

Universitatea : „LUCIAN BLAGA” SIBIU
Facultate : INGINERIE
Specializare: ELECTROMECHANICĂ (anul I)

Referat

FIZICĂ **TERMODINAMICĂ** **„Noțiuni termodinamice de bază”**

2006

1. Masa moleculară

Masa moleculară (absolută) a unei molecule, notată m_0 , este masa unei molecule de substanță exprimată în kilograme.

Unitatea atomică de masă este definită ca a 12-a parte din masa izotopului de carbon ${}^{12}_6\text{C}$.

$$1 \text{ u} = \frac{m_{{}^{12}_6\text{C}}}{12} = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg.}$$

Masa moleculară relativă a unei molecule, notată m_r , reprezintă numărul adimensional care arată de câte ori masa absolută a unei molecule este mai mare decât

$$\text{masa etalon } u: m_r = \frac{m_0}{u}.$$

2. Structura discretă a substanței, definirea molului

Noțiunea de masă, definită la mecanică, exprimă proprietățile inerțiale macroscopice ale unui sistem. Pentru evidențierea *structurii discrete* a substanței definim alte mărimi, referitoare la particule elementare constituente ale unui sistem, la cantitatea și numărul acestora. Orice corp este constituit din atomi asociați în molecule.

Molul

Molul este unitatea fundamentală pentru exprimarea cantității de substanță dintr-un sistem fizic. Un mol este definit ca fiind cantitatea de substanță a cărei masă, exprimată în grame, a unui sistem conținând atâtea particule constituente câți atomi există în 12 grame de carbon $12 ({}^{12}_6\text{C})$.

3. Mărimi molare, cantitatea de substanță – noțiuni, definiție pentru un sistem fizic constituit din molecule.

Un sistem fizic constituit din molecule este caracterizat de marimile prezentate mai jos.

- **Masă molară**, notată μ , este masa unui mol dintr-o substanță constituită din molecule, exprimată în grame, care este numeric egală cu masa moleculară relativă a moleculelor constituente și depinde exclusiv de natura substanței: $\mu = m_r (g/mol)$ sau $(kg/kmol)$; $1 kmol = 10^3 mol$.
- **Numărul lui Avogadro**, notat N_A , reprezintă numărul de molecule dintr-un mol de substanță: $N_A = \frac{1}{u} = \frac{1}{1.66 \cdot 10^{-24}} = 6,023 \cdot 10^{23}$.
- **Volumul molar V_μ** reprezintă volumul ocupat de un mol de substanță. În aceleași condiții de presiune și temperatura, toate gazele ocupă același volum molar. În condiții normale de presiune și temperatură ($p_0 = 1,013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ și $\theta_0 = 0^\circ\text{C}$), toate gazele ocupă volumul molar $V_{\mu_0} = 22,41 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / mol = 22,41 \text{ m}^3 / kmol$.
- **Cantitatea de substanță**
Cantitatea de substanță a unui sistem, notată ν , exprimă nr de moli conținuți de aceasta. Substanța este caracterizată de masa molară μ și volumul molar V_μ , iar sistemul conține N particule elementare

(molecule, atomi, ioni, nuclee), ocupând un volum V și având o masă

$$\text{totală } m. \quad v = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{\mu} = \frac{V}{V_\mu} .$$

4. Sistem termodinamic.

Definirea sistemului termodinamic se face în viziunea microscopică asupra substanței, ținând cont de structura discretă a acesteia.

Sistem termodinamic

Prin **sistem termodinamic** se înțelege un sistem fizic delimitat de mediul exterior printr-o suprafață reală sau imaginară, realizat din unul sau mai multe corpuri macroscopice, conținând o cantitate finită de substanță, care este alcătuită dintr-un număr mare de particule elementare constituente (molecule, atomi, electroni liberi, etc.)

Constituie sisteme termodinamice: orice formă geometrică solidă, orice lichid aflat într-un vas, orice gaz aflat într-o incintă, orice amestec solid, lichid, gazos sau mixt, organismele biologice etc.

Sistemele termodinamice pot fi:

- **Izolate**, dacă sistemul nu schimbă nici energie și nici substanță cu mediul exterior;
- **Închise**, dacă sistemul schimbă doar energie, nu și substanță cu mediul exterior;
- **Deschise**, dacă sistemul schimbă și energie, și substanță cu mediul exterior.

Parametrii de stare ai unui sistem termodinamic. Pentru a putea studia starea sau evoluția unui sistem termodinamic, acestuia i se pot asocia o *multitudine* de parametri fizici definitorii, atât de natură macroscopică cât și de natură microscopică.

Numărul gradelor de libertate ale unui sistem termodinamic îl constituie numărul parametrilor de stare *independenți* aleși pentru a descrie integral un anumit proces fizic. Alți parametri considerați pentru descrierea respectivului proces fizic se numesc *parametri dependenți*, aflându-se în relații matematice de legătură între ei, precum și cu parametri independenți.

Starea unui sistem termodinamic. Dintre toți parametri definitorii posibili ai unui sistem termodinamic se aleg acei parametri care descriu un proces fizic din punct de vedere al interesului asupra acestuia. Mulțimea parametrilor considerați descriu starea sistemului termodinamic.

