Coordonatori:

Prof. Florina BĂRBULESCU
Prof. Liviu BLANARIU

Colectiv de elaborare:

Prof. Cornelia BĂDILĂ
Prof. Maria Laura CIOBANU
Prof. Nicolae DRAGOMIR
Prof. Ștefan MATEI

Referent: **Daniel Ovidiu CROCNAN** , *C.N.I. Tudor Vianu*

FIZICĂ

BREVIAR TEORETIC

BUCUREŞTI
2019

CUPRINS

1. NOȚIUNI GENERALE

1.1. MĂRIMI FIZICE. UNITĂȚI DE MĂSURĂ

MĂRIME FIZICĂ

Descrierea și explicarea fenomenelor trebuie să fie atât calitativă cât și cantitativă, iar cantitatea se determină numai prin măsurare.

Experiența ne arată că unele proprietăți ale corpurilor sau fenomenelor sunt măsurabile, în timp ce altele nu. De exemplu: întinderea spațială a unui corp, durata producerii unui fenomen, starea de încălzire a unui sistem sunt proprietăți ce pot fi măsurate. Proprietăți cum sunt mirosul sau gustul nu pot fi măsurate. Astfel de proprietăți se pot deosebi, dar nu se pot compara.

DEFINIȚIE. Orice proprietate măsurabilă a unui corp sau fenomen determină o ***mărime fizică.***

MĂSURAREA MĂRIMILOR FIZICE

Măsurarea implică două operații:

- alegerea unității de măsură;
- compararea unității de măsură cu mărimea ce se măsoară.

Exemplu. Lungimea unei mese poate fi măsurată cu un băț, observând de câte ori lungimea bățului se cuprinde în lungimea mesei. Rezultatul măsurătorii este, să zicem, $L = 3{,}5$ bețe. Acest rezultat nu reprezintă nimic pentru o persoană care nu a văzut bățul respectiv.

Pentru ca rezultatul măsurătorii efectuate să aibă semnificație pentru toți cei interesați, aceștia trebuie să se hotărască în prealabil asupra lungimii bățului. Astfel, lungimea bățului poate deveni unitate de măsură.

DEFINIȚIE. ***A măsura*** înseamnă a compara experimental mărimea fizică dată cu o mărime fizică de același fel care a fost aleasă drept ***unitate de măsură***.

Măsurarea diferitelor mărimi fizice se poate efectua: a) direct; b) indirect.

a) *Măsurarea directă.* În exemplul de mai sus, lungimea mesei s-a putut măsura direct, prin compararea ei cu unitatea de lungime. Așadar, lungimile corpurilor sau distanțele dintre corpuri pot fi măsurate direct prin compararea lor cu unitatea de lungime. Și alte mărimi fizice cum ar fi durata unui eveniment sau masa unui corp, pot fi măsurate direct prin compararea lor cu unitățile de măsură corespunzătoare.

b) *Măsurarea indirectă*. Dacă dorim să măsurăm densitatea unui corp, nu comparăm direct densitatea corpului cu unitatea de densitate 1 kg/m^3, ci comparăm mai întâi masa corpului cu unitatea de masă, apoi volumul cu unitatea de volum și în final determinăm densitatea prin calcul. De exemplu, dacă masa corpului este $m = 0{,}5$ kg și volumul acestuia este $V = 0{,}5$ L, atunci densitatea lui va fi: $\rho = 10^3$ kg/m^3.

Majoritatea mărimilor fizice se măsoară indirect.

CONCLUZIE. Pentru măsurarea mărimilor fizice se definesc, prin convenție, unități de măsură de aceeași natură cu mărimile de măsurat.

În afară de stabilirea unității de măsură, pentru măsurarea unei mărimi fizice trebuie să se indice un *instrument de măsură* și un *procedeu de măsurare*.

