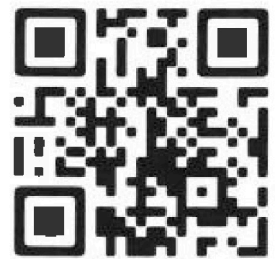




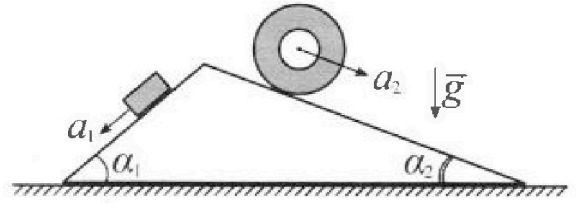
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

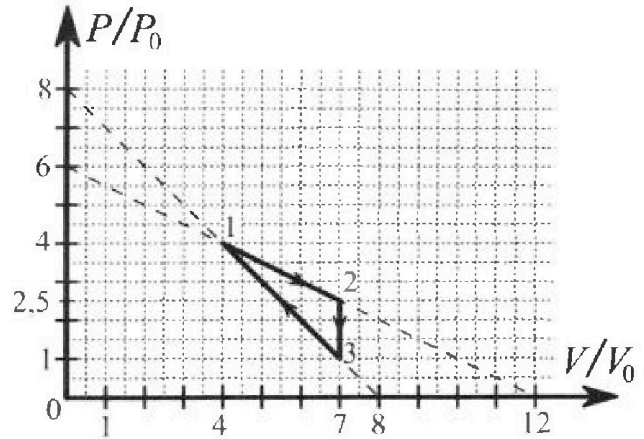
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $4m$  с ускорением  $a_2 = 5g/24$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 5/13$ ,  $\cos \alpha_2 = 12/13$ ). 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 цилиндром 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.

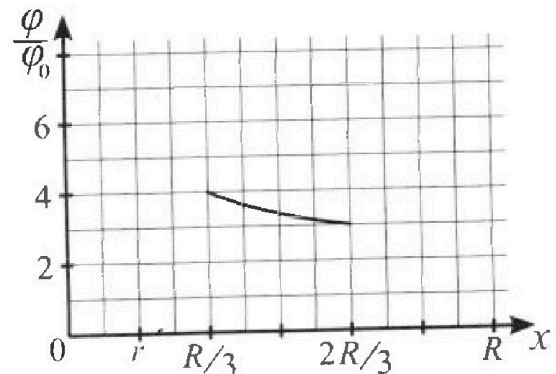
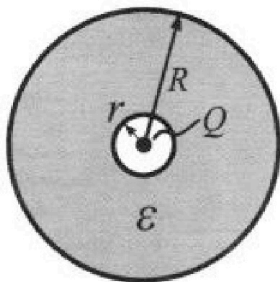


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.

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



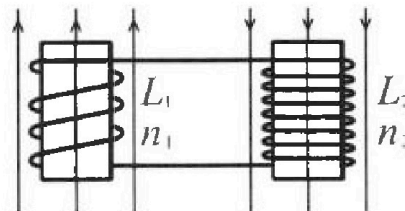
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

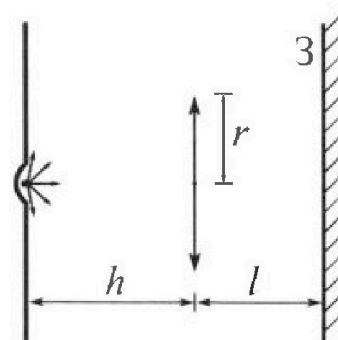


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 4L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 2n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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 возрастать 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  $B_0/2$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $2B_0$  до  $2B_0/3$ , 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  $F = h/2$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 3$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = 2h/3$  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.

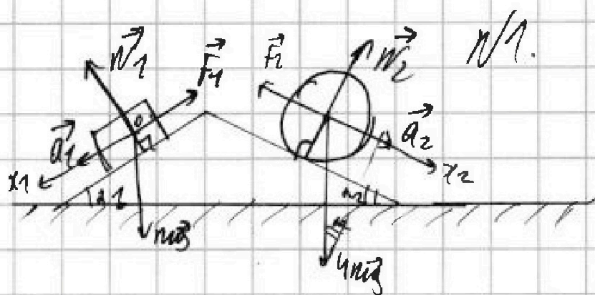
Ответы дайте в  $[\text{см}^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



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!



1) II з. Ньютона для бруса:

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

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

$$F_1 = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = mg \frac{39-25}{65} = \frac{14}{65} mg$$

2) II з. Ньютона для цилиндра:

$$Ox_2: 4ma_2 = 4mg \sin \alpha_2 + F_{2x} \quad \text{[Направление } F_{2x} \text{ не}$$

отмечено, поэтому считаем  
его положительным на  $Ox_2$ . Но  $F_2 \parallel Ox_2$ .]

