



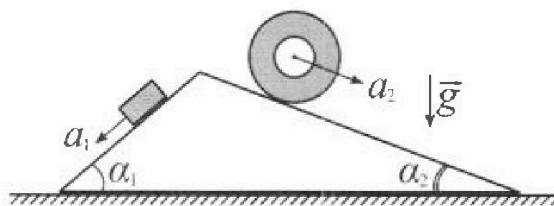
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

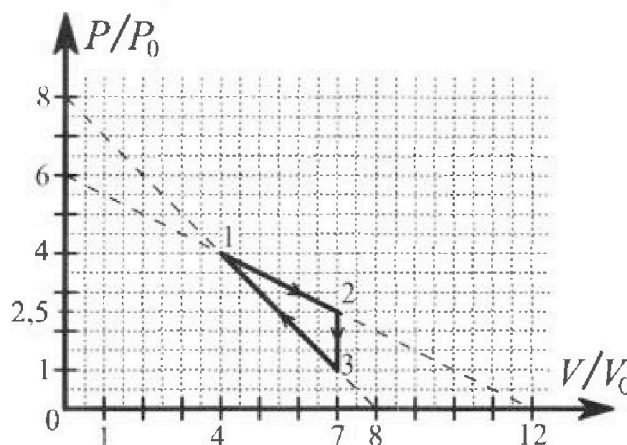


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

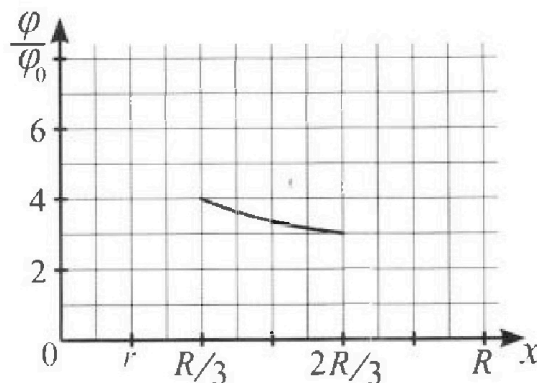
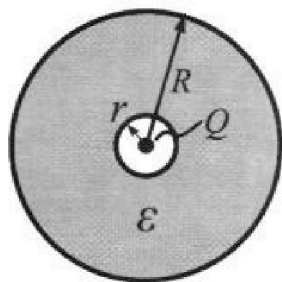
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .



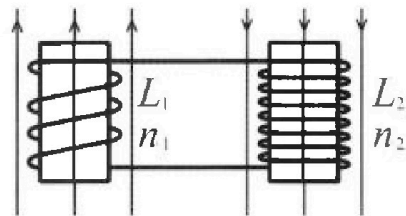
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

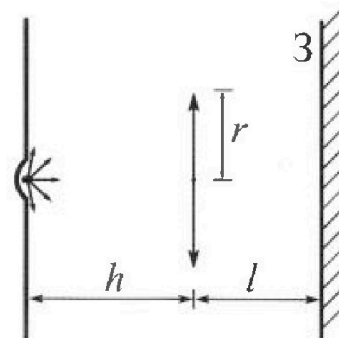


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки 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 $[см^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.



1 2 3 4 5 6 7

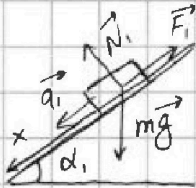
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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.

Дано: $m, g; a_1 = 5g/13, a_2 = 5g/24, \alpha_1: \sin \alpha_1 = \frac{3}{5}, \cos \alpha_1 = \frac{4}{5},$
 $\alpha_2: \sin \alpha_2 = \frac{5}{13}, \cos \alpha_2 = \frac{12}{13}$

1)



Рассмотрим отдельно часть клина с бруском. На брусок действует только сила тяжести $m\vec{g}$ со стороны Земли и со стороны клина - сила нормальной реакции N_1 и сила трения F_1 . Введем ось Ox , сонаправленную поверхности бруска.

