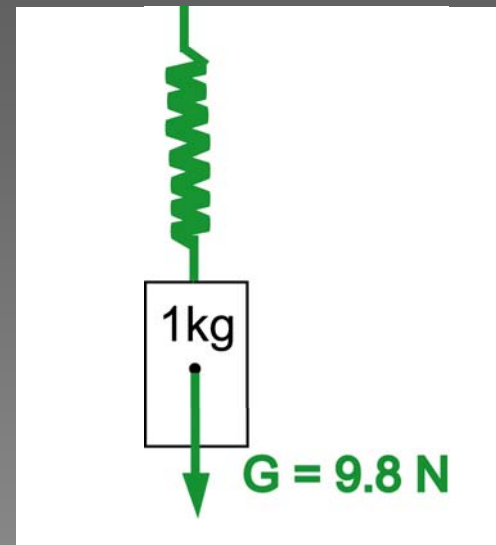


BIOMECHANICA

FORȚE ȘI VECTORI

FORȚE:

- exprimă interacțiunea unui corp cu materia (alte corpuri sau câmpuri)
- descriere: modul, direcție și sens
- măsurare:
dinamometre etalonate
cu ajutorul unei
greutăți standard
- însumare: vectorial



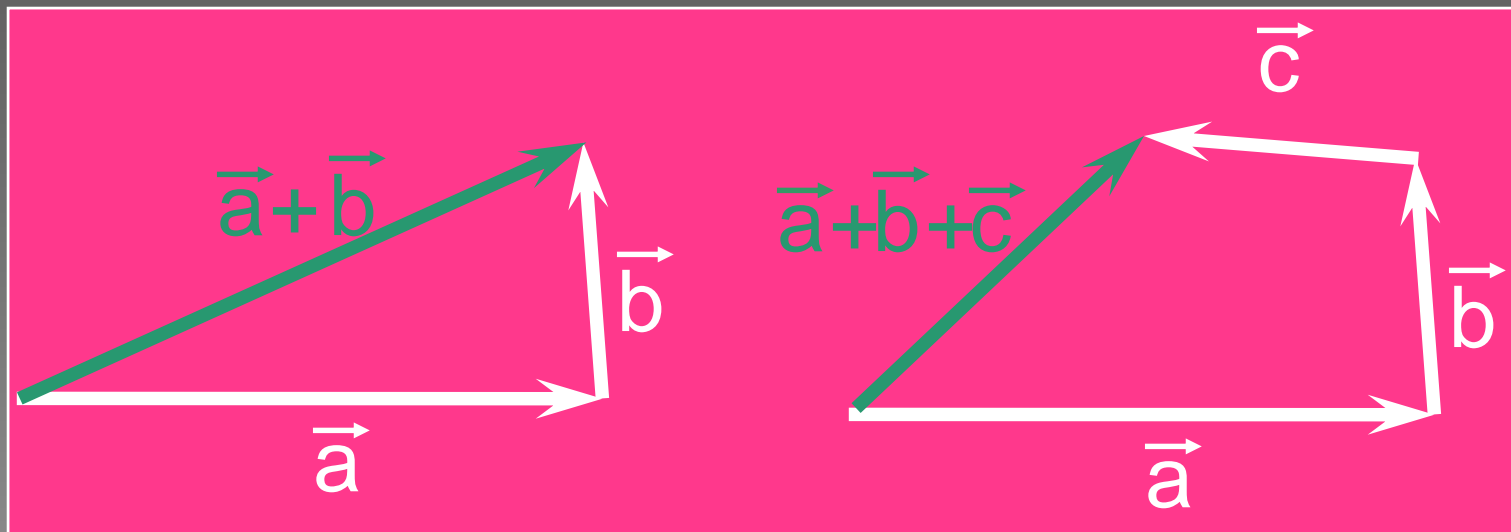
MĂRIMI SCALARE: volum, presiune

MĂRIMI VECTORIALE: deplasări,
viteze, accelerații, forțe

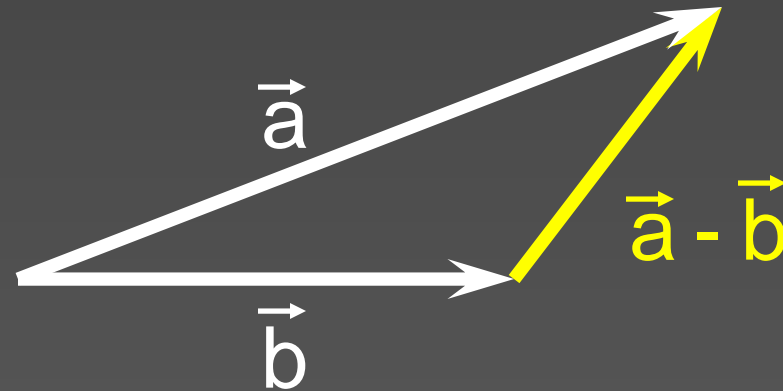
➤ caracteristici: modul (a), direcție
sens



➤ adunare:



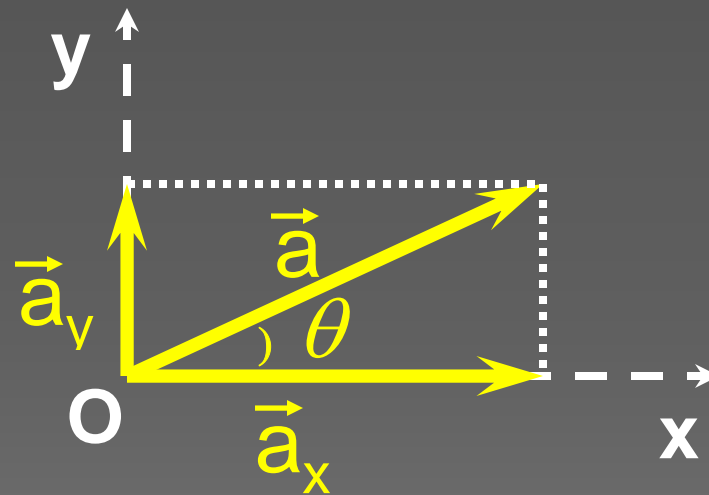
➤ scădere:



➤ descompunere:

$$a_x = a \cdot \cos \theta$$

$$a_y = a \cdot \sin \theta$$



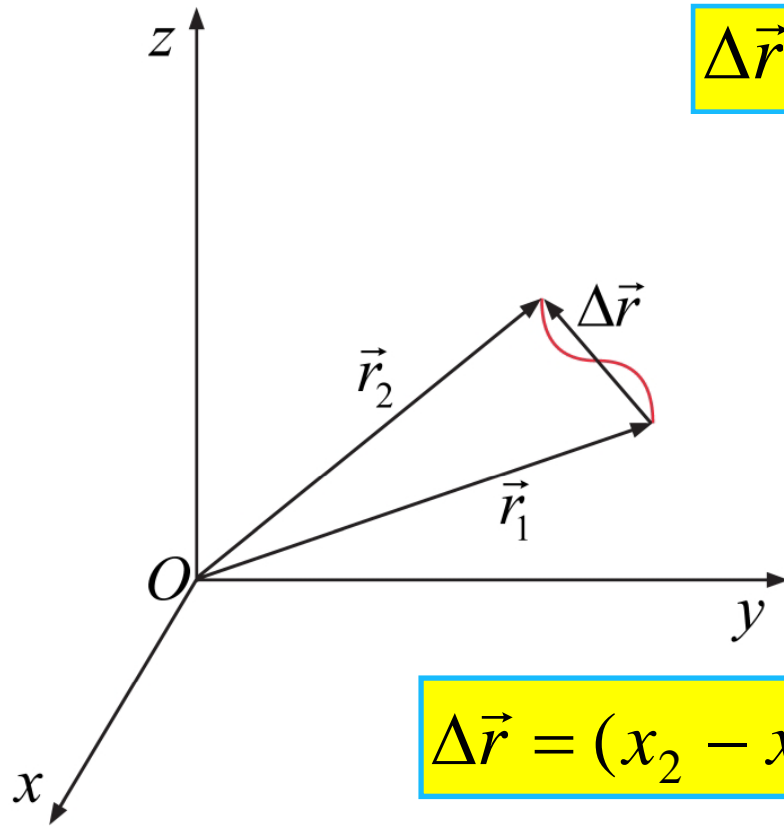
➤ produs scalar: $\vec{a} \cdot \vec{b} = a \cdot b \cdot \cos \theta$

