

A körfolyamat hatásfoka

$$\eta = W_h/Q_f,$$

ahol W_h a hasznos munka, Q_f pedig a hőtartályból felvett hő. A hasznos munkát a $p - V$ diagramon a körfolyamat által bezárt terület adja, ami az ábra jelöléseit felhasználva:

$$(1) \quad W_h = \frac{(p_1 - p_2)(V_1 - V_2)}{2}.$$

Most számítsuk ki a felvett hőt! Az izobár és izochor folyamatok alatt a gáz hőt ad le, míg a „ferde szakaszon” hőt vesz fel, tehát a hőfelvétel szempontjából csak a „ferde szakasz”, azaz a $p_2, V_2, T_2 \rightarrow p_1, V_1, T_1$ állapotváltozás érdekes. A felvett hőt az első főtétel alapján a legegyszerűbb meghatározni. Eszerint a gáz belső energiájának megváltozása (ΔU) a felvett hő és a gázon végzett munka összegével egyenlő, azaz

$$(2) \quad \Delta U = Q_f + W.$$

A belső energia változását az állandó térfogatú fajhővel lehet kifejezni, míg a munka a ferde szakasz alatti területtel egyenlő, így (2) alapján

$$(3) \quad Q_f = c_V n(T_1 - T_2) + \frac{p_1 + p_2}{2}(V_1 - V_2).$$

Ha felhasználjuk, hogy $p_1 V_1 = nRT_1$, $p_2 V_2 = nRT_2$, $p_1 V_2 = p_2 V_1$, $c_V = (f/2)R$, akkor (3)-at a következő alakra hozhatjuk:

$$Q_f = \frac{f+1}{2}nR(T_1 - T_2).$$

Hasonlóképpen átírhatjuk az (1) kifejezést, kihasználva, hogy

$$p_1 V_2 = \frac{nRT_1}{V_1} \cdot \frac{nRT_2}{p_2} \quad \text{és} \quad p_1 V_2 = p_2 V_1.$$

Ugyanis a fentiek alapján

$$(p_1 V_2)^2 = n^2 R^2 T_1 T_2,$$

így

$$W_h = (1/2)nR[\sqrt{T_1} - \sqrt{T_2}]^2.$$

A hatásfok pedig

$$(4) \quad \eta = \frac{W_h}{Q_f} = \frac{1}{f+1} \cdot \frac{\sqrt{T_1} - \sqrt{T_2}}{\sqrt{T_1} + \sqrt{T_2}}.$$

A hatásfok a fenti összefüggések felhasználásával V -vel, ill. p -vel is kifejezhető:

$$\eta = \frac{1}{f+1} \cdot \frac{V_1 - V_2}{V_1 + V_2}, \quad \eta = \frac{1}{f+1} \cdot \frac{p_1 - p_2}{p_1 + p_2}.$$