

A termodinamika I. főtétele szerint a gáz belsőenergiájának megváltozása:

$$(1) \quad \Delta U = \delta Q - \delta W,$$

ahol δQ a rendszerrel közölt (előjeles) hő és δW a rendszer által végzett munka.

Körfolyamat esetén $\Delta U = 0$, hiszen U állapotfüggvény. Ezért (1) alapján

$$0 = \delta Q - \delta W = Q_{\text{fel}} - Q_{\text{le}} - \delta W,$$

ahol Q_{fel} és Q_{le} a felvett, illetve leadott hő.

A folyamat termodinamikai hatásfoka:

$$(2) \quad \eta = \frac{\delta W}{Q_{\text{fel}}} = 1 - \frac{Q_{\text{le}}}{Q_{\text{fel}}}.$$

Tehát elegendő a folyamat során a gáz által felvett, ill. leadott hőt kiszámítani. A BC , ill. DA állapotváltozások adiabatikusak, így ezeknél $\delta Q = 0$. Az m tömegű és c_p állandó nyomáson mért fajhővel rendelkező gáz az AB folyamat során

$$(3) \quad Q_{\text{fel}} = mc_p(T_B - T_A)$$

hőt vesz fel a környezetétől, ha T_A , ill. T_B az A és B állapotokban a gáz hőmérséklete. Hasonlóan, a CD folyamat során a környezetnek leadott hő

$$(4) \quad Q_{\text{le}} = mc_p(T_C - T_D).$$

A (3) és (4) összefüggést a (2)-be helyettesítve:

$$(5) \quad \eta = 1 - \frac{T_C - T_D}{T_B - T_A}.$$

A gáz $pV = mRT$ állapotegyenletéből

$$T_C - T_D = \frac{p_2(V_C - V_D)}{mR}, \quad \text{ill.} \quad T_B - T_A = \frac{p_1(V_B - V_A)}{mR},$$

hiszen az AB és CD állapotváltozás izobár. Itt V_x ($x = A, B, C, D$) a gáz térfogatát jelöli a megfelelő állapotokban.

A fenti egyenlőségekkel (5) alapján a hatásfok

$$(6) \quad \eta = 1 - \frac{p_2(V_C - V_D)}{p_1(V_B - V_A)}.$$

Ismeretes, hogy ideális gáz adiabatikus állapotváltozásakor

$$pV^\kappa = \text{állandó} \quad \left(\kappa = \frac{c_p}{c_v} \right),$$

ezért

$$p_1 V_B^\kappa = p_2 V_C^\kappa, \quad p_1 V_A^\kappa = p_2 V_D^\kappa.$$

Mindkét egyenletből κ -adik gyököt vonva, majd a két egyenletet kivonva egymásból:

$$\frac{V_C - V_D}{V_B - V_A} = \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{1/\kappa},$$

amit a hatásfok (6) kifejezésébe írva:

$$\eta = 1 - \frac{p_2}{p_1} \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{1/\kappa} = 1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{(\kappa-1)/\kappa}.$$

Mivel $\kappa > 1$ és $(p_2/p_1) < 1$, azért $0 < \eta < 1$. A hatásfok fenti kifejezéséből látható, hogy csak a p_1 és p_2 nyomásértékétől függ, független azonban attól, hogy az A és B , ill. C és D állapotot jelölő pontok a $p = p_1$, illetve $p = p_2$ izobáron hol helyezkednek el.