



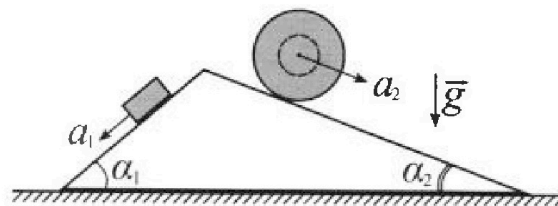
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

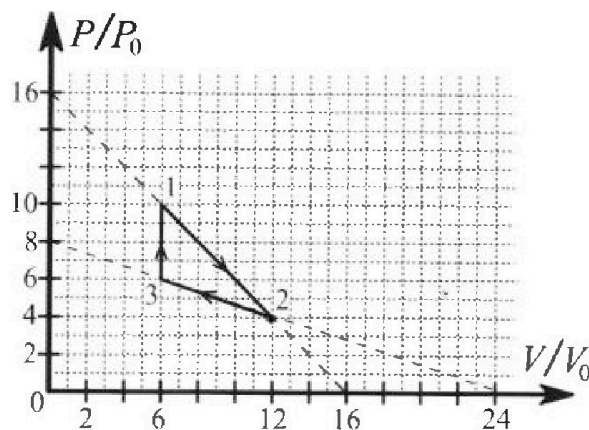
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $9m/4$  с ускорением  $a_2 = 8g/27$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$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

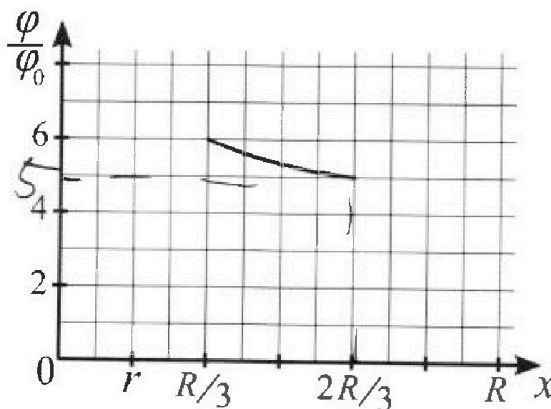
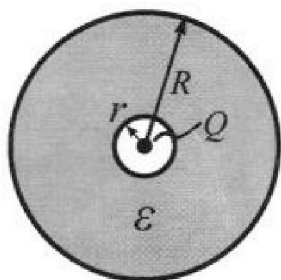


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $\epsilon$ .



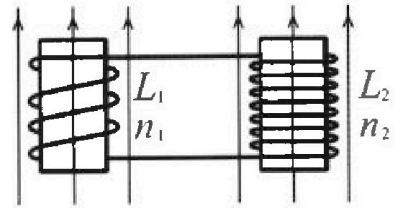
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

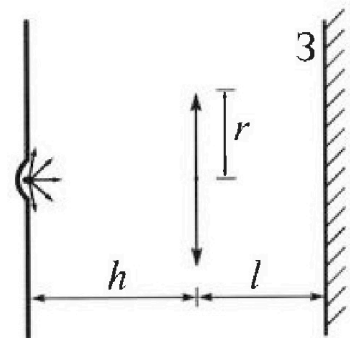


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L/4$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n/2$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков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



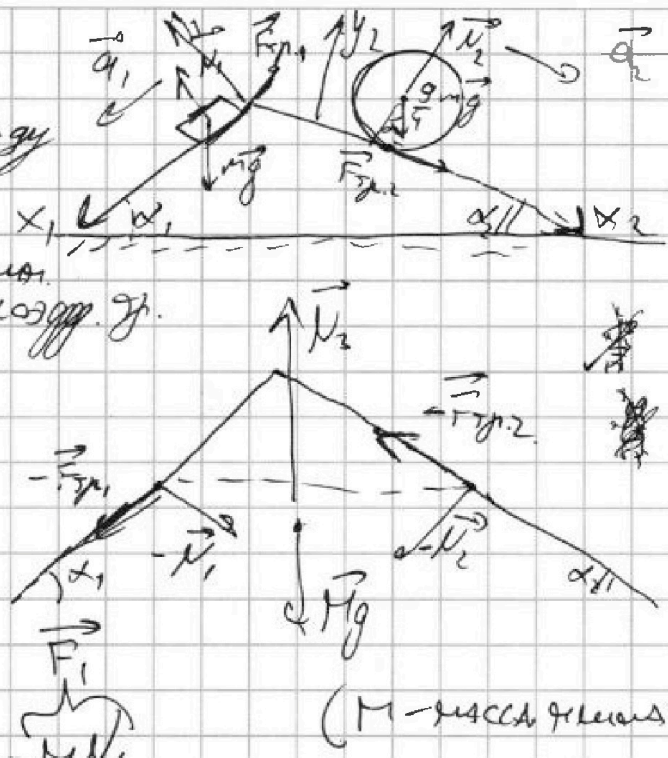
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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!

