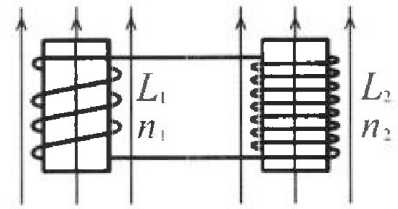


Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02

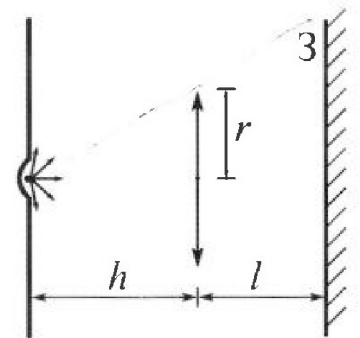
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ 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 $2B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $B_0/3$ до $B_0/12$, 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 $F = 2h$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 2$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h$ 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 неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

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



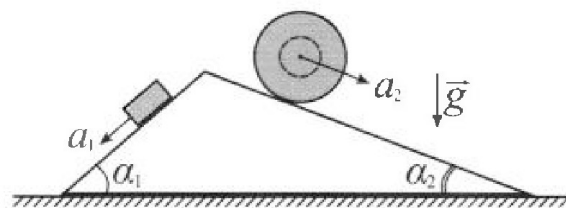
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 7g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (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 ($\sin \alpha_2 = 8/17$, $\cos \alpha_2 = 15/17$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

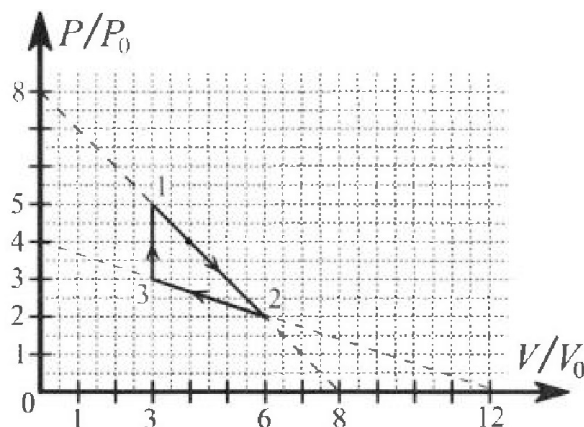


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразить через m и g с числовым 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.

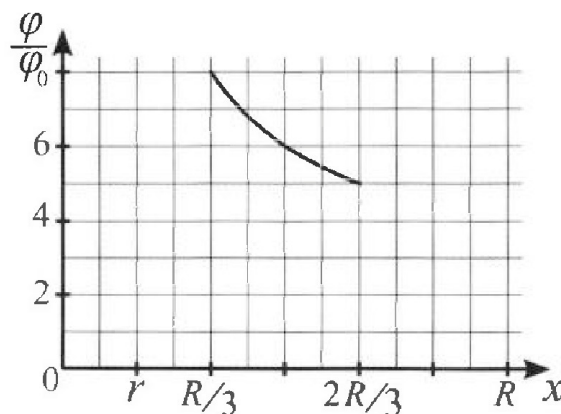
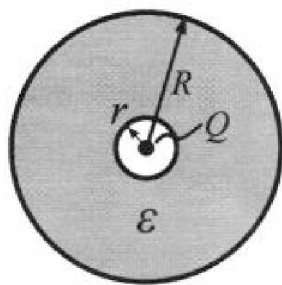
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 $x = 3R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .

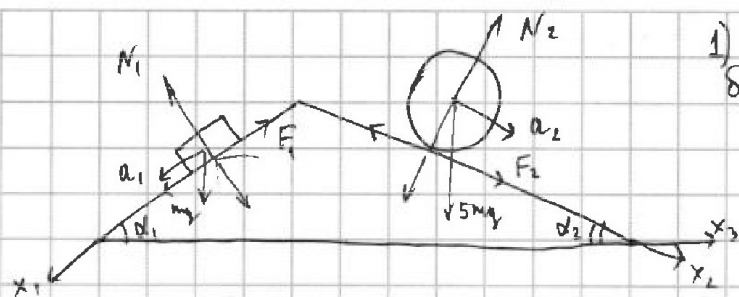




1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!



