



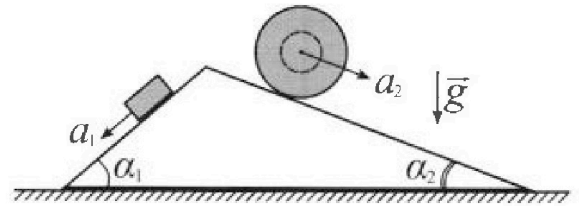
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

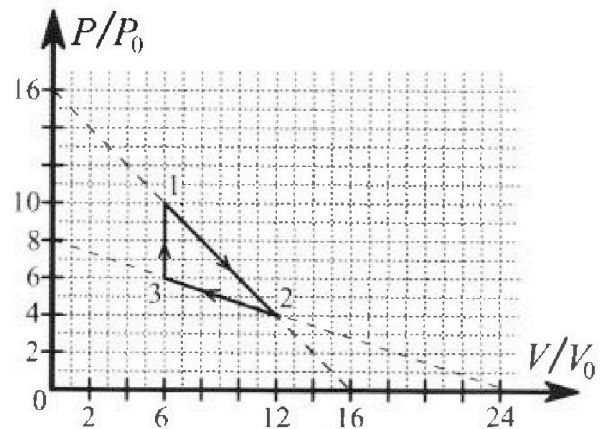
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $9m/4$  с ускорением  $a_2 = 8g/27$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$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

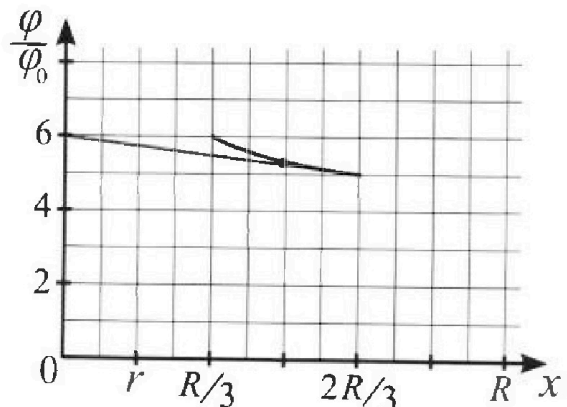
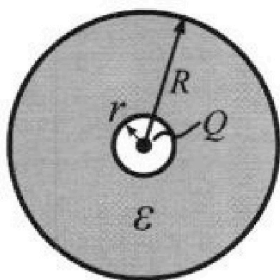


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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.

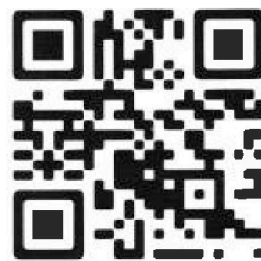
- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = 11R/12$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



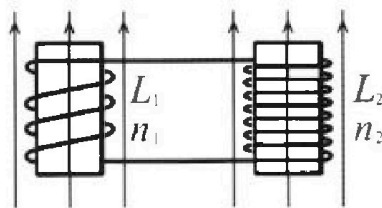
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

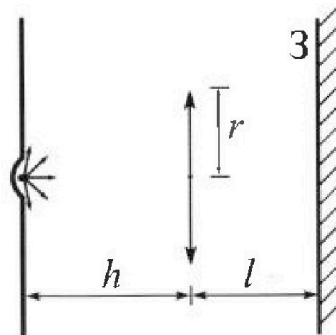


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L/4$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n/2$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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) 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  $3B_0/4$ , 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 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.

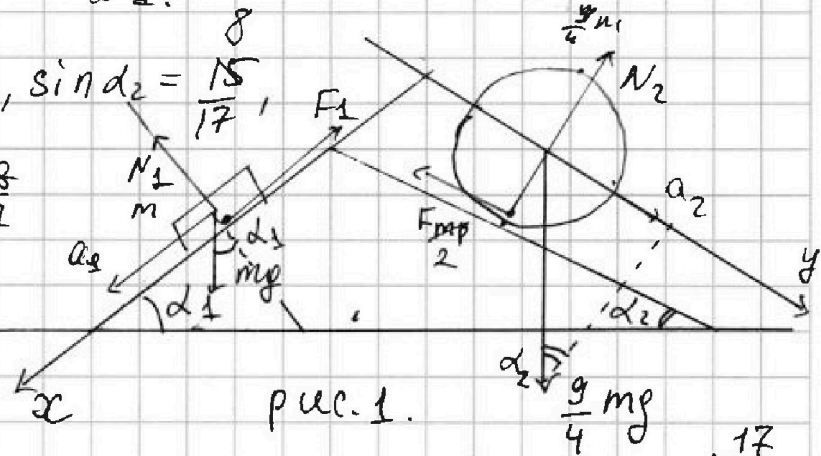


1  2  3  4  5  6  7

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!