Т.е. шар стабилизируется без проскальзывания, между ним и камнем должна быть сила трения, т.е. камень шероховатый. Пусть коэффициент трения равен  $\mu$ .



1) Запишем 2-е уравнение для камня в проекциях на  $Ox_1$  и  $Oy_1$ :

$$\begin{cases} ma_1 = mg \sin \alpha_1 - \mu N_1 \\ mg \cos \alpha_1 = N_1 \end{cases}$$

$$ma_1 = mg \sin \alpha_1 - \mu mg \cos \alpha_1 = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{14} \right) = \frac{26}{85} mg$$

$$N_1 = \frac{m(g \sin \alpha_1 - a_1)}{\mu} = \frac{3}{5} \frac{mg}{\frac{5}{14}} - \frac{5}{14} mg = \frac{4}{34} mg$$

$$F_1 = F_{fr1} = \mu mg \cos \alpha_1 = \frac{13}{34} \cdot \frac{4}{5} \cdot mg = \frac{26}{85} mg$$

2) ~~2-е уравнение для камня на  $Oy_1$ :~~

$$N_2 = \frac{9}{4} mg \cos \alpha_2 \quad F_2 = F_{fr2} = \mu mg \cos \alpha_2 \cdot \frac{9}{4} = \frac{13}{34} \cdot \frac{9}{4} \cdot \frac{15}{14} \cdot \frac{13}{34}$$





1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 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!

2)  $I = \frac{1}{2} m R^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 0.2^2 = 0.04 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$

$R$  - радиус шара.

Моменты сил относительно Т. В:  $M_B = R \cdot \frac{1}{4} m g \sin \alpha$

Отно Т. А:  $M_A = R \cdot \frac{1}{4} m g \sin \alpha + F_2 R$

$\varepsilon = \frac{M_B}{I}$ ,  $\varepsilon$  - угловое ускорение.

$\varepsilon = \frac{M_A}{I}$

$\varepsilon = \frac{2 a R}{R^2} = \frac{2 a}{R}$

$\varepsilon = \frac{F_2 R}{m R^2} = \frac{F_2}{m R}$

$a_A = \frac{F_2}{m}$

$a_B = a_A \cos \alpha + a_{\text{шар}}$

$a_B = \frac{F_2}{m} \cos \alpha + a_{\text{шар}}$

$a_{\text{шар}} = \frac{1}{2} a_B$

$a_A = \frac{F_2}{m} \cos \alpha + \frac{1}{2} a_B$

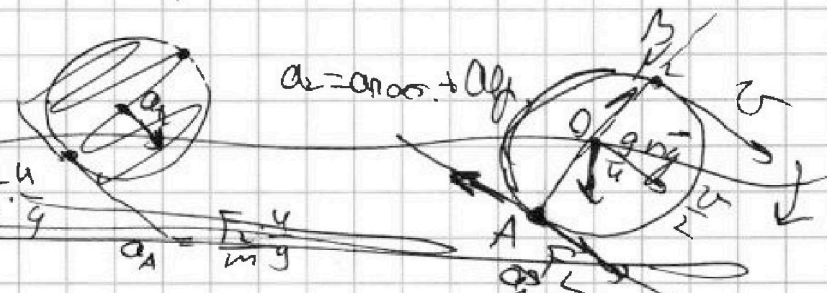
$\frac{F_2}{m} = \frac{F_2}{m} \cos \alpha + \frac{1}{2} a_B$

$\frac{F_2}{m} (1 - \cos \alpha) = \frac{1}{2} a_B$

$a_B = \frac{2 F_2 (1 - \cos \alpha)}{m}$

$a_A = \frac{F_2}{m} \cos \alpha + \frac{1}{2} \cdot \frac{2 F_2 (1 - \cos \alpha)}{m} = \frac{F_2}{m} (1 + \cos \alpha)$

$F_2 = \frac{m a_A}{1 + \cos \alpha} = \frac{2 \cdot 0.2 \cdot 17.34}{1 + \cos 30^\circ} = 15 \text{ Н}$



$I_O = \frac{1}{2} m R^2$

$I_O$  - момент инерции относительно центра масс.

