



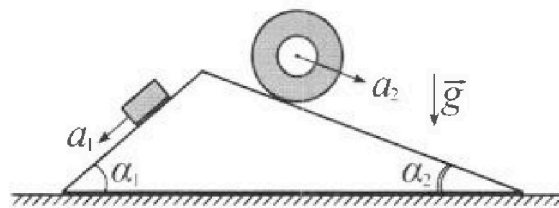
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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.

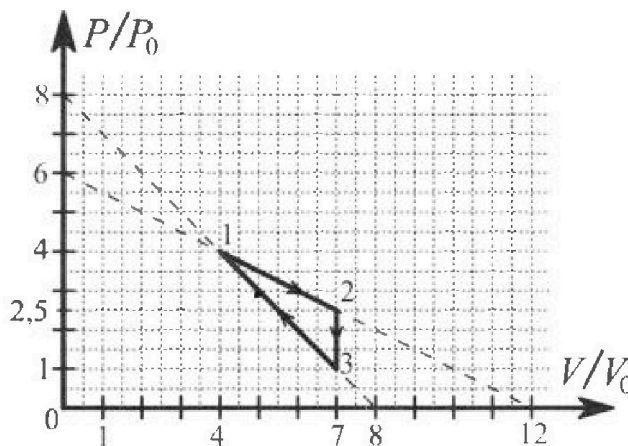


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

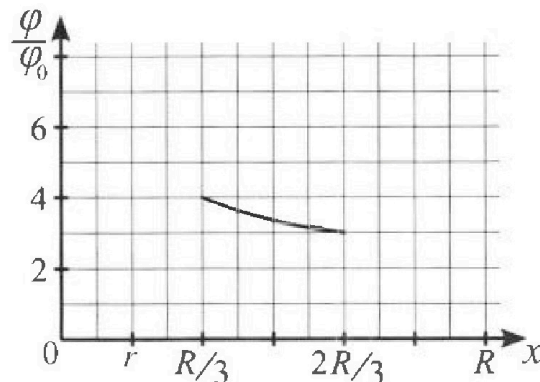
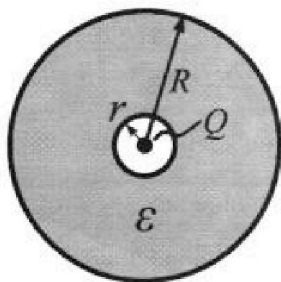
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $\epsilon$ .



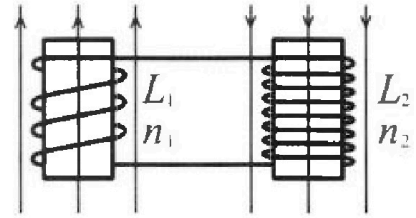
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

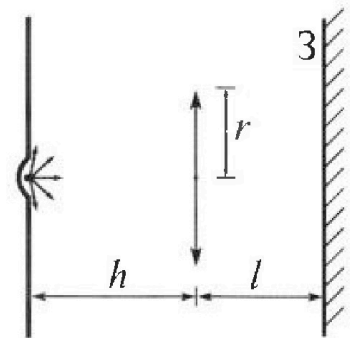


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 4L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 2n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков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



- 1) Найдите площадь неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

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

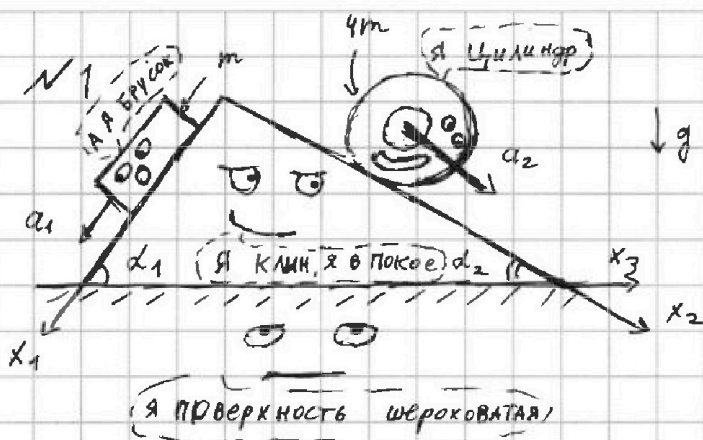


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!



