



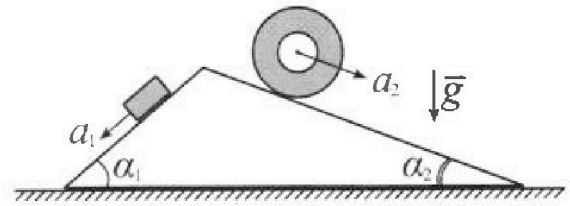
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (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.

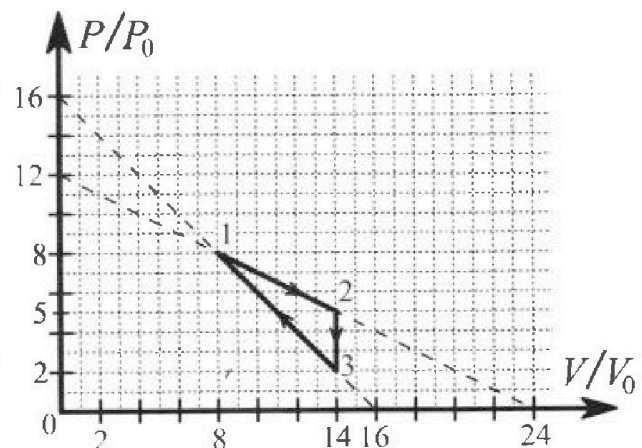


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

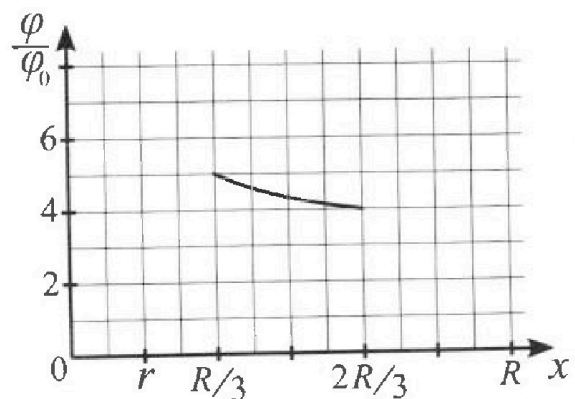
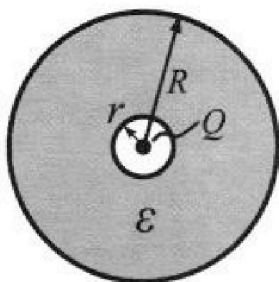
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью 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 $x = 5R/6$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .





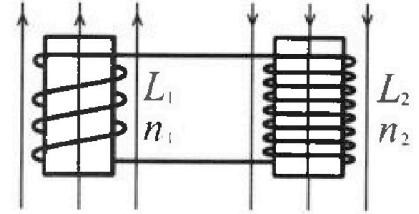
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

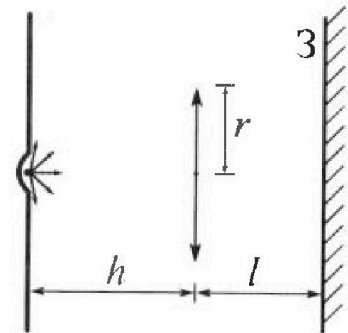


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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 $B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $3B_0$ до $9B_0/4$, 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 $F = h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 5$ 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
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!

Задача 1

$$Ox: -(F_{sp} \sin \alpha)_1 + (-N_1) \sin \alpha_1 - (-N_2) \sin \alpha_2 + (-F_{sp}) \cos \alpha_2 + F_{sp} \sin \alpha$$

$$- F_{sp} \cos \alpha = - F_{sp} \sin \alpha \cos \alpha_1 - N_1 \sin \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 - F_{sp} \cos \alpha_2$$

$$N_1 = mg \cos \alpha_1 \quad (\text{из уравнения 1})$$

$$N_2 = 2mg \cos \alpha_2 \quad (\text{из уравнения 2})$$

$$- F_{sp} \cos \alpha = F_{sp} \sin \alpha \cos \alpha_1 - mg \cos \alpha_1 \sin \alpha_1 + 2mg \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 - F_{sp} \cos \alpha_2$$

$F_{sp} \cos \alpha$ и $F_{sp} \sin \alpha$ вычитаем из уравнения 1 и 2

$$- F_{sp} \cos \alpha = \frac{6}{65} mg$$

$$F_{sp} \cos \alpha = \frac{6}{65} mg$$

$$\text{Ответ: 1) } F_1 = \frac{5}{65} mg$$

$$2) F_2 = \frac{7}{26} mg$$

$$3) F_3 = \frac{6}{65} mg$$

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.

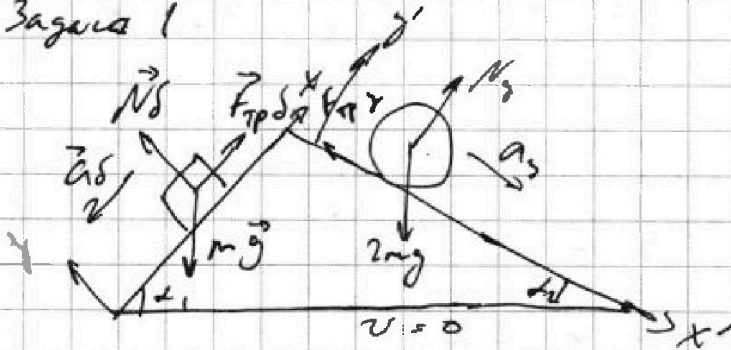


1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!

