



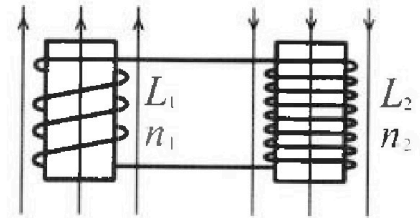
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01



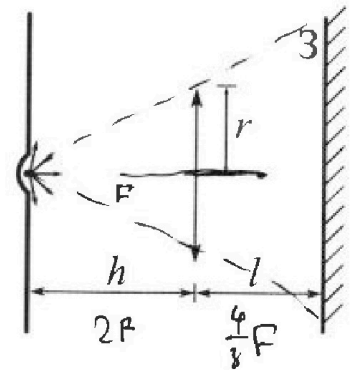
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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

Ответы дайте в $[см^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.



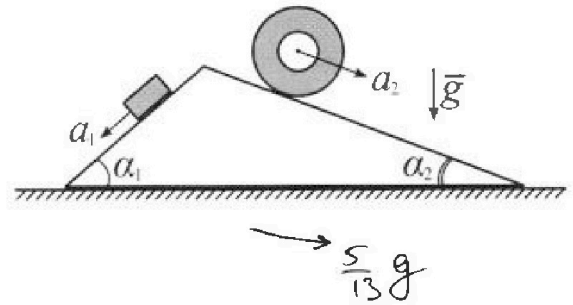
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

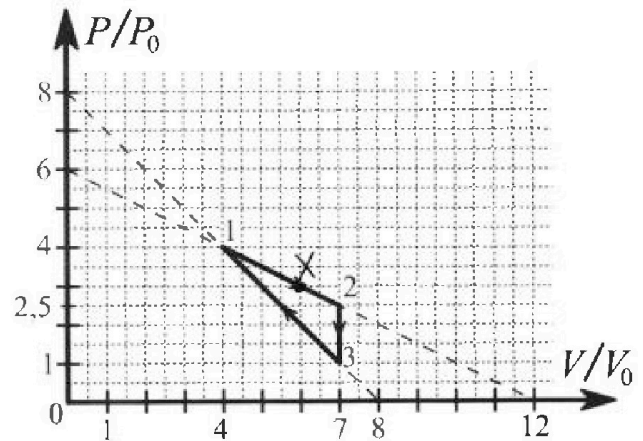


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

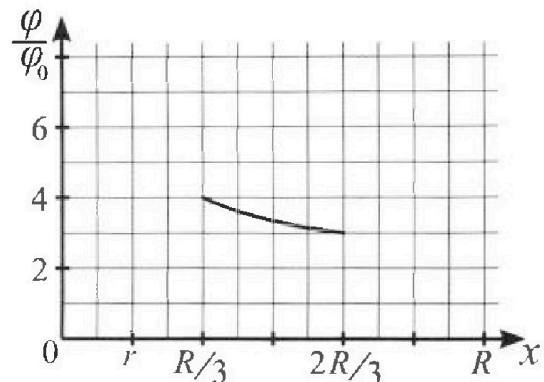
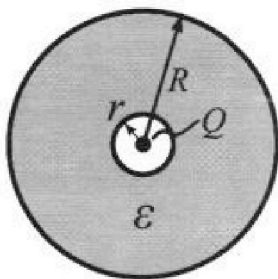
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .





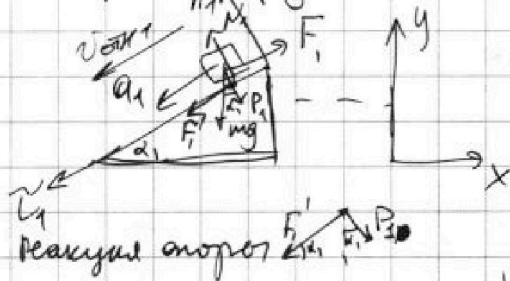
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

1) Рассмотрим брусок:



N - нормальная реакция опоры F'_1 P_1

P_1 - вес со стороны бруска на клин
 F'_1 - сила трения со стороны бруска на клин

