



# FIZICĂ

Ș.l. Dr. Pretorian Simona  
Universitatea “Politehnica” Timișoara,  
Departamentul Bazele Fizice ale Ingineriei.

*Bd. V. Pârvan, Nr. 2, C 209b*  
*Timișoara, 300223, România*  
*[simona.pretorian@upt.ro](mailto:simona.pretorian@upt.ro)*

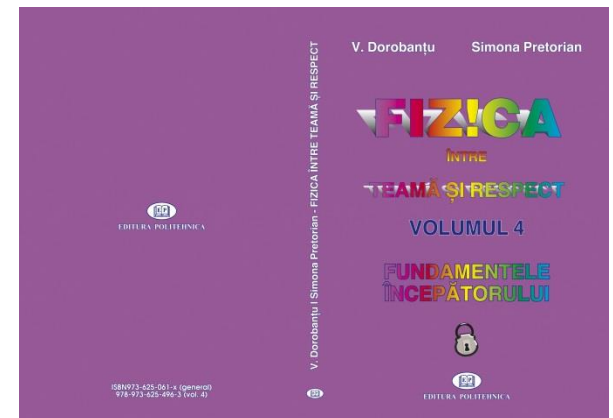
<https://www.youtube.com/watch?v=ZihywtixUYo> The Map of Physics

<https://www.youtube.com/watch?v=OmJ-4B-mS-Y> The Map of Mathematics

***FIZICA între teamă și respect, fundamentele începătorului în inginerie***, V. Dorobanțu, Simona Pretorian,  
Ed. Politehnica Timișoara, 2009;

Capitole:

**MECANICA CLASICĂ  
ELECTRODINAMICA  
ELEMENTE DE MECANICĂ CUANTICĂ**



R. Feynman, „Fizica Modernă”, Vol.1,2, Ed. Tehnică, București, 1969,1970;

**HyperPhysics** hosted by Georgia State University and authored by Georgia State faculty member Rod Nave <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/index.html> (in engleza)

## **EVALUARE (NOTA) la FIZICA**

**Seminar și laborator –Evaluare Continuă** = activitate pe parcurs (AP)  
(33.33%) :

**Seminar** (50% din Ap; pentru promovare seminar minim 4,5)

- 2 teste (săptămâna 5/6 și 13/14)
- implicare în timpul orelor de seminar (puncte bonus)

**Lab** (50% din AP)

- 5 referate de laborator prestabilite
- implicare în timpul orelor de laborator și mici experimente desfășurate acasă și prezentate (puncte bonus)

**Evaluare distribuită =Examen distribuit (66.66%)**

- Prezență și implicare în timpul orelor de curs, rezolvarea temelor propuse la curs (puncte bonus)
- Examen prima parte (50%) 1-8 Nov. (data exactă stabilită de comun acord)
- Examen partea a doua (50%) 18-22 Dec. (data exactă stabilită de comun acord)

# MODEL în FIZICĂ

**MODEL = DESCRIERE SCHEMATICĂ**    ~ a unui sistem,  
~ a unei teorii,  
~ a unui fenomen,

care explică proprietățile sale cunoscute sau presupuse și care poate fi folosit pentru studiul ulterior al proprietăților sale.

Pentru un studiu - DOAR aspectele (sau variabilele) relevante ale sistemului pentru problema cercetată.

→ *modelul sistemului*, adică **reprezentarea simplificată** a sistemului, cu un anumit grad de *abstractizare*.

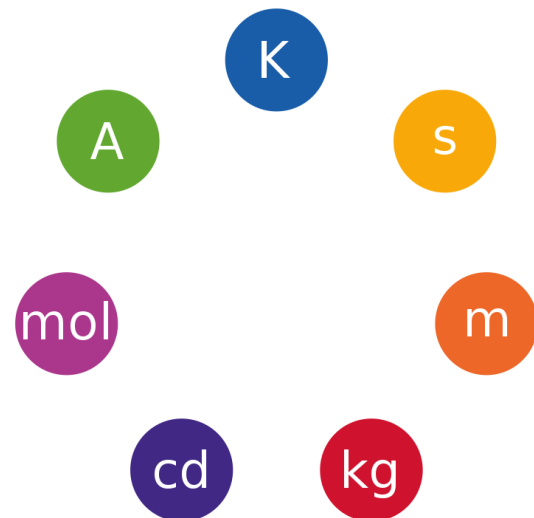
**Nici un model al unui sistem** ~ **NU** include toate caracteristicile sistemului real,

~ **NU** trebuie să includă toate entitățile sistemului real.

