



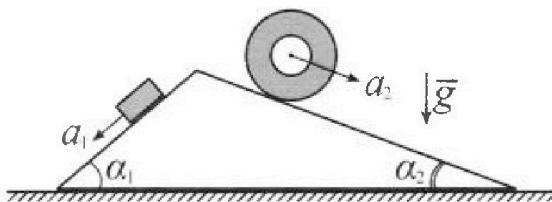
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**



**Вариант 11-01**

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок 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.

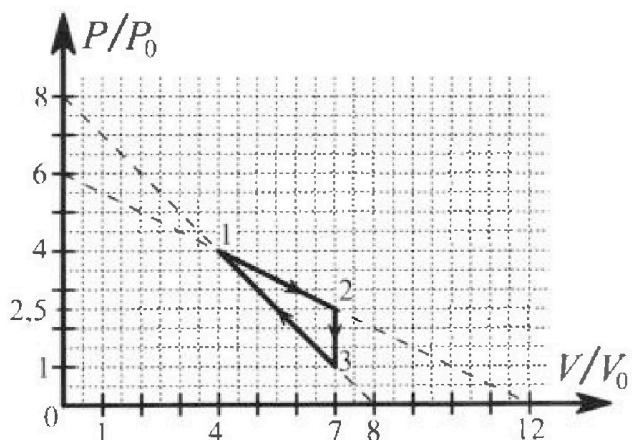


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

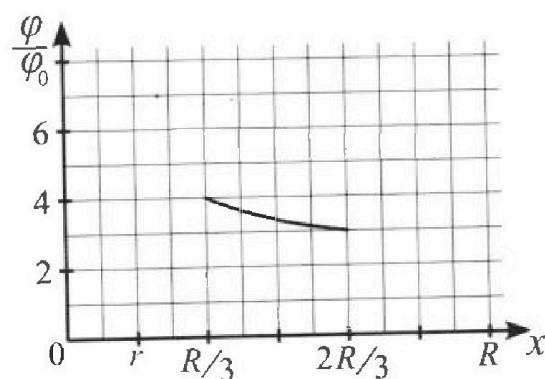
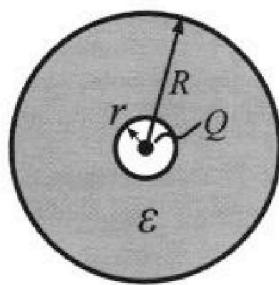
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $\epsilon$ .

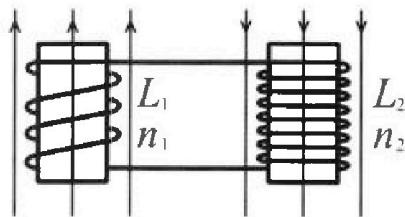


# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01

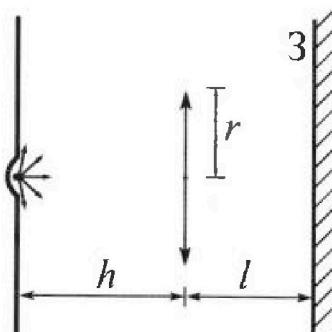
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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 изменились 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 З. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

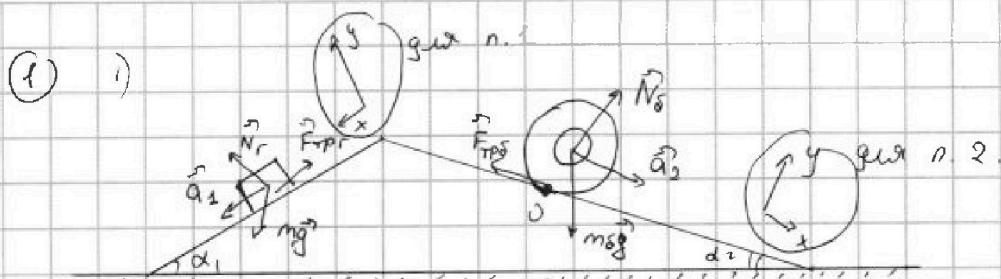
Ответы дайте в [см<sup>2</sup>] в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.