$M_O = -F_2 \cdot R$

$M_O = -F_2 \cdot R = \frac{1}{2} m R^2 \cdot \varepsilon_A$

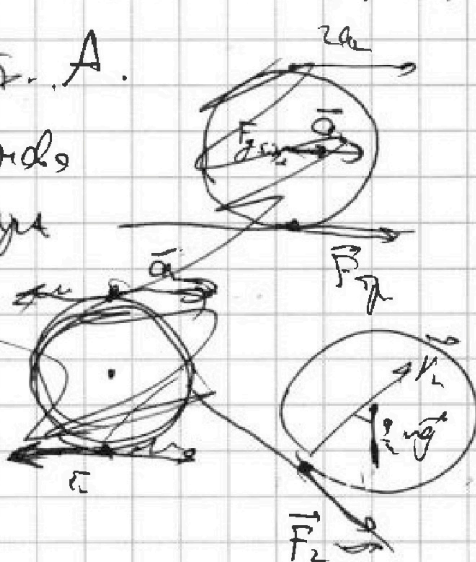
$a_A = -\frac{F_2}{m} \cdot \frac{1}{g}$  - ускорение Т. А.

$a_B = a_{\text{шар}} + a_{\text{норм}} = a_{\text{шар}} \cos \alpha$

для всех точек шар движется как единое целое.

В СО шара  $F_{\text{норм}} = T$ .

Однородный шар имеет угловое ускорение  $a_2$ .



Аналогично

$N_2 = \frac{1}{2} m g \cos \alpha$ ,  $F_2 = \mu N_2$

( $\mu$  - коэффициент трения между шаром и наклонной)



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  
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!

3)  $O_x$ :

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

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

$$= mg \left( \frac{26}{85} \cdot \frac{4}{5} - \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} + \frac{9}{4} \cdot \frac{18}{17} + \frac{F_2}{mg} \cdot \frac{15}{17} \right) = mg \left( \frac{104}{425} - \frac{12}{25} + \frac{1836}{17675} + \frac{F_2}{mg} \cdot \frac{15}{17} \right) =$$

$$= \frac{mg}{17} \left( 14 + \frac{F_2 \cdot 15}{mg} \right) = \frac{mg}{17} \left( 14 + \frac{20 \cdot 155}{8117} \right) =$$

$$= \frac{mg}{17} \left( 14 + \frac{100}{17} \right) = mg \cdot \frac{338}{142} = \frac{338}{289} mg$$

Отв.:



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

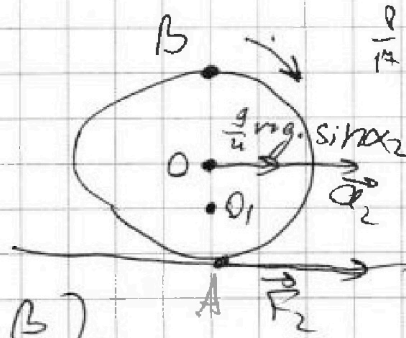
СТРАНИЦА  
3 из 4

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!

Т.ч. в Т.В.  $v = \max$ ,  
 $a_B = 0$ . Это значит, что

$$\sum M_B = 0$$

(сумма моментов сил отн. Т.В.).



Отсюда  $\frac{g}{4} mg \sin \alpha_2 \cdot 2 = F_2$   ~~$F_2 = \frac{g}{2} mg \sin \alpha_2 =$~~

Переносим в CO центр шара:  ~~$= \frac{g}{2} \cdot \frac{2R}{14} mg = \frac{36}{14} mg$~~



~~В CO шара горизонтально действует сила:~~

~~$\Delta m \cdot a_A = F_2 = \Delta m \cdot a_2$~~

~~$a_A = a_2$  В CO шара  $a_0 = 0$ ,~~

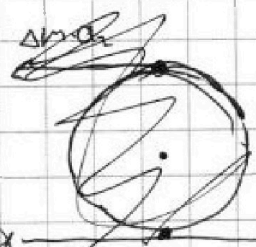
~~$a_B = a_A$ . В КСО  ~~$a_{\text{шара}} = a_{\text{шара}} = 0$~~~~

~~$\frac{g}{4} m a_2 = \frac{g}{4} mg \sin \alpha_2 + F_2$   $\frac{F_2}{2} = \frac{2}{3} mg - \frac{g}{4} \cdot \frac{2}{14} mg =$~~

~~Д.ш. т. В  $a_{\text{шара}} = a_{\text{шара}}$ .~~

~~В С.О. горизонтально действует сила отн. центра шара.  $a_{\text{шара}} = a_{\text{шара}}$ .~~

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



~~$F_2 = \frac{g}{4} \left( \frac{2}{3} - \frac{2}{14} \right) = mg \left( \frac{54 - 36}{51} \right) = mg \cdot \frac{20}{51} = \frac{20}{51} mg$~~

Об.





