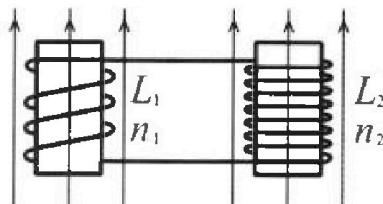


**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**

**Вариант 11-04**

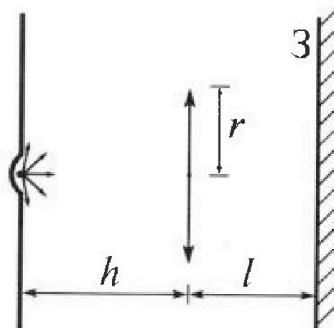
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

- 4.** Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L/4$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n/2$  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) на четет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью  $L_1$  индукция внешнего поля начнет уменьшаться 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  $3B_0/4$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $4B_0$  до  $8B_0/3$ , 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  $F = 2h/3$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 4$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = h/2$  расположено параллельно стене плоское зеркало З. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.

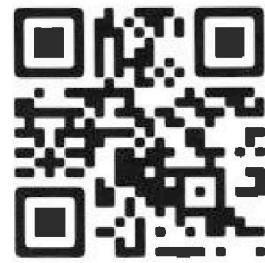


- 1) Найдите площадь неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

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



**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**  
**Вариант 11-04**

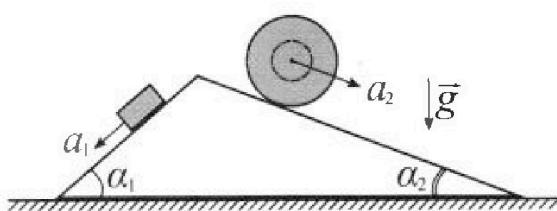


*В ответах всех задач допускаются обыкновенные дроби и радикалы.*

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $9m/4$  с ускорением  $a_2 = 8g/27$  (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  $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 8/17, \cos \alpha_2 = 15/17)$ . 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 шаром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

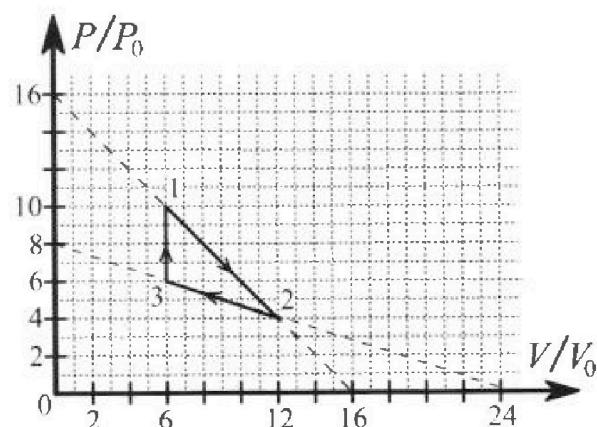
Каждый ответ выразить через  $z m$  и  $g$  с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.



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.

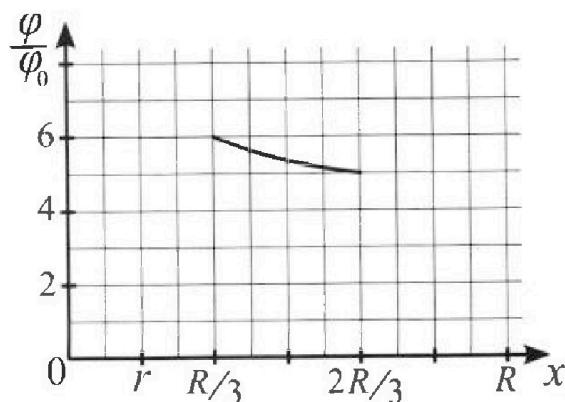
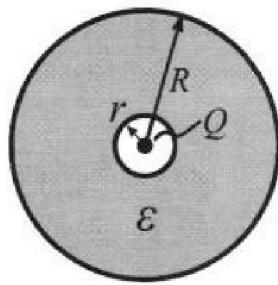
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $\phi$  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  $x = 11R/12$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



