



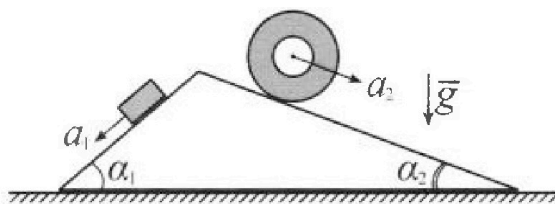
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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.

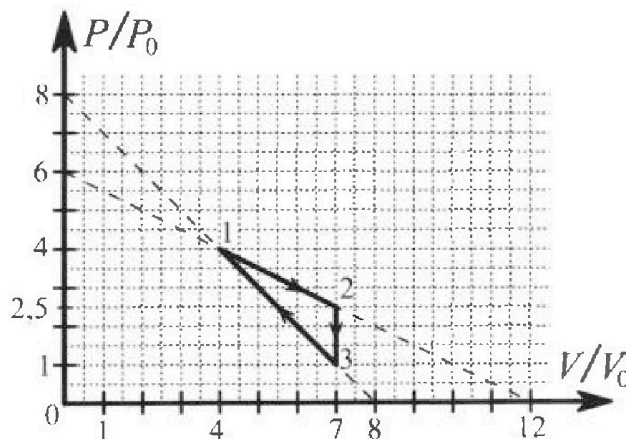


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

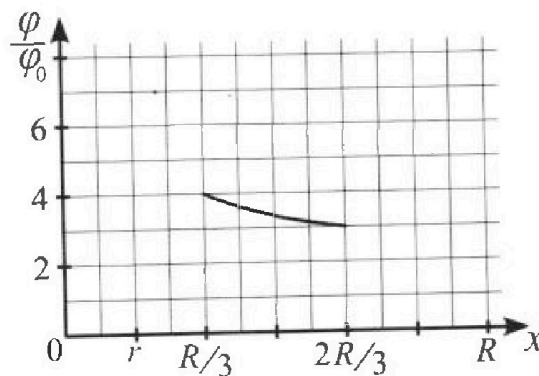
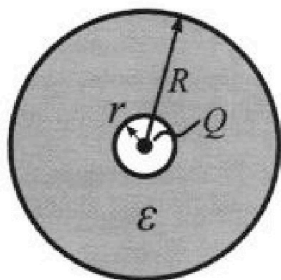
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $\epsilon$ .



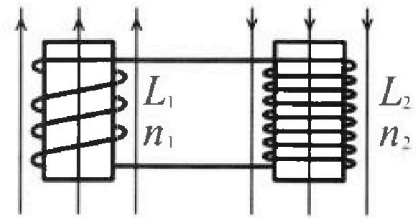
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

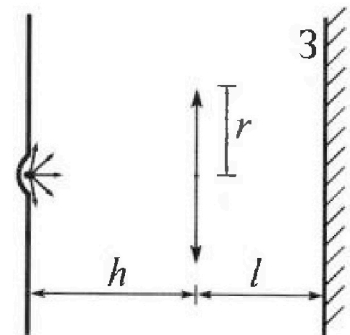


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 4L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 2n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков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

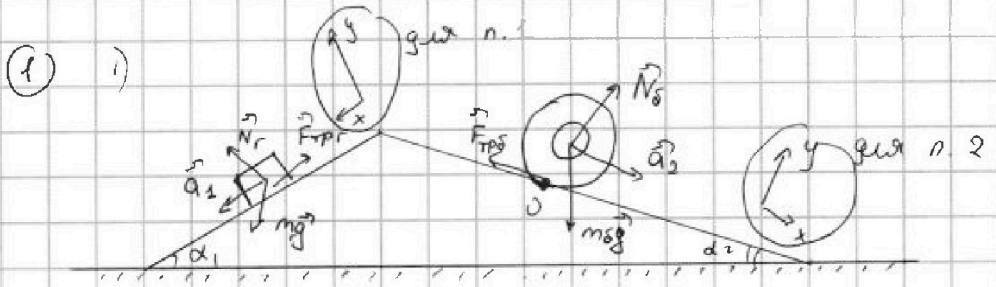


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!



