



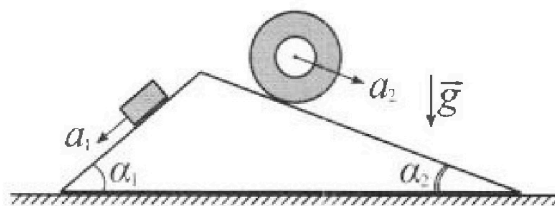
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 5/13$ ,  $\cos \alpha_2 = 12/13$ ). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

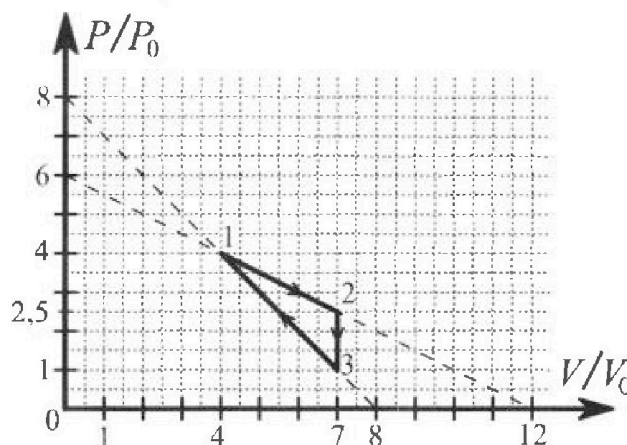


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

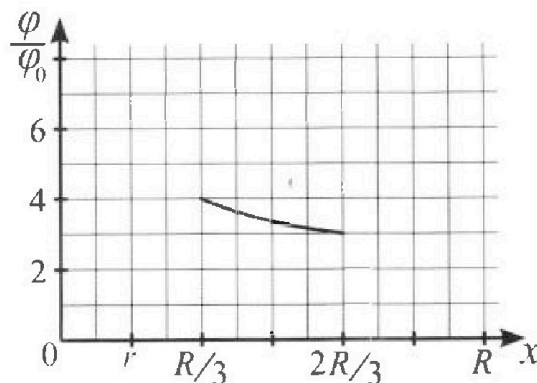
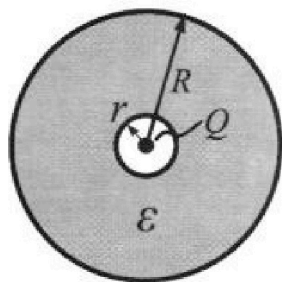
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\varphi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



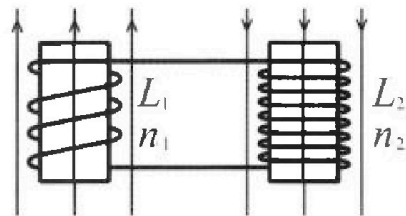
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

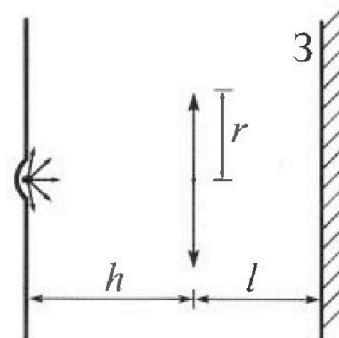


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 4L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 2n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков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



1  2  3  4  5  6  7

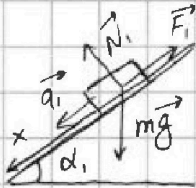
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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)

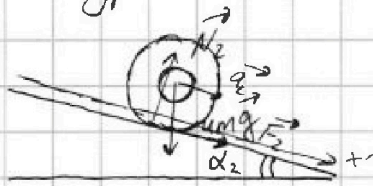


Рассмотрим отдельно часть клина с бруском. На брусок действует только сила тяжести  $m\vec{g}$  со стороны Земли и со стороны клина - сила нормальной реакции  $N_1$  и сила трения  $F_1$ . Введем ось  $Ox$ , сонаправленную поверхности бруска.