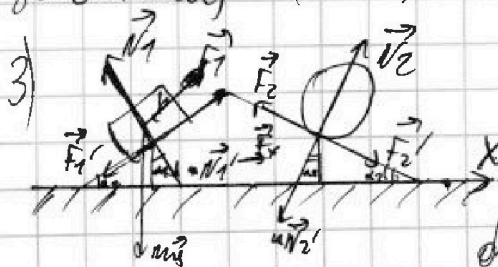
$$F_{2x} = 4m(a_2 - g \sin \alpha_2)$$

$$F_{2x} = 4mg \left( \frac{5}{24} - \frac{5}{13} \right) = 20mg \frac{13-24}{24 \cdot 13} = -\frac{11 \cdot 20 mg}{24 \cdot 13} = -\frac{55}{78} mg$$

$F_{2x} < 0$ . Значит,  $F_2$  направлена против оси  $Ox_2$ .

$$|F_2| = \frac{55}{78} mg. \text{ П.к. цилиндр находится без проскаль-$$

зывания, то скорость в точке соприкосн. с клином = 0.



По III з. Ньютона на клин

действуют силы со стороны бруса и цилиндра:  $\vec{N}_1' = -\vec{N}_1$ ,

$$\vec{F}_1' = -\vec{F}_1, \quad \vec{N}_2' = -\vec{N}_2, \quad \vec{F}_2' = -\vec{F}_2. \text{ Пром. же на клин}$$

действуют  $F$ -силы только со стороны клина.



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!

И з. Ньютона для шара:

$$Ox: 0 = N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 + F_x$$

↑ Сравнение  $F_x$  не знаем  $\Rightarrow$  берем ее проекцию на  $Ox$ . Fall  $Ox$ :  $\perp$

$$|N_1| = |N_1|, |N_2| = |N_2|, |F_1| = |F_1|, |F_2| = |F_2|$$

$$0 = mg \cos \alpha_1 \sin \alpha_1 - 4mg \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 - \frac{14}{65} mg \cos \alpha_1 + \frac{55}{78} mg \cos \alpha_2 + F_x$$

$$0 = mg \left( \frac{3 \cdot 4}{5 \cdot 5} - 4 \cdot \frac{12 \cdot 5}{13 \cdot 13} - \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} + \frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} \right) + F_x$$

$$0 = mg \left( -\frac{130}{13} + \frac{100}{25 \cdot 13} \right) + F_x$$

$$0 = mg \frac{4 - 130}{13} + F_x$$

$$F_x = \frac{124}{13} mg = F_3$$

$$\text{Orgebnis: } F_1 = \frac{14}{65} mg; F_2 = \frac{55}{78} mg; F_3 = \frac{124}{13} mg$$

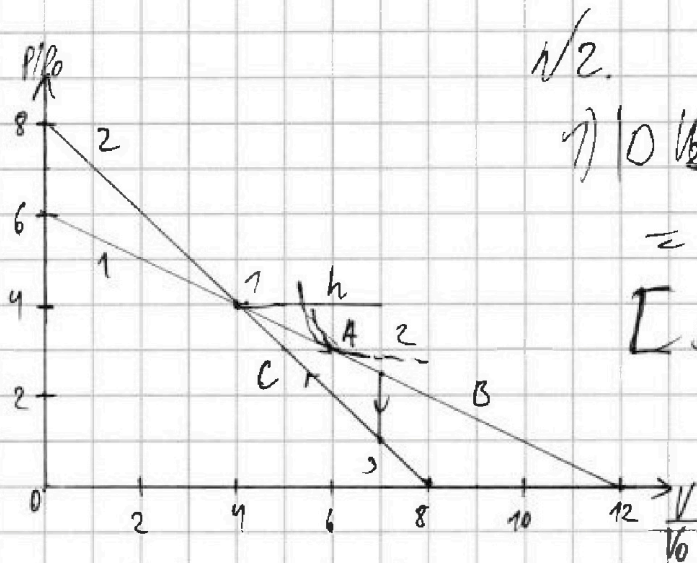
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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!



