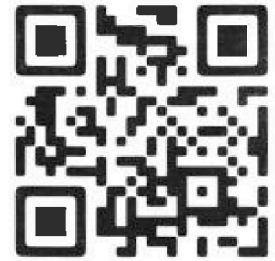




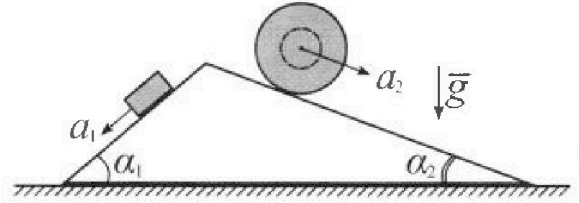
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 7g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $5m$  с ускорением  $a_2 = 8g/25$  (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.

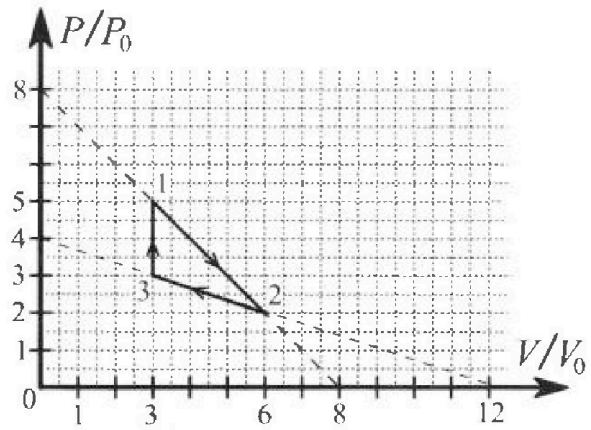


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

К 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.

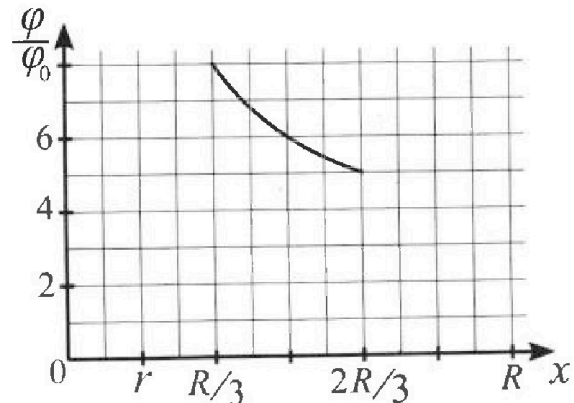
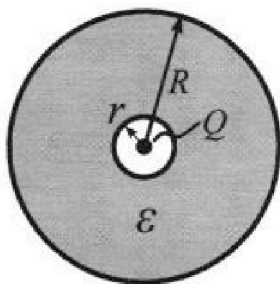
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $x = 3R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



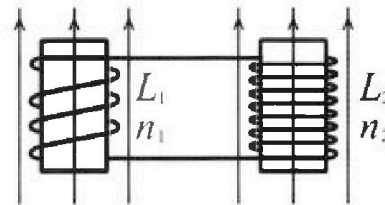
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

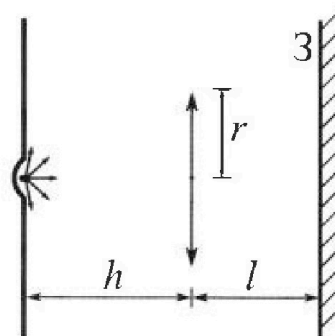


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. В начале 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 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  $2B_0/3$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $B_0/3$  до  $B_0/12$ , 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  $F = 2h$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 2$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = h$  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  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.





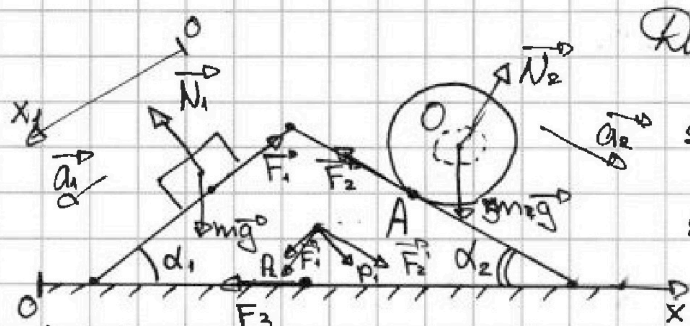
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

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!

01



Дано:  $a_1 = \frac{4}{17}g$ ,  $a_2 = \frac{8}{25}g$

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

$\sin \alpha_2 = \frac{8}{17}$ ;  $\cos \alpha_2 = \frac{15}{17}$

1)  $F_1 = ?$

Проекция II закона Ньютона на  $Ox_1$ :

$$ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1 \rightarrow F_1 = mg \left( \sin \alpha_1 - \frac{4}{17} \right) = \frac{16}{55} mg$$

2)  $F_2 = ?$

Пусть шерсткость шара I, угловое ускорение  $\epsilon$ , а радиус большой окружности  $R$ .

Тогда  $a_2 = \epsilon R$ .

Вращение вокруг O:  $I\epsilon = F_{TP}R$ .

