзочка изобразилась тоже в двойном фокусе линзы.

2) Провести луч, через край линзы, дальше этого луча, другие лучи будут идти без преломлений.

Т.е. освещенной частью зеркала будет являться диск со внешним радиусом AC и внутренним BA.

$$3) \triangle SO_1O \sim \triangle SCA \Rightarrow \frac{CO}{OO_1} = \frac{SA}{SO} = \frac{h + \frac{2}{3}h}{h} = \frac{5}{3} \Rightarrow CA = \frac{5}{3}OO_1 = \frac{5}{3}r$$

$$\triangle S'AB \sim \triangle S'O_1O \Rightarrow \frac{S'A}{S'O} = \frac{AB}{O_1O} = \frac{\frac{1}{3}h}{h} = \frac{1}{3} \Rightarrow AB = \frac{1}{3}OO_1 = \frac{1}{3}r$$

$$\text{тогда } S_1 = \pi CA^2 - \pi AB^2 = \pi \left(\left(\frac{5}{3}r \right)^2 - \left(\frac{1}{3}r \right)^2 \right) = \pi r^2 \cdot \left(\frac{5}{3} - \frac{1}{3} \right) \cdot \left(\frac{5}{3} + \frac{1}{3} \right) =$$

$$= \pi r^2 \cdot \frac{4}{3} \cdot 2 = \frac{8}{3} \pi r^2 = \frac{8}{3} \pi \cdot 3^2 = 24\pi \text{ см}^2$$



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
9 ИЗ 11

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

4) Крайние, не прикоснувшиеся лучи будут отражаться, покрывая всю площадь дуги ΓL на зеркале.

Также отражается крайнего луча A, B , поворачиваясь луч BR , который упадет на точку B ΓL .

Площадь между S и L будет освещена (см. рис.),

а площадь между ΓL и Γ пересечения крайнего луча, не прошедшего между, со стеной будет не освещена.

Точка Γ пересечения отраженного от крайнего луча со стеной - ΓE .

$$\text{тогда } SE = 2AC = 2 \cdot \frac{5}{3}v = \frac{10}{3}v$$

$$5) OK \perp AB = \frac{1}{3}v$$

$$KO \perp LR = M, \Delta OKA \sim \Delta MF_1 \Rightarrow \frac{F_1M}{AK} = \frac{OF_1}{AO} = \frac{\frac{4}{3}}{\frac{26}{3}} = \frac{3}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_1M = \frac{3}{4}AK = \frac{3}{4} \cdot \frac{2}{3} \cdot KB = \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{3}v = \frac{1}{4}v$$

6) Т.к. F_1 - центр SO ; $F_1M \parallel SL \parallel OR$, то F_1M - средняя линия $SORL$
тогда $F_1M = \frac{SL + OR}{2} \Rightarrow SL = 2F_1M - OR$

$$SL = 2 \cdot \frac{1}{4}v - \frac{1}{3}v = v - \frac{1}{3}v = \frac{2}{3}v$$

$$2) S_2 = \pi (SE)^2 - \pi (SL)^2 = \pi \left(\frac{10}{3}v\right)^2 - \pi \left(\frac{2}{3}v\right)^2$$

$$= \frac{\pi v^2}{9} (10-2)(10+2) = \frac{\pi v^2}{9} \cdot 8 \cdot 12 = \frac{32}{3} \pi v^2 = \frac{32}{3} \pi \cdot 3^2 = 96 \pi \text{ см}^2$$

$$\text{Ответ: } S_1 = 24 \pi \text{ см}^2;$$

$$S_2 = 96 \pi \text{ см}^2$$



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