Рис. 1.



Дано:  $\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$ ,  $\sin \alpha_2 = \frac{15}{17}$

$a_2 = \frac{8g}{27}$ ,  $a_1 = \frac{5g}{17}$

- 1) Запишем  
2 закон Ньютона  
по ось  $x$  для  
бруска:

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

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1)$$

$$= m\left(\frac{3}{5}g - \frac{5}{17}g\right) = mg\left(\frac{3}{5} - \frac{5}{17}\right) = \frac{51 - 25}{85}mg$$

$$= \frac{26}{85}mg. \text{ Ответ: } \frac{26}{85}mg$$

- 2) Запишем 2 ЗН на ось  $y$  для шара, тогда по т. О движемся центра масс:

$$\frac{9}{4}mg \sin \alpha_2 - F_2 = \frac{9}{4}ma_2$$

$$F_2 = \frac{9}{4}m(g \sin \alpha_2 - a_2) = \frac{9}{4}m\left(\frac{15}{17}g - \frac{8}{27}g\right)$$

$$\frac{9}{4}mg\left(\frac{15}{17} - \frac{8}{27}\right) = \frac{9}{4}mg \frac{269}{17 \cdot 27} = \frac{1}{4} \frac{8mg \cdot 10}{17 \cdot 27} \times \frac{15}{27} \times \frac{517}{8}$$

$$= \frac{269}{4 \cdot 51}mg = \frac{269}{204}mg \text{ Ответ: } \frac{269}{204}mg$$

- 3) Расставим все силы на шим.

См. рис. 2. Выразим  $N_1$  через  $mg$  при прохождении на ось, перпендикулярную лев-ти соприкосновению бруска и шима:  $N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5}mg$





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

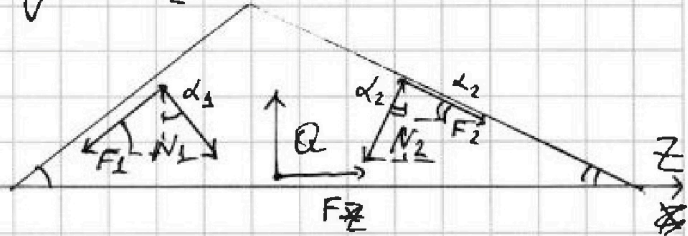
СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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!

$$A \text{ малозначимо, } N_2 = \frac{9}{4} \text{ mg } \cos \alpha_2$$

$$= \frac{9}{4} \text{ mg } \frac{15}{17} = \frac{135}{68} \text{ mg}$$

Углы условия поочередно  
ищем на ось  $Z$ :



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

$$F_{z2} = F_1 \cos \alpha_1 - N_1 \sin \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_2$$

$$F_z = \frac{26}{85} \cdot \frac{4}{5} \text{ mg} - \frac{4}{5} \text{ mg} \cdot \frac{3}{5} + \frac{135}{68} \text{ mg} \cdot \frac{8}{17} - \frac{40}{102} \text{ mg}$$

$$= \text{mg} \left( \frac{26 \cdot 4}{85 \cdot 5} - \frac{12}{25} + \frac{135 \cdot 8}{68 \cdot 17} - \frac{20}{51} \right)$$

$$= \text{mg} \left( \frac{26 \cdot 4}{17 \cdot 25} - \frac{12 \cdot 17}{25} + \frac{135 \cdot 8 \cdot 3}{17 \cdot 4 \cdot 17} - \frac{20 \cdot 17 \cdot 4}{17 \cdot 3} \right)$$

$$= \text{mg} \left( \frac{26 \cdot 4 - 12 \cdot 17}{17 \cdot 25} + \frac{135 \cdot 8 \cdot 3 - 20 \cdot 17 \cdot 4}{17 \cdot 3 \cdot 17 \cdot 4} \right)$$