Задача 1



$$Ox: -ma_1 = F_{sp1} - mg \sin \alpha_1 \quad Oy: 0 = N_1 - mg \cos \alpha_1$$

$$F_{sp1} = mg \sin \alpha_1 - ma_1$$

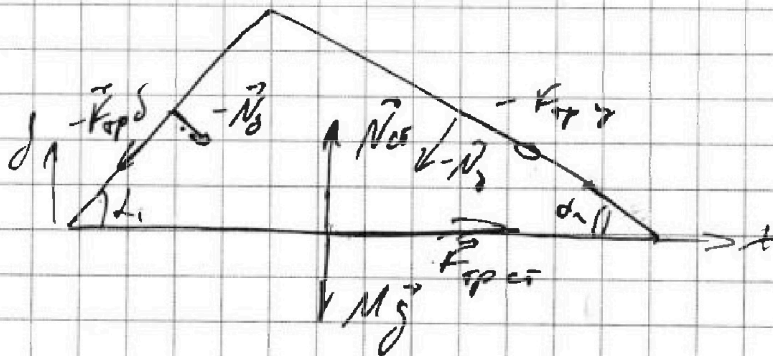
$$F_{sp1} = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) = mg \frac{30-30}{65} = \frac{0}{65} mg$$

$$Ox': 2ma_2 = -F_{sp2} + 2mg \sin \alpha_2 \quad Oy': 0 = N_2 - 2mg \cos \alpha_2$$

$$F_{sp2} = 2mg \sin \alpha_2 - 2ma_2$$

$$F_{sp2} = 2mg \left(\sin \alpha_2 - \frac{a_2}{g} \right) = 2mg \left(\frac{5}{13} - \frac{1}{5} \right) =$$

$$= 2mg \left(\frac{20}{52} - \frac{13}{52} \right) = 2mg \frac{7}{52} = mg \frac{7}{26} = \frac{7}{26} mg$$





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
3 из 5

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!

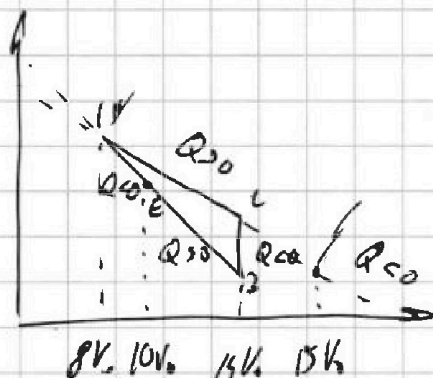
$$30\% - 2 \frac{p_0}{V_1} V = 0$$

$$V = 15 V_0$$

аналогично для процесса 3-1

$$\frac{dQ}{dV} = 40\% - 4 \frac{p_0}{V_0} V = 0$$

$$V = 10 V_0$$



$$Q_n = Q_{12} + Q_{3E}$$

$p dV$ - площадь под графиком

$$Q_{12} = \frac{3}{2} J K \Delta T + p dV = 5 p_0 V_0 + 7.5 p_0 V_0 = 12.5 p_0 V_0$$

$$Q_{3E} = \frac{3}{2} J R (T_E - T_3) + p dV$$

$$p_E = 6 p_0 \quad T_E = \frac{6 p_0 \cdot 10 V_0}{J R}$$

$$V_E = 10 V_0$$

$$Q_{3E} = 5 p_0 V_0 - 16 p_0 V_0 = -11 p_0 V_0 \quad Q_n = (12.5 - 11) p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{1.5 p_0 V_0}{12.5 p_0 V_0} = \frac{18}{125} \quad \text{Ответ: 1) } \frac{18}{125} \quad 2) \frac{18}{7} \quad 3) \frac{18}{57}$$



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!

Задача

$$1-2 \quad p = 12p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \cdot V$$

$$3-1 \quad p = 16p_0 - \frac{p_0}{V_0} \cdot V$$

$$\Delta U_{1-2} = \frac{i}{2} \Delta R_0 T = \frac{i}{2} \Delta R (T_2 - T_1) \quad i=3$$

$$p_1 = 8p_0 \quad V_1 = 8V_0 \quad pV = \Delta R T \quad T = \frac{pV}{\Delta R}$$

$$p_1 = 5p_0 \quad V_1 = 14V_0 \quad T_1 = \frac{64p_0 V_0}{\Delta R} \quad T_2 = \frac{70p_0 V_0}{\Delta R}$$

$$\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2} \Delta R \frac{70p_0 V_0 - 64p_0 V_0}{\Delta R} = \frac{3}{2} \cdot 6 p_0 V_0 = 9p_0 V_0$$

$$A_2 = \frac{1}{2} (14V_0 - 8V_0) \cdot (5p_0 - 8p_0) = \frac{1}{2} 6V_0 \cdot 3p_0 = 9p_0 V_0$$

A_2 - площадь цикла (или площадь огибающей цикла)

$$\frac{\Delta U_{1-2}}{A_2} = \frac{9p_0 V_0}{9p_0 V_0} = 1$$

процесс 1-2

$$pV = \Delta R T \quad p = 12p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \cdot V$$

$$12p_0 V - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V^2 = \Delta R T$$

$$T = \frac{1}{\Delta R} \left[12p_0 V - \frac{p_0}{2V_0} \cdot V^2 \right] - \text{квадратичн. ф-ция}$$

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.

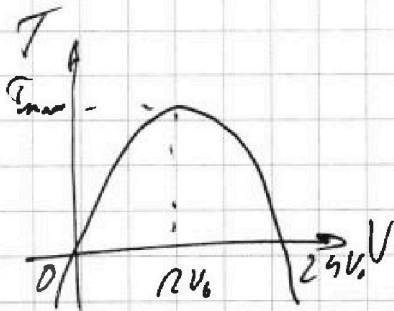


1 2 3 4 5 6 7

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!