Тк нет скорости в точке соприкосновения бруска с клином

↑ скорости $\rightarrow F_1$ направлена

как на рисунке

По III-му закону Ньютона $\vec{P}_1 = \vec{N}_1$

$$OyD: m\vec{a}_1 = m\vec{g} + \vec{F}_1 + \vec{N}_1$$

$$Ox_1: N_1 = mg \cos \alpha_1, \rightarrow P_1 = mg \sin \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$$

$$Ox_1: ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$$

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{39 - 25}{65} \right) = \frac{14}{65} mg$$

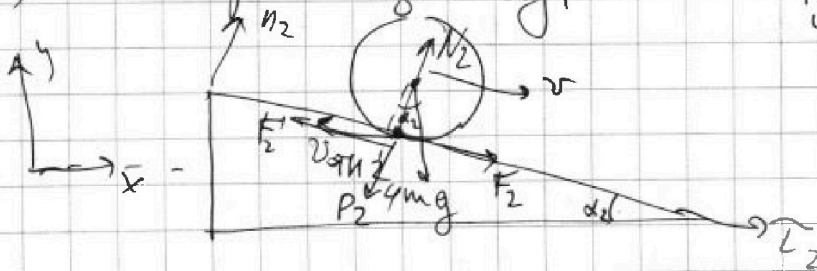
$$F_1 = \frac{14}{65} mg$$

сила которой брусок действует на клин по ось x

$$Q_{yx} = F'_{1x} + P_{1x} = -F_1 \cdot \cos \alpha_1 + P_1 \sin \alpha_1 = mg \left(\frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} \right)$$

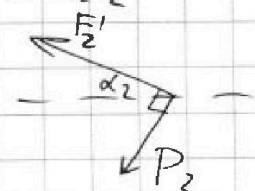
$$Q_{yx} = \frac{mg \cdot 4}{25 \cdot 13} (3 \cdot 13 - 14) = \frac{mg \cdot 4}{13} \cdot \frac{25}{25} = \frac{4}{13} mg$$

2) Рассмотрим цилиндр:



Тк скорость цилиндра в точке касания \downarrow Ox_2 , то

$F_2 \perp Ox_2$





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 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!

$$\text{OYD: } m\vec{a}_2 = \vec{N}_2 + \vec{F}_2 + 4mg$$

$$\text{O}n_2: N_2 = 4mg \cos \alpha_2$$

$$\text{O}t_2: 4ma_2 = F_2 + 4mg \sin \alpha_2$$

$$F_2 = ma_2 - 4mg \sin \alpha_2 = mg \left(\frac{5}{21} - \frac{5}{13} \right) = \frac{5mg}{24 \cdot 13} (-11)$$
 т.е. F_2 направлена в другую сторону

P_2 - вес гайки со стороны цилиндра на клин
 N_2 - сила реакции клина от цилиндра
 F_2 - сила трения

Пусть радиус цилиндра R , тогда

тк он катится по клину цилиндра $I = 4mR^2$ от оси цилиндра

в точке касания ненулевой момент сил имеет только сила трения F_2 (оставшиеся радиальны (N_2))

тогда по ЗОМУ: $\dot{L} = M_2$

$$\dot{L} = (I\dot{\omega}) = I\varepsilon \quad ; \quad M_2 = F_2 \cdot R$$

тк гайка движется без проскальзывания, то $\varepsilon = \frac{a_2}{R}$

$$\text{т.е. } F_2 R = 4mR^2 \cdot \frac{a_2}{R}$$

$$F_2 = 4ma_2 = \frac{5mg}{6}$$

в свою очередь N_2 увеличивает силу трения, т.е. $N_2 = mg \cos \alpha_2 = \frac{12mg}{13}$

$$\text{т.е. } N_2 = mg \cos \alpha_2 = \frac{12mg}{13}$$

$$Q_{2x} = -F_2' \sin \alpha_2 - P_2 \sin \alpha_2 = - \left(\frac{5mg}{6} \cdot \frac{12}{13} + \frac{12}{13} mg \cdot \frac{5}{13} \right) =$$

$$= - \frac{50}{13} mg \left(\frac{1}{13} + \frac{1}{6} \right) = - \frac{80}{13} \cdot \frac{19}{8 \cdot 13} mg = - \frac{190}{169} mg$$

Q_{2x}
 Аналогично Q_{2y}



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!

