

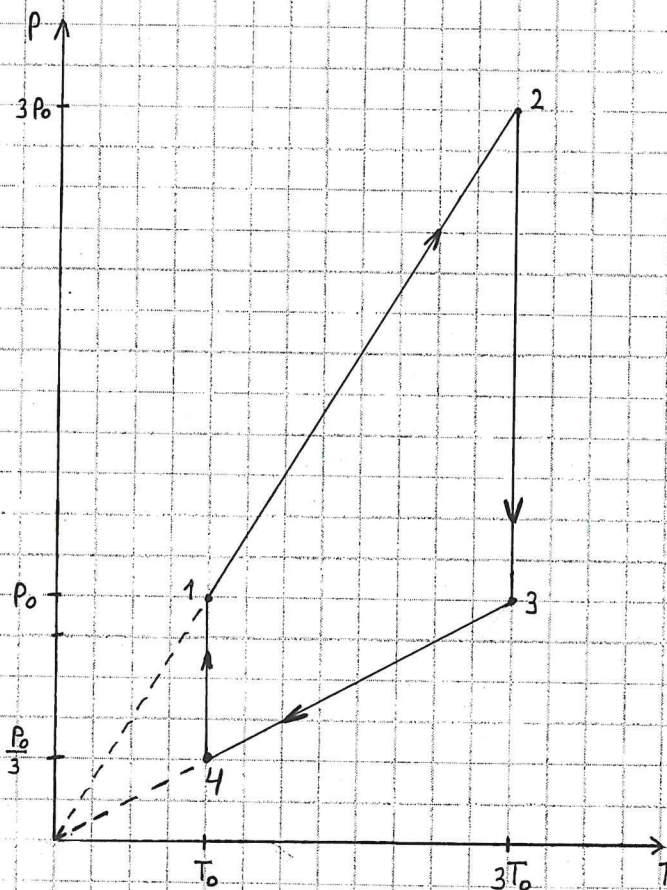
Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
586		Червильская Н.С.	Жур
Шифр			041751

№ 3 Дано:

а
график

$\eta = ?$

Решение



Из графика следует, что
процессы ~~1-2~~ 1-2 и 2-3
изотермические, а
1-2 и 3-4 изохорические

Перестроим график цикла
в координаты pV

Пусть $p_1 = p_0$, $V_1 = V_0$, $T_1 = T_0$

Из графиков следует, что
в процессах 1-2 и 2-3
газ получает энергию, а

в процессах 3-4 и 4-1 отдаёт

$$Q_H = |Q_{12}| + |Q_{23}|; \quad Q_X = |Q_{34}| + |Q_{41}|$$

По ф-ле КПД тепловой машины:

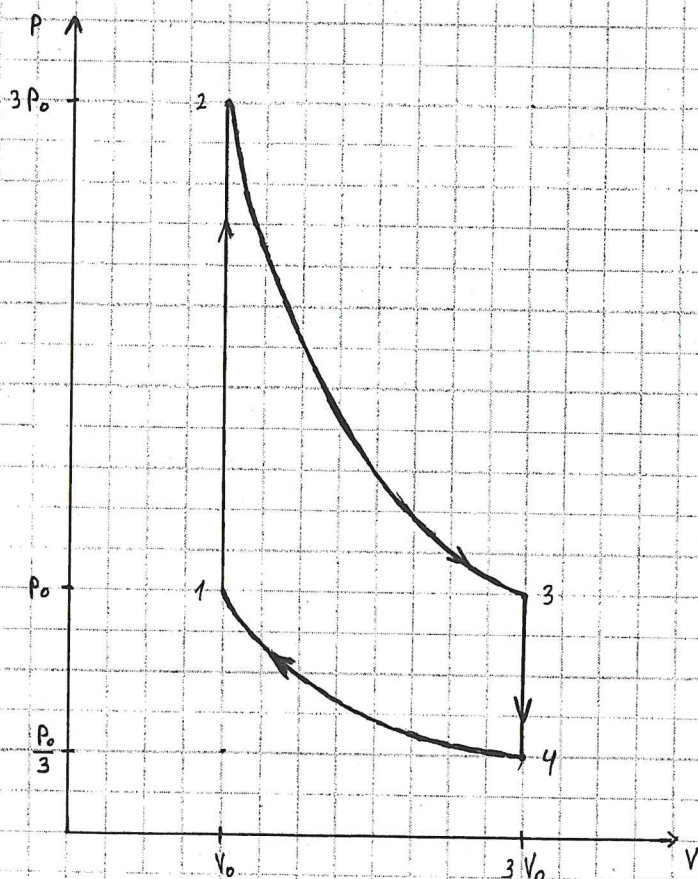
$$\eta = \frac{A}{Q_H} \cdot 100\% = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H} \cdot 100\% = \left(1 - \frac{Q_X}{Q_H}\right) \cdot 100\%$$