$$= \text{mg} \left( \frac{-100}{17 \cdot 25} + \frac{3240 - 1360}{17 \cdot 3 \cdot 17 \cdot 4} \right)$$

$$= \text{mg} \left( \frac{-100 \cdot 17 \cdot 12}{17 \cdot 25} + \frac{1880 \cdot 125}{17 \cdot 3 \cdot 17 \cdot 4} \right) =$$

$$= \text{mg} \left( \frac{1880 \cdot 25 - 17 \cdot 12 \cdot 100}{17 \cdot 17 \cdot 25 \cdot 3 \cdot 4} \right)$$

$$= \text{mg} \left( \frac{4700 - 2040}{17 \cdot 17 \cdot 3 \cdot 4} \right) \cdot 10$$

$$= \frac{2660 \cdot 105}{17 \cdot 17 \cdot 3 \cdot 4} \text{ mg} = \frac{266 \cdot 5 \cdot 10}{2 \cdot 17 \cdot 17 \cdot 3}$$

$$= \frac{6650}{324 \cdot 3} \text{ mg} = \frac{6650}{887} \text{ mg}$$

Ответ:  $\frac{6650}{887} \text{ mg}$

Handwritten calculations for the final result:

$$\begin{array}{r} \times 120 \\ 17 \\ \hline 2040 \\ + 12044 \\ \hline 2040788 \\ \times 25 \\ \hline 1940 \\ + 376 \\ \hline 4700 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 80 \\ 17 \\ \hline 1360 \\ + 80 \\ \hline 1440 \\ - 10204 \\ \hline 824 \\ \times 136 \\ \hline 11296 \\ + 124 \\ \hline 11420 \end{array}$$





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!

$$3) P Q_1 = \frac{3}{2} (P - P') = 16 P_0 - \frac{P_0}{4} \cdot \frac{25}{4} V_0 = \left(16 - \frac{25}{4}\right) P_0$$

$$= \frac{64 - 25}{4} P_0 = \frac{39}{4} P_0 \quad P = 16 P_0 - \frac{P_0}{4} V_0 \quad \frac{25-64}{4} = -\frac{39}{4}$$

$$Q_1 = \frac{3}{2} \left( \frac{39 P_0}{4} \cdot \frac{25 V_0}{4} - 60 P_0 V_0 \right) + \frac{10 + 39}{4} \cdot \frac{1}{4} P_0 V_0 =$$

$$= \frac{3}{2} \left( \frac{975}{16} - 60 \right) P_0 V_0 + \frac{79}{32} P_0 V_0$$

$$= \frac{3}{2} \left( \frac{15}{16} P_0 V_0 + \frac{79}{32} P_0 V_0 \right) = \frac{124}{32} P_0 V_0$$

$$Q_2 = \frac{3}{2} (4 P_0 \cdot 12 V_0 - 8 V_0 \cdot 8 P_0) + \frac{5+4}{2} \cdot 2 P_0 V_0$$

$$= \frac{3}{2} (-16 P_0 V_0) + 24 P_0 V_0 = (24 - 24) P_0 V_0 = 0.$$

$$Q_{1+2} = \frac{124}{32} P_0 V_0 \leftarrow \text{суммарное } Q_{\text{нагр}} \text{ в краях.}$$

42. :

Рассмотрим процесс 2-3:

$$P = 8 P_0 - \frac{8 P_0 V}{24 V_0} = 8 P_0 - \frac{P_0 V}{3 V_0} \quad \left. \begin{array}{l} dV \\ dT \end{array} \right\} T = \left( 8 P_0 - \frac{P_0 V}{3 V_0} \right) \frac{V}{R}$$

$$C_V dT = \frac{3}{2} \gamma R dT + P dV \quad \frac{dT}{dV} = \frac{8 P_0}{\gamma R} - \frac{2 P_0 V}{3 V_0 \gamma R}$$

$$C = \frac{3}{2} R + \left( 8 P_0 - \frac{P_0 V}{3 V_0} \right) \frac{1}{\frac{8 P_0}{\gamma R} - \frac{2 P_0 V}{3 V_0 \gamma R}}$$

$$= \frac{3}{2} R + \left( 8 - \frac{V}{3 V_0} \right) R \frac{8 P_0 - \frac{2 P_0 V}{3 V_0}}{8 P_0 - \frac{2 P_0 V}{3 V_0}} = \frac{3}{2} R + \frac{24 V_0 - V}{24 V_0 - 2 V} R$$

$$= \frac{R}{2} \left( 3 + \frac{24 V_0 - V}{12 V_0 - V} \right) = \frac{R(60 V_0 - 4 V)}{2(12 V_0 - V)}$$

$$T \cdot O. \quad \uparrow = \frac{12 P_0 V_0}{124 P_0 V_0 + 4 P_0 V_0}$$

$$= \frac{12 \cdot 12}{124 + 48}$$

64  
48  
16

39  
25  
195  
78  
975  
79  
124

12 15



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!

