FIZICĂ PENTRU INGINERI

Lector Dr. Trif-Tordai Delia

Departamentul BAZELE FIZICE ALE INGINERIEI

delia.calinoiu@upt.ro

Cabinet: C213

http://fizica-upt.weebly.com/

STRUCTURĂ FIZICĂ

- 14 cursuri
- 7 ședințe de laborator

- Examen – evaluarea se face in sesiune
- 4 credite

Notă_finală = parte_întreagă (2/3 Notă_Examen +
+ 1/3 Notă_Activitate + 0.5)

CURSUL 1

1. Noțiuni Fundamentale ale Fizicii
1.1. Introducere în fizică
1.2. Mărimi fizice
1.3.Unități de măsură
1.4.Unități de măsură tolerate
1.5. Analiză dimensională
1.6.Operaţii cu vectori
Spaţiul şi timpul, sisteme de referinţă

1.1. Introducere în fizică

Fizica = o ştiinţă fundamentală a naturii (physis = natură, în limba greacă), care studiază cele mai simple, dar în acelaşi timp, şi cele mai generale forme de mişcare sau de transformare ale materiei.

Scopul fizicii este acela de a descoperi şi aplica legile care guvernează interacţiunile dintre corpurile materiale sau dintre corpurile materiale şi diferite câmpuri de forţe.

Domenii ale Fizicii:
Mecanică, Oscilatii si unde elastice, Termodinamică, Electromagnetism, Optică, Fizica Solidului, Fizica nucleară, Fizica Plasmei, Fizica Semiconductorilor, Fizica Supraconductorilor, Biofizica, etc.

O **mărime fizică** este o mărime care caracterizează starea unui sistem fizic. Mărimea fizică are o parte cantitativă (valoarea numerică) şi una calitativă (unitate de măsură).

1.2. Mărimi fizice

- Efectuarea unei operaţii de măsurare a unei mărimi fizice M, implică stabilirea unei unităţi de măsură corespunzătoare.

- A măsura o mărime fizică, înseamnă a o compara cu o altă mărime de aceeași natură numită etalon sau unitate de măsură.

- Orice mărime fizică M trebuie exprimată prin produsul dintre valoare numerică $\{\mathrm{M}\}$ şi unitatea de măsură $\langle\mathrm{M}\rangle$, astfel:

$$M = \{M\}\langle\mathrm{M}\rangle$$

1.2.1. Clasificarea mărimilor fizice:

a) După modul de definire al mărimilor fizice:

- Mărimi fundamentale
- Mărimi derivate (aria, volumul, densitatea, viteza etc.)
- Mărimi suplimentare (unghi plan şi unghi solid)

b) După natura mărimilor fizice:

- Mărimi scalare – caracterizate numai prin valoarea numerică
- Mărimi vectoriale – caracterizate prin modul, direcţie şi sens
- Mărimi tensoriale

c) Din punct de vedere al posibilităţilor de măsurare:

- Mărimi fizice măsurabile (lungimea, timpul, etc.)
- Mărimi fizice calculabile (volumul, densitatea corpurilor)

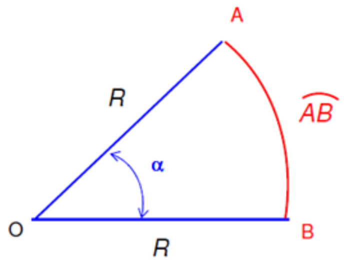
1.2.2. Mărimi fizice fundamentale ale SI

Mărime fizică	Simbol	Simbol dimensiune	Unitate de măsură	Simbol
lungime	l	L	metru	m
masă	m	M	kilogram	kg
timp	t	T	secundă	s
intensitatea curentului electric	I_c	I	amper	A
temperatură absolută	T	Θ	kelvin	K
cantitate de substanţă	ν	Q	mol	mol
intensitate luminoasă	I_l	J	candelă	Cd

1.2.3. Mărimi fizice suplimentare ale SI

➢ **Radianul (rad)** – utilizat ca unitate de unghi plan;

Radianul este unghiul plan cuprins între doua raze care delimitează pe un cerc un arc cu lungimea egala cu raza.



$$\alpha = \frac{\widehat{AB}}{R} \quad rad$$

$$360^o \ldots\ldots\ldots\ldots 2\pi \ \ rad$$

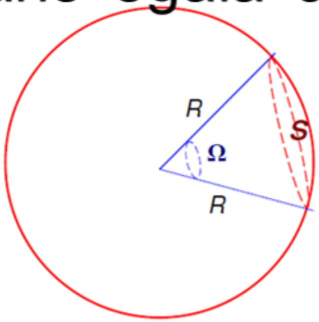
$$\Rightarrow \begin{cases} 1^\circ = \dfrac{2\pi}{360} \ \ \text{rad} \\ 1\, rad = \dfrac{360^\circ}{2\pi} = 57°17' \end{cases}$$

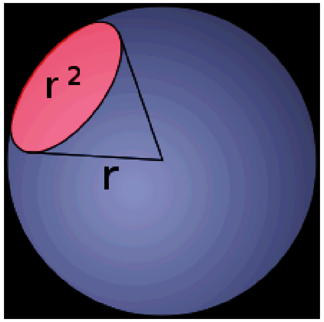
➢ **Steradianul (sr)** – utilizat ca unitate de unghi solid.

Steradianul este unghiul solid cu vârful în centrul unei sfere, care delimiteaza pe suprafata sferei o arie egala cu cea a unui patrat având latura egala cu raza sferei.

$$\Omega = \frac{S}{R^2} \ \ sr$$

$$\Omega_{max} = \frac{S_{sfera}}{R^2} = \frac{4\pi R^2}{R^2} = 4\pi \ sr$$





1.3. Unități de măsură

In 1960, la cea de XI Conferință Generală de Măsuri și Greutăți (CGPM) s-a adoptat un nou sistem de unități de măsură, bazat pe sistemul metric, denumit Sistemul Internațional de unități.

SI de unități este un sistem practic, coerent, simplu și rațional.

Biroul Internațional de Măsuri si Greutăți

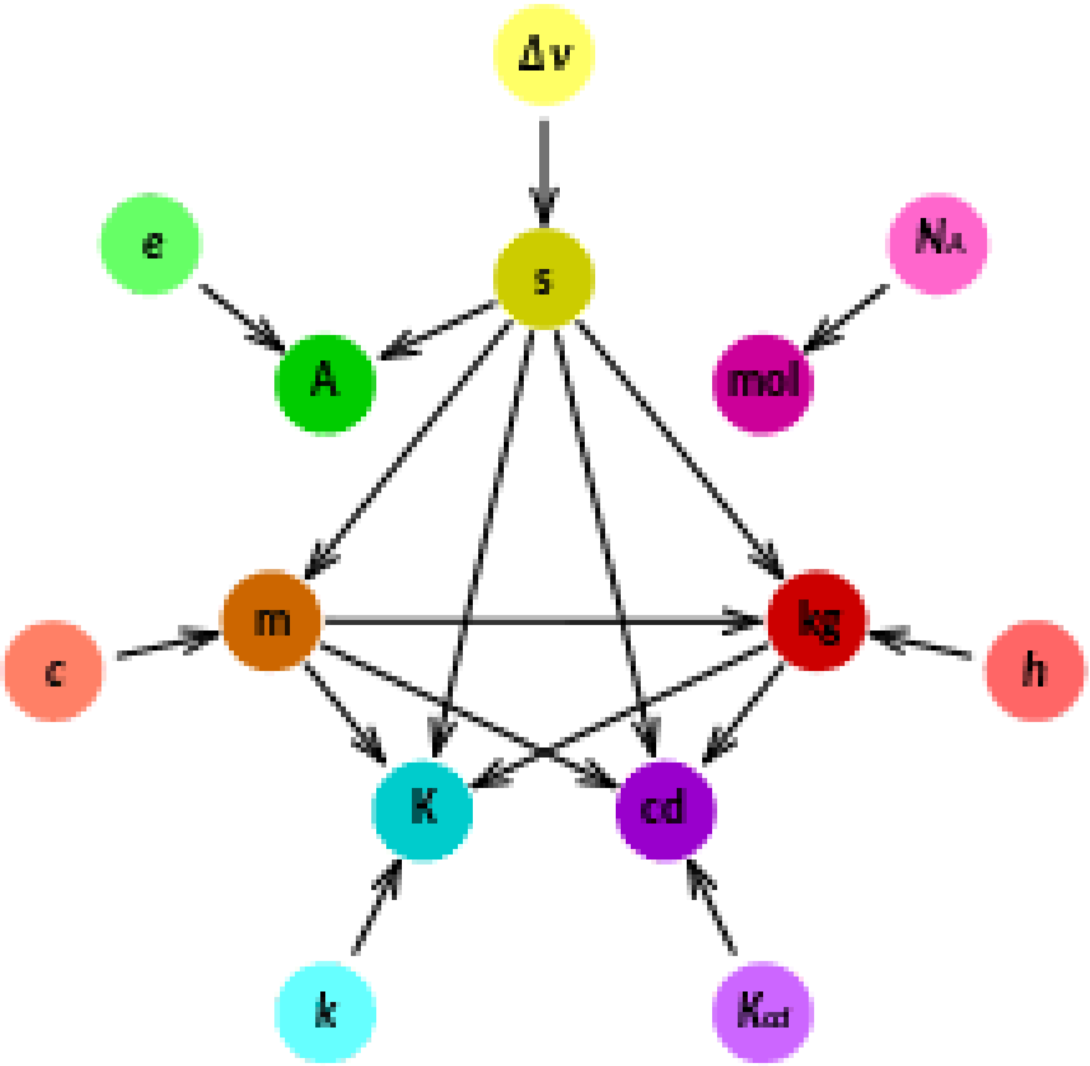
În SI se disting trei clase de unități de măsură:

- unităţi fundamentale;
- unităţi suplimentare;
- unităţi derivate.