Запишем второй закон Ньютона: $m\vec{a}_1 = m\vec{g} + N_1 + F_1$
Спроецируем на Ox : $ma_1 = mg \cdot \sin \alpha_1 - F_1$

$$F_1 = mg \cdot \sin \alpha_1 - ma_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - mg \cdot \frac{5}{13} = mg \cdot \frac{14}{65}$$

2) Рассмотрим отдельно часть клина с цилиндром



На цилиндр тоже действует только сила тяжести $4m\vec{g}$ и сила со стороны бруска: нормальной реакции N_2 и сила трения F_2 (предположим

она направлена вверх по поверхности).

Запишем второй закон Ньютона: $4m\vec{a}_2 = 4m\vec{g} + N_2 + F_2$
Введем ось вдоль поверхности, сонаправленную ускорению Ox - спроецируем: $4ma_2 = 4mg \cdot \sin \alpha_2 + F_2$

$$F_2 = 4ma_2 - 4mg \sin \alpha_2 = 4mg \cdot \frac{5}{24} - 4mg \cdot \frac{5}{13} = -\frac{55}{78} mg$$

знак говорит о том, что сила направлена в противоположную ось стороне

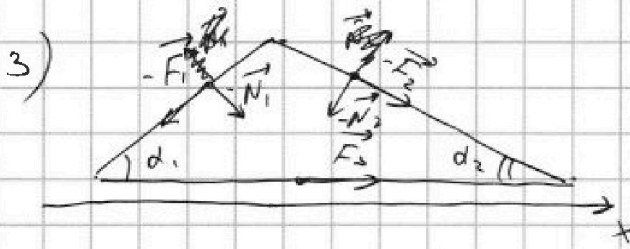
$$F_2 = \frac{55}{78} mg$$



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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



Изобразим на рисунке силы, имеющие какую-нибудь горизонтальную составляющую (помимо них есть

еще нормальная реакция пола и сила тяжести, действующая на клин) - это силы, противоположные силам, действующим на груз и цилиндр.

Модули F_1, F_2 известны, модули N_1, N_2 можно найти из соображения того, что и цилиндр, и груз не имеют ускорения по нормали к поверхности клина, а значит, N_1, N_2 уравнивают нормальную составляющую сил тяжести: $N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$
 $N_2 = 4mg \cos \alpha_2 = \frac{48}{13} mg$

Введем горизонтальную ось Ox , клин покоится - горизонтального ускорения нет:

$$0 = F_3 - F_1 \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 + F_2 \cos \alpha_2$$

$$F_3 = F_1 \cdot \frac{4}{5} + N_2 \cdot \frac{5}{13} - F_2 \cdot \frac{12}{13} - N_1 \cdot \frac{3}{5} = \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} mg + \frac{48}{13} \cdot \frac{5}{13} mg - \frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} mg - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} mg = mg \left(\frac{14 \cdot 4 \cdot 13 + 48 \cdot 5 \cdot 25 - 55 \cdot 24 \cdot 25 - 4 \cdot 3 \cdot 165}{165 \cdot 25} \right) =$$

$$= \left(\frac{26 \cdot 25 - 100 \cdot 13}{165 \cdot 25} \right) mg = -\frac{2}{13} mg \text{ (не угадали}$$

направление) $\rightarrow F_3 = \frac{2}{13} mg$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{14}{65} mg$

2) $F_2 = \frac{55}{78} mg$

3) $F_3 = \frac{2}{13} mg$



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!

$$T(V) = \frac{6P_0 V_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2}{DR} \rightarrow \text{используем чтобы найти максимум -}$$

производную по dV

$$\frac{dT}{dV} = \frac{6P_0 - V \cdot \frac{P_0}{V_0}}{DR} = 0 \text{ - производная в максимуме равна 0}$$

$$\frac{6P_0 - V_{\max} \frac{P_0}{V_0}}{DR} = 0 \rightarrow V_{\max} = 6V_0 \text{ - соответственно, } P_{\max} =$$

$$= P(V_{\max}) = 6P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} \cdot 6V_0 = 3P_0, \text{ а значит,}$$

$$T_{\max} = 6 \cdot 3T_0 = 18T_0$$

$$\frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{18T_0}{16T_0} = \frac{9}{8}$$