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!

$$A_{y.} = \frac{(10p_0 + 4p_0)(V_0 \cdot 12 - V_0 \cdot 6)}{2} - \frac{(12V_0 - V_0 \cdot 6)(4p_0 + 6p_0)}{2} =$$

$$= \frac{14 \cdot 6}{2} p_0 V_0 - \frac{6 \cdot 6}{2} p_0 V_0 = 12 p_0 V_0$$

$$\frac{b(U_{1-2})}{A_{y.}} = \frac{18}{12} = \boxed{\frac{3}{2}} \text{ Ответ:}$$

$$2) T_3 = \frac{p_3 V_3}{\nu R} = \frac{6p_0 \cdot 6V_0}{\nu R} = \frac{36p_0 V_0}{\nu R}$$

Процесс 1-2:  $p_1(V) = -\frac{V p_0}{V_0} + 10p_0$

$pV = \text{const}$ :  $-\frac{V^2 p_0}{V_0} + 10p_0 V = \text{const} \quad (V_0 = \text{const})$

$T_{\text{max}}$  &  $V_{\text{max}}$  находим:  $V_{\text{min}} = -\frac{16p_0 \cdot V_0}{-2 \cdot p_0} = 8V_0$

$$T_{\text{max}} = -\frac{64 \cdot p_0 V_0^2}{V_0 \nu R} + \frac{12 p_0 V_0}{\nu R} = \frac{64 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$\frac{T_{\text{max}}}{T_3} = \frac{64 \cdot 16}{36 \cdot 8} = \boxed{\frac{16}{9}} \text{ Ответ:}$$

$$3) \eta = \frac{Q_{1-2}}{Q_{2-3}} \quad Q_{1-2} = A_{1-2} + \Delta U_{1-2} = 4p_0 V_0 - 12p_0 V_0 = -8p_0 V_0$$

$$= 12p_0 V_0 - 4p_0 V_0 = 8p_0 V_0$$

$$Q_{2-3} = A_{2-3} + \Delta U_{2-3} = -39p_0 V_0 + \frac{3}{2}(36p_0 V_0 - 48p_0 V_0) = -48p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{60 - 48}{60} = \frac{12}{60} = \frac{1}{5} \quad Q_{2-1} = \frac{3}{2} \cdot 6p_0 (10p_0 - 6p_0) = 36p_0 V_0$$

Ответ:  $\eta = 20\%$



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) Укажите нулевой процесс:

$$\frac{P}{P_0} = \alpha_1 \cdot \frac{V}{V_0} + \beta_1$$

Пусть  $\frac{P}{P_0} = 0$ ,

$\frac{V}{V_0} = 16$ , Пусть  $\frac{V}{V_0} = 0$ ,  $\frac{P}{P_0} = 16$ .

$$0 = \alpha_1 \cdot 16 + \beta_1$$

$$16 = \beta_1 \quad \alpha_1 = -1$$

Уравнение нулевого процесса

$$\frac{P}{P_0} = -\frac{V}{V_0} + 16$$

2-3:  $0 = \alpha_2 \cdot 24 + \beta_2$

$$8 = \beta_2 \quad \alpha_2 = -\frac{1}{3}$$

Дифференцируем:  $\frac{dP}{P_0} = -\frac{dV}{V_0}$

$$\frac{P}{P_0} = -\frac{V}{V_0} \cdot \frac{1}{3} + 8$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{3}{2} (-V_2 P)$$

