

Cursul 4 Dinamica punctului material

- 3.1. Dinamica. Legea I a lui Newton (Legea Inerției)
- 3.2. Principiul relativității Galileene
- 3.3. Legea a doua a lui Newton (Legea fundamentală a dinamicii)
- 3.4. Impulsul corpurilor
- 3.5. Legea a III-a a lui Newton (Legea acțiunilor reciproce)

3.1 Dinamica. Principiul I al dinamicii (Legea Inerției)

Definiție: Dinamica este partea mecanicii care studiază mișcarea corpurilor materiale și cauzele fizice care produc sau schimbă mișcarea. În dinamică se stabilesc legile mișcării corpurilor pe baza interacțiunilor dintre ele.

Aristotel (384-322) susținea că pentru a menține corpurile în mișcare uniformă și rectilie trebuie să se acționeze permanent asupra lor cu alte corpuri. Galileo Galilei¹ (1564-1642) a observat că nu există corpuri care să nu fie influențate de alte corpuri. Așa a ajuns la concluzia că pentru a menține corpurile în mișcare rectilie și uniformă este suficient de a îndepărta toate influențele exterioare exercitate asupra lor de către alte corpuri.

Enunțul Principiului Inerției:

Orice corp își păstrează starea de repaus relativ sau de mișcare rectilie uniformă în care se găsește atâta timp cât asupra lui nu acționează alte corpuri care să-i schimbe această stare.

Definiție: Forța este o mărime fizică vectorială care caracterizează interacțiunea dintre corpuri.

Forța poate să aibă asupra corpurilor următoarele efecte:

- Modificarea vitezei.
- Modificarea formei sau dimensiunilor corpurilor.

Câteva tipuri principale de forțe:

- Forțe elastice.
- Forțe de frecare.

¹ Galileo Galilei (1564-1642) fizician și astronom Italian, pionier a revoluției științifice care a precedat lucrările lui Isaac Newton. Principala sa contribuție în astronomie a fost folosirea telescopului pentru observarea și descoperirea munților și văilor lunare, a patru dintre cei mai mari sateliți a lui Jupiter și a fazelor lui Venus precum și a petelor solare. În fizică a descoperit legile care guvernează căderea corpurilor, și a studiat balistica proiectilelor.

- Forțe gravitaționale.
- Forțe de legătură.
- Forțe de „inerție”.

Enunțul realist al Principiului Inerției:

Dacă rezultanta tuturor forțelor care acționează asupra unui corp este nulă atunci corpul își păstrează la nesfârșit starea de repaus relativ sau de mișcare rectilinie și uniformă în care se găsește.

*Definiție: Proprietatea corpurilor libere de a se mișca de la sine uniform și rectiliniu, timp infinit, se numește **INERȚIE**.*

*Definiție: Mărimea fizică care caracterizează cantitativ inerția corpurilor, fiind proporțională cu cantitatea de substanță conținută în corp se numește **masa** (inerțială).*

3.2 Principiul relativității Galileene

*Definiție: Sistemele de referință în care este valabilă legea inerției se numesc **sisteme de referință inerțiale (SRI)**.*

Afirmație: Orice sistem de referință aflat în repaus sau în mișcare rectilinie și uniformă față de un sistem inerțial este și el inerțial.

Afirmații:

- Ecuatiile de mișcare au aceeași formă în toate SRI. Orice experiență fizică se desfășoară identic în toate SRI.
- Nu există sisteme de referință privilegiate; toate sunt echivalente.
- Legile mecanicii sunt egal valabile în toate sistemele de referință inerțiale.(Principiul relativității Galileene)

Transformările Galileene

Fie două sisteme de referință inerțiale. Sistemul SRI' se deplasează cu viteza v față de sistemul de referință SRI. Timpul se scurge uniform în toate sistemele de referință. Atunci transformările Galileene se scriu ca:

$$\left\{ \begin{array}{l} x = x' + v \cdot t \\ y = y' \\ z = z' \\ t = t' \end{array} \right. \quad \text{și invers} \quad : \quad \left\{ \begin{array}{l} x' = x - v \cdot t \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = t \end{array} \right. , \quad (3.1)$$

