**NOȚIUNI FUNDAMENTALE DE MECANICĂ**

***Mecanica****este o ramură a*[*fizicii*](https://ro.wikipedia.org/wiki/Fizic%C4%83)*care studiază modul în care se schimbă poziția*[*corpurilor*](https://ro.wikipedia.org/wiki/Corp)*, schimbare numită mișcare mecanică.*

Subramurile mecanicii sunt [statica](https://ro.wikipedia.org/wiki/Static%C4%83), [cinematica](https://ro.wikipedia.org/wiki/Cinematic%C4%83) și [dinamica](https://ro.wikipedia.org/wiki/Dinamic%C4%83). **Statica** studiază condițiile în care se realizează echilibrul corpurilor sub acțiunea [forțelor](https://ro.wikipedia.org/wiki/For%C8%9B%C4%83) și a [cuplurilor](https://ro.wikipedia.org/wiki/Cuplu), **cinematica** descrie mișcarea mecanică neglijând cauzele acestei mișcări, iar **dinamica** stabilește legile mișcării mecanice ținând seama de toate cauzele care pot modifica poziția corpurilor.

Ca orice știință, și mecanica are o serie de concepte fundamentale. Aceste concepte sunt: spațul, timpul și punctul material. Fiind concepte fundamentale, ele nu pot fi definite. Singurul mod în care ele pot fi introduse este prin enumerarea proprietăților lor.

În mecanica clasică:

* ***Spațiul*** are următoarele proprietăți:

1. *Este omogen: toate punctele sale sunt identice;*
2. *Este continuu: între două puncte oricât de apropiate există întotdeauna un alt punct;*
3. *Este nelimitat: dincolo de orice domeniu finit din spațiu există puncte ale spațiului;*
4. *Este tridimensional: în orice punct din spațiu se pot duce trei drepte perpendiculare între ele;*
5. *Este euclidian: printr-un punct exterior unei drepte se poate duce o singură paralelă la acea dreaptă.*

* ***Timpul*** are următoarele proprietăți:

1. *Este omogen: toate momentele de timp sunt identice;*
2. *Este continuu: între două momente oricât de apropiate există un al treilea moment;*
3. *Este nelimitat: în exteriorul oricărui interval de timp finit există, momente de timp;*
4. *Este unidimensional;*
5. *Curge într-un singur sens: de la trecut spre viitor.*

* ***Punctul material*** *este un obiect al cărui volum poate fi neglijat*.

În mecanica clasică, orice corp este considerat ca fiind un ansamblu mai mare sau mai mic de puncte materiale. Din acest motiv, mișcarea oricărui corp poate fi redusă la mișcarea fiecărui punct material din care acesta este alcătuit. Rezultă de aici importanța primordială a studiului mișcării punctului material.

Un alt aspect important al mecanicii este legat de dependența proprietăților spațiului și timpului de numărul și mișcarea punctelor materiale. *În mecanica clasică se presupune că proprietățile spațiului și timpului nu depind de numărul și mișcarea punctelor materiale. Această presupunere se exprimă plastic prin afirmația: spațiului și timpului au un caracter absolut.*

***Noțiuni de cinematica punctului material***

În cinematică, deoarece punctul material este analizat doar din punctul de vedere al mișcării fără luarea în considerare a cauzelor acesteia, se numește mobil.

***Cinematica****descrie mișcarea mecanică neglijând cauzele acestei mișcări.*

***Caracterul relativ al mișcării mecanice:*** *mișcarea mecanică a unui punct material (mobil) nu are sens decât prin raportare la alt punct material.*

Mișcarea mecanică înseamnă modificarea poziției punctului material. Poziția nu poate fi definită decât în raport cu alt punct material. Din acest motiv și mișcarea mecanică nu poate fi definită decât în raport cu ceva.

***Sistemul de referință*** *este ansamblul format din: corp de referință, riglă și ceas.*

***Corpul de referință*** *este punctul material în raport cu care se studiază mișcarea;*

***Rigla*** *este orice corp sau fenomen cu ajutorul căruia se poate măsura distanța de la corpul de referință la punctul material*

***Ceasul*** *este orice fenomen periodic cu ajutorul căruia putem măsura trecerea timpului.*

Constată că înainte de a studia mișcarea unui punct material, trebuie definit sistemul de referință în raport cu care se studiază mișcarea acestuia.