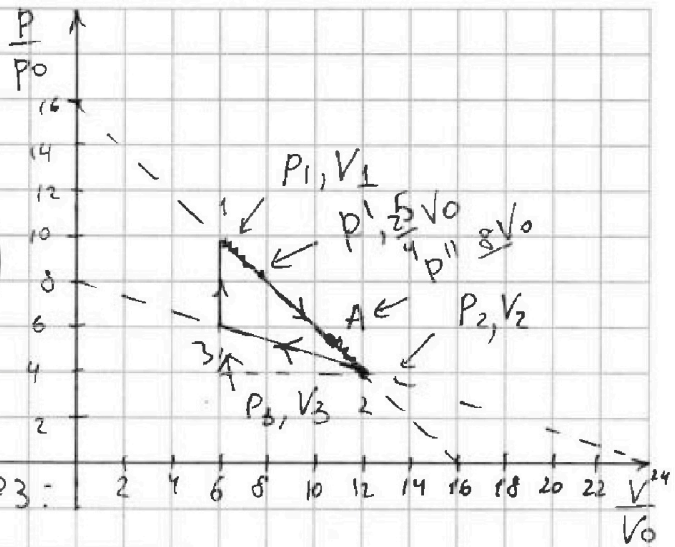
1.)  $A \frac{|\Delta U_{12}|}{A} = ?$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$= \frac{3}{2} (4p_0 \cdot 12V_0 - 10p_0 \cdot 6V_0)$$

$$= \frac{3}{2} (-12p_0 V_0) = -18p_0 V_0$$

A - работа газа  
- площадь треугольника 123:  
в единицах  $p_0 V_0$ :



$$A = \frac{4 \cdot 6}{2} p_0 V_0 = 12 p_0 V_0 ; \quad \frac{|\Delta U_{12}|}{A} = \frac{18}{12} = \frac{3}{2}$$

Ответ:  $\frac{3}{2}$

2)  $\frac{T_{MAX}}{T_3} = ?$  ; Найдите зависимость  $T(V)$  в процессе 12:

$$p = 16 p_0 - \frac{16 p_0}{16 V_0} V = 16 p_0 - \frac{p_0}{V_0} V ; \quad \text{тогда по 3-му закону}$$

Менделеева - Максвелла:  $pV = \gamma R T$ ;

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

максимум достигается при  $V_{max} = \frac{-16 p_0}{-2 p_0 / V_0} = 8 V_0$

(вершина параболы)

$$\left[ T_{MAX} = \left( 16 p_0 - 8 p_0 \right) \frac{8 V_0}{\gamma R} = \frac{64 p_0 V_0}{8 \gamma R} \right] ; \quad T_3 = \frac{6 p_0 \cdot 6 V_0}{\gamma R}$$

$$\frac{T_{MAX}}{T_3} = \frac{64}{36} = \frac{32}{18} = \frac{16}{9} ; \quad \text{Ответ: } \frac{16}{9} = \frac{36 p_0 V_0}{\gamma R}$$

3) Докажите, что процесс 12 не политропический





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!

$$Q_{32} = \frac{3}{2} (6 p_0 6 V_0 - 4 p_0 V_0) - \frac{(6+4) 6 p_0 V_0}{2}$$

$$= \frac{3}{2} (-12 p_0 V_0) - 36 p_0 V_0 = (-18 - 36) p_0 V_0 = -54 p_0 V$$

Т.е. ~~отмечает~~  $Q_{холод}$ . Найдем  $Q_{нагр}$ :

$$Q_{нагр} = Q_{31} + Q_{1A} = (10-6) p_0 V_0 + Q_{1A} = 4 p_0 V_0 + Q_{1A}$$

Точка А соответствует напр. сжатия и напр. в изох.  
12: по I-му нач. термодинам.!