1) 1) Ил. 3. Кинематика:  $O_x: a_1 m = mg \sin \alpha_1 - F_{TP1} \Rightarrow F_{TP1} = mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{5}{13} gm$

$O_y: 0 = -mg \cos \alpha_1 + N_1$   
 $N_1 = \frac{4}{5} mg$

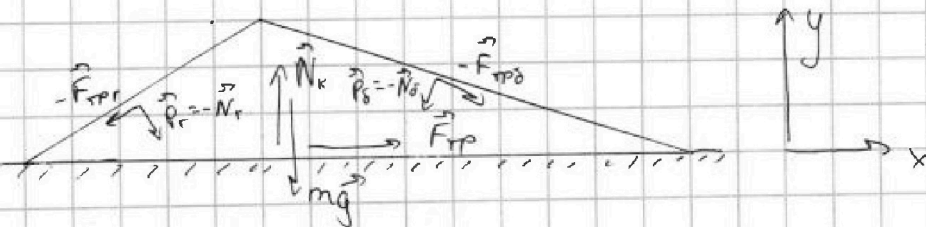
$F_{TP1} = \frac{14}{65} mg$

2) Ил. 3. Кинематика:  $O_x: ma_2 = -F_{TP2} + m_2 g \sin \alpha_2$

$F_{TP2} = m_2 g \sin \alpha_2 - ma_2 = \left( \frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) mg = \frac{55}{312} mg$

3) найдем  $N_2$ : ~~неизвестно~~

$O_y: 0 = -m_2 g \cos \alpha_2 + N_2 \Rightarrow N_2 = \frac{12}{13} mg$



Ил. 3. Кинематика  $O_x: 0 = F_{TP} - F_{TP1} \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 + F_{TP2} \cos \alpha_2 - N_2 \sin \alpha_2$   
 т.к. клин неподвижен

$F_{TP} - \frac{4}{5} \cdot \frac{14}{65} mg + \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} mg + \frac{12}{13} \cdot \frac{55}{312} mg - \frac{12}{13} mg \cdot \frac{5}{13} = 0$

$F_{TP} = \frac{4}{5} \cdot \left( \frac{14}{65} - \frac{3 \cdot 13}{65} \right) mg + \frac{5}{169} (-\frac{11}{2} + 12) mg = \frac{5}{13} \cdot 2 mg - \frac{4}{8} \cdot \frac{25}{8 \cdot 13} mg =$

$= \left( \frac{5}{26} - \frac{4^2}{13} \right) mg = -\frac{3}{26} mg \Rightarrow F_{TP} \text{ противоположна } O_x$

$|F_{TP}| = \frac{3}{26} mg$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 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!

② 3) (ветви у параболы вниз)  $\Rightarrow$  на угр.  $4V_0 - 7V_0$   $T \rightarrow$  не,  
тк процесс идет при  $V \downarrow$ , то  $T \rightarrow \Rightarrow Q$  рассчитывается.

$$Q_{31} = \underbrace{\frac{(p_0 + 4p_0)}{2} \cdot 3V_0}_{\text{Страницы} = A_{\text{гаса}}} + \frac{1}{2}(4p_0 \cdot 4V_0 - 7V_0 \cdot p_0) = \frac{15}{2}p_0V_0 - \frac{7}{2}p_0V_0 - \frac{9 \cdot 3}{2}p_0V_0 = -6p_0V_0 < 0$$

$$\eta = \frac{3/4 p_0 V_0}{10 p_0 V_0} = \boxed{\frac{3}{40}}$$



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!

$$\textcircled{2}) | \Delta U_{23} | = | U_3 - U_2 | = \left| \frac{i}{2} p_3 V_3 - \frac{i}{2} p_2 V_2 \right| = \frac{i}{2} | p_0 \cdot 7V_0 - 2,5p_0 \cdot 7V_0 | =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 7 \cdot 1,5 p_0 V_0 = \frac{9}{4} \cdot 7 p_0 V_0$$