$\sqrt{2}$ .

$$| \Delta U_{23} | = C_V P_0 V_0 \left( \frac{5 \cdot 7}{2} - 1 \cdot 7 \right) = C_V 7 \frac{3}{2} P_0 V_0$$

$$\begin{aligned} \Delta U_{23} &= U_3 - U_2 = C_V (T_3 - T_2) = \\ &= C_V (P_3 V_3 - P_2 V_2) < 0 \\ | \Delta U_{23} | &= C_V (P_2 V_2 - P_3 V_3) \end{aligned}$$

$$| \Delta U_{23} | = \frac{9 \cdot 7}{4} P_0 V_0 = \frac{63}{4} P_0 V_0$$

$A_y$  - площадь внутри графика.

$$S_{A_y} = \Delta S_{123} = \frac{1}{2} h \cdot 2 \cdot 3 = \frac{1}{2} P_0 V_0 \cdot 3 \cdot \left( \frac{5}{2} - 1 \right) = \frac{9}{4} P_0 V_0$$

$$\frac{| \Delta U_{23} |}{A_y} = \frac{63 \cdot 4}{4 \cdot 9} = 7.$$

2) упр. прямой 1:

$$\frac{V-0}{12V_0} = \frac{P-6P_0}{6P_0-12P_0} \Rightarrow P(V) = 6P_0 - \frac{P_0}{2V_0} V.$$

- Для удобства  
самостоятельно  
верным размером  
для м. попутно.

$$\frac{dP}{dV} = - \frac{P_0}{2V_0}$$

В процессе 12  $U \downarrow$ ,  $A \uparrow$ . Т.е. в начальный момент будем иметь зрота зрота  $Q$  (сначала поворота  $Q$ , затем отворота). В м. с максимальной величиной



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 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!

натянутой струны каюта с измерной. Пусть это м.А  
Координаты м.А  $P_A$  и  $V_A$ . В м.А поперечная и  
„самой быстрой“ измерная имеет членовой погр.

$\frac{dV_A}{dP_A} = -\frac{P_A}{V_A}$ . А у прямой 1-2 членовой погр:  $-\frac{P_0}{2V_0}$

$$-\frac{P_A}{V_A} = -\frac{P_0}{2V_0} \Rightarrow V_A = 2 \frac{P_A V_0}{P_0}$$

$PV = \text{const.}$   
 $\delta P \cdot V + dV \cdot P = 0$   
 $\frac{dP}{dV} = -\frac{P}{V}$

Подставим в уравнение 1:

$$P_A = 6P_0 - \frac{P_0 \cdot 2P_A V_0}{2V_0 P_0} \Rightarrow P_A = 3P_0, V_A = 6V_0$$

Ур. сопротивления газа в м.А:  $P_A V_A = 2R T_{\max}$

$$T_{\max} = \frac{18 P_0 V_0}{2R}$$

Ур. сопротивления газа в м.1:  $P_1 V_1 = R T_1 \Rightarrow T_1 = \frac{16 P_0 V_0}{R}$

$$\frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$

3)  $\eta = \frac{A_{\text{из}}}{Q_{\text{п}}}$ . Рас-им процесс 1-2. В м. поперечная прямой  
1 с окружающей средой смешивая звук кинематическим  
процесса. Угол поперечная поперечной и окружающей:

$$PV^\sigma = \text{const}$$

$$\gamma P V^{\sigma-1} dV + V^\sigma dP = 0$$

$$\frac{dP}{dV} = -\gamma \frac{P}{V}$$

Пусть поперечная процесс идет в м. В



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!

$$-\gamma \frac{P_B}{V_B} = -\frac{P_0}{2V_0} \Rightarrow V_B = \frac{2\gamma P_0 V_0}{P_0} = \frac{10 P_0 V_0}{3 P_0} \quad \left[ \gamma = \frac{C_p - 5/2}{C_v - 3/2} = \frac{5}{3} \right]$$

для одной моля.

$$P_B = 6P_0 - \frac{5 P_B V_0 P_0}{3 V_0 P_0} \Rightarrow \frac{8}{3} P_B = 6P_0 \Rightarrow P_B = \frac{9}{4} P_0$$

$$P_B < P_2 \Rightarrow \frac{9}{4} < \frac{5}{2} \Rightarrow \frac{9}{4} < \frac{10}{4} - \text{Значит, не выполняются все условия 1-2 процесса.}$$

$$dQ_{12} = C_v dT + A = C_v dT + p dV$$

н. соотношения:  $pV = \nu RT \Rightarrow p dV + V dp = \nu R dT$

$$dQ_{12} = \frac{3}{2} (p dV + V dp) + p dV = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp$$

$$dQ_{12} = \frac{5}{2} \left( 6P_0 - \frac{P_0 V}{2V_0} \right) dV - \frac{3}{2} \frac{P_0 V}{2V_0} dV =$$

$$= \left( 15P_0 - \frac{5 P_0 V}{4 V_0} - \frac{3 P_0 V}{4 V_0} \right) dV = \left( 15P_0 - \frac{2 P_0 V}{V_0} \right) dV$$