$$\begin{aligned} \sin \alpha_1 &= \frac{3}{5} \\ \sin \alpha_2 &= \frac{5}{13} \\ a_1 &= \frac{5}{13} g \\ a_2 &= \frac{5}{24} g \end{aligned}$$

- 1) Запишем II Закон Ньютона для блока в проекции на ось  $x_1$  (вдоль поверхности клина).

$$m a_1 = m g \sin \alpha_1 - F_1$$

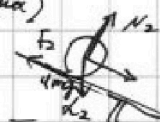
$$\begin{aligned} F_1 &= m (g \sin \alpha_1 - a_1) = m g \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = \\ &= \frac{14}{65} m g \end{aligned}$$



- 2) Запишем II Закон Ньютона для цилиндра в проекции на ось  $x_2$  (тоже вдоль поверхности клина)

$$4m a_2 = 4m g \sin \alpha_2 - F_2$$

$$F_2 = 4m (g \sin \alpha_2 - a_2) = 4m g \left( \frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) = \frac{55}{78} m g$$



- 3) П.к. клин покоится, то перпендикулярно осям  $x_1$  и  $x_2$  у блока и цилиндра соответственно нет ускорений, т.е.

$$\begin{aligned} N_1 &= m g \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} m g \\ N_2 &= 4 m g \cos \alpha_2 = \frac{48}{13} m g \end{aligned}$$



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

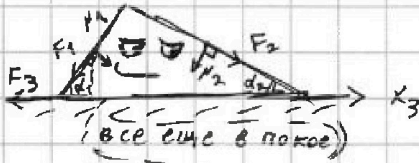
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

На клин со стороны сферика и цилиндра действуют как  $F_1, F_2$  так и  $N_1, N_2$ . Проецируя все силы, действующие на клин вдоль горизонтального стола (ось  $x_3$ ), получим:

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

↑  
масса клина

$$F_3 = mg \left( \frac{55}{78} \cdot \frac{13}{13} + \frac{9}{5} \cdot \frac{7}{5} - \frac{48}{13} \cdot \frac{5}{13} - \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} \right) = -\frac{6}{13} mg \quad (\text{направлена влево}).$$



Ответ: 
$$\begin{cases} F_1 = \frac{14}{65} mg \\ F_2 = \frac{55}{78} mg \\ F_3 = \frac{6}{13} mg \end{cases}$$





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) Работа за цикл A есть площадь внутри цикла т.е.

$$A = \frac{1}{2} \left( \frac{3}{2} p_0 \cdot 3V_0 \right) = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

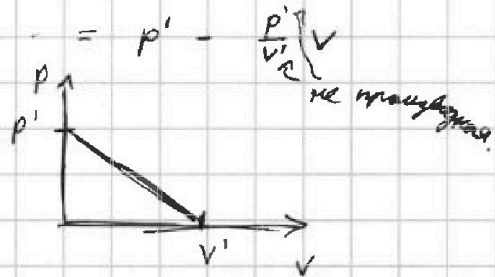
$$|\Delta U_{23}| = \left| \frac{3}{2} (7p_0 V_0 - 7p_0 \cdot \frac{5}{2} V_0) \right| = 7 \cdot \frac{9}{4} p_0 V_0$$



$$k_1 = \frac{|\Delta U_{23}|}{A} = 7$$

Ответ:  $k_1 = 7$

2) Известно, что в процессах  $p(V) = p' - \alpha V =$   
максимальная температура  
достигается при  $V = \frac{V'}{2}$   
 $p = \frac{p'}{2}$



( Дано:  $2RT = pV = p'(1 - \frac{V}{V'})V$

$$T(V) = \frac{p'}{2R} \left( V - \frac{V^2}{V'} \right) \leftarrow \text{производная.}$$

$$T \rightarrow T_{\max} \text{ при } (T(V))' = 0$$

т.е.  $1 - \frac{2V}{V'} = 0$

$$V = \frac{V'}{2}$$

$$p = p' \left( 1 - \frac{1}{2} \right) = \frac{p'}{2}$$

значит  $T_{\max 12} = T \left( \begin{matrix} V = 6V_0 \\ p = 3p_0 \end{matrix} \right) = \frac{18 p_0 V_0}{2R}$

$$T_1 = \frac{4 p_0 V_0}{2R} = \frac{16 p_0 V_0}{2R}$$

$$k_2 = \frac{T_{\max 12}}{T_1} = \frac{9}{8}$$

Ответ:  $k_2 = \frac{9}{8}$ .