газ одноатомный  $\Rightarrow i=3$

$$A_{\text{газа}} = S_{\text{под графиком}} = \underbrace{3 p_0 \cdot 3V_0}_{S_{\text{кв.га}}} - \underbrace{3 p_0 \cdot 3V_0 \cdot \frac{1}{2}}_{S_{\Delta}} - \underbrace{3V_0 \cdot 1,5 p_0 \cdot \frac{1}{2}}_{S_{\text{ман.а}}} = p_0 V_0 \left( \frac{9}{2} - \frac{9}{4} \right) = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

$$k_1 = \frac{| \Delta U_{23} |}{A_{\text{газа}}} = \frac{\frac{9}{4} \cdot 7 p_0 V_0}{\frac{9}{4} p_0 V_0} = \boxed{7}$$

2) процессу 1-2 соответствует зависимость  $p = 6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V$  (из графика)

по 3. и.к.:  $pV = \nu RT \Rightarrow T = \frac{pV}{\nu R} = \frac{(6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V) V}{\nu R}$

$$T = \frac{p_0}{\nu R} \left( 6V - \frac{V^2}{2V_0} \right) \Rightarrow T(V) - \text{парабола с ветвями вниз}$$

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

$T_{\text{max}}$  в вершине, когда  $V = \frac{-6}{-\frac{1}{2V_0}} = 6V_0$

$$T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R} = \frac{4p_0 \cdot 4V_0}{\nu R} = \frac{16 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$k_2 = \frac{T_{\text{max} 1-2}}{T_1} = \frac{18 \frac{p_0 V_0}{\nu R}}{16 \frac{p_0 V_0}{\nu R}} = \boxed{\frac{9}{8}}$$

3) На ут. 1-2  $Q$  ~~получается, пока  $T \uparrow$~~   ~~$Q = \nu c \Delta T$ ,  $c_{\text{п}} > c_{\text{в}}$~~   ~~$T_1 > T_2 \Rightarrow \Delta T < 0 \Rightarrow Q < 0$~~

$$Q_{1-2}^* = \frac{(3+4)p_0}{2} \cdot 2V_0 + \frac{i}{2} (6V_0 \cdot 3p_0 - 4p_0 \cdot 4V_0) =$$

Ступенчатый =  $A_{\text{газа}}$

$$= 7 p_0 V_0 + \frac{3}{2} \cdot 2 p_0 V_0 = 10 p_0 V_0$$

$$Q_{23} = 0 - \frac{9}{4} \cdot 7 p_0 V_0 < 0 \Rightarrow Q \text{ отдается газу}$$

$$Q_{\text{об-ст}} = \frac{V_0}{2} (2,5+3) p_0 + \frac{i}{2} (2,5 \cdot 7 p_0 V_0 - 3 \cdot 6 p_0 V_0) = \left( \frac{5,5}{2} + \frac{3}{2} \cdot (15-18) \right) p_0 V_0 = \frac{5,5-9}{2} p_0 V_0 < 0$$

С ут. 3-1 поступим, как с 1-2. Найдем  $T_{\text{max}}$ .

$$p = 8p_0 - \frac{p_0}{V_0} V \Rightarrow T = \frac{pV}{\nu R} = \frac{p_0}{\nu R} \left( 8V - \frac{V^2}{V_0} \right) \Rightarrow T_{\text{max}} \text{ при } V = \frac{-8}{-2/V_0} = 4V_0$$



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.

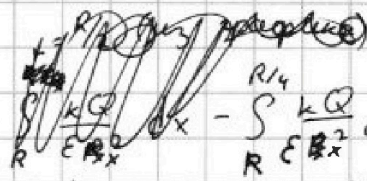
1  2  3  4  5  6  7

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!

3) В диэлектрике поле  $\downarrow$  в  $\epsilon$  раз. Поле внутри шара  $\frac{kQ}{r^2}$ , тогда в диэлектрике  $E = \frac{kQ}{r^2 \epsilon}$ , где  $r$  - расстояние от центра шара. При этом вне шара диэлектрик и его поляризация на поле заряда не влияет, и там  $E = \frac{kQ}{r^2}$ .

$$\varphi(R/4) = - \int_{\infty}^{R/4} E_x dx = - \int_{\infty}^R \frac{kQ}{R^2} dx - \int_R^{R/4} \frac{kQ}{\epsilon R^2} dx =$$

$$= 0 + \frac{kQ}{R} - \left( \frac{kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon R/4} \right) = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{4kQ}{\epsilon R} = \frac{kQ}{R} + \frac{3kQ}{\epsilon R} = \frac{kQ}{R} \left( 1 + \frac{3}{\epsilon} \right)$$