Вращение вокруг A:  $(I + 5mR^2)\epsilon = 5mg \cdot R \sin \alpha_2$

Решая систему, получаем:  $F_2 = 5mg \sin \alpha_2 - 5ma_2 =$   
 $= 5mg \left( \frac{8}{17} - \frac{8}{25} \right) = 40mg \cdot \frac{8}{17 \cdot 25} = \frac{64}{55} mg$

3)  $N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$ ;  $N_2 = 5mg \cos \alpha_2 = \frac{45}{17} mg$

Проекция II закона Ньютона для клина на  $Ox$ :

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



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  
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!

$$F_3 = \frac{84}{88} \text{ мг} \cdot \frac{16}{17} + \frac{4}{8} \text{ мг} \cdot \frac{3}{5} - \frac{16}{88} \text{ мг} \cdot \frac{4}{5} - \frac{45}{17} \text{ мг} \cdot \frac{8}{17} =$$
$$= -\frac{92}{88} \text{ мг}. (\vec{F}_3 \text{ направлена вправо}, |\vec{F}_3| = \frac{92}{88} \text{ мг})$$

Ответ: 1)  $\frac{16}{88} \text{ мг}$ ; 2)  $\frac{84}{88} \text{ мг}$ ;  $\frac{92}{88} \text{ мг}$ , вправо;



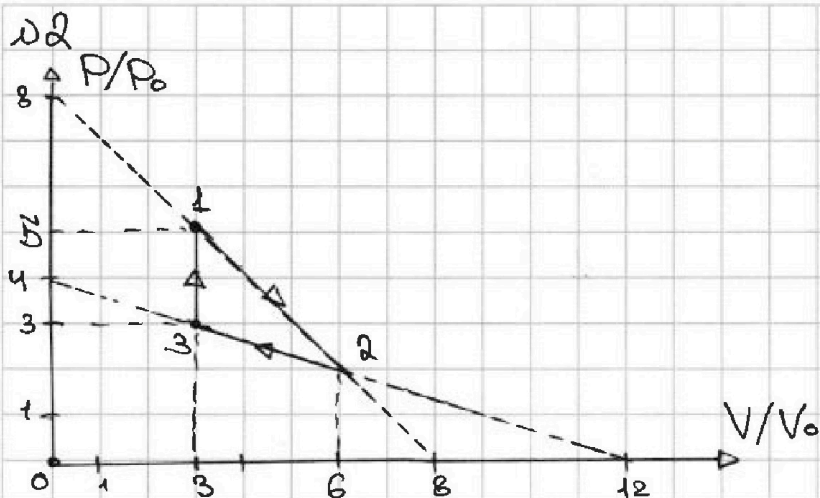
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



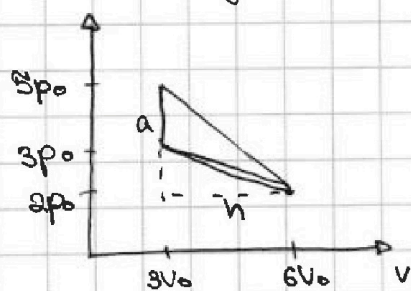
1)  $\frac{\Delta U_{31}}{A_{12}} = ?$  (отношение приращения внутренней энергии в 3-1 к работе за цикл)

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} (p_1 V_1 - p_3 V_3)$$

$$p_1 = 5p_0, p_3 = 3p_0, V_1 = V_3 = 3V_0$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} (15p_0 V_0 - 9p_0 V_0) = 3p_0 V_0$$

$A_{12}$  найдем как площадь:



$$h = 3V_0$$

$$a = 2p_0$$

$$S = \frac{1}{2} a \cdot h = 3p_0 V_0 = A_{12}$$

Тогда  $\frac{\Delta U_{31}}{A_{12}} = \frac{3p_0 V_0}{3p_0 V_0} = 3$ .

2) Пусть  $y = \frac{p}{p_0}$ ,  $x = \frac{V}{V_0}$ ; процесс 1-2 лежит на прямой  $y = 8 - x \Rightarrow p = p_0 (8 - \frac{V}{V_0})$

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  
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!

$$pV = \nu RT \rightarrow p_0 \left( 3V - \frac{V^2}{V_0} \right) = \nu RT$$

$$\frac{V_0}{2} \rightarrow z_{\max} = \frac{-8}{2 \cdot \left(-\frac{1}{V_0}\right)} = 4V_0 - \text{вершина параболы}$$

$$p_0 (3 \cdot 2V_0 - 18V_0) = \nu RT_{\max} \rightarrow T_{\max} = \frac{18p_0V_0}{\nu R}$$

$$p_2 = 2p_0, V_2 = 3V_0$$

$$p_2 V_2 = \nu RT_2 \rightarrow T_2 = \frac{12p_0V_0}{\nu R}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{4}{3}$$

$$3) \eta = ?$$

$$\text{1-2): газ получаем тепло: } Q_{12} = \frac{3}{2} (12p_0V_0 - 18p_0V_0) + \frac{1}{2} (3p_0 + 2p_0) \cdot 3V_0 = -\frac{9}{2} p_0V_0 + \frac{21}{2} p_0V_0 = 6p_0V_0$$

$$\text{2-3): газ отдаём тепло}$$

$$\text{3-1): газ получаем тепло } Q_{31} = \frac{3}{2} \Delta U_{31} = 9p_0V_0$$

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{A}{Q_{12} + Q_{31}} = \frac{3p_0V_0}{6p_0V_0 + 9p_0V_0} = 0,2 = \frac{1}{5}$$

$$\text{Ответ: 1) 3; 2) } \frac{4}{3}; \text{ 3) } \frac{1}{5}$$



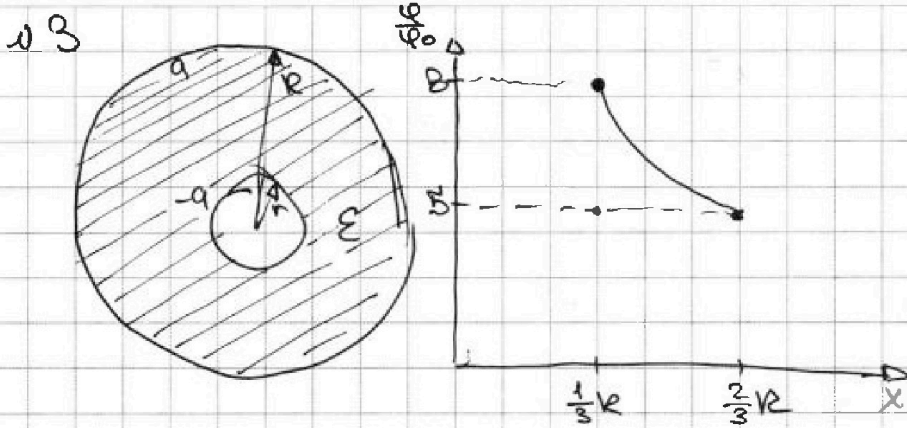


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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) Даны:  $r, R, Q, \epsilon, x = \frac{3}{4}R$ ;  $\varphi(x) = ?$