1) Проецируем силы действ. на брусок на Ox_1 :

$$ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_2 \quad (2\text{-й закон Н.})$$

$$F_2 = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{4}{17} \right) = \frac{16}{85} mg$$

2) То же самое для шара (мы не знаем куда направлена сила трения, но по знаку ответа сможем определить).

$$5ma_2 = F_2 + 5mg \sin \alpha_2 \Rightarrow F_2 = 5mg \left(\frac{8}{25} - \frac{8}{17} \right) = \frac{8 \cdot 17 - 8 \cdot 25}{85} mg = \frac{64}{85} mg = 4F_2 -$$

F_2 напр. вниз — это не сила трения скольжения

$$3) N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg, \quad N_2 = 5mg \cos \alpha_2 = \frac{5 \cdot 15}{17} mg$$

Проецируем силы, действ. на шар на ось Ox_3 :

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

$$F_3 = F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 + N_2 \sin \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1 = mg \left(\frac{16}{85} \cdot \frac{4}{5} + \frac{64}{85} \cdot \frac{15}{17} + \frac{5 \cdot 15}{17} \cdot \frac{8}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} \right) = \frac{16 \cdot 4 \cdot 17 + 64 \cdot 15 \cdot 5 + 5 \cdot 15 \cdot 8 \cdot 5 - 17 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 8}{17^2 \cdot 5^2} mg = \frac{1088 + 4800 + 14000 - 2720}{7725} mg = \frac{17168}{7725} mg$$



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!

Сначала найдем уравнения процессов 1-2 и 2-3

$$\frac{p}{p_0} = a \frac{V}{V_0} + b$$

$$1-2: \frac{p}{p_0}(0) = 8 \Rightarrow b = 8$$

$$\frac{p}{p_0}(8) = 0 = 8a + 8 \Rightarrow a = -1$$

$$\Rightarrow \frac{p}{p_0} = -\frac{V}{V_0} + 8$$

$$2-3: \frac{p}{p_0}(0) = 4 \Rightarrow b = 4$$

$$\frac{p}{p_0}(12) = 0 = 12a + 4 \Rightarrow a = -\frac{1}{3}$$

$$\Rightarrow \frac{p}{p_0} = -\frac{1}{3}\frac{V}{V_0} + 4$$

$$1) \Delta U_{3-1} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} \nu R \frac{p_1 V_1 - p_3 V_3}{\nu R} \quad (u) \quad pV = \nu RT$$

$$\frac{V_1}{V_0} = \frac{V_3}{V_0} = 3 \Rightarrow V_1 = V_3 = 3V_0, \quad \frac{V_2}{V_0} = 6 \Rightarrow V_2 = 6V_0$$

$$\frac{p_1}{p_0} = 5 \Rightarrow p_1 = 5p_0, \quad \frac{p_3}{p_0} = 3 \Rightarrow p_3 = 3p_0$$

$$\Delta U_{3-1} = \frac{3}{2} p_0 V_0 (15 - 9) = 9 p_0 V_0$$

$$A_{1-2} = \int_{3V_0}^{6V_0} \left(-\frac{V}{V_0} + 8\right) p_0 dV = -\frac{p_0}{V_0} \int_{3V_0}^{6V_0} V dV + 8p_0 \int_{3V_0}^{6V_0} dV = -\frac{p_0}{V_0} \left[\frac{36V_0^2}{2} - \frac{9V_0^2}{2} \right] + 24p_0 V_0 =$$

$$= 10,5 p_0 V_0$$

$$A_{2-3} = \int_{6V_0}^{3V_0} \left(-\frac{1}{3}\frac{V}{V_0} + 4\right) p_0 dV = -\frac{p_0}{3V_0} \int_{6V_0}^{3V_0} V dV + 4p_0 \int_{6V_0}^{3V_0} dV = \frac{p_0}{3V_0} \left[\frac{12V_0^2}{2} - \frac{36V_0^2}{2} \right] - 12p_0 V_0 = -7,5 p_0 V_0$$

$$A_{3-1} = 0 \quad (V = \text{const})$$

$$A = A_{1-2} + A_{2-3} + A_{3-1} = 3 p_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{3-1}}{A} = \frac{9 p_0 V_0}{3 p_0 V_0} = 3$$

$$2) T_{\max} = \frac{pV}{\nu R} = \frac{\left(-\frac{V}{V_0} + 8\right) p_0 V}{\nu R} = \frac{p_0}{\nu R} \left(-\frac{V^2}{V_0} + 8V\right)$$

$$\frac{d}{dV} \left(-\frac{V^2}{V_0} + 8V\right) = -\frac{2}{V_0} V + 8 = 0 \Rightarrow V = 4V_0 \Rightarrow T_{\max} = \frac{p_0}{\nu R} \left(-\frac{16V_0^2}{V_0} + 32V_0\right) = \frac{16 p_0 V_0}{\nu R}$$