3) тк КММ похител \Rightarrow

Об:
2) $Q_{1x} + Q_{2x} + F_{3x} = 0.$

t.e. $F_{3x} = -(Q_{1x} + Q_{2x}) = -\left(-\frac{190}{169} + \frac{4}{13}\right) mg$

$$F_{3x} = \frac{mg}{169} (190 - 4 \cdot 13) = \frac{2mg}{169} (95 - 26) = \frac{2 \cdot 69 mg}{169}$$

$$F_{3x} = \frac{138}{169} mg$$

Ответ: 1) $\frac{4}{13} mg$

2) $\frac{5}{6} mg$

3) $\frac{138}{169} mg$

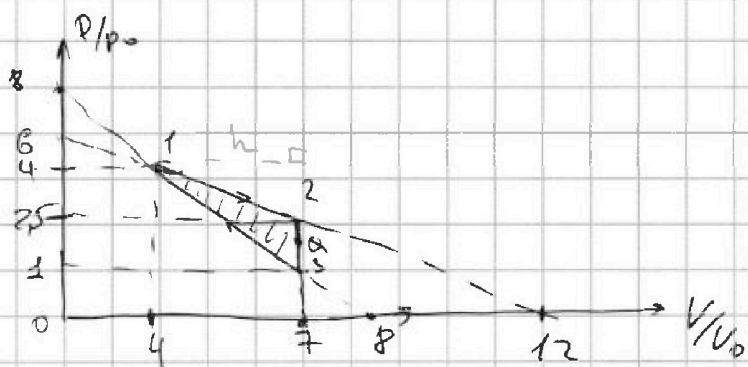


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



кон-во газа
 $\nu = \text{const}$
одноатомный $\Rightarrow i = 3$
кон-во степен. свободы

Процесс 12: $\frac{P}{P_0} \cdot 12 + \frac{V}{V_0} \cdot 6 = 6 \cdot 12$

$2 \frac{P}{P_0} + \frac{V}{V_0} = 12$

Процесс полиотический: $2 \frac{dP}{P_0} = -\frac{dV}{V_0}$

$dP = -\frac{P_0}{2V_0} dV; dV = -\frac{2V_0}{P_0} dP$

1) Процесс 23: $V = \text{const};$

уравнение Менделеева-Клапейрона:

$PV = \nu RT$ — температура газа

↑
число молей вещества

$\frac{P}{T} = \frac{\nu R}{V} = \text{const}; PV = \nu RT$

Процесс: $V dp = \nu R dT; V = 7V_0$

По определению $U = \frac{i}{2} \nu RT$, тогда $dU = \frac{i}{2} \nu R dT$

Тогда на участке 23: $dU = 7 \cdot \frac{3}{2} V_0 dp = \frac{21}{2} V_0 dp$

Работа газа ~ площади $\Delta 123$, т.е.

$\frac{1}{P_0 V_0} A_{123} = \frac{1}{2} h \cdot a = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot (2.5 - 1)(7 - 4) = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 3 = \frac{9}{4}$

$A_{123} = \frac{9}{4} P_0 V_0$



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.

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!

ка у нас же 23 $\Delta U_{23} = \int_{p_0}^{2.5p_0} dU_{23} = \int_{2.5p_0}^{p_0} \frac{21}{2} V_0 dp =$
 $= \frac{21}{2} V_0 (p_0 - 2.5p_0) = \frac{21}{2} \cdot (-\frac{3}{2}) p_0 V_0$

$$\Delta U_{23} = -\frac{9}{4} \cdot 7 p_0 V_0 = -7 A_{123}$$

тогда $\frac{|\Delta U_{23}|}{A_{123}} = 7$

2) Уравнение Менделеева - Клапейрона на 12:

$$pV = \nu RT$$

и процесс: $2\frac{p}{p_0} + \frac{V}{V_0} = 12$; $V = V_0 (12 - 2\frac{p}{p_0})$

$$T = \frac{pV}{\nu R} = \frac{1}{\nu R} \cdot 2p V_0 (6 - \frac{p}{p_0}) = \frac{2V_0}{\nu R p_0} (6p - p^2)$$

это парабола ветками вниз max в вершине

$$p_B = \frac{6p_0}{2} = 3p_0 \in 12 \Rightarrow \text{max достигнет.}$$

$$T_{\text{max}} = \frac{2V_0}{\nu R p_0} \cdot (6p_0 - 3p_0) \cdot 3p_0 = \frac{18V_0 p_0}{\nu R}$$

$$T_1 = T(p=4p_0) = \frac{2V_0}{\nu R} \cdot (6 - \frac{4p_0}{p_0}) \cdot 4p_0 = 16 \frac{p_0 V_0}{\nu R}$$

$$\frac{T_{\text{max}}}{T_1} = \frac{\frac{18p_0 V_0}{\nu R}}{\frac{16p_0 V_0}{\nu R}} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$



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!