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.

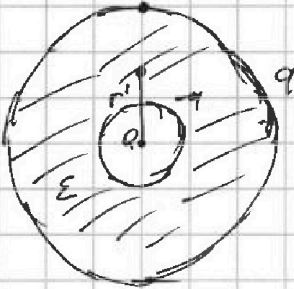
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

№3

*индивидуальные*  
q - ~~постоянный~~ заряд. Электрика.



1) На расстоянии r найти

$$\frac{kQ}{r^2} - \frac{kq}{r^2} = \frac{1}{\epsilon} \frac{kQ}{r^2}$$

$$q = Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)$$

Тогда 
$$\varphi_{\frac{R}{4}} = \frac{kQ}{\frac{R}{4}} - \frac{kq}{\frac{R}{4}} + \frac{kq}{R} = \frac{k}{R} (4Q - 3q) =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left(1 - \frac{3}{\epsilon}\right) \quad \text{Если } r < \frac{R}{4}.$$

и 
$$\varphi_{\frac{R}{4}} = \frac{kQ}{\frac{R}{4}} - \frac{kq}{r} + \frac{kq}{R} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{4}{R} - \frac{(1-\frac{1}{\epsilon})}{r}\right)$$

Если  $r > \frac{R}{4}$ .

Итак: 
$$\varphi_{\frac{R}{4}} = \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{3}{\epsilon}\right) \quad \text{при } r \leq \frac{R}{4}$$

$$\varphi_{\frac{R}{4}} = kQ \left(\frac{5\epsilon - 1}{\epsilon R} - \frac{\epsilon - 1}{\epsilon r}\right) \quad \text{при } r > \frac{R}{4}$$

2) Из графика  $r < \frac{R}{3}$ . Тогда

$$\varphi_{\frac{R}{3}} = \frac{kQ}{\frac{R}{3}} - \frac{kq}{\frac{R}{3}} + \frac{kq}{R} = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{\epsilon R} + \frac{(1-\frac{1}{\epsilon})}{R}\right)$$

$$\varphi_{\frac{R}{3}} = \frac{kQ}{R} \left(\frac{3}{\epsilon} + 1 - \frac{1}{\epsilon}\right) = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{2}{\epsilon}\right) = 4\varphi_0$$

$$\varphi_{\frac{2}{3}R} = \frac{kQ}{R} \left(\frac{3}{2\epsilon} + 1 - \frac{1}{\epsilon}\right) = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{2\epsilon}\right) = 3\varphi_0.$$

$$\frac{4}{3} = \frac{1 + \frac{2}{\epsilon}}{1 + \frac{1}{2\epsilon}}$$

$$4 + \frac{2}{\epsilon} = 3 + \frac{6}{\epsilon}$$

$$\frac{4}{\epsilon} = 1$$

$$\epsilon = 4$$

Итак:  $\epsilon = 4$ .

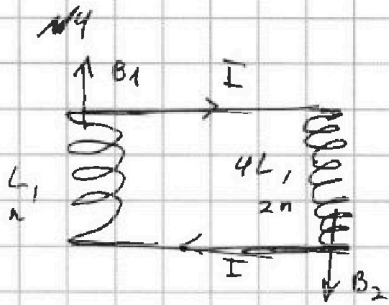
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



По закону Фарадея  $\dot{\Phi} = -\dot{\mathcal{E}}_i$

На рисунке показаны катушки так, чтобы при протекании ток  $I$  они создавали магнитный поток, направленный в одну и ту же сторону.

1) Тогда по 3. Фарадея для  $L_1$ :

$$(\dot{B}_1 S n + L I) = \dot{\mathcal{E}}_{i1} = \dot{B}_1 S n + L \dot{I} \quad (1)$$

для  $L_2$ :

$$(\dot{B}_2 S \cdot 2n - 4L I) = -\dot{\mathcal{E}}_{i2} =$$

$$= -4L \dot{I} \quad (2)$$



$$\dot{\mathcal{E}}_{i1} - \dot{\mathcal{E}}_{i2} = 0 \quad (3)$$

Собирая:  $\dot{B}_1 S n - 3L \dot{I} = 0$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \dot{I} = \frac{\dot{B}_1 S n}{3L} = \frac{\alpha S n}{3L}$$