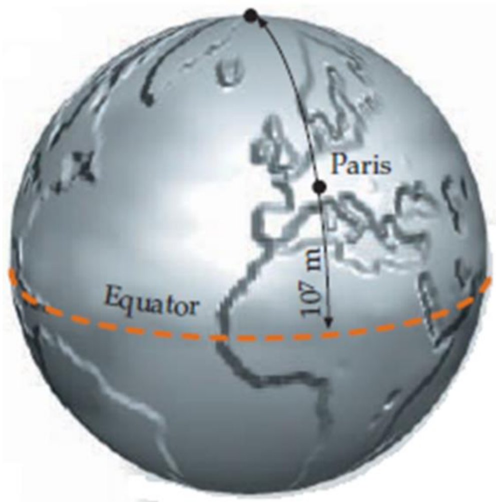
1.3. Unități de măsură

Unitate de măsură	Simbol	Constanta de definitie	Simbol	Valoare
kilogram	kg	**Constanta lui Planck**	h	$6{,}626\ 070\ 15 \times 10^{-34}$ J·s
metru	m	Viteza luminii in vid	c	299 792 458 m/s
secunda	s	tranziției între două niveluri de energie hiperfine ale atomului de Cs	$\Delta\nu$	9 192 631 770 Hz
amper	A	**Sarcina elementara**	e	$1{,}602\ 176\ 634 \times 10^{-19}$ C
kelvin	K	**Constanta lui Boltzmann**	k	$1{,}380\ 649 \times 10^{-23}$ J·K^{-1}
mol	mol	**Numărul lui Avogadro**	N_A	$6{,}022\ 140\ 76 \times 10^{23}$
candela	cd	radiație monocromatică cu frecvența de 540 THz	K_{cd}	683 lm/W

1.3. Unități de măsură



Unitatea de lungime (metrul)

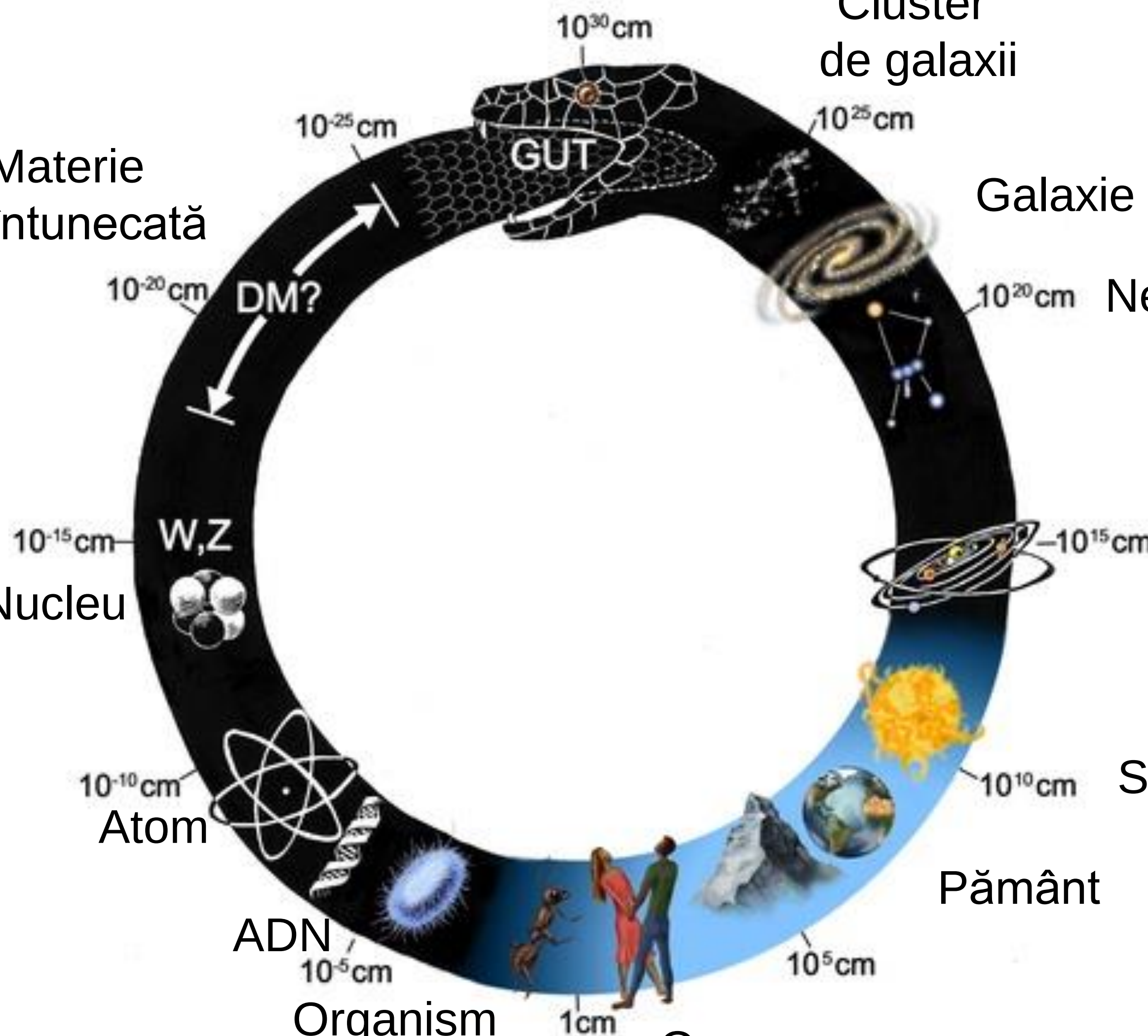


- a 10^7 parte din distanţa dintre Polul Nord şi Ecuator (1792);

- distanţa dintre două repere gravate în vecinătatea capetelor unei bare confecţionate dintr-un aliaj de platină şi iridiu (Biroul Internaţional de Măsuri şi Greutăţi) (1889);

- **lungimea drumului parcurs de lumină în vid, în timp de 1 / 299.792.458 secunde (1983)**

Unitatea de lungime (metrul)



*https://www.quora.com

Unitatea de masă (kilogramul)

Unitatea fundamentală

- masa unui litru de apă aflată la presiune atmosferică normală şi temperatura de 3,98°C (1799);

- masa unui cilindru având înălţimea şi diametrul egale cu 39 mm, confecţionat dintr-un aliaj de platină şi iridiu (Biroul Internaţional de Măsuri şi Greutăţi) (1889);

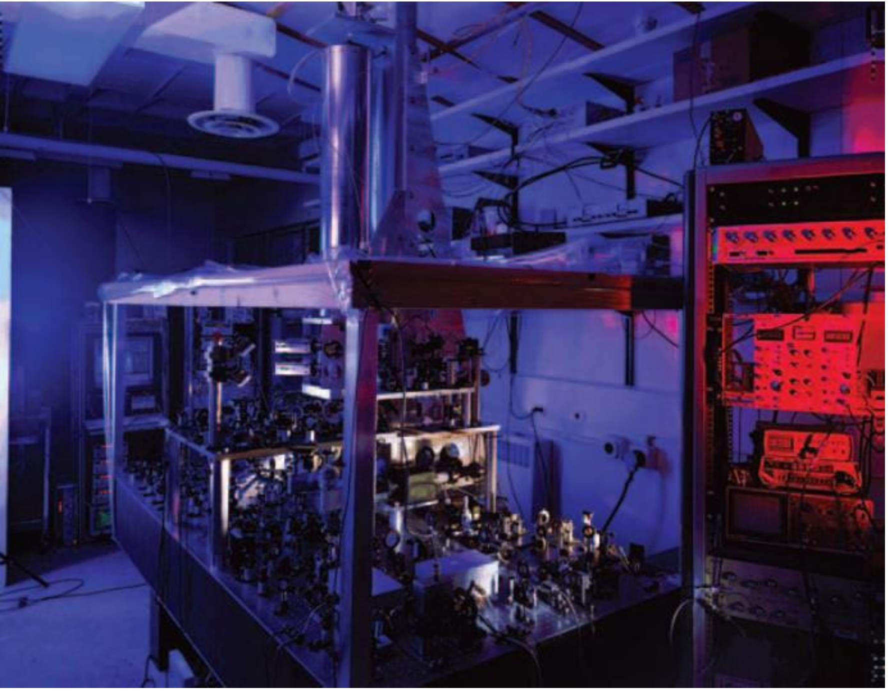
Instrument de măsurare: balanţa cu braţe egale

- Kilogramul este definit prin fixarea valorii constantei lui Planck, *h*, la valoarea exactă de 6.62607015×10–34 J⋅s, date fiind definițiile metrului și a secundei (2019).

