

## Conf. Dr. Nicolina POP

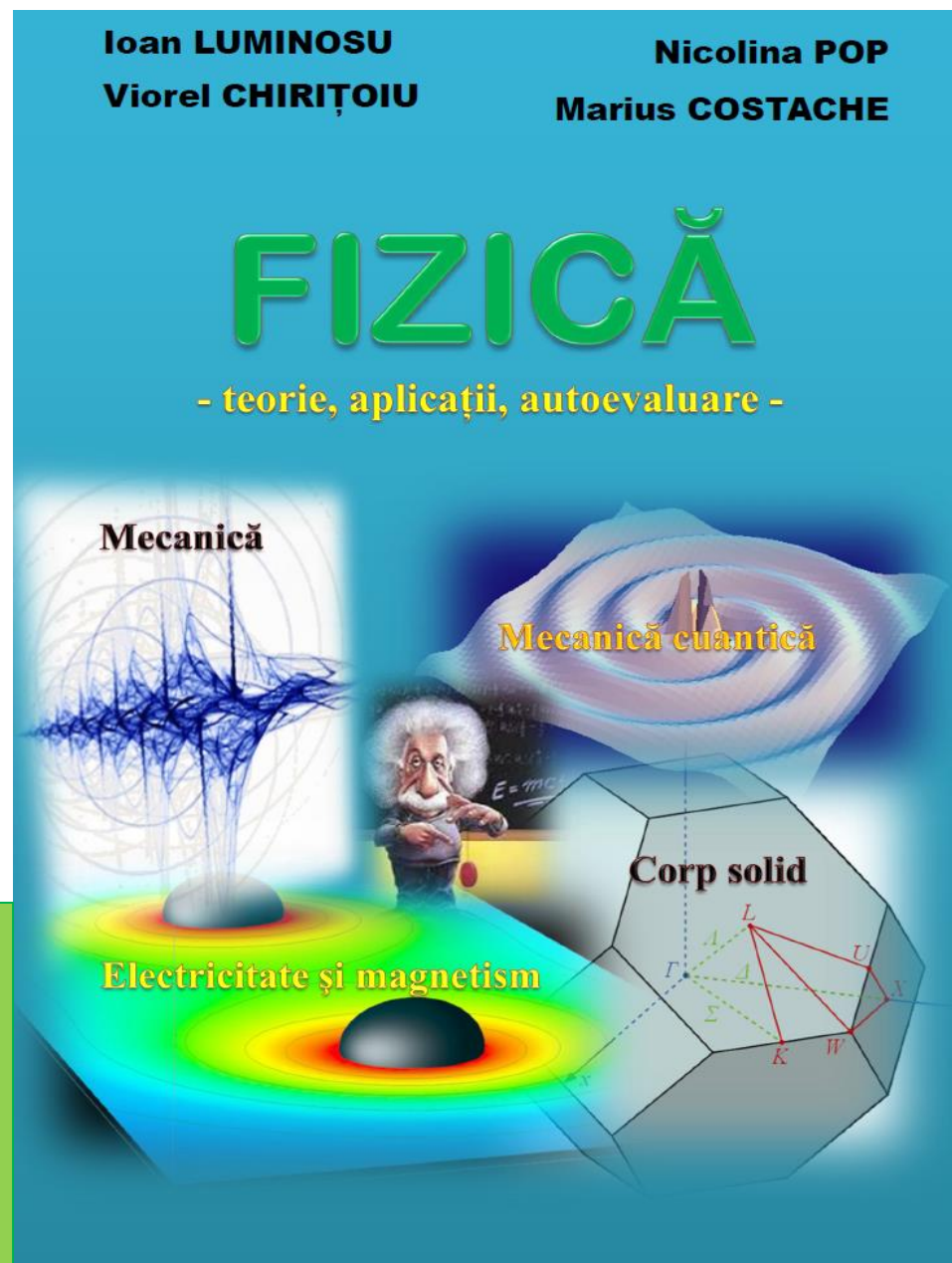
[nicolina.pop@upt.ro](mailto:nicolina.pop@upt.ro)

