

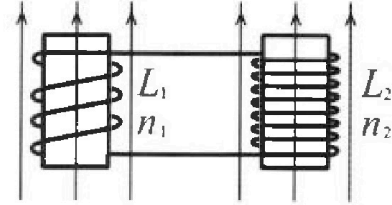
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

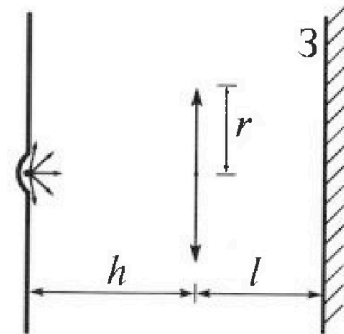


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L/4$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n/2$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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 чет 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 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  $F = 2h/3$ . 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 3. 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  $[см^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



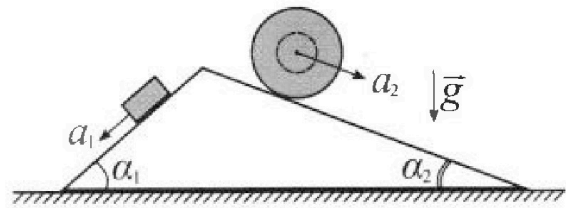
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

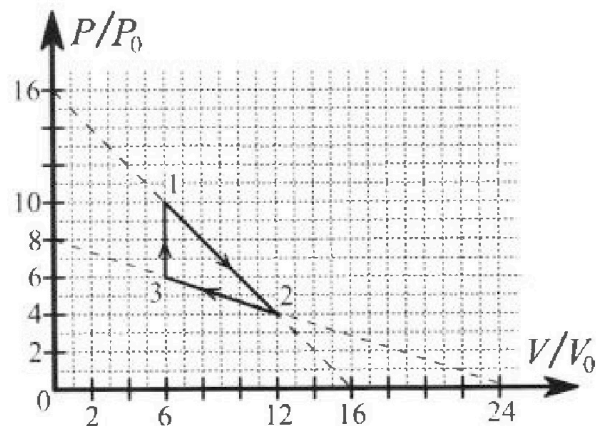
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $9m/4$  с ускорением  $a_2 = 8g/27$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) 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  $m$  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.

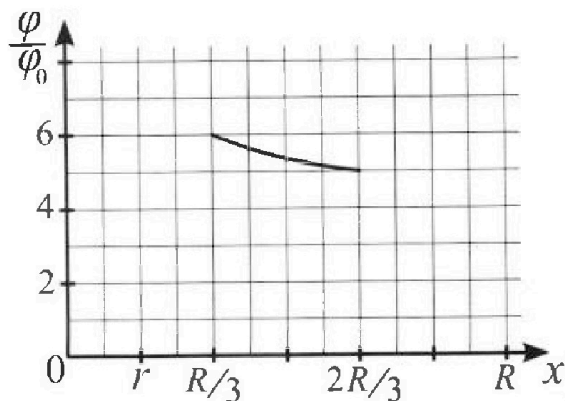
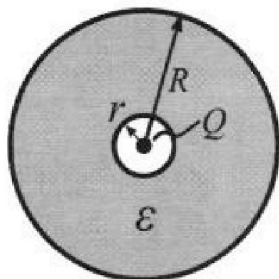


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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



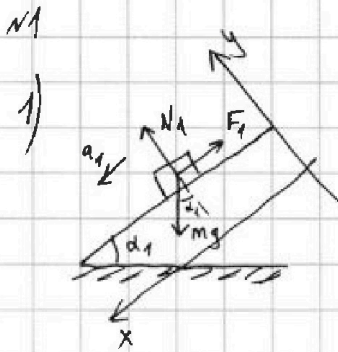


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

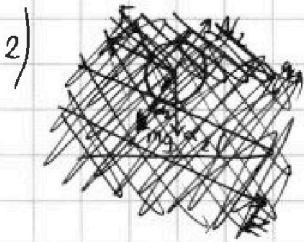
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



