31. Nagy László Fizikaverseny
Szalézi Szent Ferenc Gimnázium, Kazincbarcika
2016. február 25 – 26.

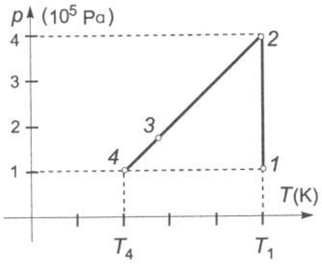
J a v í t ó k u l c s

12. osztály

3. feladat

a)

Az 1→2 folyamat izotermikus,
tehát Boyle-Mariotte törvénye alapján:



$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \Rightarrow p_1 \cdot V_1 = 4 \cdot p_1 \cdot V_2$ 1 pont

Ezért $V_2 = \frac{V_1}{4}$ 1 pont

b)

Akkor lenne izochor a 2→3→4 folyamat, ha a 2.; 3. és 4. állapotra is igaz lenne, hogy $\frac{p}{T}$ = állandó. 1 pont

Ez a hányados az 1. állapot esetén $\frac{p_2}{T_2} = \frac{4 \cdot 10^5\,\text{Pa}}{500\,\text{K}} = 8\,000\,\frac{\text{Pa}}{\text{K}}$; 1 pont

míg a 4. állapotban $\frac{p_4}{T_4} = \frac{10^5\,\text{Pa}}{200\,\text{K}} = 500\,\frac{\text{Pa}}{\text{K}}$. 1 pont

Ez szemmel láthatóan nem teljesül.

Megjegyzés: izochor folyamat esetében –az egyenes arányosság miatt– a 2→3→4 folyamat $p - T$ diagramja az origón átmenő egyenesre kellene, hogy illeszkedjen. Ez a fenti méretarányos ábrán szintén látszik, hogy nem teljesül. A versenyzők feladatlapján látható grafikonról ilyen merész állítást nem szabad levonni, mert ott a tengelyekről hiányoznak az egységek.

c)

Írjuk fel a 2. és 4. pontokon átmenő egyenes egyenletét! Azt kapjuk, hogy

$$p = \frac{p_2 - p_1}{T_1 - T_4} \cdot T - p_1 \qquad (1)$$ 3 pont

ahol T és p az egyenesen levő bármely pont abszcisszáját és ordinátáját jelenti.

Mivel a diagramról láthatóan a 3. pont is ezen az egyenesen van, annak T_3 és p_3 koordinátái is kielégítik az egyenletet: 1 pont

$$p_3 = \frac{p_2 - p_1}{T_1 - T_4} \cdot T_3 - p_1 \qquad (2)$$ 2 pont

Hogy p_3-at meghatározzuk, valahonnan szükségünk van T_3-ra. Ezt az állapotegyenletből kaphatjuk. Alkalmazzuk pl. az 1. és 3. állapotra, és közben használjuk ki a $3 \cdot V_3 = V_1$ összefüggést: 2 pont 1 pont

$$T_3 = T_1 \cdot \frac{p_3 \cdot V_3}{p_1 \cdot V_1} = T_1 \cdot \frac{p_3 \cdot V_1}{p_1 \cdot 3 \cdot V_1} = T_1 \cdot \frac{p_3}{3 \cdot p_1} \qquad (3)$$ 1 pont

(3)-at (2)-be írva:

$$p_3 = \frac{p_2 - p_1}{T_1 - T_4} \cdot T_1 \cdot \frac{p_3}{3 \cdot p_1} - p_1$$ 2 pont

Több lépésben elvégezhető átalakítások után a keresett nyomásra kapjuk:

$$\underline{\underline{p_3}} = \frac{3p_1^{\,2}\cdot(T_1-T_4)}{(p_2-p_1)\cdot T_1 - 3\cdot p_1\cdot(T_1-T_4)} =$$ 2 pont

$$= \frac{3\cdot 10^{10}\,Pa^2(500K-200K)}{3\cdot 10^5\,Pa\cdot 500K - 3\cdot 10^5\,Pa(500K-200K)} = \underline{\underline{1{,}5\cdot 10^5\ \mathrm{Pa}}}$$ 1 pont

Összesen: 20 pont