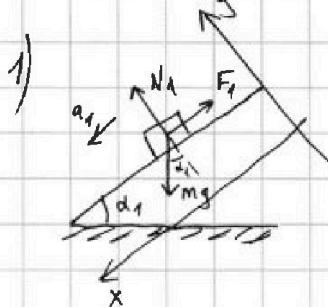


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

 1 2 3 4 5 6 7СТРАНИЦА  
1 из 2

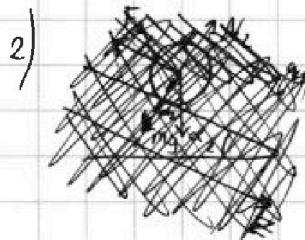
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№1



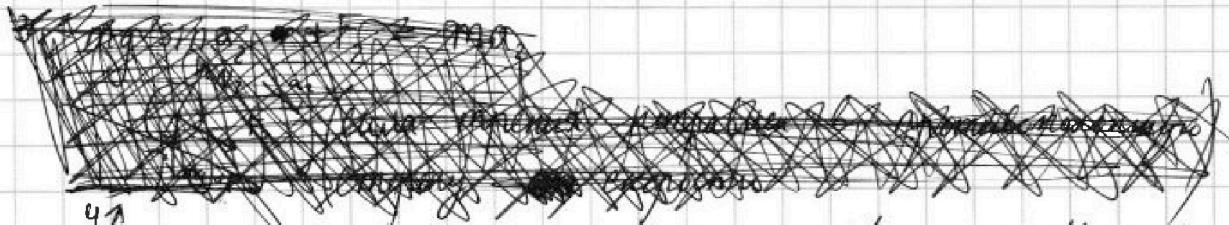
$$1. m g \cdot \sin \alpha_1 - F_1 = m a_1 \quad (\text{закон Ньютона на ось } O_x)$$

$$F_1 = m \left( g \cdot \sin \alpha_1 - a_1 \right) = m g \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{17} \right) = \frac{51 - 25}{85} m g = \frac{26}{85} m g$$



2. Шар движется без проскальзывания

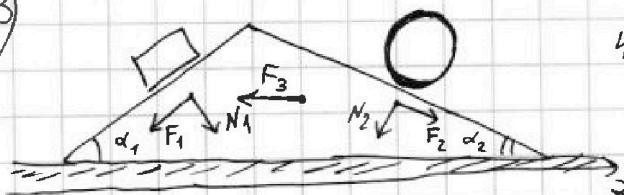
$\Rightarrow$  кинетическая энергия шара в контактной точке имеет скорость 0 м/с (такую же, как и поверхность)



$$3. \frac{9}{4} m a_2 = \frac{9}{4} m g \cdot \sin \alpha_2 - F_2 \quad (\text{закон Ньютона на ось } O_z)$$

$$F_2 = \frac{9}{4} m \left( \frac{89}{17} - \frac{89}{27} \right) = \frac{9}{4} m \cdot 8g \left( \frac{27 - 17}{27 \cdot 17} \right) = \frac{18 m g \cdot 10}{24 \cdot 17} = \frac{20}{51} m g$$

3)



$$4. N_1 = m g \cdot \cos \alpha_1 \quad (\text{закон Ньютона для фрикциона на ось } O_y)$$

$$5. N_2 = \frac{9}{4} m g \cdot \cos \alpha_2 \quad (\text{закон Ньютона для шара на ось } O_y)$$

$$6. -F_1 \cdot \cos \alpha_1 + N_1 \cdot \sin \alpha_1 - F_3 = -N_2 \cdot \sin \alpha_2 + F_2 \cdot \cos \alpha_2 = 0$$

(закон Ньютона для кинематики  $\Rightarrow$  на ось  $O_z$ )

Ит. продолжение задачи

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 черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№1 (продолжение)

