04.12.2020

Cl. 10a – (S12) – Aplicațiile princ. I. la transformările G.I-gazului ideal.

pg (33-37)

1. Expresiile căldurilor molare C_v, C_p funcție de nr. grd. de libertate și tipul gazului
2. Gradele de libertate ale moleculelor gazelor: monoatomice ($i=3$), biatomice ($i=5$), poliatomice ($i=6$)
3. L, ΔU, Q în procesele simple ale G.I (t. izocoră, izobară, izotermă)
4. Transf. adiabatică, $Q=0$.

---

(1). Din ec. calorice de stare, folosind P.I. al termodinamicii, se obțin expresiile căldurilor molare (C_v, C_p); $C = \frac{1}{\nu}\cdot\frac{Q}{\Delta T}$ (*)

- Considerăm un gaz monoatomic supus unei transf. izocore ($m, V=ct$)

P.I: $Q = \Delta U + L$; $V=ct \rightarrow \Delta V = 0$ $\rightarrow L = p\cdot\Delta V = 0$.

$L=0$ $\rightarrow Q = \Delta U$ $\rightarrow C_v \overset{(*)}{=} \frac{1}{\nu}\cdot\frac{Q}{\Delta T} = \frac{1}{\nu}\left(\frac{\Delta U}{\Delta T}\right) \Rightarrow \Delta U = \nu C_v\cdot\Delta T$

2) Gradul de libertate → reprezintă o posibilitate distinctă de mișcare a unui atom/molecule.
(i) – nr. grd. de libertate

Tipurile grd. de libertate (în general)

„i" { → 3 de translație (O_x-T_x, O_y-T_y, O_z-T_z)
→ 3 de rotație (R_x, R_y, R_z).
– de vibrație (se dezvoltă numai la T-ri mari)

Modele de G.Î (moleculare)
- monoatomice / atomice), $i=3$ (T_x, T_y, T_z)
- moleculare / diatomice, $i=5$ ($T_x, T_y, T_z + R_x, R_y$)
- moleculare poliatomice, $i=6$ ($T_x, T_y, T_z, R_x, R_y, R_z$)

deci $\boxed{i = 3, 5, 6}$

Gaz monoatomice, biatomic, poliatomic

Generalizare: G.Î are $\boxed{\Delta U = \nu C_v \cdot \Delta T}$

$\begin{cases} C_v = \left(\frac{i}{2}\right)R, \ (J/mol\cdot K) = \cancel{12,47} \\ C_p = \left(\frac{i+2}{2}\right)R \end{cases}$

- din Rel. Robert-Mayer:

$\boxed{C_p = C_v + R} = \frac{i}{2}R + R = \left(\frac{i+2}{2}\right)R$

a) – gaz monoatomic ($i=3$) $\rightarrow \begin{cases} C_v = \left(\frac{i}{2}\right)R = \frac{3}{2}R \simeq 12{,}47 \ J/mol\cdot K. \\ C_p = \left(\frac{i+2}{2}\right)R = \frac{5}{2}R \simeq 20{,}78 \ J/mol\cdot K. \end{cases}$

b) – gaz biatomic ($i=5$) $\rightarrow \begin{cases} C_v = \left(\frac{i}{2}\right)R = \frac{5}{2}R \\ C_p = \left(\frac{i+2}{2}\right)R = \frac{7}{2}R. \end{cases}$

c) gaz poliatomic ($i=6$) $\rightarrow \begin{cases} C_v = \left(\frac{i}{2}\right)R = \frac{6}{2}R = 3R \\ C_p = \left(\frac{i+2}{2}\right)R = \frac{8}{2}R = 4R. \end{cases}$

$\boxed{\gamma = \left(\frac{C_p}{C_v}\right) = \left(\frac{i+2}{2}\right)}$ – exponentul adiabatic

(3) $L, \Delta U, Q$ în procesele simple ale S.T-gazului ideal.

a) - procesul ~~izobar~~ izocor $(m, V=ct)$. $\rightarrow \Delta V = V_f - V_i = 0$.

$L = p \cdot \Delta V = 0$.

(P I) $Q_V = L + \Delta U$.

$L = 0 \rightarrow Q_V = \Delta U = \nu \cdot C_V \cdot \Delta T = m c_V \cdot \Delta T$

b). - procesul izobar $(m, p=ct)$ $\boxed{C_V = \left(\frac{i}{2}\right)R;\ C_p = \left(\frac{i+2}{2}\right)R}$

din $\boxed{C_p = \frac{Q_p}{\Delta T}} \rightarrow Q_p = C_p \cdot \Delta T = m \cdot c_p \cdot \Delta T = \nu C_p \cdot \Delta T = \left(\frac{i+2}{2}\right)\nu R \Delta T$

$\Delta U = \nu C_V \cdot \Delta T = \left(\frac{i}{2}\right) R \nu \Delta T = \left(\frac{i}{2}\right)\nu R \Delta T$

$L = p \cdot \Delta V \overset{(*)}{=} \nu R \cdot \Delta T$

ec. termică de stare: $pV = \nu RT \rightarrow p \cdot \Delta V \overset{(*)}{=} \nu R \cdot \Delta T$

c) - procesul izoterm $(m, T=ct)$; $\Delta U = (U_f - U_i)$ - variația energiei interne.

$\left.\begin{array}{l} U = U(T) \\ T = ct \end{array}\right\} \rightarrow \Delta U = 0$

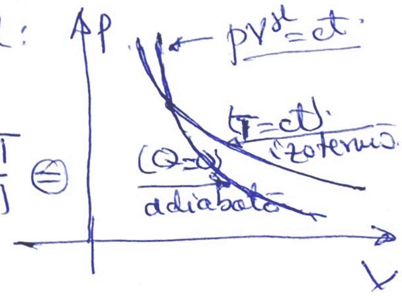
(P I). $\left.\begin{array}{l} Q = L + \Delta U \\ \Delta U = 0 \end{array}\right\} \rightarrow Q = L = \nu RT \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right) = 2{,}3\,\nu RT \lg\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$

4) Transformarea adiabatică $(Q=0)$ $\boxed{\log_a(x) = \frac{\log_b(x)}{\log_b a}}$

Def Transf. adiabatică - reprezintă o transf. a ST-sist. termodin. în timpul căreia nu are loc schimb de căldură cu ext $(Q=0)$ fiind delimitat printr-un înveliș adiabatic.

* ec. transf. adiabatice $\begin{cases} pV^{\gamma} = ct \\ T \cdot V^{\gamma - 1} = ct \\ T \cdot p^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = ct \end{cases}$, $\boxed{\gamma = \left(\frac{C_p}{C_V}\right) = \left(\frac{i+2}{i}\right)}$ - exp. adiabatic (gamma)

* Reprezentarea grafică este dată de o curbă/adiabată care are o alură mai abruptă decât o izotermă astfel:



- $L, \Delta U, Q$ în transf. adiabatică $(Q=0)$

$L = -\frac{p_f V_f - p_i V_i}{\gamma - 1} = -\frac{\nu R}{\gamma - 1}(T_f - T_i) = -\frac{\nu R \Delta T}{(\gamma - 1)} \Leftrightarrow$ $\boxed{C_V = \frac{R}{(\gamma - 1)}}$

$\begin{cases} \Delta U = \nu C_V \Delta T = m \cdot c_V \cdot \Delta T \\ L \Leftrightarrow -\nu C_V \cdot \Delta T \\ Q = 0 \end{cases}$