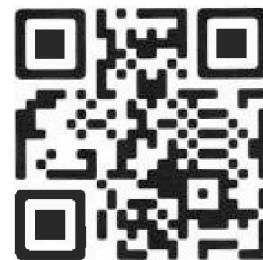


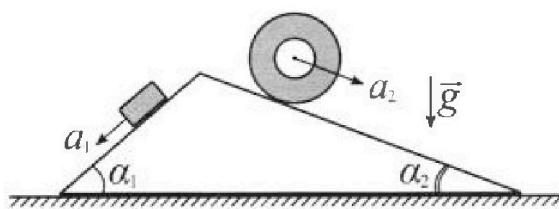
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**

**Вариант 11-03**



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

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

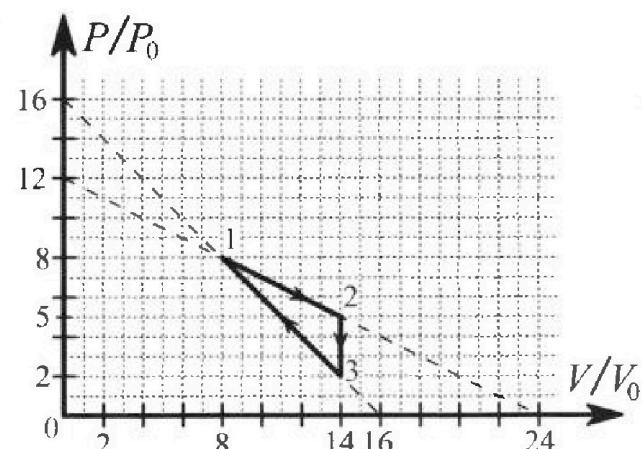
Каждый ответ выразить через  $m$  и  $g$  с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

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.

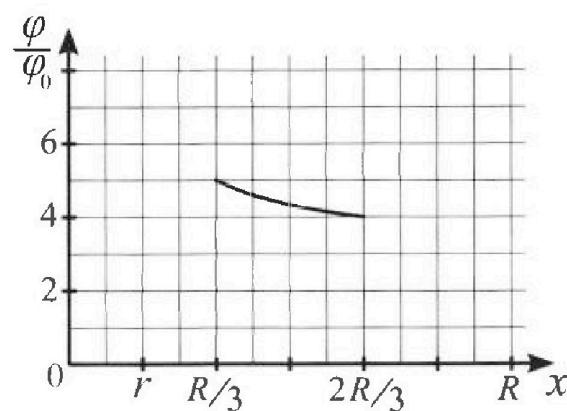
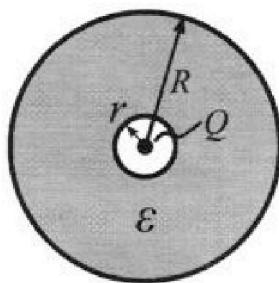
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $\epsilon$ .

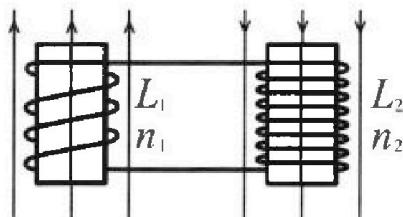


# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-03

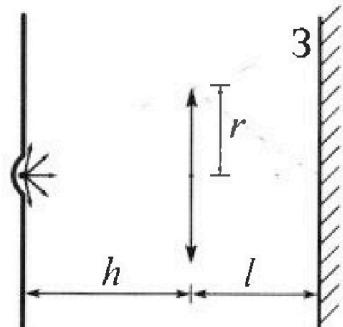
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 како́й 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  $B_0/3$ , 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 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  $F = h/3$ . 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 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.

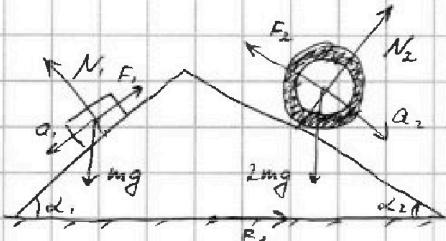
Ответы дайте в [см<sup>2</sup>] в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.

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.

- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                                   | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <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!



Введем силы  $N_1$  и  $N_2$  - реакции опоры колеса и бруса с и шинами и цилиндра.  
По з 3.Н. Контакта  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $F_1$ ,  $F_2$  находятся одновременно и на шине в обратном направлении.

