

A gáz hőmérsékletének emeléséhez a termodinamika I. főtétele értelmében

$$(1) \quad \Delta Q = \Delta E - \Delta W$$

hőre van szükség, ahol ΔE a gáz belső energiájának megváltozása, ΔW pedig a gázon végzett munka a két állapot közötti átmenet során.

1984-05-227-1.eps

a)

1984-05-227-2.eps

b)

Ismeretes, hogy az f termodinamikai szabadságfokkal bíró, N részecskéből álló ideális gáz belső energiáját valamely T hőmérsékleten az

$$(2) \quad E = (f/2)NkT$$

kifejezés adja meg (k a Boltzmann-állandó). Állandó nyomáson végbemenő (izobár) folyamatoknál a gázon végzett munka

$$(3) \quad \Delta W = -p\Delta V,$$

ha a gáz térfogatváltozása ΔV . A (2) és (3) kifejezést az (1) összefüggésbe helyettesítve a következő összefüggést kapjuk:

$$(4) \quad \Delta Q = (f/2)Nk\Delta T + p\Delta V.$$

Ez az egyenlőség adja meg az ideális gáz izobár állapotváltozása során a rendszer által felvett (leadott) hőt.

Az ábra szerinti *a)* és *b)* esetben a gáz nyomása különböző. ($p_0 + p_d$, illetve $p_0 - p_d$, ahol p_0 a külső levegő nyomása, p_d a dugattyú súlyából adódó nyomás.) Állandó belső nyomás esetén azonban a végzett tágulási munka nagysága független a nyomás értékétől. Az ideális gáz állapotegyenlete,

$$pV = NkT$$

alapján állandó nyomás esetén ugyanis

$$(5) \quad -\Delta W = p\Delta V = Nk\Delta T.$$

Ezt a (4) egyenletbe írva:

$$(6) \quad \Delta Q = (f/2)Nk\Delta T + Nk\Delta T = c_V\Delta T + Nk\Delta T = c_p\Delta T.$$

Látható, hogy a kívánt hőmérséklet-növekedéshez a gázzal közlendő hő csak a ΔT hőmérséklet-növekedéstől függ, így mindkét esetben ugyanakkora hő szükséges.

A (6) összefüggésből leolvasható az állandó térfogathoz, ill. nyomáshoz tartozó c_V , ill. c_p hőkapacitás definíciója is.