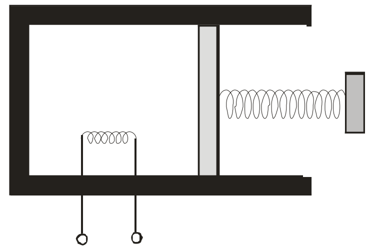
1. **feladat** Azonos az I. kategória 1. feladatával. A megoldást lásd ott!

2. **feladat** *Rögzített hengerbe zárt ideális gázt könnyen mozgó dugattyú zár el a külső levegőtől. A dugattyúhoz kívülről egy összenyomáskor is erőt kifejtő rögzített végű rugó csatlakozik. A henger alapterülete* $A = 1\ \mathrm{dm}^2$. *Kezdetben a gáz térfogata* $V_0 = 1\ \mathrm{dm}^3$, *a nyomása pedig megegyezik a külső légnyomással:* $p_0 = 10^5$ Pa. *A gázt egy beépített, állandó teljesítményű fűtőszállal melegíteni kezdjük, és mérjük a hőmérsékletét. Azt tapasztaljuk, hogy a hőmérsékletváltozás egyenesen arányos a melegítés idejével. Határozzuk meg a rugóállandó (direkciós erő) nagyságát!*



Megoldás:

A gáz melegítése közben növekszik a térfogat, vele együtt a nyomás is a

$$p = P_0 + \frac{D}{A^2}(V - V_0) = \frac{D}{A^2}V + \left(p_0 - \frac{D}{A^2}V_0\right)$$

összefüggés szerint. Látható, hogy a nyomás lineáris függvénye a térfogatnak. Az

$$a = \frac{D}{A^2}, \qquad \text{és} \qquad b = p_0 - \frac{D}{A^2}V_0$$

jelölésekkel

$$p = aV + b$$

alakú összefüggéssel dolgozunk tovább. A rendszer hőkapacitása

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = P\left(\frac{\Delta t}{\Delta T}\right),$$

ahol P a melegítő eszköz teljesítménye. C a $\left(\frac{\Delta t}{\Delta T}\right)$ állandósága miatt konstans érték.

Az I. főtétel szerint

$$C = \frac{\Delta E}{\Delta T} + p\frac{\Delta V}{\Delta T}.$$

A kifejezés első tagja állandó, mert a belső energia a hőmérséklet lineáris függvénye, tehát azt kell megvizsgálnunk, hogy

$$p\frac{\Delta V}{\Delta T}$$

milyen feltételek mellett lesz állandó. Ha a gázok állapotegyenletébe az előbbi összefüggéssel megadott nyomást helyettesítjük, akkor

$$(aV + b)V = aV^2 + bV = nRT \qquad (1)$$

adódik. A hőmérsékletet kicsiny ΔT-vel megnövelve a térfogat ΔV-vel fog változni. Írjuk fel erre az új állapotra ismét az állapotegyenletet:

$$a(V + \Delta V)^2 + b(V + \Delta V) = nR(T + \Delta T)$$

$$aV^2 + 2aV\Delta V + a\Delta V^2 + bV + b\Delta V = nR(T + \Delta T) \qquad (2)$$

A (2)-ből (1)-et kivonva és a ΔV^2-et elhanyagolva (ΔT-t tetszőleges kicsinyre választható)

$$2aV\Delta V + b\Delta V = nR\Delta T$$

adódik, amiből

$$p\frac{\Delta V}{\Delta V} = nR\frac{(aV+b)}{2aV+b}.$$

Ez a kifejezés akkor lesz V-től független állandó, ha

$$b = 0,$$

azaz

$$p_0 - \frac{D}{A^2}V_0 = 0,$$

amiből

$$D = A^2\frac{p_0}{V_0} = 10^4\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}.$$

3/A. feladat azonos a II. kategória 3/A. feladatával. A megoldást lásd ott!

3/B. feladat azonos mind az I. kategória, mind a II. kategória 3/B. feladatával. A megoldást lásd ott!