**Lucrarea 1**

# MĂRIMI ȘI UNITĂȚI DE MĂSURĂ

În mişcarea unui fluid intervin entităti fizice, ca de exemplu masa, viteza, presiunea, densitatea etc. Mărimea unei entităţi fizice poate fi mai mare sau mai mică, poate creşte sau descreşte, de aceea, ea se determină prin măsurare, adică prin compararea ei cu o mărime de aceeaşi natură, aleasă arbitrar şi convenţional, numită unitate de măsură. Rezultatul măsurării este un număr real, numit valoarea numerică a acelei mărimi, care arată de câte ori este cuprinsă unitatea de măsură în mărimea fizică respectivă.

Notând cu A, mărimea fizică, cu [A], unitatea ei de măsură şi cu $\alpha$, valoarea numerică a lui A, atunci:

$$A = \alpha[A]$$

Este evident că mărimea fizică nu variază cu unitatea de măsură aleasă, dar valoarea numerică a mărimii fizice creşte când unitatea se micşorează şi scade când unitatea creşte.

## *1.1 Mărimi frizice fundamentale. Mărimi fizice derivate*

Legile fizicii în general, cât şi relaţiile de definiţie exeprimă întotdeauna o mărime nouă în funcţie de alte mărimi cunoscute.

De exemplu, relaţia $F = m \cdot a$, exprimă forţa de inerţie a unui corp, în funţie de masa acestuia şi de acceleraţia cu care se deplasează.

De subliniat faptul că nu toate mărimile fizice se pot defini în funţie de alte mărimi determinate. Lungimea şi timpul de exemplu, nu se pot defini prin nici un fel de relaţii între alte mărimi. Existenţa unor mărimi care nu se pot defini în funcţie de alte mărimi se datorează faptului că numărul mărimilor fizice este mai mare decât numărul relaţiilor între mărimile fizice. Necesitatea determinării lor a impus alegerea unor mărimi, ca mărimi fundamentale, şi exprimarea funcţie de acestea a tuturor celorlalte mărimi.

*Mărimile fizice fundamentale*, nu se definesc în funcţie de alte mărimi ci prin stabilirea unităţilor lor de măsură şi prin indicarea procedeului de măsurare. Toate mărimile fizice exprimate în funcţie de mărimile fundamentale se numesc *mărimi derivate*. Mărimile fizice fundamentale nu diferă în mod esenţial de cele derivate, alegerea mărimilor fundamentale fiind o chestiune de simplitate şi de exactitate a măsurării.

Procedeul de măsurare indicat trebuie să satisfacă însă condiţia ca raportul valorilor a două mărimi fundamentale de aceeaşi natură să rămână constant când se schimbă unitatea de măsură. Se numesc mărimi de aceeaşi natură mărimile care se definesc prin acelaşi procedeu de măsurare – este evident deci că acelaşi procedeu de măsurare atrage după sine aceeaşi unitate de măsură.

Se admite că în fizică există următoarele mărimi fundamentale: lungimea (L), timpul (T), masa (M), intensitatea curentului electric (I), intensitatea luminoasă (J) temperatura (θ), cantitatea de substanta (n). Corespunzător acestor mărimi fizice şi unităţile de măsură aferente lor se vor numi fundamentale.

Se demonstrează că orice mărime fizică derivată poate fi exprimată sub forma unui produs dintre o constantă adimensională şi puteri ale mărimilor fundamentale:

$$A = k \cdot L^a \cdot M^b \cdot T^c \cdot I^d \cdot \theta^e \cdot J^f \qquad (1.1)$$

Formula dimensională a unei mărimi fizice derivate, este expresia unităţii de măsură a acelei mărimi fizice, în funcţie de unităţile de măsură fundamentale. Din relaţia (1.1) rezultă că în fizică o formulă dimensională este întotdeauna de forma:

$$[A] = [L]^a \cdot [M]^b \cdot [T]^c \cdot [I]^d \cdot [\theta]^e \cdot [J]^f \qquad (1.2)$$

Formulele dimensionale (unităţile de măsură) ale principalelor mărimi fizice utilizate în mecanica fluidelor sunt date în tabelul 1.2.

Dimensiunea unei mărimi fizice A, în raport cu o unitate de măsură fundamentală, este puterea acelei unităţi de măsură fundamentale, în formula dimensională a lui A.