Пусть на внутренней сфере диэлектрика индуцировался заряд  $-q$ , а на внешней  $q$

⊙

Рассмотрим произвольную точку внутри диэлектрика.

Без диэлектрика в ней было бы поле

$$E_0 = \frac{kQ}{x^2}$$

с диэлектриком:  $E = \frac{E_0}{\epsilon} = E_0 \cdot \frac{kq}{x^2}$ , отсюда находим, что  $q = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} Q$

$$\text{В точке } x \text{ потенциал } \varphi(x) = \frac{kQ}{x} - \frac{kq}{x} + \frac{kQ}{R} =$$

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

$$\varphi\left(\frac{3}{4}R\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{\epsilon \cdot \frac{3}{4}R} + \frac{\epsilon - 1}{\epsilon R} \right) = \frac{(1 + 3\epsilon) Q}{12\pi\epsilon_0 \epsilon R}$$



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  
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)  $\varepsilon = ?$

По формуле из пункта (1):

$$\varphi\left(\frac{1}{3}R\right) = \frac{kQ(\varepsilon+2)}{\varepsilon R} = 8\varphi_0$$

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

По графику:  $\varphi\left(\frac{1}{3}R\right) = 8\varphi_0$ ;  $\varphi\left(\frac{2}{3}R\right) = 5\varphi_0$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{kQ(\varepsilon+2)}{\varepsilon R} = 8\varphi_0 \\ \frac{kQ(2\varepsilon+1)}{2\varepsilon R} = 5\varphi_0 \end{array} \right.$$

Делим уравнения, получаем  $\frac{(\varepsilon+2) \cdot 2}{2\varepsilon+1} = \frac{8}{5}$

$$4\varepsilon+20 = 16\varepsilon+8$$

Отсюда  $\varepsilon = 2$

Ответ: 1)  $\frac{(1+3\varepsilon)Q}{12\pi\varepsilon\varepsilon_0 R}$ ; 2)  $\varepsilon = 2$ ;





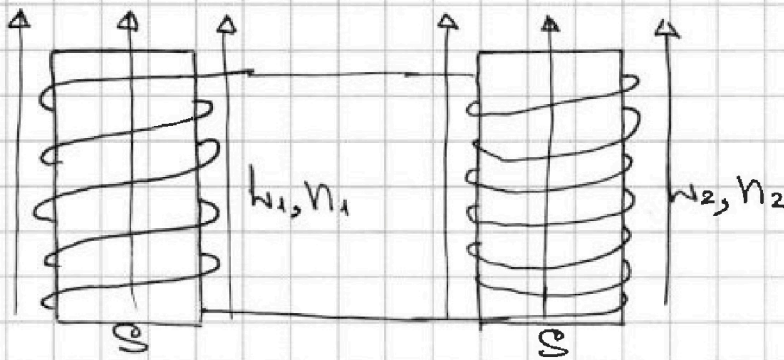
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

24



Дано:

$$l_1 = l, l_2 = 9l,$$

$$N_1 = N, N_2 = 3N,$$

$S$

1) В катушке  $l_2$ :  $\frac{\Delta B}{\Delta t} = -d$ ;  $I = ?$

$$\mathcal{E}_{\text{ind}} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -\frac{S n \Delta B}{\Delta t} = S n d$$

ЭДС, создаваемые катушками:  $\mathcal{E} = (l_1 + l_2) I$

$$\mathcal{E}_{\text{ind}} = \mathcal{E} \rightarrow I = \frac{S n d}{10l}$$

2) ~~В~~ В катушке  $l_1$ :  $B_0 \rightarrow \frac{2}{3} B_0$

В катушке  $l_2$ :  $\frac{1}{3} B_0 \rightarrow \frac{1}{12} B_0$

$$-\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \dot{I} (l_1 + l_2) = \frac{\Delta I}{\Delta t} (l_1 + l_2)$$

Суммируем, получаем  $-(\Phi_k - \Phi_n) = (I_k - 0) \cdot 10l$

$$\Phi_k = \frac{2}{3} B_0 S \cdot n_1 + \frac{1}{12} B_0 S \cdot n_2 = \frac{2 B_0 S n}{3} + \frac{B_0 S n}{4} = \frac{11 B_0 S n}{12}$$

$$\Phi_n = B_0 S \cdot n_1 + \frac{1}{3} B_0 S \cdot n_2 = 2 B_0 S n$$

$$I_k = \frac{2 B_0 S n - \frac{11}{12} B_0 S n}{10l} = \frac{13 B_0 S n}{120l}$$

Ответ: 1)  $\frac{S n d}{10l}$ ; 2)  $\frac{13 B_0 S n}{120l}$ ;