➤ produs vectorial: $\vec{a} \times \vec{b} = \vec{v}$

modul: $v = a \cdot b \cdot \sin \theta$, direcție, sens

MIȘCAREA

Deplasarea = modificarea poziției punctului material



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

Vector deplasare

distanță parcursă \neq deplasare

$$\Delta \vec{r} = (x_2 - x_1) \vec{i} + (y_2 - y_1) \vec{j} + (z_2 - z_1) \vec{k}$$

Traietoria = totalitatea punctelor prin care trece punctul material pe parcursul mișcării sale

Viteza medie = deplasarea efectuată în unitatea de timp

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

$$[v]_{S.I.} = \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

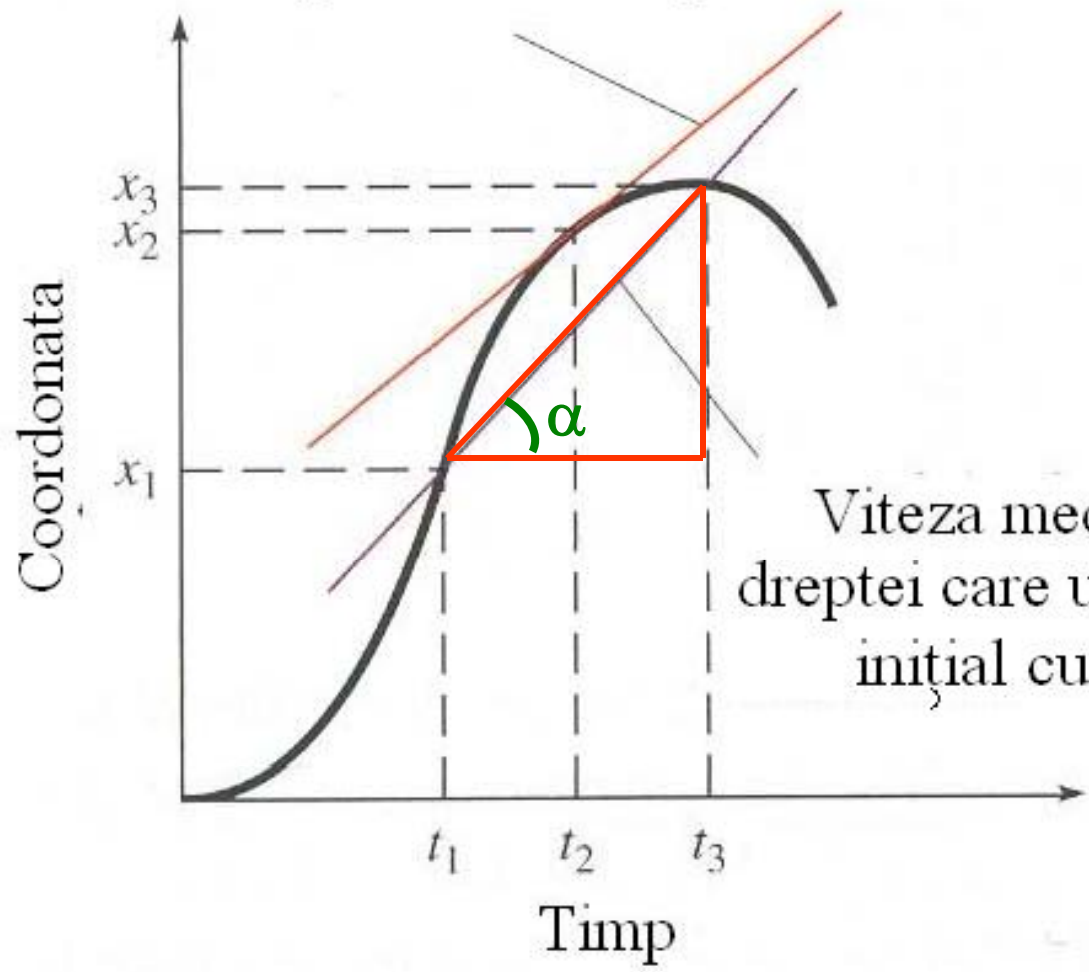
$$\Delta \vec{r} = (x_2 - x_1) \vec{i} + (y_2 - y_1) \vec{j} + (z_2 - z_1) \vec{k}$$

Viteza momentană - caracterizează modulul și orientarea vitezei punctului material la un moment dat

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

$$v_x = \frac{dx}{dt} \quad v_y = \frac{dy}{dt} \quad v_z = \frac{dz}{dt}$$

Viteza momentană = panta
tangentei duse la grafic



Viteza medie = panta
dreptei care unește punctul
inițial cu cel final

Accelerația - descrie variația în timp a vitezei corpului

Accelerația medie

$$[a]_{S.I.} = \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

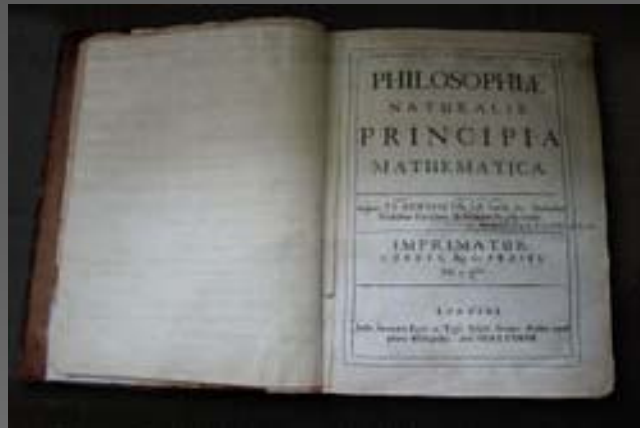
$$\vec{a}_m = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

$$a_{m x} = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} \quad a_{m y} = \frac{\Delta v_y}{\Delta t} \quad a_{m z} = \frac{\Delta v_z}{\Delta t}$$

Accelerația momentană

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2}$$

MECANICA NEWTONIANA



Sir Isaac Newton
(1643 - 1727)

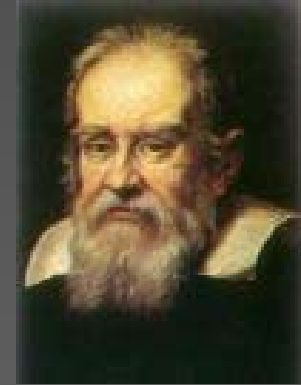
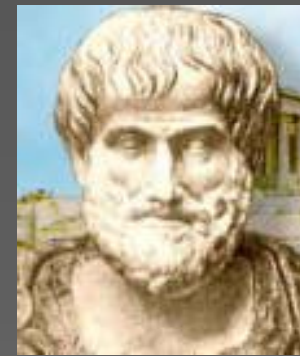
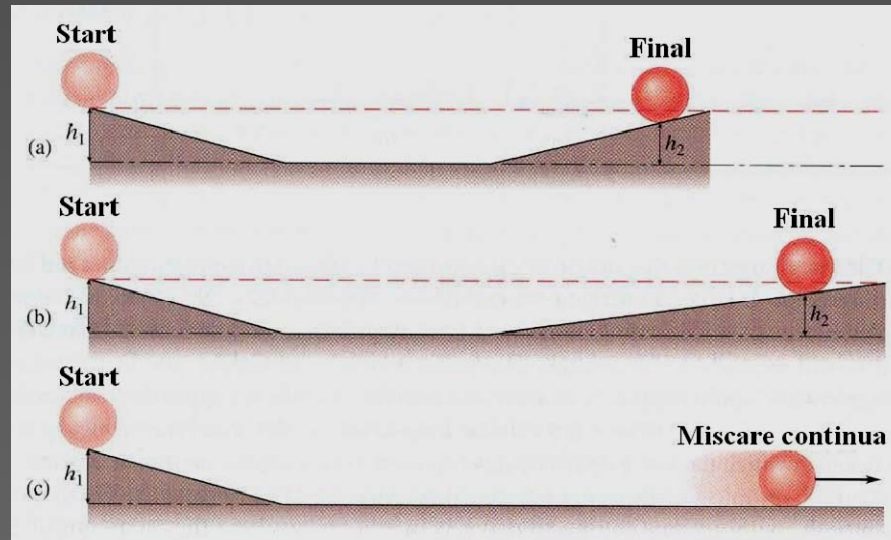
- Principiile mecanicii
- Legea atracției universale

"Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica"



LEGILE LUI NEWTON

1632 Galileo Galilei (1564 - 1642)



Aristotel
(384 - 328 î.e.n.)