Cabinet C313A

**“Viata este precum mersul pe bicicleta. Ca sa iti pastrezi echilibrul, trebuie sa mergi mai departe”(A. Einstein)**

**‘Orice lege naturală este legea lui Dumnezeu.’**

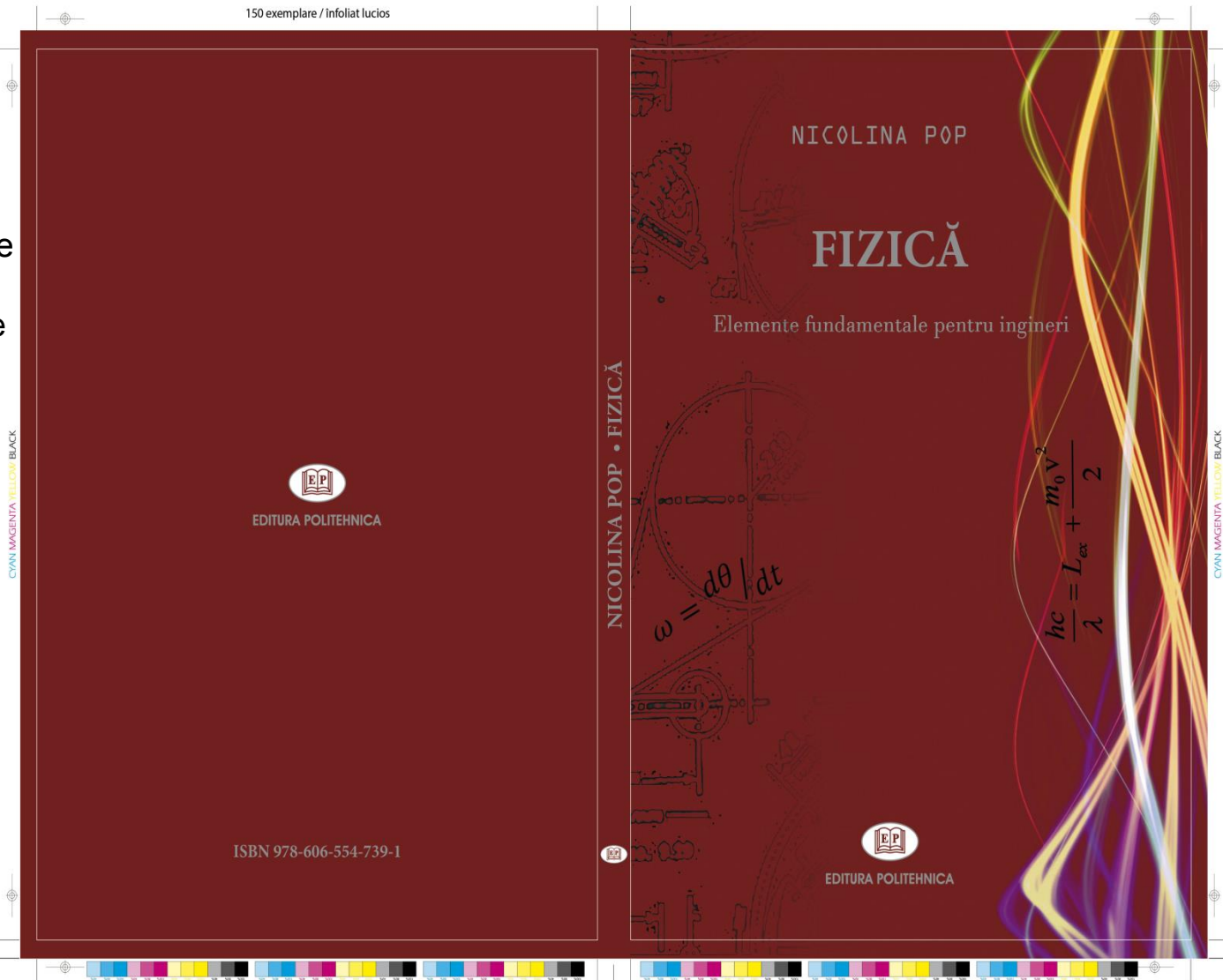
**‘Oamenii construiesc prea multe ziduri, dar nu destule poduri.’  
(I. Newton)**



## Fizica- Elemente fundamentale pentru ingineri

Cartea este structurată pe 11 module astfel încât să prezinte succint și gradat, capitolele principale ale fizicii pornind de la mecanica clasică și termodinamică, până la mecanica cuantică și fizica corpului solid. În fiecare capitol se prezintă noțiunile fizice, fenomenele caracteristice și legile după care se desfășoară acestea. De asemenea, sunt prezentate exemple în care astfel de fenomene se manifestă în situații întâlnite de cititor în viața obișnuită. La sfârșitul fiecărui capitol sunt formulate întrebări care să-l ajute pe cititor la sistematizarea cunoștințelor acumulate și la o corectă autoevaluare.

150 exemplare / Infoliat lucios

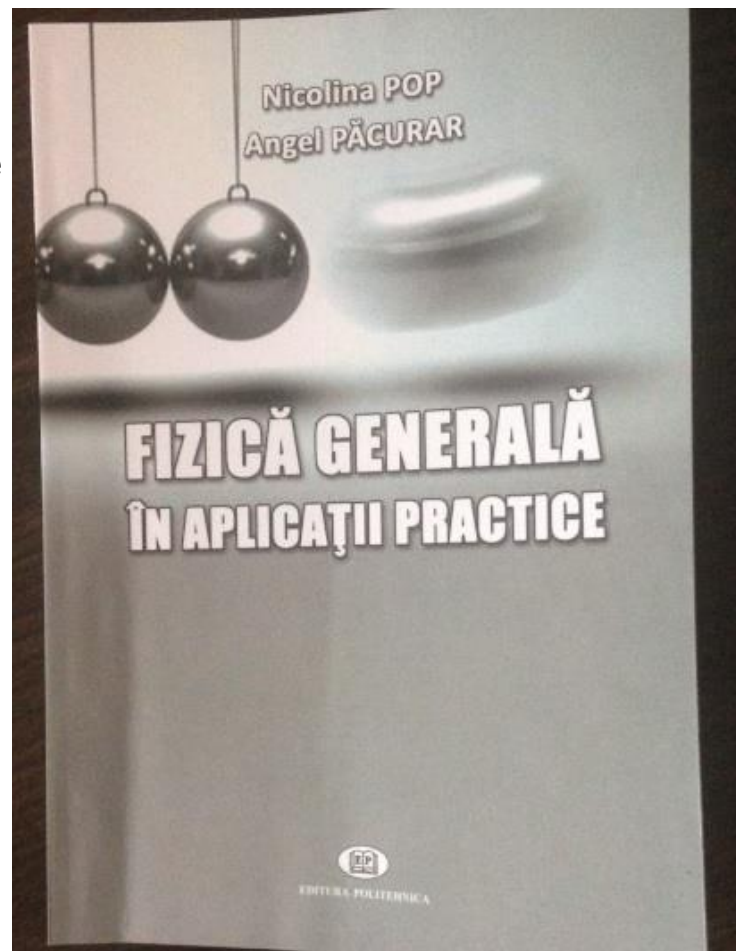


## Fizică generală în aplicații practice

Cartea conține 8 capitole în care sunt prezentate metode experimentale pentru studiul cantitativ și calitativ al fenomenelor fizice din mecanică, oscilații, unde, termodinamică și fizică statistică, optică, mecanică cuantică și fizica stării solide.

Temele experimentale propuse se pot efectua cu aparatura existentă la acest moment în laboratoarele de Fizică ale Departamentului Bazele Fizice ale Ingineriei.

Lucrările experimentale expuse în laboratoare sunt concepute și realizate prin efortul a numeroase cadre didactice și tehnicieni de-a lungul timpului și sunt similare ca principiu, celor utilizate în universități de profil din țară și străinătate.