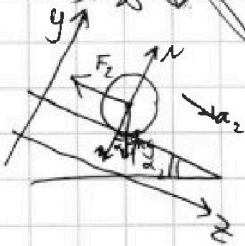
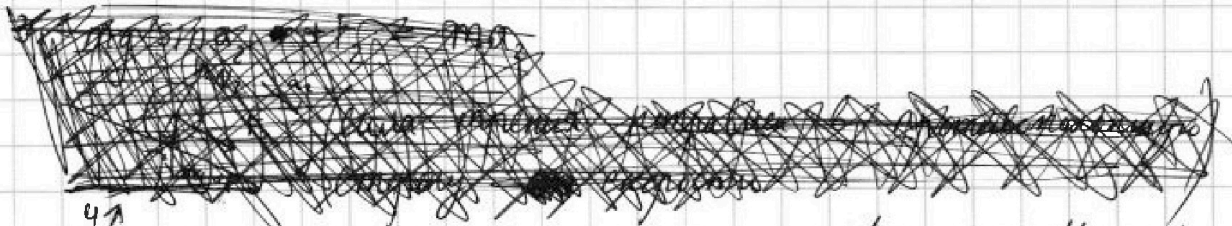
$$1. \quad mg \cdot \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1 \quad \left( \begin{array}{l} \text{2-й з-н Ньютона} \\ \text{на ось } O_x \end{array} \right)$$

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

$$= \frac{51-25}{85} mg = \frac{26}{85} mg$$



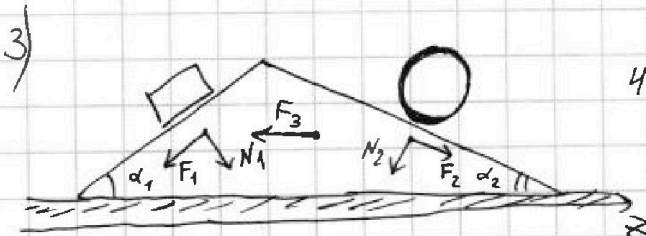
2. Шар движется  $\downarrow$  по поверхности  
 $\Rightarrow$  каждая точка в каждый момент времени имеет скорость 0 м/с (такую же, как и поверхность)



$$3. \quad \frac{9}{4} ma_2 = \frac{9}{4} mg \cdot \sin \alpha_2 - F_2 \quad \left( \begin{array}{l} \text{2-й з-н Ньютона} \\ \text{на ось } O_z \end{array} \right)$$

$$F_2 = \frac{9}{4} m \left( \frac{88}{17} - \frac{89}{27} \right) =$$

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



$$4. \quad N_1 = mg \cdot \cos \alpha_1 \quad \left( \begin{array}{l} \text{2-й з-н Ньютона} \\ \text{для блока на ось } O_y \end{array} \right)$$

$$5. \quad N_2 = \frac{3}{4} mg \cdot \cos \alpha_2 \quad \left( \begin{array}{l} \text{2-й з-н Ньютона для шара} \\ \text{на ось } O_y \end{array} \right)$$

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

(2-й з-н Ньютона для клина на ось  $O_z$ )

или 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.

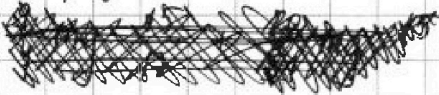


1  2  3  4  5  6  7

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)



$$mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} + \frac{20}{51} mg \cdot \frac{15}{17} = F_3 + \frac{9}{4} mg \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} + \frac{26}{85} mg \cdot \frac{4}{5}$$

$$F_3 = mg \left( \frac{4}{5} \left( \frac{3}{5} - \frac{26}{85} \right) + \frac{15}{17} \left( \frac{20}{51} - \frac{9 \cdot 8}{4 \cdot 17} \right) \right) =$$
$$= mg \left( \frac{4}{5} \cdot \frac{25}{85} - \frac{45}{17} \cdot \frac{9 \cdot 8}{51 \cdot 17} \right) = mg \left( \frac{4}{17} - \frac{10}{17} \right) = -\frac{6}{17} mg$$

$F_3 < 0$ , значит, сила трения на клин 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.

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!

№2

1) 1.  $|\Delta U_{12}| = \left| \frac{3}{2} (\nu R T_2 - \nu R T_1) \right| = \left| \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) \right| = \left| \frac{3}{2} (48 - 60) p_0 V_0 \right| = 18 p_0 V_0$   
*по закону Менделеева - Клапейрона*  
 $i = 3$  (м.к. газ одноатомный)

$p_2 = 4 p_0 \quad V_2 = 12 V_0$

$p_1 = 10 p_0 \quad V_1 = 6 V_0$

2. А за цикл - площадь по графику.  $p_3 = 6 p_0$

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

$\frac{|\Delta U_{12}|}{A} = \frac{18}{12} = \frac{3}{2}$

2) 3.  $V_3 = 6 V_0$

$p_3 V_3 = \nu R T_3$  (уравнение Менделеева - Клапейрона)

