

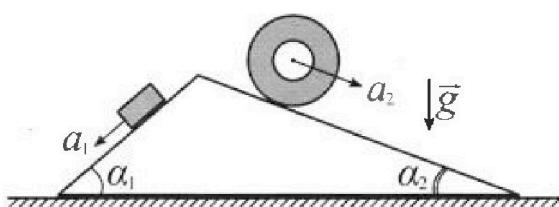
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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.

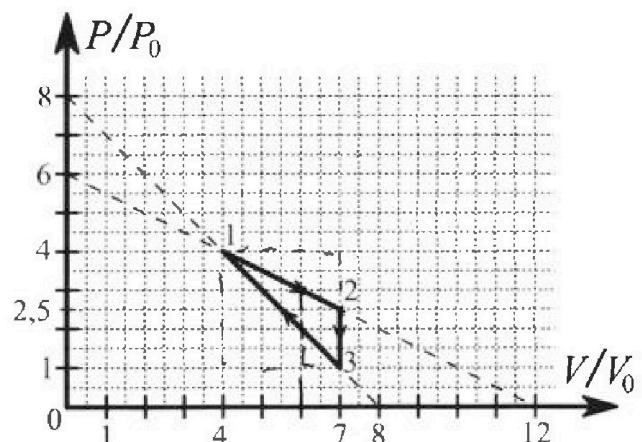


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

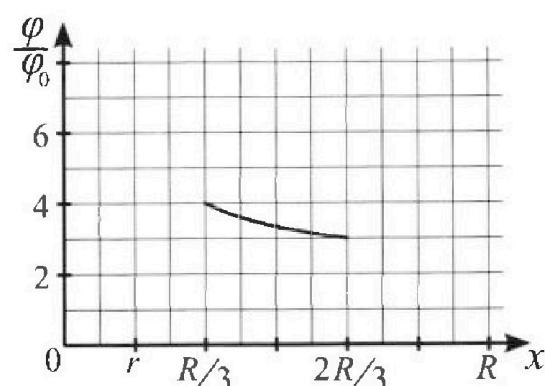
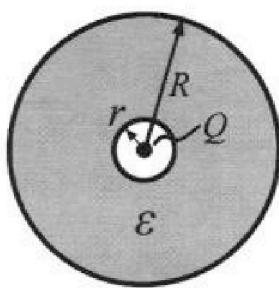
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $\phi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\phi_0$  — 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  $\epsilon$ .

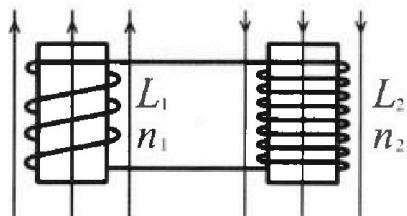


# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01

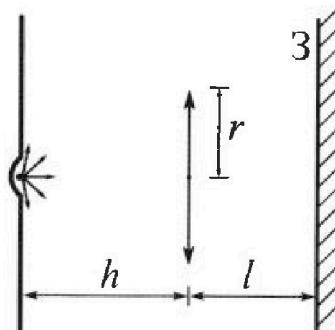
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

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  $y\pi$ , где  $y$  - 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.

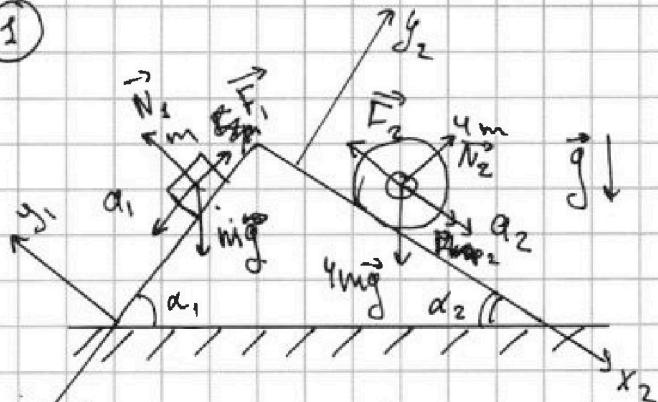


- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

СТРАНИЦА  
1 из 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!