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.

- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!



$$\text{II}_{\text{c}} \text{ 3. Кинематика: } O_x: a_1 m = mg \sin \alpha_1 - F_{ppr} \Rightarrow F_{ppr} = mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{5}{13} mg$$

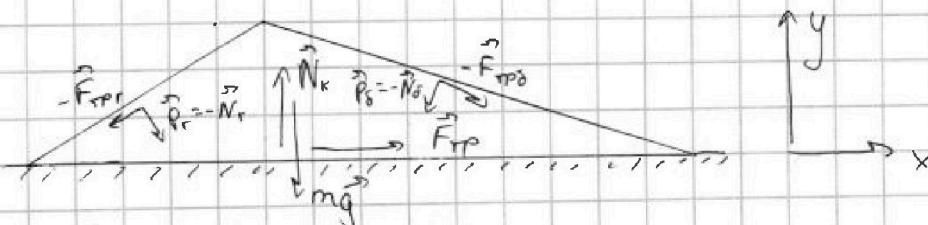
$$O_y: O = -mg \cos \alpha_1 + N_1 \\ N_1 = \frac{4}{5} mg \\ F_{ppr} = \boxed{\frac{14}{65} mg}$$

$$2) \text{ II}_{\text{c}} \text{ 3. Кинематика: } O_x: ma_2 = -F_{ppδ} + mg \sin \alpha_2$$

$$O_y: F_{ppδ} = mg \sin \alpha_2 - ma_2 = \left( \frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) mg = \boxed{\frac{55}{312} mg}$$

$$3) \text{ находим } N_2: \text{ подпись } \text{неподвижна}$$

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



$$\text{II}_{\text{c}} \text{ 3. Кинематика } O_x: O = F_{pr} - F_{ppr} \cos \alpha_2 + N_2 \sin \alpha_2 +$$

т.к. колесо  
неподвижно

$$+ F_{ppδ} \cos \alpha_2 - N_2 \sin \alpha_2$$

$$F_{pr} - \frac{4}{5} \cdot \frac{14}{65} mg + \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} mg + \frac{18}{13} \cdot \frac{55}{13 \cdot 24} mg - \frac{12}{13} mg \cdot \frac{5}{13} = 0$$

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

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

$$|F_{pr}| = \boxed{\frac{3}{26} mg}$$



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) Весы у первого вагона упали на ур.  $4V_0 - 7V_0 = -3V_0$ ,  
так процесс идет при  $V_0$ , то  $T_0 = 0$  получается.

$$Q = \underbrace{\frac{(p_0 + 4p_0)}{2} \cdot 3V_0}_{\text{Брапецкий Агата}} + \frac{1}{2}(4p_0 \cdot 4V_0 - 7V_0 \cdot p_0) = \frac{15}{2}p_0 V_0 - \frac{9}{2}p_0 V_0 = -\frac{9}{2}p_0 V_0 = -6p_0 V_0 < 0$$

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



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.

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$\textcircled{2} \quad 1) |\Delta U_{23}| = |U_3 - U_2| = \left| \frac{i}{2} p_3 V_3 - \frac{i}{2} p_2 V_2 \right| = \frac{i}{2} |p_0 \cdot 7V_0 - 2,5 p_0 \cdot 7V_0| = \\ = \frac{3}{2} \cdot 7 \cdot 1,5 p_0 V_0 = \frac{9}{4} \cdot 7 p_0 V_0 \\ \text{так однотактный} \Rightarrow i=3$$

$$A_{газ3} = S_{\text{под}} = \underbrace{3 p_0 \cdot 3 V_0}_{S_{KB-TK}} - \underbrace{\frac{3 p_0 \cdot 3 V_0 \cdot \frac{1}{2}}{S_{\Delta}}}_{S_{\Delta}} - \underbrace{3 V_0 \cdot 1,5 p_0 \cdot \frac{1}{2}}_{S_{\text{пер. 3}}} = p_0 V_0 \left( \frac{9}{2} - \frac{9}{4} \right) = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

$$k_1 = \frac{|\Delta U_{23}|}{A_{газ3}} = \frac{\frac{9}{4} \cdot 7 p_0 V_0}{\frac{9}{4} p_0 V_0} = \boxed{7}$$