# BIBLIOGRAFIE

- Nicolina POP, *Fizica- Elemente fundamentale pentru ingineri* , Editura Politehnica, Timișoara, 2013.
- I. LUMINOSU, NICOLINA POP, V. CHIRITOIU, M. COSTACHE , *Fizica - Teorie, Probleme, Teste*, Editura Politehnica, Timișoara, 2010.
- Nicolina POP, Angel PĂCURAR, *Fizică generală în aplicații practice*, Editura Politehnica, Timișoara, 2016.
- Dușan POPOV, Ioan DAMIAN, *Elemente de Fizică generală*, Editura Politehnica, Timișoara, 2001.
- I. Luminosu, *Fizica – elemente fundamentale*, Editura Politehnica, 2002.
- E. Luca, Gh. Zet et al.– *Fizică generală*, Ed. Did. și Pedag., București, 1981.
- T. Crețu – *Fizică generală*, Vol. I și Vol.II, Ed. Tehnică, București, 1984 și 1986.

# Obiectul fizicii. Metode de cercetare în fizică

**Fizica** este o știință a naturii care studiază:

- structura materiei
- proprietățile generale ale materiei:- mecanice
  - termice
  - electromagnetice
  - atomice
  - nucleare, etc.
- legile de mișcare ale materiei
- transformările reciproce ale acestor forme de mișcare.
- ***Metode de cercetare în fizică***
- Experiență → Raționament
- (Observație) ← (Model, teorie)

# Principiile directe ale fizicii

## Principiul materialității:

- a) existența lumii și a legilor ei este obiectivă
- b) cunoașterea lumii este principial nelimitată.

## Principiul cauzalității

- a) fiecare stare din lumea obiectivă este efectul unei cauze;
- b) o stare este reproductibilă prin prisma relației cauză-efect;
- c) dependența cauzală este:
  - asimetrică:  $(E_1 \rightarrow E_2) \neq (E_2 \rightarrow E_1)$
  - tranzitivă :  $E_1 \rightarrow E_2 \rightarrow E_3$

**Criteriul adevărului** (verificarea prin experiență a concluziilor teoretice)

Perfecționarea modelului → aproximații succesive.

# ***Conceptele fundamentale ale fizicii : particula și unda***

În ***fizica clasică*** (în care **măsurarea** este calea pentru a se putea constata stările de lucruri obiective, care sunt independente de procesul de măsurare):

## **Particula (corpusculul):**

- în orice moment ocupă o poziție determinată în spațiu;
- două particule nu se pot afla în același loc și în același timp.

## **Unda**

- ocupă orice punct al spațiului și chiar dacă la un moment dat sunt prezente doar într-un punct, ulterior prezența lor se manifestă într-un domeniu nepunctual.
- Două sau mai multe unde se pot găsi în același punct și se „suprapun”.

**Din punct de vedere clasic particula și unda  
sunt ireductibile și necomplementare!**



# ***Conceptele fundamentale ale fizicii : particula și unda***

În **fizica cuantică** (în care **nu** se poate face o distincție netă între fenomenul natural și instrumentul de măsură).

**Conceptele de particulă sau undă sunt complementare!**

Fiecare proces poate fi interpretat fie corpuscular, fie ondulatoriu;

Nu se pot determina simultan toate proprietățile caracteristice fie pentru particulă, fie pentru undă, cu aceeași precizie;

Posibilitatea de efectuare a măsurătorilor este limitată;

Evenimentele cuantice se supun unor legi probabilistice.



# Noțiuni de bază ale fizicii

- **Punct material** -punctul geometric în care se consideră concentrată întreaga masă a corpului. Este cel mai simplu model mecanic.
- **Sistem**- o mulțime de puncte materiale
- **Stare**- „ imaginea” unui sistem la un timp dat
- **Proces**- succesiune de stări în timp
- **Mărime** -de stare
- - de proces
- **Legi** - de stare → depind de  $t$  dat (locale)
- - de proces → depind de , „drumul” urmat (globale)
- **Relații de definiție**
- **Teoreme**- deduse din legi și relații de definiție.

# Descrierea mărimilor fizice

**Mărimile fizice măsurate** în anumit loc, la un moment dat sunt reprezentate de numere reale sau de ansambluri de numere reale organizate ca obiecte matematice cum ar fi:

- Scalari (masa, timp, temperatura):  $m=2\text{kg}$
- Vectori (forta, viteza)
- Tensori
- Spinori



$$F = |\vec{F}| = 3\text{N}$$

# Descrierea mărimilor fizice

Orice marime fizica poarta **dimensiuni fizice** care rezulta din modul cum este ea definita sau masurata in raport cu un numar minim de **etaloane** strict necesare.

In **fizica clasica nerelativista** trebuiesc folosite cel putin trei etaloane pentru: *masă, lungime, timp*. De aceea **dimensiunea fizică D** se exprima ca un produs de puteri ale dimensiunilor fundamentale masa M lungime L si timp T de forma:

$$D = M^{\alpha} L^{\beta} T^{\gamma}$$

Mărimea fizica  $X$  in **Sistemul International SI** al unitatilor de măsură:

$$X = x [X]$$

# Mărimi fundamentale din SI

Nr.crt.	Mărime fizică	Simbol	Unitate de măsură (simbol)
1	Lungimea	L	metrul (m)
2	Masa	m	kilogramul (kg)
3	Timpul	t	secunda (s)
4	Temperatura termodinamică	T	Kelvinul (K)
5	Intensitatea curentului electric	I	Amperul (A)
6	Intensitatea luminoasă	I <sub>L</sub>	Candela (cd)
7	Cantitatea de substanță		Molul (mol)

## **Mărimi suplimentare**

**1. Unghiul plan** (radianul)

**2. Unghiul solid** (steradianul)

**Mărimi fizice derivate** se definesc cu ajutorul altor mărimi fizice (au formulă de definiție)

Ex: viteza, forța, impulsul, etc.

## **Unități de măsură tolerate**

**1. Electron-volt (eV)**  $1\text{eV} = 1,60219 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

**2. Unitatea atomică de masă (u.a.m.) :**  $1u = 1,66057 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

# Prefixe standard pentru unități de măsură din SI

Multiplii	Prefix	Unități	Submultiplii	Prefix	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	$\mu$	$10^{-6}$
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	$10^{-18}$

# MECANICA CLASICĂ

- Capitolele mecanicii:
- **Cinematica** – abordează descrierea mișcării corpurilor;
- **Dinamica** – studiază cauzele mișcării corpurilor;
- **Statica** – are ca obiect echilibrul forțelor ce acționează asupra unui corp;

# MECANICA CLASICĂ

## Spațiul și timpul, sisteme de referință

**Spațiul fizic** este ocupat de toate corpurile existente în univers, este omogen și izotrop având structura spațiului euclidian.

