

**Megoldás.** A héliumgázban a szabadsági fokok száma:  $f = 3$ . A belső energiája egyértelmű kapcsolatban áll a nyomással és a térfogattal:

$$E = \frac{f}{2}pV = \frac{3}{2}pV.$$

(A nyomás, a térfogat és a belső energia mind *állapotjelzők*, a termodinamikai rendszer olyan jellemzői, amelyek csak a rendszer állapotától függenek, és nem függenek attól, hogyan jutott a rendszer ebbe az állapotba.)

a) A gázon végzett munkát *nem* tudjuk csak a kezdeti és a végállapot adataiból kiszámítani, meghatározásához ismernünk kellene a két állapot közötti teljes *folyamatot*. (A munka nem állapotjelző, hanem ún. *folyamatjelző*.) A munka nagyságát a  $p$ - $V$  diagramon a folyamatot jellemző grafikon görbe alatti területéből olvashatjuk le. Különböző folyamatokat különböző grafikonok és így más-más görbe alatti területek jellemeznek.

b) A hőtan I. főtétele szerint

$$\Delta E = W + Q.$$

A gáz energiájának megváltozását egyértelműen ki tudjuk számítani, de  $W$ -t nem, s így  $Q$ -t sem. (A gázzal közölt hő is az egész folyamatra jellemző, nem határozható meg pusztán a kezdeti és a végállapot adataiból.)

c) A kezdeti állapot adatait  $p_1$ -gyel és  $V_1$ -gyel jelölve az energiaváltozás így számolható:

$$\Delta E = \frac{3}{2}p_2V_2 - \frac{3}{2}p_1V_1 = \frac{3}{2}(2p_1)(2V_1) - \frac{3}{2}p_1V_1 = \frac{9}{2}p_1V_1 = 4,5 \text{ kJ}.$$

(A gáz mennyiségét megadó adatra nem volt szükségünk.)