

**I. megoldás.** Tegyük fel, hogy a hengeren levő nyílás akkora, hogy a súly ráhelyezésekor a levegő szabadon ki tud áramlani a hengerből. Ilyen körülmények között a hengerben egészen addig 1 atm nyomás marad, míg a dugattyú el nem zárja a nyílást. Ezután a dugattyú egészen addig süllyed, amíg a bezárt levegő nyomása  $1 \text{ atm} + 50 \text{ kp/dm}^2 = 1,5 \text{ atm}$  nem lesz. Állandó hőmérsékleten történő összenyomást feltételezve, a gáznak kétharmadára kell összenyomódnia, hogy a nyomása 1,5-szeresére nőjön, azaz a dugattyúnak 1,5 m-ről 1 m-re kell lesüllyednie. Tehát az a) kérdésre a válasz: az egyensúly beálltával a dugattyú 1 m magasán lesz, a bezárt levegő nyomása 1,5 atm, és tömege az eredetinek a fele. Ha most a levegő abszolút hőmérsékletét 2-szeresére növeljük, a dugattyúnak 2 m magasra kellene emelkednie. Ez a nyílás miatt nem lehetséges, a dugattyú csak 1,5 m magasságig emelkedik, és a szabaddá váló nyíláson a bezárt levegő negyede kiáramlik. Tehát az újabb egyensúly jellemzői: a dugattyú magassága 1,5 m, a hőmérséklet  $273 \text{ }^\circ\text{C}$ , a nyomás 1,5 atm, és a maradék levegő az eredetinek  $(1/2) \cdot (3/4) = 3/8$  része.

*Póto László (Kaposvár, Táncsics M. Gimn., III. o. t.)*

**II. megoldás.** Ha a hengeren nem lenne nyílás, a dugattyú a ráhelyezett súllyal  $2/3$ -ára nyomná össze a gázt. Az eredetileg 3 m magasán álló dugattyú tehát 2 m-ig süllyedne. Tegyük fel, hogy a nyílás elég kicsi ahhoz, hogy amíg a dugattyú 1 m-nyit süllyed, ne tudjon nagy mennyiségű gáz kiáramlani. Akkor, még mielőtt a dugattyú elérné a nyílást (valamivel 2 m alatt, de feltételezés szerint 1,5 m-nél magasabb dugattyúállásnál) kialakul a hengerben az 1,5 atm nyomás. Ettől kezdve a dugattyú egyenletesen mozog egészen a nyílásig. Mivel a nyílás kicsi, a külső és belső nyomás 0,5 atm-ás különbségének hatására a levegő csak lassan tud kiáramlani, így a dugattyú lassan süllyed, és a nyílás elzárásakor megáll. Így az első egyensúlyban a dugattyú magassága 1,5 m, a belső nyomás 1,5 atm, a bezárt levegő sűrűsége az eredetinek 1,5-szerese, tömege pedig az eredetinek  $(1/2) \cdot (3/2) = 3/4$ -szerese. Ha a hőmérsékletet emeljük, akkor a dugattyú felemelkedik annyira, hogy a kitágult levegő egy része a nyíláson távozhasson, a melegítés befejezése után pedig visszasüllyed annyira, hogy a nyílást újra elzárja. Ha a hőmérsékletet kétszeresére emeljük, mivel a nyomás rögzített, a térfogatnak is kétszeresére kell nőnie, ez úgy lehet, hogy a bezárt levegő fele távozik a nyíláson. A második egyensúly beállta után tehát az eredeti mennyiségnek  $(3/4) \cdot (1/2) = 3/8$ -szorososa marad a hengerben.

*Németh József (Eger, Gárdonyi G. Gimn., II. o. t.)*

*Megjegyzés.* A vizsgált két eset két határeset, köztük a nyílás méretétől függően sok eset lehetséges. Pl. ha a nyílás „közepes” méretű, a levegő nem tud akadálytalanul kiáramlani, tehát a hengerben megemelkedik a nyomás, viszont elég sok levegő áramolhat ki ahhoz, hogy a nyomás a nyitás elzárása előtt ne érje el a 1,5 atm-át. Ilyenkor a nyílás elzárásakor valamilyen közbülső nyomás uralkodik a hengerben, ennek megfelelően az egyensúly beálltakor a dugattyú 1 m és 1,5 m között áll. Viszont a melegítés utáni állapot nem függ a nyílás méreteitől. Ugyanis a nyílás magassága egyértelműen meghatározza a bezárt gáz térfogatát, a hőmérséklet és a dugattyúra helyezett súly (tehát a nyomás) pedig az állapotát. Így a sűrűség az eredetinek  $(3/2) \cdot (1/2) = 3/4$ -szorososa, mert a hőmérséklet megkétszereződött és a nyomás másfélszeresére nőtt, viszont a térfogat az eredetinek a fele, tehát a bentmaradt gáz tömege az eredetinek  $(3/2) \cdot (1/2) \cdot (1/2) = 3/8$ -a.