



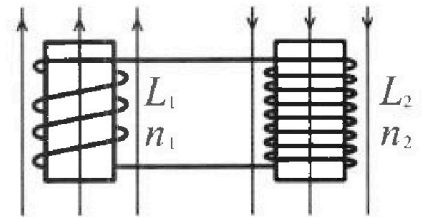
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-03



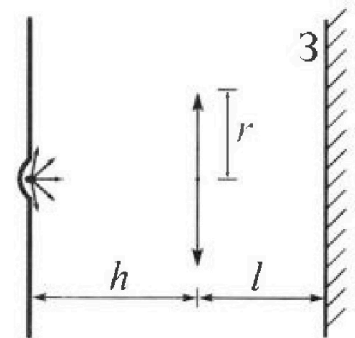
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  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 и 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  $B_0/3$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $3B_0$  до  $9B_0/4$ , 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  $F = h/3$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 5$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = 2h/3$  расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

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



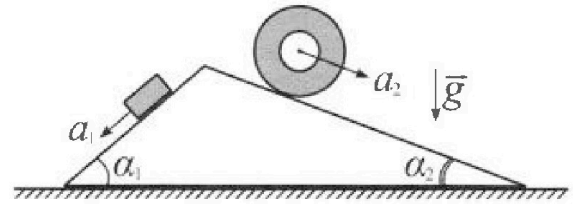
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

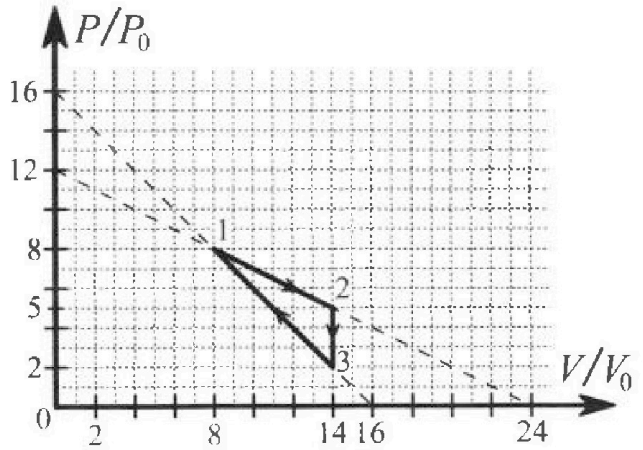
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 6g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $2m$  с ускорением  $a_2 = g/4$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) 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.

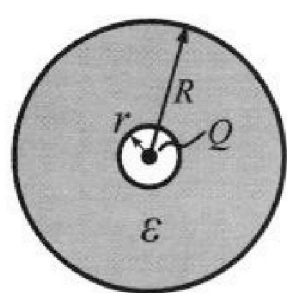
2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость  $P/P_0$  от  $V/V_0$ . Здесь  $V$  и  $P$  - объем и давление газа,  $V_0$  и  $P_0$  - некоторые неизвестные объем и давление.



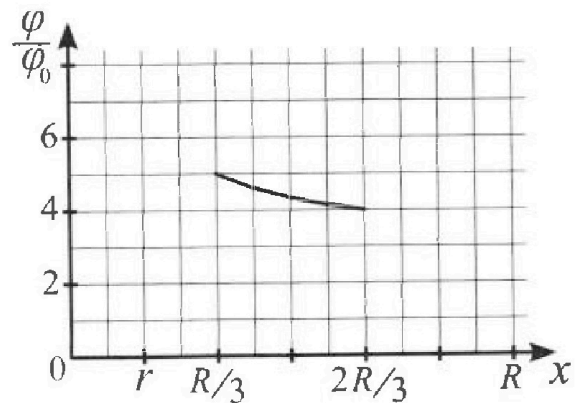
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $x = 5R/6$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .

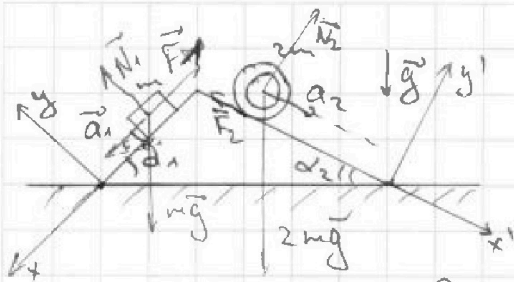




1  2  3  4  5  6  7

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!



