

**Megoldás.** Mivel a dugattyú tömege megegyezik a serpenyő tömegével, a hengerben lévő levegő nyomása kezdetben a  $p_0$  légköri nyomással egyenlő. Ha az  $A$  keresztmetszetű dugattyúra  $mg$  súlyú homokot szórunk, a bezárt levegő nyomása megnő, térfogata lecsökken. Az állapotegyenlet szerint

$$p_0 V_0 = p_1 V_1,$$

ahol

$$p_1 = p_0 + \frac{mg}{A}$$

a bezárt levegő megváltozott nyomása. A dugattyú elmozdulása:

$$\Delta h_1 = \frac{V_0}{A} - \frac{V_1}{A} = \frac{V_0}{A} \left( 1 - \frac{p_0}{p_0 + \frac{mg}{A}} \right) = \frac{V_0}{A} \cdot \frac{mg}{p_0 A + mg}.$$

Hasonló módon számolható a serpenyőbe szórt homok esete. Ilyenkor a hengerben lévő gáz nyomása lecsökken, a gáz térfogata megnő, a dugattyú kifelé mozdul:

$$p_0 V_0 = p_2 V_2,$$

ahol

$$p_2 = p_0 - \frac{mg}{A}.$$

A dugattyú elmozdulása:

$$\Delta h_2 = \frac{V_2}{A} - \frac{V_0}{A} = \frac{V_0}{A} \left( \frac{p_0}{p_0 - \frac{mg}{A}} - 1 \right) = \frac{V_0}{A} \cdot \frac{mg}{p_0 A - mg}.$$

Látható, hogy a serpenyőbe szórt homok esetében nagyobb a dugattyú elmozdulása, hiszen

$$\frac{\Delta h_2}{\Delta h_1} = \frac{p_0 A + mg}{p_0 A - mg} > 1.$$

*Megjegyzés.* A fenti megállapítás akkor is érvényes marad, ha a dugattyú és a serpenyő tömege különböző, vagyis ha a hengerben lévő gáz nyomása kezdetben eltér a légköri nyomástól. Ezt legkönnyebben úgy látjuk be, hogy felismerjük: az izotermikus állapotváltozást a  $p - V$  diagramon egy hiperbola jellemzi, és ez a görbe a fizikailag reális  $V > 0$  tartományban alulról konvex.