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

4. уравнение прямой 1-2:  $\frac{p}{p_0} = 16 - \frac{V}{V_0} \Rightarrow p = \left(16 - \frac{V}{V_0}\right) p_0$

5.  $T \left(\frac{V}{V_0}\right) \cdot \nu R = p \left(\frac{V}{V_0}\right) \cdot V$  (уравнение Менделеева - Клапейрона)

$T \left(\frac{V}{V_0}\right) = \frac{\left(16 - \frac{V}{V_0}\right) p_0 V}{\nu R} = \frac{p_0}{\nu R} \left(16 V - \frac{V^2}{V_0}\right)$   
*для 1-2*

Нужно найти максимальную температуру  $T_{\max}$ .

График  $T \left(\frac{V}{V_0}\right)$  - парабола ветвью вниз. Значит, максимальная температура в вершине этой параболы.

$\frac{V_0}{V_0} = \frac{-16 V_0}{-2} = 8 V_0$

$T_{\max} = T \left(\frac{8 V_0}{V_0}\right) = \frac{p_0 V_0}{\nu R} (3 \cdot 16 - 64) = \frac{64 p_0 V_0}{\nu R}$

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

См. 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

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!

№ 2 (продолжение)

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

8.  $Q_{1-\text{MAX}} = \frac{3}{2} (64 p_0 V_0 - 60 p_0 V_0) + \frac{10+8}{2} p_0 \cdot 2 V_0 =$   
 $= 6 p_0 V_0 + 18 p_0 V_0 = 24 p_0 V_0$  — процесс от т. 1 до т. с максимальной температурой на 1-2.  
 $(Q_{1-\text{MAX}} = \Delta U_{1-\text{MAX}} + A_{1-\text{MAX}}$  (первое начало термодинамики))

$Q_{\text{MAX}-2} = \frac{3}{2} (64 p_0 V_0 + 48 p_0 V_0) + \frac{8+4}{2} p_0 \cdot 4 V_0 =$   
 $= -24 p_0 V_0 + 24 p_0 V_0 = 0$   
 — процесс от т. с максимальной температурой на 1-2 до т. 2.  
 $(Q_{\text{MAX}-2} = \Delta U_{\text{MAX}-2} + A_{\text{MAX}-2}$  (первое начало термодинамики))

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

$(Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$  (первое начало термодинамики))

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

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

$Q_H = Q_{1-\text{MAX}} + Q_{31} = 60 p_0 V_0$

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

$\eta = 20\%$

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.

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!

№3

1) ~~.....~~

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

2. Потенциал ~~.....~~ точки на расстоянии  $x$ , если  $\text{объём шар}$  ~~.....~~  $\text{объём}$  ~~.....~~  $\text{диэлектриком}$ :  $\varphi_2 = \frac{kQ}{\epsilon x}$

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

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

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

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

- из графика.

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

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

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

$$\Rightarrow \varphi_0 = kQ \cdot \frac{4}{\epsilon R}$$

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

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

$$\varphi_0 = \frac{kQ \cdot 4}{\epsilon R}$$

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

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

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.

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!

~4

1) 1.  $\Phi_1(t) = B_1(t) \cdot S \cdot n_1$  - поток через катушку с индуктивностью  $L_1$ .

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

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

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

2.  $\Phi_1(t) = L_1 I(t)$ , где  $I(t)$  - сила тока через катушку.

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

3.  $\dot{I} = \frac{-\alpha S n_1}{L_1}$  (Изначально в катушках нет тока, поэтому катушка с индуктивностью  $L_2$  не влияет на изменение тока  $L_2$ )

$$|\dot{I}| = \frac{\alpha S n_1}{L_1} = \frac{\alpha S n}{L}$$

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 правую лезва 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 правую лезва 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)  $\frac{23}{36} \cdot \frac{B_0 S n}{L}$ .