# Sistemul Internațional de unitați de măsură

Unități fundamentale

-lista.....



Unități SI derivate

-exemple....

-analiză dimensională...

Multipli și submultipli

-lista

-exemple: atto=nano nano; exa=giga giga

-transformări

# Sistemul Internațional de unitați de măsură SI

În anul 1960 [11th CGPM \(1960, Resolution 12\)](#) au fost adoptate prefixe și simboluri ale acestora **pentru multiplii și submultiplii** unităților de măsură din SI pentru ordine de mărime cuprinse între  $10^{12}$  și  $10^{-12}$ .

În 1964 au fost adăugate prefixe pentru  $10^{-15}$  și  $10^{-18}$  [12th CGPM \(1964, Resolution 8\)](#), urmând apoi în 1975 pentru  $10^{15}$  și  $10^{18}$  [15th CGPM \(1975, Resolution 10\)](#), iar pentru  $10^{21}$ ,  $10^{24}$ ,  $10^{-21}$  și  $10^{-24}$  în 1994 [19th CGPM \(1991, Resolution 4\)](#).

Factor	Denumire	Simbol	Factor	Denumire	Simbol
$10^1$	deca	da	$10^{-1}$	deci	d
$10^2$	hecto	h	$10^{-2}$	centi	c
$10^3$	kilo	k	$10^{-3}$	milli	m
$10^6$	mega	M	$10^{-6}$	micro	$\mu$
$10^9$	giga	G	$10^{-9}$	nano	n
$10^{12}$	tera	T	$10^{-12}$	pico	p
$10^{15}$	peta	P	$10^{-15}$	femto	f
$10^{18}$	exa	E	$10^{-18}$	atto	a
$10^{21}$	zetta	Z	$10^{-21}$	zepto	z
$10^{24}$	yotta	Y	$10^{-24}$	yocto	y

# MECANICA CLASICĂ

Există trei abordări echivalente ale Mecanicii Clasice:

**1.1 Mecanica Newtoniană;**

**1.2 Mecanica Lagrangeană;**

**1.3 Mecanica Hamiltoniană.**

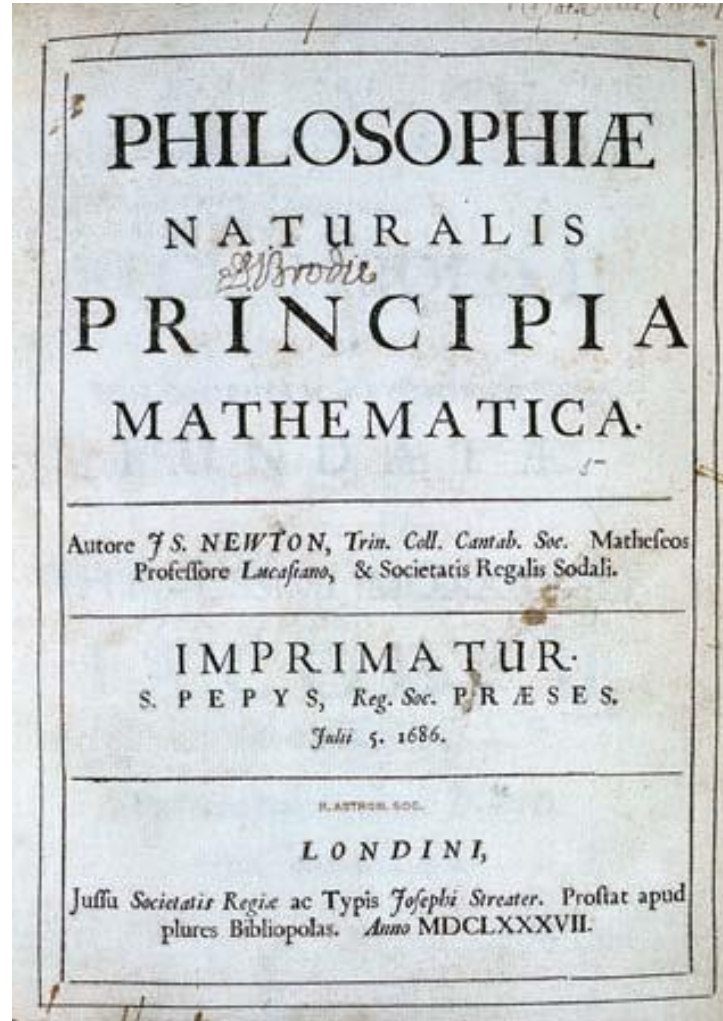
Fiecare abordare constă dintr-un a set de **ecuații diferențiale**, pe care **rezolvându-le**, atunci când este posibil, cunoaștem/descriem **starea de mișcare**.

