



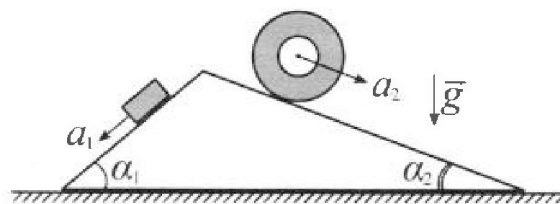
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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 α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

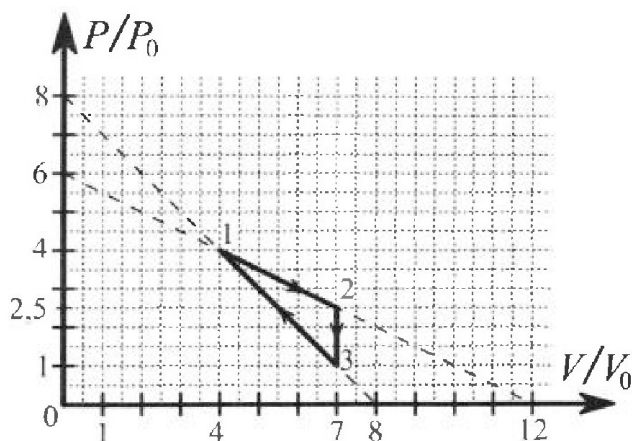


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

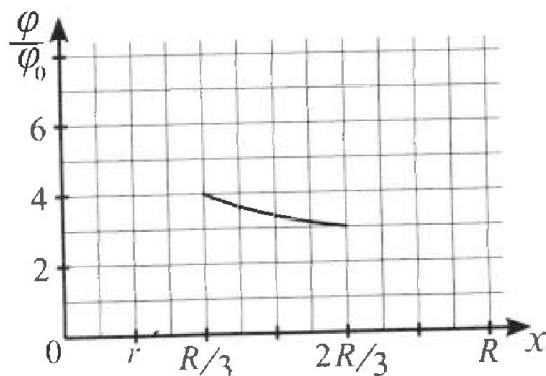
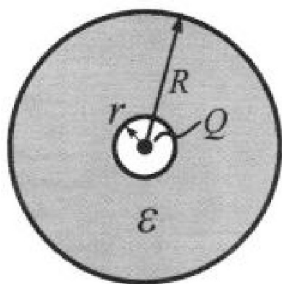
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 - потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .





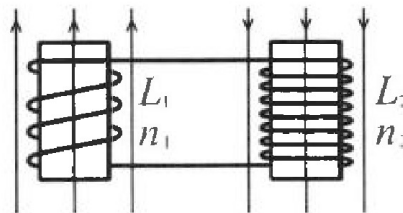
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

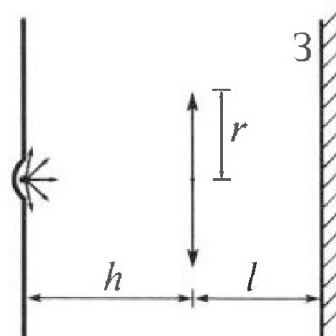


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки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

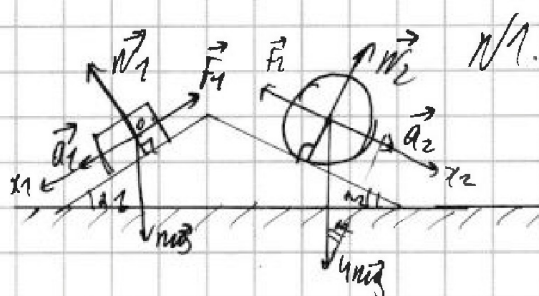


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



1) II з. Ньютона для бруса:

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

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

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

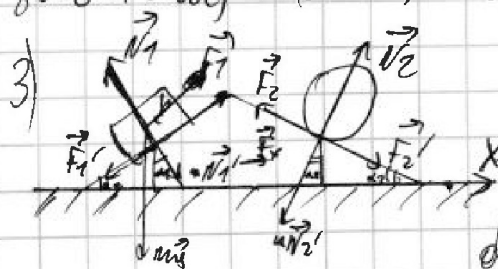
2) II з. Ньютона для цилиндра:

$$Ox_2: 4ma_2 = 4mg \sin \alpha_2 + F_{2x} \quad \text{[Направление } F_{2x} \text{ не} \\ \text{отмечено, поэтому положи} \\ \text{ли против оси } Ox_2. \text{ То } F_2 \parallel Ox_2.]$$

$$F_{2x} = 4m(a_2 - g \sin \alpha_2) = 20 \text{ кг} \frac{13-24}{24 \cdot 13} = -\frac{11 \cdot 20 \text{ кг}}{24 \cdot 13} = -\frac{55}{78} \text{ кг}$$

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

$|F_2| = \frac{55}{78} \text{ кг}$. П.к. цилиндр находится без проскальзывания, то скорость в точке соприкосн. с клином $= 0$.