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.



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!

$$T_2 = \frac{p_2 V_2}{pR} = \frac{12 p_0 V_0}{pR}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{T_0}{T_3} = \frac{4}{3}$$

$$3) Q_{1-2} = A_{1-2} + \Delta U_{1-2} = 10,5 p_0 V_0 + \frac{3}{2} pR \frac{12 p_0 V_0 - 15 p_0 V_0}{pR} = 6 p_0 V_0$$

$$Q_{2-3} = A_{2-3} + \Delta U_{2-3} = -7,5 p_0 V_0 + \frac{3}{2} (9 - 12) p_0 V_0 = -12 p_0 V_0$$

$$Q_{3-1} = A_{3-1} + \Delta U_{3-1} = 9 p_0 V_0$$

$$Q_+ = Q_{1-2} + Q_{3-1} = 15 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{3 p_0 V_0}{15 p_0 V_0} = 0,2$$

$$O_{\text{вер}}: 1) 3, 2) \frac{4}{3}, 3) 0,2$$

$\frac{4}{3}$



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!

Для пол. в произв. точке внутри шара:
 На внутр. и внешней поверхности индуцируются поляризац. заряды. Они изменяют поле внутри шара. Эти заряды равны по модулю и противоположны по знаку (из ЗСЗ). Внешний заряд не оказывает влияния на поле внутри шара (по т. Гаусса).
 Для произв. точки на расст x от центра системы внутри шара:
 $\frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{Q}{x^2} = \frac{Q}{x^2} + \frac{q}{x^2}$ - пол. заряд на внутр. поверх. поле зар. сферы совпадает с полем точ. заряда

$$q = -Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)$$

1) Тогда для пот. в точке $x = \frac{3R}{4}$

$$\varphi = k \frac{4Q}{3R} - k \frac{4Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)}{3R} + k \frac{3Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)}{3R} = \frac{kQ}{3R} \left(4 - 1 + \frac{1}{\epsilon}\right) = \frac{kQ}{3R} \left(3 + \frac{1}{\epsilon}\right)$$

$$2) \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = k \frac{3Q}{R} - k \frac{3Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)}{R} + k \frac{Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)}{R} = \frac{kQ}{R} \left(3 - 2 \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)\right) = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{2}{\epsilon}\right)$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = k \frac{3Q}{2R} - k \frac{3Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)}{2R} + k \frac{2Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)}{2R} = \frac{kQ}{2R} \left(3 - 1 + \frac{1}{\epsilon}\right) = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{2\epsilon}\right)$$

$$\frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)} = \frac{8}{5} = \frac{2\epsilon + 4}{2\epsilon + 1} \quad \text{из графика}$$

$$16\epsilon + 8 = 10\epsilon + 10 \Rightarrow 6\epsilon = 2$$

$$6\epsilon = 12$$

$$\epsilon = 2$$

Ответ: 1) $\varphi = \frac{kQ}{12\pi\epsilon_0 R} \left(3 + \frac{1}{\epsilon}\right)$, 2) $\epsilon = 2$



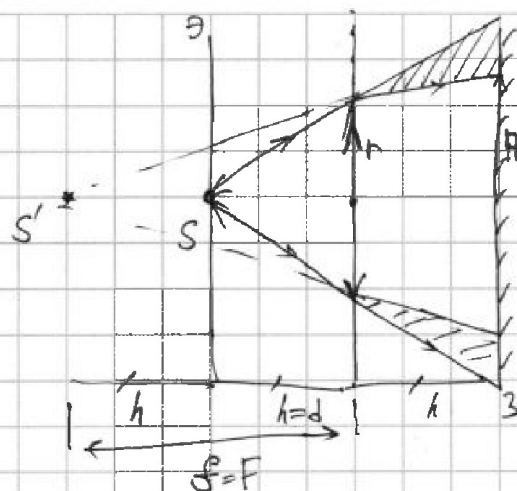
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

СТРАНИЦА
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!