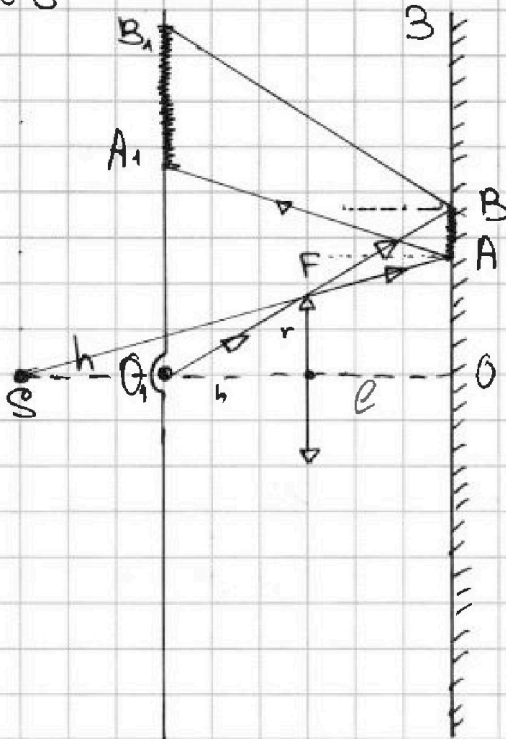
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

20



Дано:  $F = 2h$ ,  $r = 2e$ ,  $l = h$

Решение:

$\frac{1}{2h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f}$  (формула тонкой линзы)  $\rightarrow f = -2h$

1) Несобственная область зеркала.

$$\frac{OA}{r} = \frac{3h}{2h} \rightarrow OA = \frac{3}{2}r$$

$$\frac{OB}{r} = \frac{2h}{h} \rightarrow OB = 2r$$

$$S = \pi OB^2 - \pi OA^2 = \pi \left( 4r^2 - \frac{9}{4}r^2 \right) = \frac{7}{4}\pi r^2$$

$$S = \frac{7}{4}\pi e^2$$

$$2) \frac{OA_1}{OA} = \frac{8h}{3h} = \frac{8}{3} \rightarrow OA_1 = \frac{8}{3}OA = \frac{8}{3} \cdot \frac{3}{2}r = 4r$$

$$\frac{OB_1}{OB} = \frac{4h}{2h} = 2 \rightarrow OB_1 = 2OB = 4r$$

$$S = \pi OB_1^2 - \pi OA_1^2 = \pi \left( \frac{16}{9}r^2 - 16r^2 \right) = \frac{16}{9}\pi r^2$$

$$S = \frac{16}{9}\pi e^2$$

$$S = \pi \left( \frac{25}{9}r^2 + 16r^2 \right) = \pi \frac{39}{9}r^2$$

$$S = 39\pi e^2$$

Ответ: 1)  $\frac{7}{4}\pi e^2$ ; 2)  $39\pi e^2$



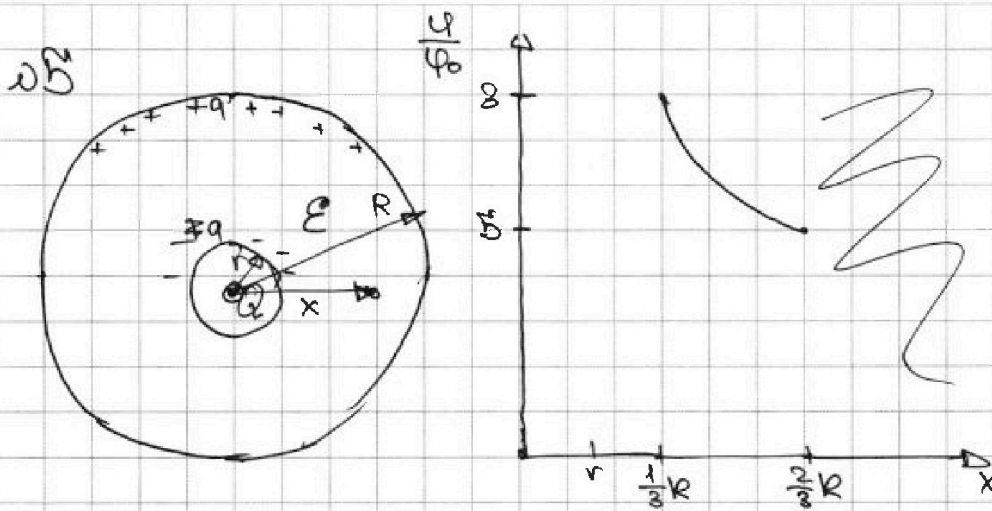


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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) Даны:  $r, R, Q, \epsilon, x = \frac{3}{4}R, \varphi_x = ?$

Пусть на внутренней сфере диэлектрика индуцировался заряд  $-q$ , а на внешней  $q$ .  
Пусть. Рассмотрим произвольную точку внутри диэлектрика.

Без диэлектрика в ней было бы поле  $E_0 = \frac{kQ}{x^2}$ .

С диэлектриком:  $E = \frac{E_0}{\epsilon} = E_0 - \frac{kq}{x^2}$ .

Тогда  $q = Q \frac{\epsilon - 1}{\epsilon}$ .