По III з. Ньютона на клин

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

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

действуют F -ида трения 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:

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

[Направление F_x не знаем $\Rightarrow$ берем ее произвольно на Ox. Fall Ox: $\downarrow$

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

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

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

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

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

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

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

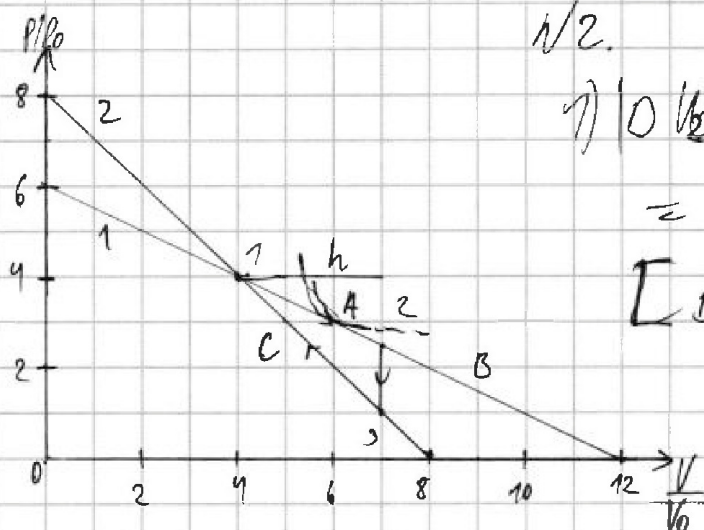


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$\sqrt{2}$.

$$1) |Q_{12}| = C_V P_0 V_0 \left(\frac{5}{2} \cdot 7 - 1 \cdot 7 \right) = C_V 7 \frac{3}{2} P_0 V_0$$

$$\begin{aligned} \Delta U_{23} &= U_3 - U_2 = C_V (T_3 - T_2) = \\ &= C_V (P_3 V_3 - P_2 V_2) < 0 \\ |Q_{12}| &= C_V (P_2 V_2 - P_3 V_3) \end{aligned}$$

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

A_y - площадь внутри графика.

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

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

2) упр. прямой 1:

$$\frac{V-0}{12V_0} = \frac{P-6P_0}{6P_0-12P_0} \Rightarrow P(V) = 6P_0 - \frac{P_0}{2V_0} V. \quad \text{— для удобства самопроверки берем размерность обеих пропорций.}$$

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

В процессе 12 $U \downarrow$, $A \uparrow$. Писать в конкретном моменте будем знака знака у Q (сначала по формуле Q , затем опровергнем). В м. с максимальной темпе-



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 будет палатка с изометрией. Пусть м.А. Координаты м.А P_A и V_A . В м.А палаточная и „самый высокий“ изометрия имеет члвовой погр.

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

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

Подставим в ур. прямой 1:

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

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

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

Ур. состояния газа в м.1: $P_1 V_1 = 2R T_1 \Rightarrow T_1 = \frac{16P_0 V_0}{2R}$

$$\frac{T_m}{T_1} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$

3) $\eta = \frac{A_{из}}{Q_{из}}$. Рас-им процесс 1-2. В м.А палаточная прямая 1 с адиабатой сменяется изометрией-ной процесс. Угол наклона палаточной адиабаты:

$$PV^\gamma = const$$

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

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

Пусть палаточная 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!

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

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

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

$$SQ_{12} = C_v \gamma dT + A = C_v \gamma dT + p dV$$

$$\text{Или, используя: } pV = \gamma RT \Rightarrow p dV + V dp = \gamma R dT$$

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

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

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

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

$$= 45P_0 V_0 - P_0 V_0 (9 - 16) = 45P_0 V_0 - 33P_0 V_0 = 12P_0 V_0$$

Или, прямой 3-1:

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

Нахождение с площадью в м.С:

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

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



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.



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!