Ответ:  $\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\alpha S n}{3L}$

2) Аналогично с пунктом 1:

$$\begin{cases} -\dot{\mathcal{E}}_{i1} = \dot{B}_1 S n + L \dot{I} \\ \dot{\mathcal{E}}_{i2} = \dot{B}_2 S n - 4L \dot{I} \\ \dot{\mathcal{E}}_{i1} - \dot{\mathcal{E}}_{i2} = 0 \end{cases}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \dot{I} = \frac{S n (2 \dot{B}_2 + \dot{B}_1)}{3L} = \frac{S n}{3L} \left( 2 \frac{\Delta B_2}{\Delta t} + \frac{\Delta B_1}{\Delta t} \right)$$

$$\Delta I = \frac{S n}{3L} (2 \Delta B_2 + \Delta B_1) = \frac{S n}{3L} \left( -\frac{8}{3} B_0 + \frac{1}{2} B_0 \right) = -\frac{19}{18} \frac{S n B_0}{L}$$

Ответ:  $I = \frac{19}{18} \frac{S n B_0}{L}$





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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_ 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!

$$\frac{kR}{R} \left(1 + \frac{3}{2E}\right) = 340$$

$$\frac{kR}{R} \left(1 + \frac{3}{E}\right) = 440$$

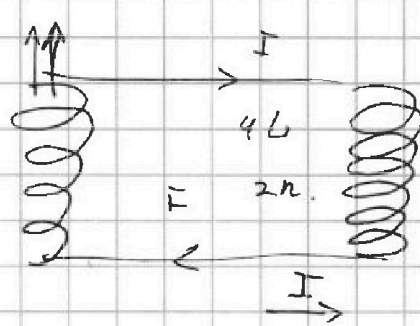
$$\frac{4}{3} = \frac{E+3}{2E+3}$$

$$4E + 6 = 3E + 9 \cdot 3$$

$$E = 3$$

$$\frac{kR}{R} \left(1 + \frac{1}{E} + \frac{3}{E}\right) = 440$$

$$\dot{B}_1 S_1 + L \dot{I} = \dot{B}_2 S_2 + 4L \dot{I}$$



$$\dot{\Phi} = \dot{E} i$$

$$\dot{B} S_1 + L \dot{I} = \dot{\Phi} i$$

$$3L \dot{I} = \dot{B} S_1$$

$$\dot{I} = \frac{S_1}{3L} \dot{B}$$

$$(1) \dot{B}_1 S_1 + L \dot{I} = -\dot{E} i$$

$$(2) -\dot{B}_2 S_2 + 4L \dot{I} = -\dot{E} i$$

$$3L \Delta I = S_1 \left( 2 \Delta B_2 + \Delta B_1 \right)$$

$$J \frac{a_2}{R} = F_2 R$$

$$4mg \frac{5}{13} R = (J + 4mR^2) \frac{a_2}{R}$$

$$F_2 R = 4mR^2 \cdot \frac{a_2}{R}$$

$$\frac{2}{9m} R^2 \frac{a_2}{R} = 4m g \frac{5}{13} R$$

$$\frac{2 \cdot 5}{24}$$

$$\frac{20}{13} mg = \frac{J a_2}{R^2} + 4m a_2$$

$$4m a_2 =$$





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!

3) Из пункта 1  $A_{цикла} = \frac{9}{4} p_0 V_0$

Посчитаем  $Q_H$  — тепло, отданное нагревателем.

В процессах  $p = p' \left(1 - \frac{V}{V'}\right)$  теплоемкость  $C$  процесса является большей нуля при  $V < \frac{d}{d+1} V' = \frac{2+2}{2 \cdot 2} V' = \frac{5}{8} V'$   
и, соответственно, меньшей нуля при  $V > \frac{5}{8} V'$

(В точке  $V = \frac{5}{8} V'$  происходит касание  $p(V)$  и  $q(V)$ )

В процессе 1-2  $V_{кр} = \frac{5}{8} V' = \frac{15}{2} V_0 = 7,5 V_0$ , а м.к.

1-2 происходит в квадранте  $(4-7) V_0$ , то на всем процессе тепло будет поглощаться

$$Q_{H,1-2} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \left( 7 \cdot \frac{5}{2} p_0 V_0 - 1 p_0 V_0 \right) + \frac{1}{2} \left( 4 p_0 \cdot \frac{5}{2} p_0 \right) \cdot 3 V_0 =$$

$$= \frac{4}{4} p_0 V_0 + \frac{39}{4} p_0 V_0 = 12 p_0 V_0.$$

В процессе 2-3 тепло только отводится ( $A_{2-3} = 0$ ,  $\Delta U_{2-3} < 0$ ).