$$C \nu dT = \frac{3}{2} \nu R dT + p dV \quad /: \nu dT$$

$$C = \frac{3}{2} R + \frac{p dV}{\nu dT}; \quad T = \left( 16 p_0 - \frac{p_0 V}{V_0} \right) \frac{V}{\nu R}$$

$$C = \frac{3}{2} R + \frac{p}{\nu} \left( \frac{dV}{dT} \right) = \frac{3}{2} R + \frac{p}{\nu} \left( \frac{16 p_0 - \frac{2 p_0 V}{V_0}}{R} \right)$$

$$C = \frac{3}{2} R + \frac{p}{\nu} \frac{16 p_0 - \frac{2 p_0 V}{V_0}}{R} = \frac{3}{2} R + R \frac{p}{16 p_0 - \frac{2 p_0 V}{V_0}}$$

$$= R \left( \frac{3}{2} + \frac{16 p_0 - \frac{2 p_0 V}{V_0}}{16 p_0 - \frac{2 p_0 V}{V_0}} \right) = R \left( \frac{3}{2} + \frac{16 p_0 V_0 - 2 p_0 V}{16 p_0 V_0 - 2 p_0 V} \right)$$

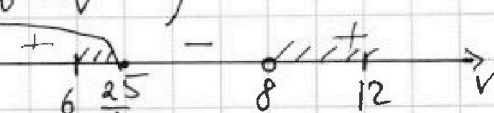
$$= \frac{3}{2} R \left( \frac{3}{2} + \frac{16 V_0 - 2 V}{16 V_0 - 2 V} \right) = R \left( \frac{48 V_0 - 6 V + 2 V_0 - 2 V}{2(16 V_0 - 2 V)} \right)$$

$$R \left( \frac{50 V_0 - 8 V}{2(16 V_0 - 2 V)} \right) = \frac{R}{2} \left( \frac{25 V_0 - 4 V}{8 V_0 - V} \right)$$

где  $C > 0$ , значит нагрев.

$$Q_B' = Q_1 + Q_2, \quad Q_1 = - \text{нагрев от } 6 \frac{25}{V_0} \text{ до } 8 \frac{25}{V_0}$$

$$\frac{6 V_0}{V_0} p_0 \frac{25 V_0}{V_0}, \quad Q_2 = \text{нагрев от } 8 \frac{25}{V_0} \text{ до } 12 \frac{25}{V_0}$$





