



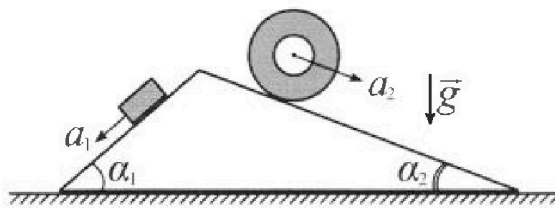
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $4m$  с ускорением  $a_2 = 5g/24$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 5/13$ ,  $\cos \alpha_2 = 12/13$ ). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

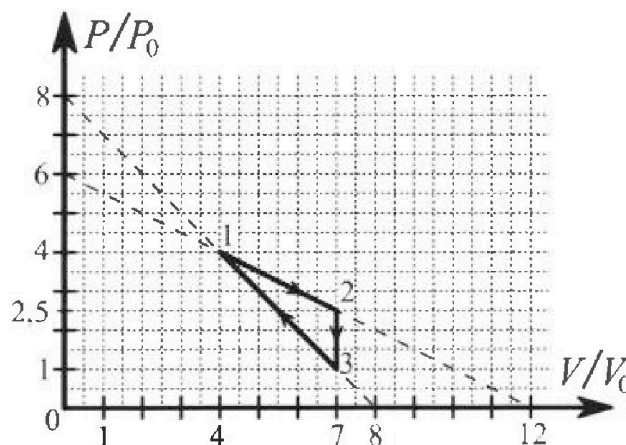


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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

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

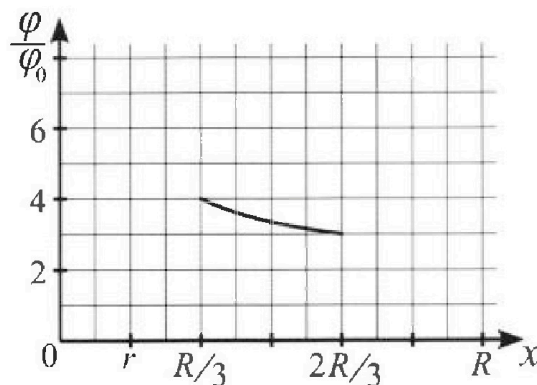
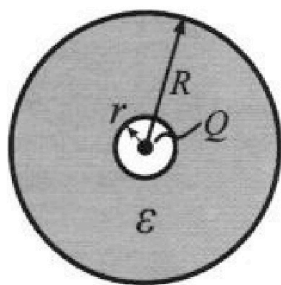
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\varphi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .





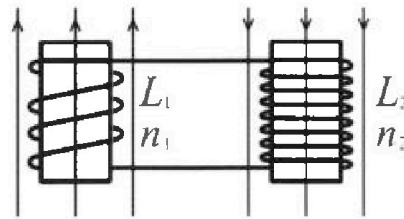
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

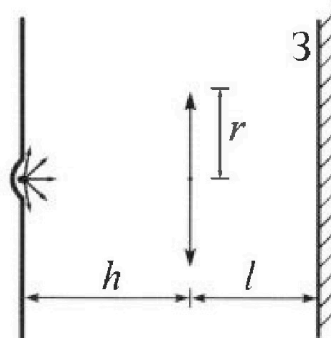


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 4L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 2n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью  $L_1$  индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью  $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$ , а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью  $L_1$  уменьшилась от  $B_0$  до  $B_0/2$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $2B_0$  до  $2B_0/3$ , не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии  $h$  расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием  $F = h/2$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 3$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = 2h/3$  расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

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



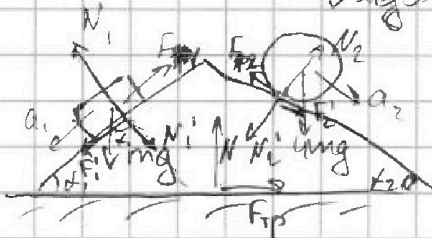
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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 №1



Рассмотрим ~~те~~ силы, действующие на брусок (проекция вдоль накл.)  
пов-ти

т.к. брусок останавливается, то

$$F_{fr} = \mu N, \text{ где } \mu$$

Для бруска в проекции на ось,  $\perp$  пов-ти по к-ой он движется:

$$N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$$

$$mg \sin \alpha_1 - F_{fr1} = ma, \quad (\text{т.к. цилиндр неподвижен})$$

$$mg \cdot \frac{3}{5} - F_{fr1} = m \cdot \frac{5}{13} g \Rightarrow$$

сила реакции опоры

т.к. сила трения направлена вдоль пов-ти.

$$\Rightarrow F_{fr1} = mg \left( \frac{13}{13 \cdot 5} - \frac{5 \cdot 5}{5 \cdot 13} \right) = mg \cdot \frac{14}{65}$$

Теперь рассмотрим силы, действующие на цилиндр

(проекция вдоль накл. ~~проекции~~ пов-ти, по которой он катится).