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

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

$$Q_{xc} = \int_7^{50} \left(20P_0 - 4 \frac{P_0 V}{V_0} \right) dV = \left[20P_0 \cdot 2V_0 - \frac{4P_0}{V_0} \frac{V^2}{2} \right]_7^{50} =$$

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

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

$$\eta = \frac{A_{gr}}{Q_n} = \frac{9}{4 \cdot 20} = \frac{9}{80}$$

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

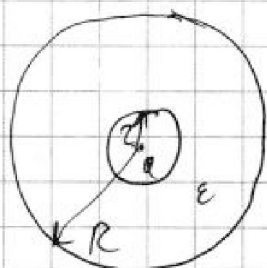


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 сферы радиуса r .

Если $\frac{R}{r} > 2$

Заряд Q создает $\varphi_1 = \frac{4\pi kQ}{r}$

А диэлектрик уменьшает поле в ϵ раз.

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

2) $\frac{\varphi(R)}{\varphi_0} = \frac{1}{3}$; $\frac{\varphi(2R/3)}{\varphi_0} = 1 \Rightarrow \frac{\varphi(R)}{\varphi(2R/3)} = \frac{1}{3}$

Плотность энергии в области $\sqrt{\epsilon} \frac{4\pi kQ^2}{r^3}$

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

$= \frac{2(kQ)^2 \epsilon_0 \pi r_0^3}{3(\epsilon r_0^2)} - \frac{2E_0^2 \epsilon_0 \pi r}{3} \frac{2(kQ)^2 \pi r^3}{3(r^2)} =$

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

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

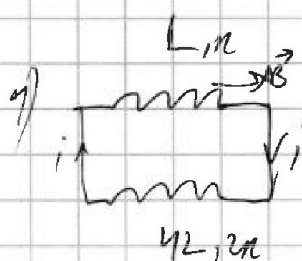
Ответ: при $\frac{R}{r} < 2$ $\varphi = \frac{kQ}{r}$; при $\frac{R}{r} > 2$ $\varphi = \frac{4\pi kQ}{r\epsilon}(\epsilon - 1)$



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 намотки L_1)

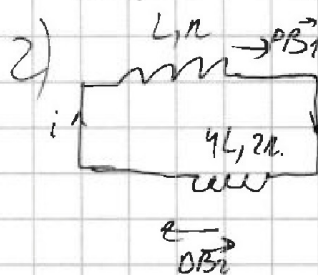
$$\mathcal{E}_i = - \frac{d\Phi}{dt} = - S \cdot n_1 \frac{dB}{dt} = - dS \cdot n$$

II нр. Кирхгофа:

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

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

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



В начале $I = 0$.

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:

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

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

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

$$5L I = \frac{19}{6} B_0 S n \Rightarrow I = \frac{19}{30} \frac{B_0 S n}{L}$$

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

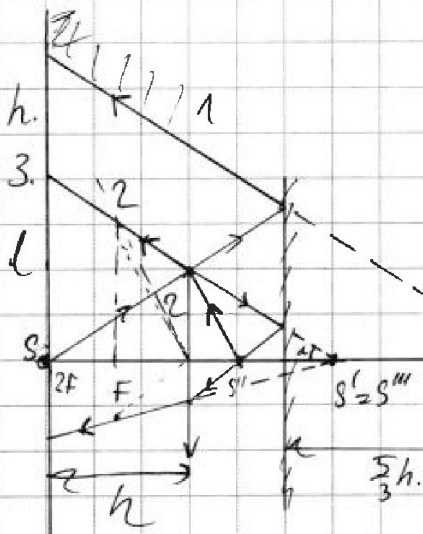


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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''' параллельна

Вся область сферы выше уровня

1 освещена прямой линией

иммунитет S .

S'' - изображение S . Оно

появилось при. Рас-шия прот-

ний при, проходящий через центр. (при 2).

Всё, что ниже т. 3 освещено.

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

Увеличенная область - h .

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

$$\frac{2\pi}{h} = \frac{(l+h)^2}{10h} \Rightarrow l+h = \frac{10\pi}{3}.$$

$$S_2 = 2\pi \pi^2 \left(\frac{10}{3} \right)^2 - 4 = \pi \pi^2 \frac{96}{9} = 84\pi \text{ см}^2 = 192\pi \text{ см}^2$$