$$12p_0V - \frac{p_0}{2V_0}V^2 = 0$$

$$V=0 \quad V=24V_0$$

$$T_{max} = T(12V_0) \quad (\text{срн. максим.})$$

$$T_{max} = \frac{1}{5R} \left[12 \cdot 144p_0V_0 - \frac{p_0}{2V_0} \cdot 144V_0^2 \right] = \frac{1}{5R} 72p_0V_0$$

$$T_3 = \frac{p_3V_3}{5R} \quad p_3 = 2p_0 \quad V_3 = 14V_0$$

$$\frac{T_{max}}{T_3} = \frac{72p_0V_0 \cdot \frac{1}{5R}}{28p_0V_0 \cdot \frac{1}{5R}} = \frac{72}{28} = \frac{18}{7}$$

$$\eta = \frac{A_3}{Q_n}$$

$$dQ = dU + dA$$

$$dQ = \frac{5}{2} \partial R dT + p dV$$

$$d(pV) = d(5RT)$$

$$5RdT = p dV + V dp$$

$$dQ = \frac{5}{2} p dV + \frac{5}{2} V dp$$

$$dQ = \frac{5}{2} \left(12p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V \right) dV + \frac{5}{2} V \cdot \left(-\frac{p_0}{2V_0} \right) dV$$

$$\frac{dQ}{dV} = 30p_0 - \frac{2p_0}{V_0} V = 0$$

$$p = 12p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V$$

$$\frac{dp}{dV} = -\frac{p_0}{2V_0}$$

$$dp = -\frac{p_0}{2V_0} dV$$



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.

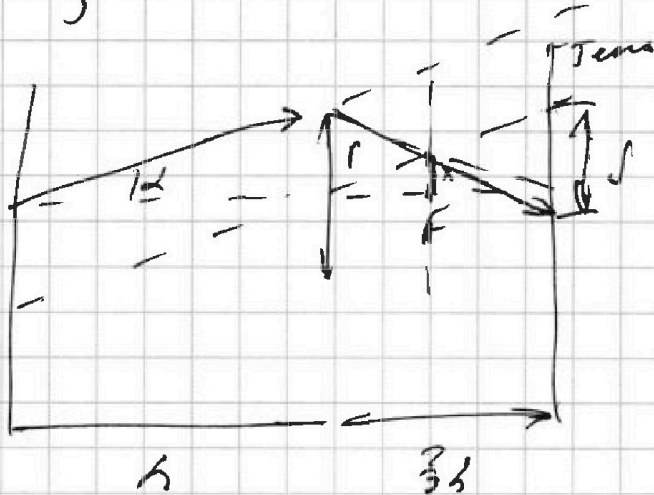
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

Задача 8

$$r = \frac{R}{3}$$



$$J = \pi R^2 - \pi r^2$$

$$\frac{J}{2} = \frac{r}{h} = \frac{x}{F}$$

$$\frac{J}{2} = \frac{r-x}{x}$$

$$J = \frac{2(r-x)}{x} \cdot x$$

$$J = \frac{2}{3} r \quad J = r$$

$$r_n = J - r = \frac{1}{3} r$$

$$\frac{R^2}{h+L} = \frac{r}{h}$$

$$R = \frac{r(h+L)}{h} = \frac{3}{3} r$$

$$J = \pi \left(\frac{5}{3} r\right)^2 - \pi \left(\frac{1}{3} r\right)^2 = \frac{24\pi}{3} r^2 = \frac{800}{3} \pi$$

$$= \frac{200}{3} \pi$$

Ответ: $\frac{200}{3} \pi$



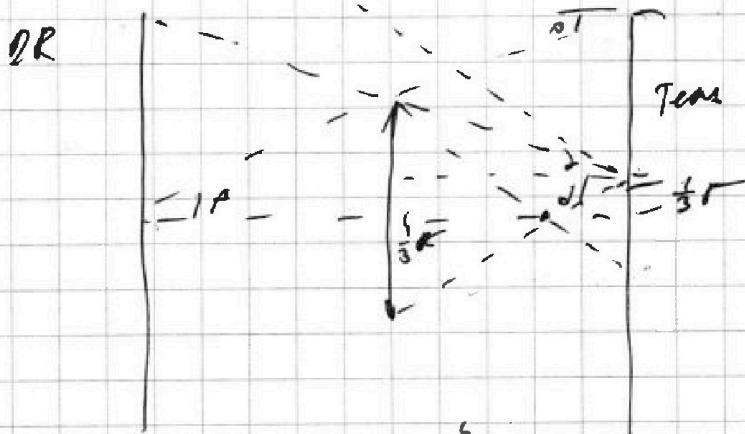
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

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!

$$S = \pi \left(\frac{5r}{3}\right)^2 - \pi \left(\frac{1}{3}r\right)^2 = \pi \frac{25}{9} r^2 - \pi \frac{1}{9} r^2 = \frac{24\pi}{9} r^2 = \frac{24 \cdot 25 \pi}{9} = \frac{600}{9} \pi = \frac{200}{3} \pi$$



$$\text{tg } \beta : \text{tg } \alpha = \frac{\frac{r}{3}}{\frac{5r}{3}} = \frac{2r}{5r} = \frac{2}{5}$$