По теореме о движении центра масс:

$$4mg \sin \alpha_2 - F_2 = 4m \cdot a_2$$

$$4mg \cdot \frac{5}{13} - F_2 = 4m \cdot \frac{5}{8} g \Rightarrow F_2 = \left( \frac{20g}{13 \cdot 8} - \frac{20g}{13 \cdot 8} \right) mg =$$

$$\text{Аналогично в проекции на ось, } \perp \text{ пов-ти: } N_2 = 4mg \cos \alpha_2 = \frac{48}{13} mg = \frac{55}{13} mg$$

Рассмотрим силы, действующие на цилиндр со стороны бруска:

по 3-му закону Ньютона:  $N_1' = -N_1, F_1' = -F_1$   
 $N_2' = -N_2, F_2' = -F_2$

где  $N_1$  и  $N_2$  — силы реакции опоры со стороны цилиндра, действующие на брусок и цилиндр соответственно.

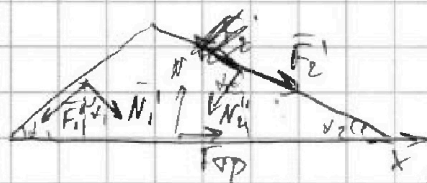
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$N$  - сила реакции опоры со стороны стола  $F_{тр}$  - сила трения со стороны стола.

$\Sigma$  проекции на горизонт. ось ( $Ox$ ):  
(2-й и 3-й законы, т.к. тело покоится)

$$-F_1 \cos \alpha + N_1 \sin \alpha - N_2 \sin \alpha + F_2 \cos \alpha + F_{тр} = 0$$

$$-\frac{14}{65} mg \cdot \frac{4}{5} + \frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{48}{13} mg \cdot \frac{5}{13} + \frac{55}{28} mg \cdot \frac{12}{13} + F_{тр} = 0$$

$$\left( -\frac{56}{65} + \frac{12}{5} - \frac{240}{13} + \frac{660}{28 \cdot 13} \right) mg = -F_{тр}$$

$$\left( \frac{-56 \cdot 13 + 12 \cdot 13^2 - 240 \cdot 5^2 + 110 \cdot 5^2}{5^2 \cdot 13^2} \right) mg = -F_{тр}$$

$$\frac{1300 - 25 \cdot 130}{25 \cdot 169} mg = -F_{тр}$$

$$\frac{1950}{25 \cdot 169} mg = F_{тр}$$

$$F_{тр} = \frac{6}{13} mg = F_3 \text{ (по условию)}$$

Ответ:  $F_1 = \frac{14}{65} mg$ ;  $F_2 = \frac{55}{28} mg$ ;  $F_3 = \frac{6}{13} mg$

$$\begin{array}{r} 55 \\ + 12 \\ \hline 110 \\ + 55 \\ \hline 660 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 56 \\ + 13 \\ \hline 168 \\ + 56 \\ \hline 228 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 160 \\ + 12 \\ \hline 338 \\ + 169 \\ \hline 2028 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2028 \\ - 228 \\ \hline 1300 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ + 130 \\ \hline 25 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ + 130 \\ \hline 3250 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3250 \\ - 1300 \\ \hline 1950 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \cdot 5 \cdot 13 \\ \hline 195 \end{array}$$

$$\frac{1950}{195} = 10$$



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 №2

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Процесс } 2-3 - \text{ изотермический} &\Rightarrow \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \Delta p_{23} V_{23} = \\
 &= \frac{3}{2} (p_0 - 2,5 p_0) \cdot 2V_0 = \\
 &= -\frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} \cdot 7 \cdot p_0 V_0 = \\
 &= -\frac{63}{4} p_0 V_0
 \end{aligned}$$

$$|\Delta U_{23}| = \frac{63}{4} p_0 V_0$$

Работа в цикле - площадь <sup>площадь</sup> огранич. графиком:

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

$$\frac{|\Delta U_{23}|}{A} = \frac{63 \cdot 4}{4 \cdot 9} = 7$$

$$2) pV = \text{const} \Rightarrow T_{\max} \xrightarrow{\max} pV$$

В процессе 1-2:  $p = 6p_0 - \frac{1}{2} p_0 \cdot \frac{V}{V_0}$

$$pV = (6p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V) V \xrightarrow{\text{парабола}} (pV)_{\max} \xrightarrow{V=6V_0}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{(pV)_{\max}}{p_1 V_1} = \frac{3p_0 \cdot 6V_0}{4p_0 \cdot 4V_0} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$

$$3) \eta = \frac{A}{Q}, \quad A = \frac{9}{4} p_0 V_0 - \text{ работа газа за цикл}$$

$Q$  - кол-во переданной теплоты.