Pentru o mărime fizică oarecare A, care își modifică valoarea în timp, se definește **variația absolută** a mărimii fizice respective ca fiind egală cu diferența dintre valoarea finală și valoarea inițială a acelei mărimi:

$$\Delta A = A_f - A_i$$

Variația relativă a mărimii fizice este definită prin raportul dintre variația absolută și valoarea inițială a acelei mărimi: $\varepsilon_A = \dfrac{\Delta A}{A_i}$.

MĂRIMI FIZICE FUNDAMENTALE ȘI DERIVATE

DEFINIȚIE. Mărimile fizice ale căror unități de măsură au definiții de sine stătătoare și prin intermediul cărora se exprimă unitățile de măsură ale tuturor celorlalte mărimi fizice se numesc ***mărimi fizice fundamentale***.

Mărimile fizice ale căror unități de măsură se exprimă cu ajutorul unităților de măsură ale mărimilor fizice fundamentale se numesc ***mărimi fizice derivate***.

Unitățile de măsură ale mărimilor fizice fundamentale se numesc ***unități de măsură fundamentale***.

Unitățile de măsură ale mărimilor fizice derivate se numesc ***unități de măsură derivate***.

1.2. SISTEME DE UNITĂȚI DE MĂSURĂ

DEFINIȚIE. Mărimile fundamentale alese și unitățile lor de măsură determină ***sistemul de unități de măsură***.

În anul 1960, la Paris, la Conferința Generală de Mărimi și Greutăți a fost adoptat ***Sistemul Internațional de Unități*** (SI). În SI există șapte unități de măsură fundamentale:

1. Unitatea de lungime: ***metru*** **(m)**.
2. Unitatea de timp: ***secundă*** **(s)**.
3. Unitatea de masă: ***kilogram*** **(kg)**.
4. Unitatea de temperatură termodinamică: ***Kelvin*** **(K)**.
5. Unitatea de cantitate de substanță: ***mol*** **(mol)**.
6. Unitatea de curent electric: ***amper*** **(A)**.
7. Unitatea de intensitate luminoasă: ***candela*** **(cd)**.

În tabelul de mai jos sunt specificate cele 7 mărimi fizice și unități de măsură fundamentale SI cu simbolurile lor:

Nr. crt.	Mărimea fizică	Simbolul mărimii fizice	Unitatea de măsură în SI	Simbolul unității de măsură
1.	Lungimea	L, l	metru	m
2.	Timpul	t, τ	secundă	s
3.	Masa	M, m	kilogram	kg
4.	Temperatura	T	Kelvin	K
5.	Cantitatea de substanță	ν	mol	mol
6.	Intensitatea curentului electric	I, i	amper	A
7.	Intensitatea luminoasă	I	candela	cd

În tabelul următor se regăsesc câteva mărimi fizice derivate și unitățile lor de măsură:

Nr. crt.	Mărimea fizică	Simbolul mărimii fizice	Unitatea de măsură în SI
1.	Aria	S	m^2
2.	Volumul	V	m^3
3.	Viteza	v	m/s
4.	Accelerația	a	m/s^2
5.	Impulsul	p	kg·m/s
6.	Forța	F	N (newton)
7.	Densitatea	ρ	kg/m^3
8.	Lucrul mecanic	L	J (joule)
9.	Puterea	P	W (watt)
10.	Energia	E, W	J (joule)
11.	Sarcina electrică	q	C (coulomb)
12.	Tensiunea electrică	U	V (volt)
13.	Rezistența electrică	R	Ω (ohm)

OBSERVAȚII:

– Fiecărei mărimi fizice îi corespunde o singură unitate de măsură în SI.
– Aceeași unitate de măsură în SI poate corespunde mai multor mărimi fizice diferite.

