*a*) Tudjuk, hogy $T_A = T_C = T_1 = 280$ K és $T_B = 4T_1 = 1120$ K. A $PB$ egyenes átmegy az origón, így az egyenlete:

$$p(V) = k \cdot V.$$

Az egyenes pontjaira felírt állapotegyenlet:

$$p(V)V = k \cdot V^2 = nRT, \quad \text{tehát} \quad V = \sqrt{\frac{nRT}{k}}.$$

Mivel $P$ a $BC$ szakasz felezőpontja, a „vízszintes” koordinátákra igaz:

$$\begin{aligned} V_P &= \frac{V_C + V_B}{2}, \\ \sqrt{\frac{nRT_P}{k}} &= \frac{\sqrt{\frac{nRT_C}{k}} + \sqrt{\frac{nRT_B}{k}}}{2}, \\ 4nRT_P &= nRT_C + nRT_B + 2nR\sqrt{T_C T_B}, \\ T_P &= \frac{1}{4}\left(T_1 + 4T_1 + 2\sqrt{4T_1 T_1}\right) = \frac{9}{4}T_1. \end{aligned}$$

Eszerint a gáz hőmérséklete a $P$ állapotban 630 K.

*b*) A folyamatban egyatomos ideális gáz vesz részt, ezért a szabadsági fokok száma $f = 3$. Az $AP$ állapotváltozás izobár, amelyre a hőtan I. főtétele így alkalmazható:

$$\begin{aligned} \Delta E_{AP} &= W_{AP} + Q_{AP}, \\ \frac{f}{2}nR(T_P - T_A) &= -p_A(V_P - V_A) + Q_{AP}, \end{aligned}$$

ahonnan

$$\begin{aligned} Q_{AP} &= \frac{f}{2}nR(T_P - T_1) + p_A V_P - p_A V_A = \frac{f}{2}nR(T_P - T_1) + p_P V_P - nRT_A = \\ &= \frac{3}{2}nR(T_P - T_1) + nRT_P - nRT_1 = \frac{5}{2}nR(T_P - T_1). \end{aligned}$$

A $PB$ folyamatban a gázon végzett munkát a $PB$ szakasz „alatti” trapéz területe adja meg:

$$\begin{aligned} \Delta E_{PB} &= W_{PB} + Q_{PB}, \\ \frac{f}{2}nR(T_B - T_P) &= -\frac{p_P + p_B}{2}(V_B - V_P) + Q_{PB}, \\ Q_{PB} &= \frac{f}{2}nR(T_B - T_P) + \frac{1}{2}(p_P V_B + p_B V_B - p_P V_P - p_B V_P) = \\ &= \frac{f}{2}nR(4T_1 - T_P) + \frac{1}{2}(p_P V_B - p_B V_P) + \frac{1}{2}nR(T_B - T_P) = \\ &= \frac{f+1}{2}nR(4T_1 - T_P) + \frac{1}{2}(p_P V_B - p_B V_P). \end{aligned}$$

A $PB$ egyenes egyenletét felhasználva látszik, hogy

$$p_P V_B - p_B V_P = kV_P V_B - kV_P V_B = 0,$$

tehát

$$Q_{PB} = \frac{f+1}{2}nR(4T_1 - T_P) + 0 = 2nR(4T_1 - T_P).$$

Az összes felvett hő:

$$Q = Q_{AP} + Q_{PB} = \frac{5}{2}nR(T_P - T_1) + 2nR(4T_1 - T_P) = nR\left(\frac{11}{2}T_1 + \frac{1}{2}T_P\right).$$

Behelyettesítve az $n = 2$, $R = 8{,}31$ J/(mol K), $T_1 = 280$ K és $T_P = 630$ K értékeket, azt kapjuk, hogy az $A \to P \to B$ folyamatban összesen $Q = 30{,}8$ kJ hőt vesz fel a gáz.

*Horváth Anikó* (Szeged, Radnóti M. Kísérleti Gimn., 11. évf.)

*Megjegyzés.* A keresett mennyiségek ($T_P$ és $Q$) egyike sem függ a $CB$ egyenes meredekségét jellemző $k$ állandótól. Ezt – az első pillanatban meglepőnek tűnő – tényt a hosszú számolás elvégzése nélkül is beláthatjuk, ha felírjuk az ismert és a keresett mennyiségek mértékegységét. Mivel $k$ mértékegysége J/m$^6$, és a *méter* egyetlen más fizikai mennyiség dimenziójában nem szerepel, $T_P$ és $Q$ nem függhet $k$-tól.

*(G. P.)*