Тепло поступает в процессах 1-2 и 3-1. Найдем их:

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!

$$Q = A + \Delta U$$

В процессе 1-2:

$$A(V) = \frac{p_1 + p(V)}{2} \cdot (V - V_1) = \frac{4p_0 + 6p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \cdot V}{2} \cdot (V - 4V_0) =$$

$$= \left( 5p_0 - \frac{1}{4} \frac{p_0}{V_0} V \right) (V - 4V_0)$$

$$\Delta U(V) = \frac{3}{2} (pV - p_0 V_1) = \frac{3}{2} \left( 6p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V \right) V - 16p_0 V_0$$

$$Q = 5p_0 V - 20p_0 V_0 - \frac{1}{4} \frac{p_0}{V_0} V^2 + p_0 V + 9p_0 V - \frac{3}{4} \frac{p_0}{V_0} V^2 - 24p_0 V_0 =$$

$$= -\frac{p_0}{V_0} V^2 + 15p_0 V - 44p_0 V_0 \xrightarrow{\text{max}} V = \frac{15p_0 V_0}{2p_0} = \frac{15}{2} V_0 > 4V_0$$

И-но, поступившее тепло в процессе 1-2

~~$$Q_{12} = \frac{p_0}{V_0} \cdot \frac{225}{4} V_0^2 + 15p_0 \cdot \frac{15}{2} V_0 - 44p_0 V_0 = \left( \frac{225}{4} - 44 \right) p_0 V_0$$~~

$$Q_{12} = -\frac{p_0}{V_0} \cdot (4V_0)^2 + 15p_0 \cdot 4V_0 - 44p_0 V_0 =$$

$$= -16p_0 V_0 + 60p_0 V_0 - 44p_0 V_0 = 12p_0 V_0$$

Аналогично для процесса 3-1:

$$Q = -\frac{p_3 + p(V)}{2} (V_3 - V) + \frac{3}{2} (pV - p_0 V_3) =$$

$$= -\frac{p_3 V_3}{2} - \frac{pV_3}{2} + \frac{p_3 + p}{2} V + \frac{3}{2} pV - \frac{3}{2} p_3 V_3 =$$

$$= -2p_3 V_3 - \frac{pV_3}{2} + \frac{p_3 V}{2} + 2pV = \left( p = 8p_0 - \frac{p_0}{V_0} V \right)$$

$$= -2p_3 V_3 - \frac{1}{2} \left( 8p_0 - \frac{p_0}{V_0} V \right) V_3 + \frac{1}{2} p_3 V + 2 \left( 8p_0 - \frac{p_0}{V_0} V \right) V =$$

$$= -2 \frac{p_0}{V_0} V^2 + 16p_0 V + \frac{1}{3} p_0 V + \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \cdot 2V_0 V - 4p_0 V_3 - 2p_3 V_3 =$$

$$= -2 \frac{p_0}{V_0} V^2 + \frac{49}{3} p_0 V - \frac{2}{3} p_0 V - 28p_0 V_0 - 14p_0 V_0 = -2 \frac{p_0}{V_0} V^2 + \frac{49}{6} p_0 V - 42p_0 V_0$$



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  
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!

Максимум при  $V = \frac{119 \rho_0 V_0}{6 \cdot 4 \rho_0} = \frac{119}{24} V_0 \Rightarrow$   
 $4 < \frac{119}{24} < 5$