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

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

$$\text{При } x = \frac{3}{4}R: \varphi_x = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left( \frac{4}{3\epsilon R} + \frac{\epsilon - 1}{\epsilon R} \right) = \frac{Q(1 + 3\epsilon)}{12\pi\epsilon_0 \epsilon R}$$

2) По формуле из пункта 1):



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!

$$\varphi\left(\frac{1}{3}R\right) = kQ\left(\frac{3}{\varepsilon R} + \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon R}\right) = \frac{kQ(\varepsilon + 2)}{\varepsilon R}$$

$$\varphi\left(\frac{2}{3}R\right) = kQ\left(\frac{3}{2\varepsilon R} + \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon R}\right) = \frac{kQ(2\varepsilon + 1)}{2\varepsilon R}$$

$$\frac{\varphi\left(\frac{1}{3}R\right)}{\varphi_0} = 8 = \frac{kQ(2\varepsilon + 1)}{\varphi_0 \cdot 2\varepsilon R} \cdot \frac{kQ(\varepsilon + 2)}{\varphi_0 \varepsilon R} \quad \left. \vphantom{\frac{\varphi\left(\frac{1}{3}R\right)}{\varphi_0} = 8} \right\} \rightarrow$$

$$\frac{\varphi\left(\frac{2}{3}R\right)}{\varphi_0} = 8 = \frac{kQ(2\varepsilon + 1)}{\varphi_0 \cdot 2\varepsilon R}$$

Разделив, получаем:  $\frac{\varepsilon + 2}{\varepsilon} \cdot \frac{2\varepsilon}{2\varepsilon + 1} = \frac{8}{8};$

$$10\varepsilon + 20 = 16\varepsilon + 8;$$

$$\varepsilon = 2$$

Ответ: 1)  $\varphi = \frac{Q(1 + 3\varepsilon)}{12\pi\varepsilon\varepsilon_0 R}$ ; 2)  $\varepsilon = 2;$