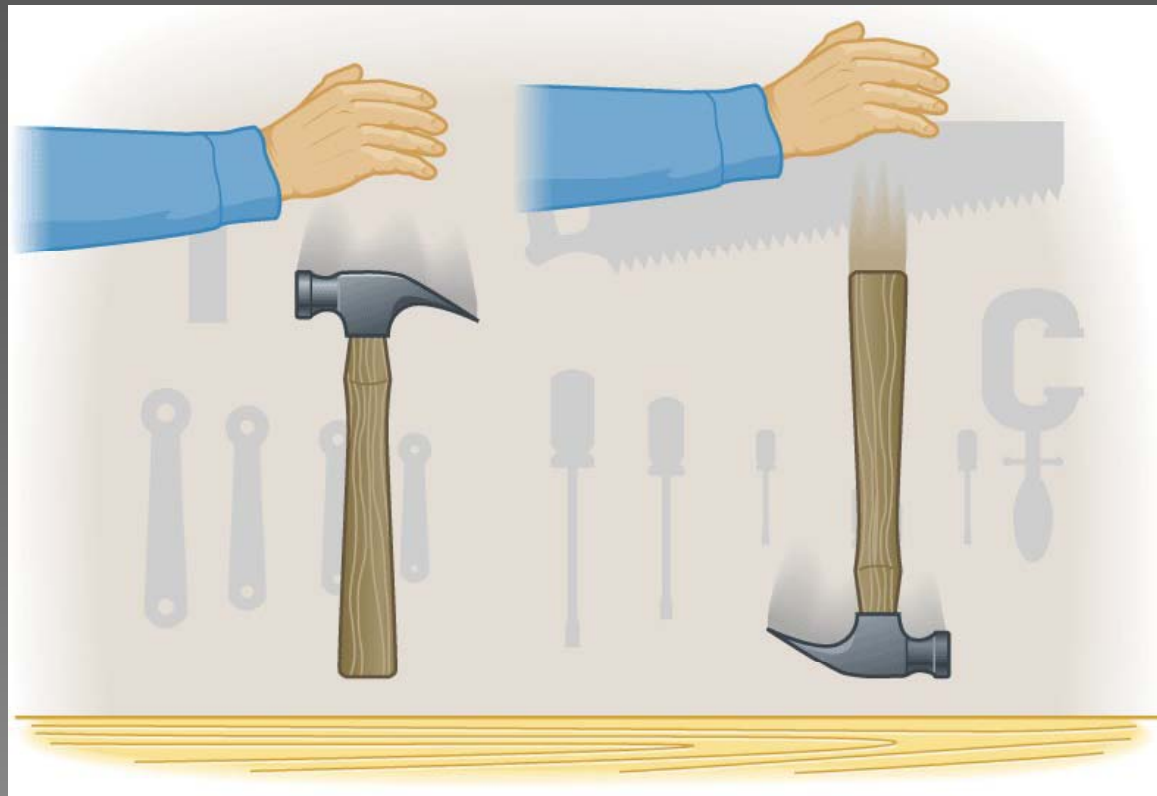
Principiul I (Principiul inerției, lex prima)

Dacă asupra unui corp nu acționează forțe (sau rezultanta acestora este zero), acesta rămâne în repaus sau își păstrează mișcarea rectilinie și uniformă. (Newton, 1686)

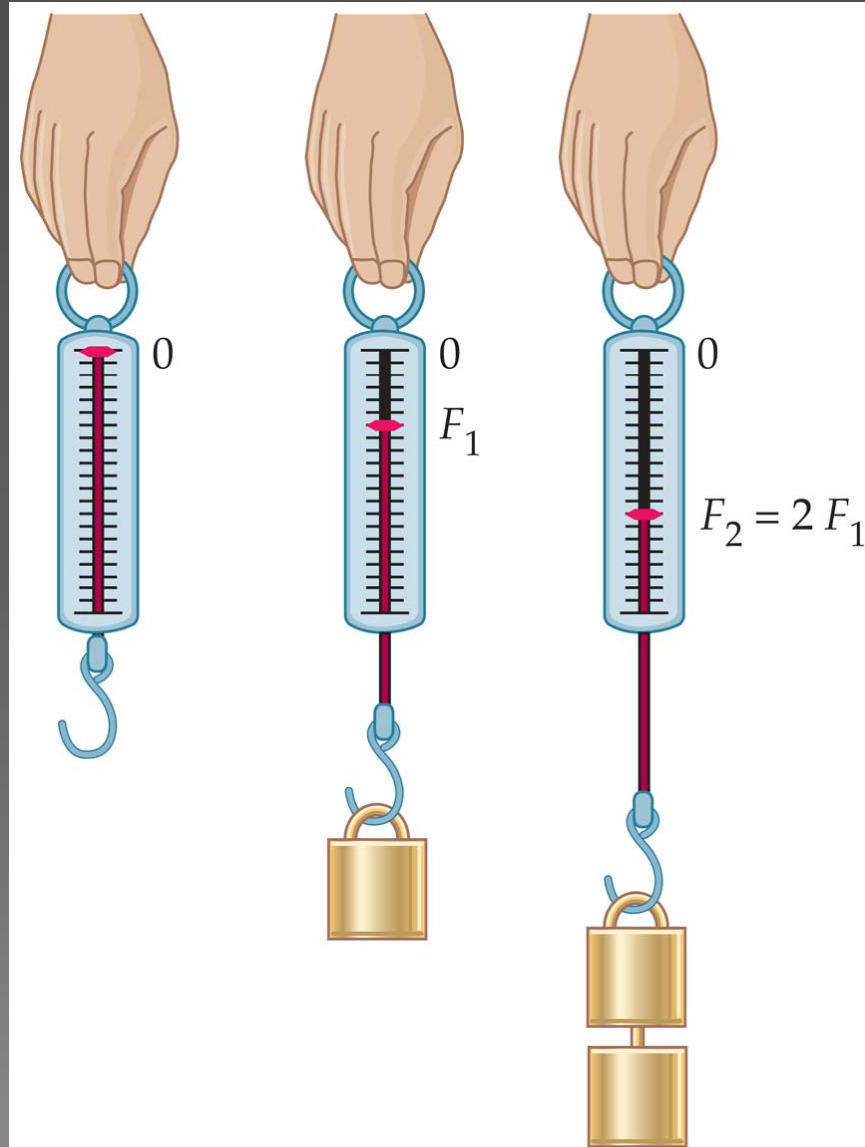
Verificare

Cum se poate introduce mai eficient mânerul unui ciocan?

- A) aruncându-l pe o suprafață fixă cu partea metalică orientată în jos;
- B) aruncându-l cu mânerul în jos;
- C) ambele metode sunt la fel de eficiente.



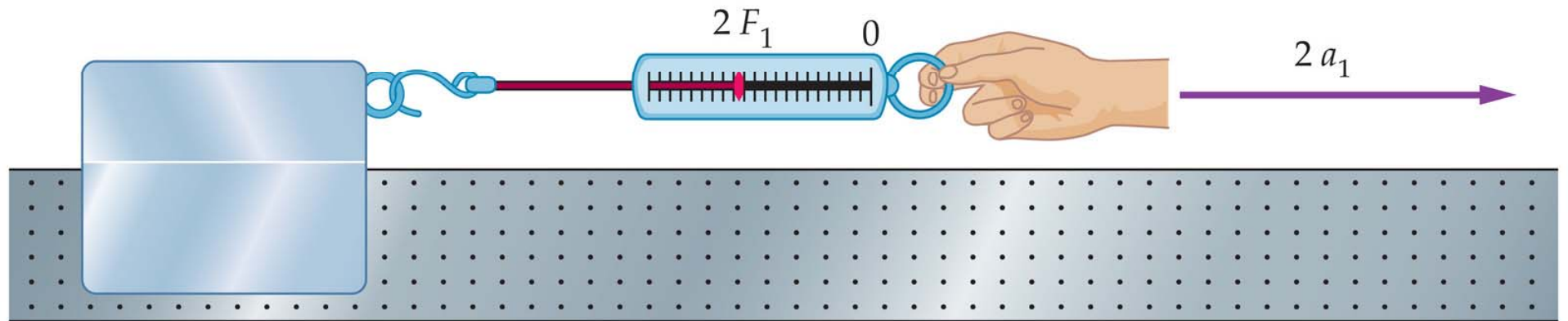
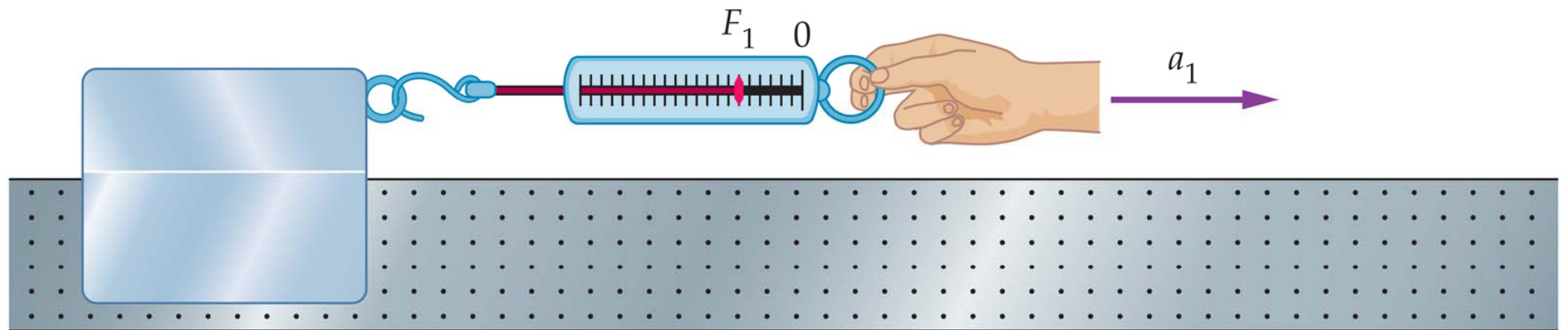
Calibrarea unui dinamometru