$$P_1(V) = -\frac{V P_0}{V_0} + 16 P_0$$

$$P_2(V) = -\frac{V P_0}{V_0 \cdot 3} + 8 P_0$$

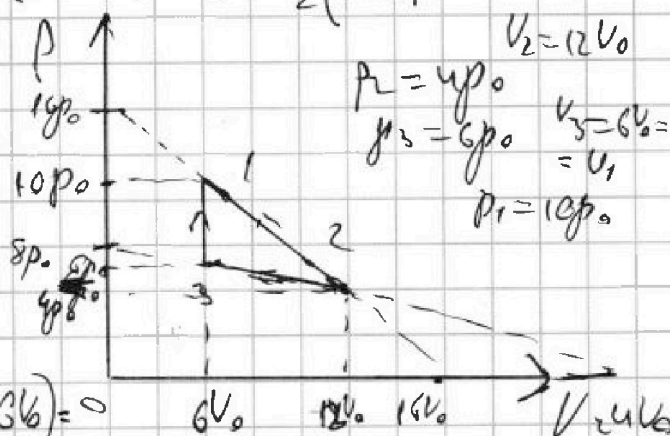
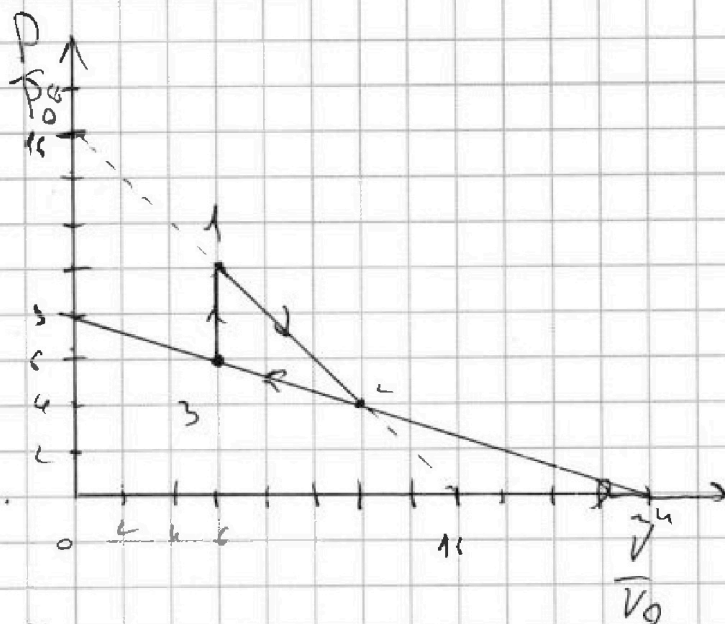
Процесс 3-4

В процессе 3-4,  $V = \text{const} = 6V_0$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (8 P_0 \cdot 12 V_0 - 10 P_0 \cdot 6 V_0) = 0$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 8 P_0 \cdot 12 V_0 - \frac{3}{2} \cdot 10 P_0 \cdot 6 V_0 = -18 P_0 V_0$$

Абсолютная работа за цикл:  $A_{3-4} = \frac{1}{2} (P_1 + P_2) (V_2 - V_1) - \frac{P_2 + P_3}{2} (V_2 - V_1)$







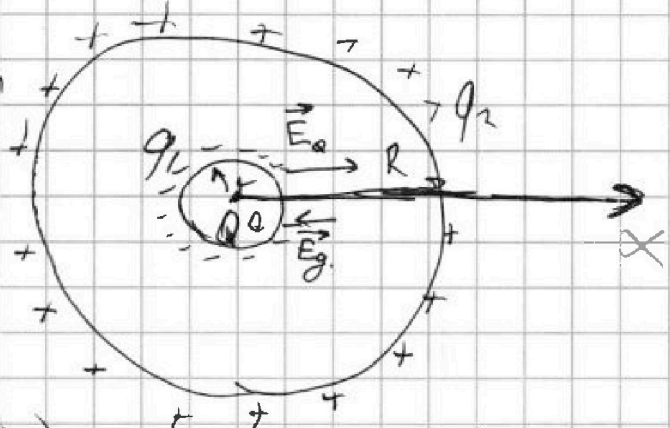
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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) Под действием поля заряда  $Q$  шарик радиуса  $R$  радиусится так, что поле в его толще уменьшается в  $\epsilon$  раз.



Введем  $S_x$ . (лучше  $Q > 0$ )  

$$E(x) = \frac{kQ}{x^2 \epsilon} \text{ при } (r < x < R)$$

Системе можно представить как 2 заряда сфера и точ. заряд в ее обл. центре.