Mărimile ale căror formule dimensionale sunt de forma: $[A] = [L]^0 \cdot [M]^0 \cdot [T]^0 \cdot [I]^0 \cdot [\theta]^0 \cdot [J]^0 = 1$ se numesc adimensionale; celelalte se numesc mărimi dimensionale.

## *1.2. Unități fundamentale și unități derivate*

Unitățile cu care se măsoară mărimile fundamentale se numesc unități fundamentale, iar cele cu care se măsoară mărimile derivate se numesc unități derivate. Unitățile derivate se formează pornind de la relația de definiție a mărimii derivate respective.

Totalitatea unităților fundamentale, precum și a celor derivate, se constituie în sisteme de unități de măsură. Acestea diferă în funcție de unitățile fundamentale și sunt prezentate:

Tabelul 1.1. Unități fundamentale

| | **SI** | **CGS** | **MKfS** |
|---|---|---|---|
| **Lungime** | metru [m] | centimetru [cm] | metru [m] |
| **Masă** | kilogram [kg] | gram [g] | kilogram forță [kgf] |
| **Timp** | secundă [s] | secundă [s] | secundă [s] |
| **Temperatură** | gad Kelvin [K] | gad Kelvin [K] | gad Kelvin [K] |
| **Intensitate curent electric** | Ampere [A] | Ampere [A] | Ampere [A] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Intensitate luminoasă** | candela [cd] | candela [cd] | candela [cd] |
| **Cantitatea de substanta** | mol | mol | mol |

Expresia generală a unei mărimi derivate, se prezintă, pentru cazul Sistemului Internațional de Unități de Măsură în relația:

$$[M]_{SI} = m^{\alpha} \cdot Kg^{\beta} \cdot s^{\gamma} \cdot A^{\delta} \cdot K^{\chi} \cdot cd^{\varepsilon}, \qquad (1.3)$$

În preactică se folosesc și alte unități de măsură, care nu pot fi exprimate prin intermediul celor fundamentale, numite unități tolerate.

Cele mai importante unități de măsură utilizate în Mecanica Fluidelor sunt prezentate în tabelul 1.2