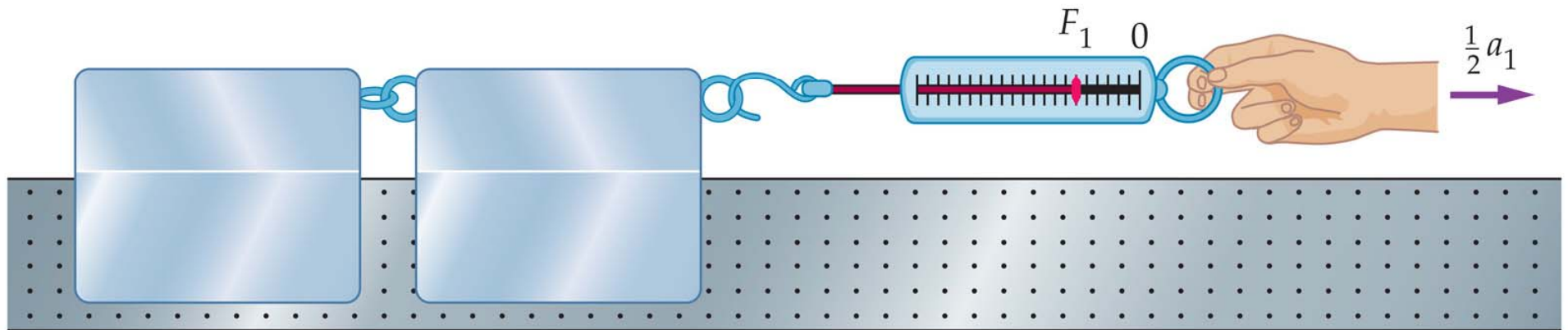
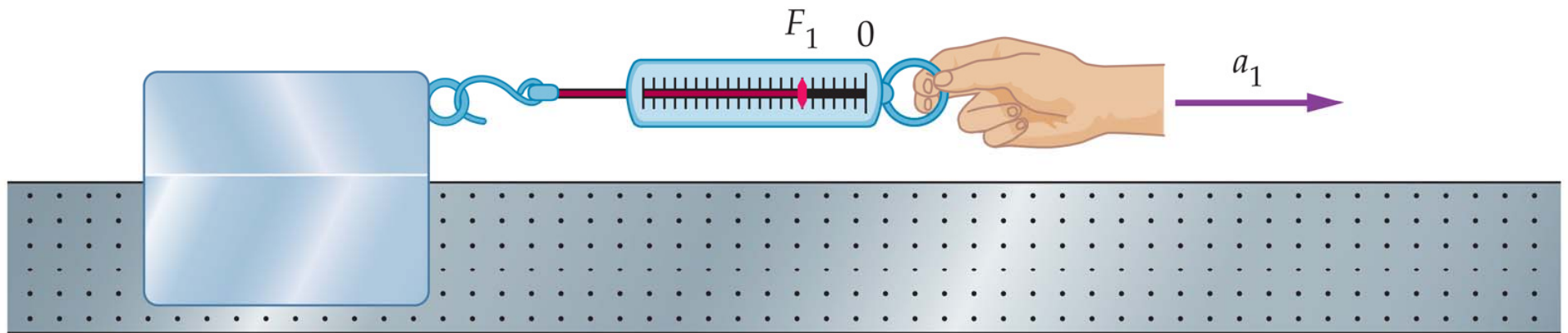
Șina cu pernă de aer permite studiul mișcării fără frecări semnificative.



Accelerația este proporțională cu forța



Accelerația este invers proporțională cu masa



Principiul II (lex secunda)

Accelerația unui corp de masă m este dată de raportul dintre forța rezultantă ce acționează asupra corpului și masa corpului.

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

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

$$\sum F_x = m a_x; \quad \sum F_y = m a_y; \quad \sum F_z = m a_z.$$

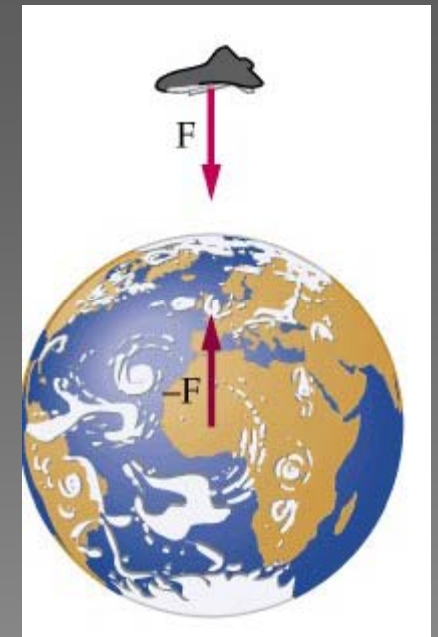
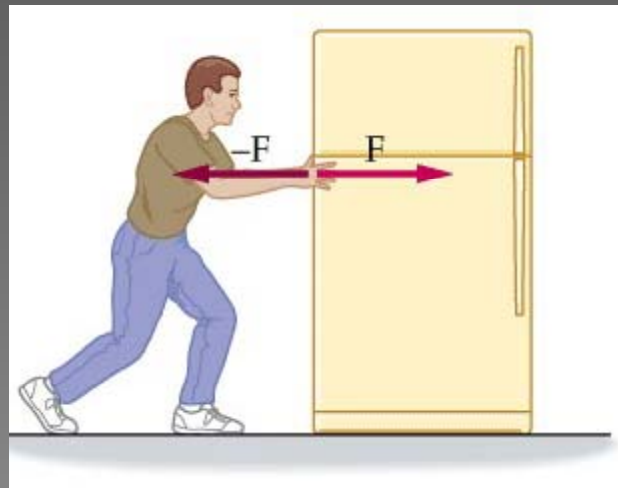
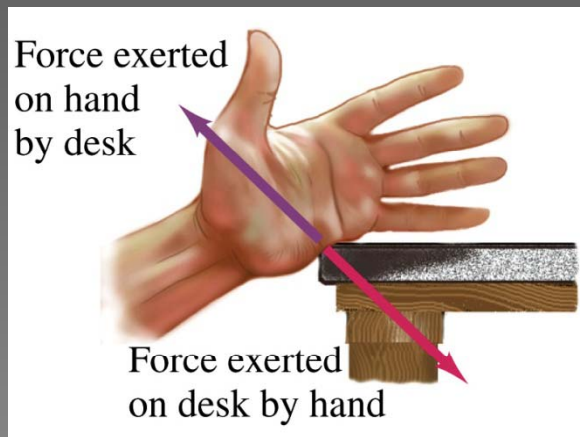
$$[F]_{S.I.} = [m][a] = 1 \text{ kg} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1 \text{ N (Newton)}$$

1 Newton = forța care, aplicată asupra unui corp cu masa de 1 kg îi imprimă o accelerație de 1 m/s².

Principiul III (Principiul acțiunii și reacțiunii, lex tertia)

Dacă un corp A acționează asupra unui corp B cu o forță numită acțiune, corpul B va acționa asupra corpului A cu o forță numită reacțiune. Acțiunea și reacțiunea sunt egale în modul dar orientate în sens contrar:

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$



Verificare

1. Dacă un corp punctiform se mișcă sub acțiunea unei forțe cunoscute, se poate preciza direcția de mișcare a corpului fără a face apel la alte informații ?

2. Care din afirmațiile de mai jos sunt adevărate?

- A) Dacă asupra unui obiect nu acționează forțe, acesta va avea accelerație nulă.
- B) Un corp are accelerație nulă numai dacă asupra sa nu acționează nicio forță.
- C) Mișcarea unui obiect are loc întotdeauna în direcția forței rezultante.
- D) Masa unui obiect depinde de locul unde se măsoară.
- E) Dacă o carte se află în repaus pe o masă, forța pe care o exercită cartea asupra mesei este egală în modul cu forța pe care o exercită masa asupra cărții.