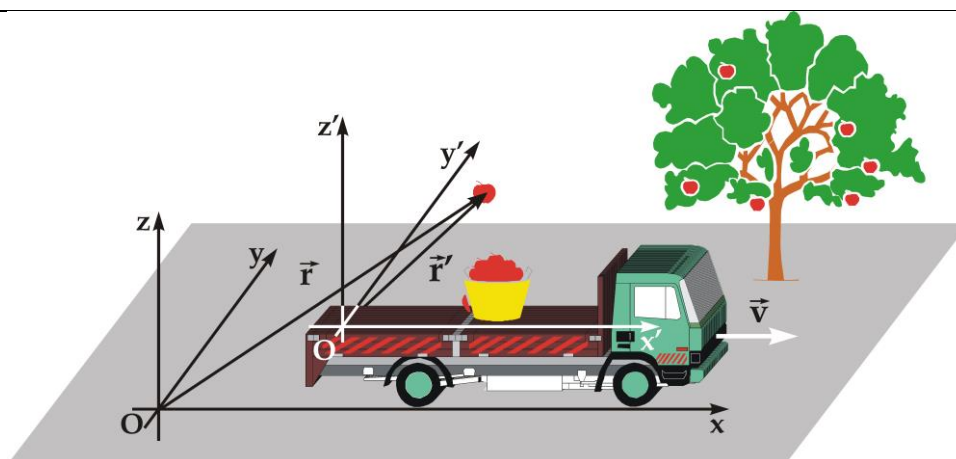


Fig. 3.1 Sistemul de referință inerțial SRI' se mișcă cu viteza de transport v fata de sistemul de referință SRI.

În mecanica Newtoniană lungimile măsurate în SRI diferite sunt egale:

$$\begin{cases} x'_1 = x_1 - v \cdot t \\ x'_2 = x_2 - v \cdot t \end{cases}, \quad (3.2)$$

Lungimile măsurate în ambele sisteme de referință sunt egale:

$$l' = x'_2 - x'_1 = x_2 - v \cdot t - x_1 + v \cdot t = x_2 - x_1 = l. \quad (3.3)$$

Componentele vitezei măsurate în sistemul de referință mobil, SRI' sunt legate de componentele vitezei măsurate în sistemul de referință fix, SRI și de viteza de transport prin relațiile:

$$\begin{cases} v'_x = \frac{dx'}{dt'} = \frac{d(x - v \cdot t)}{dt} = \frac{dx}{dt} + \frac{d(v \cdot t)}{dt} = v_x + v \\ v'_y = \frac{dy'}{dt'} = v_y \\ v'_z = \frac{dz'}{dt'} = v_z \end{cases}. \quad (3.4)$$

În ambele sisteme de referință inerțiale accelerația este aceeași:

$$\begin{cases} a'_x = \frac{dv'_x}{dt'} = \frac{d(v_x + v)}{dt} = \frac{dv_x}{dt} + \frac{dv}{dt} = a_x \\ a'_y = \frac{dv'_y}{dt'} = a_y \\ a'_z = \frac{dv'_z}{dt'} = a_z \end{cases}. \quad (3.5)$$

3.3 Legea a doua a lui Newton (Legea fundamentală a dinamicii)

Definiție: Forța care acționează asupra unui corp este egală cu produsul dintre masa corpului și accelerația imprimată de acea forță.