$$Q_{12} = \int_{4V_0}^{7V_0} \left( 15P_0 - \frac{2 P_0 V}{V_0} \right) dV = 15P_0 \cdot 3V_0 - \frac{2 P_0}{V_0} \frac{V^2}{2} \Big|_{4V_0}^{7V_0} =$$

$$= 45 P_0 V_0 - P_0 V_0 (49 - 16) = 45 P_0 V_0 - 33 P_0 V_0 = 12 P_0 V_0$$

н. прямой 3-1:

$$p(V) = 8P_0 - \frac{P_0 V}{V_0} \quad \frac{dp}{dV} = -\frac{P_0}{V_0}$$

Нахождение с помощью в м. С:

$$-\gamma \frac{P_C}{V_C} = -\frac{P_0}{V_0} \Rightarrow V_C = \frac{2 P_0 V_0}{P_0} = \frac{5 P_0 V_0}{3 P_0}$$

$$P_C = 8P_0 - \frac{5 P_C}{3} \Rightarrow \frac{8}{3} P_C = 8P_0 \Rightarrow P_C = 3P_0; V_C = 5V_0$$



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  
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!

$$\delta Q_{xc} = \frac{5}{2} P dV + \frac{3}{2} V dP = \frac{5}{2} \left( 8P_0 - \frac{P_0 V}{V_0} \right) dV + \frac{3}{2} \frac{P_0 V}{V_0} dV =$$

$$= \left( 20P_0 - \frac{5}{2} \frac{P_0 V}{V_0} - \frac{3}{2} \frac{P_0 V}{V_0} \right) dV = \left( 20P_0 - 4 \frac{P_0 V}{V_0} \right) dV$$

$$Q_{xc} = \int_7^{5P} \left( 20P_0 - 4 \frac{P_0 V}{V_0} \right) dV = \left[ 20P_0 \cdot 2V_0 - \frac{4P_0}{V_0} \frac{V^2}{2} \right]_7^5 =$$

$$= -40P_0V_0 - 2P_0V_0(25 - 49) = 8P_0V_0 > 0. \text{ Знаем, тепло} \\ \text{поглощено.}$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{xc} = 20P_0V_0.$$

$$\eta = \frac{A_{гг}}{Q_H} = \frac{9}{4 \cdot 20} = \frac{9}{80}$$

$$\text{Ответ: 1) } \left| \frac{\Delta U_{23}}{A_{гг}} \right| = 7; \quad 2) \frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{9}{8}; \quad 3) \eta = \frac{9}{80}.$$



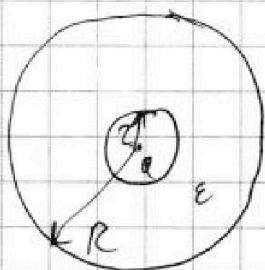


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$\sqrt{3}$

1)  $\frac{R}{r} < 2$

$\varphi = \frac{kQ}{r}$  — потенциал на поверхности  
поверхности сферы радиуса  $r$ .

Если  $\frac{R}{r} > 2$

Заряд  $q$  создаст  $\varphi_1 = \frac{4kQ}{r}$

А диэлектрик уменьшает поле в  $\epsilon$  раз.

$\varphi_2 = \frac{-4kQ}{\epsilon r}$       $\varphi = \frac{4kQ}{r}(\epsilon - 1)$

2)  $\frac{\varphi(R)}{\varphi_0(R/3)} = 4$  ;  $\frac{\varphi(2R/3)}{\varphi_0} = 3 \Rightarrow \frac{\varphi(R/3)}{\varphi(2R/3)} = \frac{4}{3}$

Плотность энергии  $w = \frac{\epsilon_0 E^2}{2}$

$W = \left( \frac{E_0}{\epsilon} \right)^2 \frac{\epsilon_0}{2} \frac{4}{3} \pi r_0^3 - \frac{\epsilon_0 E_0^2}{2} \frac{4}{3} \pi r^3 =$

$= \frac{2(kQ)^2 \epsilon_0 \pi r_0^3}{3(\epsilon r_0^2)} - \frac{2\epsilon_0 \pi r^3}{3} \frac{(kQ)^2}{r^2} =$

$= \frac{2\epsilon_0 (kQ)^2 \pi}{3} \frac{1}{r_0} - \frac{2\pi (kQ)^2}{3} \frac{1}{r}$

$\frac{\varphi(R)}{\varphi(2R/3)} = \frac{\frac{2\epsilon_0 (kQ)^2 \pi}{3} \frac{1}{R} - \frac{2\pi (kQ)^2}{3} \frac{1}{r}}{\frac{2\epsilon_0 (kQ)^2 \pi}{3} \frac{1}{2R} - \frac{2\pi (kQ)^2}{3} \frac{1}{r}} = \frac{4}{3}$  — отсюда находим  $\epsilon$ .