отметим T_{max} как точку X (6; 3) на графике
~~на графике~~ в процессе 12 X - max температура \rightarrow

\rightarrow на отрезке 1X $\delta Q > 0$, а на X2 $\delta Q < 0$

тогда в Q_+ надо учитывать только отрезок 1X

Аналогично учтем отрезок 13:

$$\delta \frac{U}{V_0} + \delta \frac{p}{p_0} = 8 \cdot 8.$$

$$\frac{U}{V_0} + \frac{p}{p_0} = 8. \quad ; \quad U = \left(8 - \frac{p}{p_0}\right) V_0 \quad ; \quad dU = -\frac{V_0}{p_0} dp$$

$$pV = \frac{3}{2} RT \quad ; \quad T = \frac{pV}{3R} = \frac{V_0}{3R p_0} \left(8p_0 - p\right)^2$$

\rightarrow D) B) B) W) \rightarrow
на отрезке
13
max в точке 1

$$pV = \frac{8}{2} p_0 = 4p_0 \leftarrow \text{точка 1}$$

t. e max температура на 13 - в точке 1
тогда на участке 31 $\delta Q > 0$,

на участке 23 $T \downarrow$ т.к. $p \downarrow$, а $p = \frac{pV}{V} \quad T = \frac{pV}{3R}$
 $\Rightarrow \delta Q < 0$

$$Q_+ = Q_{1X} + Q_{31}$$

согласно I началу Термодинамики:

$$\delta Q_{1X} = dU + \delta A = \frac{5}{2} \nu R dt + p dV = \frac{5}{2} (\nu R dp + \nu R V dp) + p dV =$$

$$= \frac{3}{2} dp V + \frac{5}{2} dV \cdot p = \frac{3}{2} dp \cdot V_0 \left(8 - \frac{p}{p_0}\right) + \frac{5}{2} p \cdot 2 \frac{V_0}{p_0} dp =$$

$$= dp V_0 \left(3 \cdot 8 - 3 \frac{p}{p_0} - 5 \frac{p}{p_0}\right) = 2 dp V_0 \left(9 - 4 \frac{p}{p_0}\right)$$

$$Q_{1X} = \int \delta Q_{1X} = 2V_0 \int_{4p_0}^{3p_0} \left(9 - 4 \frac{p}{p_0}\right) dp = 2V_0 \left(9(3p_0 - 4p_0) - \frac{2}{p_0} (9p_0^2 - 16p_0^2)\right)$$



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
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!

$$Q_{1x} = 2V_0(-9p_0 + 2.7p_0) = 2V_0p_0(14-9) = 10p_0V_0$$

~~$$\delta Q_{31} = dU_{31} +$$~~

Аналогично: $\delta Q_{31} = \frac{5}{2}pdV + \frac{3}{2}Vdp =$

$$= \frac{5}{2}p\left(-\frac{V_0}{p_0}dp\right) + \frac{3}{2}dp \cdot V_0\left(8 - \frac{p}{p_0}\right) = \frac{4V_0}{2}\left(-5\frac{p}{p_0} + 24 - \frac{3p}{p_0}\right) =$$

$$= V_0dp\left(12 - 4\frac{p}{p_0}\right) = 4V_0dp\left(3 - \frac{p}{p_0}\right)$$

$$Q_{31} = \int \delta Q_{31} = 4V_0\left(\int_{p_0}^{4p_0} 3dp - \int_{p_0}^{4p_0} \frac{p}{p_0}dp\right) = 4V_0\left(3(4p_0 - p_0) - \left(\frac{16p_0^2}{2p_0} - \frac{p_0^2}{2p_0}\right)\right) =$$

$$= 4V_0\left(9p_0 - \frac{15}{2}p_0\right) = 2V_0p_0(18 - 15) = 6p_0V_0$$

$$Q_+ = Q_{31} + Q_{1x} = (6 + 10)p_0V_0 = 16p_0V_0$$

$$A_{123} = \frac{9}{4}p_0V_0$$

$$\eta = \frac{A_{123}}{Q_+} = \frac{\frac{9}{4}p_0V_0}{16p_0V_0} = \frac{9}{64}$$