**Timpul** este absolut și universal, și se scurge monoton de la trecut spre viitor.

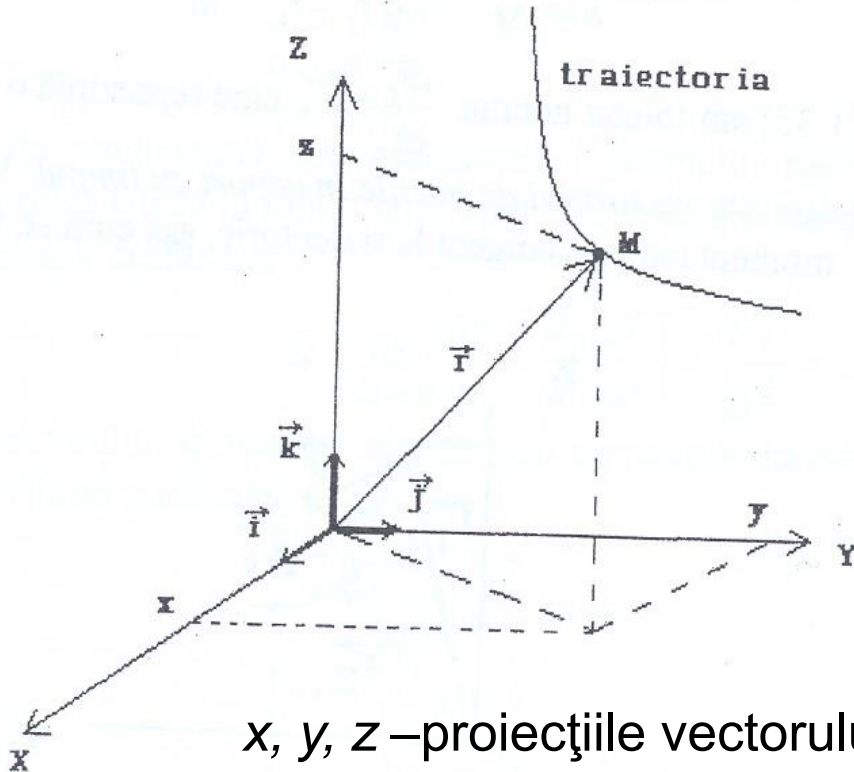
**Sistemul de referință** cuprinde un sistem de axe de coordonate, legat rigid de un corp aflat într-o stare mișcare cunoscută față de alt corp sau sistem de corpuri, care împreună cu un ceas legat de sistemul de coordonate, indică poziția corpurilor în spațiu și timp.

Indicarea **stării de mișcare** sau de **repaus** a unui corp are sens numai în raport cu un sistem de referință dat.



# MECANICA CLASICĂ

## Traietorie. *Vectorul de poziție*



$x, y, z$  – proiecțiile vectorului pe axe

**versorii axelor:**

**Traietoria punctului material** reprezintă locul geometric al pozițiilor succesive ale punctului material în raport cu sistemul de referință ales.

**Distanța** reprezintă lungimea totală a traiectoriei, fiind **întotdeauna un scalar pozitiv**.

Vectorul de poziție este un vector cu originea în originea sistemului de coordonate și vârful în punctul în care se află corpul:

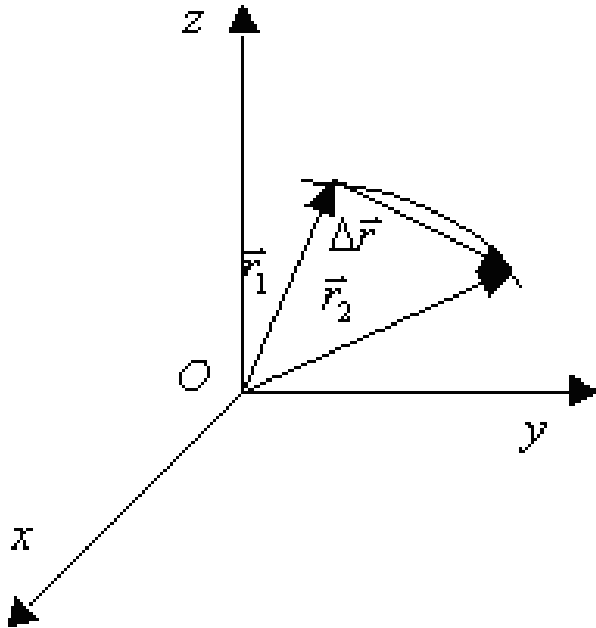
$$\vec{r}(t) = x(t)\vec{i} + y(t)\vec{j} + z(t)\vec{k}$$

$$|\vec{i}| = |\vec{j}| = |\vec{k}| = 1; \quad \vec{i} \cdot \vec{i} = \vec{j} \cdot \vec{j} = \vec{k} \cdot \vec{k} = 1; \quad \vec{i} \cdot \vec{j} = \vec{j} \cdot \vec{k} = \vec{k} \cdot \vec{i} = 0$$

# MECANICA CLASICĂ

## Cinematica

**Vectorul deplasare** descrie modificarea poziției punctului material în decursul mișcării:



$$\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

**Viteza medie** a punctului material reprezintă raportul dintre deplasare și intervalul de timp în care a fost efectuată aceasta (deplasarea efectuată în unitatea de timp):

$$\vec{v}_m = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$$

Este o mărime fizică vectorială!