Т.к. источник нах. в линзе
на расст. меньше фокусного, то
его изобр. будет мнимым

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \text{формула тонкой линзы}$$

для этой ситуации

$$\frac{1}{h} - \frac{1}{f} = \frac{1}{2h} \Rightarrow f = 2h.$$

Тогда R_1 - радиус области осв. лучами, преломившимися через линзу. из подобия:

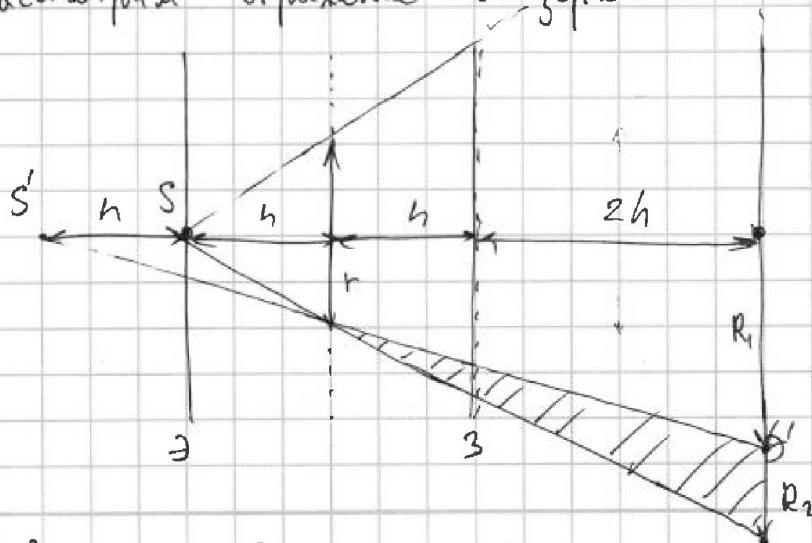
$$\frac{R_1}{3h} = \frac{r}{2h} \Rightarrow R_1 = \frac{3}{2}r.$$

R_2 - радиус окружности ^{вне} до которой лучи не преломившиеся
лучи. из подобия

$$\frac{r}{h} = \frac{R_2}{2h} \Rightarrow R_2 = 2r.$$

$$\text{Тогда } S_{\text{неосв}} = S_2 - S_1 = \pi(R_2^2 - R_1^2) = \pi r^2 \left(4 - \frac{9}{4}\right) = \frac{7}{4} \pi r^2 = 7\pi \text{ см}^2$$

Рассмотрим отражение в зеркале



Тогда снова из
подобия:

$$\frac{R_1}{5h} = \frac{r}{2h} \Rightarrow R_1 = \frac{5}{2}r$$

$$\frac{R_2}{4h} = \frac{r}{h} \Rightarrow R_2 = 4r$$

$$S_{\text{неосв}} = S_2 - S_1 = \pi r^2 \left(16 - \frac{25}{4}\right) = \pi r^2 \frac{64 - 25}{4} = 39\pi \text{ см}^2$$

Ответ: 1) $7\pi \text{ см}^2$; 2) $39\pi \text{ см}^2$



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

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!

Согласно закону электромагнитной индукции и правилу Ленца:

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = - n \frac{dB}{dt} S \quad (\mathcal{E}_i = - n \frac{d\Phi}{dt})$$

$B = B_{\text{вн}} + B_{\text{инд}}$ - магнитное поле в катушке состоит из внешнего и индуцированного током в катушке

Индуцированное магнитное поле в катушках противоположно направлению, а т.к. $B_{\text{инд}} \sim I n$, то $B_{\text{инд}2} = 3 B_{\text{инд}1}$, то получим

1) Для L_1 :

$$L_1 \frac{dI}{dt} = n_1 \frac{d(B_{\text{вн}} + B_{\text{инд}1})}{dt} S \Rightarrow L_1 \dot{I} = - n_1 S + n_1 \frac{dB_{\text{инд}1}}{dt} S$$