Отсюда: при  $\frac{R}{r} < 2$   $\varphi = \frac{kQ}{r}$ ; при  $\frac{R}{r} > 2$   $\varphi = \frac{4kQ}{r}(\epsilon - 1)$

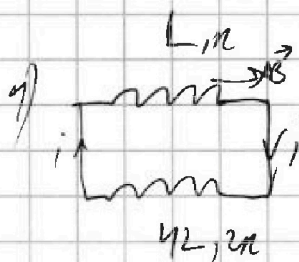


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!



н/ч.

3. Параллель: (для проводника  $L_1$ )

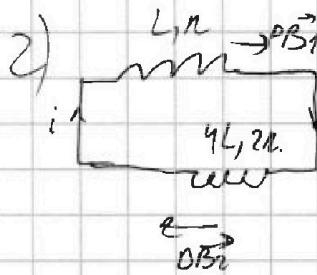
$$\mathcal{E}_{i1} = - \frac{d\Phi_1}{dt} = - S \cdot n_1 \frac{dB}{dt} = - dS \cdot n$$

II нр. Кирхгофа:

$$- L \frac{di}{dt} - 4L \frac{di}{dt} - dS n = 0$$

$$5L \frac{di}{dt} + dS n = 0$$

$$\left| \frac{di}{dt} \right| = \frac{dS n}{5L}$$



B правая  $I=0$ .

3. Параллель для  $L_1$ :

$$\mathcal{E}_{i1} = - \frac{d\Phi_1}{dt} = - S n \frac{dB_1}{dt}$$

3. Параллель для  $L_2$ :

$$\mathcal{E}_{i2} = - \frac{d\Phi_2}{dt} = - 2S n \frac{dB_2}{dt}$$

II нр. Кирхгофа:

$$- L \frac{di}{dt} - 4L \frac{di}{dt} - S n \frac{dB_1}{dt} - 2S n \frac{dB_2}{dt} = 0$$

$$- 5L \frac{di}{dt} - S n \frac{dB_1}{dt} - 2S n \frac{dB_2}{dt} = 0$$

$$- 5L(I-0) - S n (B_0 - B_0) - 2S n (2B_0 - 2B_0) = 0$$

$$5L I = \frac{19}{6} B_0 S n \Rightarrow I = \frac{19}{30} \frac{B_0 S n}{L} \quad \text{3. Ответ: } 1) \left| \frac{di}{dt} \right| = \frac{dS n}{5L}; 2) I = \frac{19}{30} \frac{B_0 S n}{L}$$



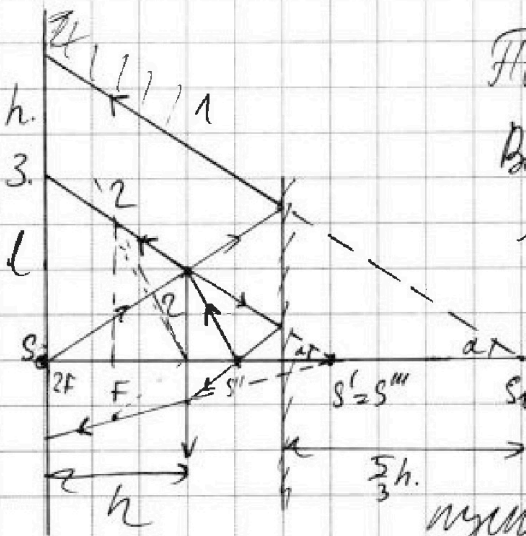


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Плоскость  $S'''$  прямо перпендикулярна

всей области сферы выше уровня

и описанная кривыми уровнями

инвариантна  $S$ .

$S''$  - изображение  $S$ . Оно

перпендикулярно  $S$ . Расстояние между

плоскостями, проходящими через центр, равно  $z$ .