ECHILIBRUL MECANIC

➤ punct material: $\Sigma \vec{F} = 0$

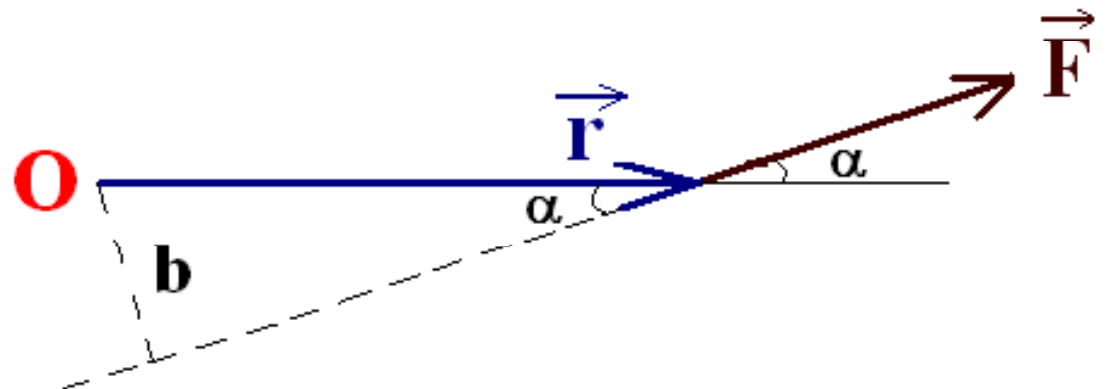
➤ solid rigid: $\Sigma \vec{F} = 0$

$\Sigma \vec{M} = 0$ față de o axă
arbitrară

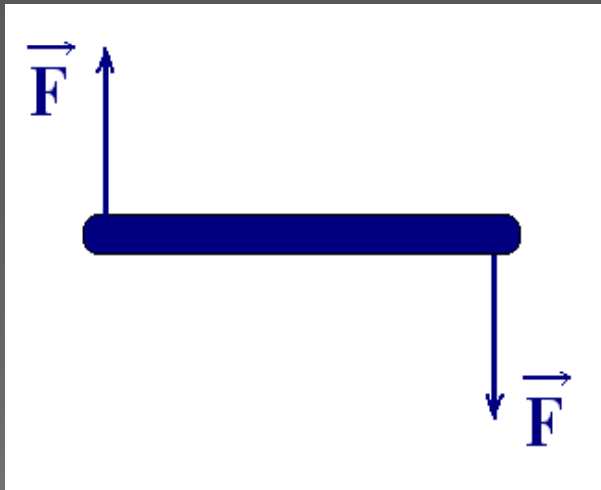
momentul unei forțe $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$ $\langle M \rangle_{SI} = N \cdot m$

$$M = r \cdot F \cdot \sin \alpha$$

$$M = b \cdot F$$



➤ cuplul: două forțe egale cu suporturi paralele și sensuri contrare



rotația corpului

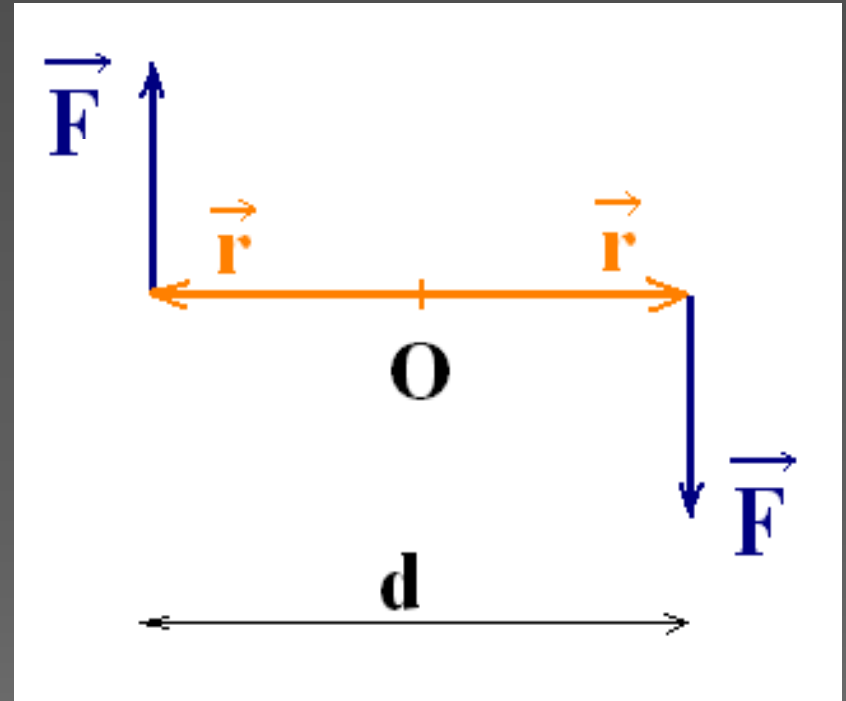


Momentul unui cuplu de forțe

$$\vec{M}_1 = \vec{M}_2 = \vec{r} \times \vec{F}$$

$$M_1 = M_2 = -r F \sin 90^\circ = -F \frac{d}{2}$$

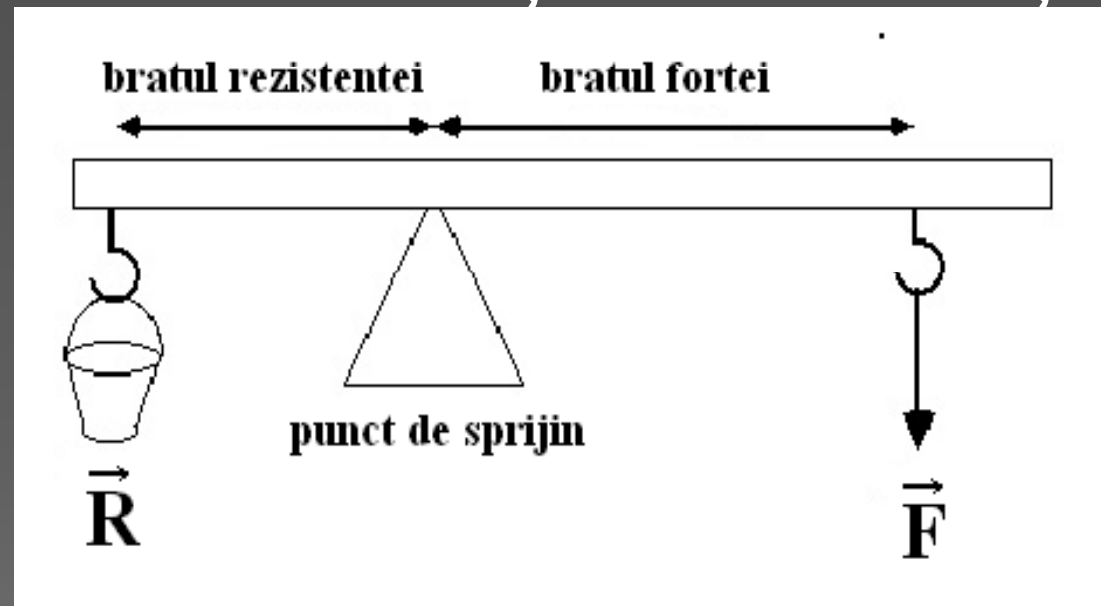
$$M = M_1 + M_2 = -F d$$



Modul momentului unui cuplu de forțe este egal cu produsul dintre modul uneia dintre forțe și distanța dintre punctele lor de aplicație

PÂRGHII

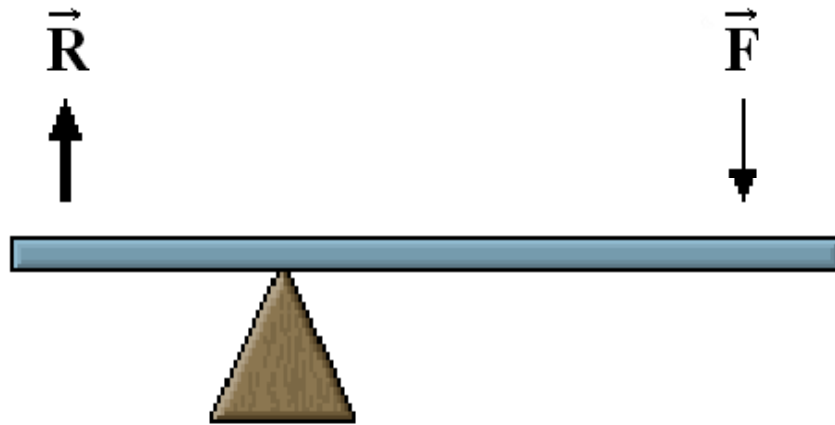
Pârghia = dispozitiv mecanic simplu menit să transmită acțiunea unei forțe