Având în vedere varietatea mărimilor fizice care trebuie măsurate, când se fac măsurători, se utilizează un sistem de multipli și submultipli. Pentru multiplii și submultiplii diferitelor unități se folosesc următoarele prefixe:

Multipli		Unități	Submultipli		Unități
deca	da	10	deci	d	10^{-1}
hecto	h	10^2	centi	c	10^{-2}
kilo	k	10^3	mili	m	10^{-3}
mega	M	10^6	micro	μ	10^{-6}
giga	G	10^9	nano	n	10^{-9}
tera	T	10^{12}	pico	p	10^{-12}
peta	P	10^{15}	femto	f	10^{-15}
exa	E	10^{18}	atto	a	10^{-18}

Multiplii secundei:
– minutul (min) : 1 min = 60 s;
– ora (h): 1 h = 60 min = 3600 s;

Multiplii kilogramului:
– chintalul (q): 1 q = 100 kg = 10^2 kg;
– tona (t) : 1 t = 1000 kg = 10^3 kg.

În practică, pentru kilogram se utilizează în mod curent următorii submultipli:
– gramul (g): 1 g = 0,001 kg = 10^{-3} kg;
– miligramul (mg): 1 mg = 0,000001 kg = 10^{-6} kg.

1.3. MĂRIMI SCALARE. MĂRIMI VECTORIALE. VECTORI

Există două tipuri de mărimi fizice:
– mărimi scalare
– mărimi vectoriale

DEFINIȚIE. ***Mărimile scalare*** sunt acele mărimi fizice pe care le putem caracteriza complet precizând numai valoarea lor (valoarea numerică însoțită de unitatea de măsură).

Exemple *de mărimi fizice scalare*: masa, timpul, densitatea, energia, intensitatea curentului electric etc.

DEFINIȚIE. ***Mărimile vectoriale*** sunt acele mărimi fizice pe care le putem caracteriza complet numai dacă, pe lângă valoare, mai precizăm și orientarea lor (direcția și sensul).

Exemple *de mărimi vectoriale*: viteza, accelerația, forța, impulsul etc.
Fiecărei mărimi fizice vectoriale i se asociază un vector.

Vectorul este un segment de dreaptă orientat caracterizat de următoarele elemente (fig.1):

- *originea vectorului sau punctul de aplicație al vectorului* – reprezentată de punctul O;
- *direcția vectorului* – reprezentată de orientarea în spațiu a dreptei xx';
- *sensul vectorului* – precizat prin săgeata atașată la vârf;
- *modulul vectorului* – precizat de măsura segmentului OV.

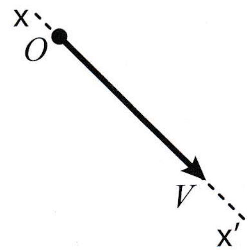

Fig.1

Vectorul din fig.1 se poate nota: $\overrightarrow{OV}$ sau mai simplu $\vec{a}$ ($\vec{b}$, $\vec{c}$ etc.).

Modulul vectorului $\overrightarrow{OV}$ se poate nota: $|\overrightarrow{OV}|$ sau mai simplu OV. Modulul vectorului $\vec{a}$ se poate nota $|\vec{a}|$ sau a.

Poziția relativă a vectorilor. Vectorii $\vec{a}$ și $\vec{b}$ (fig.2) se pot afla în următoarele poziții relative:

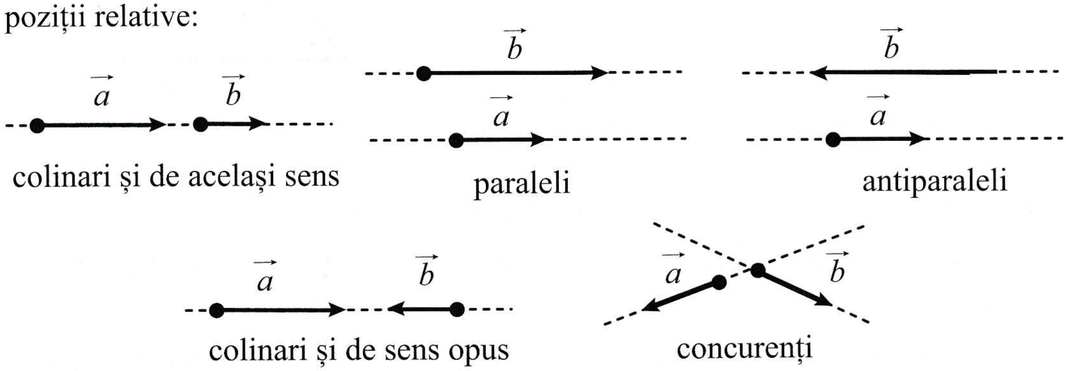

Fig. 2

Egalitatea vectorilor. Doi vectori $\vec{a}$ și $\vec{b}$ se numesc egali, ceea ce vom nota $\vec{a} = \vec{b}$, dacă sunt paraleli (au aceeași direcție și același sens) și au modulele egale $|\vec{a}| = |\vec{b}|$.

1.4. OPERAȚII CU VECTORI

Operațiile matematice cu vectori pe care le vom studia în cele ce urmează sunt:

- *adunarea* (*compunerea*) vectorilor
- *scăderea* vectorilor
- *înmulțirea* unui vector cu un scalar
- *produsul scalar* a doi vectori

A. ADUNAREA (COMPUNEREA) VECTORILOR

DEFINIȚIE. Rezultatul adunării (compunerii) unui sistem format din doi sau mai mulți vectori se numește ***vectorul sumă*** sau ***rezultanta*** sistemului de vectori.

ADUNAREA (COMPUNEREA) A DOI VECTORI CONCURENȚI PRIN REGULA PARALELOGRAMULUI.

Considerăm doi vectori concurenți coplanari $\vec{a}$ și $\vec{b}$ ale căror direcții formează unghiul α. Pentru a compune cei doi vectori prin regula paralelogramului procedăm astfel:

- deplasăm vectorii pe dreptele lor suport până când vor avea originea comună;
- construim paralelogramul având ca laturi cei doi vectori;
- diagonala paralelogramului care pleacă din originea comună O va fi rezultanta celor doi vectori: $\vec{R} = \vec{a} + \vec{b}$;
- modulul rezultantei se determină, în acest caz, cu ajutorul relației: $R = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab\cos\alpha}$.

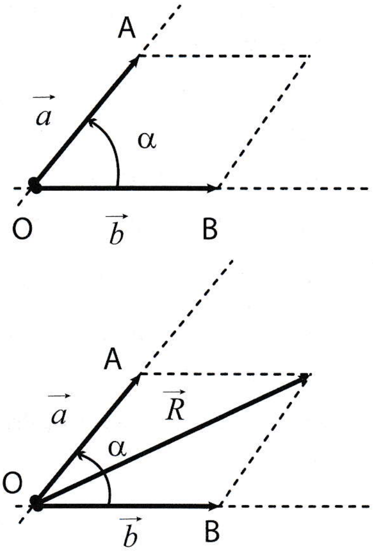

Fig. 3

Cazuri particulare. Analizăm situațiile în care vectorii $\vec{a}$ și $\vec{b}$ sunt coliniari:

a) $\alpha = 0° \Rightarrow R = a + b$. În acest caz rezultanta este orientată pe aceeași direcție cu vectorii $\vec{a}$ și $\vec{b}$.

b) $\alpha = 180° \Rightarrow R = |a - b|$. În acest caz rezultanta este orientată pe aceeași direcție cu vectorii $\vec{a}$ și $\vec{b}$, în sensul vectorului de modul mai mare.