Задача 1.

Дано:  $m, a_1 = \frac{6g}{13}; a_2 = \frac{g}{4}$   
 $\cos \alpha_1 = \frac{4}{5}; \sin \alpha_1 = \frac{3}{5}; \cos \alpha_2 = \frac{12}{13}; \sin \alpha_2 = \frac{5}{13}$   
 Найти: а)  $F_1$  - ?; б)  $F_2$  - ?; в)  $F_3$  - ?

Решение:

а) Для друска:

$$m \vec{a}_1 = \vec{N}_1 + \vec{F}_1 + m \vec{g}$$

В проекции на ось  $x'$ :  $ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$

Отсюда получаем:

$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = m \left( \frac{3}{5}g - \frac{6}{13}g \right) = mg \left( \frac{39 - 30}{65} \right) = \frac{9}{65} mg$$

б) Для цилиндра:

$$2m \vec{a}_2 = \vec{N}_2 + \vec{F}_2 + 2m \vec{g}$$

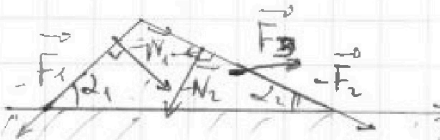
В проекции на ось  $x'$ :  $2ma_2 = 2mg \sin \alpha_2 - F_2$

Откуда получаем:

$$F_2 = 2m(g \sin \alpha_2 - a_2) = 2mg \left( \frac{5}{13} - \frac{1}{4} \right) = 2mg \frac{7}{52} = \frac{7}{26} mg$$

в) Так как клин находится в покое, то  $a_k = 0$ .  
(ускорение клина)

Рассмотрим закон Ньютона для клина по горизонтальной оси  $x$ : Пусть  $F_3$  направлено вправо!



$$M a_k = F_2 \cos \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 + F_3, \text{ где } M - \text{масса клина.}$$

Найдем  $N_1$  и  $N_2$ :

$y$ :  $N_1 = mg \cos \alpha_1$ ;  $y'$ :  $N_2 = 2mg \cos \alpha_2$

Тогда получаем:

$$M \cdot 0 = \frac{7}{26} mg \cos \alpha_2 + mg \cos \alpha_1 \sin \alpha_1 - 2mg \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 - \frac{9}{65} mg \cos \alpha_1 + F_3$$

Путем несложных преобразований получаем  $F_3 = \frac{16}{169} mg$  (направлено вправо)

Ответ: а)  $\frac{9}{65} mg$ ; б)  $\frac{7}{26} mg$ ; в)  $\frac{16}{169} mg$ .





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  
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!

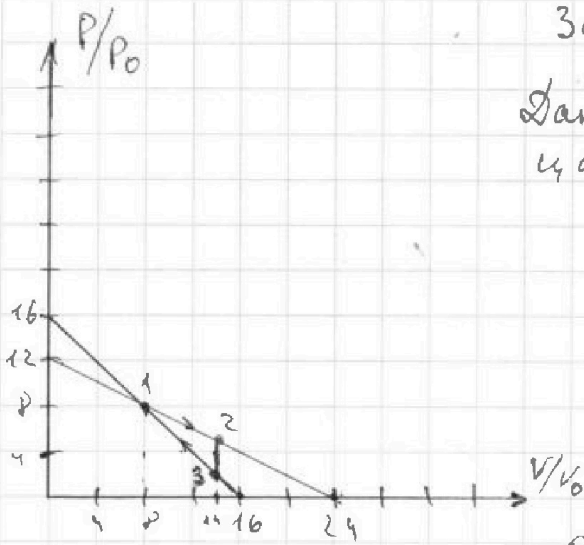
### Задача 2

Дано: одноатомный газ;  
цикл 1-2-3-1.  
 $p_0, V_0$  - неизвестно.

Найти: 1)  $\frac{|\Delta U_{12}|}{A_{\Gamma}}$  - ?

2)  $\frac{T_{\max 12}}{T_3}$  - ?

3)  $\eta$  - ?