Tabelul 1.2

**1** – Mărimea/Simbol; **2** - Formula de definiţie sau definiţia mărimii; **3** – Dimensiunea; **4** - Sistemul de unităţi; **5** - Denumirea unității de măsură; **6** - Simbolul unității de măsură; **7** - Definiţia unităţii de măsură; **8** - Relaţii de transformare; **9** – Observații.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lungime,l | Mărime funda-mentală | L | SI | Metru | m | Lungimea egală cu 1650 753,73 lungimi de undă în vid, care corespun-de tranziţiei atomului de kripton 86 între nivelurile sale $2p_{10}$ şi $5d_5$. | $1\mu m=10^{-6}$ m | - |
| | | | CGS | Centimetru | cm | A suta parte a unui metru. | $1cm=10^{-2}m$ | - |
| | | | - | Inch (ţol) | in | Lungime convenţională | $1in=25{,}4\cdot10^{-3}m$ | Se foloseşte in tehnică. |
| Masa, m | Mărime funda-mentală | M | SI | Kilogram | kg | Masa "kilogramului inter-naţional" prototip de platin iradiat adoptat în tehnică în 1889 la Conferinţa Gene-rală de Măsuri şi Greutăţi şi păstrat la Biroul Inter-naţional de Măsuri şi Gre-utăţi de la Sèvres – Franţa. | 1 tonă (t)=1 kg | - |
| | | | CGS | Gram | g | $1g=10^{-3}$ kg | $1g=10^{-3}$ kg | - |
| | $m=\dfrac{F}{a}$ | $L^{-1}FT^2$ | MKfS | Kilogram-forţă – secundă la pătrat pe metru | $kgf\cdot s^2/m$ | Masa corpului care sub acţiunea unei forţe de un kilogram-forţă primeşte acceleraţia de un metru pe secundă la pătrat. | $1kgf\cdot s^2/m=$ $=9{,}80665$ kg | - |
| Timp, t | Mărime funda-mentală | T | SI<br>CGS<br>MKfS | Secundă | s | Fracţiunea 1/31.556.925,9747 din anul tropic pentru 1900 ianuarie 0, la orele 12 ale timpului efemeridelor | - | 1min=60s<br>1ora=<br>=3600s |
| Forţă, F | F=ma | $LMT^{-2}$ | SI | Newton | N | Forţa care aplicată unui corp având masa de un kilogram, îi imprimă acestuia acceleraţia de 1 metru pe secundă la pătrat. | $1N=1kg\cdot m\cdot s^{-2}$ | 1stenă (sn)<br>$=10^3N$<br>=1 kN |
| | | | CGS | Dină | dyn | Forţa care aplicată unui corp având masa de un gram, îi imprimă acestuia acceleraţia de un centi-metru pe secundă la pătrat. | $1 dyn=10^{-5}N$ | - |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mărime funda-mentală | F | MKfS | Kilogram-forţă | kgf | Forţa care aplicată unui corp având masa de un kilogram, îi imprimă acestuia acceleraţia de 9,80665 $m/s^2$. | 1 kgf= =9,80665N | 1 tonă forţă (tf)=$10^3$ kgf |
| Viteză, v,u,w,c | $v = \dfrac{\Delta s}{\Delta t}$ | $LT^{-1}$ | SI MKfS | Metru pe secundă | m/s | Viteza unui punct în mişcare rectilinie şi uniformă parcurgând un metru în fiecare secundă. | - | - |
| | | | CGS | Centimetru pe secundă | cm/s | Viteza unui punct în mişcare rectilinie şi unifor-mă parcurgând un centi-metru în fiecare secundă. | 1cm/s=$10^{-2}$m/s | - |
| Accele-raţie a, şi cea a căderii libere g | $a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t}$ | $LT^{-2}$ | SI MKfS | Metru pe secundă la pătrat | $m/s^2$ | Acceleraţia unui punct în mişcare rectilinie şi uniform variată, a cărui viteză creşte cu un metru pe se-cundă în fiecare secundă. | - | - |
| | | | CGS | Centimetru pe secundă la pătrat | $cm/s^2$ | Acceleraţia unui punct în mişcare rectilinie şi uni-form variată, a cărui viteză creşte cu un centimetru pe secundă în fiecare secundă. | 1cm/$s^2$ = = 10 $m/s^2$ | - |
| Viteza unghiulară ω, n | $\omega = \dfrac{\Delta a}{\Delta t}$ | $T^{-1}$ | SI CGS MKfS | Radian pe secundă | rad/s | Viteza unghiulară a unui punct în mişcare circulară uniformă, a cărui rază vectoare parcurge în fiecare secundă un unghi la centru de un radian. | - | În tehnică se mai utilizează şi unităţile: rotaţie secundă: 1rot/s = = 2π rad/s rotaţie minut: 1rot/min= $= \dfrac{\pi}{30}$ rad/s |
| | | | În afara sistemelor | Grad pe secundă | °/s | - | 1°/s= $= \dfrac{\pi}{180}$ rad/s | |