Componente:

- brațul pârghiei (bară rigidă);
- punct de sprijin (pe care se sprijină brațul);
- punct de aplicație al forței;
- punct de rezistență

PÂRGHIA DE GRADUL I



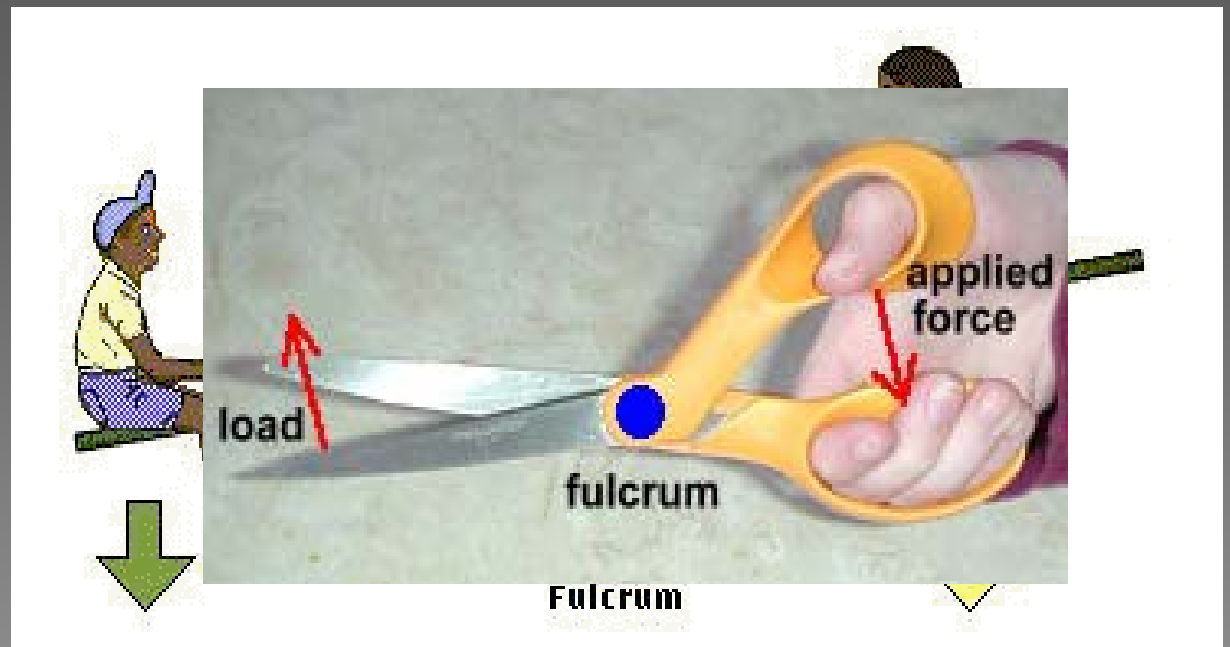
Exemple:

balanța

leagănul

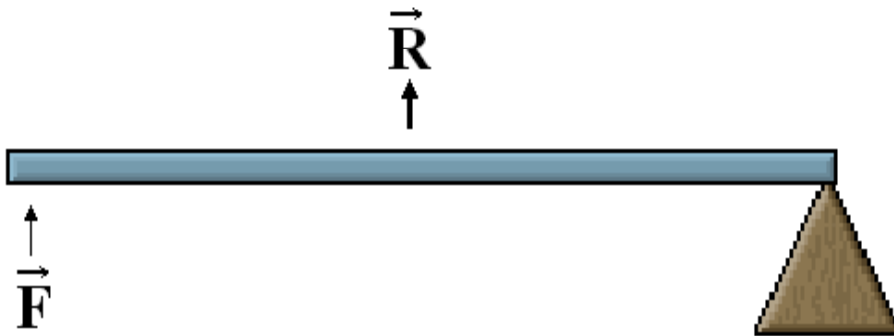
foarfeca

clestele stomatologic



PÂRGHIA DE GRADUL II

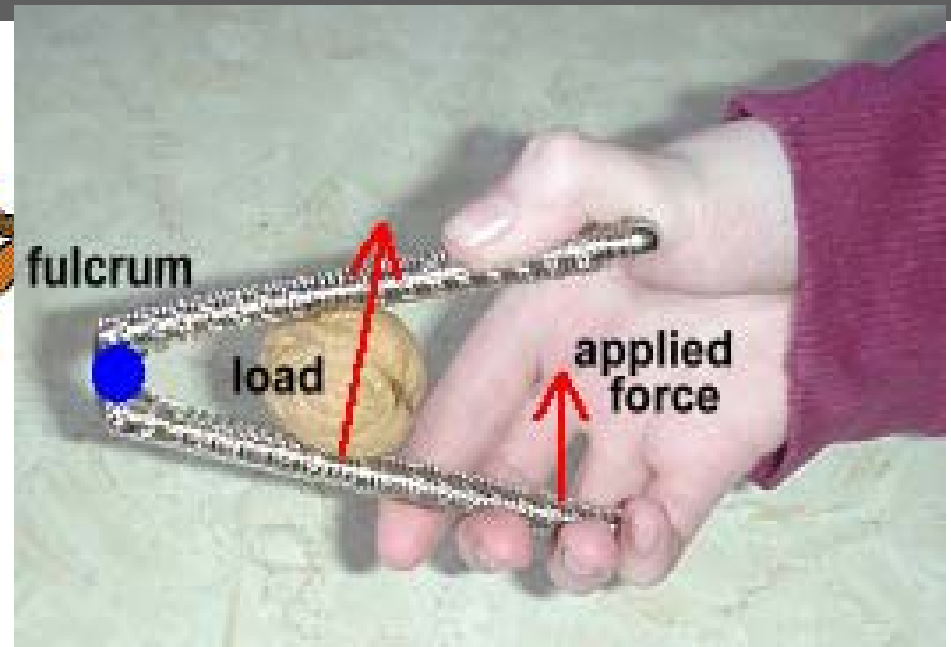
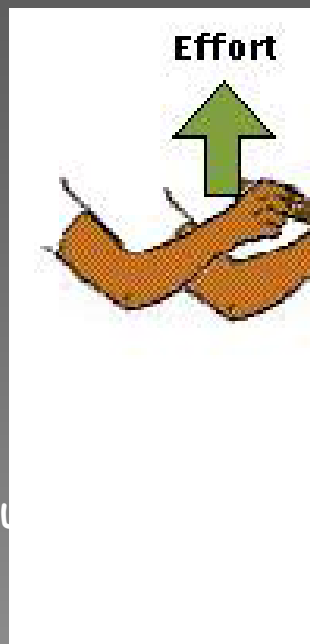
Exemple:
roaba
cleștele de spart nuc