Все, что выше  $m$ ,  $z$  описано.

$$\frac{z}{h} = \frac{l}{2h} \Rightarrow l = 2z.$$

Увеличенная область -  $h$ .

$$S_2 = \pi((l+h)^2 - l^2)$$

$$\frac{z}{h} = \frac{(l+h)^3}{10h} \Rightarrow l+h = \frac{10z}{3}$$

$$S_2 = 2\pi z^2 \left( \frac{10}{3} \right)^2 - 4 = \pi z^2 \cdot \frac{36}{9} = 84\pi \text{ см}^2 = 192\pi \text{ см}^2$$

Объем:  $S_1 = 48\pi \text{ см}^2$ ;  $S_2 = 192\pi \text{ см}^2$

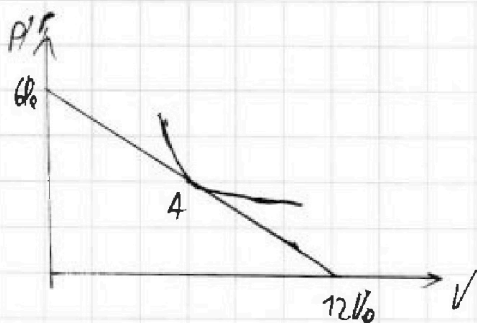


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$P(V) = 6P_0 - \frac{P_0}{2V_0} V$$

$$P'(V) = -\frac{P_0}{2V_0} dV$$

$$PV = \text{const.}$$

$$dP = -\frac{P_0}{2V_0} dV$$

$$P = \frac{\text{const.}}{V} \quad -\frac{dP}{dV} = +\frac{P_0}{2V_0}$$

$$P_1 V_1 = \text{const.} \quad P_1 = \frac{\text{const.}}{V_1} \quad dP_1 = -\frac{\text{const.}}{V_1^2} dV_1$$

$$2P_1 = 6P_0 \Rightarrow P_1 = 3P_0$$

$$V_1 = \frac{2V_0 \cdot 3P_0}{P_0} = 6V_0$$

$$V_1 = \frac{2V_0 P_1}{P_0}$$

$$P_1 = 6P_0 - \frac{P_0}{2V_0} \cdot \frac{2V_0 P_1}{P_0}$$

$$P_1 dV_1 + dP_1 V_1 = 0$$

$$\frac{dP_1}{P_1} = -\frac{dV_1}{V_1}$$

$$dQ_{12} = C_V dT + A = \frac{5}{2} P dV + \frac{3}{2} V dP = \frac{5}{2} \left( 6P_0 - \frac{P_0 V}{2V_0} \right) dV + \frac{3}{2} V \cdot \frac{P_0}{2V_0} dV$$

$$= \left( 15P_0 - \frac{5P_0 V}{4V_0} + \frac{3P_0 V}{4V_0} \right) dV = \left( 15P_0 - \frac{P_0 V}{2V_0} \right) dV$$

$$Q_{12} = 15P_0 \cdot 3V_0 - \frac{P_0}{2V_0} \frac{V^2}{2} \Big|_{2V_0}^{12V_0} = 45P_0 V_0 - \frac{P_0 V_0^2}{2V_0} \left( \frac{144}{2} - \frac{4}{2} \right) = \frac{45}{2} P_0 V_0 - \frac{180}{35} P_0 V_0 = \frac{147}{4} P_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{12}}$$

$$\frac{5}{3} \frac{P_2}{V_2} = \frac{P_0}{2V_0} \Rightarrow V_2 = \frac{10 P_0 V_0}{3P_2}$$

$$\frac{8}{3} P_2 = \frac{5}{6} P_0 \quad P_2 = \frac{5}{8} P_0$$

$$V_2 = \frac{10}{3} \frac{5}{8} P_0 V_0 = \frac{15}{2} V_0 - \text{нельзя.}$$

$$x=5 \quad P_2 = 6P_0 - \frac{5P_0 V_2}{3}$$

$$P_2 V_2^\gamma = \text{const.}$$

$$d(P_2 V_2^\gamma) + dP_2 V_2^\gamma = 0$$

$$\frac{dP_2}{P_2} = \gamma \frac{dV_2}{V_2}$$

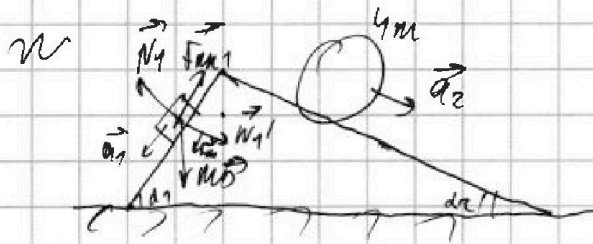
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