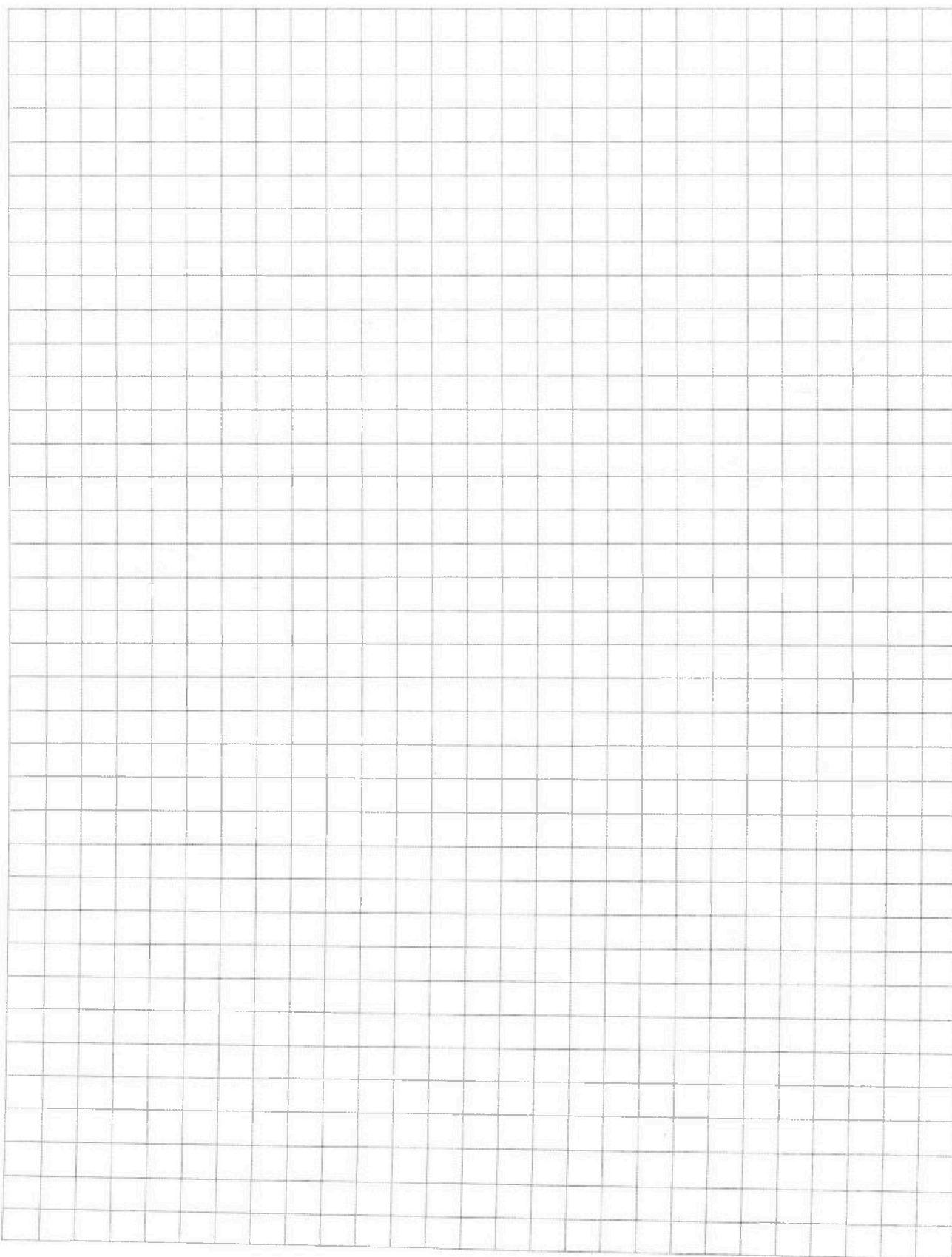


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

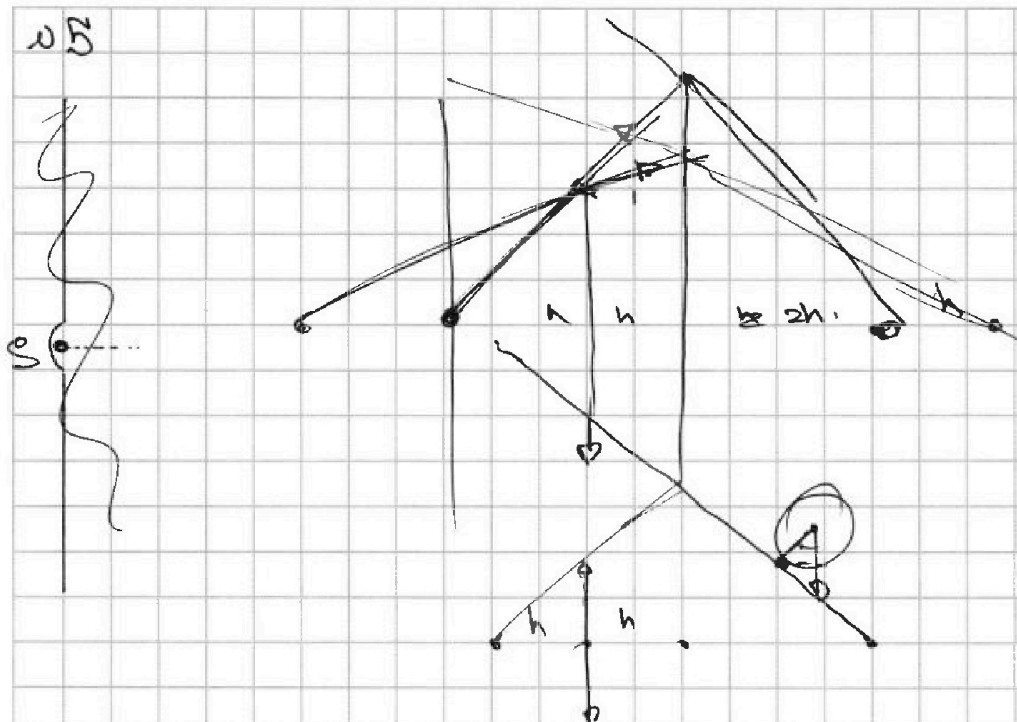


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$$

$$1) F_1 = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{7}{14} \right) = \frac{51-35}{85} mg = \frac{16}{85} mg$$

$$2) \cancel{mg} (I + \beta m R^2) \epsilon = \beta m g R \sin \alpha_2$$

~~F\_2 R~~

$$F_2 R + \beta m R^2 \epsilon = \beta m g R \sin \alpha_2 \quad I \epsilon = F_2 R$$

$$a_2 = R \epsilon$$

$$F_2 + \beta m a_2 = \beta m g \sin \alpha_2$$

$$F_2 = \beta m g \left( \frac{8}{14} - \frac{8}{28} \right) = \frac{8}{14} \beta m g = \frac{8}{14} \cdot \frac{16}{85} mg = \frac{32}{14 \cdot 85} mg$$

$$N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg \quad N_2 = \beta m g \cos \alpha_2 = \frac{4 \cdot 16}{14} mg$$



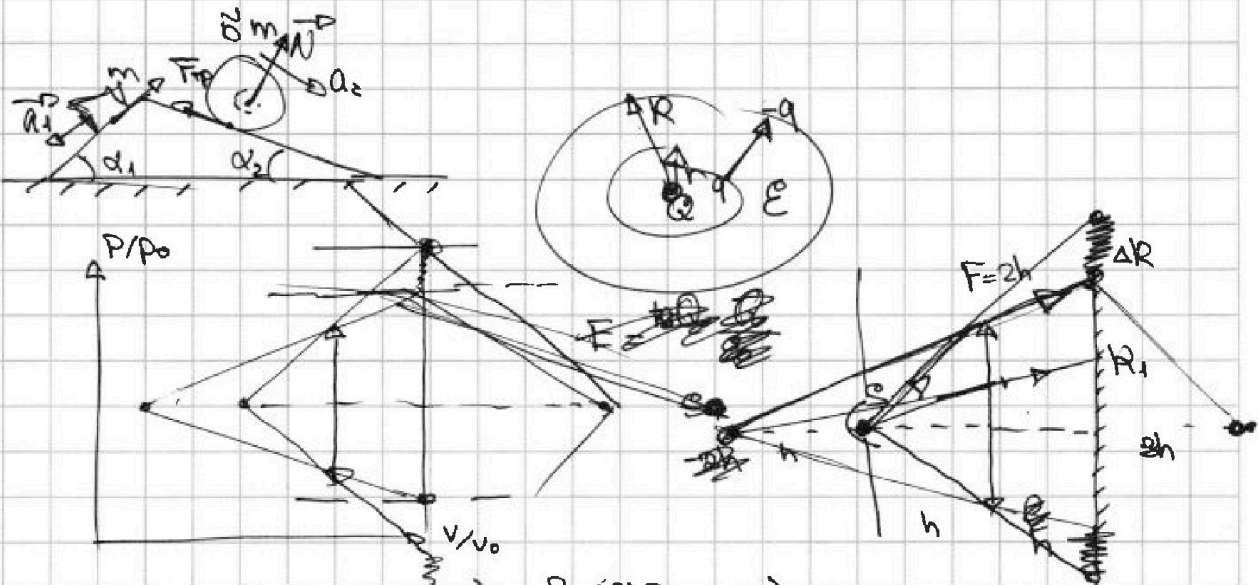
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



$$1) \Delta U_{31} = \frac{3}{2}(p_1 V_1 - p_3 V_3) = \frac{3}{2}(5p_0 - 3p_0) \cdot 3V_0 = 9p_0 V_0$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot 2p_0 \cdot 3V_0 = 3p_0 V_0$$

$$\frac{1}{2h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{2h} \rightarrow \frac{p}{2h} = 2h$$

$$\frac{-1}{2h}$$

$$\frac{\Delta U_{31}}{A} = 3$$

$$2) \frac{p}{p_0} = 8 - \frac{v}{v_0}$$

$$pV = \nu RT \Rightarrow$$

$$\frac{p}{p_0} \cdot \frac{V}{V_0} = \frac{\nu RT}{p_0 V_0} \quad \left(8 - \frac{v}{v_0}\right) \cdot \frac{v}{v_0} = \frac{\nu RT}{p_0 V_0}$$