Аналогично найдем  $\varphi(R/3)$  и  $\varphi(2R/3)$

$$\varphi(R/3) = - \int_{\infty}^R \frac{kQ}{x^2} dx - \int_R^{R/3} \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{\epsilon R/3} = \frac{kQ}{R} + \frac{2kQ}{\epsilon R}$$

$$\varphi(2R/3) = - \int_{\infty}^R \frac{kQ}{x^2} dx - \int_R^{2R/3} \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{\epsilon 2R/3} = \frac{kQ}{R} + \frac{1}{2} \frac{kQ}{\epsilon R}$$

Значения по графику отличаются на  $\varphi_0$

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

где  $k$  - коэф. в законе Кулона

$$E = \frac{3kQ}{2\epsilon_0 R}$$



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!

$$(4) \quad 1) \quad \varphi_0 = B \cdot S \cdot n \quad \rightarrow n \cdot B \cdot S = I \cdot L$$

$$\varphi_0 = I L$$

$$n \cdot \frac{dB}{dt} \cdot S = \frac{dI}{dt} \cdot L$$

$$\frac{dI}{dt} = n \frac{dB}{dt} \cdot \frac{S}{L} = \alpha \frac{S}{L} n$$

$$2) \quad \varphi_1 = \frac{B_0}{2} S n = I_1 L \Rightarrow I_1 = \frac{B_0 S n}{2L}$$

$$\varphi_2 = \frac{2}{3} B_0 S \cdot 2n = \frac{4}{3} B_0 S n = I_2 \cdot 4L \Rightarrow I_2 = \frac{4}{3} \frac{B_0 S n}{4L} = \frac{B_0 S n}{3L}$$

Энергия в системе не меняется.

$$W_1 = W_{k1.1} + W_{k2.1} = \frac{\varphi_{1.1} I_1}{2} + \frac{\varphi_{2.1} I_1}{2} = \left( \frac{B_0 \cdot n \cdot S}{2} + \frac{2 B_0 \cdot 2n \cdot S}{2} \right) I_1 =$$

$$= \frac{I_1 B_0 n S}{2} (1 + 4) = \frac{5}{2} I_1 B_0 n S$$

$$W_2 = \frac{B_0 / 2 n S}{2} I_2 + \frac{2/3 B_0 n S}{2} I_2 = \frac{B_0}{3} \cdot \frac{B_0 n S I_2}{2} \left( \frac{1}{2} + \frac{2}{3} \right) = \frac{7}{12} B_0 I_2 n S$$

$$W_1 = W_2$$

$$\frac{5}{2} I_1 n S B_0 = \frac{7}{12} I_2 B_0 n S \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{7/12}{5/2} = \frac{7}{30}$$

$$\neq \text{к. 1: } B_0 \cdot S \cdot n = I_1 L_1 \Rightarrow I_1 = \frac{B_0 S n}{L} \rightarrow I_2 = \frac{7}{30} \frac{B_0 S n}{L}$$



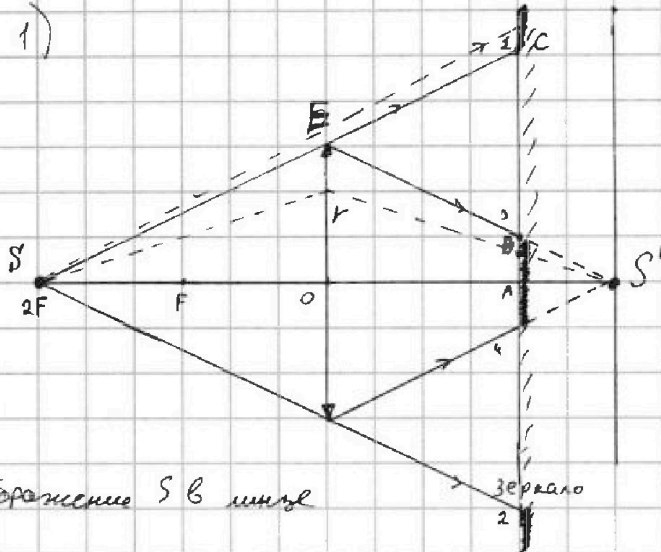
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