Sistemul de referință este un ansamblu obiectiv de lucruri fizice. Matematic, unui sistem de referință i se poate asocia un sistem de coordonate. Sistemul de coordonate nu este ceva obiectiv, în sens fizic, ci o abstracție matematică.

Există mai multe tipuri de sisteme de coordonate. Din punct de vedere practic, trei sunt sistemele de coordonate importante: sistemul de coordonate cartezian; sistemul de coordonate cilindrice și sistemul de coordonate sferice.

***Sistemul de coordonate carteziene***

Sistemul de coordonate carteziene în trei dimensiuni furnizează cele trei dimensiuni fizice ale spațiului — lungime, lățime și înălțimile. În figura 1 este arătat modul obișnuit de reprezentare a acestuia.

Cele trei axe carteziene care definesc sistemul sunt perpendiculare două câte două. Coordonatele relevante sunt de forma *(x,y,z)*.

Coordonatele *x*, *y* și *z* ale unui punct pot fi considerate a fi distanțele de la acel punct la planele *yz*, *xz*, și respectiv *xy*. Figura 1 arată distanțele de la punctul P la plane.

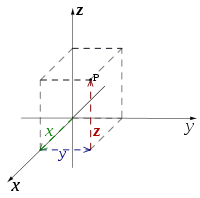
[](https://ro.wikipedia.org/wiki/Fi%C8%99ier:Rectangular_coordinates.svg)

Fig. 1 - Sistem de coordonate carteziene în trei dimensiuni cu axa x îndreptată spre observator.

***Coordonate cilindrice***

În sistemul de **coordonate cilindrice**, poziția unui [punct](https://math.wikia.org/ro/wiki/Punct) este precizată de coordonatele:

* {\displaystyle \rho \in [0,\infty )\!} - distanta de la punctul **P** la axa **Oz**;
* {\displaystyle \theta \in [0,2\pi )\!} - unghiul dintre direcția {\displaystyle \rho \!} şi axa **Ox**, denumit şi *unghi azimutal*
* {\displaystyle z\in (-\infty ,+\infty ).\!} - distanta de la punctul **P** la planul orizontal, **xOy**, denumită şi *cotă*.

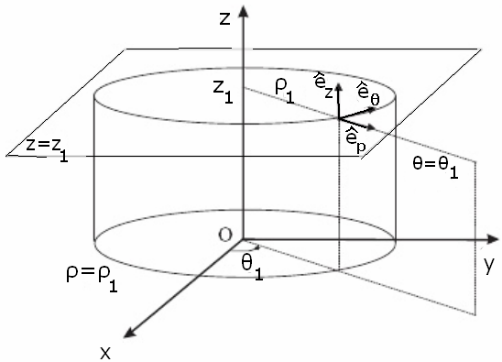


Fig. 2. Coordonate cilindrice

Trecerea de la coordonatele cilindrice la coordonatele carteziene se face folosind formulele:

2.1

Coordonatele cilindrice se utilizeze, de exemplu, pentru mișcarea unui punct de pe un șurub.

***Coordonatele sferice***

În [matematică](https://ro.wikipedia.org/wiki/Matematic%C4%83), **sistemul de coordonate sferice** este un [sistem de coordonate](https://ro.wikipedia.org/wiki/Sistem_de_coordonate) pentru reprezentarea figurilor geometrice în trei dimensiuni folosind trei coordonate: distanța radială dintre un punct și o origine fixată, unghiul [zenit](https://ro.wikipedia.org/wiki/Zenit) față de axa pozitivă z și unghiul [azimut](https://ro.wikipedia.org/wiki/Azimut) față de axa pozitivă x.

Există mai multe convenții pentru reprezentarea acestor coordonate, dar cea mai des întâlnită folosește simbolurile [*ρ*](https://ro.wikipedia.org/wiki/%CE%A1), [*φ*](https://ro.wikipedia.org/w/index.php?title=%CE%A6&action=edit&redlink=1) și [*θ*](https://ro.wikipedia.org/w/index.php?title=%CE%98&action=edit&redlink=1), unde *ρ* reprezintă distanța radială, *φ* reprezintă unghiul zenit, iar *θ* reprezintă unghiul azimut.