$$\alpha = \text{tg} \quad \beta = \frac{2}{5}$$

$$2r = \frac{5r}{3} + \frac{1}{3}r$$

$$\frac{16}{3}r = \frac{5r}{3} + \frac{1}{3}r$$

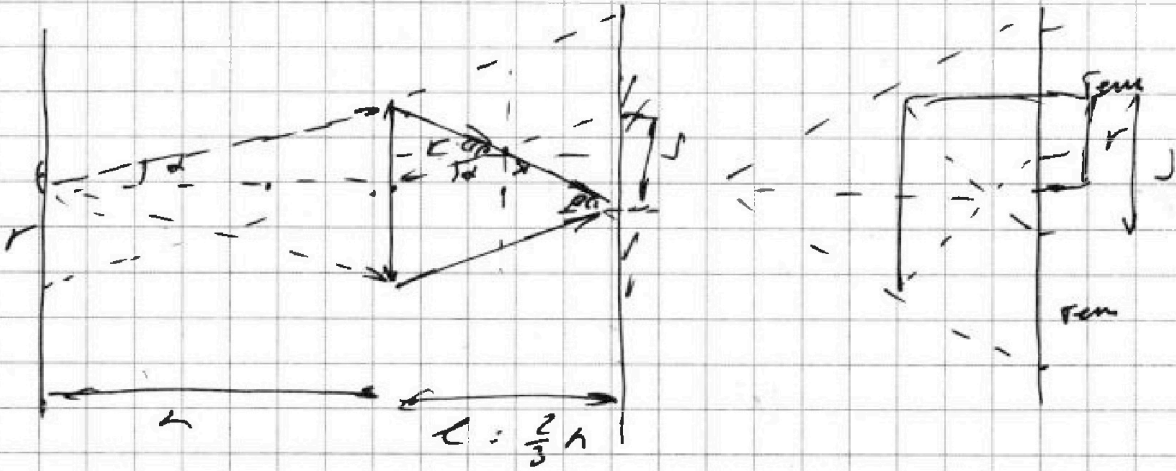
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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



$$F = \frac{h}{3}$$

$$F \cdot d = \frac{r}{h}$$

$$\frac{r}{h} = \frac{x}{F}$$

$$\frac{J}{L} = \frac{r-x}{F}$$

$$x = F \frac{r}{h}$$

$$J = \frac{L(r-x)}{F} = \frac{\frac{2}{3}h(r - F \frac{r}{h})}{F}$$

$$L = \frac{2}{3}h$$

$$J = \frac{\frac{2}{3}h(r-x)}{F} = \frac{\frac{2}{3}h(r - F \frac{r}{h})}{F}$$

$$= \frac{\frac{2}{3}h \cdot (r - \frac{\frac{2}{3}h}{3} \cdot \frac{r}{h})}{\frac{h}{3}} = \frac{\frac{2}{3}h \cdot \frac{3}{h} \cdot (r - \frac{r}{3})}{3}$$

$$= J = 2 \cdot \frac{2}{3}r = \frac{4}{3}r \quad J > r$$

$$R^2 - r^2 = R^2 - r^2 \quad r^2 = d - r = \frac{1}{3}r$$

$$\frac{R}{h+c} = \frac{r}{h} \quad R = \frac{r(h+c)}{h} \quad \frac{5}{3}h = \frac{5}{3}r$$

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



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
ИЗ

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

$$L_1: B_0 \rightarrow B_0/3 \quad B_1' = \frac{B_1}{3} \quad \int \frac{dB_1}{dt} - \int \frac{dB_2}{dt} - \int \frac{\mu n_1 dI}{dt} - \int \frac{\mu n_2 dI}{dt} =$$

$$L_2: B_1 = 3B_0 \quad B_2' = \frac{3B_0}{4} = 2\frac{1}{4}B_0 \quad = L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{dB}{dt} = \text{const}$$

$$B = \mu \cdot I \cdot \frac{n}{l} \quad B_1 = \mu I_1 \cdot \frac{n_1}{l} \quad B_2 = \mu I_2 \cdot \frac{n_2}{l}$$

$$\frac{B_{01}}{B_{02}} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\int dB_1 = \int dB_2 - \int \mu \frac{n_1}{l} dI - \int \mu \frac{n_2}{l} dI$$

$$= L_1 dI + L_2 dI$$

$$\int (B_1 - B_2) = \int (\frac{3B_0}{4} - 3B_0) - \int \mu \frac{n_1}{l} I_1 - \int \mu \frac{n_2}{l} I_2$$

$$- \int \mu \frac{n_2}{l} I_2 = (L_1 + L_2) I_2$$

$$\int (\frac{3B_0}{4} - 3B_0) = I_2 (L_1 + L_2) \mu \frac{n_2}{l}$$

$$\int_{a_1}^{a_2} \epsilon_{a_1} + \epsilon_{a_2} + \epsilon_{a_3} + \epsilon_{a_4} +$$

$$\frac{dB}{dI} = \mu \frac{n_1}{l}$$

$$\uparrow B_1 \quad \downarrow B_2$$

$$\downarrow B_1 \quad \downarrow B_2$$

$$\downarrow B = \mu \frac{n}{l} dI$$

$$\frac{dB}{dt} = \mu \frac{n_1}{l} \frac{dI}{dt}$$

$$\epsilon_{a_1} = \int \frac{dB_1}{dt} \quad \epsilon_{a_2} = \int \frac{dB_2}{dt}$$

$$\epsilon_{a_3} = -L \frac{dI}{dt}$$

$$\epsilon_{a_4} = -(L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$\epsilon_{a_5} = \int \frac{dB}{dt}$$

FB-

$$\epsilon_{a_6} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d(B_1 + B_2)}{dt} = \int \frac{dB_1}{dt} + \int \frac{dB_2}{dt}$$

$$\epsilon_{a_7} = \int \frac{dB_1}{dt} = \int \mu \frac{n_1}{l} \frac{dI}{dt}$$

$$\int \epsilon_{a_8} = \int \frac{dB_2}{dt} = \int \mu \frac{n_2}{l} \frac{dI}{dt}$$

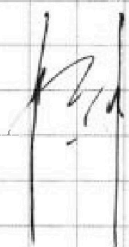


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

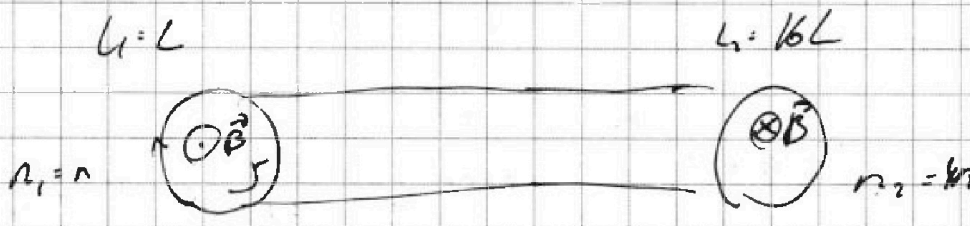
- 1 2 3 4 5 6 7

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!