5) 1)



$S'$  - изображение  $S$  в линзе

лучи 1 и 2 не проходят через линзу, также как и остальные, у к-х угол с Г.О.О (главн. опт. ось) больше, чем у них

лучи 3 и 4 находятся на самом краю линзы (проходят через него) и потому след от них - самый дальний от Г.О.О

$F = \frac{h}{2} \Rightarrow$  лампочка находится в двойном фокусе  $\Rightarrow$  её изображение находится по другую сторону линзы на расстоянии  $2F$  от линзы

картинка сделана в 2D, однако, в силу симметрии, в 4-й другой л-ти будет то же самое  $\Rightarrow S$  освещает отр. 3 и 4 - круг с радиусом  $AB$ , а  $S$  отр. 1 и 2 - круг радиуса  $AC$

$S_{\text{осв. зерк.}} = S_{1,2} - S_{3,4}$ , т.к. при расст.  $> AC$  линза <sup>линзу прох. через</sup> не освещает всё пространство, а при расст.  $< AB$  лучи проходят через линзу под большим углом и расст. на зеркале оставляют <sub>осв.</sub>

Найдём  $AB$  и  $AC$ :  $\triangle SAC \sim \triangle SOE$  (один  $\angle$  прямой, второй <sup>второй</sup> общий)

$$\frac{OE}{AC} = \frac{SO}{SA} = \frac{h}{\frac{2}{3}h} = \frac{3}{2} \Rightarrow AC = \frac{2}{3}r = 2 \text{ см}$$

$\triangle S'AB \sim \triangle S'OE$  (один  $\angle$  прямой, второй <sup>второй</sup> общий)

$$\frac{S'A}{S'O} = \frac{AB}{OE} \Rightarrow \frac{AB}{OE} = \frac{h - \frac{2}{3}h}{h} = \frac{1}{3} \Rightarrow AB = \frac{1}{3}r = 1 \text{ см}$$

$$S_{\text{осв. зерк.}} = \pi \cdot (AC)^2 - \pi \cdot (AB)^2 = \pi \cdot 25 \text{ см}^2 - \pi \cdot 1 \text{ см}^2 = \boxed{24\pi \text{ см}^2}$$