**Cinematica** este studiul mișcării fără a ține cont de cauză (forțe).

**Dinamica** este studiul mișcărilor care studiază și cauzele mișcării (modul în care mișcarea rezultă din forțe).

# MECANICA NEWTONIANĂ

***PHILOSOPHIAE NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA***, Isaac  
**Newton** publicată în limba latină în **1687**, reeditată în **1713** și **1726** (Principiile  
Matematice ale Filosofiei Naturale)





# MECANICA NEWTONIANĂ -Noțiuni fundamentale

• Regiune finită a spațiului, delimitată de mediul înconjurător, calitate esențială *masa*  $\longleftrightarrow$  **CORP.**

Corp cu dimensiuni neglijabile în decursul mișcării sale  $\longleftrightarrow$  **PUNCT MATERIAL.**

- **Masa**  $\longleftrightarrow$  cantitatea de substanță înglobată într-un corp (proprietate intrinsecă a particulelor elementare).
- **CLASIC**, **spațiul** este *scena* pe care evoluează corpurile, fiind un *dat* independent de ce se petrece în el, având *geometrie euclidiană*.
- În accepțiunea lui Newton, **timpul** este adevărat, absolut și matematic în sine și prin natura sa, care curge uniform și care se mai numește și durată.

CLASIC - a cunoaște **starea de mișcare** a unui corp, înseamnă să știm la orice moment de timp COORDONATELE corpului și viteza acestuia în raport cu un sistem de referință.

Sistem de referință: Sistem de axe legat de un observator și echipat cu un ceas pentru a măsura timpul.

Obs. Dacă ignorăm mișcarea astronomică a Pământului, atunci acesta poate fi considerat un sistem inerțial. Dacă ignorăm mișcarea astronomică a Soarelui, atunci Soarele poate fi considerat sistem inerțial.

# MECANICA NEWTONIANĂ

## Viteza și accelerația

Vectorul de poziție

în raport cu un sistem de referință

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

Lege de mișcare  $\vec{r}(t)$

Viteza medie

$$\vec{v}_m = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} \quad (\text{m/s})$$

$\Delta\vec{r}$ =**deplasare**=poziția finală  $\vec{r}_2$  relativ la cea inițială  $\vec{r}_1$

Dacă trecem la limită, pentru  $\Delta t \rightarrow 0$ , atunci

*viteza instantanee* este chiar **derivata razei vectoriale în raport cu timpul**.

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

Legea vitezei  $\vec{v}(t)$

Dacă cunoaștem legea vitezei  $\vec{v}(t)$  putem calcula viteza medie

$$\vec{v}_m = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \vec{v}(t) dt$$

Modul vectorului DEPLASARE poate fi **diferit** de DISTANȚA parcursă!!!!!!!!!!

<https://www.youtube.com/watch?v=79WW8RcuSL0>

Legea de mișcare din legea vitezei

$$\vec{r} = \int \vec{v} dt + \vec{c}_1$$

se determină din condiții inițiale

# MECANICA NEWTONIANĂ

## Viteza și accelerația

Accelerația medie  $\vec{a}_m = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$  (m/s<sup>2</sup>)

Accelerația momentană  $\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt}$

**=derivata vitezei în raport cu timpul**

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2} \quad \longleftrightarrow \quad \vec{a} = \dot{\vec{v}} = \ddot{\vec{r}}$$