(1)



$$a_1 = \frac{5}{13}g \quad a_2 = \frac{5}{24}g$$

$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5} \quad \cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{5}{13} \quad \cos \alpha_2 = \frac{12}{13}$$

1)  $F_1$ ? 2)  $F_2$ ? 3)  $F_3$ ?

3) по закону Ньютона для бруска массой  $m$ :

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

$$Oy_1: N_1 = mg \cos \alpha_1$$

$$Ox_1: mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1 \Rightarrow F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1$$

подставив числовые значения для  $\sin \alpha_1$  и  $a_1$ :

$$F_1 = \frac{3}{5}mg - \frac{5}{13}mg = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = mg \left( \frac{39-25}{65} \right) = \\ = \frac{14}{65}mg ; \quad F_1 = \frac{14}{65}mg$$

2) по закону Ньютона для цепочки:

$$4m\vec{g} + \vec{N}_2 + \vec{F}_2 = 4m\vec{a}_2$$

$$Oy_2: N_2 = 4mg \cos \alpha_2$$

$$Ox_2: 4mg \sin \alpha_2 - F_2 = 4ma_2 \Rightarrow F_2 = 4mg \sin \alpha_2 - 4ma_2$$

подставив числовые значения для  $\sin \alpha_2$  и  $a_2$

$$F_2 = 4mg \left( \frac{5}{24} \right) \quad F_2 = 4mg \left( \frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) = 4mg \left( \frac{120-65}{13 \cdot 24} \right) =$$

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

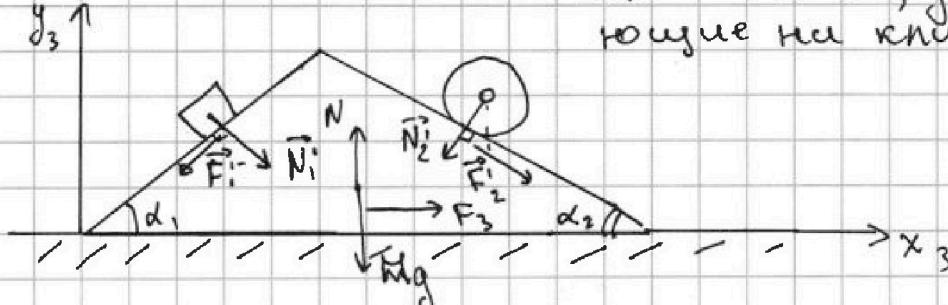
СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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

$$= 4mg \frac{55}{13 \cdot 29} = \frac{55}{78} mg ; F_2 = \frac{55}{78} mg$$

3)

Отметим силы, действующие на клин



Второй закон Ньютона для клина:

$$\vec{F}_1 + \vec{N}_1 + \vec{F}_2 + \vec{N}_2 + \vec{N} + \vec{F}_3 + \vec{Mg} = Ma = 0 \quad (\text{т.к. клин наклоняется})$$

$$0x_3 : F_{3x} + F_2 \cos \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 = 0$$

$$N_1' = N_1 = mg \cos \alpha_1 \quad (\text{угл н.з}) \quad F_1' = F_1 = \frac{14}{65} mg$$

$$N_2' = N_2 = 4mg \cos \alpha_2 \quad (\text{угл н.з}) \quad F_2' = F_2 = \frac{55}{78} mg$$

$$F_{3x} = N_2' \sin \alpha_2 + F_2' \cos \alpha_1 - N_1' \sin \alpha_1 - F_1' \cos \alpha_1 =$$

$$= 4mg \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 + \frac{14}{65} mg \cos \alpha_1 - mg \cos \alpha_1 \sin \alpha_1 -$$

$$- \frac{55}{78} mg \cos \alpha_2 = 4mg \cdot \frac{12}{13} \cdot \frac{5}{13} + mg \cdot \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} - mg \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} -$$

$$- \frac{55}{78} \cdot \frac{12^2}{13} mg = \frac{240}{169} mg + \frac{56}{325} mg - \frac{12}{25} mg - \frac{110}{169} mg =$$

$$= \frac{130}{169} mg - \frac{100}{325} mg = \frac{16}{13} mg - \frac{4}{13} mg = \frac{6}{13} mg$$