~~Задача №1~~

$$mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} + \frac{20}{51} mg \cdot \frac{15}{17} = F_3 + \frac{9}{4} mg \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} + \frac{26}{85} mg \cdot \frac{4}{5}$$
$$F_3 = mg \left( \frac{4}{5} \left( \frac{3}{5} - \frac{26}{85} \right) + \frac{15}{17} \left( \frac{20}{51} - \frac{9 \cdot 8}{8 \cdot 17} \right) \right) =$$
$$= mg \left( \frac{4}{5} \cdot \frac{25}{85} - \frac{15}{17} \cdot \frac{9}{51} \right) = mg \left( \frac{4}{17} - \frac{10}{17} \right) = -\frac{6}{17} mg.$$

$F_3 < 0$ , значит, сила тяжести на кили действует в другую сторону относительно того, что нарисовано на рисунке.

Ответ: 1)  $\frac{26}{85} mg$ ; 2)  $\frac{20}{51} mg$ ; 3)  $\frac{6}{17} mg$

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 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!

N2

$$1) \Delta U_{12} = \left| \frac{3}{2} (\nu R T_2 - \nu R T_1) \right| = \left| \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) \right| = \left| \frac{3}{2} (48 - 60) p_0 V_0 \right| = \\ i = 3 \text{ (м.н. газ однотипный)} \quad = 18 p_0 V_0$$

$$p_2 = 4 p_0 \quad V_2 = 12 V_0 \\ p_1 = 10 p_0 \quad V_1 = 6 V_0$$

~~запись~~

$$2) A \text{ за цикл} - \text{площадь под графиком.} \quad p_3 = 6 p_0$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot (V_2 - V_1) \cdot (p_1 - p_3) = \frac{1}{2} \cdot 6 V_0 \cdot 4 p_0 = 12 p_0 V_0 \\ \frac{|\Delta U_{12}|}{A} = \frac{18}{12} = \frac{3}{2}$$

$$3) V_3 = 6 V_0$$

$$p_3 V_3 = \nu R T_3 \quad (\text{ур-ние Менделеева - Капеллена})$$

$$T_3 = \frac{36 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$4) \text{Ур-ние прямой } 1-2: \frac{P}{p_0} = 16 - \frac{V}{V_0} \Rightarrow P = \left(16 - \frac{V}{V_0}\right) p_0$$

$$5) T\left(\frac{V}{V_0}\right) \cdot \nu R = P\left(\frac{V}{V_0}\right) \cdot V \quad (\text{ур-ние Менделеева - Капеллена})$$

$$T\left(\frac{V}{V_0}\right) = \frac{\left(16 - \frac{V}{V_0}\right) p_0 V}{\nu R} = \frac{p_0 V}{\nu R} \left(16 V - \frac{V^2}{V_0}\right)$$

Нужно найти максимальную температуру  $T_{max}$ .

Уравнение  $T\left(\frac{V}{V_0}\right)$  — парабола ветвями вниз. Значит, максимальная температура в вершине этой параболы.

$$\frac{V_0}{V_0} = \frac{-16 V_0}{-2} = 8 V_0 \quad \text{запись}$$

$$T_{max} = T\left(\frac{V_0}{V_0}\right) = \frac{p_0 V_0}{\nu R} \left(8 \cdot 16 - 64\right) = \frac{64 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$6) \frac{T_{max}}{T_3} = \frac{64}{36} = \frac{16}{9}$$

см. предложение задачи



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

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
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 2 (продолжение)

3) 7. Задана за цикл из п. 2:  $A = 12 p_0 V_0$

$$8. \cdot Q_{1-MAX} = \frac{3}{2} (64 p_0 V_0 - 60 p_0 V_0) + \frac{10+8}{2} p_0 \cdot 2 V_0 = \\ = 6 p_0 V_0 + 18 p_0 V_0 = 24 p_0 V_0 \quad - \text{процесс от } m. 1 \text{ до } m. c \text{ максимальной температурой на } t=2.$$

$$(Q_{1-MAX} = \Delta U_{1-MAX} + A_{1-MAX} \quad (\text{первое начало термодинамики}))$$

$$\cdot Q_{MAX-2} = \frac{3}{2} (64 p_0 V_0 + 48 p_0 V_0) + \frac{8+4}{2} p_0 \cdot 4 V_0 = \\ = -24 p_0 V_0 + 24 p_0 V_0 = 0$$