1) Задача 2.3.Н. В проекции на ось, склоняющуюся с  $\alpha_1$ , где бруса

$$m\alpha_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1 \Rightarrow$$

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

2) Задача 2.3.Н. где цилиндра в проекции на ось, склоняющуюся с  $\alpha_2$

$$2m\alpha_2 = 2mg \sin \alpha_2 - F_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_2 = 2mg \left( \frac{5}{13} - \frac{1}{4} \right) = \frac{2(20-13)}{52} mg = \frac{7}{26} mg.$$

3) Пуск  $F_3$  ~~не~~ направлено ~~погоды~~ вправо по рисунку.

2.3.Н. где колеса на горизонтальной оси и где бруса и цилиндра не направление движение влияет на силы  $N_1$  и  $N_2$ .

$$\begin{cases} 0 = F_3 \sin \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 + F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 - N_2 \cos \alpha_2. & (1) \\ 0 = N_1 - mg \cos \alpha_1 \Rightarrow N_1 = mg \cos \alpha_1, \\ 0 = \alpha_2 N_2 - 2mg \cos \alpha_2 \Rightarrow N_2 = 2mg \cos \alpha_2. \end{cases}$$

$$(1): F_3 = F_2 \cos \alpha_2 + N_2 \sin \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 = \\ = mg \left( \frac{7}{26} \cdot \frac{12}{13} + 2 \cdot \frac{5}{13} \cdot \frac{12}{13} - \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} - \frac{9}{65} \cdot \frac{4}{5} \right) = \\ = mg \left( \frac{42}{169} + \frac{120}{169} - \frac{12}{25} - \frac{36}{330} \right) = \\ = mg \left( \frac{162 \cdot 25 - 12 \cdot 169 - 36 \cdot 13}{4225} \right) = \\ = mg \left( \frac{4050 - 2043 - 468}{4225} \right) = \frac{1559}{4225} mg.$$

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 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!

1) Постройте распределение газа за счет как изменения температуры  $p(V)$ .

$$A_0 = \frac{3p_0 \cdot 6V_0}{2} = 9p_0 V_0.$$

Пусть  $T_1, T_2$  - температура газа в точках 1 и 2,  $T$ - кон. состояния.

$$\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2} \vartheta R (T_2 - T_1) =$$

$$\text{Из ур-я состояния газа: } T_1 = \frac{8p_0 \cdot 8V_0}{\vartheta R} = \frac{64p_0 V_0}{\vartheta R},$$

$$T_2 = \frac{5p_0 \cdot 14V_0}{\vartheta R} = \frac{70p_0 V_0}{\vartheta R}.$$

$$\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2} \vartheta R \left( \frac{70p_0 V_0}{\vartheta R} - \frac{64p_0 V_0}{\vartheta R} \right) = 9p_0 V_0$$

$$d = \frac{\Delta U_{1-2}}{A_0} = 1.$$

2)  $T_3$  - температура в точке 3, тогда  $T_3 = \frac{2p_0 \cdot 14V_0}{\vartheta R} = \frac{28p_0 V_0}{\vartheta R}$ .

В процессе 1-2 давление он будет зависеть как:

$$p = 12p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V$$

Из ур-я состояния газа:  $T = \frac{PV}{\vartheta R} = \frac{p_0}{\vartheta R} \left( 12 + \frac{V}{2V_0} \right) = \frac{2p_0}{\vartheta R} \left( 12 - \frac{V}{2V_0} \right) =$   
- за зависимость температура от объема в процессе.

Максимум этой функции из условия о средних десущихся при  $\frac{V}{2V_0} = 6 \Rightarrow V = 12V_0$ . Температура в этом состоянии:

$$T = \frac{72p_0 V_0}{\vartheta R}$$

$$\beta = \frac{T}{T_3} = \frac{72}{28} = \frac{18}{7}.$$

3) В процессе 2-3 масса газа останется, т.к. рефрижератор охладит газ.



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!