Legea vitezei din cea a accelerației

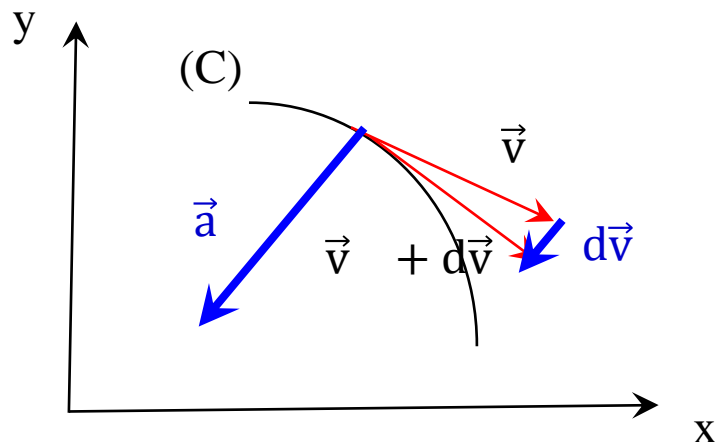
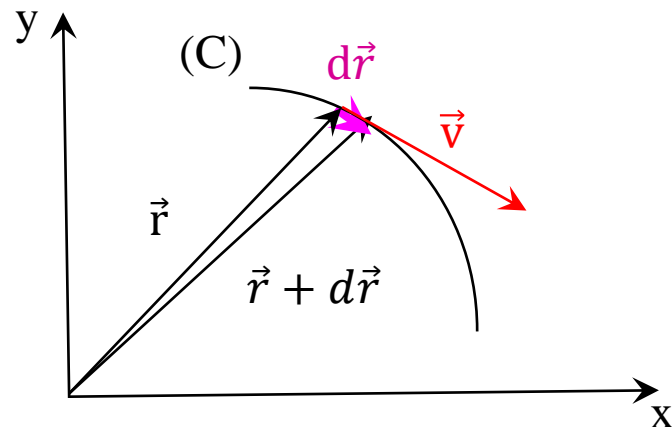
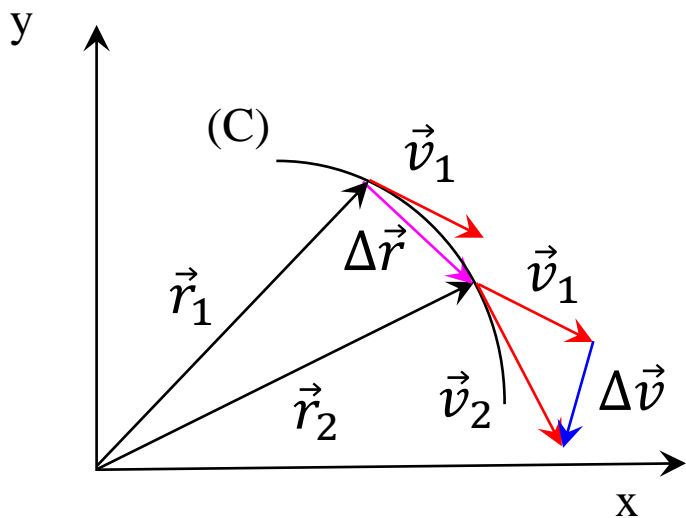
$$\vec{v} = \int \vec{a} dt + \vec{c}_2$$

se determină din  
condiții inițiale

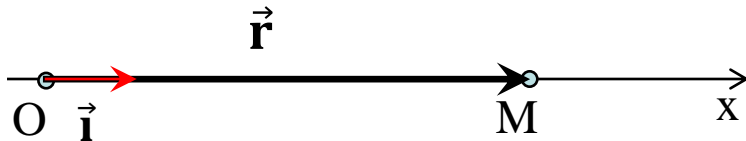
## DIRECȚIILE VITEZEI ȘI ACCELERAȚIEI

Întotdeauna **viteza** are direcția lui  $\Delta \vec{r}$  ( $d\vec{r}$ ), adică urmează în permanență drumul, cu alte cuvinte este *tangentă în fiecare punct la traiectorie*.