Решение:

Уре МК:

1) По  $\Delta$ -у 3-ку термодинамики:  
Процессе 1-2:  $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{\Gamma 12}$

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu R T_2 \\ p_3 V_3 = \nu R T_3 \end{cases}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} (64 p_0 V_0 + 5 \cdot 14 p_0 V_0) =$$

$$= \frac{3}{2} (+6 p_0 V_0) = +9 p_0 V_0$$

$$A_{\Gamma 12} = \frac{1}{2} (5 p_0 + 8 p_0) (14 V_0 - 2 V_0) = 39 p_0 V_0$$

Тогда  $Q_{12} = +9 p_0 V_0 + 39 p_0 V_0 = 48 p_0 V_0$

Процессе 2-3: изохорный ( $V_2 = V_3$ ).  $A_{\Gamma 23} = 0$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + 0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} (-5 p_0 \cdot 14 V_0 + 2 p_0 \cdot 14 V_0) = 21 p_0 V_0 \cdot (-3) =$$

$$= -63 p_0 V_0 = Q_{23}$$

Процессе 3-1:

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{\Gamma 31}$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} (64 p_0 V_0 - 2 p_0 V_0) = \frac{3}{2} \cdot 36 p_0 V_0 = 54 p_0 V_0$$

$$A_{\Gamma 31} = -\frac{1}{2} (2 p_0 + 8 p_0) (14 V_0 - 2 V_0) = -30 p_0 V_0$$

$$Q_{31} = 54 p_0 V_0 - 30 p_0 V_0 = 24 p_0 V_0$$





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  
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!

Продолжение задачи 2

Полная работа газа за цикл будет

равна:

$$A_{\Gamma} = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = 48p_0V_0 - 63p_0V_0 + 24p_0V_0 = 9p_0V_0$$

То есть:  $\frac{|\Delta Q_{12}|}{A_{\Gamma}} = \frac{9p_0V_0}{9p_0V_0} = 1$

2) Рассмотрим процесс 1-2:

$pV = \nu RT$  - для любого момента времени

отсюда  $T = \frac{pV}{\nu R}$ ; Значит,  $T_{\max}$  будет

достигаться, когда  $pV = \max$

По графике получаем!

$$\frac{p}{p_0} = 16 - \frac{V_0}{V_0} \Rightarrow p = 16p_0 - \frac{p_0}{V_0} V$$

Пусть  $f(V) = (16p_0 - \frac{p_0}{V_0} V) \cdot V = 16p_0V - \frac{p_0}{V_0} V^2$

Тогда  $f'(V) = 16p_0 - \frac{2p_0}{V_0} V \Rightarrow V_{\max} = 8V_0$  - точка максимума, т.к.  $f(V)$  - парабола с ветвями вниз.

$p_{\max} = 8p_0$

Значит  $T_{\max} = \frac{64p_0V_0}{\nu R}$

При этом  $V_3 = \frac{28p_0V_0}{\nu R}$

Получаем:  $\frac{T_{\max 12}}{T_3} = \frac{64}{28} = \frac{16}{7}$

3)  $\eta = \frac{A_{\Gamma}}{Q_{12}}$  - работа газа за цикл;  $A_{\Gamma} = 9p_0V_0$ ;  
 $Q_{12}$  - тепло от нагревателя;  $Q_{12} = Q_{12} + Q_{31} = 48p_0V_0$

отсюда  $\eta = \frac{9}{48} = \frac{1}{8}$

Ответ: 1) 1; 2)  $\frac{16}{7}$ ; 3)  $\frac{1}{8}$



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  
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!

из графика

$$\frac{f(3R)}{f_0} = 4 \Rightarrow$$

$$\frac{2E+1}{\frac{2ER}{\frac{1}{x}}} = 4$$

Продолжение

$$\frac{2E+1}{2ER} x = 4$$

$$\Rightarrow \frac{2ER}{2E+1} = \frac{5ER}{E+2}$$

$$\frac{E+2}{ER} x = 5$$

Получаем:

$$2E+16 = 10E+5$$

$$2E = 11$$

$$E = \frac{11}{2}$$

Ответ: 1)  $\frac{KQ}{R} \cdot \frac{5E+1}{5E}$  2)  $\frac{11}{2} = 5,5$

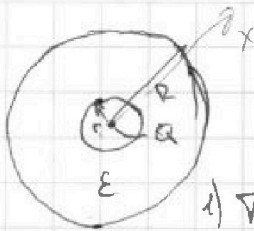


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!