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

$$\text{по 3. М.-К. } pV = DR T \Rightarrow T = \frac{pV}{DR} = \frac{(6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V)V}{DR}$$

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

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

$$T_{\max 1-2} = T(6V_0) = \frac{(6p_0 - \frac{p_0 \cdot 6V_0}{2V_0}) \cdot 6V_0}{DR} = 18 \frac{p_0 V_0}{DR}$$

$$T_1 = \frac{p_0 V_1}{DR} = \frac{4p_0 \cdot 4V_0}{DR} = \frac{16p_0 V_0}{DR}$$

$$K_2 = \frac{T_{\max 1-2}}{T_1} = \frac{18 \frac{p_0 V_0}{DR}}{16 \frac{p_0 V_0}{DR}} = \boxed{\frac{9}{8}}$$

3) На гр. 1-2 ~~располагается, пока~~ ~~т.к. T < T(6V\_0)~~ ~~и~~ ~~T(6V\_0) > T\_1~~

$$Q = \underbrace{\frac{(3+4)p_0}{4V_0 \cdot 6V_0} \cdot 2V_0}_{\text{струейки} = A_{газ3}} + \frac{i}{2} (6V_0 \cdot 3p_0 - 4p_0 \cdot 4V_0) =$$

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

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

$$Q_{6V_0} = \frac{V_0}{2} (2,5 + 3)p_0 + \frac{i}{2} (2,5 \cdot 7p_0 V_0 - 3 \cdot 6p_0 V_0) = \left( \frac{55}{2} + \frac{3}{2} \cdot (15 - 18) \right) p_0 V_0$$

$$= \frac{55 - 9}{2} p_0 V_0 = 0$$

(гр. 3-1 поступич, как с 1-2. Наибольш T<sub>max</sub>)

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



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.

- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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 имеется заряд  $Q$ . 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 поле  $E = 0$  и его поляризация на поле заряда не влияет, и

$$\text{таким } E = \frac{kQ}{r^2}$$

$$\begin{aligned} \varphi(R/4) &= - \int_{\infty}^{R/4} E_x dx = - \int_{\infty}^R \frac{kQ}{R^2 x} dx - \int_R^{R/4} \frac{kQ}{\epsilon R^2 x} dx = \\ &= 0 + \frac{kQ}{R} - \left( \frac{kQ}{ER} \right) - \left( \frac{kQ}{ER/4} \right) = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{ER} + \frac{4kQ}{ER} = \\ &+ \frac{4kQ}{ER} = \frac{kQ}{ER} + \frac{3kQ}{ER} = \boxed{\frac{kQ}{ER} (1 + \frac{3}{E})} \end{aligned}$$



$$\int_R^{R/4} \frac{kQ}{\epsilon R^2 x} dx$$

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

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

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

Значения по графику отличаются на  $\varphi_0$ .

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

~~3kQ/R~~ ~~3kQ/R~~ где  $k$  - констр. в законе Кулона

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



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

- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

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

$$\varphi_0 = I \cdot L \quad n \cdot \frac{dB}{dt} \cdot S = \frac{dI}{dt} \cdot L$$

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

$$2) \quad \varphi_1 = \frac{B_0}{2} S n = \cancel{I_3} \cdot \cancel{L} \Rightarrow I_1 = \frac{B_0 S n}{2 L}$$

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

Энергия в цепи не меняется.