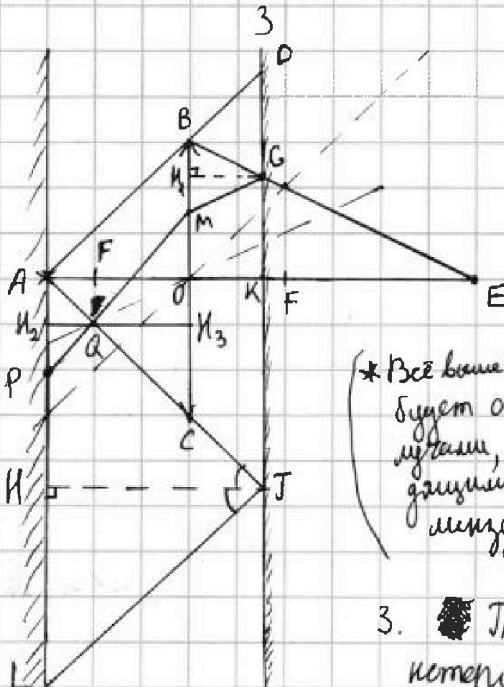


1  2  3  4  5  6  7

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) 1. Пусть мы имеем луч, который не пройдет через линзу около самого её края.  $(ABD)^*$

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

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

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

m.k. - пересечение главной оптической оси и зеркала

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

(\* Все выше м.Д будет освещено лучами, не проходящими через линзу)

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

Проведем параллельную ему прямую через оптический центр линзы (это будет вспомогательная оптическая ось). Её пересечение с фокальной плоскостью будет точкой, через которую пройдет крайний луч после преломления. Пересечение этого луча с главной оптической осью даст изображение источника света.

4. Воспользуемся формулой тонкой линзы:

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

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

$$OE = 2h$$

5. G - точка пересечения преломленного крайнего луча и зеркала.

$\triangle GKE \sim \triangle BOE$

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

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

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

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

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 неосвещенной части зеркала \*\* см. 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

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.

$$\triangle AKJ = \triangle LIJ$$

$$AK = IL$$

AFJK - прямоугольник  $\Rightarrow AK = JK = KD$  (рисунок симметричен  
отн. главной оптической  
оси)

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

8. Рассмотрим крайний луч, который попадет в линзу.  
Угол падения равен углу отражения  $\Rightarrow \triangle BGN_1 = \triangle MGN_1$

$$\Rightarrow BN_1 = MN_1$$

$N_1GKO$  - прямоугольник  $\Rightarrow N_1O = GK$

$$BN_1 = MN_1 = r - R_0 = \frac{1}{4}r \quad BM = 2 \cdot \frac{1}{4}r = \frac{1}{2}r$$

9. Аналогично п. 3, построим параллельный луч BM.  
mP - пересечение этого луча и стены.

$$\triangle APQ \sim \triangle CMQ$$

$$\frac{AP}{MC} = \frac{N_2Q}{N_3Q} \quad (AP = r_0)$$

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

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

10. Все точки за L и ~~от~~ 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,  
прошедшими через линзу и отраженными в зеркале.

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

16 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.

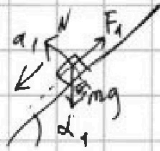
1  2  3  4  5  6  7

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!

1.

Черновик



$$1) m a_1 = m g \cdot \sin \alpha_1 - F_1$$

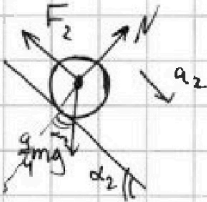
$$F_1 = m g \cdot \sin \alpha_1 - m a_1 =$$

$$= m \left( g \cdot \frac{3}{5} - \frac{5g}{17} \right) =$$

$$= m g \frac{51 - 25}{85} = \frac{26}{85} m g$$

$$N_1 = m g \cdot \cos \alpha_1$$

2)



$$\frac{9}{4} m a_2 = \frac{9}{4} m g \cdot \sin \alpha_2 - F_2$$

$$F_2 = \frac{9}{4} m g \left( \frac{8}{17} - \frac{8}{27} \right) = \frac{851}{216} m g$$

$$N_2 = \frac{9}{4} m g \cdot \cos \alpha_2$$

$$= 18 m g \cdot \frac{10}{17 \cdot 27} =$$

$$= \frac{20}{51} m g$$

3)



$$F_3 = \left( \frac{9 \cdot 8 \cdot 3}{4 \cdot 51} + \frac{80}{4 \cdot 51} \right) \cdot \frac{15}{17} - \frac{9}{5} \left( \frac{26}{85} + \frac{3 \cdot 10}{85} \right) =$$

$$F_1 \cdot \cos \alpha_1 + N_1 \cdot \sin \alpha_1 + F_3 = N_2 \cdot \sin \alpha_2 + F_2 \cdot \cos \alpha_2$$

$$\left( \frac{26}{85} \cdot \frac{4}{5} + \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} \right) m g + F_3 = m g \left( \frac{9}{4} \cdot \frac{8}{17} \cdot \frac{15}{17} + \frac{20}{51} \cdot \frac{15}{17} \right)$$