В процессе 3-1  $V_{кр} = \frac{5}{8} \cdot 8 V_0 = 5 V_0$ . Это значит в квадранте

|                 |         |
|-----------------|---------|
| $4 V_0 - 5 V_0$ | $C > 0$ |
| $5 V_0 - 7 V_0$ | $C < 0$ |

и, м.к. Мы идем в "обратную"

сторону (не 1-3, а 3-1, м.к.  $dV < 0$ ) то

$dQ > 0$  при  $(5 V_0 - 7 V_0)$

$$Q_{H,3-1} = Q_{H,7V_0-5V_0} = \frac{3}{2} (15 p_0 V_0 - 7 p_0 V_0) - \frac{1}{2} (p_0 + 3 p_0) (2 V_0) =$$

$$= 12 p_0 V_0 - 4 p_0 V_0 = 8 p_0 V_0$$

$$Q_H = Q_{H,3-1} + Q_{H,1-2} = 20 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A_{цикла}}{Q_H} = \frac{9}{20}$$

Ответ:  $\eta = \frac{9}{20}$ .



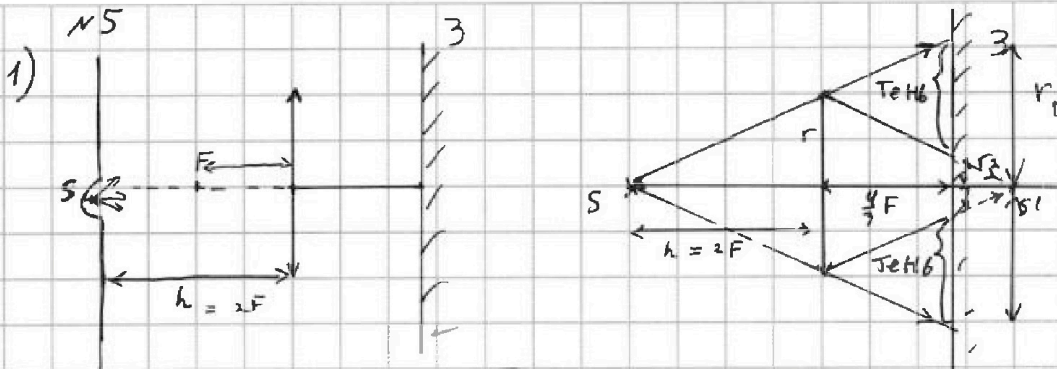


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



П.к. источник находится на расстоянии  $2F$  от линзы, то его изображение тоже будет на расстоянии  $2F$  (см. рас.) выше

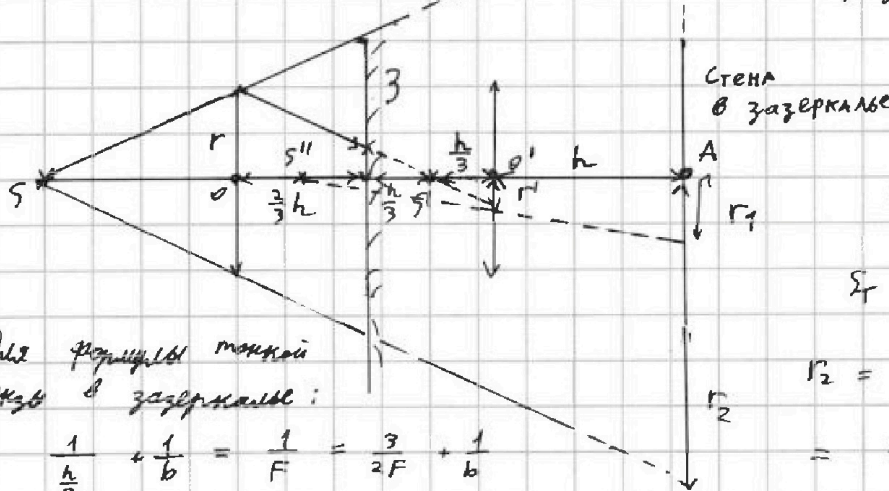
Тогда из подобия треугольников зона тени считается

$$\text{как } S_T = \pi (r_1^2 - r_2^2) = \pi \left( \left( \frac{r(h+c)}{h} \right)^2 - \left( \frac{r(h-c)}{h} \right)^2 \right) =$$

$$= \pi r^2 \left( \frac{2F}{9} - \frac{1}{9} \right) = \frac{8}{3} r^2 \pi = 24 \pi \text{ см}^2$$

ответ:  $S_T = 24 \pi \text{ см}^2$

2) Измерим площадь тени на стене через «зазеркалье».