- процесс от m. с максимальной температурой на 1-2

$$(Q_{MAX-2} = \Delta U_{MAX-2} + A_{MAX-2} \quad (\text{второе начало термодинамики}))$$

$$\cdot Q_{23} = \frac{3}{2} (36 p_0 V_0 - 48 p_0 V_0) - \frac{4+6}{2} p_0 \cdot 6 V_0 < 0$$

- процесс 2-3

$$(Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} \quad (\text{третье начало термодинамики}))$$

$$\cdot Q_{31} = \frac{3}{2} (60 p_0 V_0 - 36 p_0 V_0) = 36 p_0 V_0 \quad - \text{процесс 3-1.}$$

$$(Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} \quad (\text{четвертое начало термодинамики}); A_{31} = 0)$$

$$Q_n = Q_{1-MAX} + Q_{31} = 60 p_0 V_0$$

9. ~~60~~  $\eta = \frac{A}{Q_n} = \frac{12 p_0 V_0}{60 p_0 V_0} = \frac{1}{5}$

$$\eta = 20\%$$

Ответ: 1)  $\frac{3}{2}$ ; 2)  $\frac{16}{9}$ ; 3)  $\frac{1}{5}$ .



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.

- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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

1) ~~Задача~~

1. Потенциал ~~точки~~ <sup>точки</sup> на расстоянии  $r$  от заряда:  $\varphi_1 = \frac{kQ}{r}$ .

2. Потенциал ~~точки~~ <sup>точки</sup> на расстоянии  $x$  от заряда, если для шаров диэлектрической проницаемости:  $\varphi_2 = \frac{kQ}{\epsilon x}$ .

3. Потенциал ~~точки~~ <sup>точки</sup>, лежащей в диэлектрике, на расстоянии  $x$  от заряда в нашем случае:  $\varphi = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon(x-r)}$

$$4. x = \frac{11R}{12}$$

$$\varphi = kQ \left( \frac{1}{r} + \frac{12}{\epsilon(11R - 12r)} \right)$$

$$5. 6\varphi_0 = kQ \left( \frac{1}{r} + \frac{1}{\epsilon(\frac{2R}{3} - r)} \right)$$

$$5\varphi_0 = kQ \left( \frac{1}{r} + \frac{1}{\epsilon(\frac{2R}{3} - r)} \right) \quad | - из графика.$$

$$r = \frac{R}{6}$$

$$\Rightarrow 6\varphi_0 = kQ \left( \frac{6}{R} + \frac{6}{\epsilon R} \right)$$

$$5\varphi_0 = kQ \left( \frac{6}{R} + \frac{2}{\epsilon R} \right)$$

$$\Rightarrow \varphi_0 = kQ \cdot \frac{4}{\epsilon R} \quad \Rightarrow \frac{9}{2}\varphi_0 = \frac{6kQ}{R}$$

$$5\varphi_0 = \frac{6kQ}{R} + \frac{\varphi_0}{2} \quad \varphi_0 = \frac{kQ \cdot 4}{\epsilon R}$$

$$\Rightarrow \varphi_0 = \frac{4kQ}{3R}$$

$$\varphi_0 = \frac{3}{4}\varphi_0 \cdot \frac{4}{\epsilon} \Rightarrow \epsilon = 3$$

$$\text{Ответ: 1) } \varphi = kQ \left( \frac{1}{r} + \frac{12}{\epsilon(11R - 12r)} \right); 2) 3.$$

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

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

№ 4

1)  $\dot{\Phi}_1(t) = B_1(t) \cdot S \cdot n_1$  - поток через катушку ~~1~~ с индуктивностью  $L_1$ .