Ответы: 3)  $F_1 = \frac{14}{65} mg$  2)  $F_2 = \frac{55}{78} mg$

3)  $F_3 = \frac{6}{13} mg$

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.



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

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 4

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!

$$\textcircled{2} \quad 3) |\Delta U_{23}|? \quad 2) \frac{T_{\max}}{T_2} - ? \quad 3) \eta - ?$$

1) Работа машины за цикл соответствует площади треугольника на графике:

$$A = 3p_0 \cdot 3V_0 - \frac{3p_0 \cdot 3V_0}{2} - \frac{1,5p_0 \cdot 3V_0}{2} = 3p_0 V_0 - 4,5p_0 V_0 - 2,25p_0 V_0 = 2,25p_0 V_0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \Delta RT = \frac{3}{2} (RT_3 - RT_2) = \frac{3}{2} (7p_0 V_0 - 7 \cdot 2,25p_0 V_0) = -\frac{3}{2} (17,5p_0 V_0 - 7p_0 V_0) = -\frac{3}{2} \cdot 10,5p_0 V_0 = -15,75p_0 V_0$$

$$|\Delta U_{23}| = 15,75 p_0 V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{23}|}{A} = \frac{15,75 p_0 V_0}{2,25 p_0 V_0} = 7$$

2) Процесс 3-2 описывается уравнением:

$$P(V) = -\frac{1}{2}V + 6p_0, \quad \text{из ур-ния Менделеева}$$

$$P(T) = -\frac{\Delta RT}{2P} + 6p_0 \quad |2P$$

$$(P(T))' = -\frac{\Delta R}{P}$$

$$2P^2 = -\Delta RT + 12p_0 P \Rightarrow \Delta RT = 12p_0 P - 2P^2 = 2(6p_0 P - P^2)$$

$$T = \frac{2}{\Delta R} (6p_0 P - P^2), \quad \text{наайдем максимум данной ф-ции}$$

$$\frac{2}{\Delta R} (6p_0 - 2P) = 0 \quad 6p_0 = 2P \Rightarrow P = 3p_0$$

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

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 4

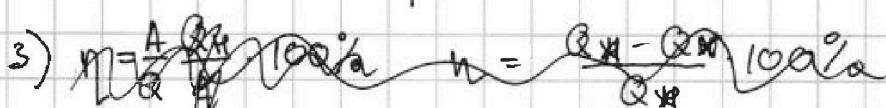
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

При давлении  $3p_0$  в процессе 1-2 температура максимальна, при этом из графика  $V = 6V_0$

$$T_{\max} = \frac{3p_0 \cdot 6V_0}{\gamma R}; T_{1,2} = \frac{4p_0 \cdot 4V_0}{\gamma R} \text{ (из графика)}$$

$$T_{\max} = \frac{18p_0V_0}{\gamma R}; T_{1,2} = \frac{16p_0V_0}{\gamma R}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_{1,2}} = \frac{18p_0V_0}{16p_0V_0} \cdot \frac{\gamma R}{\gamma R} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$



из пункта  $A = 2,25 p_0V_0$

$$Q_H = Q_{12}' + Q_{232}'$$

В процессах 1-2 и 2-3 есть промежуточные брэгги когда включают в себя и кол-во теплоты нагревания и кол-во теплоты холодильника