Рассмотрим процесс 1-2. Задано 13-ти меридионально для компрессии.

$$\delta Q = dU + \delta A = \frac{3}{2} \vartheta R dT + p dV$$

Взяв логарифм и предифференцировав  $\frac{pV}{T} = \text{const}$ , получим:

$$dp + \frac{dV}{V} - \frac{dT}{T} = 0 \Rightarrow dT = T \left( \frac{dp}{p} + \frac{dV}{V} \right) \Rightarrow \frac{dT}{dV} = T \left( \frac{dp}{pdV} + \frac{1}{V} \right) = \frac{T}{pV} \left( \frac{dp}{dV} + \frac{1}{V} \right)$$

$$\frac{\delta Q}{dV} = \frac{3}{2} \vartheta R \cdot \frac{dT}{dV} + p = \frac{3}{2} \frac{\vartheta RT}{pV} \left( \frac{dp}{dV} + \frac{1}{V} \right) = \frac{3}{2} \left( V \frac{dp}{dV} + p \right)$$

Из ур-я получим:  $pV = \vartheta RT$

$$\text{Изм}, \text{ в процессе } 1-2 \quad p = 12p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V \quad \text{и} \quad \frac{dp}{dV} = -\frac{p_0}{2V_0}$$

$$\frac{\delta Q}{dV} = \frac{3}{2} \left( -\frac{p_0}{2V_0} V + 12p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V \right) = \frac{3}{2} \left( 12 - \frac{V}{V_0} \right), \text{ откуда видно,}$$

что  $\delta Q \geq 0$  при  $V \leq 12V_0$  и  $\delta Q \leq 0$  при  $V \geq 14V_0$ .  
( $dV > 0$  в процессе).

Планка образует участок подвода тепла при  $8V_0 \leq V \leq 12V_0$ .

$$\text{Подведенное тепло } Q_{1-2} = \frac{3}{2} \vartheta R \left( \frac{6 \cdot 12p_0 V_0}{\vartheta k} + \frac{8 \cdot 8p_0 V_0}{\vartheta k} \right) + A_{1-2}$$

Из графика  $A_{1-2} = 28p_0 V_0$ .

$$Q_{1-2} = \frac{3}{2} \cdot 8p_0 V_0 + 28p_0 V_0 = 40p_0 V_0.$$

Аналогично предыдущему процессу 3-1:  $p = 16p_0 - \frac{p_0}{V_0} V$

$$\frac{\delta Q}{dV} = \frac{3}{2} \left( V \cdot \frac{dp}{dV} + p \right) = \frac{3}{2} \left( V \cdot \frac{p_0}{V_0} - \frac{p_0}{V_0} V + 16p_0 - \frac{p_0}{V_0} V \right) = 3 \left( 8 - \frac{p_0}{V_0} V \right).$$

П.к.  $dV < 0$  в этом процессе, то при  $V \geq 8V_0 \quad \delta Q \geq 0$ , т.е. тепло подводится на всём процессе.

$$Q_{3-1} = \frac{3}{2} \vartheta R \left( \frac{8 \cdot 8p_0 V_0}{\vartheta k} - \frac{14 \cdot 2p_0 V_0}{\vartheta k} \right) + A_{3-1} = p_0 V_0 \left( \frac{3}{2} \cdot 36 - 30 \right) = 24p_0 V_0.$$

$A_{3-1} = -30p_0 V_0$  из графика



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!

1) ~~Это задача~~

Вне диэлектрика поле  $E_1 = \frac{kQ}{x^2}$ , внутри диэлектрика поле

$$E_2 = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$$

Мысленно наложим через интегрирование:

$$\varphi = \int_{-\infty}^{R} \frac{kQ}{\epsilon x^2} E_1 dx + \int_{R}^{\frac{5R}{3}} E_2 dx = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{6}{5R} - \frac{1}{R} \right) = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{5\epsilon R}$$

2) Если посчитать можно что все, когда проводящее  $x$ , то получим: линейную волну  $[r:R]$ , т.е. внутри диэлектрика

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

Определим положениях где  $x = \frac{R}{3}$  и  $x = \frac{2R}{3}$ :  $\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{5}{4}$ , применение наследственного правила. (оба поле внутри диэлектрика)

$$\frac{\frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{3}{R} - \frac{1}{R} \right)}{\frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{2}{R} - \frac{1}{R} \right)} = \frac{5}{4} \Rightarrow \frac{1 + \frac{2}{\epsilon}}{1 + \frac{1}{2\epsilon}} = \frac{5}{4} \Rightarrow \frac{2\epsilon + 8}{2\epsilon + 1} = \frac{5}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 10\epsilon + 8 = 8\epsilon + 10 \Rightarrow \epsilon = 1 \\ 10\epsilon + 5 = 8\epsilon + 16 \Rightarrow \epsilon = \frac{11}{2}$$

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

1) Так как сохранение траектории можно пренебречь, то имеем суммарный поток магнитного поля  $\lambda$  для всех сохранений.