3) работа цикла $A = 2,25 V_0 P_0$

на 1-2 газ совершил работу $A_{12} = \frac{1}{2} (4+2,5) P_0 (7-4) V_0 =$
 $= 9,75 P_0 V_0$, его внутренняя энергия уменьшилась
 на $\Delta U_{12} = \frac{3}{2} DR (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} DR (17,5T_0 - 16T_0) = 2,25 DR T_0 = 2,25 V_0 P_0$

Соответственно, была подведена теплота $Q_{12} =$

$$= A_{12} + \Delta U_{12} = 9,75 P_0 V_0 + 2,25 P_0 V_0 = 12 P_0 V_0$$

на 2-3 работа не совершалась и газ отдавал теплоту Q_{23}

на 3-1 работа газа $A_{31} = -\frac{1}{2} (4+1) P_0 (7-4) V_0 = -7,5 P_0 V_0$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} DR (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} DR (16T_0 - 7T_0) = 13,5 DR T_0 = 13,5 P_0 V_0$$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = -7,5 P_0 V_0 + 13,5 P_0 V_0 = 6 P_0 V_0 \text{ - теплота}$$

подводилась;

$$\eta = \frac{A}{Q_{\text{теплота}}}, \text{ где } Q \text{ - суммарная подводимая}$$

$$= \frac{2,25 P_0 V_0}{12 P_0 V_0 + 6 P_0 V_0} = \frac{1}{8}$$

Ответ: 1) $\frac{\Delta U_{\text{цикл}}}{A} = 7$
 2) $\frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{9}{8}$
 3) $\eta = \frac{1}{8}$



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
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!

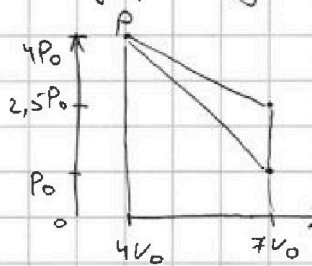
N2.

- 1) Согласно графику давление и объем газа в точках 1 - $P_1 = 4P_0, V_1 = 4V_0$; 2 - $P_2 = 2,5P_0, V_2 = 7V_0$; 3 - $P_3 = P_0, V_3 = 7V_0$.

Введем температуру $T_0: P_0 V_0 = \nu R T_0$, тогда $\frac{T}{T_0}$ в точке равно $\frac{P}{P_0} \cdot \frac{V}{V_0}$ - соответственно, $T_2 = 7 \cdot 2,5 T_0 = 17,5 T_0$
 $T_3 = 7 \cdot 1 T_0 = 7 T_0$.

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R (7 - 17,5) T_0 = 1,5 \cdot 10,5 \nu R T_0 = 15,75 P_0 V_0$$

Работу за цикл А можно найти как площадь внутри цикла, которую в свою очередь можно найти как разность площадей прямоугольных трапеций:



$$A = \frac{1}{2} (4P_0 + 2,5P_0)(7V_0 - 4V_0) - \frac{1}{2} (4P_0 + P_0)(7V_0 - 4V_0):$$

$$= 1,5 V_0 P_0 (6,5 - 5) = 2,25 V_0 P_0$$

$$\frac{|\Delta U_{23}|}{A} = \frac{15,75 P_0 V_0}{2,25 P_0 V_0} = 7.$$

- 2) температура в состоянии 1 $T_1 = 16 T_0$.

На 1-2 зависимость давление от ~~температуры~~ объема $P(V)$ - линейная, а значит, представима как $6P_0 - \alpha V$, где α - некий коэффициент > 0 (свободный член равен $6P_0$, так как прямая согласно графику проходит через точку $(6; 0)$).

$$T(V) = \frac{P(V) \cdot V}{\nu R} \text{ из уравнения Менделеева-Клапейрона.}$$

$$= \frac{(6P_0 - \alpha V)V}{\nu R} = \frac{6P_0 V - \alpha V^2}{\nu R}$$

Найдем α : согласно графику $P(12V_0) = 0$:

$$6P_0 - 12\alpha V_0 = 0 \rightarrow \alpha = \frac{1}{2} \cdot \frac{P_0}{V_0}$$



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
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!