Например для процесса 1-2 будет едимая  $Q_{H,12}$

на промежутике  $(4p_0; 4V_0; 3p_0; 6V_0)$

$$Q_{12}' = A_{12}' + \Delta U_{12}' \quad A_{12}' = \frac{4p_0 + 2,5p_0}{2} \cdot 2V_0 = 6,5p_0V_0$$

(как площадь трапеции на графике)

$$\Delta U_{12}' = 3p_0 \cdot 6V_0 - 4p_0 \cdot 4V_0 = 18p_0V_0 - 16p_0V_0 = 2p_0V_0$$

$$Q_{12}' = 6,5p_0V_0 + 2p_0V_0 = 8,5p_0V_0$$

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

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 4

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!

$$Q_{23}^1 = A_{231} + \Delta U_{231}$$

Процесс 2-3-1 описывается уравнением:

$$P(V) = -V + 8P_0, \text{ из уравнения Менделеева-Капеллера } V = \frac{RT}{P}$$

$$P = -\frac{RT}{P} + 8P_0 \quad | \cdot P$$

$$P^2 = -VRT + 8P_0 P \Rightarrow R T = 8P_0 P - P^2$$

$T = \frac{1}{R}(8P_0 P - P^2)$ , найдем максимум функции  $P$ :

$\frac{d}{dP}(8P_0 P - P^2) = 0 \quad 8P_0 = 2P \Rightarrow P = 4P_0$  — максимальная температура в процессе соответствует

точке с координатами  $(4P_0; 4V_0)$

$$Q_{31}^1 = \dots$$

$$Q_{31}^1 = Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}$$

$$A_{31} = \frac{4P_0 + P_0}{2} \cdot 3V_0 = 7,5P_0V_0$$

$$\Delta U_{31} = 16P_0V_0 - 7P_0V_0 = 9P_0V_0$$

$$Q_{31}^1 = 7,5P_0V_0 + 9P_0V_0 = 16,5P_0V_0$$

$$Q_H = 8,5P_0V_0 + 16,5P_0V_0 = 25P_0V_0$$

$$Q_x = Q_{12}'' + Q_{23}$$

$$Q_{12}'' = A_{12}'' + \Delta U_{12}'' = \frac{3P_0 + 2,5P_0}{2} \cdot V_0 - (13P_0V_0 - 7,5P_0V_0) =$$



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  
Ч ИЗ Ч

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!

$$= 2,25 p_0 v_0 - (18 - 16,5) p_0 v_0 = 1,75 p_0 v_0$$

$$Q_{23} = 16,5 = 15,75 p_0 v_0 \quad (\text{из п. 1})$$

$$Q_x = 1,75 p_0 v_0 + 15,75 p_0 v_0 = 17,5 p_0 v_0$$

$$\eta = \frac{Q_x - Q_x}{Q_H} \cdot 100\% = \frac{25 p_0 v_0 - 17,5 p_0 v_0}{25 p_0 v_0} \cdot 100\% = \\ = \frac{7,5}{25} \cdot 100\% = 30\%$$

Ответ: 1) 7 2)  $\frac{9}{8}$  3) 30%



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)

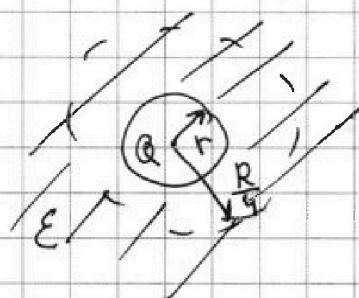
$\epsilon, r, R, Q$

1)  $x = \frac{R}{4}$  Если бы диэлектрика не было:

$$\varphi(x) = k \frac{q}{x} - \text{справедливо при } x \geq r$$

Представим, что у нас есть заряженный

шар радиусом  $r$  и зарядом  $Q$ , находящийся в диэлектрике  $\epsilon$



Такая система эквивалентна

заряду  $Q$  в диэлектрике

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \frac{Q}{R} \cdot 4 = \frac{Q}{\pi\epsilon\epsilon_0 R}$$