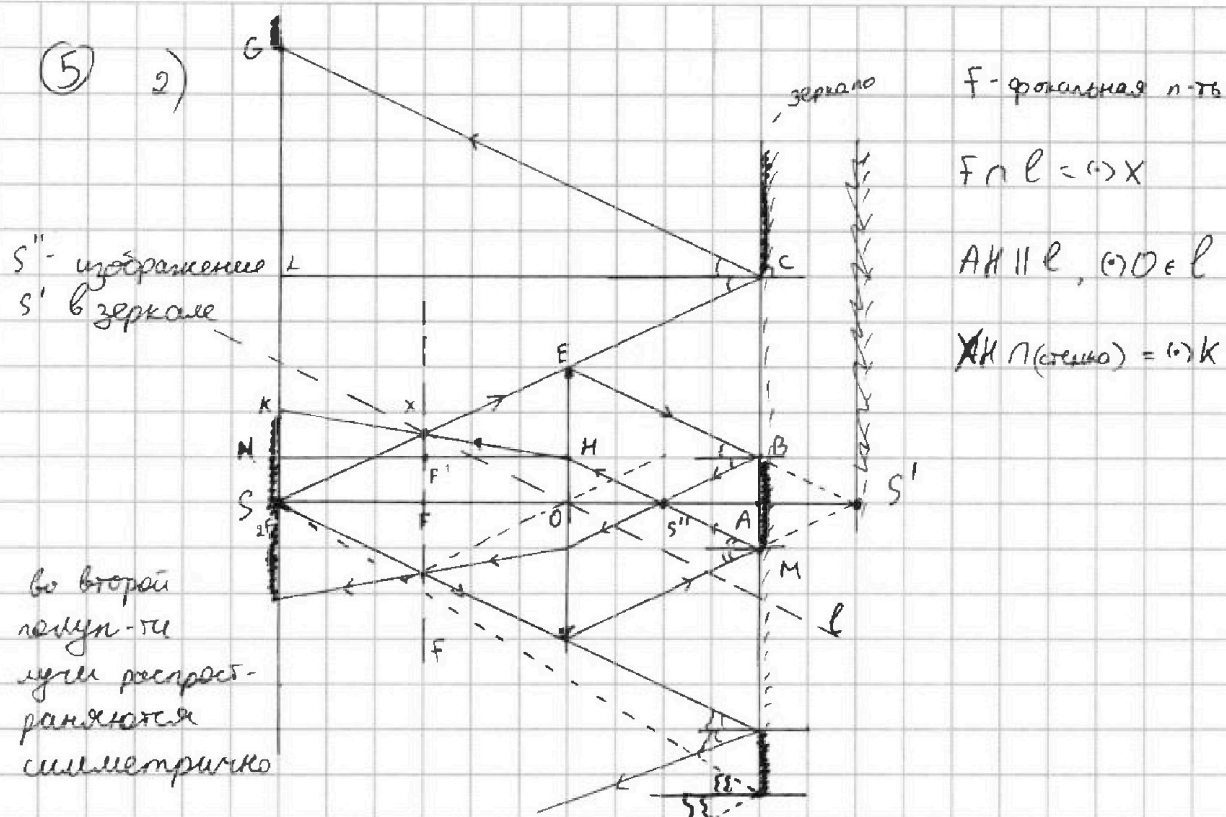


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



лучи, которые не прошли через линзу (SE и выше) отражаются в зеркале в  $\infty$  и попадают на стенку в  $\infty$  и в (∩) G

лучи, прошедшие через линзу, отражаются в зеркале и еще раз пройдут через линзу. При этом они попадают в  $\infty$  ниже (∩) K.

$$S_{\text{несв. ст.}} = S_{\text{раг. SG}} - S_{\text{раг. SK}}$$

картинка сим. в  $\infty$  л-ти  $\perp$  л-ти линзы  $\Rightarrow$  лучи образуют круги

$$S_{\text{раг. SG}} = \pi (SG)^2 \quad S_{\text{раг. SK}} = \pi (SK)^2$$

Найдем SG и SK: зеркало  $\parallel$  стене,  $CL \perp$  зеркалу  $\Rightarrow CL \perp$  стене

Г.О.О.  $\Rightarrow AS$ ,  $\left. \begin{array}{l} \text{Г.О.О.} \\ \perp \text{ зеркалу} \end{array} \right\} \Rightarrow AS \perp \text{ зеркалу}$   
 $AS \parallel CL$  (т.к.  $CL \perp$  зеркалу)  $\Rightarrow \angle LCS = \angle CSA$   
 $CL = AS$  (т.к.  $\parallel$  и между  $\parallel$  ст.)  
 $\triangle GCL$  и  $\triangle ACS$  -  $\text{н/у}$   
 $\triangle GCL = \triangle ACS$



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!

ЧЕРНОВИК

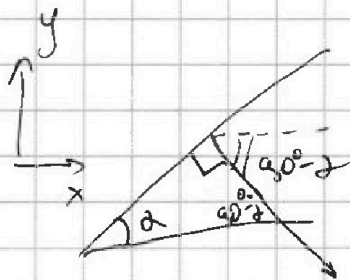
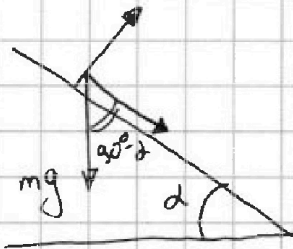
$$\frac{kQ}{R} - \left( \frac{kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon^2 R/3} \right) = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{2\epsilon R} = \frac{kQ}{R} \left( 1 + \frac{1}{2\epsilon} \right)$$

$$\frac{kQ}{R} - \left( \frac{kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon R/3} \right) = \frac{kQ}{R} + \frac{2kQ}{\epsilon R}$$