↑ КПД цикла

Ответ: 1) 7

2) 9/8

3) 9/64



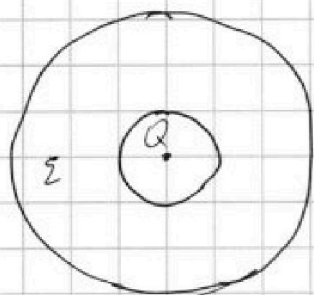
1 2 3 4 5 6 7

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!

1) Заметим, что ~~мы будем~~ $\varphi > \frac{R}{4}$
 по теореме Гаусса $\Phi = \frac{Q}{\epsilon_0} = \oint \vec{E} \cdot d\vec{s}$. В некоторой
 области вокруг точки на расстоянии x , тогда
 напряженность поле в точке

1) $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{кВ}^2}$



Заметим, что все
 картинка симметрична
 относительно любого
 поворота от центра
 шара, тогда

выражается $\vec{E} \parallel \vec{r}$

поле имеет только радиальную составляющую и
 $E = E(x)$ т.е. только от расстояния от центра

Используем Теорему Гаусса для точки на
 расстоянии x

~~так~~ $R > x > r$: $\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{Q}{\epsilon_0}$ так $E(x) = \text{const}$ на $S = 4\pi x^2$
 \vec{E} внутри диэлектрика ϵ
 $E(x) = \frac{Q}{4\pi \epsilon \epsilon_0 x^2} = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$

$\varphi(x) = \int_x^R E(x) dx = \int_x^R \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{R} \right) = \frac{kQ}{\epsilon x} - \frac{kQ}{\epsilon R}$

~~так~~ $\varphi(x) = \frac{kQ}{\epsilon x} - \frac{kQ}{\epsilon R}$

так $d\varphi(x) = E(x) dx = \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx$

тогда $\Delta\varphi(x) = \varphi(x) - \varphi(R) = \int_x^R \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{R} \right)$

так при $x > R$: $\varphi(x) = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$ так нет диэлектрика



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!

тогда $\Delta\varphi(R) = \varphi(R) - \varphi(+\infty) = \int_R^{+\infty} \frac{kQ}{x^2} dx = \frac{kQ}{R}$
0 по оси

тогда $\varphi(x) = \varphi(R) + \Delta\varphi(x) = \varphi(R) - \varphi(+\infty) =$
 $= \Delta\varphi(R) + \Delta\varphi(x) = \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{R} + \frac{\varepsilon}{R} \right)$

2) Заметим, что

$$\frac{\varphi(x_1)}{\varphi(x_2)} = \frac{\varphi(x_1)/\varphi_0}{\varphi(x_2)/\varphi_0} = \frac{\frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{1}{x_1} + \frac{\varepsilon-1}{R} \right)}{\frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{1}{x_2} + \frac{\varepsilon-1}{R} \right)}$$

у графика ↗

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

$$4\varepsilon + 2 = 3\varepsilon + 6$$

$$\varepsilon = 4.$$

Ответ: 1) $\varphi(x) = \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{1}{x} + \frac{\varepsilon-1}{R} \right)$
 $r < x < R$

2) $\varepsilon = 4$

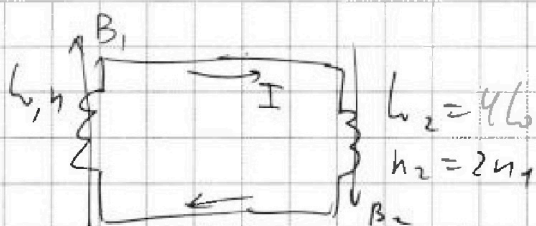


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



~~ЭМЗ~~ Закон Индукции
 $\mathcal{E}_{\text{инд}1} = -L_1 \dot{I}$
 $\mathcal{E}_{\text{инд}2} = -L_2 \dot{I}$

Заметим, что ~~I направлено по часовой стрелке~~ $\Phi = B n S$
 ~~$\mathcal{E}_{\text{инд}1} + \mathcal{E}_{\text{инд}2} + \dot{\Phi}_1 + \dot{\Phi}_2 = 0$~~ $\Phi = B S$.