По ф-ле изменения внутренней энергии
и первому началу термодинамики:

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (3T_0 - T_0) = 3 \nu R T_0$$

$$Q_{34} = \Delta U_{34} = \frac{3}{2} \nu R (T_4 - T_3) = \frac{3}{2} \nu R (T_0 - 3T_0) = -3 \nu R T_0$$

По ф-ле работы газа при изотерме и
первому началу термодинамики:



Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

По ф-ле работы газа при изотерии и первому началу термодинамики:

$$Q_{12} = A_2 = 2RT_2 \ln \frac{V_3}{V_2} = 32RT_0 \ln \frac{3V_0}{V_0} = 32RT_0 \ln 3$$

$$Q_{41} = A_2 = 2RT_1 \ln \frac{V_1}{V_4} = (2RT_0 \ln \frac{V_0}{3V_0}) = -2RT_0 \ln 3$$

$$Q_H = 32RT_0 + 32RT_0 \ln 3 = 2RT_0 (3 + 3 \ln 3)$$

$$Q_X = |32RT_0| + |-2RT_0 \ln 3| = 2RT_0 (3 + \ln 3)$$

$$\eta = \frac{32RT_0}{2RT_0 (3 + \ln 3)} \cdot 100\% = \left(1 - \frac{3 + \ln 3}{3 + 3 \ln 3}\right) \cdot 100\% \approx 35\%$$

Ответ: $\eta = 35\%$

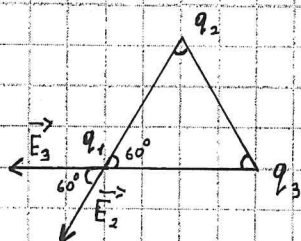
Уч Дано: Решение

q_1, q_2, q_3

$r_1 = r_2 = r_3 = r$

q_1, q_2, q_3

$= ?$



По ф-ле потенциала:

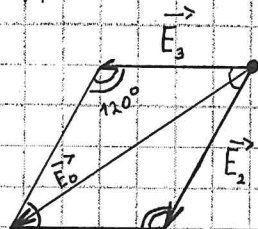
$$\varphi_2 = \frac{Kq_2}{r}; \quad \varphi_3 = \frac{Kq_3}{r}; \quad \varphi_1 = \frac{Kq_1}{r} \Rightarrow \text{что } q_1 = \frac{\varphi_1 r}{K} \quad (1)$$

По ф-ле напряжённости:

$$E_2 = \frac{Kq_2}{r^2} = \frac{\varphi_2}{r}; \quad E_3 = \frac{Kq_3}{r^2} = \frac{\varphi_3}{r}$$

$$\vec{F}_1 = q_1 \vec{E}_0; \quad \vec{E}_0 = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

$$F_1 = q_1 E_0 \quad (2)$$



По Th косинусов:

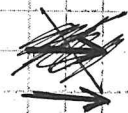
$$E_0 = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 - 2E_1E_2 \cos 120^\circ} = \sqrt{\frac{\varphi_1^2}{r^2} + \frac{\varphi_2^2}{r^2} - 2 \frac{\varphi_1}{r} \frac{\varphi_2}{r} \cdot \left(-\frac{1}{2}\right)} = \sqrt{\frac{\varphi_1^2 + \varphi_2^2 + \varphi_1 \varphi_2}{r^2}} = \frac{\sqrt{\varphi_1^2 + \varphi_2^2 + \varphi_1 \varphi_2}}{r} \quad (3)$$

Подставим формулы (3) и (1) в формулу (2)

$$F_1 = \frac{\varphi_1 r}{K} \cdot \frac{\sqrt{\varphi_1^2 + \varphi_2^2 + \varphi_1 \varphi_2}}{r} = \frac{\varphi_1 \sqrt{\varphi_1^2 + \varphi_2^2 + \varphi_1 \varphi_2}}{K}$$

Ответ: $F_1 = \frac{\varphi_1 \sqrt{\varphi_1^2 + \varphi_2^2 + \varphi_1 \varphi_2}}{K} = ?$

185



Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

1 Дано:

$$S_0 = S$$

$$v_0 = 0 = v_k$$

$$S_1 = S_2 = S_3 = \frac{S}{3}$$

$$v_a = v_f = v = \text{const}$$

$$x_{1a} = |a_{3a}| = a_1$$

$$x_{2a} = 0$$

$$x_{1f} = |a_{3f}| = a_2$$

$$x_{2f} = 0$$

$$t_1 = t_2 = t_3 = \frac{\tau}{3}$$

$$t_k = ?$$

Решение

А $\begin{array}{ccc} a_{a1} & a_{2a}=0 & -a_{a1} \\ \frac{S}{3} & \frac{S}{3} & \frac{S}{3} \end{array}$