2) Для L_2

$$L_2 \frac{dI}{dt} = n_2 \frac{d(-B_{\text{инд}1} + B_{\text{вн}})}{dt} S \Rightarrow \cancel{L_2} \frac{dI}{dt} = \cancel{n_2} \cdot \cancel{S} \frac{dB_{\text{инд}1}}{dt}$$

$$2 L \dot{I} = - n S$$

$$|\dot{I}| = \frac{n S}{2 L}$$

$$2) \oint L dI = n \oint B S$$

$$L_1: L \Delta I = n \left(B_0 - \frac{2}{3} B_0 + B_{\text{инд}} - B'_{\text{инд}} \right) S, \quad B_{\text{инд}} - B'_{\text{инд}} = \Delta B$$

$$L_2: \frac{3}{2} L \Delta I = \frac{1}{2} n \left(\frac{1}{3} B_0 - \frac{1}{12} B_0 + 3(B_{\text{инд}} - B'_{\text{инд}}) \right) S$$

$$L \Delta I = n S \left(\frac{B_0}{3} + \Delta B \right) \cdot 3$$

$$\frac{3}{2} L \Delta I = \frac{1}{2} n S \left(\frac{B_0}{4} - 3 \Delta B \right)$$

$$6 L \Delta I = B_0 n S + \frac{B_0}{4} n S + 3 \Delta B n S - 3 \Delta B n S = \frac{5}{4} B_0 n S$$

$$\Delta I = \frac{5}{24} \frac{B_0 n S}{L}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{n S}{2 L}; \quad 2) \frac{5}{24} \frac{B_0 n S}{L}$$

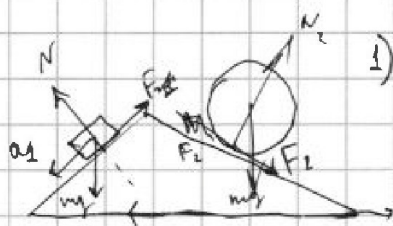
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
___ 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!



$$1) N = mg \cos \alpha_1 = mg \frac{4}{5}$$

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

$$F_1 = \frac{3}{5} mg - \frac{4}{17} mg = \frac{51-35}{85} mg = \frac{16}{85} mg$$

$$N_2 = mg \cos \alpha_2 = \frac{15}{17} mg$$

$$2) 5ma_2 = 5mg \frac{8}{17} - F_2$$

$$F_2 = \frac{5 \cdot 8}{17} mg - \frac{5 \cdot 8}{25} mg = \frac{40-36}{85} mg = \frac{4}{85} mg$$

$$3) F_3 + F_2 \frac{15}{17} + N_2 \sin \frac{8}{17} + F_1 \frac{4}{5} - N_1 \frac{3}{5} = 0$$

$$F_3 + \frac{94 \cdot 15}{85 \cdot 17} mg + \frac{15 \cdot 8}{17 \cdot 17} mg + \frac{4}{5} \cdot \frac{16}{85} mg - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} mg = 0$$

$$F_3 = \frac{-94 \cdot 3 \cdot 25 - 158 \cdot 5^2 - 4 \cdot 16 \cdot 17 + 4 \cdot 3 \cdot 17 \cdot 17}{17^2 \cdot 5^2} mg$$

$$N_2 \quad 1-2 \quad \frac{P}{P_0} = a \frac{V}{V_0} + b$$

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

$$\frac{P}{P_0}(0) = 8 \Rightarrow b = 8$$

$$\frac{P}{P_0}(8) = 0 \Rightarrow a = -1$$

$$3 \quad 2-3: \quad \frac{P}{P_0} = a \frac{V}{V_0} + b$$

$$\frac{P}{P_0}(0) = 4 \Rightarrow b = 4$$

$$\frac{P}{P_0}(12) = 0 \Rightarrow 0 = 12a + 4 \Rightarrow a = -\frac{1}{3}$$

$$\frac{P}{P_0} = -\frac{1}{3} \frac{V}{V_0} + 4$$

$$1) \Delta U_{3-1} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \frac{P_3 V_3 - P_1 V_1}{\nu R} = \frac{3}{2} (P_3 V_3 - P_1 V_1) = \frac{3}{2} P_0 V_0 \{ (15-9) \} = 9 P_0 V_0$$