Заметим, что эти катушки соединены
 друг с другом и не с чем другим \Rightarrow

$\Rightarrow \Phi_2$ через них не будет изменяться:

~~тогда $\dot{\Phi}_1 + \dot{\Phi}_2 = 0$~~

$$\Phi_{10} + \Phi_{20} + (l_1 + l_2) I_0 = \Phi_{1k} + \Phi_{2k} + (l_1 + l_2) I_k$$

$$1) \dot{I}_0 = 0; \Phi_{20} = \Phi_{2k}; \Phi_{1k} - \Phi_{10} = S n \dot{B} = S n \dot{B} \Rightarrow I_k = \dot{B}$$

$$5l_1 \dot{B} = S n \dot{B} + 5l_2 \dot{B} I_k$$

$$\left(\frac{\dot{B}}{\dot{B}} \right) = \frac{S n}{5l_2}$$

$$2) I_0 = 0 \quad \Phi_{20} = 2 B_0 S n \cdot 2 \quad \Phi_{2k} = \frac{4}{3} B_0 S n$$

$$I_k = ? \quad \Phi_{10} = B_0 S n \quad \Phi_{1k} = \frac{1}{2} B_0 S n$$

$$5 B_0 n S + 0 = B_0 S n \cdot \left(\frac{4}{3} + \frac{1}{2} \right) + 5 l_2 I_k$$

$$I_k = \frac{B_0 n S}{5 l_2} \left(\frac{20}{3} - \frac{11}{6} \right) = \frac{19 B_0 n S}{30 l_2}$$

Ответ: 1) $\frac{19 B_0 n S}{30 l_2}$

$$2) \frac{19}{30} \frac{B_0 n S}{l_2}$$



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.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА 1 ИЗ 3

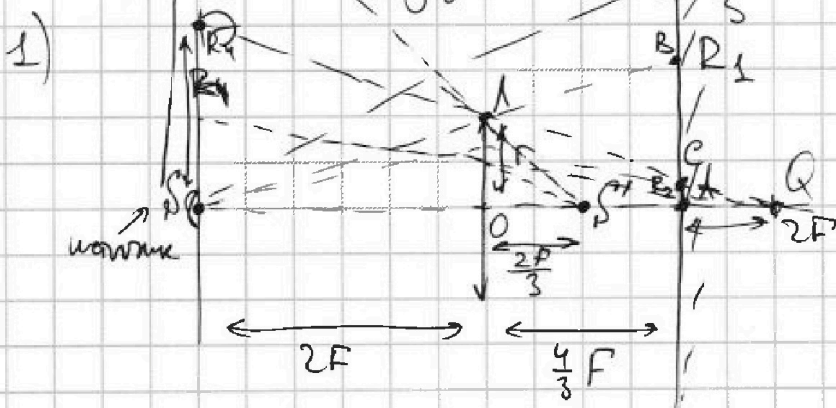
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Угловая точка, то $h = 2F$; $l = \frac{4}{3}F$ $r = 3$ см

Заметим, что F (жирная точка) лежит в $2F$ (как и источник) \Rightarrow все лучи, выходящие из источника, ~~и проходящие~~ ^{и проходящие} через точку угловой ~~точки~~

притом в точку $2F > \frac{4}{3}F$, где находится зеркало

т.е. лучи идут симметрично



Если луч не проходит через точку, то он находится в области на расстоянии $\Rightarrow R_1$

Уподобие в $\triangle SBV$ и $\triangle SOA$ ($SO \parallel AV$ и S -общ.) \Rightarrow

$$\Rightarrow \frac{r}{2F} = \frac{R_1}{2F + \frac{4}{3}F} \Rightarrow R_1 = \left(1 + \frac{2}{3}\right)r = \frac{5}{3}r = 5 \text{ см}$$

А так лучи идут симметрично от O , если

они проходят через O , то отклонение \Leftarrow равенке

~~то R_2 то u подобие~~ R_2 при критичи луче



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 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!