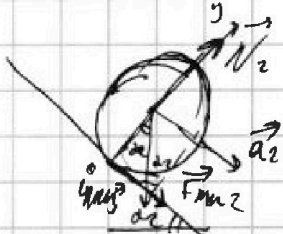
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$a_1 = g(\sin \alpha_1 - \mu \cos \alpha_1)$$

$$\mu \cos \alpha_1 = \sin \alpha_1 - a_1$$

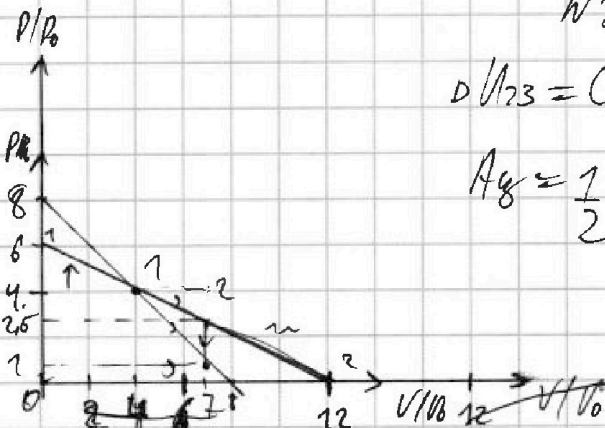
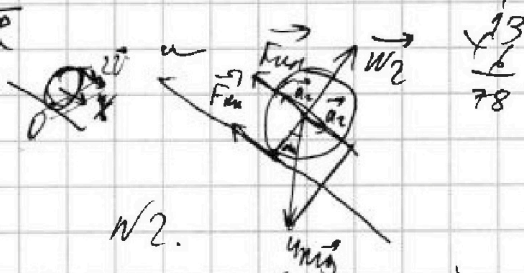
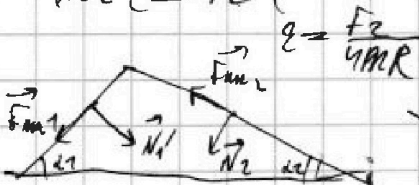
$$\begin{aligned} 1) F_{tr1} &= \mu N_1 \cos \alpha_1 = \mu m g \sin \alpha_1 - m a_1 = m g \frac{3}{5} - m \frac{5g}{13} = \\ &= m g \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = m g \left( \frac{13 \cdot 3 - 5 \cdot 5}{13 \cdot 5} \right) = m g \frac{39 - 25}{65} = m g \frac{14}{65} \end{aligned}$$



$$4m a_2 = 0 \quad 0 = N_2 - 4m g \cos \alpha_2$$

$$4m a_2 = 4m g \sin \alpha_2 + F_2$$

$$F_2 = 4m g \left( \frac{5}{24} - \frac{5}{13} \right) = 4m g \frac{5}{24 \cdot 13}$$



$$\Delta U_{123} = C_V P_0 V_0 \left( \frac{5 \cdot 7 - 7}{2} \right) = \frac{3}{2} P_0 V_0 \frac{7 \cdot 3}{2} =$$

$$A_g = \frac{1}{2} P_0 V_0 \cdot 3 \cdot \frac{3}{2} = \frac{9}{4} P_0 V_0 = \frac{63}{4} P_0 V_0$$

$$1) \frac{63 \cdot 4}{4 \cdot 9} = 7$$

$$P_0 V_0 = 72 \quad P = 6$$

$$-6 V_0 = 72 P - 72$$

$$\frac{dP}{dV} = -\frac{P_0}{2V_0} \quad P(V) = 6P_0 - \frac{V P_0}{2V_0}$$

$$-\frac{P_0}{V_0} = -\frac{P_0}{2V_0} dV_0$$

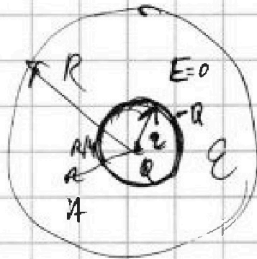


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\varphi = \frac{KIa}{ER}$$

$$\varphi_0 = \frac{4KIa}{R}$$

$$\varphi = \frac{4KIa}{R} - \frac{4KIa}{ER}$$

$$\frac{5nB_0}{2} + \frac{42SnB_0}{3}$$

$$= \frac{8}{3} + \frac{1}{2} = \frac{16+3}{6}$$

$$= \frac{19}{6}$$

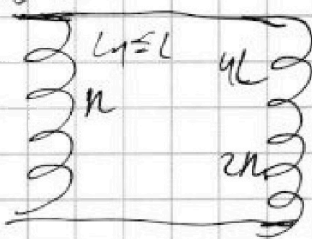
$$\frac{4}{3} = \frac{3KIa}{R}$$

$$\frac{3KIa}{ER}$$

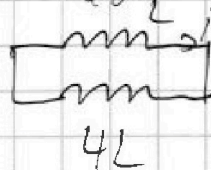
$$= \frac{3 - \frac{3}{E}}{\frac{3}{2} - \frac{3}{2a}} = \frac{3(E-1)}{\frac{3}{2}(E-1)}$$