Для формулы тонкой линзы в зазеркалье:

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

$$b = -2F = -h.$$

$$\frac{h}{3} = s'o'$$

$$b = s''o'$$

$$S_T = \pi (r_2^2 - r_1^2)$$

$$r_2 = \frac{r}{h} \cdot (2(h+c)) =$$

$$= \frac{10}{3} r = 10 \text{ см.}$$





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!

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{r}{O S'} = \frac{r_1}{S' O'} \\ \frac{r_1}{S'' O'} = \frac{r_2}{S'' A} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} O S' = h \\ O' S' = \frac{h}{3} \\ O' S'' = h \\ S'' A = 2h \end{array}$$

$$r_1 = r \frac{S'' A S' O'}{O S' S'' O'} = \frac{2}{3} r = 2 \text{ см.}$$

$$S_T = \pi (r_2^2 - r_1^2) = 96 \pi \text{ см}^2$$

$$\text{Ответ: } S_T = 96 \pi \text{ см}^2$$



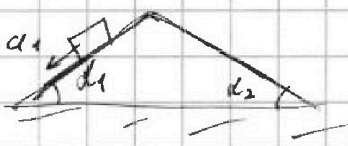
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

$$-\frac{3}{2} > \frac{1}{1 + \frac{v}{p} \frac{dp}{dv} - \frac{p'}{v}} \quad -\frac{3}{2} (1 - \frac{p'}{v}) > 1. \quad C = \frac{c}{2} R, \quad \frac{R}{1 + \frac{v}{p} \frac{dp}{dv}} < 0$$



$$m \left( \frac{3}{5} g - \frac{5}{13} g \right) = F_1$$

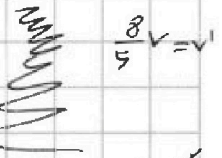
$$4m \left( \frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) g = F_2$$

$$\frac{5}{2} - \frac{5}{2} \frac{v}{p} \frac{p'}{v}$$



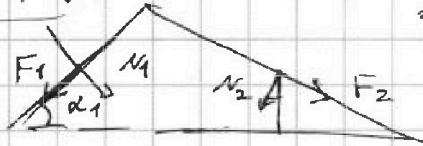
$$\frac{39 - 25}{65}$$

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



$$\frac{8}{5} v = v'$$

$$1 - \frac{v}{p} \frac{p'}{v}$$



$$\frac{v}{p} = \frac{v'}{p'}$$

$$\frac{p}{v} = \frac{p'}{v'}$$

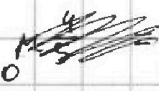
$$\frac{120 - 65}{13 \cdot 24}$$

$$= \frac{55 \cdot 4}{13 \cdot 24} mg$$

$$p' (v' - v)$$

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

$$1 - \frac{v}{p} \frac{p'}{v}$$



$$\frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5}$$

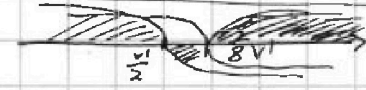
$$+ \frac{5 \cdot 12}{13^2}$$

$$- \frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13}$$

$$- \frac{3 \cdot 4}{25}$$

$$60 - 110$$

$$\frac{3 \cdot 6 p_0 v_0}{4 \cdot 4 p_0 v_0}$$



$$\frac{1,5 p_0 \cdot 3 v_0}{2}$$

$$= \frac{9}{4} p_0 v_0 = A$$

$$\frac{p}{v} v = \frac{3}{5} \frac{p'}{v'}$$

$$\frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{R} \right)$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \left( -\frac{3}{2} p_0 v_0 \right) = -\frac{9}{4} p_0 v_0$$

$$\frac{kQ}{\epsilon r^2} = E$$

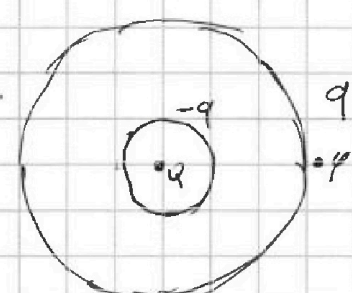
$$\frac{i+2}{2i+2}$$

$$\frac{5}{8} \cdot \frac{12}{2}$$

$$\frac{15}{2}$$

$$E \rightarrow \frac{E}{\epsilon}$$

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



$$R \frac{Q-Q}{r^2} = \frac{kQ}{\epsilon r^2}$$

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



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  
\_\_ 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!