Дано:  $R; r; Q; \epsilon; \varphi_{\infty} = 0$ . Задача 3

Найти: 1)  $\varphi(\frac{5R}{6}) - ?$  2)  $\epsilon - ?$

Решение:

1) Так как шар состоит из сплошного диэлектрика, то на расстоянии  $h < r$  поле (электрическое) будет совпадать с полем точечного заряда  $Q$ . Внутри диэлектрика напряженность поля уменьшится в  $\epsilon$  раз.

Тогда для  $x = \frac{5R}{6}$  мы получаем:

Потенциал при этом меньше уменьшается.

Сначала рассчитаем потенциал при  $x = R$ :

$\varphi(x) = \frac{kQ}{R}$ ; при этом  $\varphi(\frac{5R}{6})$  будет больше

чем  $\varphi(R)$  на величину:  $A = -A_{эл}$  - работы по перемещению пробного заряда из  $R$  в  $\frac{5R}{6}$ :

$$A_{эл} = \int_{\frac{5R}{6}}^R \frac{kQ}{\epsilon R^2} dx = \frac{kQ}{\epsilon} \int_{\frac{5R}{6}}^R \frac{dx}{x^2} = -\frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{1}{x} \Big|_{\frac{5R}{6}}^R = \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{6}{5R} - \frac{1}{R} \right) = \frac{kQ}{\epsilon 5R} = \frac{kQ}{5\epsilon R}$$

$$\text{Тогда } \varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \varphi(R) + A = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{5\epsilon R} = \frac{kQ}{R} \frac{5\epsilon + 1}{5\epsilon}$$

2) Если  $\varphi_0$  - потенциал некоторой точки вне шара, то:  $\varphi_0 = \varphi(x) = \frac{kQ}{x}$ ;  $\frac{R}{3} > r$ . работа внешнего сил по перемещению заряда.

$$\text{Тогда } \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \varphi(R) + A' = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{3}{R} - \frac{1}{R} \right) = \frac{kQ}{R} + \frac{2kQ}{\epsilon R} = \frac{kQ}{R} \frac{\epsilon + 2}{\epsilon}$$

$$\text{Отношение } \frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{5R}{6}\right)} = 5 \Rightarrow \frac{\frac{\epsilon + 2}{\epsilon R}}{\frac{1}{5R}} = 5 \Rightarrow \frac{\epsilon + 2}{\epsilon} \cdot \frac{5R}{R} = 5$$

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



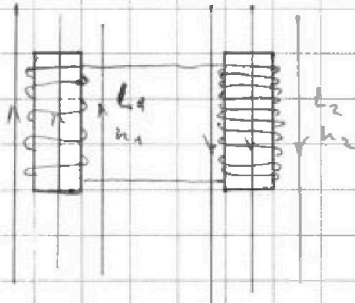


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Задача 4

Дано:  $l_1 = l$ ;  $l_2 = 4l$   
 $n_1 = n$ ;  $n_2 = 4n$ ;  $S$ .

Найти: 1)  $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ ? 2)  $I$ ?

Решение:

1) Для первой катушки:

$$\mathcal{E}_{\text{инд}} = -L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta B \cdot S \cdot n_1}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot \frac{S n_1}{L} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot \frac{S n}{l}$$

То есть  $\frac{\Delta I}{\Delta t} = \alpha \frac{S n}{l}$

У второй катушки не будет изменения внешнего поля, но при этом будет происходить изменение создаваемого поля, т.к. появится ток.

2) Если направление внешнего поля у катушек не меняется, то не меняется и направление тока.