N3.

1) Дано: r, R, Q, ϵ .

$\varphi(r) = k \frac{Q}{r}$ как потенциал точечного заряда

Зависимости модуля напряженности электрического поля в диэлектрике можно записать как от расстояния до заряда

$$E(x) = k \frac{Q}{x^2} \cdot \frac{1}{\epsilon}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \varphi(r) - \Delta\varphi, \text{ где } \Delta\varphi = \int_r^{\frac{R}{4}} E(x) dx = \int_r^{\frac{R}{4}} k \frac{Q}{x^2} \cdot \frac{1}{\epsilon} dx$$

$$= k \frac{Q}{\epsilon} \int_r^{\frac{R}{4}} \frac{1}{x^2} dx = k \frac{Q}{\epsilon} \cdot \left(-\frac{1}{x}\right) \Big|_r^{\frac{R}{4}} = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{4}{R}\right)$$

$$\varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \varphi(r) - \Delta\varphi = k \frac{Q}{r} - \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{4}{R}\right) = kQ \left(\frac{1}{r} + \frac{4}{R\epsilon} - \frac{1}{r\epsilon}\right)$$

2) Согласно графику $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 4\varphi_0$, $\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 3\varphi_0$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) - \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \int_{\frac{2R}{3}}^{\frac{R}{3}} E(x) dx = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \left(-\frac{1}{x}\right) \Big|_{\frac{2R}{3}}^{\frac{R}{3}}$$

$$= \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{3}{2R} \cdot \frac{3}{2R}, \text{ тогда } \frac{3}{2} \frac{kQ}{\epsilon R} = \varphi\left(\frac{R}{3}\right) - \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 4\varphi_0 - 3\varphi_0 = \varphi_0$$

Для любой точки на расстоянии x в точке x диэлектрика верно $\varphi(x) = \varphi(r) - \int_r^x E(t) dt$

$$= k \frac{Q}{r} - \int_r^x \frac{kQ}{\epsilon t^2} dt = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{x}\right) = \frac{kQ(\epsilon+1)}{\epsilon r} + \frac{kQ}{\epsilon x}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{\epsilon+1}{r} + \frac{3}{R}$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{\epsilon+1}{r} + \frac{3}{2R}$$

при этом равно $\frac{R}{6}$

$$\frac{6(\epsilon+1) + 3}{6(\epsilon-1) + 1,5} = \frac{4}{3}$$

$$\frac{4}{3} = \frac{(\epsilon+1)6 + \frac{3}{R}}{R} \rightarrow \frac{4}{3} = \frac{6\epsilon + 6 + \frac{3}{R}}{6\epsilon + 6 + \frac{3}{R}} \rightarrow \epsilon = 1,5$$

$$\rightarrow \frac{24\epsilon + 24 + \frac{3}{R}}{6} = \frac{18\epsilon + 18 + \frac{3}{R}}{3} \rightarrow \epsilon = 1,5$$

Ответ: 1) $\varphi\left(\frac{R}{4}\right) = kQ \left(\frac{1}{r} + \frac{4}{R\epsilon} - \frac{1}{r\epsilon}\right)$
 2) $\epsilon = 1,5$



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 checked="" 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!

№4

Дано: $h_1 = h$, $h_2 = 4h$; $n_1 = n$; $n_2 = 2n$

1) В любой момент времени $\varphi_1 = \varphi_2 \rightarrow$

$$\rightarrow B S n = I h \rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{dB S n}{dt h} = \frac{\alpha S n}{h} \text{ в каждый момент времени}$$

Ответ: 1) $\dot{I} = \frac{\alpha S n}{h}$



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.