Handwritten mathematical work on a grid background. The work includes several equations and diagrams:

- At the top left, there is a differential equation:  $\frac{3}{2} (p \dot{v})$  and  $\frac{3}{2} \cdot 1$ .
- Below it, another equation:  $\int \frac{3}{2} p dv + \frac{3}{2}$ .
- In the center, a differential equation:  $5 p (1 - \frac{v}{11}) dv - 3 \frac{v p}{v^2} dv < 0$ .
- To the right of this, there are several numerical calculations:  $20 - \frac{63}{4} - 2$ ,  $20 - \frac{63}{4} + \frac{3}{2} - \frac{7}{2}$ ,  $16 - 15$ ,  $18 - \frac{63}{4}$ ,  $20 - \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} \cdot 7$ ,  $20 - \frac{63}{4}$ , and  $\frac{72 - 63}{4} = \frac{9}{4}$ .
- On the left side, there are more calculations:  $\frac{55}{8 \cdot 13} \cdot \frac{2}{13} + \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - 5 - 8 \frac{v}{v^2} < 0$ ,  $110 - \frac{240}{13}$ ,  $156$ ,  $110 - \frac{10}{13} + \frac{12 \cdot 13}{25 \cdot 13} - \frac{56}{13 \cdot 25}$ , and  $\frac{4}{13}$ .
- In the middle, there is a diagram of a circle with a smaller circle inside it, labeled with  $r'$ .
- Below the diagram, there are more equations:  $\frac{3kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ(1 - \frac{1}{\epsilon})}{R}$ ,  $\frac{3kQ}{2\epsilon R} + \frac{kQ(1 - \frac{1}{\epsilon})}{R}$ ,  $4 + \frac{5}{2}$ ,  $\frac{35}{2} - \frac{32}{2}$ ,  $\frac{17}{4} \cdot 3$ ,  $\frac{39}{4} + \frac{9}{4}$ ,  $15 - 7$ ,  $8$ , and  $12 - 2 \cdot 2$ .
- There are also some scribbles and arrows indicating directions or relationships between different parts of the work.





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!

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{1 + \frac{V}{P} \frac{dP}{dV}} \quad P = P' \left(1 - \frac{V}{V'}\right)$$

$$\frac{3}{2} + \frac{1}{1 - \frac{P'}{V} \frac{V}{P' \left(1 - \frac{V}{V'}\right)}}$$

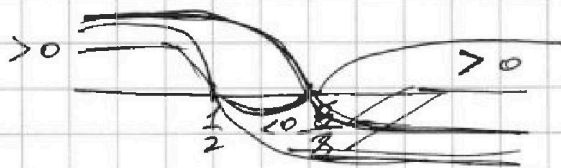
$$\frac{V' - 3V}{V' - V}$$

$$\frac{3}{2} + \frac{V' - V}{2V' - 2V}$$

$$\frac{5}{2} \left( \frac{V}{V' - V} \right)$$

$$\frac{3V' - \frac{3}{2}V + V' - V}{2V' - 2V} > 0$$

$$\frac{\frac{4}{2}V' - \frac{5}{2}V}{2V' - 2V} > 0$$



$$P' \left(1 - \frac{V}{V'}\right) dV \quad V \quad \frac{1}{2} P' dV +$$

$$P dV \quad V \quad \frac{3}{2} (P dV + V dP)$$

$$- \frac{1}{2} P dV < 3$$

$$- P' dV \left(1 - \frac{V}{V'}\right) \quad V - 3V \frac{P'}{V'} dV$$

$$\frac{V}{V'} - 1 \quad V - 3 \frac{V}{V'}$$

$$\frac{4V}{V'} \quad V > 1 \quad V > \frac{V'}{4}$$