$$T_2 = \frac{18p_0 V_0}{\nu R}$$

$$T = \frac{p_0 V_0}{\nu R} \left(-\frac{v^2}{v_0^2} + 8\frac{v}{v_0}\right)$$

$$\frac{T_{\max}}{T_2} = 1$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+}$$

$$T_{\max} \rightarrow \frac{v}{v_0} = \frac{-8}{2 \cdot (-2)} = 2$$

$$T = \frac{p_0 V_0}{\nu R} (-4 + 16) = 12 \cdot \frac{p_0 V_0}{\nu R}$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2}(12p_0 V_0 - 18p_0 V_0) + \frac{1}{2}(5p_0 + 2p_0) \cdot 3V_0 =$$

$$= -\frac{9}{2}p_0 V_0 + \frac{21}{2}p_0 V_0 = 6p_0 V_0$$

$$Q_{23} < 0, Q_{31} = \frac{3}{2}(18p_0 V_0 - 9p_0 V_0) = 9p_0 V_0$$

$$Q_+ = 18p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{3}{18} = 0.2$$

$$\frac{R_1}{r} = \frac{2h}{2h} \rightarrow R_1 = \frac{3}{2}r$$

$$\frac{R_2}{r} = \frac{2h}{h} \rightarrow R_2 = 2r$$

$$S = \pi R_2^2 - \pi R_1^2 = \pi r^2 \left(4 - \frac{9}{4}\right) = \frac{7}{4} \pi r^2$$

$$S = \frac{7}{4} \cdot 4\pi = 7\pi \text{ см}^2$$

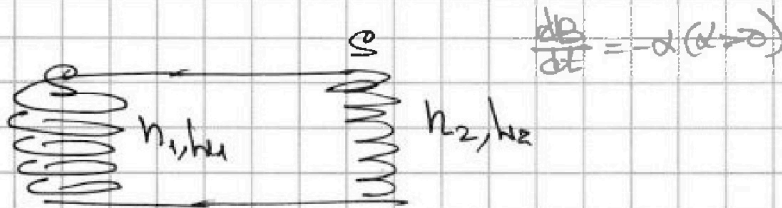


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$E_{ind} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{S n_1 dB}{dt} = S n_1 \alpha = h_1 I + h_2 I \rightarrow I = \frac{S n_1 \alpha}{h_1 + h_2} = \frac{S n \alpha}{10h}$$

$$h_1: B_0 \rightarrow \frac{2}{3} B_0$$

$$h_2: \frac{1}{3} B_0 \rightarrow \frac{1}{12} B_0$$

$I = ?$

$$\Phi_0 = S n_1 B_0 + S n_2 \cdot \frac{1}{3} B_0 = S n B_0 + S n B_0 = 2 S n B_0$$

$$\Phi = S n \cdot \frac{2}{3} B_0 + S \cdot 3n \cdot \frac{1}{12} B_0 = S n B_0 \left( \frac{2}{3} + \frac{1}{4} \right) = S n B_0 \cdot \frac{8+3}{12} = \frac{11}{12} S n B_0$$

$$E_{ind} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta I}{\Delta t} h \Rightarrow (h_1 + h_2) (I - 0) = - \left( \frac{11}{12} S n B_0 - 2 S n B_0 \right) = \frac{13}{12} S n B_0$$

$$I = \frac{13 S n B_0}{100 h}$$



$$m a_1 = m g \sin \alpha - F_1$$

$$F_1 = m g \left( \frac{3}{5} - \frac{4}{14} \right) = \frac{51}{85} m g = \frac{35}{85} m g = \frac{10}{25} m g$$

$$a_2 = \ddot{\theta} R$$

$$m R \ddot{\theta} = F_1 R$$

$$5 m R^2 \ddot{\theta} = F_1 R$$

$$5 m a_2 = F_1$$

$$5 m a_2 = F_2 + m g \sin \alpha$$

$$5 m \cdot \frac{8}{25} g = F_2 + 8 m g \cdot \frac{3}{5}$$

$$F_2 = \left( \frac{8}{5} - \frac{24}{5} \right) m g$$

$$\frac{8 \cdot 17 - 200}{5 \cdot 17}$$

$$5 m a_2 R^2 = F_2 R$$



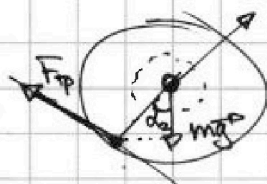
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- 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!



$$F_0 = \frac{kqQ}{x^2} + \frac{kQq}{x}$$

$$F_1 = \frac{kQ}{x^2} - \frac{kq}{x} = \frac{kQ}{x^2}$$

$$Q - q = \frac{Q}{\epsilon}$$

$$ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1 \rightarrow F_1 = mg \left( \frac{8}{8} - \frac{q}{Q} \right) = \frac{8 \cdot 17 - 30}{8 \cdot 17} = \frac{81 - 30}{204} mg = \frac{18}{28} mg$$

$$a_2 = \omega R \quad 5mR^2 \omega = F_{tp} \cdot R \quad q = (1 - \frac{1}{\epsilon})Q$$

$$5ma_2 = F_{tp}$$

$$5mR^2 \cdot \epsilon = 5mgR \cdot \frac{8}{17} = 2 \cdot 5mk^2 \cdot \epsilon = 2 \cdot F_{tp} R \quad F_2 = 5m \cdot \frac{8}{28} g = \frac{8}{8} mg$$

$$F_{tp} = \frac{17}{14} mg$$

$$5mg \cdot 5m \cdot \frac{8}{28} g = mg \cdot \frac{8}{17} + F_2$$

$$F_2 = \left( \frac{8}{17} - \frac{8}{8} \right) mg = 8mg \cdot \frac{12}{5 \cdot 17} =$$