| Accelera-ţia unghiulară ε | $\varepsilon = \dfrac{\Delta\omega}{\Delta t}$ | $T^{-2}$ | SI CGS MKfS | Radian pe secundă la pătrat | $s^{-2}$ | Acceleraţia unghiulară a unui punct în mişcare cir-culară uniform variată, a cărui viteză unghiulară creşte cu un radian pe se-cundă, în fiecare secundă. | - | - |
| Densitate (masă spe-cifică, densitate | $\rho = \dfrac{m}{V}$ | $L^{-3}M$ | SI | Kilogram pe metru cub | $kg/m^3$ | Densitatea unui corp omo-gen, având masa de un ki-logram şi volumul de un metru cub. | - | - |
| | | | CGS | Gram pe centimetru cub | $g/cm^3$ | Densitatea unui corp omo-gen, având masa de un gram şi volumul de un centimetru cub. | 1g/$cm^3$ = =$10^3$kg/$m^3$ | - |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| de masă) ρ | | $L^{-4}FT^{2}$ | MKfS | Kilogram-forţă-secun-dă la pătrat pe metru la puterea a patra | $\frac{1kgf \cdot s^{2}}{m^{4}}$ | Densitatea unui corp omogen, având masa de un ki-logram forţă-secundă la pătrat şi volumul de un centimetru cub. | $1kgf \cdot s^{2}/m^{4}$= =9,80665 $kg/m^{3}$ | - |
| Greutatea specifică γ | $\gamma = \frac{G}{V}$ | $L^{-2}MT^{-2}$ | SI | Newton pe metru cub | $N/m^{3}$ | Greutatea specifică a unui corp omogen având greutatea de un newton şi volumul de un metru cub. | - | - |
| | | | CGS | Dină pe centimetru cub | $dyn/cm^{3}$ | Greutatea specifică a unui corp omogen având greutatea de o dină şi volu-mul de un centimetru cub. | $1dyn/cm^{3}$= =10 $N/m^{3}$ | - |
| | | $L^{-3}F$ | MKfS | Kilogram forţă pe metru cub | $kgf/m^{3}$ | Greutatea specifică a unui corp omogen având greutatea de un kilogram forţă şi volumul de un metru cub. | $1kgf/m^{3}$= 9,80665 $N/m^{3}$ | - |
| Impuls (cantitate de mişca-re) $\vec{H}$ | $\vec{H} = m\vec{v}$ | $LMT^{-1}$ | SI | Kilogram metru pe secundă | $kg \cdot \frac{m}{s}$ | Impulsul unui mobil având masa de un kilogram şi viteza de un metru pe secundă. | - | |
| | | | CGS | Gram-centimetru pe secundă | $g \cdot \frac{cm}{s}$ | Impulsul unui mobil având masa de un gram şi viteza de un centimetru pe secundă. | $1\,g \cdot \frac{cm}{s} = = 10^{-5}\,kg \cdot \frac{m}{s}$ | - |
| | - | FT | MKfS | Kilogram forţă pe secundă | kgf·s | Impulsul unui mobil având masa de un kilogram-forţă-secundă la pătrat pe metru şi viteza de un metru pe secundă. | 1kgf·s= =9,80665 kg· $\frac{m}{s}$ | - |
| Moment de inerţie (moment de inerţie dinamic) I | $I = \sum_{i=1}^{n} m_i r_i^{2}$ | $L^{2}M$ | SI | Kilogram metru pătrat | $kg \cdot m^{2}$ | Momentul de inerţie al unei mase punctiforme de un kilogram, situată la distanţa de un metru de punctul (axa, axele sau planul) în raport cu care se ia momentul. | - | |
| | | | MKfS | Kilogram-forţă-metru-secundă la pătrat | $kgf \cdot m \cdot s^{2}$ | Momentul de inerţie al unei mase punctiforme de un kilogram forţă secundă la pătrat pe metru, situată la distanţa de un metru de punctul (axa, axele sau planul) în raport cu care se ia momentul. | $1kgf \cdot m \cdot s^{2}$= 9,80665 $kg \cdot m^{2}$ | - |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | CGS | Gram-centi-metru pătrat pe secundă | $g \cdot \frac{cm^2}{s}$ | Momentul cinetic al unui mobil cu masa punctifor-mă de un gram, viteza de un centimetru pe secundă situat la distanţa trans-versală de un centimetru de punctul in raport cu care se ia momentul. | $1 g \cdot cm^2/s =$<br>$= 10^{-7} kg \cdot m^2/s$ | - |
| | | LFT | MKfS | Kilogram-forţă-metru | kgf·m·s | Momentul cinetic al unui mobil cu masa punctifor-mă de un kilogram-forţă secundă la pătrat pe metru viteza de un metru pe se-cundă situat la distanţa transversală de un metru de punctul in raport cu care se ia momentul. | - | - |
| | | $L^2MT^{-2}$ | SI | Newton-metru | N·m | Momentul unei forţe de un newton în raport cu un punct situat la distanţa transversală de un metru. | - | - |
