



Școala Creștină "Filadelfia" - Cl. I-XII

Str. Narciselor, nr. 5E - Suceava Tel/fax: 0230-531205

www.filadelfia.ro office@filadelfia.ro O.P. 6 C.P. 50

Cod fiscal: 14687487 Cont: 251105182340021165015 Banca: Banc Post - Suceava

FIZICĂ

clasa a X-a

frecvență redusă

prof. Brădățan Claudia

Procese simple ale gazului ideal

Ecuatia termică de stare a gazului ideal, ce descrie relația dintre parametrii de stare ai unui gaz ideal, în oricare stare de echilibru a acestuia, are expresia:

$$pV = \nu RT$$

p : presiunea gazului (N/m^2)

V : volumul gazului (m^3)

ν : cantitatea de substanță din sistem
(kmol)

T : temperatura absolută (K)

R : constanta universală a gazelor ($8310 \text{ J kmol}^{-1} \text{ K}^{-1}$)

Transformarea generală reprezintă transformarea în care cantitatea de gaz se menține constantă, ($V = \text{const}$), parametrii de stare modificându-și valoarea după legea:

$$pV/T = \text{const.}$$

Transformare politropă este acea transformare pentru care căldura molară a unui gaz de masă dată se menține constantă ($V = \text{const}$, $C = \text{const}$), legea procesului fiind:

$$pV^n = \text{const.}$$

n : exponent politropic (constantă caracteristică fiecărui proces politrop)

C : căldura molară (coeficient caloric având valoarea egală cu căldura schimbată de 1kmol de substanță pentru a varia temperatura sistemului cu un grad
[C]_{SI} = J/mol K de sistem)

Tipul procesului	Definiție	Legea procesului
Izoterm (politropa cu $n = 1$)	$V = \text{const}$ $T = \text{const}$	$pV = \text{constant}$
Izobar (politropa cu $n = 0$)	$V = \text{const}$ $p = \text{const}$	$\frac{V}{T} = \text{const}$, $V = V_0 (1 + \alpha t)$ V_0 : volumul gazului la temperatura $t_0 = 0^\circ\text{C}$ α : coeficient de dilatare izobară ($1/273,15 \text{ grad}^{-1}$) t : temperatura măsurată în grade Celsius
Izocor (politropa cu $n \rightarrow \infty$)	$V = \text{const}$ $V = \text{const}$	$\frac{p}{T} = \text{const}$, $p = p_0 (1 + \beta t)$ p_0 : presiunea gazului la temperatura $t_0 = 0^\circ\text{C}$ β : coeficientul termic al presiunii ($1/273,15 \text{ grad}^{-1}$)
adiabatic (politropa cu $n = \gamma$)	proces în care sistemul nu schimbă căldură cu exteriorul $Q = 0$	$pV^\gamma = \text{const}$, $TV^{(\gamma-1)} = \text{const}$, $p^{(1-\gamma)}T^\gamma = \text{const}$ γ : exponent adiabatic ($\gamma = C_p/C_v$, C_p , C_v : coeficienți calorici (căldura molară izobară/ izocoră)) $C_p = \frac{Q_p}{\nu \Delta t}$, $C_v = \frac{Q_v}{\nu \Delta t}$ Q_p , Q_v :căldura schimbată de cantitatea de gaz (ν) ,izobar/ izocor, pentru a produce o variație a temperaturii cu ΔT .

Principiile termodinamicii

Principiul zero al termodinamicii:

Pentru orice sistem termodinamic se poate defini un parametru de stare intensiv, numit temperatură empirică, a cărei valoare este aceeași în toate stările de echilibru termodinamic aflate în relație de echilibru termic.

Parametru de stare : mărime fizică ce descrie starea sistemului termodinamic.

Parametru de stare intensiv : parametru ce poate avea valori distincte în puncte diferite din sistem.

Echilibru termodinamic: parametrii de stare ai sistemului se mențin constanți în timp atunci când sistemul este izolat (sistem ce nu face nici schimb de substanță și nici de energie cu mediul exterior).

Relație de echilibru termic : dacă în urma contactului termic a două sisteme, contact realizat astfel încât să nu se producă schimb de substanță și de lucru mecanic, acestea nu își schimbă starea inițială, atunci sistemele sunt într-o relație de echilibru termic.

Principiul I al termodinamicii:

În orice transformare variația energiei interne a unui sistem termodinamic (ΔU), depinde numai de starea inițială și cea finală între care evoluează sistemul, nedepinzând de stările intermediare.