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

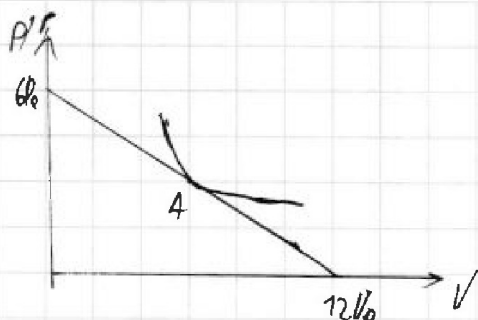


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

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

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

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

$$P_A V_A = \text{const.} \quad P_A = \frac{\text{const.}}{V_A} \quad dP_A = -\frac{\text{const.}}{V_A^2} dV_A$$

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

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

$$\frac{T_m}{T_1} = \frac{18}{16 \cdot 8} = \frac{9}{8}$$

$$P_A dV_A + dP_A V_A = 0$$

$$\frac{dP_A}{P_A} = -\frac{dV_A}{V_A}$$

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

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

$$Q_{12} = 15P_0 \cdot 3V_0 - \frac{P_0}{2V_0} \frac{V^2}{2} \Big|_{2V_0}^{6V_0} = 45P_0 V_0 - \frac{P_0 V_0^2}{2V_0} \left(\frac{36}{2} - \frac{4}{2} \right) = 45P_0 V_0 - \frac{33P_0 V_0}{4} = \frac{147P_0 V_0}{4}$$

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

$$\frac{5}{3} \frac{P_B}{V_B} = \frac{P_0}{2V_0} \Rightarrow V_B = \frac{10 P_0 V_0}{3P_0}$$

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

$$V_B = \frac{10}{8} \frac{5}{4} P_0 = \frac{15}{2} P_0 - \text{нельзя.}$$

$$x=5\% \quad P_B = 6P_0 - \frac{5P_0 V}{3}$$

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

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

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

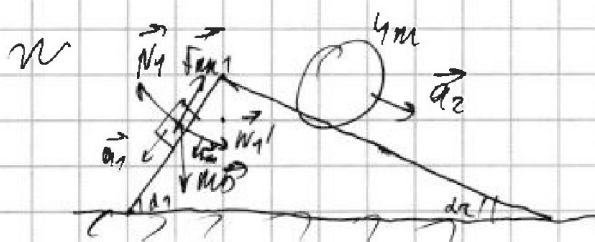


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

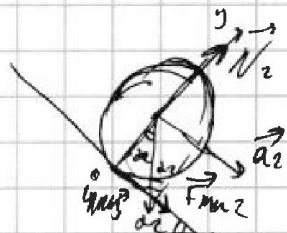
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



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

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

$$\begin{aligned} 1) F_{m1} &= \mu N_1 \cos \alpha_1 = \mu g \sin \alpha_1 - \mu a_1 = \mu g \cdot \frac{3}{5} - \mu \cdot \frac{59}{13} = \\ &= \mu g \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = \mu g \left(\frac{13 \cdot 3 - 5 \cdot 5}{13 \cdot 5} \right) = \mu g \frac{39 - 25}{65} = \mu g \frac{14}{65} \cdot \frac{13}{5} = \frac{14}{25} \mu g \end{aligned}$$

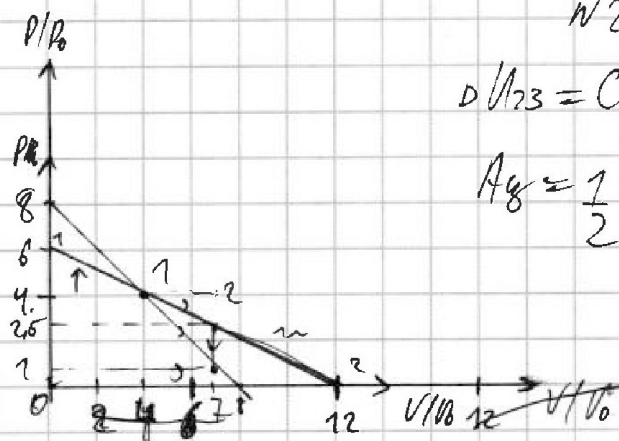
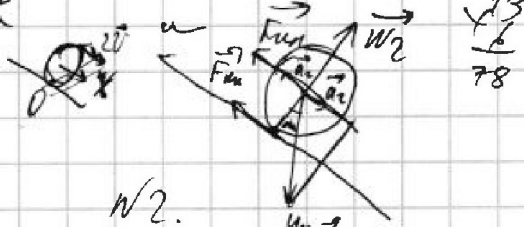
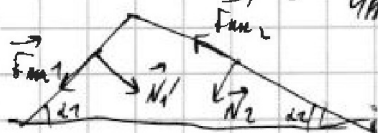