$$\dot{\Phi}_1 = \dot{B} \cdot S \cdot n_1$$


$$\dot{B}_1 = \frac{\Delta B}{\Delta t} = -\alpha$$

$$\dot{\Phi}_1 = -\alpha S n_1$$

2.  $\dot{\Phi}_1(t) = L_1 I(t)$ , где  $I(t)$  - сила тока через катушку.

$$\dot{\Phi}_1 = L_1 \dot{I}$$

3.  $\dot{I} = \frac{-\alpha S n_1}{L_1}$  (Индуцировано в катушках поток тока, потому что катушка с индуктивностью  $L_2$  не влияет на изменение тока  $I$ )  
 $|\dot{I}| = \frac{\alpha S n_1}{L_1} = \frac{\alpha S n}{L}$

$$2) 4. \dot{B}_1 = \frac{3}{4} B_0 - B_0 = -\frac{1}{4} B_0$$

$$\dot{B}_2 = \frac{8}{3} B_0 - 4 B_0 = -\frac{4}{3} B_0$$

$$5. \dot{\Phi}_1 = L_1 \dot{I}_1 = -\frac{1}{4} B_0 S n_1 = \dot{B}_1 S n_1$$

$\dot{I}_1 = -\frac{B_0 S n_1}{4 L_1}$  (будет направлен вправо по правилу Ленца и буравчика)

$$6. \dot{\Phi}_2 = L_2 \dot{I}_2 = \dot{B}_2 S n_2 = -\frac{4}{3} B_0 S n_2$$

$\dot{I}_2 = -\frac{4 B_0 S n_2}{3 L_2}$  (будет направлен влево по правилу Ленца и буравчика)

$$7. |\dot{I}| = |\dot{I}_2 - \dot{I}_1| = \left| -\frac{4 B_0 S n \cdot \frac{3}{2}}{3 \cdot L \cdot \frac{9}{4}} + \frac{B_0 S n_1}{4 L} \right| =$$

$$= \left| \frac{1}{4} - \frac{8}{9} \right| \cdot \frac{B_0 S n}{L} = \frac{23}{36} \cdot \frac{B_0 S n}{L}$$

Ответ: 1)  $\frac{\alpha S n}{L}$ ; 2)  $\frac{23}{36} \cdot \frac{B_0 S n}{L}$ .

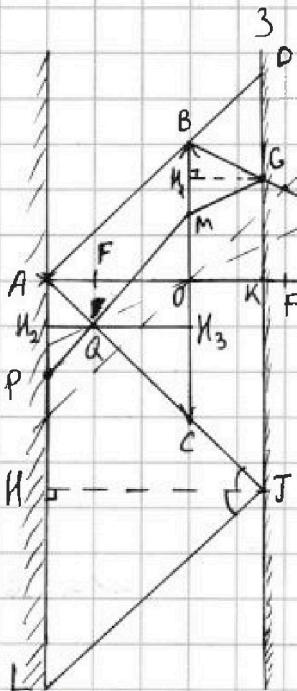


1    2    3    4    5    6    7

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!

№5



1. Пусть магнитус, который не пройдёт через линзу около самого её края.  $(ABD)^*$

2.  $\triangle ABO \sim \triangle ADK$

$$\frac{AO}{AK} = \frac{OB}{DK} \quad (DK=R)$$

$$\frac{h}{h + \frac{h}{2}} = \frac{r}{R}$$

$$R = \frac{3}{2} r$$

*(\*Всё выше т. D будет освещено лучами, не прошедшими через линзу)*

3. Теперь рассмотрим крайний луч, который попадёт в линзу.

Проведём параллельную ей прямую через оптический центр линзы (это будет вспомогательная оптическая ось). Её пересечение с фокальной плоскостью будет точка, зеркало, которую пройдёт крайний луч после преломления. Пересечение этого луча в главной оптической оси даёт изображение источника света.