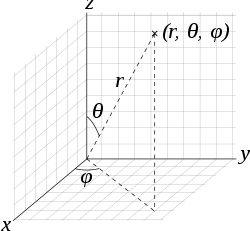
[](https://ro.wikipedia.org/wiki/Fi%C8%99ier:3D_Spherical.svg)

Fig. 3 Coordonate sferice

Trecerea de la coordonatele sferice la coordonatele carteziene se face folosind formulele:

2.2

Coordonatele sferice sunt folosite, de exemplu, pentru descrierea mișcării unui punct de pe rotula unui mecanism.

***Caracteristicile mișcării***

***Vectorul de poziție*** *este un vector ce unește originea sistemului de coordonate cu mobilul.*

Vectorul de poziție permite precizarea grafică și sintetică a poziției punctului material spre deosebire de coordonate care dau o descriere analitică a poziției punctului material. În fig. 4 este reprezentat un mobil. Vectorul descrie poziția mobilului la momentul de timp t1.

Z

P

o y

x

Fig. 4 Caracteristicile mișcării

Descrierea poziției mobilului cu ajutorul vectorului de poziție este echivalentă că descrierea cu ajutorul coordonatelor

***Legea de mișcare*** *reprezintă dependența poziției mobilului de timp*.

Deoarece poziția este descrisă de vectorul de poziție sau de ansamblul coordonatelor, legea de mișcare poate fi dată ca o funcție vectorială sau ca un sistem de trei funcții scalare:

2.3

*Scopul mecanicii este determinarea legii de mișcare a punctelor materiale sub acțiunea diferiților factori*.

***Traiectoria*** *este curba descrisă de mobil în timpul mișcării*.

În figura 4, traiectoria este curba reprezentată cu albastru.

***Vectorul deplasare*** *unește vârfurile vectorilor de poziție ai punctului material pentru două momente de timp.*

În fig. 4, vectorul deplasare este reprezentat cu verde și este notat cu . Deoarece vectorul deplasare unește vârfurile a doi vectori de poziție, conform definiției diferenței vectorilor, acesta este dat de formula:

2.4

Două mobile pot să prezinte aceeași deplasare dar efectuată în intervale de timp diferite. Pentru a putea face diferența dintre cele două mișcări se definește deplasarea pe unitatea de timp.

***Vectorul viteză medie*** *este raportul dintre vectorul deplasare și intervalul de timp în care s-a efectuat această mișcare.*

Din definiția vitezei medii, formula acesteia este:

2.5

Viteza medie nu descrie în fiecare moment de timp mișcarea mobilului. Pentru a putea descrie în orice moment de timp mișcarea mobilului, se calculează această viteză medie pe intervale foarte mici, la limită tinzând către zero.

***Vectorul viteză instantanee*** *reprezintă limita către care tinde vectorul viteză medie când intervalul de timp pe care se calculează tinde către zero*.

Analitic, aceasta se scrie astfel:

2.6

De la analiza matematică din liceu, știm că această limită reprezintă derivata funcției în punctul considerat. Rezultă că viteza instantanee reprezintă derivata legii de mișcare la momentul considerat.

Deoarece în fizică funcțiile depind de diferite variabile, pentru a preciza în raport cu care variabilă se face derivarea, se folosește o notație mai explicită a derivatei decât în liceu. În cazul particular al vitezei, se scrie astfel:

În cazul altor variabile, se înlocuiește t cu x, y, z sau cum se mai numește variabila.

Mecanicienii, din comoditate și din cauza frecventei utilizări a derivatei în raport cu timpul, folosesc o notație mai simplă: se pune un punct deasupra funcției de derivat. Astfel, viteza instantanee se scrie așa:

Viteza fiind derivata funcției ce descrie traiectoria, este geometric un vector tangent la aceasta (în Fig. 4 vectorul albastru).