2)

$$\text{Ответ: } \varphi = \frac{Q}{\pi\epsilon\epsilon_0 R}$$

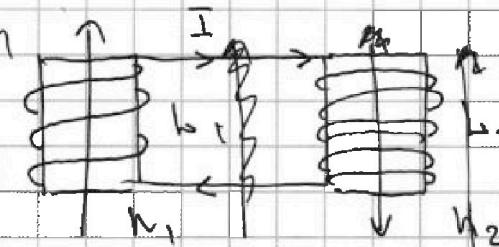


- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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 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!

4)



$$B_1 = \mu_0 N_1 I \quad h_2 = 4h$$

$$N_1 = N \quad N_2 = 2N \quad S$$

$$1) \frac{\Delta B}{\Delta t} = \alpha, \alpha > 0 \quad E_i = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta B S N_2}{\Delta t} = -\alpha S N_2 = -\alpha S N$$

Из-за изменения магнитного потока возникает

ЭДС индукции  $E_i = -\alpha S N$ , а в катушках

из-за изменения тока возникает ЭДС естествен-

$$\text{дущих} \quad E_{cu} = -L \frac{dI}{dt}$$

По 2-му правилу Кирхгоффа:

$$-E_i - L_1 \frac{dI}{dt} - L_2 \frac{dI}{dt} = 0$$

$$\alpha S N = L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I} \Rightarrow \alpha S N = \dot{I} (L_1 + L_2) = 5L \dot{I}$$

$$\dot{I} = \frac{\alpha S N}{5L}$$

$$2) E_{i1} = -\frac{d\Phi_1}{dt} S N_1 \quad E_{i2} = -\frac{d\Phi_2}{dt} S N_2 = -\frac{d\Phi_2}{dt} S 2N$$

$$E_{i1} + E_{i2} + E_{cu1} + E_{cu2} = 0$$

$$-\frac{d\Phi_1}{dt} S N_1 - \frac{d\Phi_2}{dt} S 2N - L \frac{dI}{dt} - 4L \frac{dI}{dt} = 0$$

$$-\Delta B_1 S N_1 - \Delta B_2 S 2N - 5L dI = 0$$

$$-\Delta B_1 S N_1 - \Delta B_2 S 2N - 5L \Delta I = 0; \quad \Delta B_1 = \frac{B_0 - B_0}{2} = -\frac{B_0}{2}$$

$$\Delta B_2 = \frac{2}{3} B_0 - 2B_0 = -\frac{4}{3} B_0$$



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!

$$\frac{B_0 S n}{2} + \frac{4}{3} B_0 \cdot 2 S n = 5 L \Delta I, \text{ где } \Delta I = I - 0$$

$$B_0 S n \left( \frac{1}{2} + \frac{4}{3} \right) = 5 L I$$

$$\frac{16}{6} B_0 S n = 5 L I \Rightarrow I = \frac{16}{30} \frac{B_0 S n}{L} = \frac{8}{15} \frac{B_0 S n}{L}$$

Ответ: 1)  $I = \frac{\alpha S n}{5 L}$

2)  $I = \frac{8}{15} \frac{B_0 S n}{L}$



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.