Unitatea secundară (unitatea atomică de masă)

- a 12-a parte din masa izotopului ^{12}C (1961).

$$1 \text{ u.} = 1 \text{ Da} = 1{,}6605402\ 10^{-27} \text{ kg}$$



Unitatea de timp (secunda)

1 min. = 60 s

1 h = 60 min = 3600 s

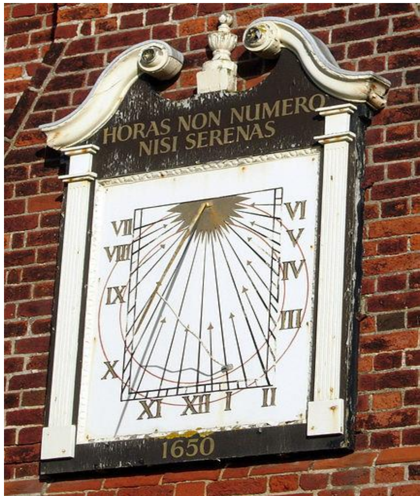
1 zi = 24 h = 1440 min. = 86400 s

- Secunda este durata a 9.192.631.770 perioade ale radiaţiei ce corespunde tranziţiei între două nivele energetice ale stării fundamentale a atomului de Cesiu 133 la tempretatura de 0K (1967, a 12-a Conferinţă Generală de Măsuri şi Greutăţi).

- Instrument de măsurare: ceas atomic

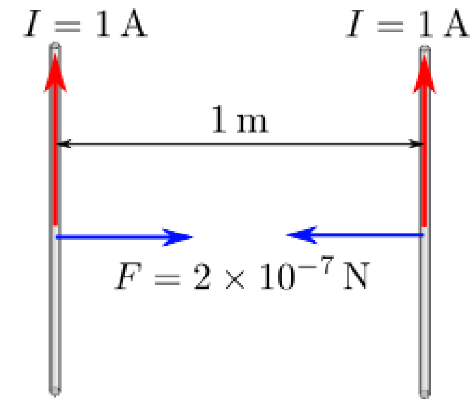
Aplicaţie 1: Caţi ani are un om care a trăit un miliard de secunde (10^9)?

Unitatea de timp – exemple de instrumente



A candle marked for use as a timer

Intensitatea curentului electric (Amper)



Amperul (simbol: A) este unitatea de măsură pentru intensitatea curentului electric.

- *Amperul* este intensitatea unui curent electric constant care, menținut în două conductoare paralele, rectilinii, cu lungimea infinită și cu secțiunea transversală circulară neglijabilă, așezate în vid, la o distanță de 1 metru unul de altul, ar produce între aceste conductoare o forță de 2×10^{-7} dintr-un newton pe o lungime de 1 metru.

- *Amperul este intensitatea unui curent de $1/1.602176634\times10^{-19}$ sarcini elementare, e, pe secundă (2019).*

Unitatea de temperature (Kelvin)

- **Kelvinul** reprezintă fracţiunea 1/273,16 din temperatura termodinamică a punctului triplu al apei (temperatura de echilibru între gheaţă, apă şi vapori de apă) (CGPM, 1967).

Alte scare de temperatură folosite:

- *Scara Celsius:*
  $T(K) = t(°C)$+273.15
- *Scara Fahrenheit*:
  $T(\mathrm{K}) = (°\mathrm{F} + 459{,}67){:}\,1{,}8$
- Scara Rankine:
  $T(K) = t(°R) : 1{,}8$
- Scara Reaumur:
  $T(K) = t(°Re) * 1.25 + 273.15$, etc

- *Kelvinul este definit prin fixarea valorii numerice a [constantei lui Boltzmann] k la 1.380649×10^{-23} J·K^{-1}, (J = kg·m^2·s^{-2}), date fiind definițiile kilogramului, metrului și a secundei (2019).*

Cantitatea de substanţă (molul)

- *Molul* este cantitatea de substanță dintr-un sistem, care conține un număr de entități elementare egal cu numărul de atomi din 0,012 kilograme de carbon ^{12}C (CGPM, 1967).

Numărul de atomi din 0,012 kg de ^{12}C este egal cu numărul lui Avogadro ($6,0221367\times 10^{23}$).

Un mol este cantitatea de substanță a cărei masă exprimată în kilograme este egală cu masa atomică a acelei substanțe.

- O cantitate de substanță egală cu exact 6.02214076×10^{23} entități elementare (2019). Acesta este valoarea numerică fixată pentru constanta lui Avogadro N_A, atunci când este exprimată în unitatea mol^{-1} și este denumită numărul lui Avogadro.

Intensitatea luminoasă (Candela)

Candela este intensitatea luminoasă, într-o direcție dată, a unei surse care emite o radiație monocromatică cu frecvența de 540×10^{12} hertzi (Hz) și a cărei intensitate energetică, în această direcție este de 1/683 dintr-un watt pe steradian (W/sr) (CGPM, 1979).

Candela este intensitatea luminoasă, în direcţia normalei, a unei suprafeţe de $1{,}667 \times 10^{-6}$ m^2 a unui corp negru la temperatura de solidificare a platinei (1772 ºC), la o presiune normală.

Alte sisteme de unităţi de măsură

1. **CGS** (c – centimetru, g – gram, s – secundă);

2. **MKS** (m – metru, k – kilogram, s – secundă);

3. **MKSA** (m – metru, k – kilogram, s – secundă, A – Amper);

4. **MKfS** (m – metru, k – kilogram, f – forţa, s – secundă).

1 Kilogram-forță (kgf) *reprezintă unitatea de măsură a forței, a cărei valoare este egală cu greutatea prototipului internațional de masă, măsurată în vid, la accelerația gravitațională normală.*

1kgf = 9, 80655 N

Ex. sistemul C.G.S.

Mărime fizică	Unitate de măsură	Simbol
lungime	centimetru	cm
masă	gram	g
timp	secundă	s

1.4. Unități de măsură tolerate

- **Electron-volt (1 eV = 1,60219·10^{-19} J).** Un electron-volt este energia cinetică câştigată de un electron care traversează, în vid, o diferenţă de potenţial de un volt.
- **Unitatea atomică de masa (1 u.a.m. = 1,66057·10^{-27} kg).** Unitatea atomică de masa este fracţiunea 1/12 din masa unui atom al izotopului carbon 12 ($^{12}_{6}C$).
- **Ångström (1Å= 10^{-10} m)**
- **Unitatea astronomică (1 UA = 1,495980·10^{11} m)**. Unitatea astronomică este egală cu distanţa medie dintre Soare şi Pământ.
- **Anul lumină (1 al = 9,4605·10^{15} m).** Anul lumină este egal cu distanţa pe care o parcurge lumina în vid, în decursul unui an.

Unități de măsură folosite împreună cu unitățile SI

Denumirea	Simbol	Valoarea în SI
An	a	1 a=$3,16 \cdot 10^7$ s
Zi	d	1 d = 24 h = 1440 min = 86400 s
Oră	h	1 h = 60 min = 3600 s
Minut	min	1 min = 60 s
Grad	º	1 º = π / 180 rad
Minut	'	1 ' = (1/60)°= (π/10800) rad
Secundă	''	1 '' = (1/60)' = (π/648000) rad
Litru	l	1 l = 1 dm^3 = 10^{-3} m^{-3}
Tonă	t	1 t = 10^3 kg
Ţol	ţ	1 ţ = 2,54 10^{-2} m
Yard	y	1 y = 0,914398 m
Milă terestră	M.t	1 M.t = 1609 m
Milă marină	M.m	1 M.m = 1852 m
Ar	a	1 a = 10^2 m^2
bar	bar	1bar= 10^5 N/m^2
torr	torr	1 Torr = 133,32 N/m^2

Ordinul de mărime

$$328.460.587 = 3,28 \cdot 10^8 \Rightarrow \boxed{10^8}$$

Exemple:

134527 = ?

0,000572 = ?