Поток складывается из внешнего поля и ~~создаваемого~~ созданного индуцированным.

$$\Phi = B_0 S h_1 + L_1 I - B_2 S h_2 - L_2 I = \text{const}$$

При вспышках одновременно по модулю разности по направлению, ~~потоков~~

берем производную:  $dS h_1 + (L_1 - L_2) \dot{I} = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow |\dot{I}| = \left| \frac{dS h_1}{L_1 - L_2} \right| = \frac{dS h_1}{15L} - \text{ампер}$$

2) Так же воспользуемся законом сохранения потока:

$$B_0 S h_1 + 3B_0 S h_2 = \frac{B_0 S h_1}{3} - \frac{9B_0 S h_2}{4} + (L_1 - L_2) I$$

$$(L_1 - L_2) I = \frac{2B_0 S h_1}{3} - \frac{3B_0 S h_2}{4} = \frac{2}{3} B_0 S h_1 - 12 B_0 S h_2 = -\frac{34}{3} B_0 S h_1$$

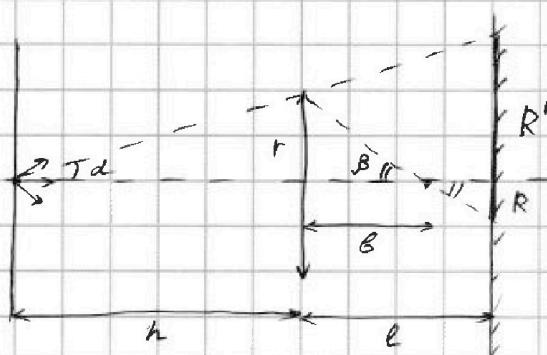
$$|I| = \frac{34}{45} \frac{B_0 S h_1}{L_1 - L_2}$$

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 checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



1) Пл. к. лампочка находится на огибающей оси, ~~то~~ изображение после прохождения линзы будет находиться также на оси. Из формулы линз  $\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{v}$ , где  $v$  - расстояние от линзы до изображения

$$\frac{3}{R} = \frac{1}{h} + \frac{1}{v} \Rightarrow v = \frac{h}{2}$$

Лучи, которые попали на зеркало не проходя через линзу, не изменяют направления, а лучи прошедшие через линзу собираются в найденной точке, из-за чего на зеркале появляется освещенный круг. Но зеркало будет параллельно освещению круга, затем падет неосвещенное ~~попадет~~ зеркало. Освещенное обесцветит освещения. Тогда можно использовать формулу конца.

Радиус внутреннего кольца из недобрых D-ков:  $\frac{R}{r} = \frac{l-v}{l} \Rightarrow$

$$\Rightarrow R = r \cdot \frac{l-v}{l} = r \cdot \frac{\frac{2h}{3} - \frac{h}{2}}{\frac{h}{2}} = \frac{1}{3} r$$

Внешний радиус наружу  $R'$  из недобрых:  $\frac{R'}{r} = \frac{h+l}{h} \Rightarrow$

$$\Rightarrow R' = r \cdot \frac{h+l}{h} = r \cdot \frac{h + \frac{2h}{3}}{h} = \frac{5}{3} r$$

Площадь кольца:  $S_1 = \pi(R')^2 - \pi R^2 = \pi r^2 \left( \frac{25}{9} - \frac{1}{9} \right) = \frac{24}{9} \pi r^2$

$$= \pi \cdot \frac{200}{3} \text{ см}^2$$



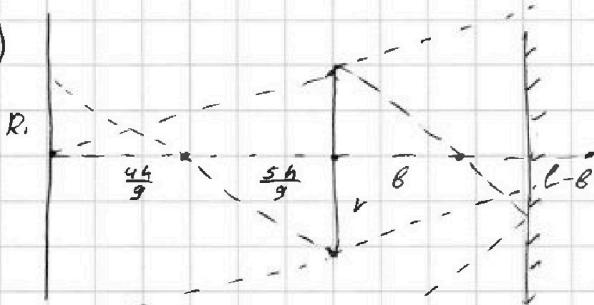
- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------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

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!

2)



Со стены все сасале, здесь муху делают на 3 категории: проходящие через между 2 раза, 1 раз и не проходящие через между. Так что на стени будут 2 инсекто-кельца.

Луки, которые прошли через между однократно изображены на рисунке (1) на расстоянии  $b = \frac{h}{2}$  от между.