Для первой катушки:

$$\mathcal{E}_{\text{инд}} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta B \cdot S \cdot n_1}{\Delta t} = -L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

Тогда выходит:  $L_1 \cdot \Delta I = \Delta B \cdot S n_1$

$$\sum L_1 \cdot \Delta I = \sum \Delta B \cdot S n_1$$

$$L(I - 0) = \left(\frac{B_0}{2} - B_0\right) S n_1$$

$$I_1 = \frac{2B_0 S n}{3L} \quad \left. \begin{array}{l} \text{минус возник, т.к. ток препятствует} \\ \text{изменению потока} \end{array} \right\}$$

Потем же принципом:

$$I_2 = -\frac{3}{4} \frac{B_0 S \cdot 4n}{4l} = -\frac{3}{16} \frac{B_0 S n}{l}, \quad I = I_1 - I_2 = \frac{23 B_0 S n}{16 L}$$

Ответ: 1)  $\frac{\alpha S n}{l}$ ; 2)  $\frac{23}{16} \frac{B_0 S n}{l}$

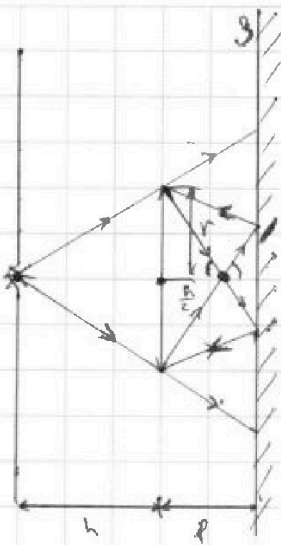


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



### Задача 5

Дано:  $h$ ;  $f = \frac{2h}{3}$ ;  $F = \frac{h}{3}$   
 $r = 5 \text{ см}$

Найти: 1)  $S_1$  - ?  
2)  $S_2$  - ?

Решение:

1) Рассмотрим 2 предельных случая:



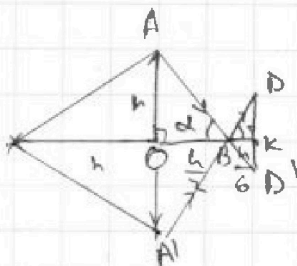
$d$  - расстояние от линзы до изображения источника

Тогда по формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{d} \Rightarrow \frac{1}{d} = \frac{3}{h} - \frac{1}{h} = \frac{2}{h}$$

$$d = \frac{h}{2}$$

Мы получим, что  $f > d$ , значит изображение источника для тонкой линзы будет перед зеркалом. Тогда мы имеем:



В силу симметрии получаем

$$\angle ABO = \angle A'BO$$

$$\angle DBK = \angle KB'D'$$

$$\text{Притом } \angle ABA' = \angle DBD'$$

Значит,  $\angle ABO = \angle DBK = \alpha$  - угол.

$$\text{Тогда } DK = \frac{h}{6} \cdot \text{tg} \alpha = \frac{h}{6} \cdot \frac{r}{\frac{h}{2}} = \boxed{\frac{r}{3}} = b.$$

Второй предельный случай:

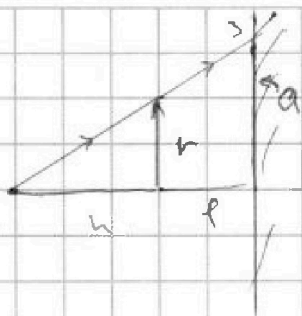


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$a$  - длина отрезка.

Запишем подобие треугольников:

$$\frac{h}{r} = \frac{h+r}{a}$$

$$\frac{h}{r} = \frac{5h}{a} \Rightarrow a = \frac{5}{3} r$$

Значит, мы можем вычислить освещенную площадь зеркала:

$$S_1 = \pi a^2 - \pi b^2 = \pi r^2 \left( \frac{5}{3} - \frac{1}{3} \right) \left( \frac{5}{3} + \frac{1}{3} \right) =$$

$$= \pi r^2 \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{6}{3} = \frac{8}{3} \pi r^2 = \frac{8 \cdot 25}{3} \pi \text{ см}^2 = \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$$

2) Теперь мы можем сказать, что Т.К. зеркало плоское, то все лучи, которые упали на него, отразятся так, будто за зеркалом есть источник света / который, по предположению, и испускает эти "отражённые" лучи:



В силу симметрии изображение в зеркале имеет такое же расстояние от плоскости зеркала, что и изображение, создаваемое линзой.

Тогда используя полученное изображение в зеркале, будем рассматривать его как источник света, который падает на стену.