4. Воспользуемся формулой толщины линз:

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

$$\frac{1}{OE} = \frac{1}{\frac{2h}{3}} - \frac{1}{h} = \frac{3}{2h} - \frac{1}{h} = \frac{1}{2h}$$

$$OE = 2h$$

5. G — точка пересечения продолжения крайнего луча и зеркала.

$$\triangle GKE \sim \triangle BOE$$

$$\frac{GK}{BO} = \frac{KE}{OE} \quad (GK=R_0)$$

$$\frac{R_0}{r} = \frac{2h - \frac{h}{2}}{2h}$$

$$R_0 = \frac{3}{4} r$$

$$6. S_1 = \pi R^2 - \pi R_0^2 = \pi \left( \frac{9}{4} r^2 - \frac{9}{16} r^2 \right) = \pi r^2 \cdot \frac{9 \cdot 3}{16} = 27 \pi \text{ см}^2$$

*- площадь неосвещённой части зеркала \*\**

*(\*\* Всё от G до K и симметрично с другой стороны относительно главной оптической оси будет освещено лучами, проходящими через линзу)*





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  
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!

№ 5 (продолжение)

2) 7. Крайний, не проходящий через линзу, луч АСТ отразится в зеркале. Угол падения равен углу отражения.

$$\Delta AKJ = \Delta LHK$$

$$AK = KL$$

AFJH - прямоугольник  $\Rightarrow AK = \boxed{\text{ }} JK = KD$  (рисунок симметричен)  
(отр. главной оптической оси)

$$\Rightarrow AL = 2KD = 2R = 3r$$

8. рассмотрим крайний луч, падающий параллельно линзе. Угол падения равен углу отражения  $\rightarrow \Delta BGH_1 = \Delta MGK_1$

$$\Rightarrow BH_1 = H_1M$$

$$H_1GKO - \text{прямоугольник} \Rightarrow \boxed{\text{ }} H_1O = GK$$

$$BH_1 = H_1M = r - R_0 = \frac{1}{4}r \quad BM = 2 \cdot \frac{1}{4}r = \frac{1}{2}r$$

9. Аналогично п. 3, построим преломленный луч BM. mP - пересечение этого луча и стекла.

$$\Delta APQ \sim \Delta CMQ$$

$$\frac{AP}{MC} = \frac{K_2Q}{K_3Q} \quad (AP = r_0)$$

$$\frac{r_0}{2R - \frac{1}{2}r} = \frac{h - \frac{2}{3}h}{\frac{2}{3}h} = \frac{1}{2}$$

$$r_0 = \frac{3}{4}r$$

10. Все точки за L и ~~в~~ симметричные относительно главной оптической оси будут освещены лучами, которые не прошли через линзу и отразились в зеркале.

Все точки ~~от~~ P до A и симметричные относительно главной оптической оси будут освещены лучами, преломленными через линзу и отраженными в зеркале.

$$11. S_2 = \pi AL^2 - \pi r_0^2 = \pi \left( 9r^2 - \frac{9}{16}r^2 \right) = \frac{9\pi r^2 \cdot 15}{16} = 135\pi \text{ см}^2$$

Ответ: 1)  $27\pi \text{ см}^2$ ; 2)  $135\pi \text{ см}^2$



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.

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

2)



$$6p_0 \cdot 6V_0 = DR T_3$$

Чертёжник

$$p = 16 \text{ Pa}$$

$$T = \frac{pV}{DR} = \frac{1}{DR} (16V - V^2)$$

$$V = \frac{-16}{-2} = 8$$

$$Q = \frac{3}{2} (48 - 64) p_0 V_0 + \frac{T_{MAX}}{T_3} = \frac{2 \cdot 8^3}{2} - 6 \cdot 8^2$$

3)

$$A = 12p_0 V_0 \quad n = \frac{1}{5}$$

$$Q_1 = \frac{3}{2} (64p_0 V_0 - 60p_0 V_0) + \frac{10+8}{2} 2p_0 V_0 + \frac{1}{2} (8p_0 V_0 - 36p_0 V_0) = 6p_0 V_0 + 18p_0 V_0 + 36p_0 V_0 = 60p_0 V_0$$

4.