В зеркале из-за этого изображение получится наше в зеркале на расстоянии  $l - b = \frac{h}{2}$  от зеркала. Луки от этого изображения, проходя через между еще раз создадут новое на расстоянии  $b'$  от между:  $\frac{1}{F} = \frac{1}{2l-b} + \frac{1}{b'} \Rightarrow \frac{3}{h} = \frac{6}{5h} + \frac{1}{b'} \Rightarrow b' = \frac{5}{3}h$ . Из-за этого изображение на зеркале получится светодиодный арка радиуса  $R_1$ , приложенный к между (см. рис.)  $\frac{R_1}{r} = \frac{4}{3} \Rightarrow R_1 = \frac{4}{3}r$

Потом рассмотрим луки изображение в зеркале, которые не попали в между еще раз. Из-за них получается светильник кольцо со внутренним радиусом  $R_2: \frac{R_2}{r} = \frac{h+l+b-b}{l+b-b} = \frac{11}{5}, R_2 = \frac{11}{5}r$  и внешним  $R_3: \frac{R_3}{r} = \frac{h+l+b-b}{b} = \frac{11}{3}, R_3 = \frac{11}{3}r$ .

Эти радиусы изображения из рассмотрения крайнего лука изображения в зеркале, не попавшего в между и крайнего лука, попавшего в между при первом прохождении.

Осталось решить Осталось найти радиус светильника кольца исследовать внешнюю зону  $R_4: \frac{R_4}{r} = \frac{2(l+b)}{h} = \frac{10}{3}, R_4 = \frac{10}{3}r$ .

Когда  $R_4 < R_3$ , значит между крайнее внешнее кольцо перекрывает светильник участок стены, овеществленный луком, который не проходил через между.



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!

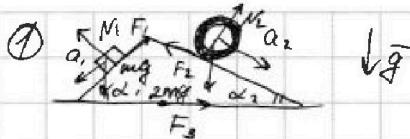
Ищем площадь  $S_2 = \pi(R_2^2 - R_1^2) = \frac{\pi}{25}(121 - 16)r^2 = \pi \cdot 105 \text{ см}^2$ .

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.

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

СТРАНИЦА  
ИЗ

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



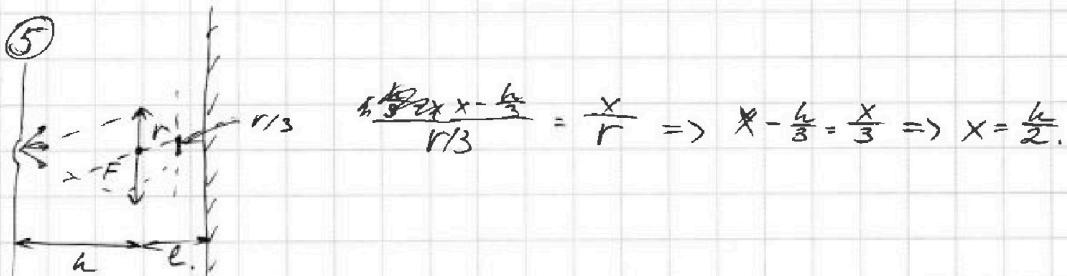
$$\begin{aligned} 1) \quad & m\alpha_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1 \\ & 0 = N_1 - mg \cos \alpha_1 \Rightarrow N_1 = mg \cos \alpha_1 \\ 2) \quad & 2m\alpha_2 = 2mg \sin \alpha_2 - F_2 \\ & 0 = N_2 - 2mg \cos \alpha_2 \Rightarrow N_2 = 2mg \cos \alpha_2 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} \times 169 \\ 25 \\ \hline 845 \\ 388 \\ \hline 4225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 162 \\ 25 \\ \hline 810 \\ 324 \\ \hline 4050 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 169 \\ 12 \\ \hline 338 \\ 169 \\ \hline 2028 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 36 \\ 13 \\ \hline 108 \\ 36 \\ \hline 468 \\ \hline \end{array}$$

$$3) \quad N_1 \sin \alpha_1 + F_3 = N_2 \sin \alpha_2$$

$$\begin{aligned} F_3 &= N_2 \sin \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1 = mg (2 \sin \alpha_2 \cos \alpha_2 - \sin \alpha_1 \cos \alpha_1) = \\ &= mg \left( 2 \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{12}{13} - \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} \right) = mg \left( \frac{120}{65} - \frac{12}{25} \right) = \end{aligned}$$



$$\frac{l}{F} = \frac{l}{h} + \frac{l}{B} = \cancel{\frac{3}{h}} + \cancel{\frac{l}{B}} \frac{l}{h} + \frac{l}{B} = \frac{3}{h} \Rightarrow \frac{l}{B} = \frac{l}{h} \Rightarrow B = \frac{h}{2}.$$