Unitatea de măsură a vitezei este metrul pe secundă. Se scrie astfel:

Viteza se poate modifica și ea în timp. Pentru a caracteriza viteza de variație a vitezei în timp se definește vectorul accelerație instantanee:

***Vectorul accelerație instantanee*** *reprezintă derivata în raport cu timpul a vectorului viteză instantanee*.

2.7

In fig. 4 un astfel de vector este reprezentat cu portocaliu. Unitatea de măsură a accelerației este metrul pe secundă la pătrat:

Pentru descrierea mișcării unui punct material sunt suficiente aceste elemente ale mișcării: legea de mișcare, legea vitezei și legea accelerației.

De fapt, este suficient să se cunoască legea accelerației (dependența vectorului accelerație instantanee de timp) și așa numitele condiții inițiale, pentru a se putea determina legea vitezei și legea de mișcare.

Prin **condiții inițiale** se înțelege valorile vectorului de poziție și a vectorului vitezei la momentul inițial:

2.8

Deoarece, legea accelerației,

Reprezintă derivata legii vectorului viteză instantanee, prin operația inversă derivatei, numită integrală, se obține:

Deoarece primitiva este precizată până la o constantă aditivă arbitrară, pentru aflarea legii vitezei se ține cont de a doua condiție inițială . Rezultă .

În mod analog, prin integrarea legii vitezei astfel calculate, se obține legea de mișcare:

Constanta de integrare se determină din prima condiție inițială . Rezultă .

Constatăm că legea de mișcare a unui mobil poate fi aflată cunoscând legea accelerației și condițiile inițiale.

*Problema aflării legii de mișcare pornind de la legea accelerației și condițiile inițiale se numește* ***problema directă a mecanicii***.

***Mișcarea circulară***

Deoarece multe procese tehnice implică mișcări circulare, acestui tip particular de mișcare i se dă o atenți specială. Pentru ea se definesc mărimi specifice.

Să considerăm un punct material M aflat în mișcare  pe o traiectorie circulară de rază R. În orice moment, poziția punctului material pe traiectorie este determinată de unghiul  pe care raza viitoare îl face cu raza de referință.

Cum arcul **s** este egal cu Rθ, deducem că, în cazul mișcării circulare, viteza pe traiectorie este:

2.9

Unde

2.10

 este ***viteza unghiulară***.

## *Elementele mişcării*

1) ***Perioada T*** este timpul în care mobilul parcurge o circumferință completă. Mișcarea circulară este o mișcare periodică, deci se repetă după un interval de timp, bine precizat: T=t/n <T>SI=s

2) ***Frecvența(turația)* ν** reprezintă numărul de circumferințe, complete, parcurse în unitatea de timp:

Între frecvență și perioadă este ușor de observat că există relația:

M

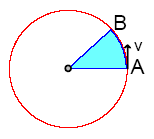
s

Θ

O

Fig. 5. Mișcarea circulară

3) ***Viteza periferică* v** este viteza cu care un mobil se deplasează pe circumferință. Deoarece orientarea ei este tangentă la circumferință, ea se mai numește și viteză tangențială.

[](https://static.wikia.nocookie.net/math/images/4/4a/Vit_perif.gif/revision/latest?cb=20110923025917&path-prefix=ro)

Pentru o circumferință completă arcul de cerc **AB** este egal cu lungimea cercului 2πR iar timpul necesar este egal cu o perioadă **t=T**, astfel formula vitezei devine:

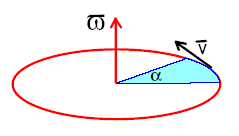
[](https://static.wikia.nocookie.net/math/images/2/2e/Vit_unghi.gif/revision/latest?cb=20110923025955&path-prefix=ro)4) ***Viteza unghiulară ω*** arată cât de repede sunt descrise unghiurile la centru de către raza viitoare. Viteza unghiulară este reprezentată printr-un vector perpendicular pe planul circumferinței. Sensul vectorului viteză unghiulară se poate deduce cu ajutorul regulii burghiului sau a mâinii drepte, orientarea fiind perpendiculară pe cerc.

Fig. 6 Vectorul viteză unghiulară

În SI,

Evident:

2.10

5) ***Accelerația centripetă ac*** apare ca rezultat al modificării direcției vectorului viteză liniară (nu al modificării modulului acestuia!). Valoare ei este dată de relația:

2.11