Multipli, submultipli

$$1\,cm = 10^{-2}\ m \qquad 1\,kg = 10^3\ g$$

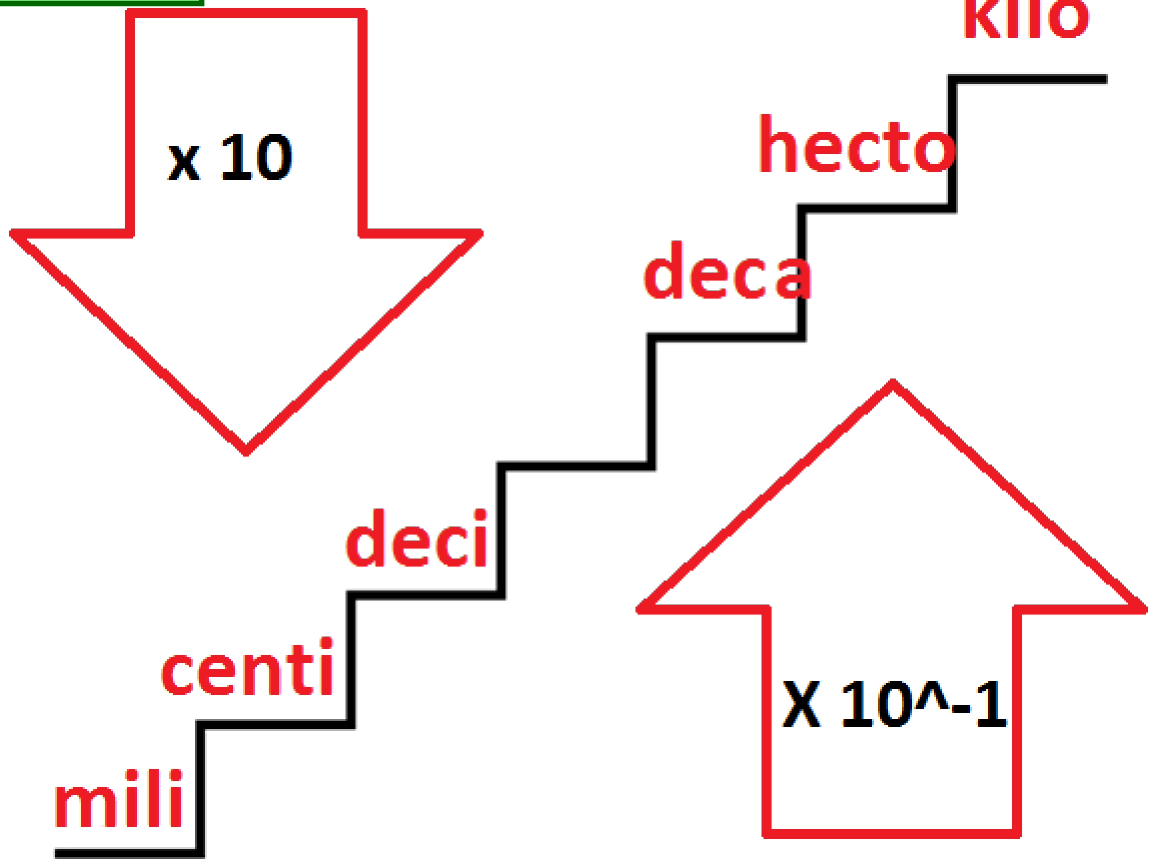
$$1\ \mathrm{l} = 1\ \mathrm{dm}^3 = 10^3\ \mathrm{cm}^3 = 10^{-3}\ \mathrm{m}^3$$

Prefix multipli / submultipli

Prefix	Simbol	Factor conversie
peta	P	10^{15}
tera	T	10^{12}
giga	G	10^{9}
mega	M	10^{6}
kilo	k	10^{3}
hecto	h	10^{2}
deca	da	10^{1}
deci	d	10^{-1}
centi	c	10^{-2}
mili	m	10^{-3}
micro	µ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
pico	p	10^{-12}
femto	f	10^{-15}

$1\ m = 10^2\ cm$

$1\ dm = 10^2\ mm$



$1\ cm = 10^{-3}\ dam$

$1\ mm = 10^{-3}\ m$

1.5. Analiza dimensională

În afară de valoarea numerică {*M*}, respective unitatea de măsură ⟨M⟩, orice mărime fizică se caracterizează şi prin dimensiunea [*M*], care reprezintă un monom algebric de puteri – pozitive, negative, întregi sau fracționare – ale simbolurilor mărimilor fizice fundamentale. Formula dimensională a mărimii fizice M este:

$$[M] = L^{\alpha} M^{\beta} T^{\gamma} I^{\delta} \Theta^{\varepsilon} J^{\omega} Q^{\chi}$$

Exponenţii raţionali α, β, γ, δ, ε, ω, χ reprezintă, fiecare în parte, dimensiunea mărimii derivate *M* în raport cu una din mărimile fundamentale.

<u>Exemplu</u>: Legea a doua a lui Newton, scrisă scalar $F = m \cdot a$

Din punct de vedere dimensional, forţa *F* se exprimă prin dimensiunile corespunzătoare masei *m* şi acceleraţiei *a*:

$$[F] = [m][a] = MLT^{-2}$$

Alfabetul grec

Denumire	Literă mică	Literă mare		Denumire	Literă mică	Literă mare
Alfa	α	A		Niu	ν	N
Beta	β	B		Csi	ξ	Ξ
Gamma	γ	Γ		Omicron	o	O
Delta	δ	Δ		Pi	π	Π
Epsilon	ε	E		Ro	ρ	P
Zeta	ζ	Z		Sigma	σ	Σ
Eta	η	H		Tau	τ	T
Teta	θ	Θ		Ipsilon	υ	Υ
Iota	ι	I		Fi	φ	Φ
Kappa	κ	K		Hi	χ	X
Lambda	λ	Λ		Psi	ψ	Ψ
Miu	μ	M		Omega	ω	Ω

1.6. Mărimi fizice scalare, vectoriale. Operaţii cu vectori

Mărimile scalare se specifică prin valorile lor numerice (temperatura, timpul, masa, numărul de molecule etc.)

$$m = 2\,\mathrm{kg}$$

Mărimile vectoriale sunt definite prin:

-*modulul*, care reprezintă valoarea sa numerică, fiind un număr strict pozitiv egal cu lungimea segmentului orientat prin care se reprezintă mărimea vectorială;

$$\mathrm{F} = \left| \vec{\mathrm{F}} \right| = 4\,\mathrm{N}$$

- *direcţia*, reprezentată prin dreapta purtătoare;

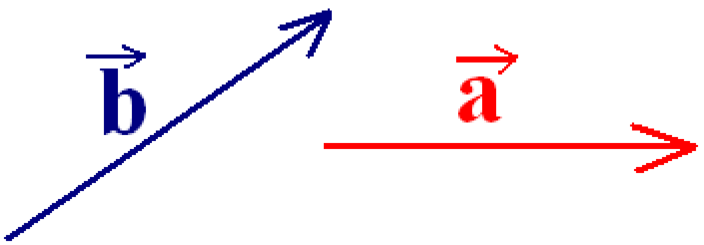
- *sensul*, specificat printr-o săgeată marcată la extremitatea segmentului orientat.

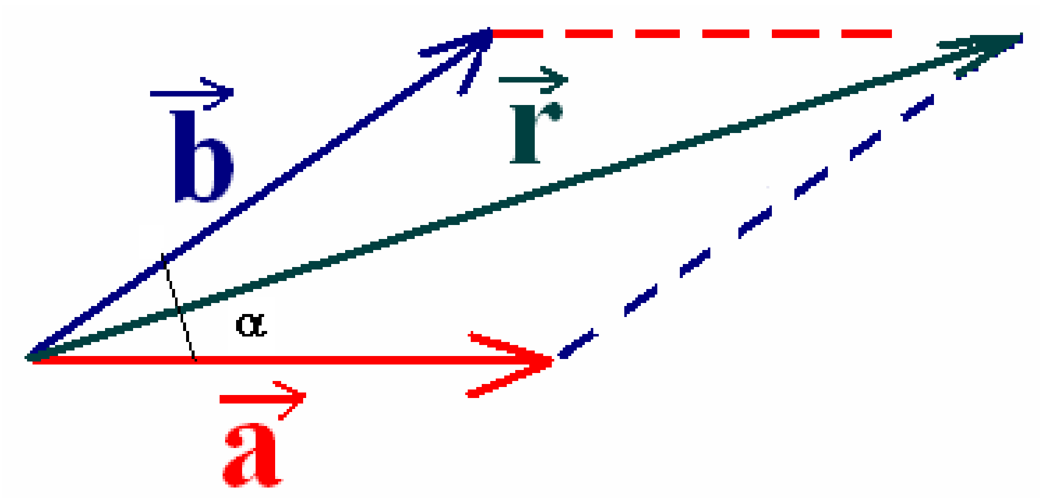
Operaţii cu mărimi vectoriale - recapitulare