Când un sistem nu evoluează, sistemul termodinamic se află în *stare staționară*, iar când evoluează se află în *stare nestaționară*.

Postulatul fundamental al termodinamicii

Un sistem termodinamic izolat de mediul exterior și aflat într-o stare de neechilibru va evolua spre o stare de echilibru termodinamic, în care va ajunge după un interval de timp și pe care nu o va părăsi de la sine.

5. Mărimi energetice specifice sistemelor termodinamice

Energia internă a unui sistem termodinamic U este o mărime fizică scalară de stare a unui sistem termodinamic. Particulele constituente ale unei substanțe se află într-o continuă mișcare de agitație termică. La un moment dat, fiecare particulă posedă o energie cinetică dată de natura particulei și de conjunctura în care se află cu particulele vecine.

Căldura Q este o mărime fizică scalară *de proces* care măsoară transferul de energie prin contact termic între sistemele termodinamice în procesele care au loc între acestea. Căldura se măsoară, în S.I., în jouli (J), ca și energia. *Caloria* este unitatea de măsură tolerată în tehnică: 1 cal = 4,18 J (echivalentul caloriei în jouli).

6. Contacte între sisteme termodinamice

Contactul între un sistem termodinamic și un alt sistem din mediul exterior lui se realizează atunci când sistemul dat nu mai e izolat de mediul exterior, având loc interacțiuni cu celălalt sistem.

Contactul dintre cele două sisteme poate fi:

- **Contact mecanic**, atunci când schimbul de energie dintre sisteme se face prin lucrul mecanic realizat de forțele efectuate de unul dintre sisteme asupra celuilalt;
- **Contact termic**, atunci când schimbul de energie dintre sisteme se face exclusiv prin căldură;
- **Contact prin schimb de substanță** între cele două sisteme.

7. Proces termodinamic

Termodinamica studiază sistemele termodinamice care schimbă energie cu exteriorul sub formă de căldură și de lucru mecanic.

Procesul termodinamic se definește ca fiind un sistem termodinamic dintr-o stare de echilibru în altă stare de echilibru. Procesul termodinamic mai poartă și numele de transformare de stare.

Clasificarea proceselor termodinamice din punct de vedere al evoluției parametrilor de stare ai sistemului

- **Procesele quasistatice** se desfășoară lent, parametrii de stare corespunzător stărilor intermediare pot fi determinați.
- **Procesele nestatice** se desfășoară rapid, dintr-o stare inițială de echilibru într-o stare finală de echilibru. Parametrii stărilor intermediare nu se pot determina și reprezenta grafic, deoarece nu sunt stări de echilibru.

Clasificarea proceselor termodinamice din punct de vedere al posibilității evoluției procesului termodinamic dintr-o stare în alta și invers (în ambele sensuri)

- **Procese reversibile** sunt acele procese în care evoluția poate fi în ambele sensuri, iar stările intermediare de echilibru sunt aceleași în ambele sensuri ale evoluției.
- **Procese ireversibile** sunt acele procese în care cel puțin una dintre condițiile de definiție ale proceselor reversibile nu este îndeplinită.

Clasificarea proceselor termodinamice din punct de vedere al relației dintre starea finală și cea inițială

- **Procesele ciclice** sunt acele procese în care starea finală coincide cu starea inițială.
- **Procesele neciclice** sunt acele procese în care starea finală nu coincide cu starea inițială.

8. Echilibrul termic, principiul zero al termodinamicii, noțiunea de temperatură, termometrie

Starea de încălzire a unui sistem termodinamic format din molecule depinde de mișcarea dezordonată de agitație a moleculelor sale (existența acestei stări poate fi pusă în evidență cu ajutorul simțurilor umane, dar nu poate fi măsurată și cuantificată de acesta).

Agitația termică reprezintă mișcarea permanentă și dezordonată a moleculelor unui sistem termodinamic în toate direcțiile și determină starea de încălzire a sistemului.

Difuzia este fenomenul care constă în pătrunderea moleculelor unei substanțe printre cele ale altei substanțe. Fenomenul de difuzie este foarte pregnant în cazul punerii în contact a două gaze, dar într-o mai mică măsură la punerea în contact a două lichide. Difuzia se produce mai repede la încălzirea sistemelor ale căror particule difuzează. Moleculele sau ionii din orice substanță aflată într-una din stările de agregare cunoscute sunt în permanență în mișcare, care depinde de starea de agregare și de starea de încălzire.

Echilibrul termic. Realizând un *contact termic* între două corpuri (unul cald și altul rece), fără schimb de energie prin efectuare de lucru mecanic sau schimb de substanță între ele, acestea ajung spontan și ireversibil, după un interval de timp, conform postulatului fundamental al termodinamicii, să aibă aceeași stare de încălzire. În această situație, corpurile nu mai schimbă între ele energie sub formă de căldură și se spune că se află **în echilibru termic**.

Principiul zero al termodinamicii

Două sisteme termodinamice, fiecare aflat în echilibru termic cu al treilea, sunt și ele în echilibru termic. Acest principiu, determinat pe cale experimentală, se numește și *principiul tranzitivității echilibrului termic*.