Unitatea de măsură în SI:  $[v]_{SI} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

# MECANICA CLASICĂ

## Cinematica

**Viteza momentană** reprezintă vitezei punctului material la un moment dat:



$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \dot{\vec{r}}$$

$$\vec{v} = \dot{\vec{r}} = \dot{x}\vec{i} + \dot{y}\vec{j} + \dot{z}\vec{k} = v_x\vec{i} + v_y\vec{j} + v_z\vec{k}$$

# MECANICA CLASICĂ

## Cinematica

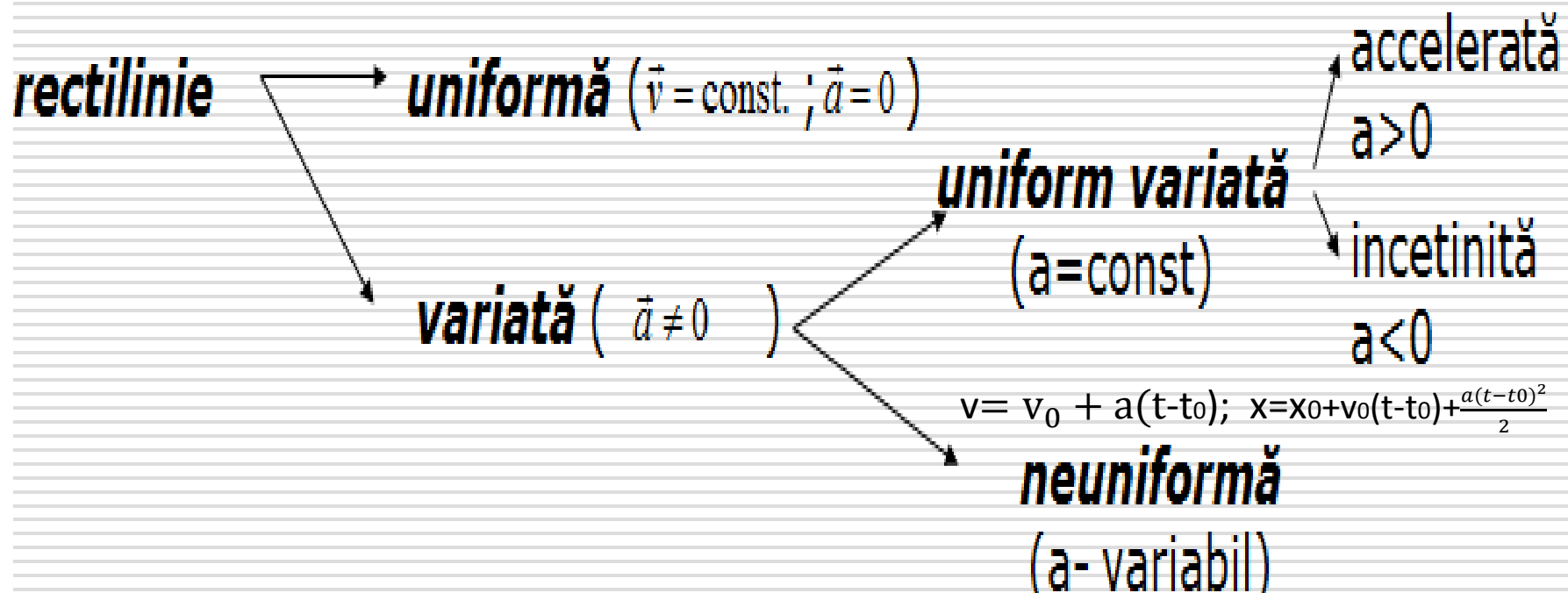
**Accelerația** reprezintă variația vitezei punctului material în unitatea de timp:

**Accelerația medie:**  $\vec{a}_m = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$  Este o mărime fizică vectorială!

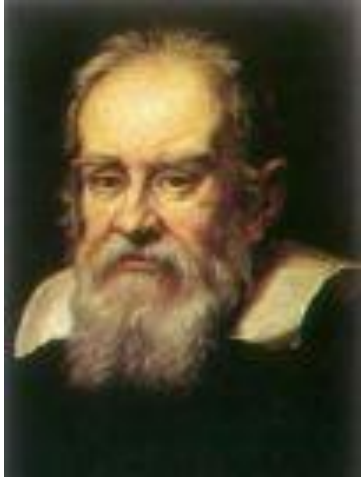
**Accelerația momentana :**  $[a]_{SI} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = \ddot{x}\vec{i} + \ddot{y}\vec{j} + \ddot{z}\vec{k} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k}$$

# Clasificarea mișcărilor punctului material



# MECANICĂ CLASICĂ



Sir Isaac NEWTON  
(1643-1727)



- **Trei Principii**
- **Legea atracției universale**

**Galileo Galilei (1564 – 1642)**

**“Philosophiae Naturalis Principia Mathematica”**

**Principiul inerției (1632):**

- “A body moving on a level surface will continue in the same
- direction at constant speed unless disturbed.”

# Principiile mecanicii newtoniene

## I. Principiul inerției sau prima lege a dinamicii

**Enunț:** Orice corp asupra căruia nu acționează alt corp își păstrează starea de mișcare rectilie și uniformă sau de repaus relativ.

Mișcarea unui corp asupra căruia nu acționează un alt corp se numește **mișcare inertială**. Fiecare mișcare mecanică este **relativă**, deoarece caracterul mișcării depinde de sistemul de referință ales.

**Inerția** (= "lene") este tendința unui corp de a-și păstra starea de repaus sau de mișcare rectilie și uniformă atâta timp cât asupra sa nu acționează o forță netă care să-i modifice această stare.

**Masa:** - mărime fizică scalară

- măsură a cantității de substanță conținută de corp
- caracterizează inerția unui corp





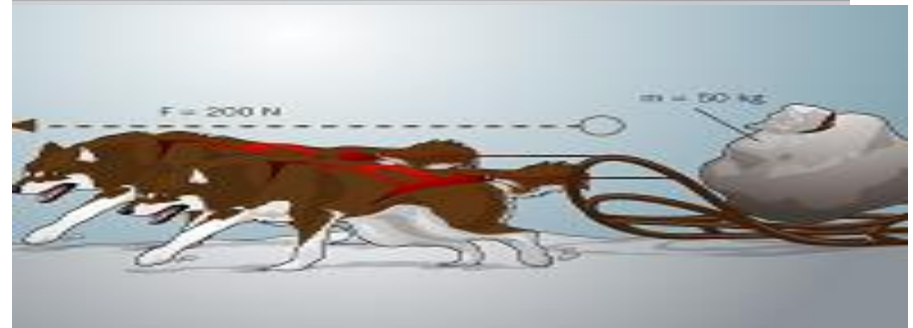
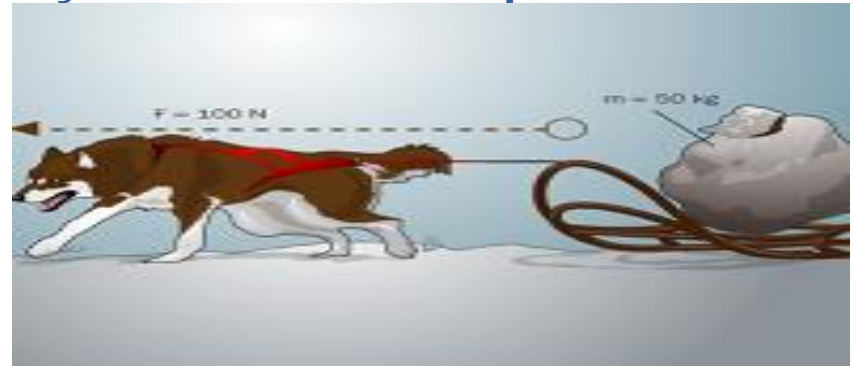
# Principiile mecanicii newtoniene