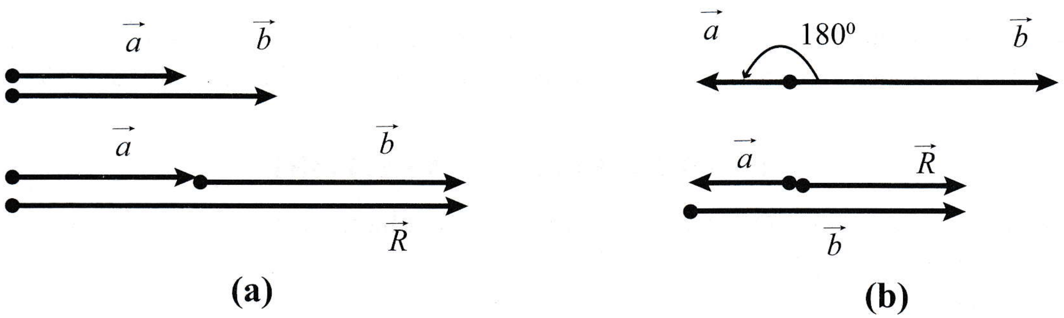

Fig. 4

METODA ANALITICĂ DE COMPUNERE A VECTORILOR.

Pentru a compune doi vectori coplanari concurenți $\vec{a}$ și $\vec{b}$, utilizând metoda analitică, procedăm astfel:

– alegem un sistem ortogonal format din două axe Ox și Oy cu originea în punctul de concurență al sistemului de vectori;

– descompunem fiecare vector din sistem în raport cu cele două axe și obținem astfel componentele: $\vec{a}_x$, $\vec{b}_x$; $\vec{a}_y$, $\vec{b}_y$;

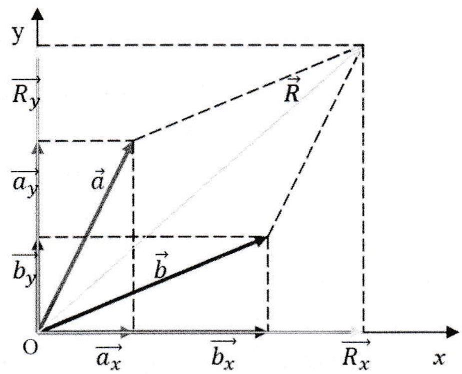

Fig. 5

– calculăm proiecțiile fiecărui vector din sistem pe cele două axe: a_x, a_y, b_x, b_y;

– calculăm proiecțiile rezultantei pe cele două axe, cu ajutorul relației:

$$R_x = a_x + b_x \qquad R_y = a_y + b_y$$

– determinăm modulul rezultantei, cu ajutorul relației: $R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$.

B. SCĂDEREA VECTORILOR

DEFINIȚIE. Rezultatul scăderii a doi vectori se numește ***vectorul diferență***.

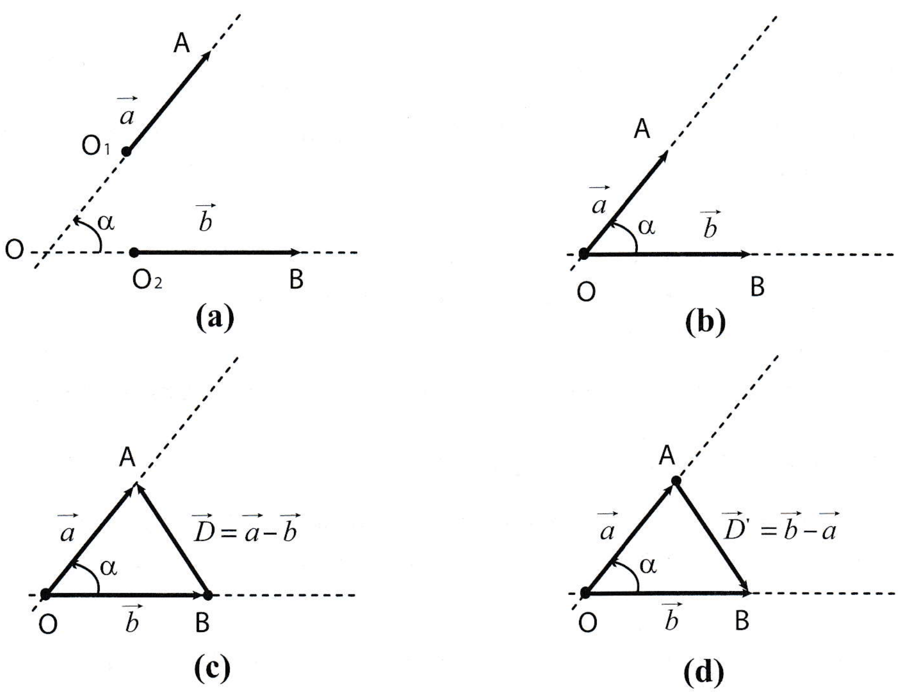

Fig. 6

Fiind dați vectorii concurenți coplanari $\vec{a}$ și $\vec{b}$ ale căror direcții formează unghiul α (fig.6 a), pentru a determina vectorul diferență, procedăm astfel:

- deplasăm vectorii pe suporturile lor până când vor avea originea comună (fig. 6 b);
- unim vârfurile celor doi vectori și orientăm segmentul astfel obținut către descăzut; obținând astfel vectorul diferență $\vec{D} = \vec{a} - \vec{b}$ (fig. 6 c) sau $\vec{D}' = \vec{b} - \vec{a}$ (fig. 6 d);
- modulul vectorului diferență $\vec{D}$ sau $\vec{D}'$ se determină cu ajutorul relației:

$$D = D' = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab\cos\alpha}$$

Cazuri particulare. Analizăm situațiile în care vectorii $\vec{a}$ și $\vec{b}$ sunt coliniari:

a) $\alpha = 0° \Rightarrow D = D' = |a - b|$. În acest caz rezultanta este orientată pe aceeași direcție cu vectorii $\vec{a}$ și $\vec{b}$, iar sensul este dat de sensul vectorului de modul mai mare.

b) $\alpha = 180° \Rightarrow D = D' = a + b$. În acest caz rezultanta este orientată pe aceeași direcție cu vectorii $\vec{a}$ și $\vec{b}$.

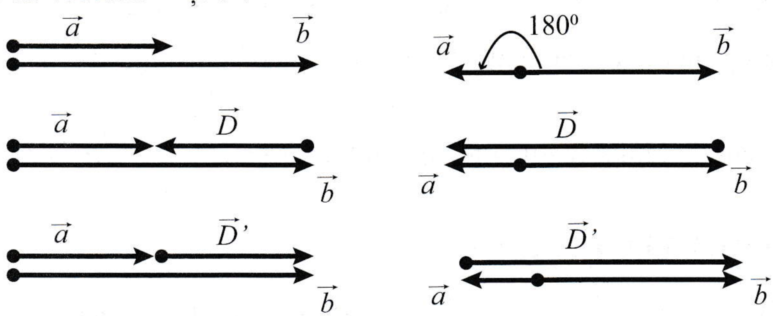

Fig. 7

C. ÎNMULȚIREA UNUI VECTOR CU UN SCALAR

Fie vectorul $\vec{a}$ și scalarul $s \in \mathbb{R}$. Produsul dintre scalarul s și vectorul $\vec{a}$ este un vector $\vec{b}$. Vom nota:

$$\vec{b} = s \cdot \vec{a}$$

Vectorul $\vec{b} = s \cdot \vec{a}$ are următoarele caracteristici:

- modulul este de $|s|$ ori mai mare decât cel al vectorului $\vec{a}$;
- are aceeași direcție ca și vectorul $\vec{a}$;
- este orientat în același sens cu vectorul $\vec{a}$, dacă $s > 0$, și în sens opus dacă $s < 0$.

D. PRODUSUL SCALAR A DOI VECTORI

Considerăm doi vectori $\vec{a}$ și $\vec{b}$ coplanari ale căror direcții formează unghiul α. Produsul scalar al vectorilor $\vec{a}$ și $\vec{b}$ este un scalar s, notat:

$$s = \vec{a} \cdot \vec{b}$$

Valoarea produsului scalar $s = \vec{a} \cdot \vec{b}$ este egală cu produsul dintre modulele vectorilor și cosinusul unghiului dintre ei, adică:

$$s = \vec{a} \cdot \vec{b} = a \cdot b \cdot \cos\alpha$$