1 2 3 4 5 6 7

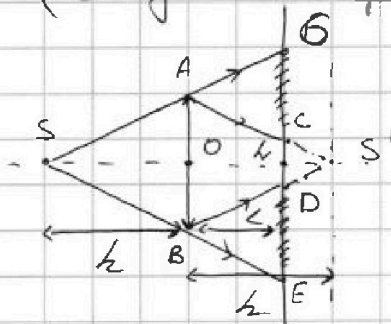
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

N5.

Дано: $f = \frac{1}{2}h$; $F = \frac{1}{2}h$; $L = \frac{2}{3}h$; $r = 3\text{ см}$

1) Так как $F = \frac{1}{2}h$, источник, лежащий на главной оптической оси на расстоянии h от линзы, находится на расстоянии $2F$ - его изображение в собирающей линзе (если бы зеркало не было) лежит на том же расстоянии по другую сторону от линзы (следствие формулы тонкой линзы: $\frac{1}{2F} + \frac{1}{2F} = \frac{1}{F} \rightarrow f = 2F$)



Пусть S, S' - источник и его изображение в линзе, O - центр линзы, h - расстояние главной оптической оси и плоскости зеркала, C, D - точки падения крайних параллельных лучей, E, F - точки падения крайних нерассеянных лучей; A, B - крайние точки линзы.

Искомая площадь равна $\pi hE^2 - \pi hD^2$

$\triangle AS'B \sim \triangle CSCD$, $\frac{hD}{OB} = \frac{S'h}{S'O}$, hD и OB - соответствующие стороны, $S'h, S'O$ - высоты

$$hD = OB \cdot \frac{S'h}{S'O} = r \cdot \frac{h-h}{h} = r \cdot \frac{1}{3}$$

$\triangle DBE \sim \triangle ASB$, $\frac{DE}{AB} = \frac{L}{h}$ (отношение сторон и отношение высот) \Rightarrow

$$\Rightarrow DE = AB \cdot \frac{L}{h} = 2r \cdot \frac{2}{3} = \frac{4r}{3}$$

$$hE = hD + DE = \frac{5r}{3}$$

$$S_{\text{тени}} = \pi hE^2 - \pi hD^2 = \pi \left(\left(\frac{5}{3} \right)^2 r^2 - \left(\frac{1}{3} \right)^2 r^2 \right) = \pi \cdot r^2 \cdot \frac{24}{9} =$$

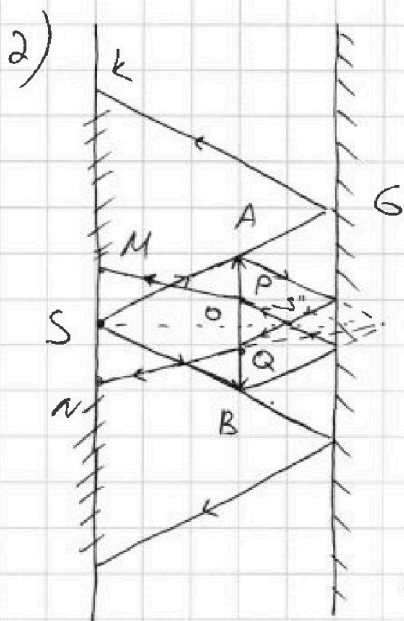
$$= \pi \cdot 9 \cdot \frac{24}{9} = 24\pi \text{ см}^2$$



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!



После отражения преломленные лучи пересекаются в точке S'' , симметричной S' относительно поверхности зеркала.

By соображениям симметрии можно найти расстояние от линзы до $S'' = l - (l - f) = 2l - l = \frac{4}{3}l - l = \frac{l}{3}$

Запишем формулу линзы для изображения на расстоянии $\frac{l}{3}$: $\frac{3}{l} + \frac{1}{f} = \frac{2}{l} \rightarrow \frac{1}{f} = \frac{2}{l} - \frac{3}{l} = -\frac{1}{l} \rightarrow$

\rightarrow его изображение мнимое и находится на расстоянии l от линзы - это также точка S' фокус линзы соединятся в точке S'' после преломления будет рассеян, а продолжения лучей пересекутся в S' . Пусть P, Q - точки пересечения крайних лучей пучка из S'' с линзой, M, A - точки падения ~~продолжения~~ крайних лучей после преломления.