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

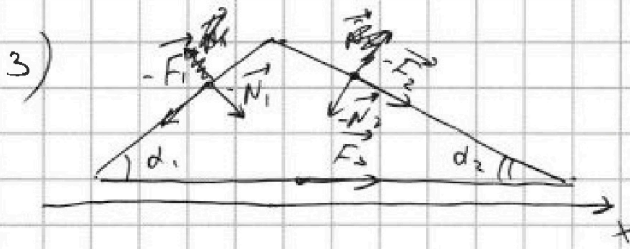
$$F_2 = \frac{55}{78} mg$$



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

Модули  $F_1, F_2$  неизвестны, 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:  $N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$   
 $N_2 = 4mg \cos \alpha_2 = \frac{48}{13} mg$

Введём 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!

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

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

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

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

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

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

3) работа цикла =  $A = 2,25 V_0 P_0$

на 1-2 газ совершил работу  $A_{12} = \frac{1}{2} (4+2,5) P_0 (7-4) V_0 = 9,75 P_0 V_0$ , где <sup>по работе транзит</sup> <sub>по газу</sub> <sup>сжатием</sup> внутренняя энергия уменьшилась

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} DR (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} DR (17,5T_0 - 16T_0) = 2,25 DR T_0 = 2,25 V_0 P_0$$

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 теплота  $Q_{23}$   $Q_{23} = 0$

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

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

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

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

$$= \frac{A}{Q_{12} + Q_{31}} = \frac{2,25 P_0 V_0}{12 P_0 V_0 + 6 P_0 V_0} = \frac{1}{8}$$

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!

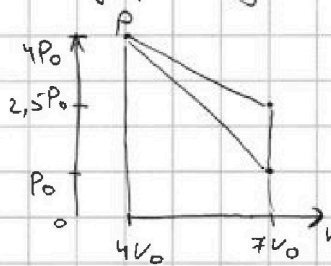
N2.

- 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  $\alpha$  - 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  $\alpha$ : 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:  $r, R, Q, \epsilon$ .

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

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

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

при этом равно  $\frac{R}{6}$   

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

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

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

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

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!

№4

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

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

$\rightarrow BSn = \varphi \rightarrow \frac{d\varphi}{dt} = \frac{dBsn}{dt} = \frac{\alpha sn}{h}$  в каждый момент времени

Ответ: 1)  $\dot{\varphi} = \frac{\alpha sn}{h}$





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

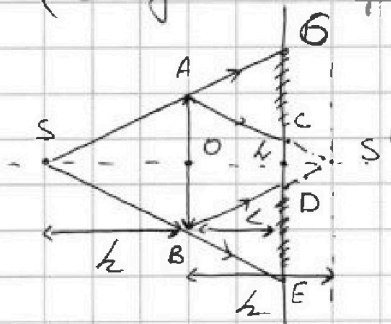
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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,  $h$  - пересечение главной оптической оси и плоскости зеркала,  $C, D$  - точки падения крайних параллельных лучей,  $E, F$  - точки падения крайних неперпендикулярных 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)  $\Rightarrow$

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

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

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

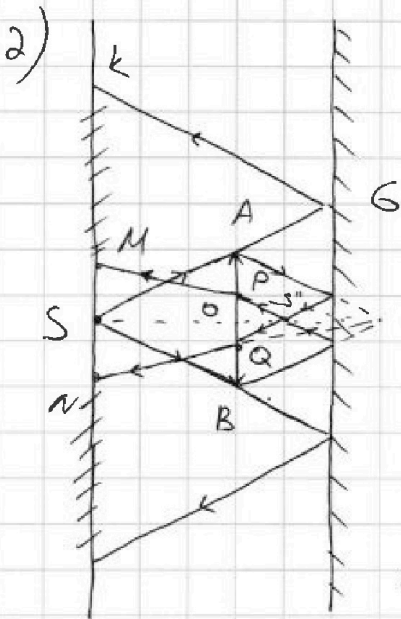
$$= \pi \cdot 9 \cdot \frac{24}{9} = 24 \pi \text{ см}^2$$



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  $S'' = l - (l - f) = 2l - h = \frac{4}{3}h - h = \frac{h}{3}$

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

$\rightarrow$  его изображение мнимое и находится на расстоянии  $h$  от линзы - это также точка  $S'$  фокус линзы соединится 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.

$$S_{\text{тепл}} = \pi S k^2 - \pi S m^2$$

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

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

$$\Delta SGK \sim \Delta ASB: \frac{SK}{AB} = \frac{S'O}{h} \text{ (отражение в мис)} = \frac{2/3 h / h}{h} = \frac{2}{3} \rightarrow SK = \frac{5}{3}AB$$

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

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.