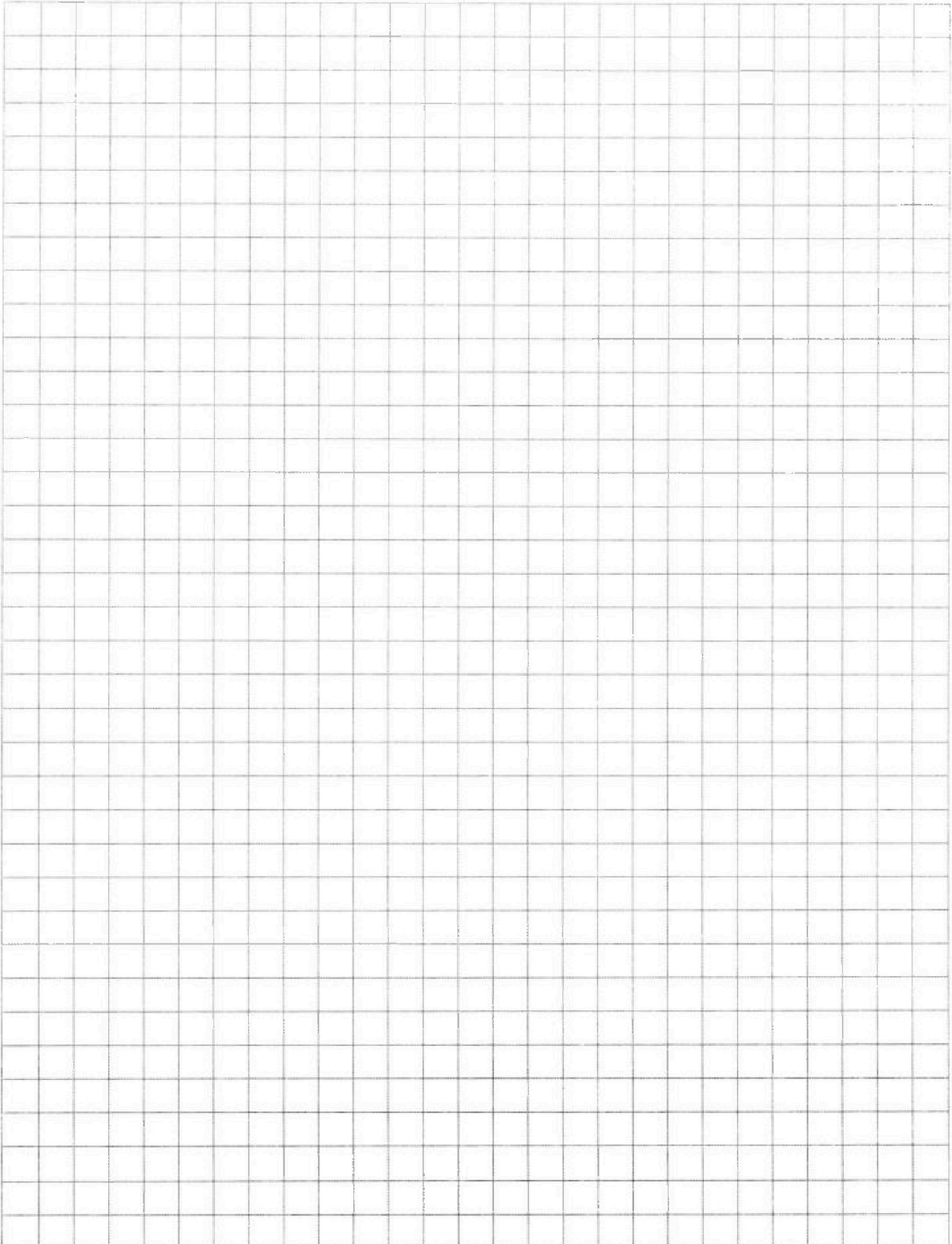


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
4 ИЗ 4

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





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!

№3.

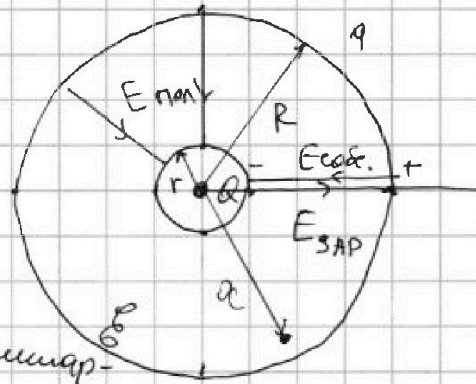
1)  $R, r, Q, \epsilon, x = \frac{11R}{12}$

при  $x < r$ ,

$E = \frac{kQ}{xy^2}$ , при  $y > r$

$E_{\text{внар.}} - E_{\text{внар.}} = \frac{kQ}{\epsilon y^2}$  ← диаметр

иос поле внутри диаметра.



$\varphi = \frac{kQ}{\epsilon x}$ ; при  $x \geq r$

$E_{\text{нар.}} = \frac{kQ}{\epsilon y^2} - \frac{kQ}{\epsilon x^2} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)$

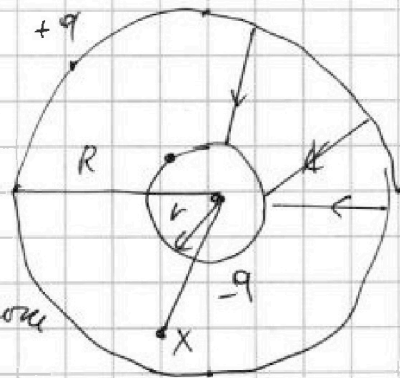
$E_{\text{нар.}}$  - поле координатной системы зарядов.