$\Rightarrow Q_{31} = -2 \frac{\rho_0}{V_0} \cdot \frac{119^2}{24^2} V_0^2 + 4 \cdot 6 \rho_0 \cdot \frac{119}{24} V_0 - 42 \rho_0 V_0 =$   
 $= \frac{2 \cdot 119^2}{24^2} \rho_0 V_0 - 42 \rho_0 V_0 = \frac{3130}{528} \rho_0 V_0 = \frac{1565}{264} \rho_0 V_0$

$$\begin{array}{r} 119 \\ \times 119 \\ \hline 1021 \\ 119 \phantom{0} \\ \hline 14161 \\ \times 10^2 \\ \hline 28322 \\ -241022 \\ \hline 3130 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 24 \\ \hline 96 \\ 48 \phantom{0} \\ \hline 576 \\ \times 42 \\ \hline 1152 \\ 2304 \\ \hline 24192 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 250 + 35 + 3 \\ \hline 288 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 288 \\ \times 12 \\ \hline 576 \\ 288 \phantom{0} \\ \hline 3456 \\ + 1565 \\ \hline 5021 \end{array}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{01} + Q_{31}} = \frac{\frac{9}{4} \rho_0 V_0}{12 \rho_0 V_0 + \frac{1565}{264} \rho_0 V_0} = \frac{\frac{9}{4} \cdot 288}{12 \cdot 288 + 1565} = \frac{648}{5021}$$

Ответ: 1) 9 2)  $\frac{9}{8}$  3)  $\frac{648}{5021}$



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 №3

1) Потенциал поля точечного заряда  $Q$  (шарика)  $U = \frac{kQ}{r}$ ,  $r$  - расстояние до него  
 Если  $r < R$ , а поле то  $E = \frac{kQ}{r^2}$

Тогда  $\Delta U = -E \Delta L$

$$U = \int_R^{2R} \frac{kQ}{L^2} dL + \int_{\frac{R}{4}}^R \frac{kQ}{eL^2} dL = +\frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{e} \left( -\frac{1}{2R} + \frac{4}{R} \right) =$$

$$= \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{e} \cdot \frac{3}{R} = \frac{kQ}{R} \left( 1 + \frac{3}{e} \right)$$

или  $r \leq \frac{R}{4}$

Если  $r > \frac{R}{4}$

$$U = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{e} \left( -\frac{1}{R} + \frac{1}{r} \right) +$$

$$+ kQ \left( -\frac{1}{r} + \frac{4}{R} \right) =$$

$$= \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{eR} + \frac{kQ}{e r} - \frac{kQ}{r} + \frac{4kQ}{R} =$$

$$= \frac{5kQ}{R} + \frac{kQ}{e} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) - \frac{kQ}{r}$$

2)  $-\Delta U = \int_{\frac{R}{3}}^{\frac{2R}{3}} \frac{kQ}{eL^2} dL = \frac{kQ}{e} \left( -\frac{3}{2R} + \frac{23}{2R} \right) = \frac{kQ}{e} \cdot \frac{3}{2R} = U_0$

$$U\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{e} \left( -\frac{1}{R} + \frac{3}{R} \right) = \frac{kQ}{R} + \frac{2kQ}{eR} = 4U_0$$

$$4 = \frac{\frac{kQ}{R} + \frac{2kQ}{eR}}{\frac{3kQ}{2eR}} = \frac{1 + \frac{2}{e}}{\frac{3}{2e}} = \frac{2e + 4}{3}$$

Ответ:  $e = 4$

$12 = 2e + 4 \quad 8 = 2e \quad e = 4$





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  
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 24

$$1) \quad \mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad \Delta\Phi = n_1 S \Delta B \Rightarrow \mathcal{E} = n_1 S \dot{B}$$

~~Первая катушка находится в магнитном поле ЭДС~~

Согласно правилу Кирхгофа:

$$\mathcal{E} - \mathcal{E}_i = IR^{\text{эк}} = 0, \text{ где } \mathcal{E}_i - \text{ЭДС самоиндукции катушек}$$

$$\mathcal{E} - (L_1 + L_2) I' \Rightarrow I' = \frac{\mathcal{E}}{L_1 + L_2} = \frac{n_1 S \dot{B}}{L_1 + L_2} = \frac{n S \dot{B}}{5L}$$

$$2) \quad \mathcal{E} = (L_1 + L_2) I' \Rightarrow \mathcal{E} \Delta t = (L_1 + L_2) \Delta I$$

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta\Phi_1 + \Delta\Phi_2}{\Delta t} \Rightarrow \mathcal{E} \Delta t = \Delta\Phi_1 + \Delta\Phi_2$$

$$\mathcal{E} \int \Delta t = n_1 S \frac{B_0}{2} + n_2 S \cdot \frac{4B_0}{3}$$

$$\int \Delta t = (L_1 + L_2) I = n S \frac{B_0}{2} + 2n S \cdot \frac{4B_0}{3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I = \frac{\frac{3}{2} n S B_0 + \frac{8}{3} n S B_0}{5L} = \frac{19}{30} \cdot \frac{n S B_0}{L}$$