$q_1 + q_2 = 0$ , так что  $q_2 = -q_1$ . Вне большой сферы ( $x > R$ )  $E(x) = E_Q(x) = \frac{kQ}{x^2}$

$E\left(\frac{11R}{12}\right) = \frac{kQ \cdot 144}{144 R^2 \cdot \epsilon} = \frac{144 kQ}{121 R^2 \epsilon}$  (отсюда)

2)  $E(x) = \frac{kQ}{x^2} = \frac{kQ}{x^2} - \frac{kq_1}{x^2}$  (при  $r < x < R$ )

$q_1 = Q \left( \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \right)$ . Вне др. При  $x > R$ :

по модулю. Показано, что заряд внешней сферы отрицателен при  $Q > 0$ .

$E(x) = \frac{kQ}{x^2} = \frac{kQ}{x^2} + \frac{kq_2}{x^2} - \frac{kq_1}{x^2}$   
 Отсюда  $q_1 = q_2$



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  
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!

Потенциал при  $k < x < R$ :  $\varphi(x) = \varphi_0 + \varphi_2 - \varphi_1 =$   
 $= \frac{kQ}{x} + \frac{kQ_2}{R} - \frac{kQ_1}{x} = k \left( \frac{Q}{x} + Q \frac{(\varepsilon-1)}{R} \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{x} \right) \right)$

Потенциал при  $x > R$ :  $\varphi(x) = \frac{kQ}{x} + \frac{kQ(\varepsilon-1)}{xR} - \frac{kQ(\varepsilon-1)}{x} = \frac{kQ}{x}$

Воспользуемся этим для уравнения:

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} \left( \frac{R}{3} \right) = \frac{1}{\varphi_0} \cdot k \left( \frac{3Q}{R} + Q \frac{(\varepsilon-1)}{R} \left( \frac{1}{R} - \frac{3}{R} \right) \right) = 6$$

Пусть  $\varphi_0 = \frac{kQ}{x_0}$  ( $x_0 > R$ ).

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} \left( \frac{R}{3} \right) = \frac{x_0}{Q} \left( \frac{3Q}{R} + Q \frac{(\varepsilon-1)}{R} \cdot \frac{2}{R} \right) = 6 \quad 1 - \frac{3}{2} = -\frac{1}{2}$$

$$\frac{x_0}{R} \left( 3 - \frac{2(\varepsilon-1)}{\varepsilon} \right) = 6 \quad (1)$$

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} \left( \frac{2R}{3} \right) = \frac{x_0}{R} k \left( \frac{3Q}{2R} + Q \frac{(\varepsilon-1)}{R} \left( \frac{1}{R} - \frac{3}{2R} \right) \right) = 5$$

$$\frac{x_0}{R} \left( \frac{3}{2} + \frac{(\varepsilon-1)}{2\varepsilon} \right) = 5 \quad (2) \text{ Разделим (1) на (2):}$$

$$\frac{3 - \frac{2(\varepsilon-1)}{\varepsilon}}{\frac{3}{2} + \frac{(\varepsilon-1)}{2\varepsilon}} = \frac{6}{5}$$

$$15 - 10A = 9 - 4.5A$$

$$\frac{11}{2} \cdot 5A = 6$$

$$4A = 6$$

$$\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} = \frac{6}{4}$$

$$\varepsilon-1 = \frac{6}{4} \varepsilon$$

$$\frac{\varepsilon}{4} = 1$$

$$\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} = \frac{6 \cdot 2}{11} \quad \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} = \frac{12}{11}$$

$$\text{Ответ: } \varepsilon = 4$$





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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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)  $B_1 = 2 + \alpha$   
 $n = \text{const}$

~~$B_1$~~  Воздушный

ЭДС. индукц.

~~$\mathcal{E}_1 = -\dot{\Phi} = -S n_1 \dot{B}_1 = -S n_1 \dot{\alpha}$~~

$\mathcal{E}_1 = -L \dot{I}_1$

$\dot{I}_1 = -\frac{S n_1 \dot{\alpha}}{L_1}$  Т.е. постоянная

поэтому по условию, то  $I_1 = I_2$  и  $\dot{I}_1 = \dot{I}_2$

~~Отсюда:  $\dot{I}_1 = \frac{S n_1 \dot{\alpha}}{L}$~~

~~$\mathcal{E}_1 = -L \dot{I}_1 = -S n_1 \dot{\alpha}$~~

$(L_1 + L_2) \dot{I} = S n_1 \dot{B}$

У.С. магн. потока

$\dot{I} = \frac{S n_1 \dot{B}}{L_1 + L_2} = \frac{S n_1 \dot{B}}{L \cdot \frac{4}{13}}$

Отсюда:  $\frac{S n_1 \dot{B}}{L \cdot \frac{4}{13}}$

2) Т.е. магнитный поток постоянен, то магн.