Расстояние от H до линзы равно  $\frac{h}{2} + \frac{2h}{6} = \frac{5h}{6}$ .

Тогда сделаем то же самое, что и в первом пункте, только теперь источник находится





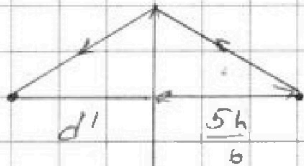
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

№0 Расстоянии  $\frac{5h}{6}$  от линзы:

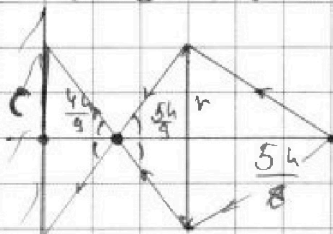


$d'$  - расстояние от линзы до изображения

Получаем:

$$\frac{1}{f} = \frac{6}{5h} + \frac{1}{d'} \Rightarrow \frac{1}{d'} = \frac{9}{5h} \Rightarrow d' = \frac{5h}{9}$$

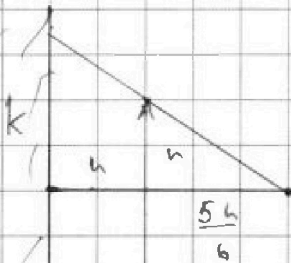
Снова получаем, что изображение получилось до стекла:



Записывая подобие, получаем:

$$\frac{gr}{5h} = \frac{gc}{4h} \Rightarrow \left[ c = \frac{4}{5} r \right]$$

Радиус засветенной от линзы области



$$\frac{6r}{5h} = \frac{6k}{11h} \Rightarrow \left[ k = \frac{11}{5} r \right]$$

радиус, где заканчивается неосвещенная область.

$$S_2 = \pi k^2 - \pi c^2 = \pi r^2 \left( \frac{11}{5} - \frac{4}{5} \right) \left( \frac{11}{5} + \frac{4}{5} \right) = \frac{21}{5} \cdot \pi r^2 = 21.5 \pi \text{ см}^2 = 105 \pi \text{ см}^2$$

$S = 105 \pi$

Таким образом,

Ответ: 1)  $\frac{200}{3} \pi$ ; 2)  $105 \pi$

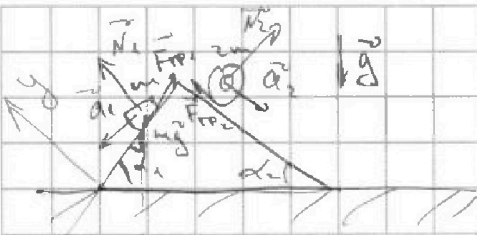
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$a_1 = \frac{6g}{13}; \quad a_2 = \frac{g}{13}$$

Для диска:

$$m\vec{a}_1 = m\vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{F}_{fr1}$$

$$x: m a_1 = m g \sin \alpha - F_{fr1}$$

$$y: m g \cos \alpha = N_1$$

$$\mu N_1 = F_{fr1}$$

$$a_1 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$\mu g \cos \alpha = g \sin \alpha - a_1$$

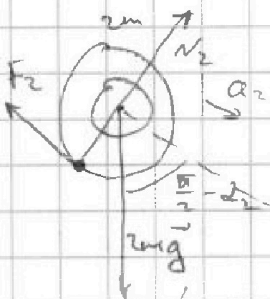
$$\mu = \frac{g \sin \alpha - a_1}{g \cos \alpha}$$

$$\Rightarrow F_1 = \mu m g \cos \alpha = m g \sin \alpha - m a_1 = m(g \sin \alpha - a_1)$$

$$\begin{array}{r} 120 \\ \times 13 \\ \hline 1560 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 41 \\ \times 18 \\ \hline 738 \\ \times 25 \\ \hline 390 \\ \hline 1560 \end{array}$$