$$4 \mu a_2 = 0V: 0 = N_2 - 4 \mu g \cos \alpha_2$$

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

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

$$q = \frac{F_2}{4 \mu R}$$



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

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

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

$$P_0 V_0 = 12 \Rightarrow P = 6$$

$$-6 V_0 = 12 P - 72$$

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

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

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

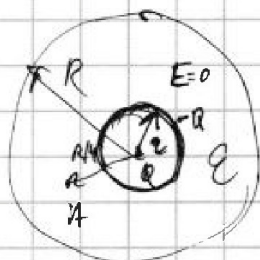


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\varphi = \frac{kQ}{\epsilon R}$$

$$\varphi = \frac{4kQ}{R}$$

$$\varphi = \frac{4kQ}{R} - \frac{4kQ}{\epsilon R}$$

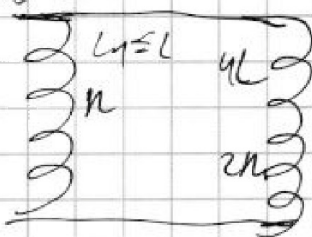
$$\frac{5kQ}{2} + \frac{4kQ}{3} =$$

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

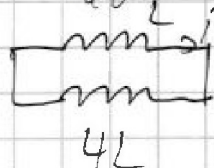
$$= 4$$

$$\frac{4}{3} = \frac{3kQ}{R} - \frac{3kQ}{\epsilon R} = \frac{3 - \frac{3}{\epsilon}}{R} = \frac{3(\epsilon - 1)}{R}$$

$$d\Phi = d\psi$$



$$\vec{E} = \frac{d\Phi}{dt} = -B \cdot 2S \cdot n = -L \frac{di}{dt}$$



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

$$L \frac{di}{dt} + 4L \frac{di}{dt} = \frac{dB_1 S n}{dt} + \frac{2n B_2 S n}{dt} = \frac{dSn}{5L}$$

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

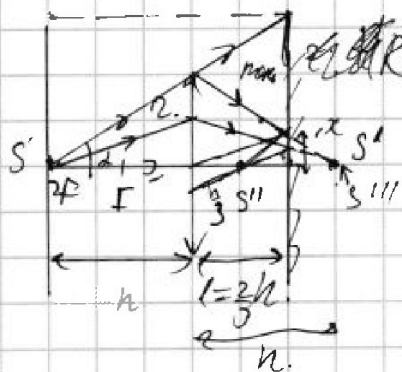
$$5L di = \frac{B_0 S n}{2} + \frac{2n B_0 S}{3}$$

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

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

$$I = \frac{12 B_0 S n}{30 L}$$

n/5.



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

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

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

$$\frac{3R}{5h} = \frac{2}{h} \Rightarrow R = \frac{10}{3} h$$

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

$$R - x = \frac{10}{3} h - \frac{2}{3} = \frac{4}{3} h$$

$$= 2F = h$$

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

$$F = \frac{dF}{F-d} = \frac{h}{6 \cdot h} = \frac{1}{6}$$

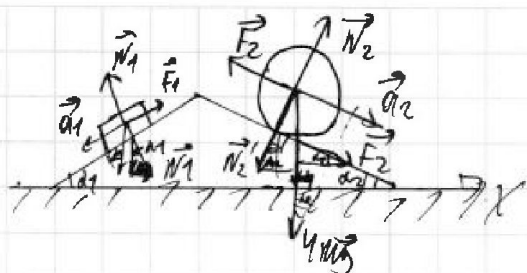


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

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

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

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

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

$$65 = 13 \cdot 5$$

$$78 = 13 \cdot 6$$

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

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

$$11 \cdot 25 \cdot 13 \quad R > r.$$

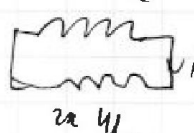
$$\varphi = \frac{4 \pi Q}{R} - \frac{4 \pi Q}{\epsilon R} = \frac{4 \pi Q}{R} \frac{\epsilon - 1}{\epsilon}$$

$$R_1 < r.$$

$$\varphi = \frac{4 \pi Q}{2 R}$$

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_0} = 4$$

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{4}{3} = \frac{3 \pi Q}{R} \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \cdot \frac{2 \epsilon}{3 \pi Q (\epsilon - 1)}$$



$$- 5 L \frac{di}{dt} - d S \dot{B} = 0.$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$W = \left(\frac{4 \pi Q}{\epsilon R^2} \right)^2 \frac{\epsilon_0}{2} \approx 10$$