Б $\begin{array}{ccc} a_2 & a_{2f}=0 & -a_2 \\ S_1 & S_2 & S_3 \end{array}$

По ф-ле пути при равноускоренном движении:

$$S_1 = \frac{v^2 - v_0^2}{2a_2} = \frac{v^2}{2a_2} \text{ (т.к. } v_0=0)$$

$$S_3 = \frac{v_k^2 - v^2}{-2a_2} = \frac{v^2}{2a_2} \text{ (т.к. } v_k=0)$$

$\Rightarrow$ что $S_1 = S_3$

По уравнению скорости при равноускор. движении

$$v = v_0 + a_1 t_1; \quad v = a_1 t_1$$

$$v_0 = v - a_1 t_3; \quad 0 = v - a_1 t_3; \quad v = a_1 t_3$$

$$a_1 t_1 = a_1 t_3 \Rightarrow \text{что } t_1 = t_3$$

Итого:

$$1) \frac{S}{3} = \frac{a_1 t_1^2}{2} \text{ (т.к. } v_0=0) \quad (3)$$

$$v = a_1 t_1 \quad (6)$$

$$2) \frac{S}{3} = v t_2 \text{ (т.к. } a_{2a}=0) \quad (4); \quad \frac{S}{3} = a_1 t_1 t_2 \Rightarrow \text{что } S = 3 a_1 t_1 t_2 \quad (5)$$

$$v = \text{const}$$

$$3) \frac{S}{3} = v t_3 - \frac{a_1 t_3^2}{2} = \frac{a_1 t_1^2}{2}$$

$$(1) S_0 = \frac{a_1 t_1^2}{2} + \frac{a_1 t_1^2}{2} + v t_2 = a_1 t_1^2 + v t_2 = S; \quad t_0 = 2t_1 + t_2$$

Борис

$$1) S_1 = \frac{a_2 \tau^2}{2} = \frac{a_2 \tau^2}{18} \text{ (т.к. } v_0=0)$$

$$v = a_2 \frac{\tau}{3} = a_1 t_1 \Rightarrow \text{что } a_2 = \frac{3 a_1 t_1}{\tau}$$

$$2) S_2 = v \cdot \frac{\tau}{3} = a_2 \frac{\tau^2}{9}$$

$$v = \text{const}$$

$$3) S_3 = v \frac{\tau}{3} - a_2 \frac{\tau^2}{18} = \frac{a_2 \tau^2}{18}$$

$$(2) S_0 = a_2 \frac{\tau^2}{9} + a_2 \frac{\tau^2}{9} = 2 a_2 \frac{\tau^2}{9} = S; \quad t_0 = \tau$$



Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

Приравняем ф-лы (3) и (4):

$$\frac{a_1 \epsilon_1^2}{2} = v \epsilon_2$$

$$\frac{a_1 \epsilon_1^2}{2} = a_1 \epsilon_1 \epsilon_2 \Rightarrow, \text{ что } \epsilon_2 = \frac{a_1 \epsilon_1^2}{2 a_1 \epsilon_1} = \frac{\epsilon_1}{2}$$

Тогда ф-ла (5) имеет вид $S = 3a_1 \frac{\epsilon_1^2}{2}$

Приравняем ф-лы (5) и (2)

$$2a_2 \frac{\tau^2}{9} = 3a_1 \frac{\epsilon_1^2}{2}$$

$$\frac{2}{3} a_1 \epsilon_1 \tau = 3a_1 \frac{\epsilon_1^2}{2} \Rightarrow, \text{ что } \tau = \frac{3a_1 \epsilon_1^2 \cdot 3}{2 \cdot 2a_1 \epsilon_1} = \frac{9}{4} \epsilon_1 \Rightarrow \tau = \frac{4}{9} \epsilon_1$$

$$\epsilon_{01} = 2 \cdot \frac{4}{9} \tau + \frac{4}{9} \tau = \frac{8}{9} \tau + \frac{4}{9} \tau = \frac{12}{9} \tau = \frac{4}{3} \tau \quad \epsilon_{01} = 2 \epsilon_1 + \frac{\epsilon_1}{2} = \frac{5}{2} \epsilon_1$$

$$\Delta \epsilon = \epsilon_{01} - \epsilon_{02} = \frac{5}{2} \epsilon_1 - \frac{9}{4} \epsilon_1 = \frac{\epsilon_1}{4} = \frac{2 \cdot 5}{3 \cdot 2 \cdot 4} = \frac{5}{6v}$$

~~5/3~~ Подставив в ф-лу (3), ф-лу (6), получим

$$\frac{5}{3} = \frac{v \epsilon_1}{2} \Rightarrow, \text{ что } \epsilon_1 = \frac{2 \cdot 5}{3v}$$

Ответ: К финишу придёт первым Борис. Он победит ~~Литона~~
на ~~1/6~~ Разница в их времени будет равна $\Delta \epsilon = \frac{5}{6v}$