поток сохраняется:  $B_0 \cdot S n_1 + \mu B_0 \cdot S n_2 =$

$L_1 \dot{I} - \text{магн. поток, } \dot{B} = \text{const}$   
 $\mathcal{E}_1 = -L \dot{I} = -\dot{\Phi}$

$L \frac{dI}{dt} = S \frac{dB}{dt}$

$S dB = L dI$

$S B = L I$

$S B = L I \quad I(0) = 0$

⊕  
D13  
 $L_1 = L_2 = \text{const}$   
в расчете



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!

$$S n_1 \cdot B_0 + S n_2 \cdot \frac{4}{3} B_0 = (L + L_2) I$$

$$I = \frac{S B_0 \left( \frac{n_1}{4} + \frac{4}{3} n_2 \right)}{(L + L_2)} = \frac{S B_0 \left( \frac{n}{4} + \frac{3 \cdot 4}{2 \cdot 3} n \right)}{\left( L + \frac{9}{4} L \right)} =$$

$\frac{4-8}{3} = \frac{12-8}{3} = \frac{4}{3}$

$$= \frac{9 S B_0 n}{4 \cdot 13 L} = \frac{9 S B_0 n}{13 L} \quad (\text{ответ})$$





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!

1) Разрешим луч SA, проходящий  
через точку фокуса первой линзы,  
и луч проходящий через  
вторую линзу:

OP // SA (ноб. фокус)

Учтем S<sub>1</sub> и S<sub>2</sub>:

Делаем симметричный луч  
относительно оси

в пространстве. Это учтем при  
нахождении S<sub>1</sub> и S<sub>2</sub>:

В отсутствие углов преобразования

от S<sub>1</sub> необходимо бы  
на рисе F<sub>1</sub>:

$$\frac{1}{f_1} + \frac{1}{h} = \frac{1}{F}$$

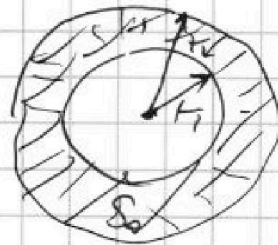
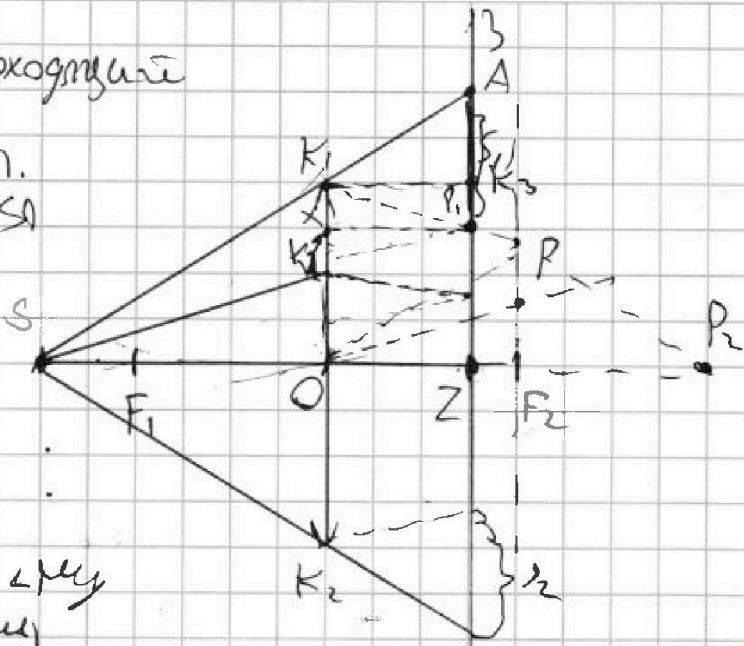
$$F_1 = \frac{hF}{h-F} = \frac{h^2 \cdot 2}{3 \cdot \frac{1}{3}h} = 2h < K_1$$

$$\Delta K_1 K_2 P_1 \sim \Delta K_1 P_2 O: \frac{K_1 K_2}{r} = \frac{1}{2h}$$

$$K_1 K_2 = \frac{r}{2} = 1 \text{ см. } K_2 = r - K_1 = 3 \text{ см.}$$

$$\Delta K_2 K_3 A \sim \Delta S O K_1: \frac{ZA}{h+F} = \frac{ZA}{F} = \frac{h+1}{h} \quad ZA = K_2 = r(1+\frac{1}{2}) =$$

$$S_0 = \sqrt{r^2 - K_2^2} = \sqrt{r(36-9)} = \sqrt{27r} = \frac{3}{2}F = 6 \text{ см}$$