~~1) Из условия~~ $\triangle QCA \sim \triangle QAO$ (по II CA)

$$\frac{r}{R_2} = \frac{2F}{2F - \frac{4}{3}F} = \frac{1}{1 - \frac{2}{3}} = 3.$$

$$R_2 = \frac{r}{3} = 1 \text{ см}$$

Т.е. $S_{\text{поверх}} = S_{R_1} - S_{R_2} = \pi R_1^2 - \pi R_2^2 = \pi(5^2 - 1^2) = 24\pi \text{ см}^2$

$$S_{\text{поверх}} = \pi \left(\left(\frac{5}{3}r \right)^2 - \left(\frac{r}{3} \right)^2 \right) = \frac{\pi r^2}{9} \cdot 24 = \frac{8}{3} \pi r^2$$

2) покажем, что композицию мифы и зеркала можно представить как последовательное их использование, т.е. можно считать, что центр в $L+3$ находится в точке, зеркало Q тогда расстояние от L до $S^1 = 2F - 2 \cdot \frac{2F}{3} = 2F/3$

Если миф не проходит через миф, то они падют на расстоянии (r, R_3) от оси GO

из условия $\triangle S^1LO \sim \triangle SR_3S$ (по II R_3S)

$$\frac{r}{\frac{2F}{3}} = \frac{R_3}{\frac{2F}{3} + 2F}; \quad R_3 = r(1+3) = 4r = 12 \text{ см}$$

А если миф проходит через L , то макс отклонение обеспечит крайний миф и все мифы проходят через точку фокусировки тогда ее формулы



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!

Точкой мизры:

$$\frac{1}{2F/3} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

тк собира

$$\frac{1}{b} = \frac{2}{2F} - \frac{3}{2F} = \frac{-1}{2F} \quad \text{т.е. } b = -2F$$

т.е. все ^{прямые} лучи проходят через точку Q

тогда макс отклонение при R_4 - крайней
лучи расст r в мизре (высот осб)

из подобия $\Delta QSR_4 \sim \Delta QOL$ ($OL \parallel SR_4$)

$$\frac{R_4}{r} = \frac{2F + 2F}{2F} = 2.$$

$$R_4 = 2r = 6 \text{ см}$$

$$\begin{aligned} \text{тогда } S_{\text{сфер}} &= \pi R_3^2 - \pi R_4^2 = \pi(46r^2 - 4r^2) = 12\pi r^2 = \\ &= 12 \cdot 9 \cdot \pi = 108\pi \text{ см}^2 \end{aligned}$$

Ответ: 1) $24\pi \text{ см}^2$

2) $108\pi \text{ см}^2$

Круги тк они расст \perp плоскости \rightarrow \perp прямую, в
каждую можно крутить вокруг PO на все 360°
соств полную круговые области с радиусами,
это их мизры



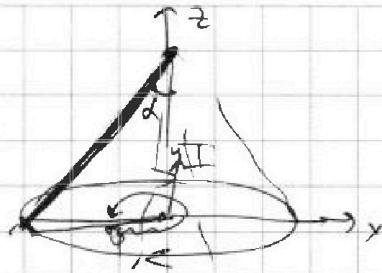
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$c_{ind} = \frac{h}{\sqrt{h^2 + R^2}}$$



$$\vec{dl} = \begin{pmatrix} R \sin \varphi \\ R \cos \varphi \\ 0 \end{pmatrix} dl$$

$$\varphi \in [0; 2\pi]$$

$$\vec{r} = \begin{pmatrix} R \cos \varphi \\ R \sin \varphi \\ h \end{pmatrix}$$

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{[\vec{dl}, \vec{r}]}{r^3} =$$

$$\begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ R \sin \varphi & R \cos \varphi & 0 \\ -R \cos \varphi & R \sin \varphi & h \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ h \cos \varphi & -h \sin \varphi & R \end{vmatrix}$$

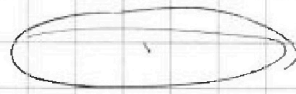
$$dB_z = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \cdot \frac{R^2 d\varphi}{(h^2 + R^2)^{3/2}} =$$

$$B_z = \frac{\mu_0 I}{2} \cdot \frac{R^2}{(h^2 + R^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0 I}{2} \frac{R^2}{(N^2 l^2 + R^2)^{3/2}}$$

$$B_\Sigma = \sum_{k=0}^{\infty} B_k$$

$$l = \frac{h}{N}$$

$$B_\Sigma = \int_{-\pi/2}^{\pi/2}$$



$$h_1 \vec{I} + h_2 \vec{I} + \vec{\Phi}_1 + \vec{\Phi}_2$$



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!