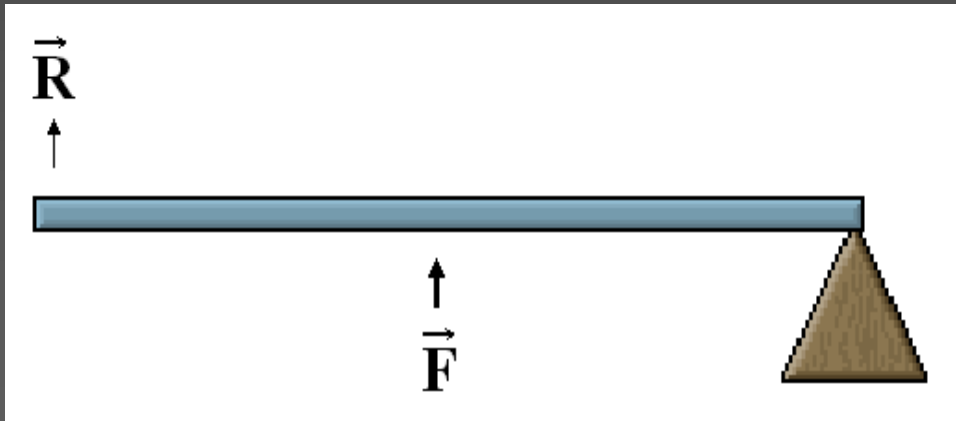
$$R b_R = F b_F$$

$$b_R < b_F$$

Pârghia de gradul II fu



PÂRGHIA DE GRADUL III

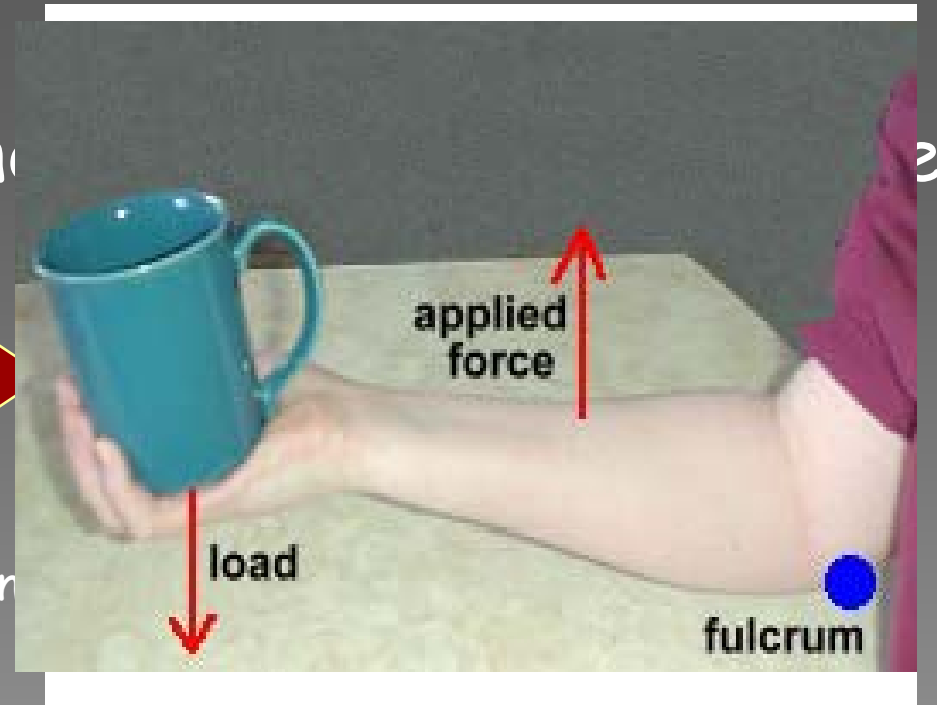


Exemple:
majoritatea
pârghiilor
anatomice

$$R b_R = F b_F \quad \text{con}$$

$$b_R > b_F \quad \rightarrow$$

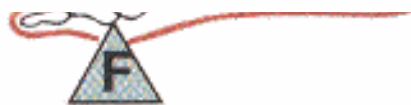
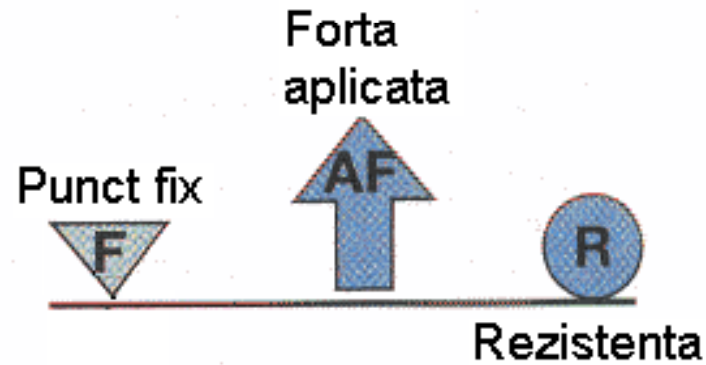
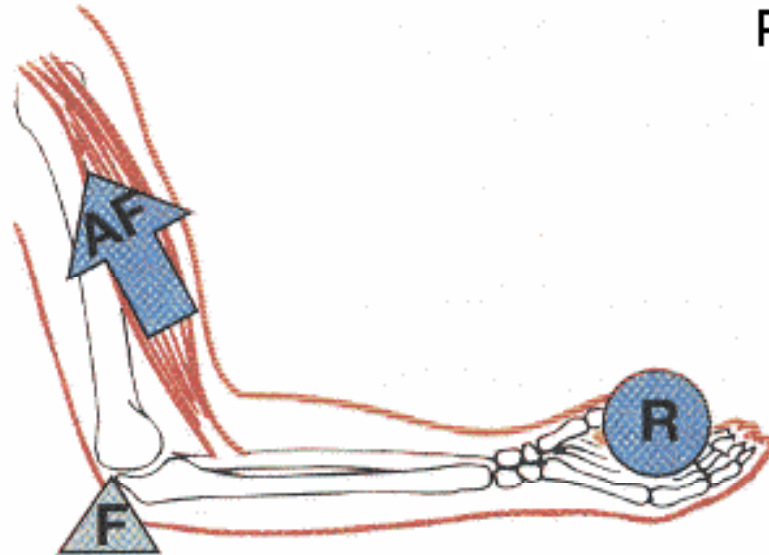
Pârghia de gradul III funcționează în



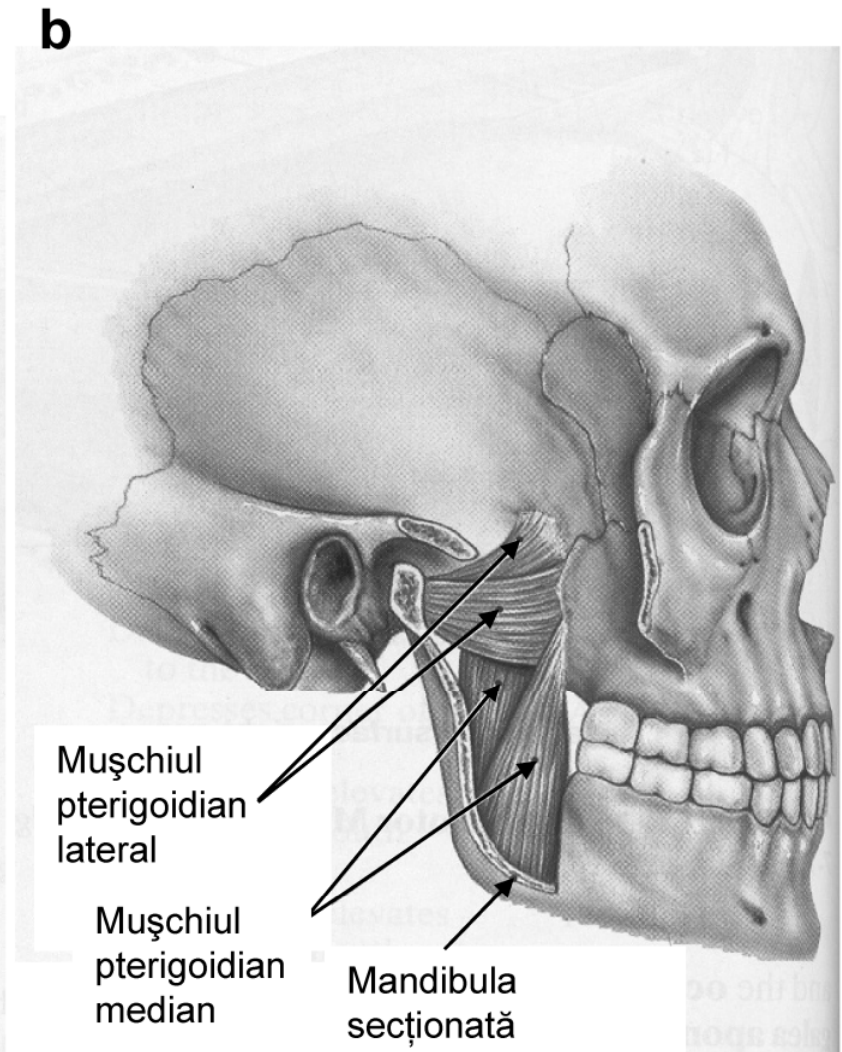
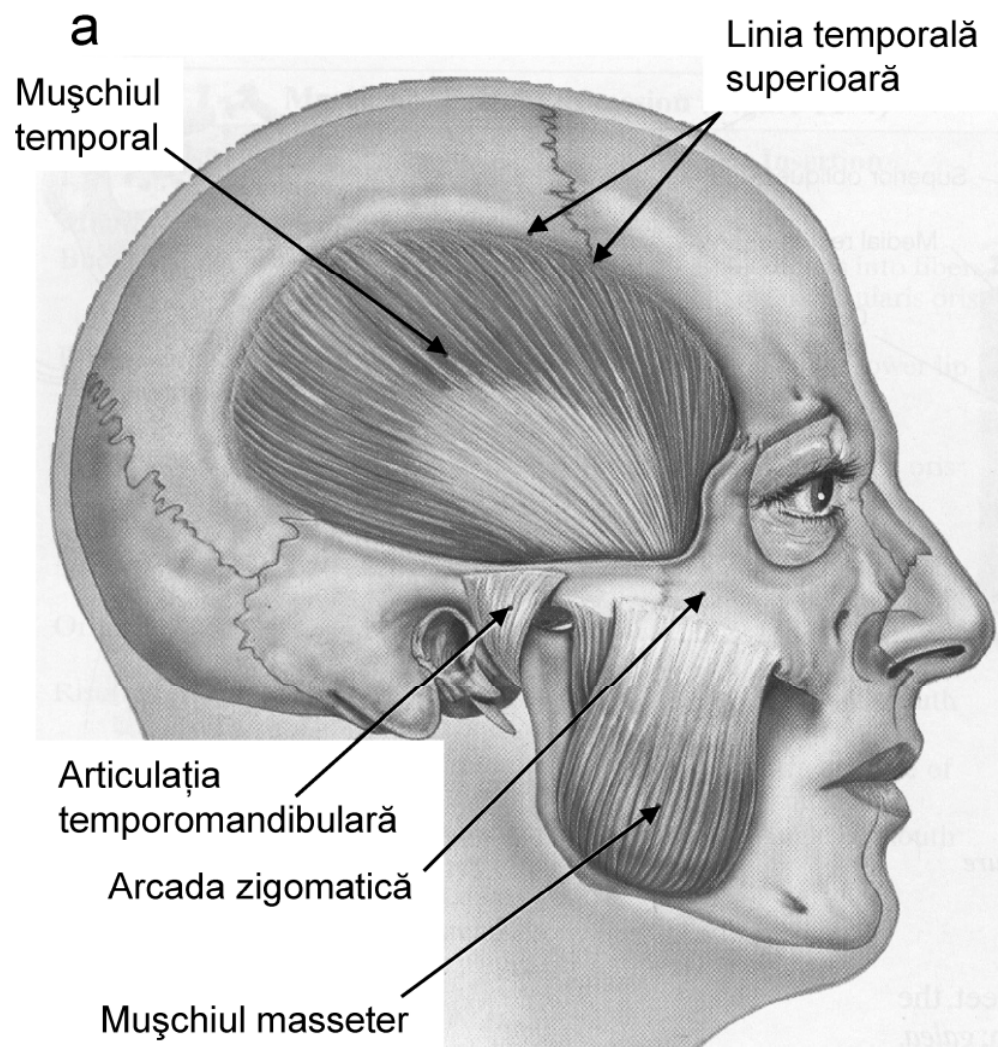
PÂRGHII ANATOMICE