$C = 4\pi\epsilon_0 \frac{Rr}{R-r} = q E_n (R-r) + q$

$\frac{4\pi\epsilon_0 Rr}{R-r} = q E_n (R-r)$

$E \cdot d = \frac{q}{\epsilon} ; q = \frac{C}{\epsilon}$

$\varphi E_{\text{нар.}}$  - поле координатной системы зарядов.  $\varphi = \frac{kQ}{\epsilon x}$ , при  $x \geq r$



формула в много телой точке  $x \geq r$ , можно представить как суперпозицию потенциалов от координатной системы зарядов и заряда Q

$E_{\text{нар.}} = \frac{kq}{x^2} = \frac{kQ}{\epsilon x^2} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)$ ,  $q = Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)$

$\varphi_x = -\frac{kq}{x} + \frac{kq}{R} + \frac{kQ}{x} = \frac{k}{x} (Q - q) + \frac{kq}{R}$

при  $x \geq r \leq x \leq R$ ,

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



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



1  2  3  4  5  6  7

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!

$$\varphi_x = \frac{kQ}{\epsilon x} + \frac{kQ(\epsilon-1)}{\epsilon R} \quad \text{Ответ:}$$

2.)  $\epsilon = ?$

$$\text{Ответ: } \frac{12kQ + kQ(\epsilon-1)}{11\epsilon R}$$

$$\frac{\varphi_x}{\varphi_0} = \frac{kQ}{\epsilon x} + \frac{kQ(\epsilon-1)}{\epsilon R}$$

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

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

$$*(1) - (2): \frac{kQ}{\epsilon R} \left(1 - \frac{1}{2}\right) = \varphi_0;$$

$$\delta = \frac{kQ}{2R\varphi_0}$$

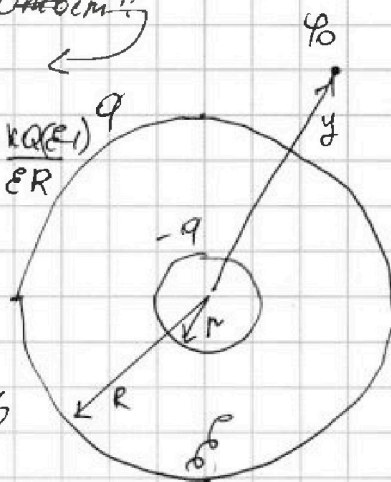
$$\text{Ответ: } \frac{kQ}{2R\varphi_0} = \delta = 2.$$

$$\varphi_0 = \frac{2kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ(\epsilon-1)}{\epsilon R} = 5, 4\varphi_0 \leftarrow \text{из графика при } x = \frac{R}{2}$$

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

$$\frac{kQ}{\epsilon R} = 0,6\varphi_0; \quad kQ \frac{d\varphi_x}{dx} = -\frac{kQ}{\epsilon x^2} = \frac{9kQ}{\epsilon 4R^2}$$

$$-\frac{\varphi_0}{2R} = \frac{-9kQ}{\epsilon 4R^2} \Rightarrow \varphi_0 = \frac{3kQ}{2\epsilon R}$$







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  
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!

504.

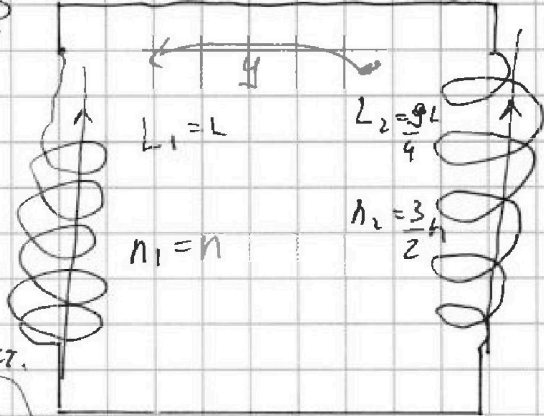
$$1) \frac{dB}{dt} = -\alpha \ (\alpha > 0), \ \dot{y} = ?$$

по 3-му параметру:

$$\Phi = L y, \text{ предпор. по вращ.}$$

$$\dot{\Phi} = -L \dot{y}, \text{ тогда вращение инт.}$$

$$\frac{dB}{dt} \cdot S = -L \dot{y}; \quad \dot{y} = \frac{+dS}{L}$$



ответ:  $\frac{+dS}{L}$

$$2) \frac{d\Phi}{dt} = L_1 \dot{y}; \quad \frac{dB_1 \cdot S}{dt} = -L_1 \dot{y}$$

$$\frac{dB_2 \cdot S}{dt} = -L_2 \dot{y}; \quad \frac{dB_2 \cdot S}{dt} = -L_2 \dot{y}$$

$$\left( \frac{dB_1}{dt} + \frac{dB_2}{dt} \right) S = -(L_1 + L_2) \dot{y}$$

$$\Phi_2 = \Phi_{\text{свои}} + \Phi_{\text{вн.}}$$

$$L \sim n^2$$

$$\Phi_{\Sigma} = L y + dBS$$

$$(dB_1 + dB_2) S = -(L_1 + L_2) dy$$

$$(y \neq 0) = \left( \frac{7}{4} B_0 + \frac{4}{3} B_0 \right) S = \frac{21+16}{12} \frac{B_0 S}{L_1 + L_2}$$

$$= \frac{37}{12} \frac{4 B_0 S}{13 L} = \frac{37}{39} \frac{B_0 S}{L} \quad \text{ответ: } \frac{37}{39} \frac{B_0 S}{L}$$



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  
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!