$$S_{\text{тепл}} = \pi S_k^2 - \pi S_M^2$$

$$\Delta PS''Q \sim \Delta ASB: \frac{PQ}{AB} = \frac{S''O}{SO} = \frac{l/3}{l} \rightarrow PQ = \frac{AB}{3}$$

$$\Delta MS'N \sim \Delta PS'Q: \frac{PQ}{MN} = \frac{S'O}{S'S} = \frac{l/3}{2l} \rightarrow MN = 2PQ = \frac{2}{3}AB$$

$$\Delta SGK \sim \Delta ASB: \frac{SK}{AB} = \frac{S'O}{h} \text{ (отражение в мис)} = \frac{l/3}{h} = \frac{5}{3} \rightarrow SK = \frac{5}{3}AB$$

$$S_{\text{тепл}} = \pi(S_k^2 - S_M^2) = \pi(S_k^2 - (\frac{MN}{2})^2) = \pi\left(\left(\frac{5}{3}\right)^2 4v^2 + - \left(\frac{2}{3}\right)^2 \cdot v^2\right) = \pi v^2 \cdot \frac{100}{9} - \frac{4}{9} = 96\pi \text{ см}^2$$

Ответ: 1) $S_{\text{тепл}} = 24\pi \text{ см}^2$

2) $S_{\text{тепл}} = 96\pi \text{ см}^2$



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

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!

N3

$$\frac{4}{3} = \frac{6(\varepsilon - 1) + 3}{6(\varepsilon - 1) + \frac{3}{2}} \rightarrow 24\varepsilon - 24 + 6 = 18\varepsilon - 18 + 5$$

$$6\varepsilon = 24 - 15 = 9$$

$$\varepsilon = \frac{3}{2}$$

Ответ: 1) $\varphi\left(\frac{R}{4}\right) = kQ\left(\frac{1}{R} + \frac{4}{RE} - \frac{1}{RE}\right)$

2) $\varepsilon = 1,5$



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.

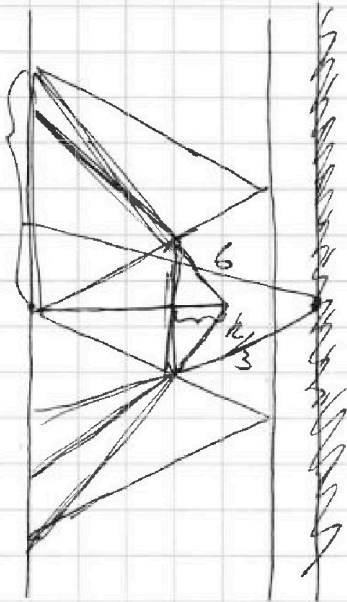
1 2 3 4 5 6 7

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!

2)

10



Черновики

$$k = \frac{5}{3} k$$

$$6 \cdot \frac{5}{3} = 10$$

$$6 \cdot \frac{4}{3} = 8$$



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
__ 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!

№2.

можно, 250 черновик теперь

1) Согласно графику давление и объем газа в точке 1. равнее $P_1 = 4P_0, V_1 = 4V_0$; в точке 2. - $P_2 = 2,5P_0, V_2 = 7V_0$; в точке 3. - $P_3 = P_0, V_3 = 7V_0$

~~Процесс 2-3 изохорный, значит, температура уменьшается пропорционально объему $\frac{T_2}{T_3} = \frac{V_2}{V_3}$.~~

Процесс 2-3 изохорный, значит, температура в нём уменьшается пропорционально уменьшению давления: $\frac{T_3}{T_2} = \frac{P_3}{P_2}$

$I = \frac{Q}{t} = \frac{6 \frac{kQ}{ER}}{15s} = \frac{6 \cdot 10^5}{15 \cdot 10^3} = 40 \text{ А}$

