

Efectul Joule-Thomson

Teoria metodei

Modelul gazului ideal nu tine seama de fortele de interactie dintre moleculele constituyente, astfel incat energia interna a gazului ideal depinde numai de temperatura. In cazul gazelor reale, intre moleculele constituyente exista un potential de interactie de natura electrica, astfel incat energia interna a gazului real este formata din suma energiilor cinetice ale moleculelor si a energiilor potentiale de interactie. Fortele de interactie moleculara sunt forte de atractie la distante mari intre molecule si forte de respingere la distante mici, astfel ca energia interna a gazului real depinde de volum astfel:

$$\frac{\partial U}{\partial V} > 0$$

Intr-o destindere adiabatica ($Q = 0$) in vid ($L = 0$) a unui gaz real, energia interna a gazului nu se modifica ($\Delta U = 0$, cf. Primului principiu al termodinamicii), insa energia potentiala de interactie moleculara creste pe seama descresterii energiei cinetice a moleculelor, astfel gazul se raceste.

Racirea unui gaz real intr-o destindere adiabatica poarta numele de efect Joule-Thomson. Pentru punerea in evidenta a acestui efect se utilizeaza un tub de sticla izolat adiabatic si prevazut in interior cu un dop poros ce permite curgerea gazului. Curgerea gazului se realizeaza aplicand presiuni diferite la extremitatile tubului, $p_1 > p_2$. Daca o anumita cantitate de gaz ocupa volumul V_1 inainte de traversarea dopului, dupa traversare va ocupa volumul $V_2 > V_1$, adica gazul se destinde. Lucrul mecanic primit de gazul respectiv este:

$$L = -\int_{V_1}^0 p_1 dV - \int_0^{V_2} p_2 dV = p_1 V_1 - p_2 V_2.$$

Datorita invelisului adiabatic, gazul nu schimba caldura cu exteriorul, deci variatia de energie interna a gazului este egala cu lucrul mecanic primit de gaz:

$$U_2 - U_1 = p_1 V_1 - p_2 V_2 \Rightarrow U_1 + p_1 V_1 = U_2 + p_2 V_2 \Leftrightarrow H_1 = H_2,$$

adica, in cursul procesului Joule-Thomson entalpia nu variaza.

Pentru gazele reale, lucrul mecanic efectuat asupra gazului de o parte si de alta a dopului poros difera, adica $p_1 V_1 < p_2 V_2$ si din conservarea entalpiei rezulta: $U_1 > U_2$ sau $T_1 > T_2$, adica la destinderea adiabatica a unui gaz real acesta se raceste.

Pentru punerea in evidenta a acestui efect se stabileste o stare stationara pentru care $p_1 - p_2$ este constant, astfel incat procesul studiat este quasi-stationar.

Efectul Joule-Thomson se descrie cantitativ prin coeficientul:

$$\mu = \frac{T_1 - T_2}{p_1 - p_2}.$$

Scopul lucrării

Lucrarea de față își propune să pună în evidență efectul Joule-Thomson pentru gazele reale și să caracterizeze cantitativ acest efect prin determinarea coeficientului Joule-Thomson. Gazele utilizate în aceste experimente sunt N_2 și CO_2 .

Instalația utilizată pentru realizarea acestei lucrări este compusă din tubul de sticlă izolat adiabatic în interior cu dopul poros prevăzut cu un manometru care măsoară direct diferența de presiune $p_1 - p_2$ (în acest caz p_2 este presiunea atmosferică), două termometre ce patrund în cele două compartimente ale tubului și un tub cu gaz la presiune înaltă. Temperatura se măsoară cu un aparat digital, care permite determinarea directă a diferenței de temperatură dintre cele două termometre, $T_1 - T_2$. Presiunea inițială p_1 , respectiv diferența de presiune, se poate modifica cu ajutorul robinetelor cu care este prevăzut tubul de gaz sub presiune.

ATENȚIE!!!! Deschiderea tubului de gaz și manipularea robinetelor se face numai sub îndrumarea unui cadru didactic.

Pentru determinarea coeficientului Joule-Thomson se variază diferența de presiune $p_1 - p_2$ între 0 și maxim 1 bar. După stabilirea echilibrului se notează diferențele de temperatură corespunzătoare fiecărei diferențe de presiune realizate, iar apoi se reprezintă grafic ΔT în funcție de Δp . Graficul reprezintă o dreaptă a cărei pantă este coeficientul Joule-Thomson. Pentru reprezentarea grafică a dreptei este recomandat să se obțină 4-5 determinări experimentale.