отн. на  $U_0 = \frac{2kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{2\epsilon R} = \frac{3}{2} \frac{kQ}{\epsilon R} \Rightarrow \epsilon =$

$$\frac{3}{5} - \frac{5}{13} = \frac{39-25}{5 \cdot 13} = \frac{14}{65}$$

$$\frac{5}{13} - \frac{5}{24} = 5 \left( \frac{1}{24} - \frac{1}{13} \right) = \frac{24-13}{24 \cdot 13} \cdot 5 = \frac{55}{312}$$



$$\frac{24}{13} - \frac{14}{24} = \frac{24 \cdot 24 - 14 \cdot 13}{13 \cdot 24} = \frac{55}{312}$$

$$\frac{13}{12} - \frac{14}{26} = \frac{13 \cdot 26 - 14 \cdot 12}{12 \cdot 26} = \frac{142}{312}$$

$$\frac{156}{14} - \frac{14}{142} = \frac{156 \cdot 142 - 14 \cdot 14}{14 \cdot 142} = \frac{21852 - 196}{1988} = \frac{21656}{1988} = \frac{5414}{497}$$

$$\frac{142}{65 \cdot 5} = \frac{142}{325}$$

$$\frac{14}{5} - \frac{14}{5 \cdot 13} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{14}{13} \cdot \frac{5 \cdot 11}{24 \cdot 13} + \frac{12}{13} \cdot \frac{5}{13}$$

$$\frac{4}{25} \left( \frac{14}{13} - 3 \right) + \frac{5}{169} \left( 12 - \frac{11}{2} \right) = -\frac{25 \cdot 4}{13 \cdot 25} + \frac{5}{13 \cdot 13} \cdot \frac{13}{2} =$$

$$Q = A + \Delta U = 0$$

$$\varphi = LI$$

$$U = IR$$

$$39 - 14 = 25$$

$$\frac{5}{26} - \frac{4}{13}$$

$$W = IU$$

$$W = I^2$$

$$\frac{\varphi^2}{2L} = \frac{\varphi I}{2} = \frac{I \cdot B \cdot n \cdot S}{2}$$

$$q = CU \Rightarrow \frac{CU^2}{2} = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C}$$

$$\frac{B_0 \cdot n \cdot S}{2} I_1 + \frac{2B_0 \cdot 2n \cdot S}{2} I_1 = \frac{B_0 \cdot n \cdot S}{2 \cdot 2} I_2 + \frac{2B_0 \cdot n \cdot S}{3 \cdot 2} I_2$$



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  
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!

$$5) 2) \triangle GCL = \triangle ACS \Rightarrow GL = AC$$

$SLCA \perp$  - прям-ик, т.к. стороны  $\parallel$  и  $AS = CL$ ,  $\angle SAC = 90^\circ$   
 $\downarrow$   
 $SL = AC$

$$SG = SL + GL = 2AC = 10 \text{ см}$$

$S''H \parallel \ell$  по построению  $\Rightarrow S''H \parallel OX \Rightarrow \angle HS''O = \angle XOF$

$\triangle OFX$  и  $\triangle S''HX$  - п/у  $\xrightarrow{\quad \checkmark \quad}$   
 $\triangle OFX \sim \triangle S''OH$

$S''A = S'A$ , т.к.  $S''$ -изобр.  $S'$  в зеркале  $\Rightarrow S''A = h - \frac{2}{3}h = \frac{1}{3}h$

$$S'O = AO - S''A = \frac{2}{3}h - \frac{1}{3}h = \frac{1}{3}h$$

$$\frac{OH}{FX} = \frac{S'O}{OF} = \frac{\frac{1}{3}h}{\frac{1}{2}h} = \frac{2}{3} \Rightarrow FX = \frac{3}{2}OH$$

$\triangle S''AM = \triangle S''OH$ , т.к. они п/у, один  $\angle$  равен и прил. катеты равны ( $AS'' = \frac{1}{3}h = OS''$ )  
 $\downarrow$   
 $OH = AM$