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = -x = \dot{B}_1$$

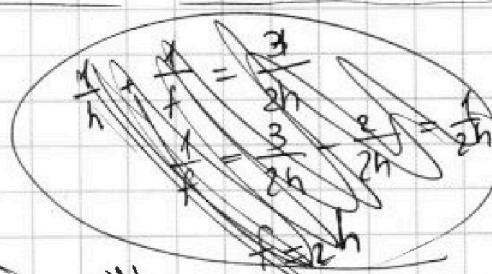
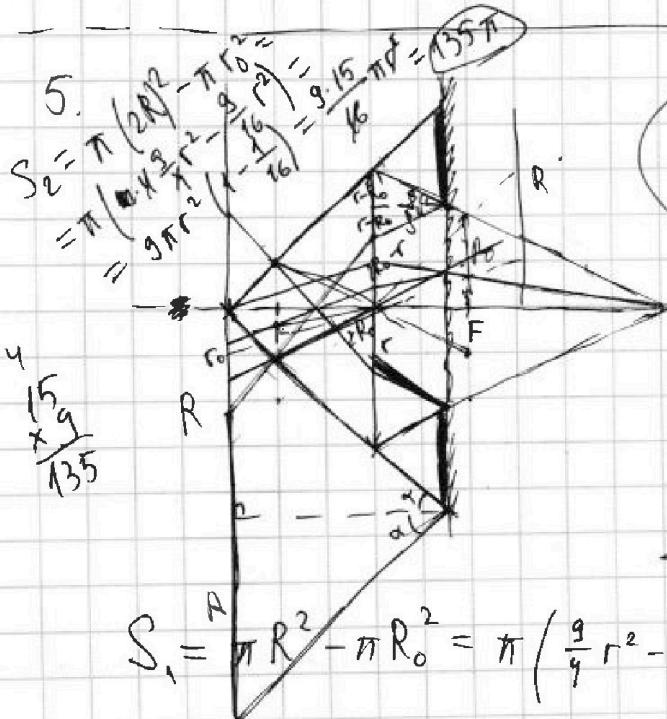
$$\dot{\Phi}_1 = n_1 L_1 \dot{I}_1$$

$$\dot{\Phi}_1 = \dot{B}_1 S \cdot n_1$$

$$\dot{\Phi}_2 = \dot{B}_2 S n_2 = 0$$

$$\dot{\Phi}_2 = \text{const}$$

$$\dot{\Phi}_2 = n_2 L_2 I$$



$$\frac{r}{R} = \frac{h}{3h} = \frac{2}{3}$$

$$R = \frac{3}{2}r \quad \frac{r_0}{2R_0} = \frac{h - \frac{2}{3}h}{\frac{2}{3}h}$$

$$\frac{r_0}{2R_0} = \frac{\frac{1}{3}h}{\frac{2}{3}h}$$

$$r_0 = R_0$$

$$\frac{2h - \frac{h}{2}}{2h} = \frac{R_0}{r} = \frac{3}{4} \quad R_0 = \frac{3}{4}r$$

$$\pi r^2 \cdot \frac{27}{16} = 27\pi$$

$$\tan \alpha = \frac{R}{\frac{3h}{2}} = \frac{\frac{3}{2}r}{\frac{3}{2}h} = \frac{r}{h}$$

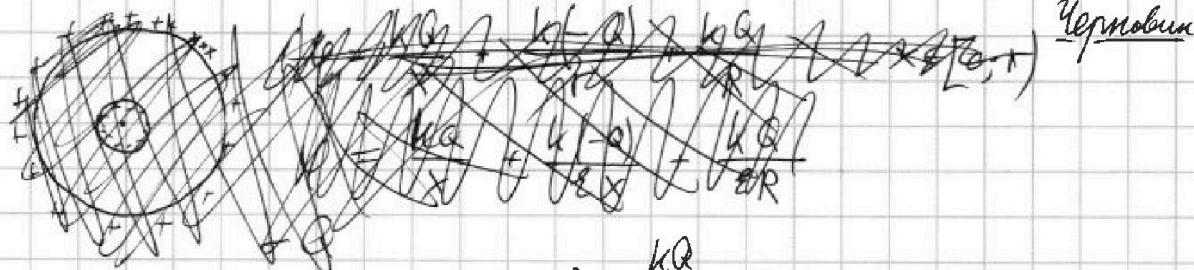
$$r - 2r + 2R_0 = 2R_0 - r$$

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.

