35. Nagy László Fizikaverseny
Szalézi Szent Ferenc Gimnázium, Kazincbarcika
2020. február 27 – 28.

J a v í t ó k u l c s
11. osztály

2. feladat

Adatok:

$A = 2$ cm^2 $g \approx 10\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ $h_2 = 0{,}1$ m $m = ?$

$L = 1$ m $\rho_{Hg} = 13{,}6\cdot 10^3\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$ $M = 4\ \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}}$ $t_2 = ?$

$p_0 = 10^5$ Pa $t_1 = 20\ ^\circ\mathrm{C} \Rightarrow T_1 = 293$ K $R = 8{,}31\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol}\cdot\mathrm{K}}$ $W = ?$

$h_1 = 0{,}2$ m

a)

A héliumgáz nyomása: $p_1 = p_0 - h_1\cdot\rho\cdot g = (10^5 - 0{,}2\cdot 13{,}6\cdot 10^3\cdot 10)$ Pa $= 7{,}28\cdot 10^4$ Pa; 2 pont

térfogata: $V_1 = A\cdot(L - h_1) = 2\cdot 10^{-4}\cdot(1 - 0{,}2)$ m^3 $= 1{,}6\cdot 10^{-4}$ m^3 1 pont

A héliumgáz tömege a állapotegyenlet alapján:

$m = \frac{p_1\cdot V_1}{R\cdot T_1}\cdot M = \frac{7{,}28\cdot 10^4\cdot 1{,}6\cdot 10^{-4}}{8{,}31\cdot 293}\cdot 4\ (\mathrm{g}) \approx 19{,}14$ mg 2 pont

Tehát 19,14 mg héliumgáz jutott be a Torricelli-csőbe.

b)

A felmelegített héliumgáz nyomása:

$p_2 = p_0 - h_2\cdot\rho\cdot g = (10^5 - 0{,}1\cdot 13{,}6\cdot 10^3\cdot 10)$ Pa $= 8{,}64\cdot 10^4$ Pa 2 pont

térfogata: $V_2 = A\cdot(L - h_2) = 2\cdot 10^{-4}\cdot(1 - 0{,}1)$ m^3 $= 1{,}8\cdot 10^{-4}$ m^3 1 pont

A megváltozott hőmérséklet az egyesített gáztörvény szerint:

$T_2 = T_1\cdot\frac{p_2\cdot V_2}{p_1\cdot V_1} = 293\cdot\frac{8{,}64\cdot 10^4\cdot 1{,}8\cdot 10^{-4}}{7{,}28\cdot 10^4\cdot 1{,}6\cdot 10^{-4}}\ (\mathrm{K}) = 391{,}2$ K 3 pont

Tehát a héliumgáz hőmérséklete a melegítés után $t_2 \approx 118{,}2\ ^\circ$C.

c)

A héliumgáz munkavégzését (joule-ban mérve) a $p - V$ diagram alatti terület *számértéke* adja. 1 pont

Ezt akkor tudjuk kiszámítani, ha ismerjük a $p(V)$ függvény tulajdonságát. 2 pont

Ha valamelyik térfogatképletből kifejezzük h-t, és behelyettesítjük az annak megfelelő V képletbe, akkor láthatjuk, hogy a $p(V)$ függvény lineáris. 2 pont

Ebből következik, hogy a $p - V$ diagram alatti területet egy derékszögű trapéz alkotja. 1 pont

Formálisan a derékszögű trapéz területképletét alkalmazhatjuk, de a fizika szempontjából ez azt jelenti, hogy p_1 és p_2 számtani közepével, mint átlagnyomással számolhatunk a tágulási munka kiszámításánál. 2 pont

$W = \frac{p_1 + p_2}{2}\cdot(V_2 - V_1) = \frac{7{,}28\cdot 10^4 + 8{,}69\cdot 10^4}{2}\cdot(1{,}8\cdot 10^{-4} - 1{,}6\cdot 10^{-4}) = 1{,}597$ J $\approx 1{,}6$ J 1 pont

Tehát a héliumgáz 1,6 J munkát végzett a környezetén a melegítés közben.

Összesen: 20 pont