Для цилиндра:



$$2m\vec{a}_2 = \vec{N}_2 + \vec{F}_2 + 2m\vec{g}$$

$$v = v_0 + at$$

$$2m a_2 = 2m g \sin \alpha - F_2$$

$$v = v_0 + at$$

$$F_2 = 2m(g \sin \alpha - a_2)$$

$$\begin{array}{r} 120 \\ \hline 42 \\ \hline 778 \end{array}$$

$$\frac{m v^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} + \frac{I \omega^2}{2} - \frac{I \omega_0^2}{2} = m a_1 t = \frac{13}{12} \cdot 120$$

$$\frac{1}{26} m g \cdot \frac{12}{13} + \frac{12}{25} m g - \frac{120}{169} m g - \frac{9}{65} \cdot \frac{1}{5} m g =$$

$$= \frac{42 \cdot 2 m g}{169 \cdot 13} - \frac{120}{169} m g + \frac{12}{25} - \frac{36}{13 \cdot 25}$$

$$= \frac{78}{169} m g + \frac{120}{13 \cdot 25} m g = \frac{400}{13 \cdot 25} m g = \frac{16}{169} m g$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 12 \\ \hline 130 + 26 = \\ = 156 \\ 120 \end{array}$$

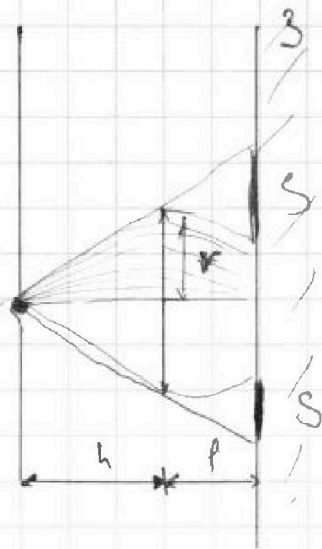


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

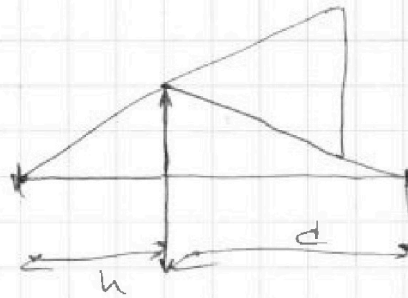
1  2  3  4  5  6  7

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!



Дано:  $F = \frac{h}{3}$   $r = 5 \text{ см.}$   
 $p = \frac{3h}{3}$   
 2 случая:



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

$$\frac{3}{h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{d}$$

Изображение в зеркале  
 формирует освещенность  
 стены. Находим площадь  
 у стены через изображение.

$$3 - \frac{9}{r} = \frac{3}{4} \quad \frac{3}{h} - \frac{6}{5h} = \frac{9}{5h}$$

$$\frac{2}{3} - \frac{3}{16} = \frac{32}{48} - \frac{9}{48} = \frac{23}{48}$$



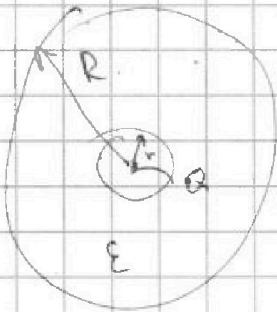


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

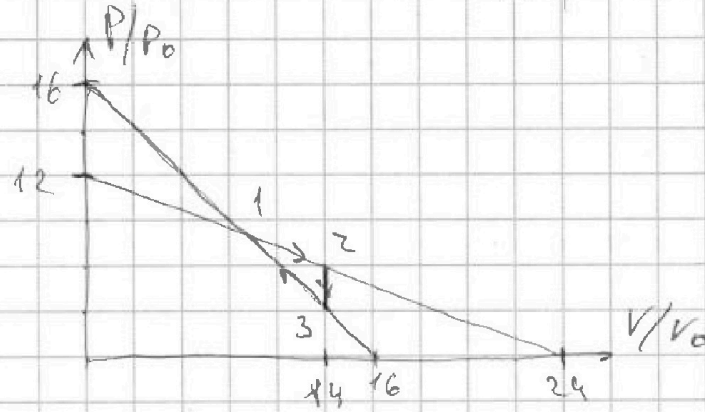
СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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!



$$\varphi_{\infty} = 0$$

$P_0, V_0$  - конств.



$$\frac{P}{P_0} = 16 - \frac{V}{V_0}$$

$$P = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$$

$$34 - 30 = 34$$

$$\frac{3 \cdot 36}{2} = 3 \cdot 18 = 54$$