**Accelerația** are direcția lui  $\Delta \vec{v}$  ( $d\vec{v}$ )



## Mișcarea rectilinie (unidimensională : Ox)



$$\vec{r}(t) = x\vec{i}$$

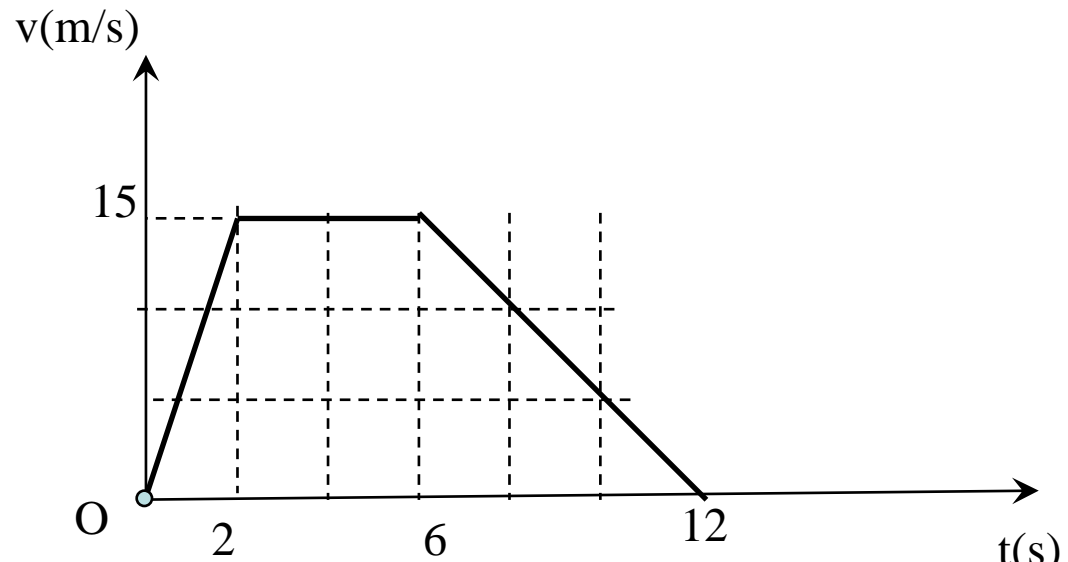
$$v_m = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}, \quad v = \frac{dx}{dt}$$

Ex. -mișcare rectilinie uniformă  $x(t) = 4 + 3t$

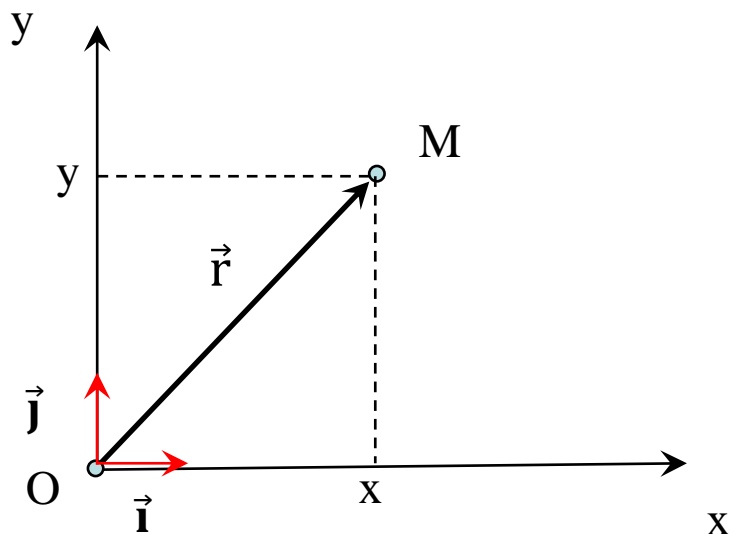
-mișcare rectilinie uniform variată  $x(t) = 2 + 3t - 10t^2$

Exercițiu:

$$v_m = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt = \text{????}$$



## Mișcarea în plan (bidimensională XOY)



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

$$\vec{v}(t) = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j}$$

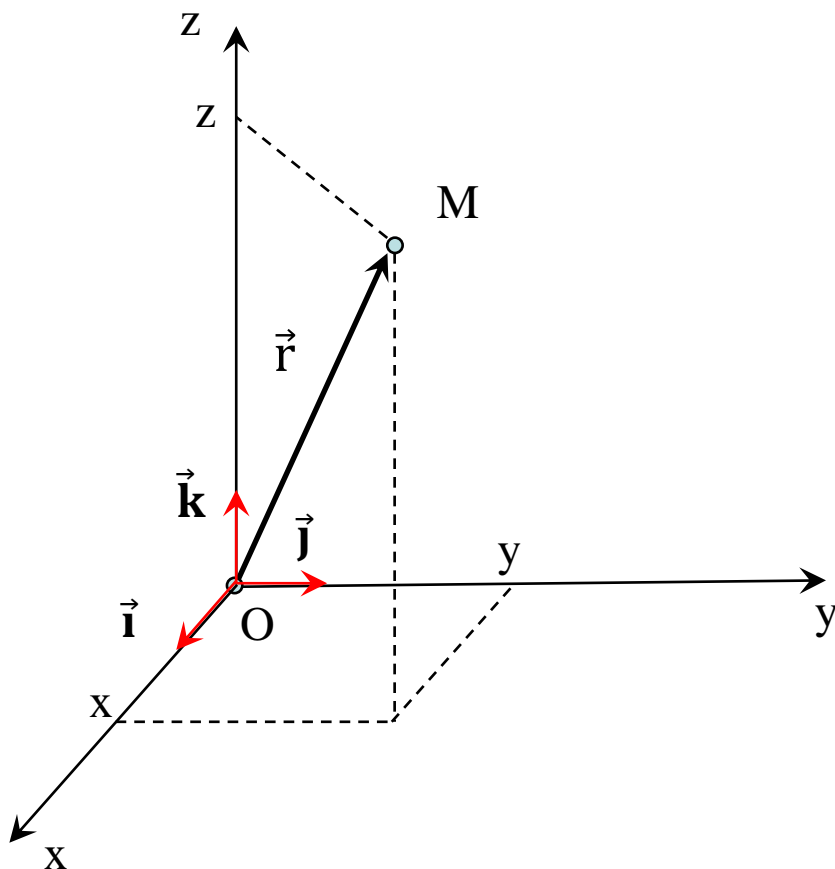
Ex. mișcare circulară uniformă  $\vec{r}(t) = 3\cos 4t \vec{i} + 3\sin 4t \vec{j}$  (m)

mișcare relativă (barca în apa care curge – sistem de referință)

<https://www.surendranath.org/GPA/Kinematics/Boat/Boat.html>

<https://www.surendranath.org/GPA/Kinematics/RelativeMotion/RelativeMotion.html>

## Mișcare în cazul tridimensional



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

$$\vec{v}(t) = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} + \frac{dz}{dt}\vec{k}$$

$$r^2 = \vec{r} \cdot \vec{r} = x^2 + y^2 + z^2$$

$$v^2 = \vec{v} \cdot \vec{v} = v_x^2 + v_y^2 + v_z^2$$

Ex. mișcare elicoidală  $\vec{r}(t) = 3\cos 4t \vec{i} + 3\sin 4t \vec{j} + 5t$  (mm)

# MECANICA NEWTONIANĂ

## Traietoria

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

Cunoscând, la **orice moment de timp**, coordonatele corpului față de un sistem de referință, se poate afla **traietoria** corpului, prin eliminarea timpului între ele.

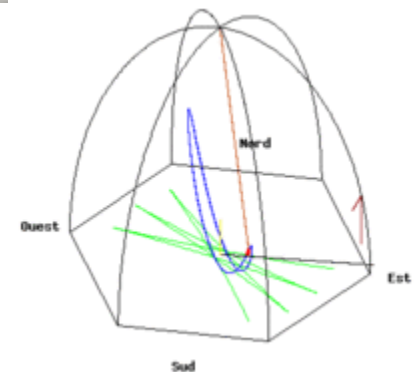
$$\vec{r}(t) \longleftrightarrow \begin{matrix} x(t) \\ y(t) \\ z(t) \end{matrix} \xrightarrow{\quad} f(x, y, z) = 0$$

Determinarea în mod univoc a traiectoriei este posibilă numai dacă știm **CONDIȚIILE ÎNȚIALE**, adică  $\vec{r}(t = 0)$  și  $\vec{v}(t = 0)$