## II. Principiul forței sau a doua lege a dinamicii

O forță care acționează asupra unui corp îi imprimă acestuia o accelerație proporțională cu forța și invers proporțională cu masa corpului.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

$$\vec{F} = m\vec{a} = m\ddot{\vec{r}}$$



$$[F]_{SI} = 1\text{N} \quad 1\text{N} = 1\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

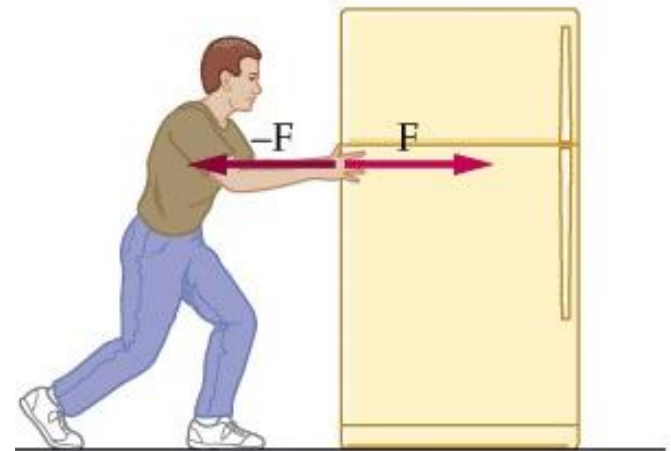
1 Newton reprezintă forța care, aplicată asupra unui corp cu masa de 1 kg îi imprimă o accelerație de 1 m/s<sup>2</sup>.

# Principiile mecanicii newtoniene

- III. Principiul acțiunii și reacțiunii sau legea a treia a dinamicii

**Enunț:** Dacă un corp acționează asupra altuia cu o forță, cel de al doilea va acționa asupra celui dintâi cu o forță egală în modul și opusă:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$



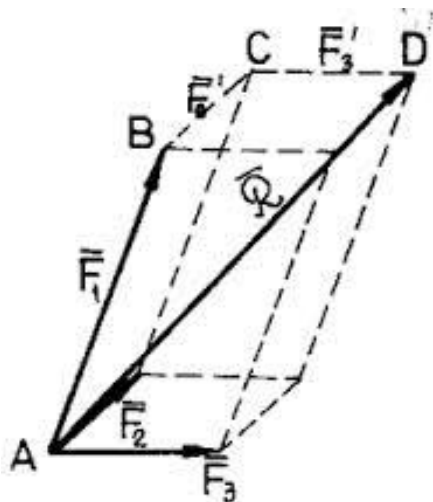
# Principiile mecanicii clasice

## IV. Principiul independenței acțiunii forțelor

Fiecare dintre forțele la care este supus un corp acționează independent de celelalte forțe aplicate.

Din acest principiu rezultă posibilitatea înlocuirii unui ansamblu de forțe acționând asupra unui corp, printr-o **rezultantă**:

$$\vec{R} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$$



$$\vec{F}_1 = m\vec{a}_1$$

$$\vec{F}_2 = m\vec{a}_2$$

$$\vec{F}_n = m\vec{a}_n$$

$$\vec{R} = m\vec{a}$$

$$\vec{a} = \vec{a}_1 + \vec{a}_2 + \dots + \vec{a}_n$$

$$\vec{a} = \sum_{i=1}^n \vec{a}_i$$

# TIPURI DE FORTE

## GREUTATEA

***Greutatea*** reprezintă forța cu care un câmp gravitațional acționează asupra unui corp de masă  $m$ :

$$\vec{G} = m \cdot \vec{g}$$

Mărimea  $\vec{g}$  reprezintă accelerație gravitațională și are valoarea:

$$g = 9,832 \text{ m/s}^2 \text{ ( la Poli)}$$

$$g = 9,780 \text{ m/s}^2 \text{ ( la Ecuator)}$$

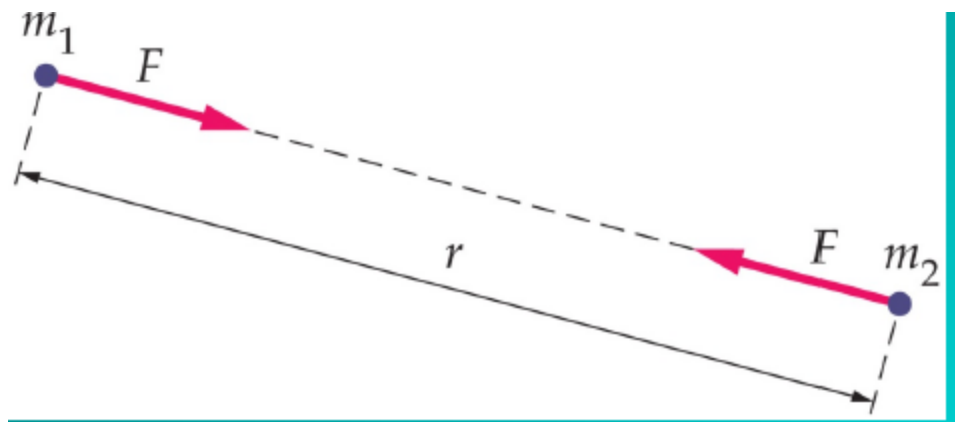
# TIPURI DE FORTE

## Forța de atracție gravitațională

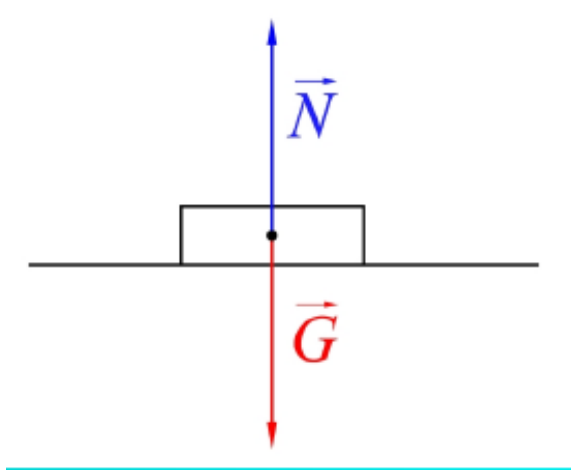
*Forța de atracție gravitațională* dintre două corpuri de mase  $m_1$  și  $m_2$  de dimensiuni mici în comparație cu distanța  $r$  dintre centrele lor se exprimă prin:

$$F = K \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

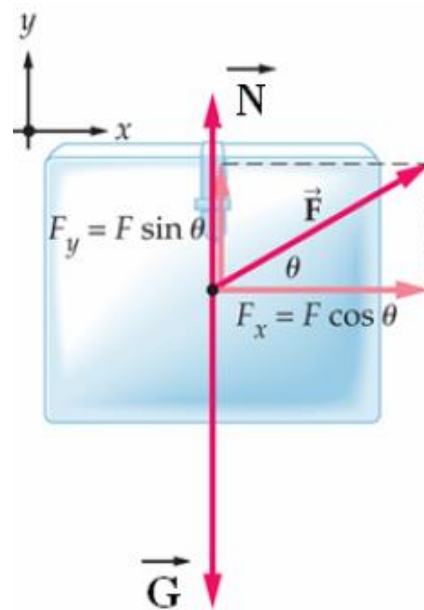
unde  $K=6,673 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$  reprezintă *constanta atracției universale*



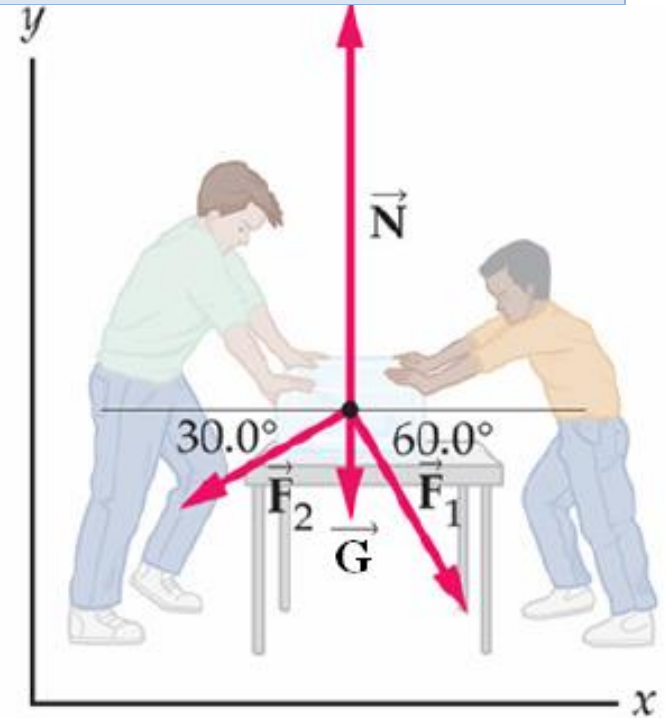
# TIPURI DE FORTE: FORȚA NORMALĂ



$$N=G$$



$$N < G$$

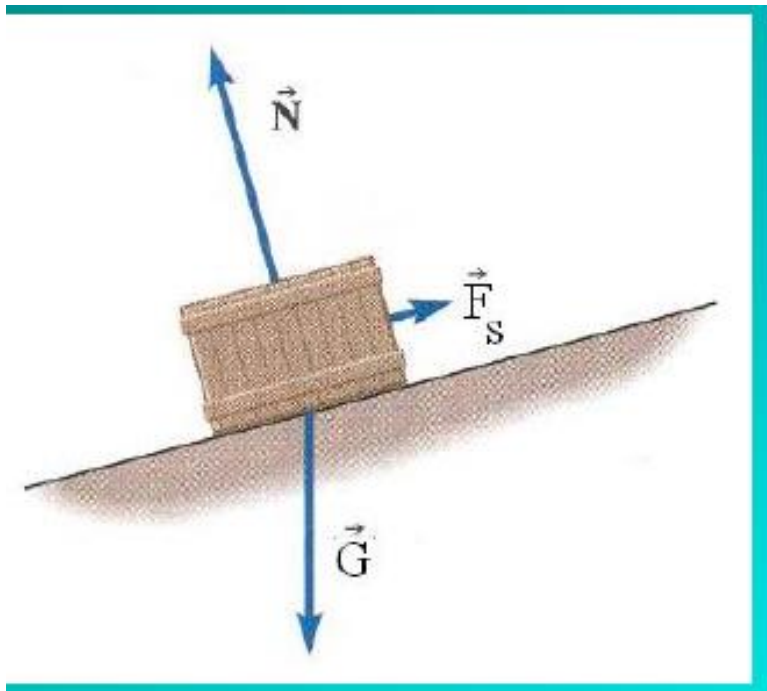


$$N > G$$

*Forța normală*  $\vec{N}$  reprezintă forța pe care o suprafață o exercită asupra unui corp cu care se află în contact și este întotdeauna perpendiculară (normală) pe suprafața de contact.