$$W_1 = W_{k1,1} + W_{k2,1} = B_0 \frac{\varphi_1 \cdot I_1}{2} + \frac{\varphi_2 \cdot I_1}{2} = \left( \frac{B_0 \cdot n \cdot S}{2} + \frac{2 B_0 \cdot 2 n \cdot S}{2} \right) I_1 = \\ = \frac{I_1 B_0 n S}{2} (1+4) = \frac{5}{2} I_1 B_0 n S$$

$$W_2 = \frac{B_0 / 2 n S}{2} I_2 + \frac{2 / 3 B_0 n S}{2} I_2 = \frac{8}{3} \frac{B_0 n S I_3}{2} \left( \frac{1}{2} + \frac{2}{3} \right) = \frac{7}{12} B_0 I_2 n S$$

$$W_1 = W_2$$

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

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

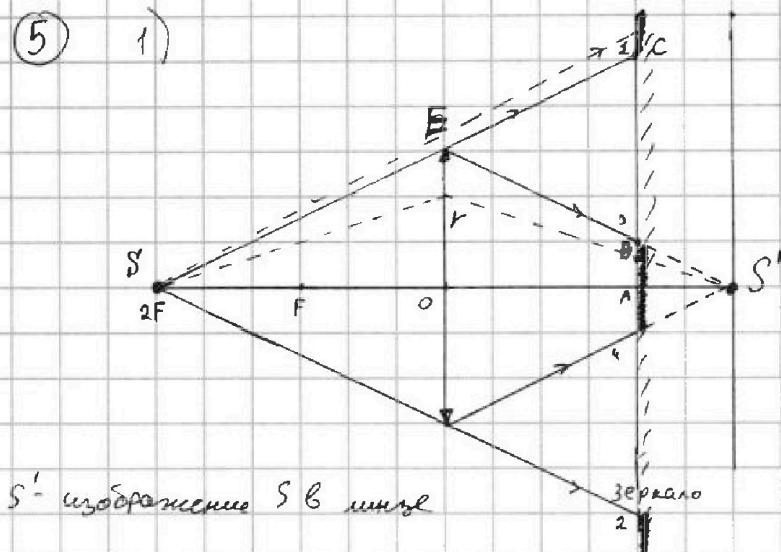
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

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 зеркале

$F = \frac{h}{2} \Rightarrow$  лампочка находится в двойном фокусе  $\Rightarrow$  её изображение находится на другой стороне зеркала на расстоянии  $2F$  от зеркала

картина сделана в 2D, однако, в силу симметрии, в А другой л-ти будет то же самое  $\Rightarrow S_{\text{зерк.}} \text{ отр. 3 и } 4$  - круг с радиусом  $AB$ , а  $S_{\text{отр. 1 и 2}}$  - круг радиуса  $AC$

$S_{\text{зерк.}} = S_{12} - S_{34}$ , т.к. при расст.  $> AC$  лучи не ~~встр.~~ и ~~затм.~~ не затм. всё пространство, а при расст.  $< AB$  лучи проходят через зеркало под большими углами и расст на зеркале оставляет  $\angle_3$

Найдем  $AB$  и  $AC$ :  $\triangle SAC \sim \triangle SOE$  (один  $\angle$  прямой, второй общий)

$$\frac{OE}{AC} \stackrel{\psi}{=} \frac{SO}{SA} = \frac{h}{\frac{2}{3}h} = \frac{3}{2} \Rightarrow AC = \frac{5}{3}r = \frac{5}{3} \text{ см}$$

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

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

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

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

лучи 3 и 4 находятся на同一м краю зеркала (проходит через него) и поэтому след об них - самой длинной от ГОО