$$F_3 = \frac{kQ}{R^2}$$

Ищем  $E$  без диэлектрика

$$E = \frac{E_0}{\epsilon} \quad \varphi = \frac{kQ}{x} - \frac{kq}{x-R} + \frac{kq}{R}$$

$$F_0 = \frac{kQ}{x^2} = kQ \cdot \left( \frac{4}{3 \cdot 2 \cdot 2} + \frac{\epsilon - 1}{\epsilon R} \right) = kQ \cdot \frac{1 + 3\epsilon}{3 \cdot 2 \cdot \epsilon R}$$

$$\Delta E = \frac{kQ}{x^2} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon} \right) - \text{none} \quad \varphi(x) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{x} - \frac{1 - \frac{1}{\epsilon}}{x-R} - \frac{1 - \frac{1}{\epsilon}}{R} \right) =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{\epsilon x} - \frac{\epsilon - 1}{\epsilon R} \right) \quad x = \frac{1}{3}R \rightarrow \varphi = kQ \cdot \left( \frac{8}{3R} + \frac{\epsilon - 1}{3R} \right) =$$

$$\varphi\left(\frac{1}{3}R\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{4}{3\epsilon R} - \frac{\epsilon - 1}{\epsilon R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{4 - 3\epsilon + 3}{3\epsilon R} =$$

$$= \frac{7 - 3\epsilon}{3\epsilon R} \cdot \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \quad \frac{2\epsilon + 1}{2\epsilon^2} \cdot \frac{\epsilon}{\epsilon + Q} = \frac{5}{8} \quad 3\epsilon = 12 \quad \epsilon = 4$$

$$\frac{0.1 \cdot 3 \cdot 4}{17 \cdot 28g} + \frac{12}{25} - \frac{17 \cdot 0.1}{17 \cdot 5^2} - \frac{40 \cdot 8}{28g} = \frac{8}{28g} (24 - 48) + \frac{12}{25 \cdot 17} =$$

$$\cdot (12 \cdot 17 - 0.1) = \frac{-8}{17^2} \cdot 3 \cdot 17 = -\frac{24}{17} + \frac{7 \cdot 4 \cdot 8}{17 \cdot 28} =$$

$$= \frac{28 - 24 \cdot 5}{17 \cdot 5} = -\frac{92}{85} mg \quad \varphi\left(\frac{1}{3}R\right) = kQ \cdot \left( \frac{30}{20R} + \frac{\epsilon - 1}{3R} \right) = kQ \cdot \frac{2\epsilon + 1}{2\epsilon R} = \frac{17}{17} = 1$$



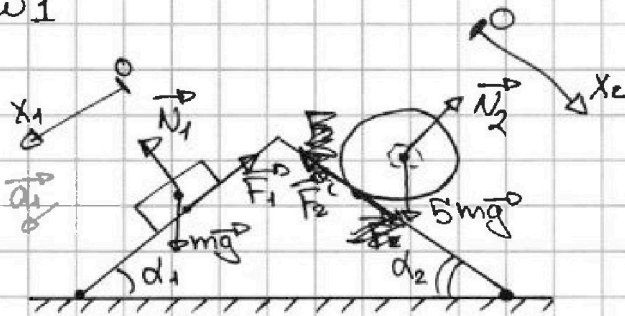
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

У1



$$\varphi = \frac{kQ}{x} - \frac{kq}{x} + \frac{kq}{R}$$

$$\varphi_A = \frac{kq}{r} - \frac{kq}{R} \quad \varphi_B = \frac{kq}{R} - \frac{kq}{r} \quad \Delta\varphi = kq \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right)$$

1) II закон Ньютона для спуска в проекции на

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

Отсюда  $F_1 = mg \left( \sin \alpha_1 - \frac{8}{14} \right) = \left( \frac{8}{5} - \frac{8}{14} \right) mg = \frac{16}{85} mg$

2) Сила трения  $\vec{F}_2$  закручивает шар, запишем

$$Ox_2: 8m a_2 = 8mg \sin \alpha_2 + F_2, \text{ отсюда:}$$

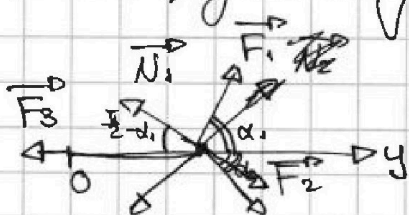
$$F_2 = 8m \left( a_2 - g \sin \alpha_2 \right) = 8mg \left( \frac{8}{28} - \frac{8}{14} \right)$$

$8mR^2 \cdot \varepsilon = F_2 R$  - вращение вокруг центра шара,  
 $\varepsilon$  - угловое ускорение

$$a_2 = \varepsilon \cdot R$$

Тогда получаем  $8m a_2 = F_2 = \frac{8}{5} mg$

3) Силы, действующие на кули:



$$Oy: 0 = N_2 \cos \left( \frac{\pi}{2} - \alpha_2 \right) + F_2 \cos \alpha_2 + F_1 \cos \alpha_1 + N_1 \cos \left( \frac{\pi}{2} - \alpha_1 \right) - F_3$$

$$N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg \quad N_2 = 8mg \cdot \frac{16}{14} = \frac{40}{7} mg$$

$$F_3 = -\frac{16}{14} mg \cdot \frac{8}{14} + \frac{8}{85} mg \cdot \frac{16}{14} + \frac{16}{85} mg \cdot \frac{4}{5} + \frac{4}{5} mg \cdot \frac{5}{5} = mg \left( -\frac{600}{229} + \dots \right)$$