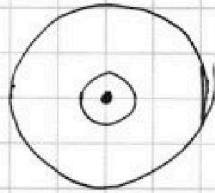
- 1     2     3     4     5     6     7

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!



$$\varphi = \frac{kQ}{\epsilon x} \text{ для линзного}$$



$$\varphi = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon(x-r)}$$

5/2  
85

$$6\varphi_0 = kQ \left( \frac{1}{r} + \frac{3}{\epsilon(r)} \right)$$

$$5\varphi_0 = kQ \left( \frac{1}{r} + \frac{3}{2\epsilon(r)} \right)$$

$$\varphi_0 = kQ \cdot \frac{3}{2\epsilon(r)}$$

$$r = \frac{R}{6}$$

$$kQ \cdot \frac{1}{r} = 4\varphi_0$$

$$\frac{6kQ}{R} = 4\varphi_0$$

$$\frac{kQ}{R} = \frac{4}{6}\varphi_0 = \frac{2}{3}\varphi_0$$

$$\varphi_0 = \frac{2}{3}\varphi_0 \cdot \frac{3}{2\epsilon}$$

$$6\varphi_0 = kQ \left( \frac{6}{R} + \frac{6}{\epsilon R} \right)$$

$$5\varphi_0 = kQ \left( \frac{6}{R} + \frac{2}{\epsilon R} \right)$$

$$\frac{2R}{3} - \frac{R}{6} = \frac{4R-R}{6} = \frac{3R}{6} = \frac{1}{2}R$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ(6)}{\epsilon R} - \frac{2}{\epsilon R} = \frac{4kQ}{\epsilon R}$$

$$5\varphi_0 = \frac{6kQ}{R} + \frac{\varphi_0}{2}$$

$$\frac{6kQ}{R} = \frac{9}{2}\varphi_0$$

$$\frac{kQ}{R} = \frac{3}{4}\varphi_0$$

$$\varphi_0 = \frac{4}{\epsilon} \cdot \frac{3}{4}\varphi_0$$

$$\underline{\epsilon=3}$$



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.



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!

~~1)  $x^2 - kx$~~   $\rightarrow$   ~~$kx$~~   $\rightarrow$   ~~$x^2 + kx$~~   $\times x^2$   $(0; \infty)$

$$1) \varphi = \frac{kQ}{x} + \frac{k(-Q)}{r} \quad \text{für } x \in (0; r]$$

$$\frac{g}{2} = kQ \left( \frac{12}{11R} - \frac{12}{11ER} \right) = \frac{12(E-1)kQ}{11ER}$$

$$\frac{8}{9} \times \frac{1}{4} = \frac{32 \times 9}{36} = \frac{4}{36}$$

$$\begin{aligned} I_1 &= -\frac{1}{4} B_0 \frac{S_{n1}}{L_1} = -\frac{1}{4} B_0 L \\ I_2 &= -\frac{4}{3} B_0 \frac{S_{n2}}{L_2} = \\ &= -\frac{4}{3} B_0 S \frac{\frac{3}{2} n}{\frac{1}{2} L_2} = \\ &= -\frac{4}{3} B_0 S \frac{\frac{3}{2} n}{\frac{1}{2} L_2} = \\ L_1 I_1 + B_0 S_n &= -g \end{aligned}$$

$$I_{o_1} = I_o$$

$$\frac{n_2}{n_1} \cdot \frac{L_2}{L_1} = \frac{B_2}{B_1} \cdot \frac{n_1}{n_2}$$

$$B_1(t) = B_0 - \frac{1}{4} B_0 t$$

$$B_i(t) = -\frac{1}{4} B_0$$

$$B_2(t) = 4B_0 - \frac{4}{3}B_0 t$$

$$\vec{B}_2(t) = -\frac{4}{3} \vec{B}_0$$