$$\frac{V_3}{V_0} = 3 \Rightarrow V_3 = 3V_0 \quad \frac{P_3}{P_0} = 3 \Rightarrow P_3 = 3P_0 \quad \frac{P_1}{P_0} = 5, P_1 = 5P_0, \quad \frac{V_1}{V_0} = 3 \Rightarrow V_1 = 3V_0$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ \times 17 \\ \hline 85 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ \times 17 \\ \hline 85 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ \times 17 \\ \hline 85 \end{array}$$

$$5 \cdot 15$$

$$\frac{25}{17}$$

$$64(14 \cdot 15 \cdot 5) + 5 \cdot 8(15^2 - 17^2)$$

$$64 \cdot 102 + 40 \cdot 307$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 119 \\ + 17 \\ \hline 209 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 15 \\ \hline 75 \\ + 17 \\ \hline 92 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 27 \\ \times 4 \\ \hline 68 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ \times 5 \\ \hline 375 \\ - 68 \\ \hline 307 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 307 \\ 40 \\ \hline 12280 \\ + 5881 \\ \hline 18161 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 18161 \mid 17 \\ 17 \\ \hline 116 \\ - 102 \\ \hline 148 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 64 \\ 92 \\ \hline 128 \\ 576 \\ \hline 5888 \end{array}$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

$$A_{1-2} = \int_{3V_0}^{6V_0} \left(-\frac{P_0}{V_0} + 8 \right) P_0 dV = -\frac{P_0}{V_0} \int_{3V_0}^{6V_0} V dV + 8P_0 \int_{3V_0}^{6V_0} dV = -\frac{P_0}{V_0} \frac{36V_0^2 - 9V_0^2}{2} + 8P_0 \cdot 3V_0 = 24P_0V_0 - 13,5P_0V_0 =$$

$$= 10,5 P_0V_0$$

$$A_{2-3} = \int_{6V_0}^{3V_0} \left(-\frac{1}{3} \frac{V_0}{V} + 4 \right) P_0 dV = -\frac{P_0}{3V_0} \int_{6V_0}^{3V_0} V dV + 4P_0 \int_{6V_0}^{3V_0} dV = -\frac{P_0}{3V_0} \frac{9V_0^2 - 36V_0^2}{2} + 4P_0 \cdot 3V_0 =$$

$$= \frac{9}{2} P_0V_0 - 12P_0V_0 = -4,5P_0V_0$$

$$A = A_{1-2} + A_{2-3} = 3P_0V_0$$

$$\frac{\Delta U_{3-1}}{A} = \frac{3P_0V_0}{3P_0V_0} = 3$$

$$pV = \nu RT \Rightarrow T = \frac{pV}{\nu R} = \frac{\left(-\frac{V}{V_0} + 8 \right) P_0 V}{\nu R} = \frac{1}{\nu R} \left(-\frac{P_0}{V_0} V^2 + 8P_0 V \right)_{\max}$$

$$\frac{d}{dV} \left(-\frac{P_0}{V_0} V^2 + 8P_0 V \right) = 0$$

$$-\frac{2P_0}{V_0} V + 8P_0 = 0$$

$$2V = 8V_0$$

$$3V_0 < V = 4V_0 < 6V_0 \quad -V$$

$$T_{\max} = \frac{1}{\nu R} \left(-\frac{P_0 \cdot 16V_0^2}{V_0} + 32P_0V_0 \right) = \frac{16P_0V_0}{\nu R}$$

$$T_2 = \frac{P_2 V_2}{\nu R} = \frac{2P_0 \cdot 6V_0}{\nu R} = \frac{12P_0V_0}{\nu R}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{16P_0V_0 / \nu R}{12P_0V_0 / \nu R} = \frac{4}{3}$$

$$5) \eta = \frac{A}{Q_+}$$

$$Q_+ = Q_{3-1} + Q_{1-2}$$

$$Q_{3-1} = \Delta U_{3-1} = 9P_0V_0, \quad Q_{1-2} = A_{1-2} + \Delta U_{1-2} = 10,5P_0V_0 + \frac{3}{2}(6V_0 \cdot 2P_0 - 5P_0 \cdot 3V_0) = (10,5 + 4,5)P_0V_0$$