(\*)  $M$  и  $B$  см. от-ко  $GOO \Rightarrow AM = AB \Rightarrow OH = AB = 1 \text{ см}$

$$\downarrow$$

$$FX = \frac{3}{2} \text{ см}$$

$HN \perp SL \Rightarrow HN \parallel SO$ , (\*)  $F'$  - ср.  $HN$

~~HN~~

$\downarrow$   
 $F'X$  - ср. мн.  $\Rightarrow NK = 2F'X$

$$F'X = XF - FF' = XF - OH = \frac{3}{2} \text{ см} - 1 \text{ см} = 0,5 \text{ см}$$

$$NK = 2 \cdot 0,5 \text{ см} = 1 \text{ см} \Rightarrow SK = NK + SN = NK + OH = 2 \text{ см}$$

$$S_{\text{поверхности}} = \pi \cdot (10 \text{ см})^2 \Rightarrow \pi \cdot (2 \text{ см})^2 = \boxed{9 \text{ } \pi \text{ см}^2}$$



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!

### ЧЕРНОВИК

② 1)  $\Delta U = \left| \frac{i}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2) \right| = \frac{i}{2} | (p \cdot 7V - 2,5p \cdot 7V) | = \frac{3}{2} \cdot 7 \cdot 1,5 pV$

$A = 3p \cdot 3V - 3V \cdot 1,5p \cdot \frac{1}{2} - 3p \cdot 3V \cdot \frac{1}{2} = \left( \frac{9}{2} - \frac{9}{4} \right) pV = \frac{9}{4} pV$

$\frac{\Delta U}{A} = \frac{2 \cdot \frac{9}{4}}{\frac{9}{4}} = 2$

2)  $pV = 2RT \rightarrow T = \frac{pV}{2R}$

$T_1 = \frac{4p \cdot 4V}{2R} = 16 \frac{pV}{2R}$

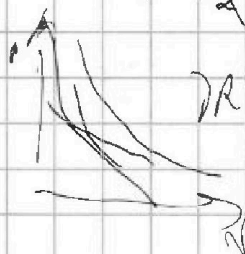
$\int E ds = \frac{q_{enc}}{\epsilon \epsilon_0}$

$T \rightarrow \max$

$p = 6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V$

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

$-\frac{b}{2a} = \frac{-6p_0 \cdot 2V_0}{-2 \cdot p_0} = 6V_0$

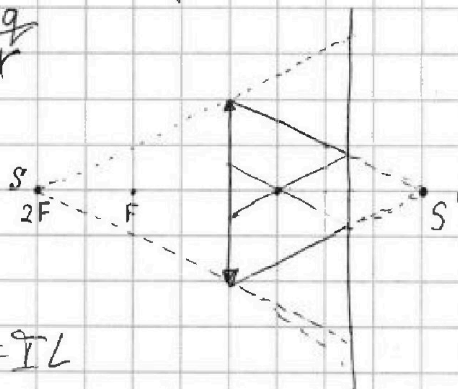


$RT$

$Q = \varphi = k \frac{q}{r \epsilon}$

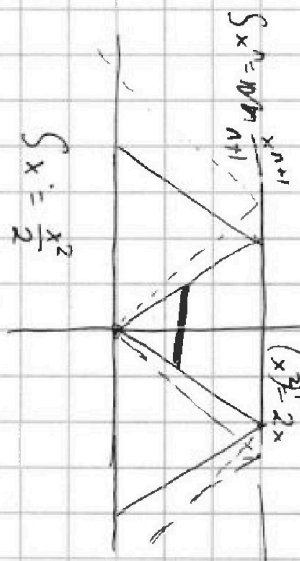
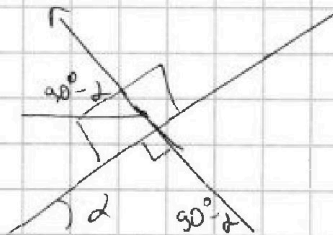
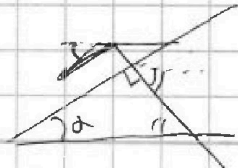
$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{L}$

$k \frac{q}{r}$



$BS = \varphi = \int L$

$\frac{dI}{dt}$



$-\int E ds = \int \frac{q}{r^2} dr = kq \cdot \frac{1}{r}$

Handwritten calculations:  $\frac{2}{3}, \frac{1}{3}, \frac{2}{3}, \frac{1}{3}, \frac{2}{3}, \frac{1}{3}, \frac{2}{3}, \frac{1}{3}$