

Решение задачи 12 (III уровень)

КПД цикла называется отношение работы, совершаемой газом за цикл, к количеству подведенной к газу теплоты.

Тогда для цикла $1 - 2 - 4 - 1$:

$$\eta_1 = A_1 / (Q_{41} + Q_{12}), \quad (1)$$

где A_1 — работа, совершаемая за цикл (площадь треугольника $1 - 2 - 4$), Q_{41} и Q_{12} — теплота, подводимая на соответствующих участках цикла (на участке $2 - 4$ газ теплоту отдает). Кроме того, первое начало термодинамики в применении к этому циклу дает соотношение:

$$A_1 = Q_{41} + Q_{21} + Q_{24} \quad (2)$$

Аналогично для циклов $1 - 2 - 4 - 1$

$$\eta_2 = \frac{A_2}{Q_{42}} \quad (3)$$

и $1 - 2 - 3 - 4 - 1$:

$$\eta = \frac{A_1 + A_2}{Q_{41} + Q_{12}}. \quad (4)$$

Из (3) $A_2 = \eta_2 Q_{42}$, из (2) $Q_{24} = A_1 - Q_{41} - Q_{21}$; $Q_{42} = -Q_{24} = Q_{41} + Q_{21} - A_1$. Подставляя $A_2 = \eta_2(Q_{41} + Q_{21} - A_1)$ в (4), получим:

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{A_1 + A_2}{Q_{41} + Q_{12}} = \frac{A_1}{Q_{41} + Q_{12}} + \frac{A_2}{Q_{41} + Q_{12}} = \\ &= \eta_1 + \frac{\eta_2(Q_{41} + Q_{21} - A_1)}{Q_{41} + Q_{12}} = \eta_1 + \eta_2 - \eta_1 \cdot \eta_2. \end{aligned}$$