a1) Adunarea vectorilor – metoda grafică

$$r = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab\cos\alpha}$$

Formula lui Pitagora generalizată





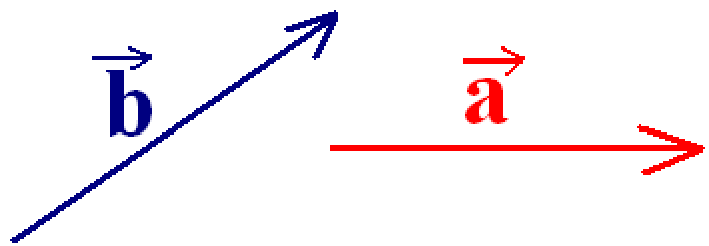
$$\boxed{\vec{r} = \vec{a} + \vec{b}}$$

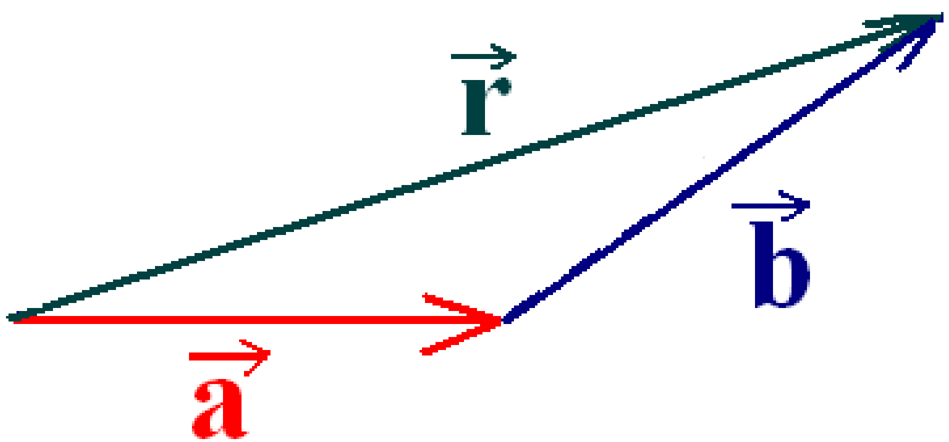
Regula paralelogramului

Operaţii cu mărimi vectoriale - recapitulare

a1) Adunarea vectorilor – metoda grafică

$$r = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab\cos\alpha}$$



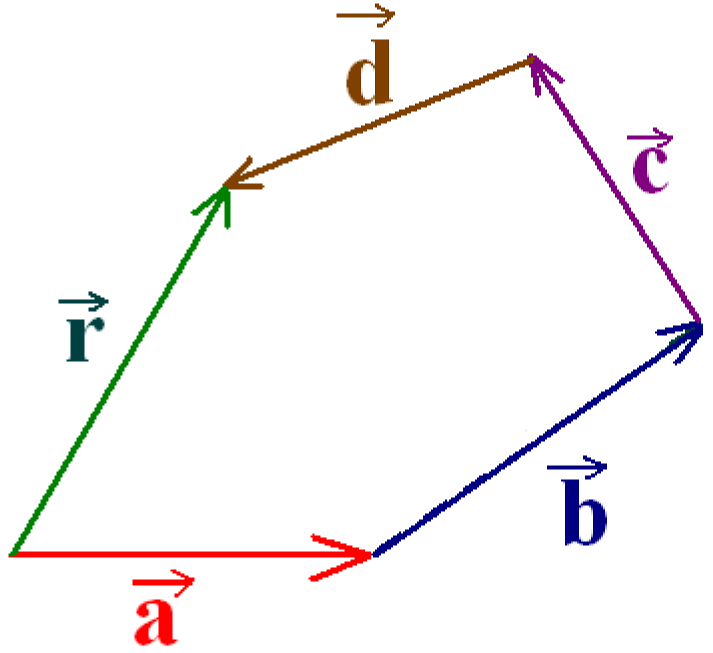


$$\vec{r} = \vec{a} + \vec{b}$$

Regula triunghiului

Operaţii cu mărimi vectoriale - recapitulare

a1) Adunarea vectorilor – metoda grafică

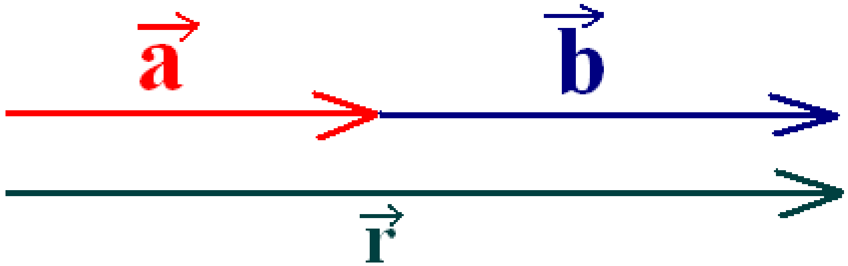


$$\vec{r} = \vec{a} + \vec{b} + \vec{c} + \vec{d}$$

Regula poligonului

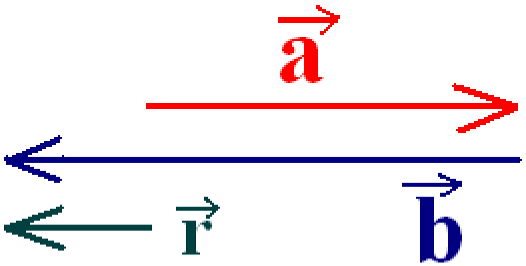
Caz particular

Adunarea vectorilor paraleli



$$\left|\vec{r}\right| = \left|\vec{a}\right| + \left|\vec{b}\right|$$

Adunarea vectorilor antiparaleli



$$\left|\vec{r}\right| = \left|\vec{b}\right| - \left|\vec{a}\right|$$

Proprietăţi ale adunării vectorilor sunt:

a) *Comutativitatea* $\vec{a} + \vec{b} = \vec{b} + \vec{a}$

b) *Asociativitatea* $(\vec{a} + \vec{b}) + \vec{c} = \vec{a} + (\vec{b} + \vec{c})$

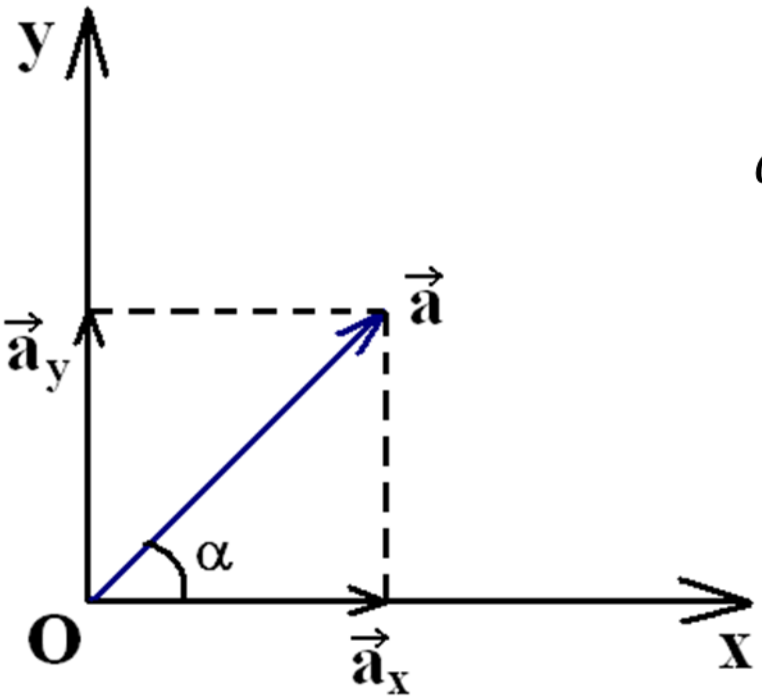
Studiu individual: a se demonstra cele două proprietăţi

Operaţii cu mărimi vectoriale - recapitulare

a2) Adunarea vectorilor – metoda analitică

$$\sin\alpha = \frac{\text{cateta opusa}}{\text{ipotenuza}}$$

$$\cos\alpha = \frac{\text{cateta alaturata}}{\text{ipotenuza}}$$



$\vec{a}_x$(proiecţia pe axa absciselor)

$\vec{a}_y$(proiecţia pe axa ordonatelor)

$$\vec{a} = \vec{a}_x + \vec{a}_y \qquad a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$$