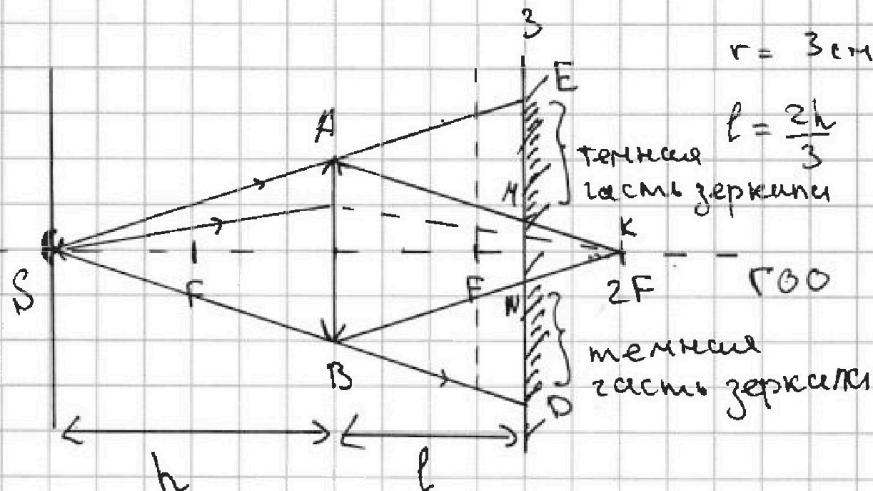
- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------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

(5)

3)



$$r = 3 \text{ см} \quad F = \frac{h}{2}$$

$$l = \frac{2h}{3}$$

тёмная  
часть зеркала

2F

тёмная  
часть зеркала

Источник находится в двойной фокусе

собирающей линзы - изображение источника

может будем находиться в двойном фокусе, то

между F и 2F расположено зеркало и образуется

темное кольцо

$$\triangle SAB \sim \triangle SED : \frac{AB}{ED} = \frac{h}{l+h} ; \frac{2r}{ED} = \frac{h}{\frac{2}{3}h + h}$$

$$\frac{2r}{ED} = \frac{h \cdot 3}{5h} \Rightarrow \frac{2r}{ED} = \frac{3}{5} \quad ED = \frac{10r}{3} = 10 \text{ см}$$

ED - внешний диаметр кольца  $\Rightarrow$  пусть  $R = \frac{ED}{2} = 5 \text{ см}$

$$\triangle SAB \sim \triangle KMN : \frac{AB}{MN} = \frac{h}{h-l} ; \frac{AB \cdot 2r}{MN} = \frac{h \cdot 3}{h-l} \Rightarrow MN = \frac{2r}{3}$$

MN = 2 см - внутренний диаметр кольца  $\Rightarrow r' = \frac{MN}{2} = 1 \text{ см}$

$$S_1 = \pi R^2 - \pi r'^2 = \pi (25 \cdot 10^{-4} - 10^{-4}) = 24\pi \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 24\pi \text{ см}^2$$



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.

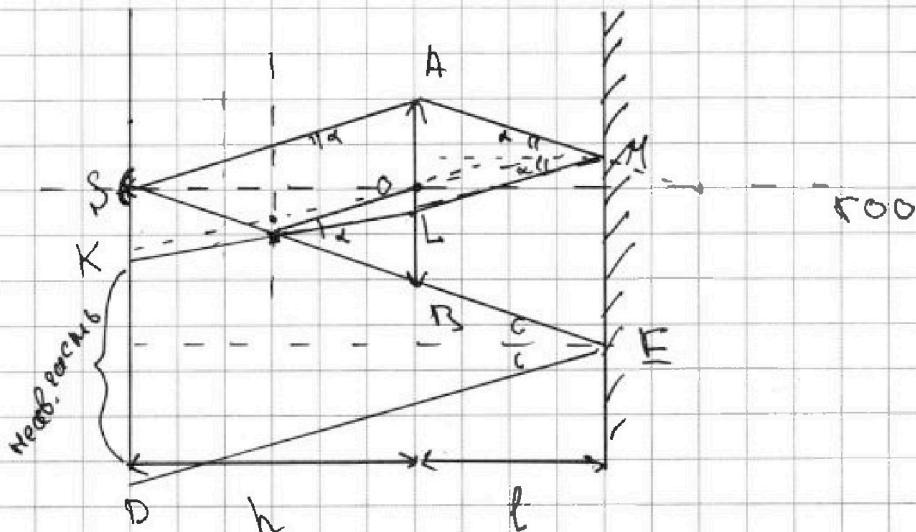
- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------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