$$③ \quad \text{Решение задачи 4. } \varphi - \frac{kQ}{R} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R} + \int_{R}^{\infty} \frac{kQ}{\epsilon R^2} dR =$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} Q \left( \frac{1}{R} - \frac{6}{5R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{R} \left( 1 + \frac{1}{5} \right) - \frac{6}{5R} \right).$$

$$\int_a^R \frac{dx}{x^2} = -\frac{1}{x} \Big|_a^R = \frac{1}{a} - \frac{1}{R}.$$

$$\frac{1}{F} = \frac{3}{h} = \frac{6}{5h} + \frac{1}{R} \Rightarrow \frac{1}{B} = \frac{9}{5h}; B = \frac{5h}{9}.$$



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!

$$\textcircled{2} | 1) \ A_{\Sigma} = 6 \cdot 3 p_0 V_0; \ \Delta U = \delta R(T_2 - T_1) = 14.5 p_0 V_0 - 8.8 p_0 V_0 = 6 p_0 V_0.$$

$$2) \ \cancel{p_0} \ k \cdot \frac{\Delta U}{A_{\Sigma}} = \frac{1}{3}$$

$$p = 12 p_0 - \frac{p_0}{V_0} V = p_0 (12 - \frac{V}{2V_0})$$

$$\cancel{T_0} \ \frac{pV}{T} = \frac{p_0 V_0}{T_0} \Rightarrow T = T_0 \cdot 2 \frac{p_0}{p} \cdot \frac{V_0}{V} = T_0$$

$$T = T_0 \cdot \frac{p_0 V_0}{p_0 V_0} = T_0 (12 - \frac{V}{2V_0}) \frac{V}{V_0} = T_0 (12 - \frac{V}{2}) k.$$

$$\left(\frac{T}{T_0}\right)' = \cancel{12} + \cancel{2V_0} 12 - k \Rightarrow k = 12. \text{ - маасенчук.}$$

$$T_0 = 12 (12 - 6) = 72 T_0.$$

$$T_3 = T_0 \cdot \frac{2p_0}{p_0} \cdot \frac{14V_0}{V_0} = 28 T_0.$$

$$\alpha = \frac{72}{28} = \frac{18}{7}.$$

$$3) \ A_{\Sigma} = \cancel{9} p_0 V_0.$$

$$1-2: \delta Q = dU + \delta A = \delta R dT + (12 p_0 - \frac{p_0}{V_0} V) dV$$

$$\cancel{dT} \ \frac{dp}{p} + \frac{dV}{V} - \frac{dT}{T} = 0; \ dT = T \left( \frac{dp}{p} + \frac{dV}{V} \right)$$

$$4) \ \delta h = \Phi = B_1 s_{h_1} + B_2 s_{h_2} + L_1 I + L_2 \dot{I} = \text{const.}$$

$$0 = L_1 s_{h_1} + (L_1 + L_2) \dot{I} \Rightarrow \frac{dp}{pdV} + \frac{1}{V} = \frac{dp}{pVdV} + \frac{1}{pV} \left( \frac{dp}{dV} \cdot V + p \right)$$

$$\Rightarrow |\dot{I}| = \frac{ds_{h_1}}{L_1 + L_2} = \frac{ds_{h_1}}{T \cancel{L_1}}$$

$$\frac{dp}{p} + \frac{dV}{V} - \frac{dT}{T} = 0$$

$$dT = T \left( \frac{dp}{p} + \frac{dV}{V} \right)$$

$$\delta Q = dU + \delta A = \frac{3}{2} \delta R dT + pdV$$

$$\frac{dT}{dV} = T \left( \frac{1}{p} - \frac{1}{2V} + \frac{1}{V} \right)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial V} = \frac{3}{2} \delta R T \left( \frac{dp}{pdV} + \frac{1}{V} \right) = \frac{3}{2} \cdot \frac{\delta R T}{pV} \left( \frac{dp}{dV} \cdot V + p \right) = \frac{3}{2} \left( \frac{\delta R}{dV} \cdot V + p \right)$$



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

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!

Число, суммарная подведенная теплота:  $Q_H = Q_{1-2} + Q_{3-4} =$   
 $= 64 p_0 V_0$ .

Суммарная работа из цикла (1):  $A_0 = 9 p_0 V_0$ .

$$\eta = \frac{A_0}{Q_H} = \frac{9}{64}$$



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!