$$I_0 = 0$$



$$B_{out} = I \cdot \left(\frac{\mu}{c}\right)$$

$$E_{ind} = -L \frac{dI}{dt} = -L \frac{d(I_1 + I_2)}{dt} = -L \cdot I \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} \cdot U = eL \frac{dI}{dt} \quad \frac{dI}{dt} = \frac{U}{L}$$

$$E_{ind} = \frac{d\Phi}{dt} = L$$

$$E_{L1} = -L_1 \frac{dI}{dt} \quad E_{L2} = -L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$E_{ind} + E_{L1} + E_{L2} = 0$$

$$L = -(L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = -\frac{L}{L_1 + L_2} \quad \left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{L}{L_1 + L_2}$$

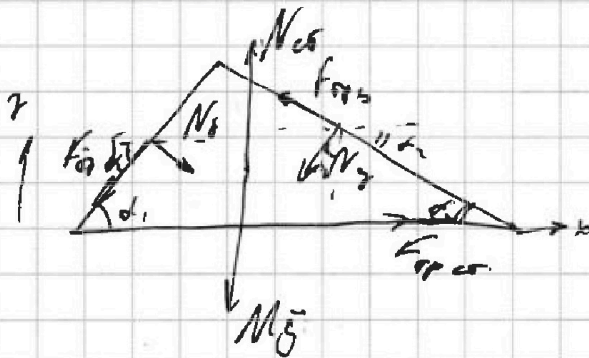
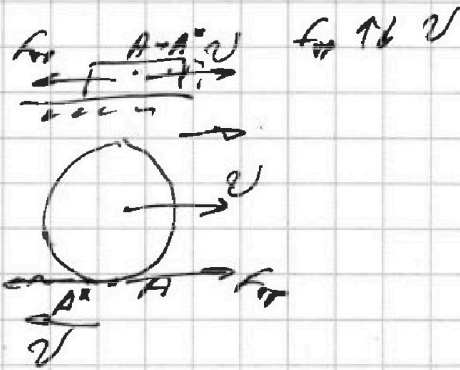
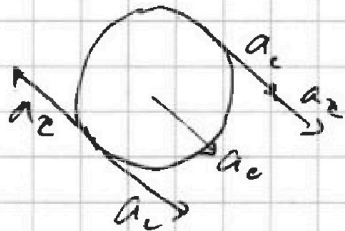
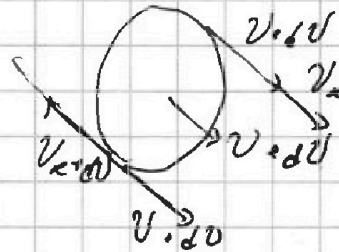
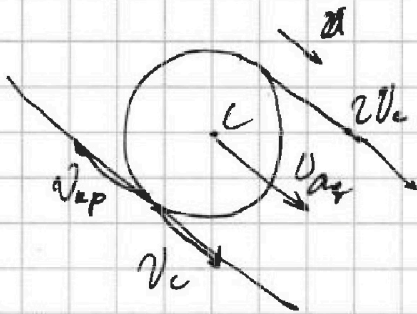


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$x: 0 = -F_{1r} \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 - F_{2r} \cos \alpha_2 + F_{1r}$$

$$y: 0 = N_2 \cos \alpha_2 + F_{2r} \sin \alpha_2 - N_1 \cos \alpha_1 - F_{1r} \sin \alpha_1 - Mg$$

$$\left\{ \begin{aligned} ma_1 \cos \alpha_1 &= N_1 \sin \alpha_1 - F_{1r} \cos \alpha_1 \\ ma_1 \sin \alpha_1 &= mg - F_{1r} \sin \alpha_1 - N_1 \cos \alpha_1 \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} 2ma_2 \cos \alpha_2 &= N_2 \sin \alpha_2 + F_{2r} \cos \alpha_2 \\ 2ma_2 \sin \alpha_2 &= 2mg + F_{2r} \sin \alpha_2 - N_2 \cos \alpha_2 \end{aligned} \right.$$

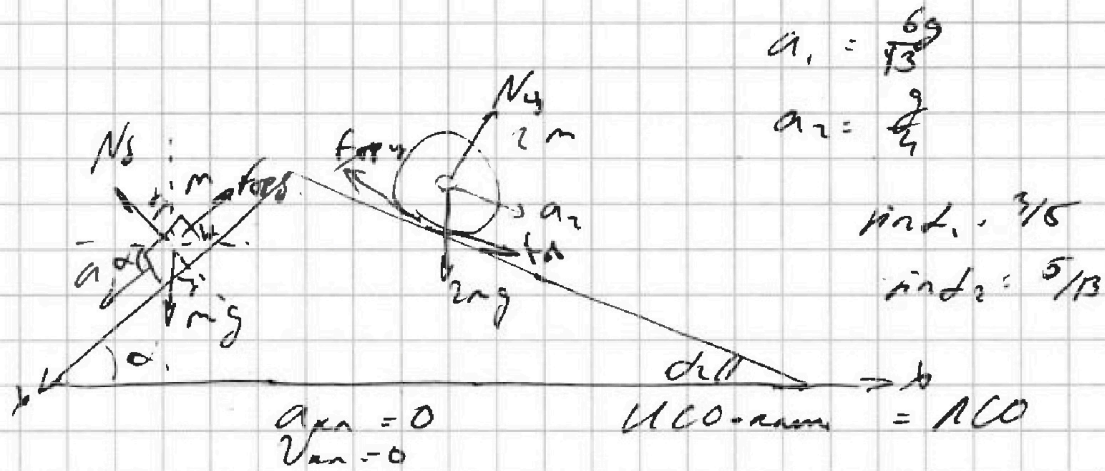


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
_ 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!