2.

$$1) \Delta U_{12} = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} \left( \frac{10 p_0 \cdot 6 V_0 - 4 p_0 \cdot 12 V_0}{p_0 V_0} \right) = \frac{306}{25}$$

$$= \frac{3}{2} \cdot \frac{12 \cdot 6}{p_0 V_0} p_0 V_0 = \frac{18}{p_0 V_0} p_0 V_0$$

$$A = \frac{1}{2} \frac{6 \cdot 4^2}{p_0 V_0} p_0 V_0 = \frac{12}{p_0 V_0} p_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A} = \frac{18^3}{12^2} = \frac{3}{2}$$

Handwritten calculations for the second part of the problem, including a large fraction:  $\frac{4080 \cdot 270}{3240} - \frac{4920 \cdot 306}{25}$  and other intermediate steps.



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!

2)  ~~$60 \cdot 6V_0 = \nu RT_3$~~   $60 \cdot 6V_0 = \nu RT_3$  Черновик  
 $p = 16 \cdot V$   
 $T = \frac{pV}{\nu R} = \frac{1}{\nu R} (16V - V^2)$   
 $V = \frac{-16}{-2} = 8$   
 $T_{max} = \frac{16 \cdot 8 - 64}{2R} = \frac{64}{2R}$   
 $\frac{T_{max}}{T_3} = \frac{64}{16} = 4$

3)  ~~$Q = \frac{3}{2} (48 - 64) p_0 V_0 + \dots$~~   
 $A = 12 p_0 V_0 \quad \eta = \frac{1}{5}$   
 $Q_1 = \frac{3}{2} (64 p_0 V_0 - 60 p_0 V_0) + \frac{10 + 8}{2} 2 p_0 V_0 + \frac{10 + 8}{2} (6 p_0 V_0 - 36 p_0 V_0) = 6 p_0 V_0 + 18 p_0 V_0 + 36 p_0 V_0 = 60 p_0 V_0$

4.  $\frac{\Delta B}{\Delta t} = -\alpha = \dot{B}_1$   
 $\dot{\varphi}_1 = n_1 L_1 \dot{I}_1$   
 $\dot{\varphi}_1 = \dot{B}_1 S n_1$   
 $\dot{\varphi}_2 = \dot{B}_2 S n_2 = 0$   
 $\varphi_2 = const$   
 $\varphi_2 = n_2 L_2 I$

5.  $S_2 = \pi (2R)^2 - \pi r_0^2 = \pi (4R^2 - \frac{9}{16} r^2) = 9 \cdot 15 \pi r^2 = 135 \pi$   
 $S_1 = \pi R^2 - \pi R_0^2 = \pi (\frac{9}{4} r^2 - \frac{9}{16} r^2) = \pi r^2 \cdot \frac{27}{4} = 27 \pi$   
 $tg \alpha = \frac{R}{\frac{3}{2} h} = \frac{\frac{3}{2} r}{\frac{3}{2} h} = \frac{r}{h}$   
 $\frac{2h - \frac{1}{2}}{2h} = \frac{R_0}{r} = \frac{3}{4} \Rightarrow R_0 = \frac{3}{4} r$   
 $\frac{r}{R} = \frac{h}{\frac{3h}{2}} = \frac{2}{3} \Rightarrow R = \frac{3}{2} r$   
 $\frac{r_0}{2R_0} = \frac{h - \frac{2}{3} h}{\frac{2}{3} h} = \frac{\frac{1}{3} h}{\frac{2}{3} h} = \frac{1}{2} \Rightarrow r_0 = R_0$   
 $r - 2r + 2R_0 = 2R_0 - r$



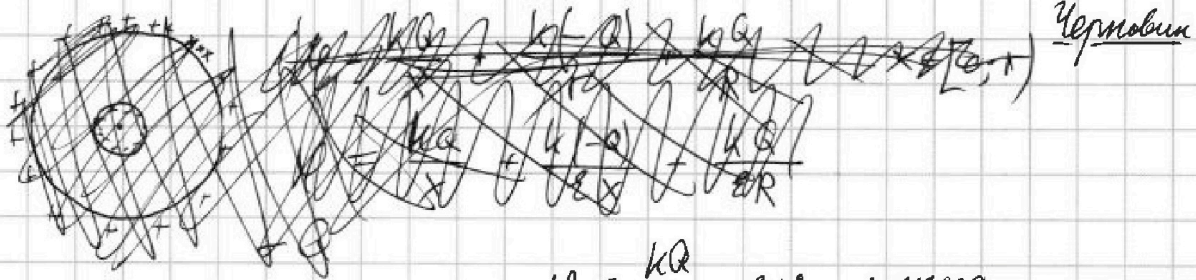


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

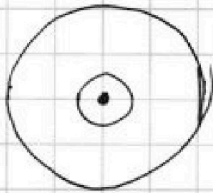
СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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!