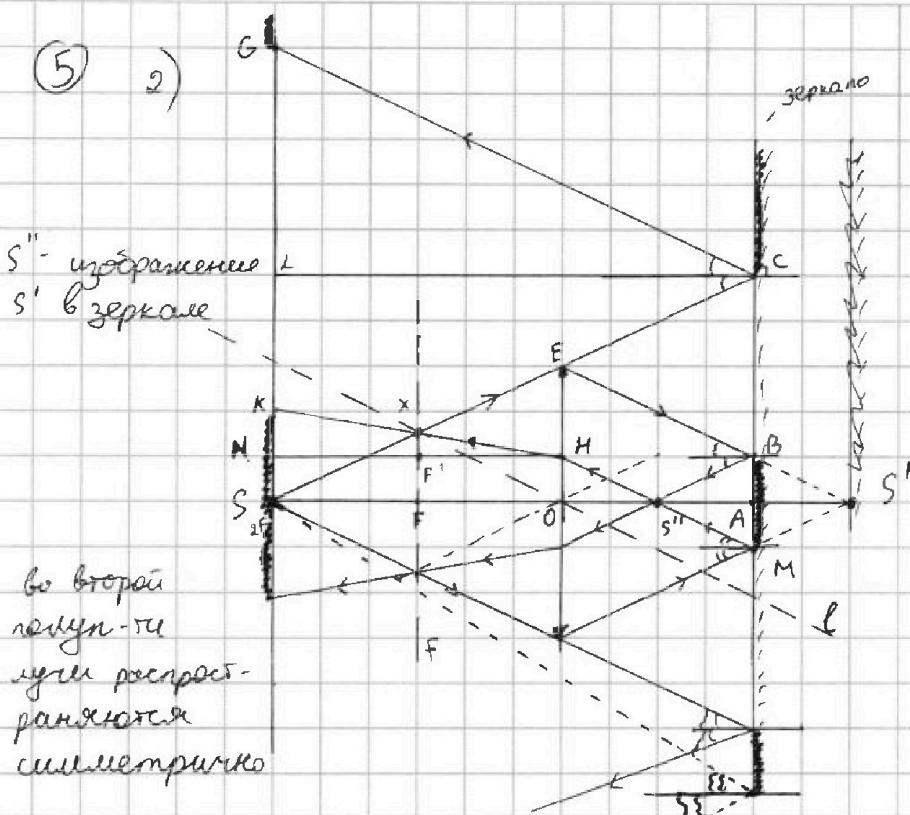


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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!



f - фокальная п-ть

$$f \cap l = \leftrightarrow x$$

$$AH \parallel l, NO \parallel l$$

$$KH \cap (стенка) = \leftrightarrow k$$

Бо второй  
пелуп-ти  
лучи рассто-  
ряются  
симметрично

лучи, которые не прошли через минзу ( $SE$  и выше) отражаются  
в зеркале  $\leftrightarrow$  и попадают на стекло  $SG$  и в  $\leftrightarrow G$

лучи, прошедшие через минзу, отражаются в зеркале и  
ещё раз проходят через минзу. При этом они попадают  
в место ниже  $\leftrightarrow k$ .

$$S_{\text{небес}}^{\text{зр.стен}} = S_{\text{небес}}^{\text{зр.стен}} - S_{\text{небес}}^{\text{зр.стен}}$$

картина сим. в  $\nabla$ -ти  $\perp$  т-ти минзы  $\Rightarrow$  лучи образуют  
круги

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

плоским  $SG$  и  $SK$ : зеркало  $\parallel$  стеклу,  $CL \perp$  зеркалу  $\Rightarrow CL \perp$  стеклу

$$CL \perp GK$$

$$\Gamma O O \rightarrow AS, \quad \left. \begin{array}{l} \Gamma O O \perp \text{зеркалу} \\ \Gamma O O \end{array} \right\} \rightarrow AS \perp \text{зеркалу}$$

$$CL = AS \quad (\text{т.к. } \perp \text{ и между } \parallel \text{ т.к.})$$

$$\triangle GCL \sim \triangle ACS - \text{n/y}$$

$$AS \parallel CL \quad (\text{т.к. } CL \perp \text{зеркалу}) \Rightarrow \angle LCS = \angle CSA$$

$$GCL = \triangle ACS$$



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.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