**În plan**, traiectorie înseamnă graficul  $y(x)$ .



Pendulul lui Foucault





## Exemple de Traectorii

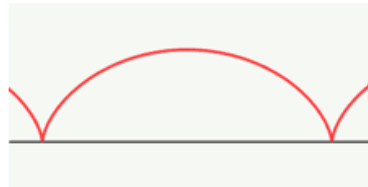
**Hidden (additional)  
slide !!!!!**

<http://mathworld.wolfram.com/topics/RadialCurves.html>

**Linie dreaptă, cerc, elipsă, parabolă, hiperbolă**

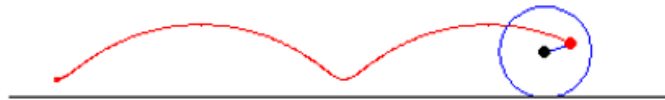
**Trohid:**

Cicloidă  
( $a=r$ )

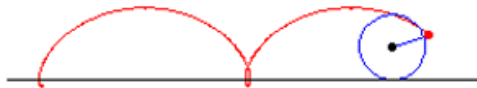


$$x = at - r \sin t$$
$$y = a - r \cos t$$

( $a < r$ )

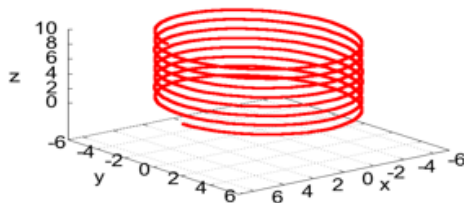


( $a > r$ )



**Elicoida**

Parametric helix:  $\langle 5\cos(t), 5\sin(t), t/5 \rangle$



# PRIMA LEGE A LUI NEWTON (PRINCIPIUL INERȚIEI)

Orice **corp** își păstrează **starea de repaus** sau **de mișcare** rectilinie și uniformă dacă **forța** (rezultanta forțelor) ce acționează asupra lui este nulă.

*“Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus illud a viribus impressis cogitur statum suum mutare.”*

“Orice **corp** perseverează, în **starea de repaus** sau **de mișcare** uniformă și rectilinie, numai dacă nu este constrâns de **forțe** imprimate să-și schimbe starea”.

Tendința unui corp de a-și menține starea de repaus sau de mișcare rectilinie uniformă se numește **inerție**, iar prima lege este uneori numită legea inerției.

## CONCLUZII LA PRIMA LEGE A LUI NEWTON

- Newton introduce noțiunea de sistem de referință;
- Rezumarea primei legi a lui Newton într-o formulă este:  $\vec{v}=\text{constant}$  în mișcarea uniformă și rectilie;
- Relațiile de transformare Galilei-Newton ;
- În mișcarea rectilie uniformă raza vectoare depinde de timp după  $\vec{r} = \int \vec{v}dt + \vec{c}_1 = \vec{v} \cdot t + \vec{c}_1$  unde constanta  $\vec{c}_1$  se determină din condițiile inițiale

# MECANICA NEWTONIANĂ

## Noțiuni fundamentale

• **Forța?** Acea *cauză* având ca rezultat schimbarea stării de mișcare a corpului.

Forța există doar ca rezultat al unei interacțiuni !!!

### Forțe cu acțiune la distanță

Forța gravitațională

Forța electromagnetică

(„Sunt forțe fundamentale - analizăm aceste forțe prin intermediul conceptului de câmp”)

Câmpul gravitațional /electric este „situația” produsă de o sursă (masă / sarcină electrică), iar forța este răspunsul unei probe (masă / sarcină electrică) la câmp.

### Forțe de contact

Forța de frecare

(de ex. atunci când un corp solid alunecă pe alt solid  $F_f = \mu N$ )  
„Forțele moleculare sunt forțe între atomi și sunt originea supremă a frecării. Forțele moleculare nu au fost niciodată explicate în mod satisfăcător pe baza fizicii clasice ” Feynman

Forța rezistentă (ex. a aerului pentru mișcarea în aer a unui corp solid  $F_r = -\alpha v$ ) „Această lege nu se află în aceeași clasă ca legile de bază ale fizicii, iar studierea acesteia o face tot mai complicată” Feynman )

Forța elastică

(ex. într-un resort deformat  $F_{el} = -k_{el}x$ )

Forța de tensiune mecanică (ex. dintr-un fir inextensibil)

Forța de reacțiune (ex. reacțiunea normală)

Forța aplicată (unui corp)

**Toate forțele de contact apar din interacțiunile electromagnetice dintre particulele încărcate electric ce se află în corpurile aflate în contact.**