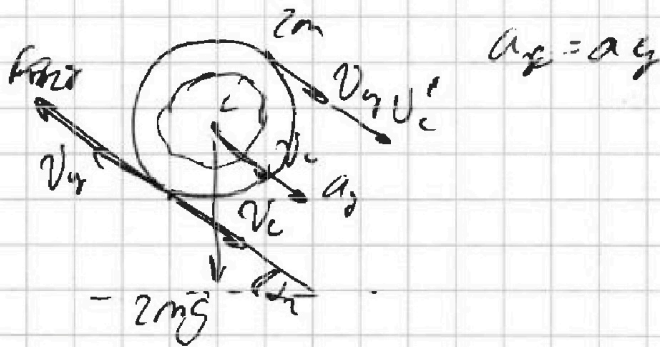
$$I: m\vec{a}_1 = \vec{N}_s + m\vec{g} + \vec{F}_{sp}$$

$$ma_1 = mg \sin \alpha - F_{sp}$$

$$F_{sp} r = m r g \sin \alpha - a_1$$

$$-m a \cos \alpha = -N \sin \alpha + F_{sp} \cos \alpha$$

$$m a \cos \alpha = N \sin \alpha - F_{sp} \cos \alpha$$



$$y: m\vec{a}_2 = \vec{N}_y + 2m\vec{g} + \vec{F}_{sp}$$

$$m a_2 \cos \alpha = N_y \sin \alpha + F_{sp} \cos \alpha$$

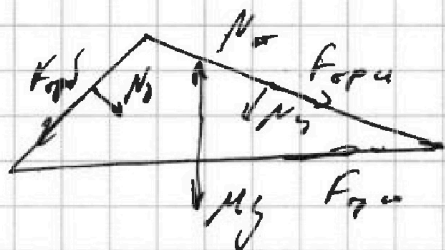


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$0 = -F_{op1} \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 + F_{op2} \cos \alpha_2 + F_{op3}$$

$$0 = N_3 - F_{op1} \sin \alpha_1 - N_2 \cos \alpha_2 - N_1 \cos \alpha_1 - F_{op2} \sin \alpha_2 - Mg$$

$$F_{op1} = F_{op2} \cos \alpha_1 - N_1 \sin \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 \text{ и } F_{op1} \cos \alpha_2$$

$$F_{op1} = F_{op2} \cos \alpha_1 - mg \cos \alpha_1 \sin \alpha_1 + 2mg \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 - F_{op2} \cos \alpha_2$$

$$F_{op1} = \frac{5}{56} \cdot \frac{4}{8} mg - \frac{3 \cdot 4}{26} mg + \frac{2 \cdot 5 \cdot 12}{13^2 \cdot 13} - \frac{7}{26} \cdot \frac{12}{13} mg$$

$$= \frac{36}{13 \cdot 5 \cdot 5} - \frac{12}{5 \cdot 5} + \frac{120}{13 \cdot 13} - \frac{84}{13 \cdot 13 \cdot 2}$$

$$= \frac{36 \cdot 26 - 13 \cdot 12 \cdot 26 + 120 \cdot 2 \cdot 25 - 84 \cdot 26}{13^2 \cdot 5^2 \cdot 2}$$

$$= \frac{12 \cdot 26(-10) + 56(120 - 42)}{13^2 \cdot 5^2 \cdot 2} = \frac{56 \cdot 78 - 120 \cdot 26}{13 \cdot 5^2 \cdot 2}$$

$$= \frac{50 \cdot 33 - 120 \cdot 13}{13^2 \cdot 5^2} = \frac{10 \cdot 3 - 23}{13 \cdot 5} = \frac{6}{13 \cdot 5} = \frac{6}{65} mg$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
ИЗ

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

$$F_{sp} \begin{cases} ma_1 = N_1 \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} - F_{sp} \sin \alpha \\ ma_1 = m \frac{mg}{\sin \alpha} - F_{sp} \sin \alpha - N \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} \end{cases}$$

$$N \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} - (ma_1 + F_{sp} \sin \alpha) \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$ma_1 = \frac{mg}{\sin \alpha} - F_{sp} \sin \alpha - (ma_1 + F_{sp} \sin \alpha) \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$ma_1 = \frac{mg}{\sin \alpha} - F_{sp} \sin \alpha - ma_1 \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} - F_{sp} \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$F_{sp} \sin \alpha = \frac{mg}{\sin \alpha} - ma_1 \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} - ma_1$$

$$F_{sp} = ma_1 + mg \sin \alpha$$

$$F_{sp} = m(a_1 + g \sin \alpha)$$

$$F_{sp} = m \left(\frac{6g}{13} + \frac{3g}{5} \right) = m \frac{43g}{65}$$

$$= m \frac{20g}{15} = \frac{20}{15} mg$$

$$N_1 = mg \cos \alpha$$

$$F_{sp} = m(g \sin \alpha - a_1) = \frac{33-50}{15} mg$$

$$= \frac{3}{15} mg$$

$$2ma = F_{sp} + 2mg \sin \alpha$$

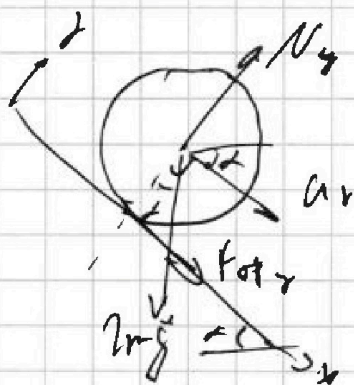
$$0 = N_2 - 2mg \cos \alpha \quad N_2 = 2mg \cos \alpha$$

$$F_{sp}: 2ma_2 = 2mg \sin \alpha + 2m(a_2 - g \sin \alpha):$$

$$= 2m \left(\frac{g}{4} - \frac{2g}{13} \right):$$

$$\frac{13}{52} - \frac{20}{52} = -\frac{7}{52}$$

$$F_{sp} = mg \frac{14}{52} = \frac{7}{26} mg + 2mg \left(\frac{1}{4} - \frac{5}{13} \right) = 2mg \left(\frac{9}{52} \right)$$