*Черновик*

$$\varphi = \frac{kQ}{\epsilon x} \text{ где } \rho_{\text{поверх}} = \frac{Q}{4\pi R^2}$$



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

51-26  
85

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

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

~~$\varphi_0 = kQ \cdot \frac{3}{2\epsilon(R-R)}$~~

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

~~$kQ \frac{1}{R} = 4\varphi_0$~~

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\varphi_0 = \frac{4}{\epsilon} \cdot \frac{3}{1}\varphi_0$$

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

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

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





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  
— 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!

~~$\psi = \frac{kQ}{x} + \frac{k(-Q)}{r-x}$~~   
 ~~$\psi = \frac{kQ}{\epsilon x} + \frac{k(-Q)}{r-x}$~~

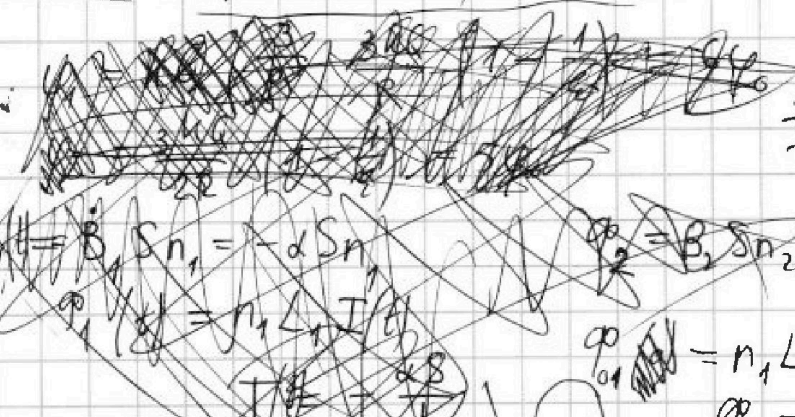
~~Черновик~~  
 ~~$\frac{1}{g} \times \frac{1}{4} = \frac{32 \times 9}{36} = \frac{41}{36}$~~

1)  $\psi = \frac{kQ}{x} + \frac{k(-Q)}{r}$  для  $x \in [0; r]$

2)  $\psi = \frac{k(-Q)}{\epsilon x} + \frac{kQ}{x}$

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

$\frac{8}{2}$   
 $\frac{9}{17}$   
 $\frac{3}{2}$   
 $\frac{8}{9}$



$I_1 = -\frac{1}{4} B_0 \frac{S n_1}{L_1}$   
 $I_2 = -\frac{4}{3} B_0 \frac{S n_2}{L_2}$   
 $= -\frac{4}{3} B_0 S \frac{n_2}{L_2}$   
 $= -\frac{4}{3} B_0 S \frac{2n}{2L} = -\frac{4}{3} B_0 S \frac{n}{L}$

$\frac{9-32}{36}$

$\varphi_1 = B_1 S n_1$   
 $\dot{\varphi}_1 = -\alpha S n_1$   
 $\varphi_1(t) = n_1 L_1 I(t)$   
 $-\alpha S n_1 = n_1 L_1 \dot{I}$

$\varphi_{01} = n_1 L_1 I_{01} = B_{01} S n_1$   
 $\varphi_{02} = n_2 L_2 I_{02} = B_{02} S n_2$   
 $I_{01} = I_{02}$   
 $\frac{n_2}{n_1} \cdot \frac{L_2}{L_1} = \frac{B_{02}}{B_{01}} \cdot \frac{n_1}{n_2}$   
 $\varphi_2 = n_2 L_2 I$

$\dot{I} = -\alpha \frac{S n_1}{L_1}$

1:  $B_0 \rightarrow \frac{3B_0}{4}$   
 2:  $4B_0 \rightarrow \frac{8B_0}{3}$

$B_1(t) = B_0 - \frac{1}{4} B_0 t$   
 $B_1'(t) = -\frac{1}{4} B_0$   
 $B_2(t) = 4B_0 - \frac{4}{3} B_0 t$   
 $B_2'(t) = -\frac{4}{3} B_0$