# A DOUA LEGE A LUI NEWTON

**Variația impulsului** este proporțională cu **forța** aplicată, și este dirijată după linia dreaptă de-a lungul căreia este imprimată forța.

$$\Delta(\mathbf{m} \cdot \vec{\mathbf{v}}) = \vec{\mathbf{F}} \cdot \Delta t$$

$$\vec{\mathbf{F}} = \frac{d(\mathbf{m} \cdot \vec{\mathbf{v}})}{dt}$$

**Numai dacă masa este constantă în timp**, formula se poate scrie:

$$\vec{\mathbf{F}} = m \cdot \vec{\mathbf{a}}$$



*“Mutationem motus proportionalem esse vi motrici impressae, et fieri secundum lineam rectam qua vis illa imprimitur.”*

”Modificarea cantității de mișcare este proporțională cu forța motrice aplicată, și este dirijată după linia dreaptă de-a lungul căreia este imprimată forța.”

**motus**, cantitatea de mișcare, sau **impulsul**

## CONCLUZII LA A DOUA LEGE A LUI NEWTON

- Prima lege zicea că starea de mișcare (sau de repaus) se schimbă numai dacă intervine o forță, iar legea a doua spune **cum** anume se face schimbarea, adică **forța modifică impulsul corpului**;
- Cunoscând expresia forței, avem o ecuație diferențială, și prin integrarea ei – atunci când este posibil - găsim dependența de timp a vitezei,  $\vec{v}(t)$ , respectiv a razei vectoare  $\vec{r}$  ;
- Conservarea impulsului pentru un sistem izolat de corpuri;

## A TREIA LEGE A LUI NEWTON (PRINCIPIUL ACȚIUNII ȘI REACȚIUNII)

*“ Actioni contrariam semper et aequalem esse reactionem: sive corporum duorum actiones in se mutuo semper esse aequales et in partes contrarias dirigi.”*

“Reacțiunea este întotdeauna contrară și egală cu acțiunea: sau, acțiunile reciproce a două corpuri sunt întotdeauna egale și dirijate în sensuri opuse.”

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

*În principiu, orice problemă pentru punctele materiale poate fi rezolvată folosind legile lui Newton, dar nu sunt suficiente pentru mișcarea solidului rigid și al fluidelor.*

**Folosind legile lui Newton** - dinamica corpurilor care pot fi considerate puncte materiale:

- $\vec{G}$       -cădere liberă în câmpul gravitațional al Pământului  
 -aruncare verticală (în sus/în jos) în câmpul gravitațional al Pământului  
 -aruncare oblică în câmpul gravitațional al Pământului
- $\Downarrow$   
 -alunecare liberă pe plan orizontal/înclinat în câmpul gravitațional al Pământului fără/cu  $F_f$
- $\vec{F}_g$       -satelit în câmpul gravitațional al unei planete

$F_{el}$       Oscilații armonice

forță rezistentă      -aruncare cu viteză inițială într-un mediu vâscos  
 ex.  $\vec{F}_r = -\alpha \vec{v}$       -oscilații amortizate  
                                  -aruncare oblică în câmpul gravitațional al Pământului într-un mediu vâscos

$\vec{F} = q \vec{E}$       -mișcarea unui electron în câmp electric constant similară cu.....

$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$       - mișcarea unui electron în câmp magnetic constant



## MECANICA NEWTONIANĂ

1. Sistemul International de Unități de măsură; Unitățile fundamentale; Multiplii și submultiplii;
2. Definiția vitezei și accelerației medii și instantanee; Direcțiile vitezei și accelerației;
3. Legile lui Newton
  - Prima lege a lui Newton; Inerția și sisteme de referință inerțiale;
  - A doua lege a lui Newton; Concluzii la legea a doua a lui Newton;
  - A treia lege a lui Newton;

## Curs recuperare LICEU

- mișcarea rectilinie uniformă; mișcarea rectilinie uniform variată; (lege de mișcare, viteză, accelerație, Exemple, Aplicații calitative);
- mișcarea sub acțiunea gravitației (aruncare pe verticală, pe orizontală, pe oblică);
- energie mecanică (Exemple, Aplicații calitative);
- oscilații
- câmp electric și magnetic, mișcare în câmp electric și magnetic.