$Q = I \cdot t = 40 \cdot 15 = 600 \text{ Кл}$

$\Delta \varphi = \int_{\frac{3}{2}R}^{\frac{3}{R}} k \frac{Q}{x^2} \cdot \frac{1}{\epsilon} dx = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{3}{R} - \frac{3}{2R} \right) = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{3}{2R}$

$\Delta \varphi = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 600}{2 \cdot 10^{-2}} = 270 \cdot 10^{11} = 27 \cdot 10^{12} \text{ В}$

$W = I \cdot Q = 40 \cdot 600 = 24000 \text{ Дж}$

$W = \frac{1}{2} C U^2 = \frac{1}{2} \cdot 10^{-6} \cdot U^2 = 24000$

$U^2 = \frac{24000 \cdot 2}{10^{-6}} = 48000 \cdot 10^6 = 48 \cdot 10^{11}$

$U = \sqrt{48 \cdot 10^{11}} = \sqrt{48} \cdot 10^5 = 6.928 \cdot 10^5 \text{ В}$

$U = 692800 \text{ В}$

$W = I \cdot Q = 40 \cdot 600 = 24000 \text{ Дж}$

$W = \frac{1}{2} C U^2 = \frac{1}{2} \cdot 10^{-6} \cdot U^2 = 24000$

$U^2 = \frac{24000 \cdot 2}{10^{-6}} = 48000 \cdot 10^6 = 48 \cdot 10^{11}$

$U = \sqrt{48 \cdot 10^{11}} = \sqrt{48} \cdot 10^5 = 6.928 \cdot 10^5 \text{ В}$

$U = 692800 \text{ В}$

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!

$$T(V) = \frac{6P_0 V \frac{v_0}{\alpha} V^2}{DR} - \text{используем чтобы найти максимум производим}$$

$$\frac{dT}{dV} = \left(\frac{6P_0}{\alpha} V \frac{v_0}{V_0} \right) \text{ в максимальной производим ноль}$$

$$6 \frac{P_0}{\alpha} V_{\max} \frac{v_0}{V_0} = 0 \rightarrow V_{\max} = 6V_0 \frac{v_0}{V_0} = 6V_0$$

$$P_{\max} = 6P_0 - \frac{1}{2} \cdot 6$$

это тоже черковик

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

$$\frac{3.5}{50} = \frac{10}{100} \quad 3.25 \cdot 3 = 7.1$$

$$\varphi(x) = \varphi(r) - \int_r^x E(x) dx$$

$$\frac{1}{f} = -\frac{1}{h}$$

$$\frac{15^2 \cdot 10^{-2}}{18} = \frac{25}{200} = \frac{1}{8} ?$$

$$\varphi(r) = S$$

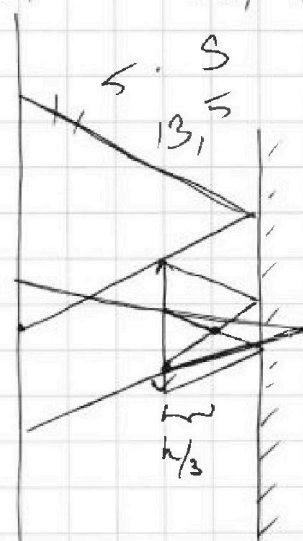
$$Q \rightarrow E = k \frac{Q}{x^2}$$

$$\varphi(r) = k \frac{Q}{r}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{u}\right) = k \frac{Q}{r} - \frac{R}{4} \cdot k \frac{Q}{r} \quad \varphi(x) = \varphi(r) - \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{x} \right)$$

$$\int_0^R k \frac{Q}{\epsilon x^2} dx = k \frac{Q}{\epsilon} \int \frac{1}{x^2} dx = k \frac{Q}{\epsilon} \left(-\frac{1}{x} \right) \Big|_r^{\frac{R}{u}}$$

$$= k \frac{Q}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{u}{R} \right) \quad \varphi\left(\frac{R}{u}\right) = \frac{kQ}{\epsilon x} - \frac{kQ}{\epsilon x^2}$$



$$\varphi_0 = \frac{3}{2} \frac{kQ}{\epsilon R}$$