$\vec{a}_x$, $\vec{a}_y$ componentele vectoriale

$$a_x = a \cdot \cos\alpha$$
$$a_y = a \cdot \sin\alpha$$

$a_x > 0$ daca $\vec{a}_x$ are sensul lui $\vec{i}$

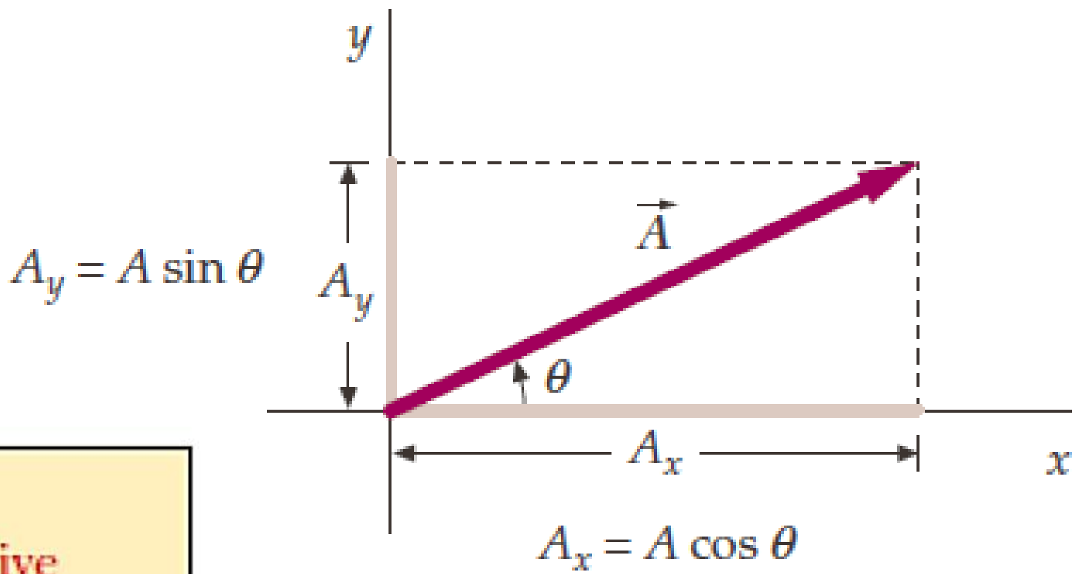
$a_x < 0$ daca $\vec{a}_x$ are sens contrar lui $\vec{i}$

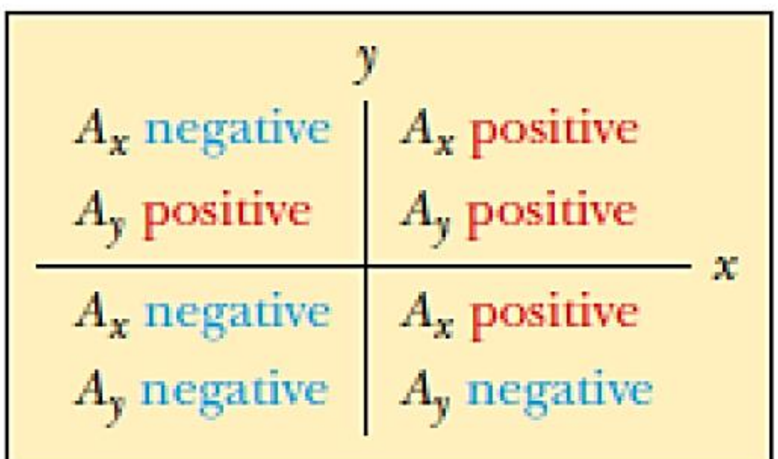
a2) Adunarea vectorilor – metoda analitică

Direcția vectorului rezultant, $\vec{A}$ este:

$$\tan\theta = \frac{A_y}{A_x}$$

$$\Longrightarrow \theta = \tan^{-1}\frac{A_y}{A_x}$$





Operaţii cu mărimi vectoriale - recapitulare

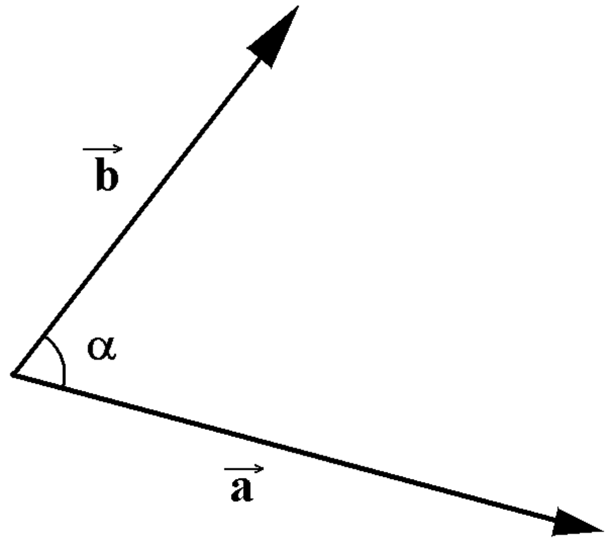
b) Scăderea vectorilor – metoda grafică

$$\vec{r} = \vec{a} - \vec{b} = \vec{a} + (-\vec{b})$$

$-\vec{b}$ *opusul* vectorului $\vec{b}$

Operaţii cu mărimi vectoriale - recapitulare

c) Produsul scalar a doi vectori



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

$$\vec{a}\cdot\vec{b} = a_x\,b_x + a_y\,b_y + a_z\,b_z$$

$$\vec{a}\cdot\vec{b} = (a_x\cdot\vec{i} + a_y\cdot\vec{j} + a_z\cdot\vec{k})\cdot(b_x\cdot\vec{i} + b_y\cdot\vec{j} + b_z\cdot\vec{k})$$

$$\vec{i}\cdot\vec{i} = \vec{j}\cdot\vec{j} = \vec{k}\cdot\vec{k} = 1$$

$$\vec{i}\cdot\vec{j} = \vec{j}\cdot\vec{i} = 0$$

$$\vec{i}\cdot\vec{k} = \vec{k}\cdot\vec{i} = 0$$

$$\vec{j}\cdot\vec{k} = \vec{k}\cdot\vec{j} = 0$$

<u>Exemplu</u>: lucrul mecanic elementar

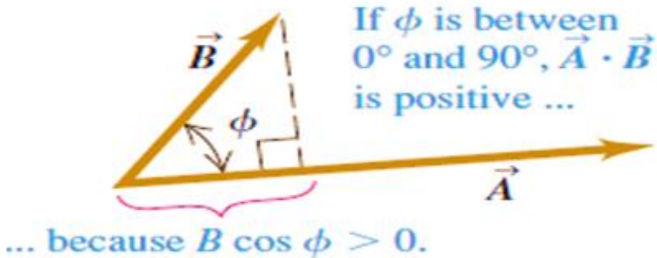
$$\eth L = \vec{F}\cdot d\vec{r}$$

Operaţii cu mărimi vectoriale - recapitulare

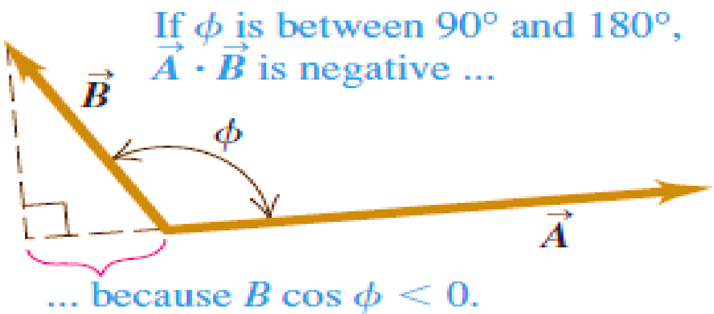
c) Produsul scalar a doi vectori

In funcție de unghiul dintre $\vec{A}$ și $\vec{B}$, produsul scalar poate să fie:

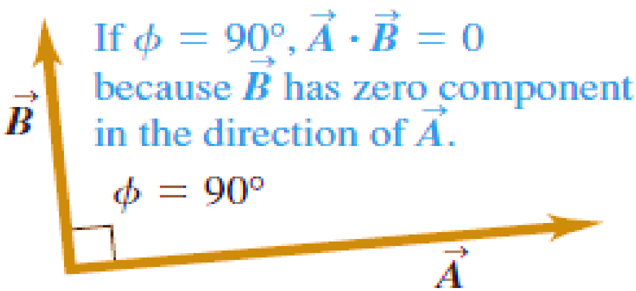
- POZITIV



- NEGATIV



- ZERO



Operaţii cu mărimi vectoriale - recapitulare

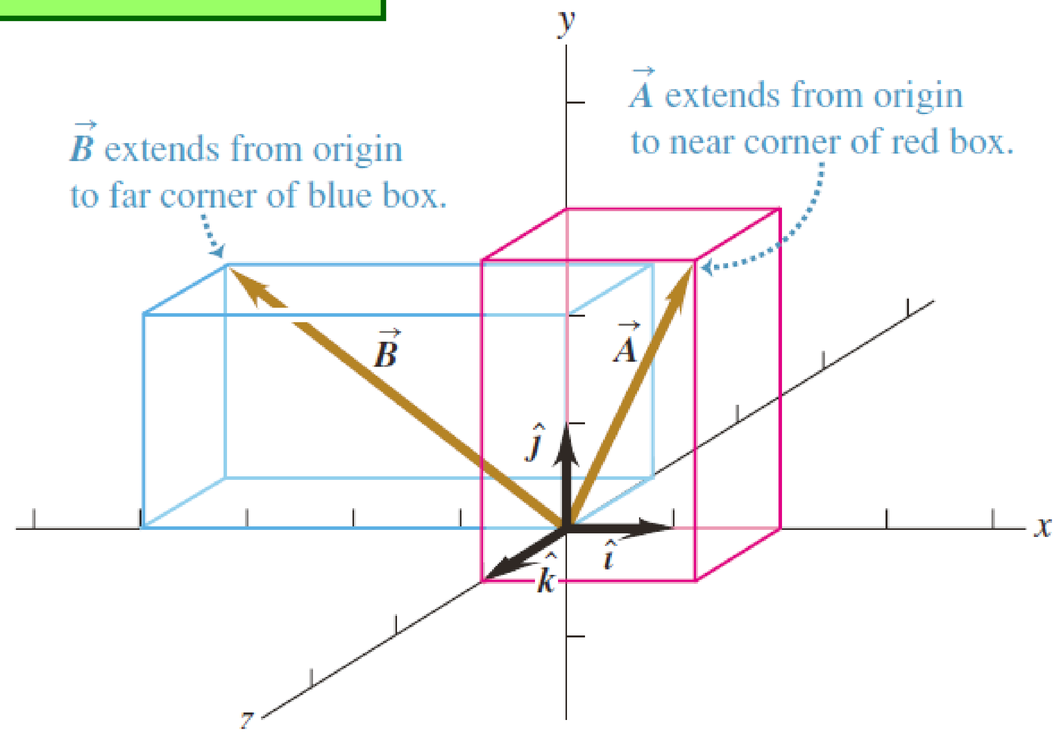
c) Produsul scalar a doi vectori

Aplicație:

Să se determine unghiul dintre:

$\vec{A} = 2\vec{\imath} + 3\vec{\jmath} + 1\vec{k}$ și

$\vec{B} = -4\vec{\imath} + 2\vec{\jmath} - 1\vec{k}$



Rezolvare:

Se calculează produsul scalar:

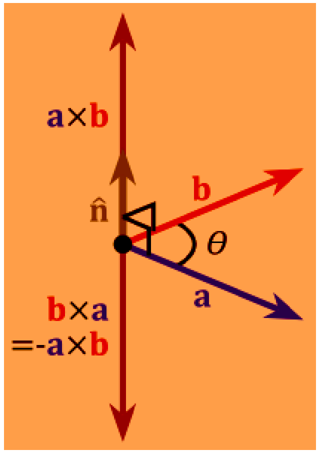
$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$$

Se determină modulul fiecărui vector, după care se determină unghiul:

$$\cos\alpha = \frac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{AB} = \frac{A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z}{\sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}\sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}} \Longrightarrow \alpha = 100°$$

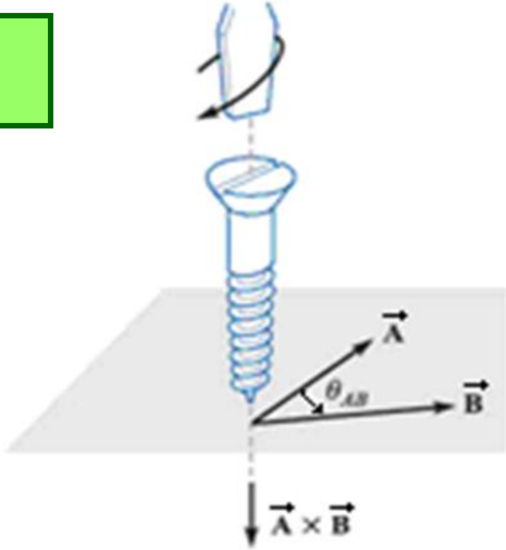
Operaţii cu mărimi vectoriale - recapitulare

d) Produsul vectorial a doi vectori



$$\left|\vec{a}\times\vec{b}\right| = a\,b\sin\alpha$$

$$\vec{a}\times\vec{b} = \begin{bmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{bmatrix}$$



$$\vec{i}\ \text{x}\ \vec{i} = \vec{j}\ \text{x}\ \vec{j} = \vec{k}\ \text{x}\ \vec{k} = 0$$

$$\vec{i}\ \text{x}\ \vec{j} = -(\vec{j}\ \text{x}\ \vec{i}) = \vec{k}$$

$$\vec{j}\ \text{x}\ \vec{k} = -(\vec{k}\ \text{x}\ \vec{j}) = \vec{i}$$

$$\vec{k}\ \text{x}\ \vec{i} = -(\vec{i}\ \text{x}\ \vec{k}) = \vec{j}$$

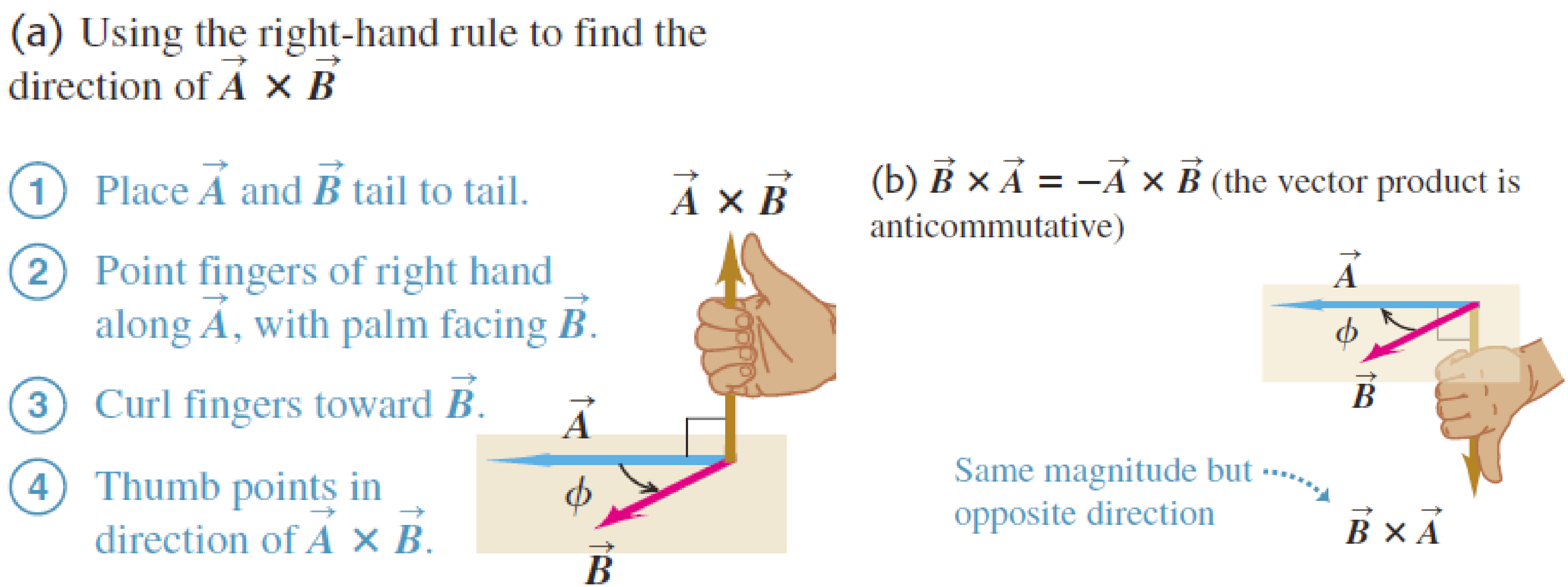
Exemplu: momentul cinetic

$$\vec{J} = \vec{r}\times\vec{p}$$

Operaţii cu mărimi vectoriale - recapitulare

d) Produsul vectorial a doi vectori

Regula mâinii drepte



Studiu individual

Fie vectorii:

$$\vec{a} = (3\ \text{m}) \cdot \vec{i} + (4\ \text{m}) \cdot \vec{j}$$

$$\vec{b} = (5\ \text{m}) \cdot \vec{i} + (-2\ \text{m}) \cdot \vec{j}$$

unde m - metru

a) să se reprezinte vectorii într-un sistem de coordonate cartezian;