Найдите светлую область  $QBP$ :  
из подобия  $\triangle ROS'''$   
и  $\triangle B'S'''P$ , следует

$$\frac{\lambda}{r} = \frac{h-L}{L}$$

$$\lambda = \frac{h - \frac{2}{5}L}{\frac{2}{5}L} \cdot \frac{r}{2}$$

$$\lambda = \frac{3}{2} \cdot \frac{r}{2} = \frac{3}{4}r$$

$$S_{\text{светл}} = \pi \lambda^2 = \frac{\pi 9 r^2}{16} = \frac{3}{16} \pi r^2$$

$$S_2 = S_{\text{стена}} - S_{\text{светл}}$$

$$S_{\text{стена}} = \pi DE^2 = \pi \left(\frac{3r}{2}\right)^2, \text{ т.о. } S_2 = \frac{9\pi r^2}{4} - \frac{9\pi r^2}{16}$$

$$= 9\pi r^2 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16}\right) = \frac{27}{16} \pi r^2 = 27\pi \text{ см}^2$$

Ответ:  $27\pi \text{ см}^2$

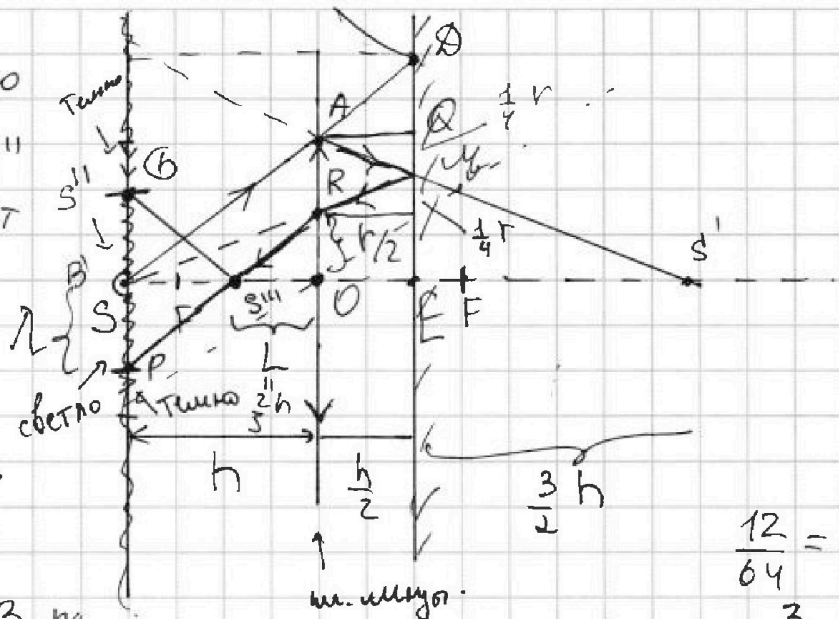
$$S_1 = \left(\frac{3^2}{2^2} - \frac{3^2}{4^2}\right) \pi r^2 = 9\pi r^2 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16}\right) = 27\pi \text{ см}^2$$

$$\lambda = \frac{h-L}{L} \cdot \frac{r}{2} = \frac{3L}{5} \cdot \frac{3h}{5} \cdot \frac{r}{2} = \frac{3}{4}r$$

$$S_2 = \pi \left(\frac{3r}{2}\right)^2 - \pi \left(\frac{3r}{4}\right)^2 = \pi (3r)^2 - \frac{\pi (3r)^2}{16}$$

$$9\pi r^2 \left(1 - \frac{1}{16}\right) = \frac{9\pi r^2 \cdot 15}{16} = 135\pi \text{ см}^2$$

Ответ:  $135\pi \text{ см}^2$











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
<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!