$$\frac{3KIa}{2R} - \frac{3KIa}{2ER}$$

$$nB = dt$$



$$\vec{E} = \frac{d\varphi}{dt} = -B \cdot dS \cdot n = -L \frac{di}{dt}$$



$$-4L \frac{di}{dt} - L \frac{di}{dt} = dSn$$

$$L \frac{di}{dt} + 4L \frac{di}{dt} = \frac{dB_1 Sn}{dt} + \frac{2n \mu_0 B_0 S n}{dt} = \frac{dSn}{5L}$$

$$5L \frac{di}{dt} = dSn$$

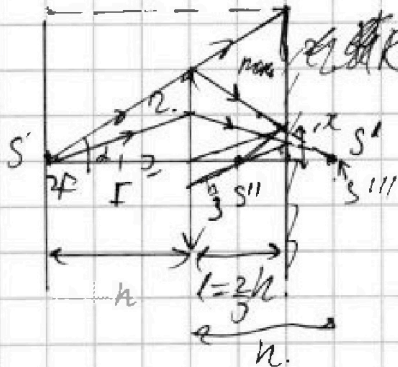
$$5L di = \frac{B_0 Sn}{2} + \frac{2n \mu_0 B_0 S}{3}$$

$$2 - \frac{2}{3} = \frac{4}{3}$$

$$\frac{8}{3} + \frac{1}{2} = \frac{19}{6}$$

$$I = \frac{19 B_0 S n}{30 L}$$

n/s.



$$\frac{2}{h} = \frac{3x}{h} \Rightarrow x = \frac{2}{3}$$

$$d = \frac{h}{3} \quad h = 2F$$

$$d = \frac{2}{3} F$$

$$\frac{3R}{5h} = \frac{2}{h} \Rightarrow R = \frac{5h}{3}$$

$$F = \frac{dF}{F-d} = \frac{2F \cdot \frac{2}{3}}{3F - \frac{2}{3}F} = 2F = ch$$

$$R - x = \frac{5h}{3} - \frac{2}{3} = \frac{4h}{3}$$

$$S \sim F = \frac{h}{3} \quad \frac{3}{h} - \frac{1}{h} = \frac{2}{h}$$

$$F = \frac{dF}{F-d} = \frac{h \cdot \frac{2}{3}}{\frac{2}{3}h} = h^2$$

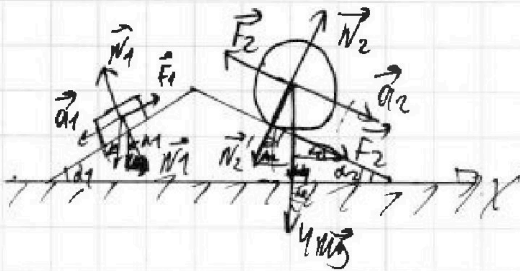


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

$$F_1 = m g \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right)$$

$$4 m a_2 = 4 m g \sin \alpha_2 + F_x$$

$$F_x = 4 m g \left( \frac{5}{24} - \frac{5}{13} \right) < 0$$

$$Ox: N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 + F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 = F_x$$

$$m g \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 - 4 m g \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 + F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 = F_x$$

$$65 = 13 \cdot 5$$

$$78 = 13 \cdot 6$$

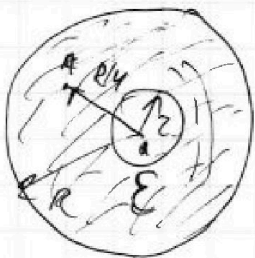
$$20 \cdot 12 = 240 + 110 = 350 \quad 130$$

$$\frac{12}{25} - \frac{14 \cdot 4}{65 \cdot 5} = \frac{12 \cdot 13 - 14 \cdot 4}{25 \cdot 13} =$$

$$\frac{12}{36} \quad 28$$

$$\frac{12}{106} \quad 56$$

$$\frac{12}{5} \quad 100$$

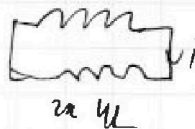


$$\varphi = \frac{q R}{R} - \frac{q R}{\epsilon R} = \frac{q R}{R} \frac{\epsilon - 1}{\epsilon}$$

$$R_1 < R$$

$$\varphi = \frac{q R}{2 R}$$

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_0} = \frac{4}{3} \quad \frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{4}{3} = \frac{3 R R}{R} \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} = \frac{2 \epsilon}{3 R R (\epsilon - 1)}$$



$$-5 L \frac{d i}{d t} - d S \dot{\alpha} = 0$$

$$W = \left( \frac{q R}{\epsilon R^2} \right)^2 \frac{\epsilon_0}{2} \approx 10$$