Ответ: 1)  $\frac{n S \dot{B}}{5L}$  2)  $\frac{19}{30} \cdot \frac{n S B_0}{L}$

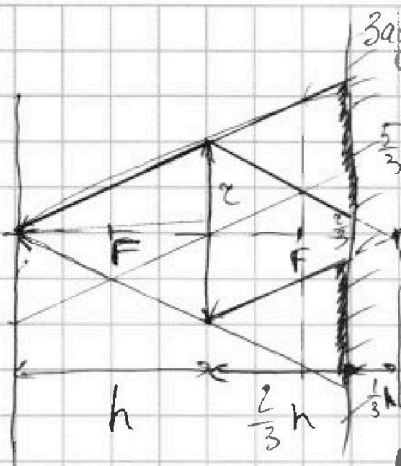


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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 №5

1) Найдём, на каком расстоянии от линзы будет изображение источника по формуле линзы:

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

Рассмотрим ход <sup>крайних</sup> лучей, попадающих на линзу. Ход остальных лучей <sup>прох. через линзу,</sup> <sup>лучей</sup> <sup>внутри фигуры, отражённой от неё</sup> <sup>лучами.</sup> <sup>(т.к. исходят и припадают в одну и ту же точку)</sup>

Те лучи, что не попали на линзу, попадают на зеркало, освещая его. Лучи, попавшие на линзу после отражения в зеркале не вернутся обратно на зеркало. Таким образом на зеркале будет две неосвещённых <sup>контрастные</sup> <sup>части</sup> <sup>фрагм.</sup> <sup>фрагментов</sup> <sup>этих</sup> <sup>частей</sup> <sup>радиусы</sup> <sup>этих</sup> <sup>частей</sup>  $\frac{5}{3}r$  и  $\frac{2}{3}r$

Итого

$$S_3 = \pi \left( \left( \frac{5}{3}r \right)^2 - \left( \frac{2}{3}r \right)^2 \right) = \pi \cdot \frac{24}{9} r^2 = 24\pi \text{ см}^2$$

2) ~~Вся~~ ~~на~~ ~~линзу~~ ~~отразили~~ все предметы и лучи отн-ко зеркалу:



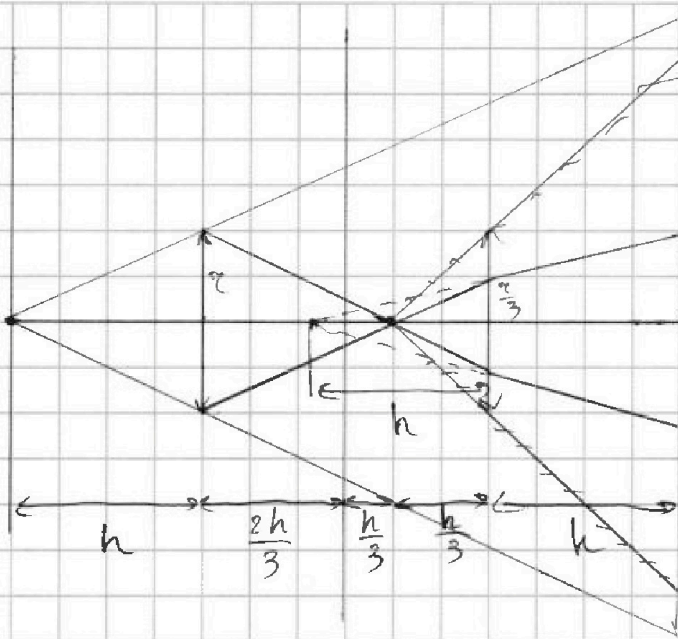


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Видно, что в отраженном пространстве образовался еще один источник на расстоянии  $\frac{10r}{3}$  до шпанды (отраженной). Из подобия лучи от этого источника отражаются от центра отраж. шпанды на  $\frac{r}{3}$  (рис.). По формуле шпанды:

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

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

$$\Rightarrow d = -h$$

Таким образом, из подобия, несомненная часть стены ограничена двумя кругами радиусов  $\frac{10r}{3}$  и  $\frac{2r}{3}$  и площадь несомв. части стены

$$S_{\text{св}} = \pi \left( \left( \frac{10r}{3} \right)^2 - \left( \frac{2r}{3} \right)^2 \right) = \pi \cdot \frac{96}{9} \cdot 25 \text{ см}^2 = \underline{96\pi \text{ см}^2}$$

Ответ: 1)  $24\pi \text{ см}^2$  2)  $96\pi \text{ см}^2$



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