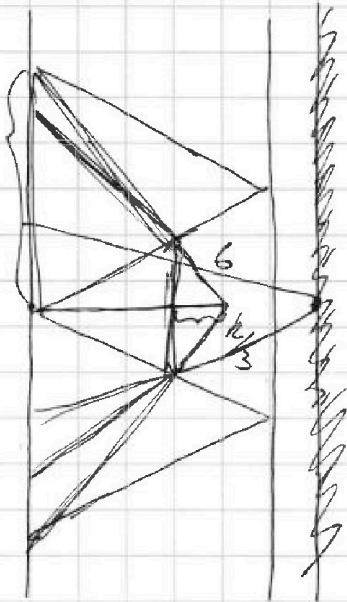
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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!

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!

N 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:  $\frac{T_3}{T_2} = \frac{P_3}{P_2}$

$I = \frac{Q}{t}$      $h = I \cdot \varphi$      $CP = hI$      $NI = \frac{Q}{R}$      $hI = \frac{NSB}{L}$

$\frac{dT}{dx} = \frac{NS \cdot d}{L}$      $Q = \frac{NI}{L} = \frac{NSB}{L}$      $\frac{105}{155} \cdot 7$     м.ч.

$I = \frac{Q}{t} = \frac{6 \frac{kQ}{ER}}{1575}$      $NI = \frac{Q}{R} = \frac{6 \frac{kQ}{ER}}{1575}$      $hI = \frac{NSB}{L} = \frac{105}{155}$      $NI = \frac{NSB}{L}$

$\varphi(R/3) = 4,5 \frac{kQ}{ER}$      $\varphi(2R/3) = 4,5 \frac{kQ}{ER}$      $\int_{R/3}^{2R/3} k \frac{Q}{x^2} \cdot \frac{1}{E} dx = \frac{kQ}{E} \left( \frac{3}{R} - \frac{3}{2R} \right) = \frac{kQ}{E} \cdot \frac{3}{2R}$

$\frac{24}{15} \cdot \frac{6}{13} = 40$      $26 - 13 \cdot 4 = 26 - 52 = -26$      $\frac{105}{155} \cdot \frac{13}{13} = \frac{105}{155}$

$\frac{20}{13} \cdot \frac{11}{6} = 26$      $\frac{kQ}{R} \cdot \Delta \varphi = \frac{kQ}{R} \cdot \varphi(R/3) = 400 \varphi$      $\frac{105}{155}$

$2-4$      $\int \dots = 48.5 - 22.5 = 26.25$      $14.4 - 13.12 = 56 - 156$

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

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

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

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

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

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

$$\varphi(r) = S$$

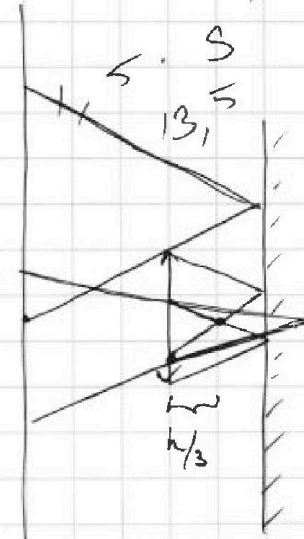
$$Q \rightarrow E = k \frac{Q}{x^2}$$

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

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

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

$$= k \frac{Q}{\epsilon} \left( \frac{1}{r} - \frac{4}{R} \right) \quad \varphi\left(\frac{R}{u}\right) = \frac{kQ}{\epsilon x} - \frac{kQ}{\epsilon x^2}$$



$$\varphi_0 = \frac{8}{2} \frac{kQ}{\epsilon R}$$