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
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!

$$\eta = \frac{A_2}{Q_n}$$

1-2

$$dQ = dU + dA$$

$$dQ = \frac{3}{2} p dV + p dV$$

$$dQ$$

$$pV = 12p_0 - \frac{p_0}{2V_0} \cdot V$$

$$\frac{dp}{dV} = -\frac{p_0}{2V_0}$$

$$dp = -\frac{p_0}{2V_0} dV$$

$$d(pV) = p dV + V dp$$

$$p dV + V dp = p dV + V dp$$

$$dV = \frac{1}{\frac{p}{V}} (p dV + V dp)$$

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

$$dQ = \frac{5}{2} \left(12p_0 - \frac{p_0}{2V_0} \cdot V \right) dV + \frac{3}{2} V \cdot \left(-\frac{p_0}{2V_0} \right) dV$$

$$dQ = \left(30p_0 - \frac{5p_0}{4} \frac{V}{V_0} \right) dV + \left(-\frac{3}{4} \frac{p_0}{V_0} V \right) dV$$

$$dQ = \left(30p_0 - \frac{5p_0}{4} \frac{V}{V_0} - \frac{3}{4} \frac{p_0}{V_0} V \right) dV$$

$$Q = 30p_0 V - \frac{5}{8} \frac{p_0}{V_0} V^2 - \frac{3}{8} \frac{p_0}{V_0} V^2 \Big|_{4V_0}^{14V_0}$$

$$Q = 30p_0 V - \frac{p_0}{V_0} V^2 \Big|_{4V_0}^{14V_0}$$

$$Q = 420p_0 V_0 - 144p_0 V_0 - 240p_0 V_0 + 64p_0 V_0 = 60p_0 V_0$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ 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!

$$dQ = \left(30p_0 - \frac{5}{2} \frac{p_0}{V_0} U - \frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} U \right) dV$$

$$dQ = \left(30p_0 - 2 \frac{p_0}{V_0} U \right) dV$$

$$\frac{dQ}{dV} = 30p_0 - 2 \frac{p_0}{V_0} U$$

$$30p_0 - 2 \frac{p_0}{V_0} U = 0$$

$$p_0 U = 15 p_0 \frac{V_0}{p_0} = 15 V_0$$

123 3-1

~~p = p_0~~

$$p = 16p_0 - \frac{p_0}{V_0} U$$

$$\frac{dp}{dV} = - \frac{p_0}{V_0}$$

$$dp = - \frac{p_0}{V_0} dU$$

$$dQ = dU + dA$$

$$dA = \frac{3}{2} p dU + p dV$$

$$dQ = \frac{5}{2} p dU + \frac{3}{2} U \frac{dp}{dV} dV$$

$$dQ = \frac{5}{2} \left(16p_0 - \frac{p_0}{V_0} U \right) dV + \frac{3}{2} U \cdot \left(- \frac{p_0}{V_0} \right) dV$$

$$dQ = \left(40p_0 - \frac{5p_0}{2V_0} U - \frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} U \right) dV$$

$$\frac{dQ}{dV} = 40p_0 - 4 \frac{p_0}{V_0} U = 0$$

$$U = 10 p_0 \frac{V_0}{p_0} = 10 V_0$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ 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!

$$\frac{T_{\max}}{T_3}$$

$$T_3 = \frac{P_0 V_0}{\partial R}, \quad \frac{28 P_0 V_0}{\partial R}$$

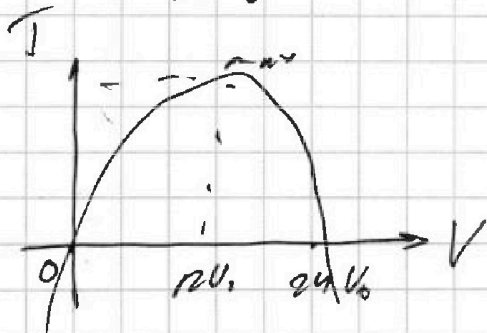
1-2

$$P U = \partial R T$$

$$P = 12 P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{U_0} \cdot U$$

$$12 P_0 U - \frac{1}{2} \frac{P_0}{U_0} \cdot U^2 = \partial R T$$

$$T(U) = \frac{1}{\partial R} \left[12 P_0 U - \frac{P_0}{2 U_0} \cdot U^2 \right]$$



$$12 P_0 U - \frac{P_0}{2 U_0} \cdot U^2 = 0$$

$$12 P_0 - \frac{P_0}{2 U_0} \cdot U = 0$$

$$U = \frac{12 P_0 \cdot 2 U_0}{P_0} = 24 U_0$$

$$T = \frac{1}{\partial R} \left[12 P_0 U_0 - \frac{P_0}{2 U_0} \cdot 144 U_0^2 \right] = \frac{1}{\partial R} (12 P_0 U_0 - 72 P_0 U_0)$$

$$= \frac{1}{\partial R} \cdot 72 P_0 U_0$$

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{72 P_0 U_0 \cdot \frac{1}{\partial R}}{28 P_0 U_0 \cdot \frac{1}{\partial R}}$$

$$\frac{72 P_0 U_0 \cdot \frac{1}{\partial R}}{28 P_0 U_0 \cdot \frac{1}{\partial R}} = \frac{72}{28} = \frac{18}{7}$$