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} . \quad (3.6)$$

Sau dacă sunt mai multe forțe atunci fiecare produce propria accelerație:

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = m \cdot \sum_{i=1}^n \vec{a}_i . \quad (3.7)$$

3.4 Impulsul corpurilor

O altă formă a legii fundamentale se poate obține pornind de la:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} = m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d(m \cdot \vec{v})}{dt} = \frac{d\vec{p}}{dt} , \quad (3.8)$$

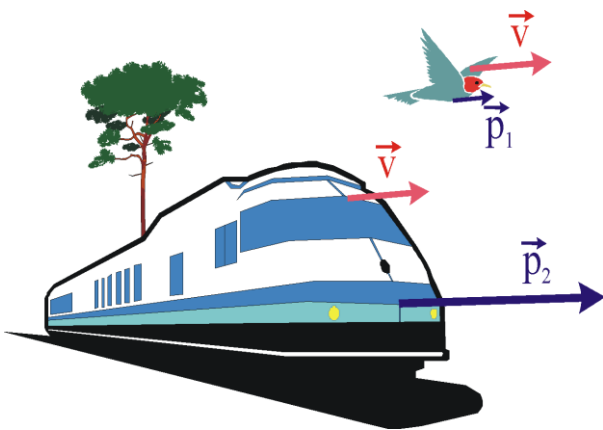
unde s-a introdus mărimea:

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v} . \quad (3.9)$$

*Definiție: Mărimea fizică care caracterizează mișcarea din punct de vedere dinamic, egală numeric cu produsul dintre masa și viteza corpului se numește **impulsul corpului** (sau cantitate de mișcare).*

Deci legea a doua a dinamicii este:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} . \quad (3.10)$$



Forța care acționează asupra unui corp este o mărime fizică vectorială egală numeric cu variația impulsului în unitatea de timp.

Fig. 3.2 Două corpuri care se deplasează cu aceeași viteză au impulsuri diferite, iar la ciocnire (variația în timp) forțe diferite.

Impulsul Forței

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \Rightarrow d\vec{p} = \vec{F} \cdot dt \Rightarrow \int_{p_1}^{p_2} d\vec{p} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} \cdot dt \Rightarrow \quad (3.11)$$

$$\Delta p = p_2 - p_1 = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} \cdot dt$$

Definiție: Impulsul forței într-un interval de timp $\Delta t = t_2 - t_1$ este egal cu variația impulsului corpului în același interval de timp.

3.5 Legea a III-a a lui Newton (Legea acțiunilor reciproce)

În natură nu există acțiuni unilaterale, numai din partea unui corp asupra altuia. Acțiunile corpurilor unele asupra celorlalte sunt reciproce.

Enunț: Forțele cu care două corpuri acționează unul asupra celuilalt sunt orientate în lungul aceleiași drepte, sunt egale în mărime și au sensuri opuse.

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}. \quad (3.12)$$

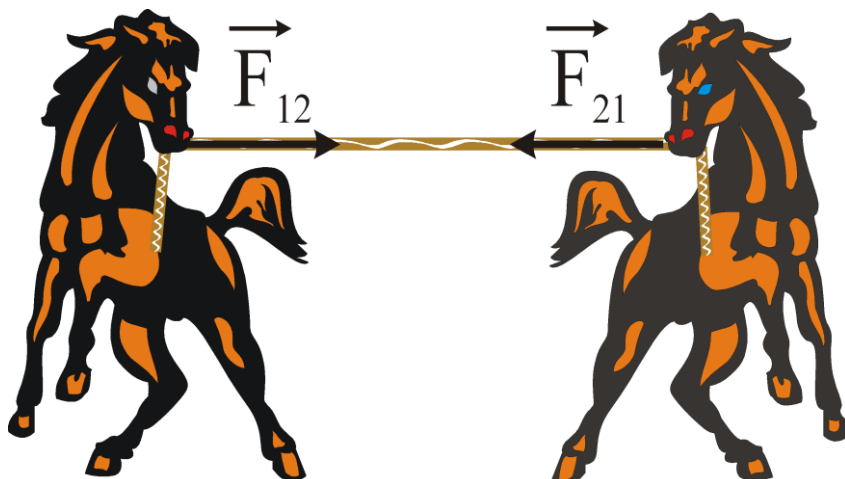


Fig. 3.3 Ilustrarea principiului acțiunii și reacțiunii.