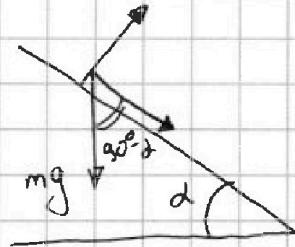
### ЧЕРНОВИК

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

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

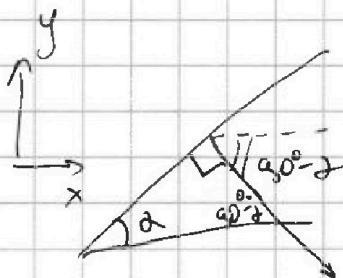
$$\text{отн. на } U_0 = \frac{2kQ}{ER} - \frac{kQ}{2ER} \approx \frac{3}{2} \frac{kQ}{ER} \Rightarrow E =$$

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



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

$$\frac{24}{13} \\ \frac{13}{22} \\ \frac{24}{312}$$



$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline & 13 & \\ \hline & 12 & \\ \hline & 26 & \\ \hline & 13 & \\ \hline & 6 & \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 156 & \\ \hline & 14 & \\ \hline & 2 & \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 142 & \\ \hline & 65 & \\ \hline & 5 & \\ \hline \end{array}$$

$$\frac{4}{5} \cdot \frac{14}{5 \cdot 13} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{72}{13} \cdot \frac{6 \cdot 11}{24 \cdot 13} + \frac{12}{13} \cdot \frac{6}{13}$$

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

$$Q - A' + \Delta U > 0 \quad \varphi = LI \quad 39 - 14 = 25 \quad \frac{6}{26} - \frac{4}{13}$$

$$\varphi = LI$$

$$U = IR \quad 39 - 14 = 25$$

$$W = I U$$

$$W = I^2$$

$$\frac{I^2}{2L} = \frac{\varphi^2}{2L} \quad q = C U \Rightarrow \frac{C U^2}{2} = \frac{q U}{2} = \frac{q^2}{2C}$$

$$\frac{B_0 \cdot n \cdot S}{2} I_3 + \frac{2B_0 \cdot 2nS}{2} I_2 = \frac{B_0 \cdot n \cdot S}{2 \cdot 2} I_2 + \frac{2B_0 \cdot n \cdot S}{3 \cdot 2} I_2$$

$$\frac{B_0 \cdot n \cdot S}{2} I_3 + \frac{2B_0 \cdot 2nS}{2} I_2 = \frac{B_0 \cdot n \cdot S}{2 \cdot 2} I_2 + \frac{2B_0 \cdot n \cdot S}{3 \cdot 2} I_2$$

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.



- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$\textcircled{5} \quad \Delta GCL = \Delta ACS \Rightarrow GL = AC$$

$$SLCAE - \text{прям-ик}, \text{т.к. стороны } || \text{ и } AS = CL, \angle SAC = 90^\circ \\ \Downarrow \\ SL = AC$$

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

$$S''H \parallel l \text{ по построению} \Rightarrow S''H \parallel OX \Rightarrow \angle HS''O = \angle XOF$$

$$\Delta OFX \sim \Delta S''HX - n/y \quad \text{---} \quad \Delta OFX \sim \Delta S''OH$$

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

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

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

$$\Delta S''AM = \Delta S''OH, \text{т.к. они } n/y, \text{ одинаково равны и прист. катеты} \\ \Downarrow \\ OH = AM$$

$$\textcircled{1} \quad M \cup B \text{ смл. от-ко ГОО} \Rightarrow AM = AB \Rightarrow OH = AB = 1 \text{ см}$$

$$\Downarrow \\ FX = \frac{3}{2} cm$$

$$HN \not\perp SL \Rightarrow HN \parallel SO, \text{---} F' - \text{ср. } HN$$

$$\Downarrow \\ F'X - \text{ср. мн.} \Rightarrow NK = 2F'X$$

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

$$NK = 2 \cdot 0,5 cm = 1 cm \Rightarrow SK = NK + SN = NK + OH = 2 cm$$

$$S_{\text{шаров.}} = \pi \cdot (10 \text{ cm})^2 = \pi \cdot (2 \text{ cm})^2 = 98 \pi \text{ cm}^2$$



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.