- U (energia internă a sistemului) este o funcție de stare a sistemului.
- Valoarea energiei interne a sistemului termodinamic este dată de suma dintre energia cinetică internă (datorată mișcării moleculelor) și energia potențială internă (datorată interacțiunii dintre molecule).
- Ecuația principiului I al termodinamicii :
 $\Delta U = Q_{\text{primit}} - L_{\text{efectuat}}$
 ΔU : variația energiei interne a sistemului termodinamic
 Q_{primit} : căldura primită de sistem (prin convenție $Q_{\text{primit}} > 0$)
 L_{efectuat} : lucrul mecanic efectuat de sistem asupra unui sistem exterior (prin convenție $L_{\text{efectuat}} > 0$)
 Q, L : forme ale schimbului de energie, fiind mărimi fizice de proces
 $[\Delta U]_{SI} = J, [Q]_{SI} = J, [L]_{SI} = J$
- Primul principiu al termodinamicii conține legea conservării energiei sistemelor izolate.
Pentru un sistem izolat, $Q = 0, L = 0$, rezultând din ecuația principiului I :
 $\Delta U = 0, U_i = U_f \Rightarrow U = \text{const}$
- Nu este posibilă construirea unui perpetuum mobile de speța I.
Perpetuum mobile de speța I : mașină care ar produce lucru mecanic fără să consume energie din exterior

Principiul al II lea al termodinamicii:

1. Randamentul ciclului Carnot reversibil depinde numai de temperaturile termostatelor (surselor cu care sistemul schimbă căldură) fiind independent de natura substanței de lucru.

2. Randamentul oricărui proces ciclic este mai mic decât randamentul ciclului Carnot reversibil care funcționează între aceleași temperaturi extreme . **(Formularea Carnot)**

- Proces ciclic : procesul în care starea inițială coincide cu cea finală.
- Ciclul Carnot : proces ciclic format din două izoterme (T_1 fiind temperatura sursei calde cu care sistemul schimbă căldură, iar T_2 , temperatura sursei reci) și două adiabate.
- Randamentul oricărui motor termic se definește astfel :

$$\eta = \frac{L}{Q_{\text{primit}}} = \frac{Q_{\text{primit}} - |Q_{\text{cedat}}|}{Q_{\text{primit}}} = 1 - \frac{|Q_{\text{cedat}}|}{Q_{\text{primit}}}, \text{ randamentul fiind o m\u0103rime adimensional\u0103, subunitar\u0103.}$$

Un sistem termodinamic nu poate efectua lucru mecanic asupra mediului înconjur\u0103tor printr-o transformare ciclic\u0103 monoterm\u0103 ($Q \leq 0, L \leq 0$). Dac\u0103 transformarea ciclic\u0103 monoterm\u0103 este \u0219i ireversibil\u0103, mediul exterior efectueaz\u0103 lucru mecanic asupra sistemului ($Q < 0, L < 0$) **(Formularea Thomson)**

- Transformare monoterm\u0103 : transformarea \u00een care sistemul schimb\u0103 c\u0103ldur\u0103 cu un singur termostat.
- Transformare reversibil\u0103: transformarea care se poate desf\u0103\u0219ura identic \u00een ambele sensuri, sistemul evolu\u00e2nd prin acelea\u0219i st\u0103ri intermediare (de echilibru).
- Transformarea care nu \u00eendepline\u0219te aceste condi\u0219ii de reversibilitate se nume\u0219te ireversibil\u0103.
- Nu este posibil\u0103 construirea unui perpetuum mobile de spe\u0219a a II a .

Nu este posibil\u0103 nici o transformare care s\u0103 aib\u0103 ca rezultat trecerea *de la sine* a c\u0103ldurii de la un corp cu temperatur\u0103 dat\u0103 la un corp cu temperatur\u0103 mai mare. (**Formularea Clausius**)

Exist\u0103 o func\u0219ie de stare (care nu este unic\u0103) , numit\u0103 entropie \u0219i a c\u0103rei valoare r\u0103m\u0103ne constant\u0103 \u00een procesele izentropice (procese adiabatice reversibile)

- Pentru un proces reversibil se define\u0219te rela\u0219ia :

$$\Delta S = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{T_i}$$

Q_i :c\u0103ldurile schimbate cu surse termostatate

T_i : temperaturile termostatelor

ΔS : varia\u0219ia entropiei ($[S]_{SI} = J/K$)

- \u00cEn procese adiabatice reversibile entropia sistemului se men\u0219ine constant\u0103: $\Delta S = 0$.
- \u00cEn procese adiabatice ireversibile entropia sistemului cre\u0219te $\Delta S \geq 0$.
- \u00cEn procese ciclice ireversibile, suma rapoartelor dintre c\u0103ldurile schimbate de sistemul termodinamic cu surse termostatate \u0219i temperaturile acelor termostate este negativ\u0103:

$$\sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{T_i} < 0$$

- \u00cEn procese ciclice reversibile, suma rapoartelor dintre c\u0103ldurile schimbate de sistemul termodinamic cu surse termostatate \u0219i temperaturile acelor termostate este negativ\u0103:

$$\sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{T_i} = 0$$

Coeficienți calorici

Căldura necesară unui corp pentru a-și modifica temperatura cu un grad se numește capacitate calorică:

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad (1) \quad [C]_{SI} = \frac{J}{K}$$

Căldura necesară unității de masă dintr-un corp pentru a-și modifica temperatura cu un grad se numește căldură specifică:

$$c = \frac{Q}{m\Delta T} \quad (2) \quad [c]_{SI} = \frac{J}{kgK}$$

Din relațiile (1) și (2) se calculează cantitatea de căldură:

$$Q = C\Delta T = mc\Delta T \quad (3)$$

Echivalentul în apă al calorimetrului M este masa calorimetrului care înmulțită cu căldura specifică a apei c_a dă capacitatea calorică a calorimetrului C_C

$$C_C = Mc_a \quad (4)$$



Într-un calorimetru se introduce o masă de apă M_1 la temperatura T_1 , iar ulterior o masă de apă M_2 la temperatura $T_2 < T_1$. La echilibru avem:

$$(M_1c_a + C_C)(T_1 - \Theta) = M_2c_a(\Theta - T_2) \quad (5)$$

Din relațiile (4) și (5) se obține echivalentul în apă al calorimetrului:

$$M = \frac{M_2(\Theta - T_2) - M_1(T_1 - \Theta)}{T_1 - \Theta} \quad (6)$$

Metoda amestecurilor constă în încălzirea corpului considerat la o temperatură cunoscută și introducerea lui în interiorul vasului calorimetric cu apă, măsurând creșterea temperaturii acesteia. Cantitatea de căldură cedată de corp este egală cu cantitatea de căldură primită de apă și vasul calorimetric.

$$Q_{ced} = mc(t - \theta) \quad (3)$$

$$Q_{abs} = (m_1c_1 + m_2c_2)(\theta - t) \quad (4)$$

Din relațiile (3) și (4) rezultă:

$$mc(t - \theta) = (m_1c_1 + m_2c_2)(\theta - t), \text{ de unde}$$

$$c = \frac{(m_1c_1 + m_2c_2)(\theta - t_1)}{m(t - \theta)} \quad (5)$$

unde m, m_1, m_2 sunt masele corpului, apei și calorimetrului, c, c_1, c_2 căldurile specifice, t -temperatura inițială a corpului, t_1 - temperatura inițială a apei și a calorimetrului, θ - temperatura finală.

Definim fenomenul de topire ca fiind trecerea unui corp din stare solidă în stare lichidă. Căldura necesară unității de masă dintr-un solid pentru a se topi se numește căldură latentă specifică de topire.

$$\lambda = \frac{Q}{m} \quad (1) \quad [\lambda]_{SI} = \frac{J}{kg}$$

Această căldură este luată de corp de la o sursă de căldură sau de la un corp mai cald.

Într-un calorimetru cu apă se introduce o bucată de gheață. Apa și calorimetru cedează cantitatea de căldură pe care gheața o absoarbe pentru a se topi, iar apa rezultată din topire se va încălzi până la temperatura finală θ .

Ecuția calorimetrică este:

$$Q_{ced} = Q_{abs} \quad (2)$$

$$(m_1c_1 + m_2c_2)(t_1 - \theta) = m\lambda + mc_2(\theta - t_0)$$

$$\text{de unde} \quad \lambda = \frac{(m_1c_1 + m_2c_2)(t_1 - \theta) - mc_2(\theta - t_0)}{m} \quad (3)$$

în care m_1 și m_2 sunt masa calorimetrului și a apei, c_1 și c_2 căldurile lor specifice, t_1 – temperatura inițială a apei și calorimetrului, t_0 – temperatura de topire a gheții, θ - temperatura finală, iar m masa gheții.

Definim fenomenul de vaporizare ca fiind trecerea unui corp din starea lichidă în stare de vapori.

Căldura absorbită pentru trecerea în stare de vapori de către unitatea de masă de lichid se numește căldură latentă specifică de vaporizare.

$$\lambda = \frac{Q}{m} \quad [\lambda]_{SI} = \frac{J}{kg}$$

Procesul de vaporizare decurge la temperatură constantă

Ecuția calorimetrică se scrie:

$$Q_{ced} = Q_{abs}$$

$$m\lambda + mc_2(t_f - \theta) = (m_1c_1 + m_2c_2)(\theta - t_1)$$

$$\text{de unde} \quad \lambda = \frac{(m_1c_1 + m_2c_2)(\theta - t_1) - mc_2(t_f - \theta)}{m}$$

în care m_1 , m_2 sunt masa calorimetrului și a apei din calorimetru, c_1 și c_2 sunt căldurile lor specifice, t_1 este temperatura inițială din calorimetru și θ temperatura finală, m masa vaporilor, t_f temperatura vaporilor.