| Momentul unei forţe $\vec{M}$ | $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$ | $L^2MT^{-2}$ | CGS | Dină-centimetru | dyn·cm | Momentul unei forţe de o dină în raport cu un punct situat la distanţa transver-sală de un centimetru. | $1 dyn \cdot cm =$<br>$= 10^{-7}$ N·m | - |
| | | LF | MKfS | Kilogram forţă-metru | kgf·m | Momentul unei forţe de un kilogram forţă în raport cu un punct situat la distanţa transversală de un metru. | 1kgf·m=<br>9,80665 N·m | - |
| | | $L^{-1}MT^{-2}$ | SI | Newton pe metru pătrat | $\frac{N}{m^2}$ | Presiunea exercitată normal de forţa de un new-ton, uniform repartizată pe aria de un metru pătrat. | - | Această uni-tate se nu-meşte şi pascal:<br>1 piez (pz)=$10^3 \frac{N}{m^3}$ |
| Presiunea p Tensiunea (efort uni-tar) $\sigma$, $\tau$, T | $p = \frac{\Delta F}{\Delta A}$ | | CGS | Microbar | $\mu$ bar | Presiunea exercitată normal de forţa de o dină, uniform repartizată pe aria de un centimetru pătrat. | $1 \mu$ bar=<br>$= 10^{-1} \frac{N}{m^2}$ | 1bar=<br>$1 Mdyn/cm^2$<br>$= 10^5 \frac{N}{m^2} =$<br>$= 10^6$ barie<br>Milibarul este adesea intalnit cu simbolul mb. |
| | | $L^{-2}F$ | MKfS | Kilogram-forţă pe metru pătrat | $\frac{kgf}{m^2}$ | Presiunea exercitată normal de forţa de un kilogram-forţă, uniform repartizată pe aria de un metru pătrat. | $1 kgf/m^2 =$<br>$9,80665 \frac{N}{m^2}$ | 1 atmosferă tehnică (at)=<br>$10^4 kgf/m^2$ |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Presiunea p Tensiunea (efort unitar) σ, τ, T | $p = \frac{\Delta F}{\Delta A}$ | | | Atmosfera normală | atm | $1\,atm = 101.325\frac{N}{m^2}$ | $1\,\mathrm{atm} = 101.325\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}^2}$ | - |
| | | | | Torr | - | 1 torr= $\frac{1}{760}$ atm | 1 torr= 133,322 $\frac{N}{m^2}$ = 0,00131579 atm | - |
| | | | | Milimetru coloană de apă | mm $H_2O$ | 1 mm $H_2O$ =9,80665 $\frac{N}{m^2}$ = =0,0001 at | 1 mm $H_2O$ = 9,67841·$10^{-5}$ atm | - |
| | | | | Milimetru coloană de mercur | mm Hg | 1 mm Hg = 13,5951 mm $H_2O$ | 1 mm Hg = 133,322 $\frac{N}{m^2}$ = =1333,22 bar= 0,00131579 atm | In barome-tria meteo-rologică se utilizează relaţia: 760 mm Hg = 1 atm |
| Lucrul mecanic L, W, (A) Energia E, W | $\vec{L} = \vec{F} \cdot \vec{l}$ $E = \sum Ei$ | $L^2MT^{-2}$ | SI | Joule | J | Lucrul mecanic efectuat de o forţă de un newton, al cărui punct de aplicaţie se deplasează cu un metru în direcţia şi în sensul forţei. | - | 1 J= 1N·m= =1W·s |
| | | | CGS | Erg | erg | Lucrul mec. Efectuat de o forţă de o dină, al cărui punct de aplicaţie se de-plasează cu un cm. în direcţia şi în sensul forţei. | 1 erg=$10^{-7}$ J | - |
| | | LF | MKfS | Kilogram-forţă-metru | kgf·m | Lucrul mecanic efectuat de o forţă de 1kgf, al cărui punct de aplicaţie se deplasează cu un metru în direcţia şi în sensul forţei. | 1kgf·m= 9,80665 J | - |
| | | | In afara sistemelor | Kilowatt-oră | kwh | Lucrul mecanic produs de o sursă de energie cu pute-rea de un kilowatt oră. | 1 kWh= =3,6 M J | - |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Calorie | cal | Cantitatea de căldură necesară pentru a ridica de la 14,5°C la 15,5°C tem-peratura unui gram de apă (fără aer) sub presiu-nea constantă de o atmosferă. | 1 cal = = 4,1816 J | - |
| Puterea, P | $P = \frac{\Delta L}{\Delta t}$ | $L^2MT^{-3}$ | SI | Watt | W | Puterea dezvoltată la efectuarea unui lucru mecanic de un Joule în timp de o secundă. | - | $1\ W = 1\frac{J}{s}$ |
| | | | CGS | Erg pe secundă | $\frac{erg}{s}$ | - | 1 erg/s = $10^{-7}$ W | - |
| | | $LFT^{-1}$ | MKfS | kilogram forţă-metru pe secundă | kgf·m/s | - | 1kgf·$\frac{m}{s}$ = 9,80665 W | - |
| | | | În afara sistemelor | Cal putere | CP | - | 1 CP= 75 kgf·$\frac{m}{s}$ = = 735,499 W | - |