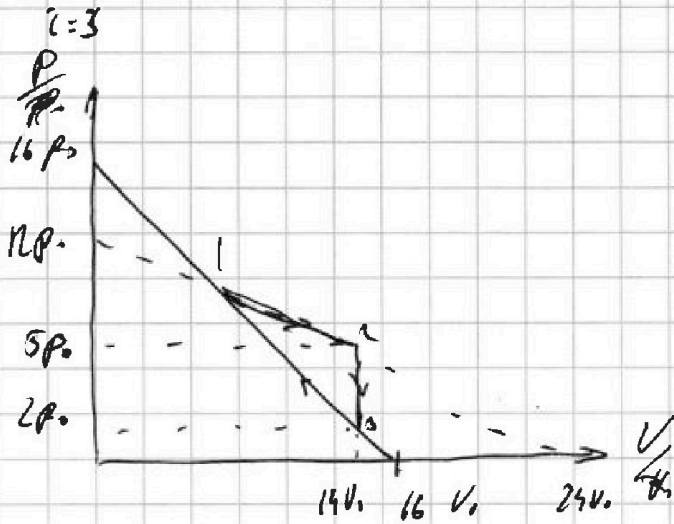


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



2-3 $V = \text{const}$

$$Q = \Delta U = \frac{3}{2} \Delta R \Delta T =$$

$$= \frac{3}{2} \Delta R \Delta P V = \frac{3}{2} \Delta R 14V_0 \cdot (-3P_0)$$

$$= -\frac{3}{2} \Delta R 42P_0 V_0$$

3-1 $1-2$ $P = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0} P \cdot V$

3-1

1-2 $P = 12P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V$

3-1 $\frac{P}{P_0} = 16 - \frac{V}{V_0}$

3-1 $P = 16P_0 - \frac{V_0}{V_0} \frac{P_0}{V_0} V$

1-2 $P = 12P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \Delta R \Delta T = \frac{3}{2} \Delta R (T_2 - T_1)$$

$$P_1 V_1 = \Delta R T_1$$

$$P_2 V_2 = \Delta R T_2$$

$$T_2 - T_1 = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{\Delta R}$$

$$T_1 = \frac{6P_0 V_0}{\Delta R}$$

$$T_2 = \frac{5P_0 V_0}{\Delta R}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \Delta R \cdot \frac{6P_0 V_0 - 5P_0 V_0}{\Delta R} = \frac{3}{2} \Delta R P_0 V_0$$

$$= 30P_0 V_0$$

$P_1 = 8P_0$	$V_1 = 8V_0$
$P_2 = 5P_0$	$V_2 = 14V_0$
$P_3 = 2P_0$	$V_3 = 14V_0$

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{30P_0 V_0}{50P_0 V_0} = \frac{30}{50} = \frac{3}{5} = 0.6$$

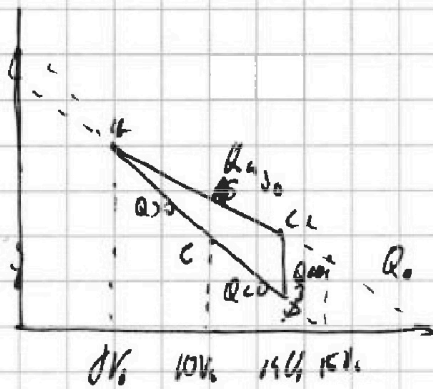


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$Q_n = Q_{AB} + Q_{EA}$$

$$Q_{AB} = Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + p \Delta V = 30 p_0 V_0 + 6 V_0 \cdot \left(\frac{P_0}{2}\right)$$

$$= 30 p_0 V_0 + 3 p_0 V_0 = 33 p_0 V_0 \quad 5 p_0 V_0 + 7.5 p_0 V_0 = 12.5 p_0 V_0$$

$$Q_{EA}$$

$$V_E = 10 V_0 \quad T_E = \frac{6 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$T_3 = \frac{2 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$P_C = 6 p_0$$

$$Q_{EA} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_E) + p \Delta V = 6 p_0 V_0 - 2 \cdot \frac{6 p_0 V_0}{2}$$

$$= (6 - 6) p_0 V_0 = 0$$

$$Q_n = Q_{DE}$$

$$Q_{DE} = \frac{3}{2} \nu R (T_D - T_3) + p \Delta V = \frac{3}{2} \cdot 32 p_0 V_0 - 4 V_0 \cdot \left(\frac{6 p_0}{2}\right)$$

$$= 48 p_0 V_0 - 12 p_0 V_0 = 36 p_0 V_0$$

$$Q_n = (33 + 36) p_0 V_0 = 69 p_0 V_0 \quad 12.5 p_0 V_0 + 36 p_0 V_0 = 48.5 p_0 V_0$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

$$A_2 = \frac{1}{\epsilon} 6U_0 \cdot 2\pi r = 12\pi r U_0 \quad \frac{1}{\epsilon} 6U_0 \cdot 3R = 3\pi R U_0$$

$$\eta = \frac{A_2}{Q_n} = \frac{3\pi R U_0 \cdot 2}{3\pi R U_0} = \frac{12}{3\pi}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 5 \frac{U_0}{4}$$

$$\varphi\left(2\frac{R}{3}\right) = 4 \frac{U_0}{4}$$

$$\frac{\epsilon}{\epsilon_0} = \epsilon_n$$

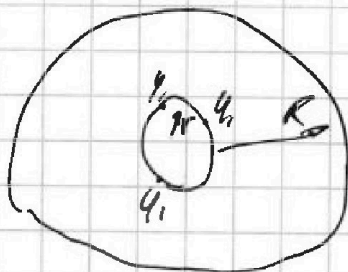
$$\varphi = kq \frac{Q_1}{R_0} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R_0} \quad R < r$$

$$kq \left| \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{q}{R/3} = 5q_0 \right.$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon} = \frac{k\epsilon_0}{\epsilon} = \frac{k}{\epsilon_n}$$

$$\left. \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{q}{2R/3} = 5q_0 + q_0 \right\}$$

$$\frac{q}{4\pi\epsilon R/3} = 6 \cdot 5/q_0$$



$$\varphi_1 + \varphi_2$$

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

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{Q^*}{x-R}$$

$$x < R$$