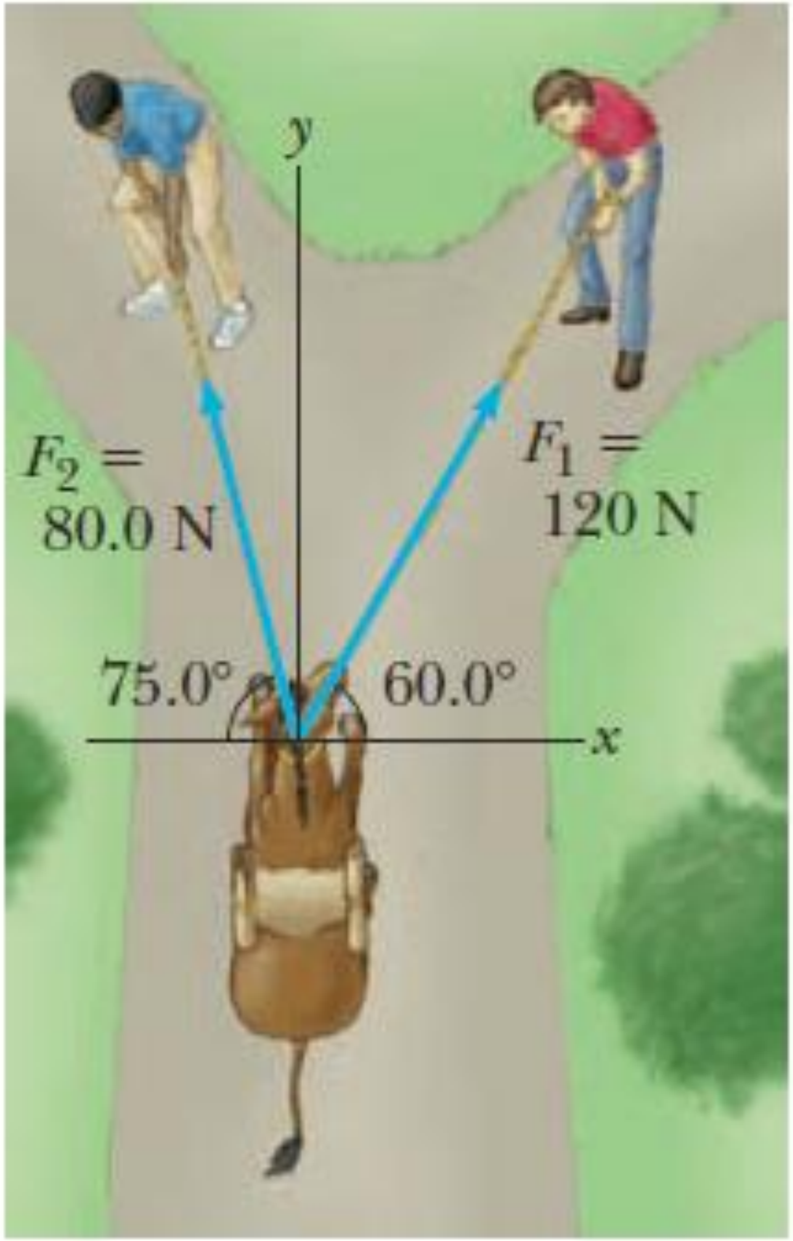
b) să se scrie vectorul rezultant în funcţie de vectorii unitate;

c) să se calculeze modulul vectorului rezultant;

d) să se calculeze unghiul format de vectorul rezultant cu sensul pozitiv al axei Ox.

Studiu individual

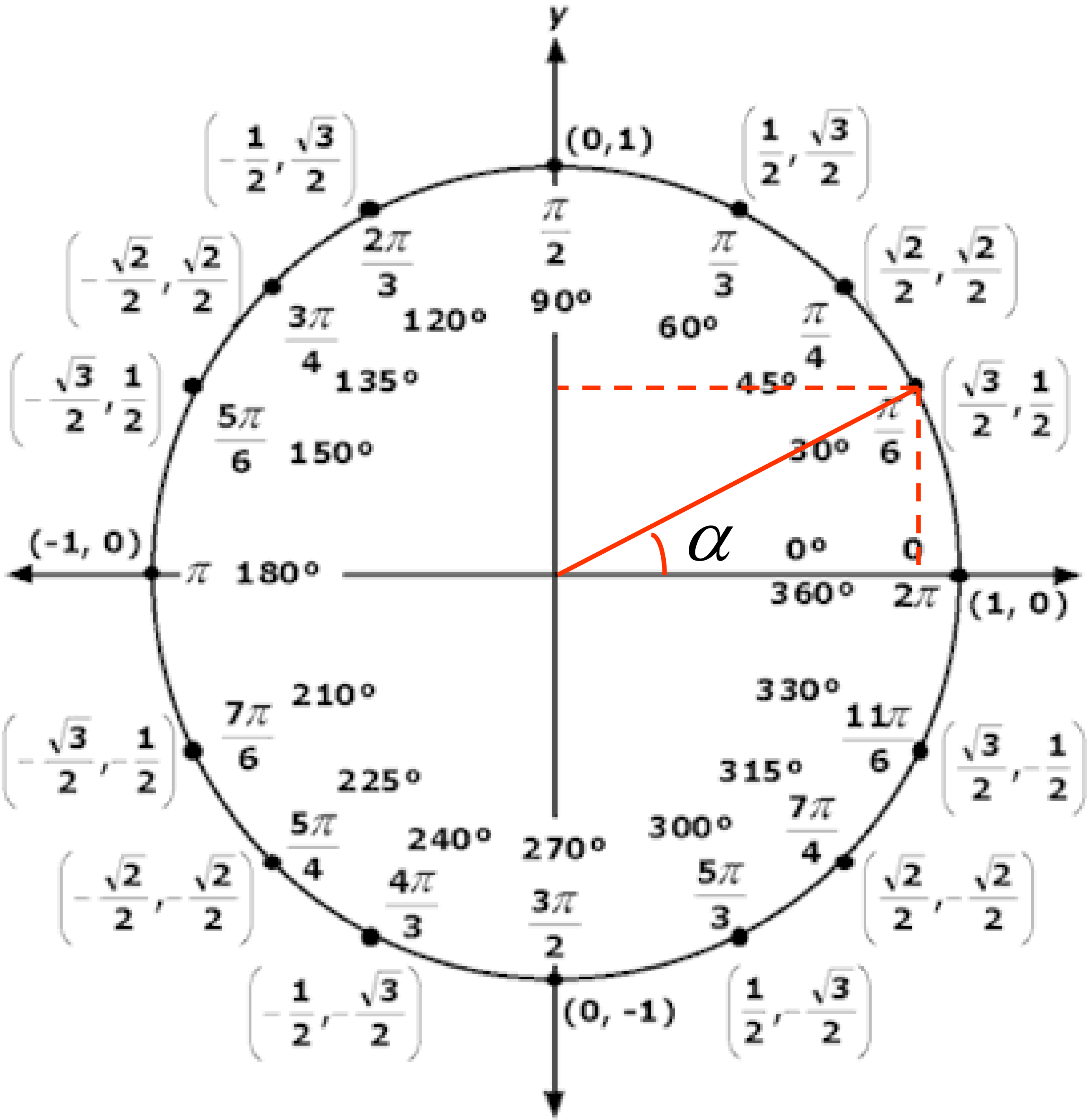
Să se determine sensul, direcția și modulul forței rezultante, folosind valorile din figura alăturată.



Anexă

α	0^o	$30^o\left(\frac{\pi}{6}\right)$	$45^o\left(\frac{\pi}{4}\right)$	$60^o\left(\frac{\pi}{3}\right)$	$90^o\left(\frac{\pi}{2}\right)$
$\sin\alpha$	$0\quad\left(\frac{\sqrt{0}}{2}\right)$	$\frac{1}{2}\quad\left(\frac{\sqrt{1}}{2}\right)$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$1\quad\left(\frac{\sqrt{4}}{2}\right)$
$\cos\alpha$	$1\quad\left(\frac{\sqrt{4}}{2}\right)$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}\quad\left(\frac{\sqrt{1}}{2}\right)$	$0\quad\left(\frac{\sqrt{0}}{2}\right)$

$$\boxed{360^o = 2\pi \text{ rad}}$$



$$\cos\alpha = x$$
$$\sin\alpha = y$$

După parcurgerea acestui curs studentul trebuie să:

- enumere mărimile fundamentale ale Sistemului Internaţional de Unităţi şi unităţile lor de măsură;
- transforme o unitate de măsură în multipli respectiv submultipli acesteia;
- Să deducă, pornind de la relațiile de definiție, expresiile dimensionale ale mărimilor fizice;
- facă diferenţa dintre mărimile scalare şi cele vectoriale;
- cunoască metodele grafice de adunare şi scădere a vectorilor;
- proiecteze un vector pe axele de coordonate şi să exprime componentele sale;
- cunoască şi să aplice în probleme metoda analitică de compunere a vectorilor;
- definească produsul scalar şi vectorial a doi vectori;

BIBLIOGRAFIE

- **Fizica,** F. W.Sears, Zemansky , H. D.Young, Ed. Didactica si Pedagogica, 1983;
- **Fizica Elemente Fundamentale**, M. Cristea, F. Barvinschi, I. Luminosu, D. Popov, I. Damian, I. Zaharie, Ed. Politehnica, 2009;
- **Curs de Fizică generală**, F. Barvinschi, Ed. Orizonturi Universitare, 2016;
- **Elemente de fizică generală,** D. Popov, I. Damian, Ed. Politehnica, 2014;
- **Fizica între teamă si respect. Fundamentele începătorului**, V. Dorobantu, S. Pretorian, Ed. Politehnica, 2009.
- **Fizica. Teorie, aplicatii, autoevaluare**, I. Luminosu, V. Chiritoui, N. Pop, M. Costache, Ed. Politehnica, 2009.
- **Physics for Scientists and Engineers** - Sixth Edition, Paul Tipler, Gene Mosca, Ed. W.H. Freeman and Company, 2008
- **PHYSICS for Scientist and Engineers with Modern Physics** – Seventh Edition, R. Serway, J. Jewett, ed. Thomson Brooks/Cole, 2008.
- **Sears & Zemansky's University Physics: with Modern Physics**, 13th Edition, H. Young, R. Freedman, ed. Pearson, 2012