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

$$\textcircled{2} \quad 1) U = \frac{1}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2) = \frac{1}{2} ((p_2 \cdot 7V - 2,5p_2 \cdot 7V) = \frac{3}{2} \cdot 7 \cdot 1,5p_2 V$$

$$A = 3p_2 \cdot 3V - 3V \cdot 1,5p_2 \cdot \frac{1}{2} = 3p_2 \cdot 3V \cdot \frac{1}{2} = \left(\frac{9}{2} - \frac{9}{4}\right)p_2 V = \frac{9}{4}p_2 V$$

$$\frac{U}{A} = \frac{\frac{3}{2} \cdot 7 \cdot 1,5p_2 V}{\frac{9}{4}p_2 V} = 7$$

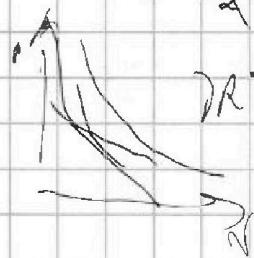
$$2) pV = 2RT \rightarrow T = \frac{pV}{2R}$$

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

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

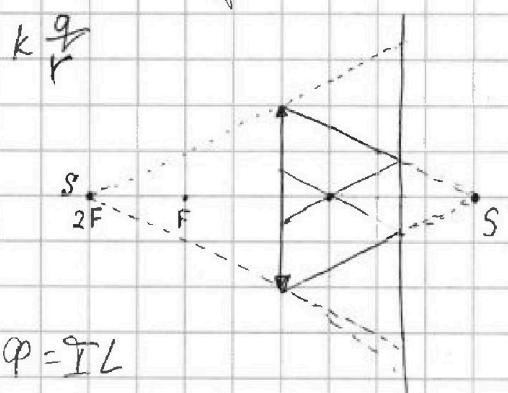
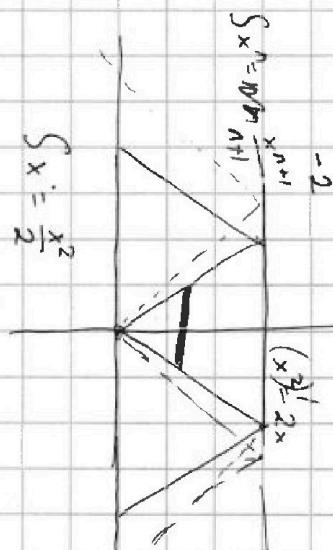
$$T = \frac{pV}{2R} = \frac{(6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V)V}{2R} = \frac{1}{2R} (6p_0 V - \frac{p_0}{2V_0} V^2)$$

$$-\frac{b}{2a} = -\frac{6p_0}{2 \cdot \frac{p_0}{2V_0}} \cdot \frac{1}{2} V_0 = 6V_0$$



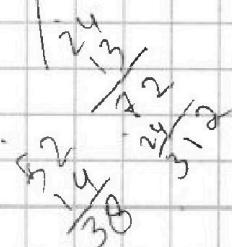
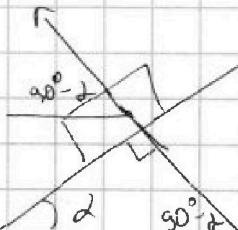
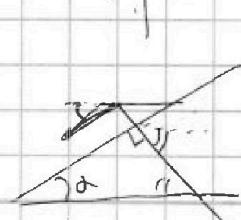
$$Q = \varphi = k \frac{q}{F E}$$

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



$$BS = \varphi = IL$$

$$\frac{dI}{dt}$$



$$-\int F_x dx = \int \frac{kq}{r^2} dr = -kq \cdot \frac{1}{r} + C$$