$\Phi = BS$
 $\mathcal{E} = \dot{\Phi} = \dot{B}S = \dot{\omega}I$
 $d\omega = ?$
 $mg \sin \alpha = \frac{5}{13}$
 $\alpha = ?$
 $U = FR$
 $v = \omega R$
 $a_t = \dot{\omega} R$
 $d \left(\frac{I \omega^2}{2} + \frac{m v^2}{2} \right) = F_2$
 $L = \frac{I_0 \omega^2}{2} + \frac{m v^2}{2}$
 $B = \frac{\mu_0 I}{r}$
 $\mu_0 \cdot \frac{n}{l} \cdot S I = \mu_0 n S$

$U = PR$
 $L = I \omega$
 $\mathcal{E} R = \omega_2$
 $\mu R^2 \mathcal{E} = F_2 R$
 $m a_2 = F_2$
 $r = 3 \text{ cm}$
 $\mathcal{E} R = a_2$
 $F R = I \dot{\omega}$
 $\frac{10}{6} 2r = 10 \text{ cm}$
 $\frac{1}{2} = 3 \frac{8}{6} + \frac{3}{6} = \frac{11}{6}$
 $1:6$
 $m_1 = mg \sin \alpha - F_1$
 $F_1 = mg \sin \alpha - m a_1 =$
 $= mg \left(\frac{39}{65} - \frac{25}{65} \right) = \frac{14}{65} mg$
 $A = 2F$
 $K = \frac{4}{3} F$
 $\int_x^R \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx + \int_R^{\infty} \frac{kQ}{x^2} dx =$
 $\frac{3}{2} \cdot \frac{kQ}{\epsilon \varphi_0} = 3$
 $\frac{3}{2} \cdot \frac{kQ}{\epsilon \varphi_0} = 3$
 $\frac{3}{2} \cdot \frac{kQ}{\epsilon \varphi_0} = 4$
 $\frac{3}{2} \cdot \frac{kQ}{\epsilon \varphi_0} = 3$

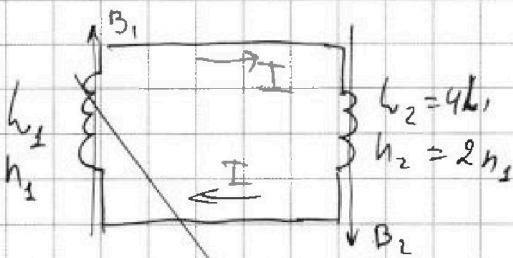
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



$$I_1(0) = \Phi_2(0) = 0.$$

$$I_1 = I_2 = I$$

1) I - ? $\dot{B}_1 = \alpha > 0$

$$\Phi_1 = B_1 S ; \Phi_2 = B_1 S \cdot n_1 \text{ тк потоки}$$

суммируются в контуре, тогда по 1-му ЗМЦ

$$E_{\text{инд}} = - \frac{d\Phi_2}{dt} = - S n_1 \cdot \dot{B}_1 = - \alpha S n_1 \quad (\text{ЗМЦ})$$

с другой стороны $E_{\text{инд}} = - \dot{\Psi}_1$

тогда $\alpha S n_1 = L \dot{I}$

$$I = \frac{\alpha S n_1}{L} \Rightarrow |I| = \frac{\alpha S n_1}{L}$$

2) $\Phi_{10} = B_0 S \cdot n$; $\Phi_{1к} = \frac{1}{2} B_0 S n$

$\Phi_{20} = 2 B_0 S 2n$; $\Phi_{2к} = \frac{4}{3} B_0 S n$

и меньшие потоки в h_1 и h_2 ; *большие потоки в h_1 и h_2*

~~ЗМЦ~~ по определению: $h_1 I = \Phi_1$; ЗМЦ: $\dot{\Phi}_1 + \dot{\Phi}_2 = 0$
 $h_2 I = \Phi_2$; $\Phi_1 + \Phi_2 = \text{const}$

Заметим, что $h_1 \Delta I$