⑤ продолжение

2)

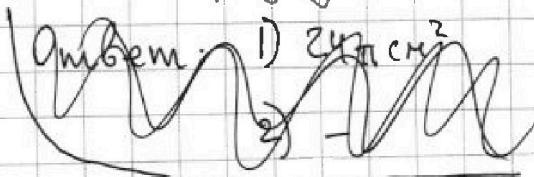


Луч падает на зеркало, отражается и снова проходит через линзу, проходит через побочный фокус и падает на стенку, вокруг источника образуется световое пятно, а лучи, которые прошли сквозь зеркало, отражаются от зеркала. В итоге на стене получается четкое пятно

$$\Delta SAB \sim \Delta SED \quad ES = \frac{h}{l+h} \Rightarrow SD = \frac{h}{l+h} \Rightarrow SD = 10 \text{ см}$$

$R = SD = 10 \text{ см}$  - внешний радиус пятна

$$\frac{AL_1}{AB} = \frac{h}{l+h} \Rightarrow AL_1 = 20 \text{ см}$$





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

- 1      2      3      4      5      6      7

СТРАНИЦА  
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!

$$\triangle MAL \sim \triangle SAB \quad \frac{AL}{AB} = \frac{1}{3} \Rightarrow \frac{AL}{AB} = \frac{2}{3} \Rightarrow AL = 2 \text{ см}$$

$$OL = AL - r = 4 - 3 = 1 \text{ см}$$

$$SK = OL + \frac{r}{2} = 1 + 1,5 \text{ см} = 2,5 \text{ см} \quad \text{- внутренний}$$

"р" радиус конуса

$$S_2 = \pi R^2 - \pi r^2 = \pi(100 - 6,25) \text{ см}^2 = 93,75\pi \text{ см}^2$$

Ответ: 1) ~~100~~  $24\pi \text{ см}^2$

$\frac{375}{4}\pi$

$$2) \frac{375}{4}\pi \text{ см}^2$$

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!

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 65 \\ \hline 325 \end{array}$$

$$78 \begin{array}{|l} \hline 13 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 93,75 \\ - 75 \\ \hline 188 \end{array} \quad \begin{array}{r} 25 \\ \hline 3 \\ \hline \end{array}$$

~~80,67 + 81~~

$$\begin{array}{r} 240 \\ - 110 \\ \hline 130 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 325 \\ - 25 \\ \hline 75 \end{array} \quad \begin{array}{r} 25 \\ \hline 3 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 7 \\ \hline 175 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 13 \\ \hline 36 \\ + 12 \\ \hline 156 \end{array}$$

$$325 = 25 \cdot 13$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 7 \\ \hline 175 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 195 \\ \times 1,5 \\ \hline 525 \\ + 105 \\ \hline 1575 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 13 \\ \hline 325 \end{array}$$

$$\frac{Q_x - Q_H}{Q_x} = 2 - \frac{Q_H}{Q_x}$$

$$\eta = \frac{Q_H}{A} \cdot 100\%$$

$$\begin{array}{r} 2,25 \\ \times 7 \\ \hline 15,75 \end{array}$$

$$100 - \frac{25}{4} \quad \frac{3}{2} + \frac{8}{3} = \frac{3}{6} + \frac{16}{6} =$$

$$= \frac{19}{6}$$

$$P = -\frac{1}{2}dV + 6P_0$$

$$P = -\frac{1}{2}V + 6P_0$$

$$PV = PRT$$

$$P = -\frac{PRT}{2V} + 6P_0$$

$$V = \frac{PRT}{P}$$

$$y(x)$$

$$\begin{array}{r} 250 \\ - 175 \\ \hline 75 \\ \times 4 \\ \hline 300 \end{array}$$

$$\frac{2}{3} - \frac{6}{3} = \frac{4}{3}$$

$$100 - 25 = \frac{375}{4}$$



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА  
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!