Temperatura empirică. Unei anumite stări de încălzire a unui sistem termodinamic i se pune în corespondență un parametru numit **temperatura empirică** a sistemului. Pentru un sistem dat, temperatura este un parametru termodinamic *intern* de tip *intensiv*, având valori egale pentru stările de echilibru termodinamic care sunt între ele în echilibru termic și valori diferite pentru stările de echilibru termodinamic care nu sunt în relație de echilibru termic.

Scări de temperatură. Temperatura empirică este cuantificată printr-o mărime unitară numită *grad* și prin definirea convențională în grade a unor scări de temperatură. Măsurarea temperaturii, conform unei scări definite, se realizează cu anumite dispozitive denumite *termometre*.

- **Scara Celsius** cuantificată în grade Celsius ($^{\circ}\text{C}$) este o scară centigradă convențională și are ca temperaturi de referință, prin convenție, valoarea 0°C , corespunzător situației când gheața pură se topește la presiune normală, și 100°C , corespunzător situației când apa pură fierbe la presiune normală.
- **Scara Kelvin**, adoptată în S.I., are fixat punctul zero al scalei la temperatura $-273,15^{\circ}\text{C}$. Temperatura absolută, egală cu zero ($T_0=0\text{K}$), corespunde stării materiei în care ar înceta mișcarea de agitație, termică a moleculelor. Unitatea de temperatură adică Kelvin-ul, are aceeași mărime ca și gradul de pe scara Celsius: $1\text{K}=1^{\circ}\text{C}$ $\text{TK}=0^{\circ}\text{C}+273,15$
- **Scara Fahrenheit** fixează aceleași stări de referință ca și scara Celsius, dar le atribuie alte valori: 32°F , corespunzător situației când gheața pură se topește la presiune normală, și 212°F , corespunzător situației când apa pură fierbe la presiune normală. $t^{\circ}\text{F}=32+1,8t(^{\circ}\text{C})$

Tipuri de termometre

- **Termometrul clasic cu coloană de lichid** este realizat dintr-un corp termometric în care se află mercur, toluen sau alcool, continuat de un tub capilar gradat după o scară de temperatură. Lungimea coloanei de lichid crește linear cu temperatura prin fenomenul de dilatare a lichidului. Notând cu l_0 lungimea coloanei de lichid la 0°C și cu α coeficientul de dilatare a lichidului, lungimea l a coloanei de lichid la temperatura t se calculează cu formula: $l = l_0(1 + \alpha \cdot t)$.
- **Termometrul metalic** utilizează o lamă bimetalică formată din două lame având aceeași formă geometrică, solidare între ele și confecționate din două metale diferite și care se dilată diferit la încălzire. Acesta produce curbarea lamei în funcție de temperatura la care se află dispozitivul, tradusă în mișcarea unui ac indicator în fața unei scale gradate.
- **Termometrul cu termocuplu** utilizează variația tensiunii electrice, care apare între sudurile a două metale diferite, când una dintre suduri este la o temperatură mai ridicată decât cealaltă. Această tensiune este măsurată de un milivoltmetru, etalonat prin corespondență într-o scară de temperatură.
- **Termometrul realizat cu dispozitive electronice** utilizează sonde cu structuri semiconductoare care-și modifică rezistența electrică la încălzire. Variația intensității curentului care trece prin acestea este măsurat de un miliampermetru care are scara gradată în unități de temperatură.

9. Procese termodinamice pentru gaze

Presiunea p este mărimea fizică scalară numeric egală cu raportul dintre mărimea forței F , care apasă perpendicular pe o suprafață plană a unui mediu fluid, și aria S a acestei suprafețe: $p = \frac{F}{S}$.

Unitatea de măsură pentru presiune se numește *pascal*: $[p]_{SI} = \frac{N}{m^2} = Pa$.

Starea de echilibru pentru gaze este descrisă complet de valorilor: presiunea p , volumul V și temperatura T . Nu toți parametrii de stare care descriu diferite proprietăți ale unui sistem termodinamic au valori independente. Prin folosirea unor relații cunoscute, se poate exprima un parametru de stare în funcție de alți parametri independenți. Expresia matematică care descrie relația între parametri de stare printr-o funcție de forma $p = f(V, T)$ se numește *ecuația termică de stare a gazului*.

Procesele termodinamice care pot apărea în cazul gazelor, considerând $m = \text{const.}$, sunt:

- **Proces izoterm**, dacă pe tot parcursul desfășurării procesului, temperatura rămâne constantă ($T = \text{const.}$);
- **Proces izocor**, dacă pe tot parcursul desfășurării procesului, volumul rămâne constant ($V = \text{const.}$);
- **Proces izobar**, dacă pe tot parcursul desfășurării procesului, presiunea rămâne constantă ($p = \text{const.}$);
- **Proces oarecare**, dacă pe tot parcursul desfășurării procesului, nici unul dintre parametri p , V , T nu rămâne constant;
- **Proces adiabatic**, dacă procesul se desfășoară fără schimb de căldură cu exteriorul ($Q = 0$).