# TIPURI DE FORTE

## FORȚA DE FRECARĂ STATICĂ



- se opune deplasării relative a celor două suprafețe în contact
- poate lua valori cuprinse în intervalul:

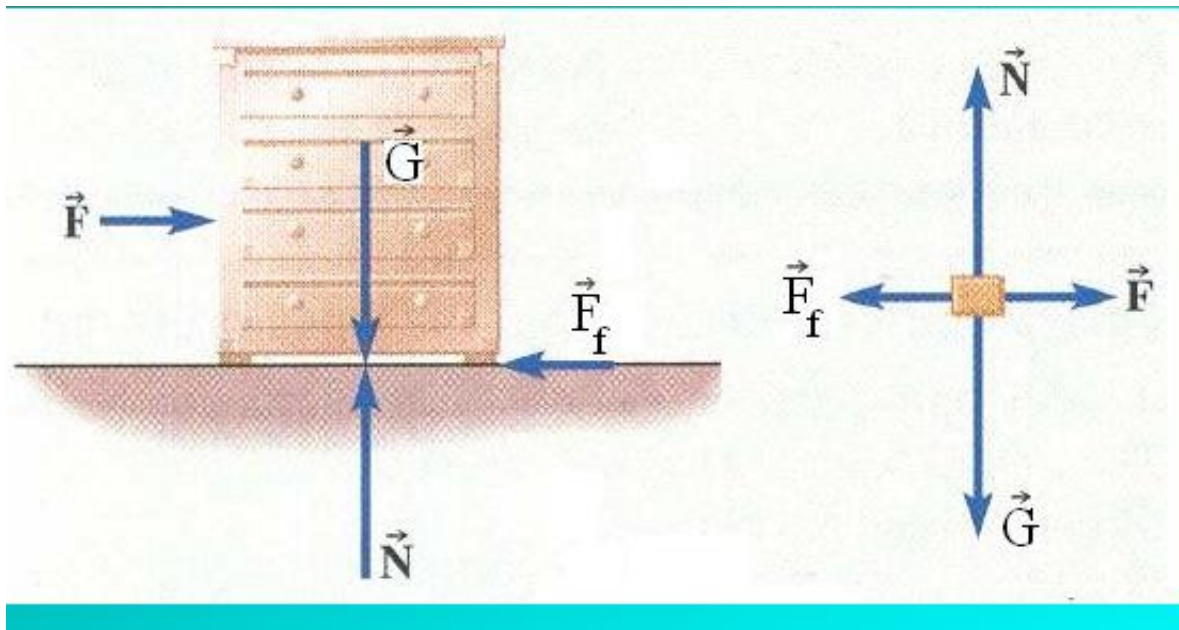
$$0 \leq F_s \leq \mu_s N$$

- $\mu_s$  este coeficientul de frecare.
- nu depinde de aria suprafeței de contact;
- are direcția paralelă cu suprafața de contact și sens contrar tendinței de mișcare.



# TIPURI DE FORTE

## FORȚA DE FRECARĂ CINETICĂ



- este proporțională cu forța normală:

$$F_c = \mu_c N$$
$$\mu_s > \mu_c$$

- nu depinde de aria suprafeței de contact;
- are direcția paralelă cu suprafața de contact și sens contrar tendinței de mișcare

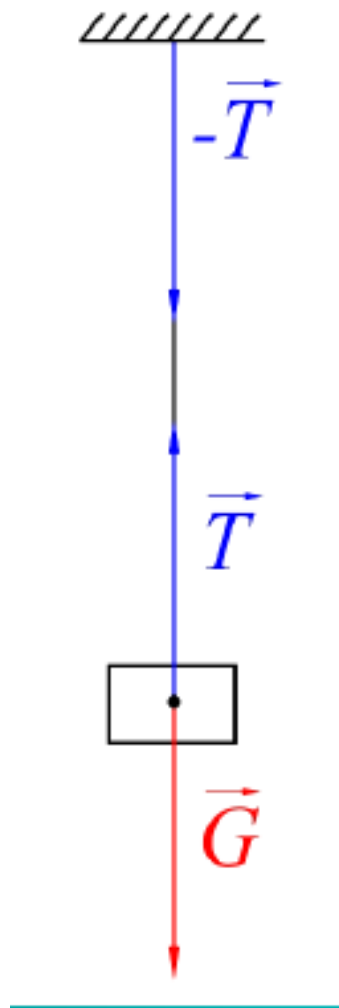
Sistem ABS:

roți blocate – frecare statică

roți în mișcare – frecare cinetică

# TIPURI DE FORTE

## FORȚA DE TENSIUNE ÎN FIR



Forța de tensiune în fir  $\vec{T}$  reprezintă forța cu care fiecare segment din fir acționează asupra segmentului adiacent, are direcția firului.

# MECANICĂ CLASICĂ

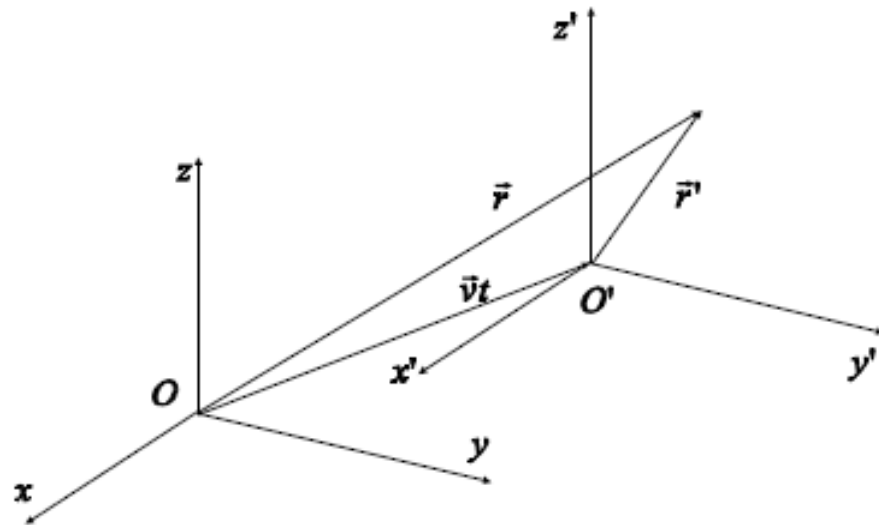
## Transformările Galilei

$$t = t'$$
$$\vec{r} = \vec{r}' + \vec{v}t$$

$$\frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d\vec{r}'}{dt} + \vec{v}$$

$$\vec{u} = \vec{u}' + \vec{v}$$

$$\vec{a} = \vec{a}'$$



Legile mecanicii sunt invariante la transformările Galilei.