Реш: 24

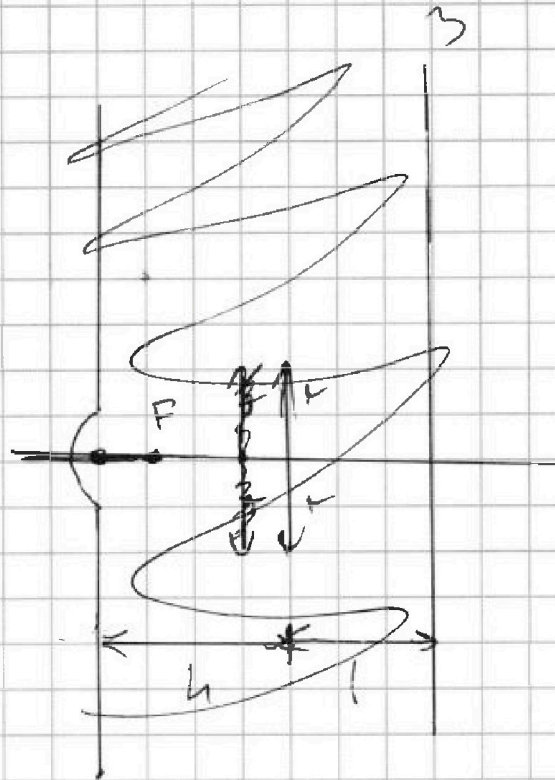


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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  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!

2) Стена будет освещена  
мощным источником  $S'$   
( $OS' = 2h$ )

Это понятие из теории  
обратности ускорений.

Получается, что

$$SZ = \frac{3}{2}h, S'Z =$$

$$= 2h - 1 = \frac{3}{2}h. \text{ Т.Е.}$$

Ускорения ~~от~~ от

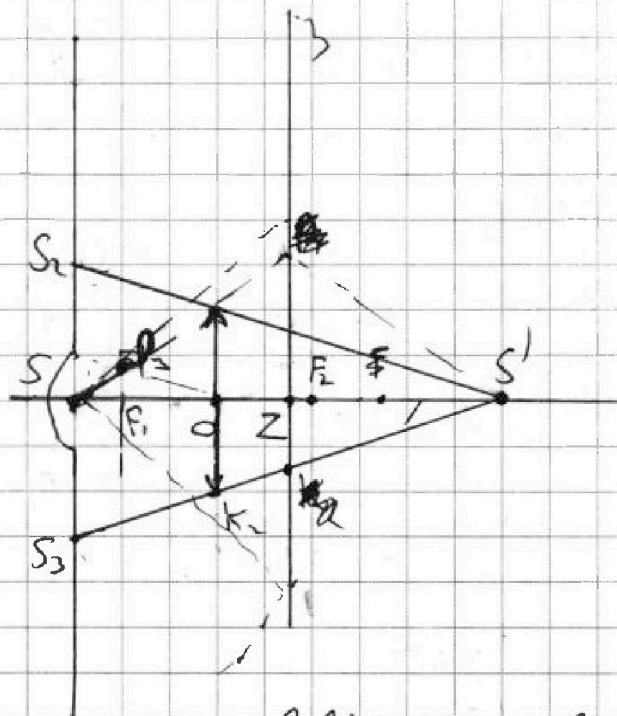
лучей, проведенных через точку и параллельных се, совпа-  
дают. Получается, что все лучи, выходящие из  
 $S'$  и проведенные через точку, попадают в  $S$ . А

значит, что весь круг с  $d = S_3S_2$  будет освещен  
(кроме точки в центре.)  $\triangle SS_3S' \sim \triangle OS_2S'$

$$\frac{SS_3}{r} = \frac{SS'}{OS'} \quad SS_3 = \frac{3h \cdot r}{2h} = \frac{3}{2}r$$

$$S_{\text{осв.}} = \pi SS_3^2 = \pi \cdot \frac{9}{4} r^2 = 36 \cdot \pi \text{ см}^2$$

Ответ:  $36 \pi$





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!