B. Pârghie de gradul II.

C. Pârghie de gradul III.

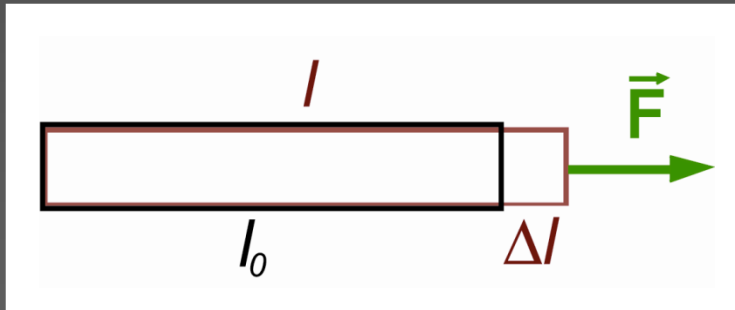


BIOMECANICA MASTICATIEI



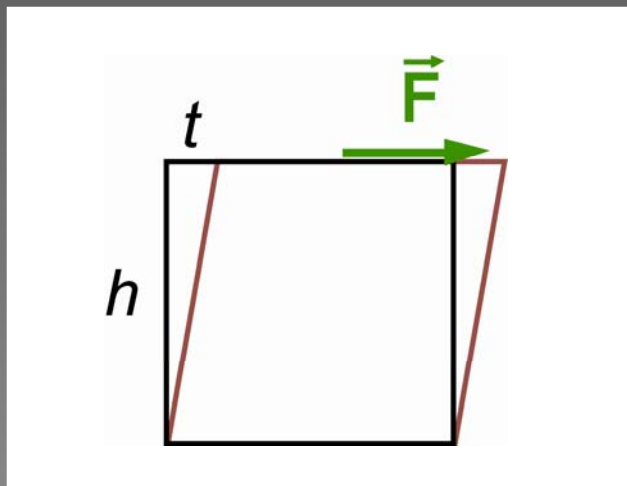
DEFORMĂRI ELASTICE

➤ alungire, compresie:



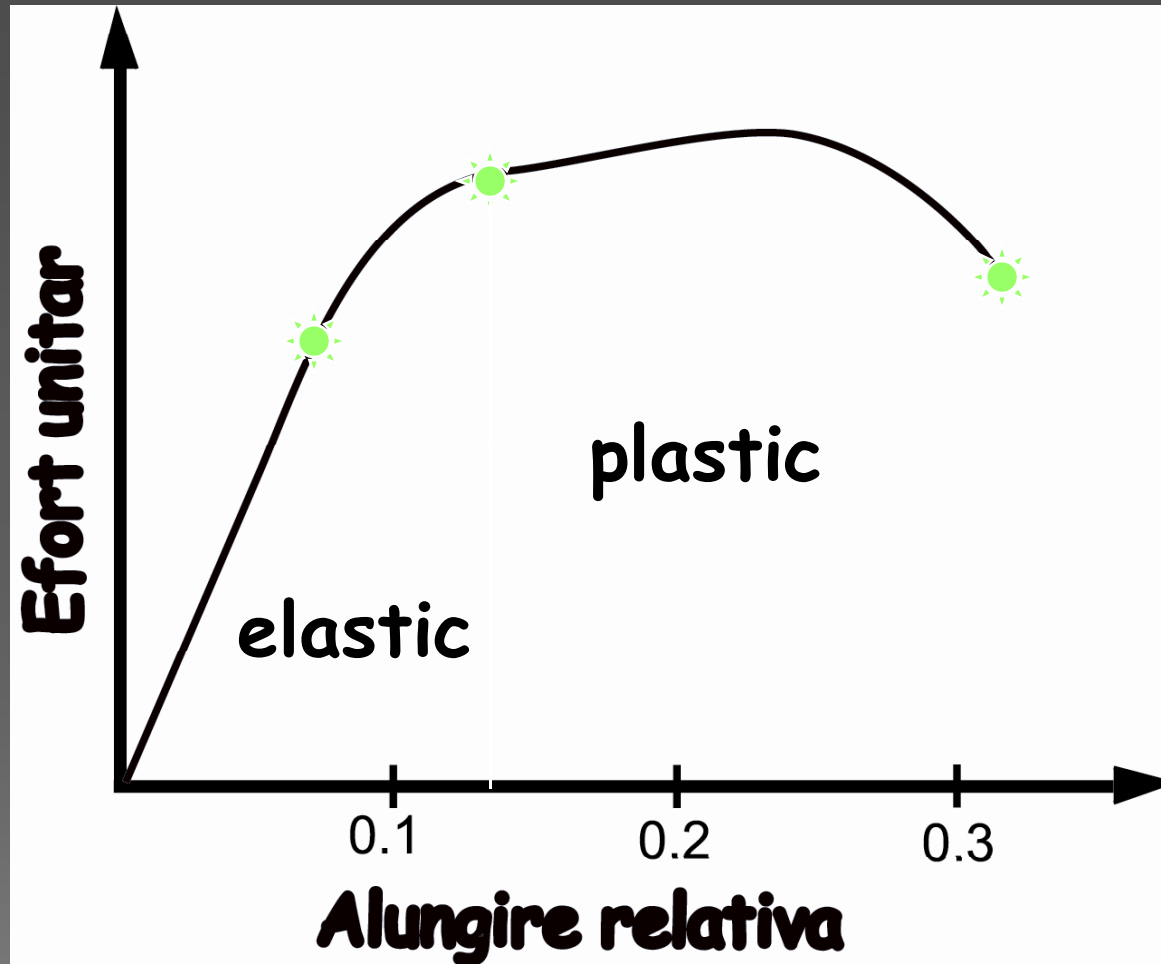
$$\frac{F_{\perp}}{S} = E \frac{\Delta l}{l_0}$$

➤ forfecare:



$$\frac{F_{\parallel}}{S} = G \frac{t}{h}$$

➤ elasticitate și plasticitate:



metale: ductile, fragile

➤ vâscoelasticitate:

DILATAȚIA SOLIDELOR ȘI LICHIDELOR

Majoritatea substanțelor se dilată odată cu creșterea temperaturii.

➤ coeficientul de dilatație volumică:

$$\gamma = \frac{1}{V} \frac{dV}{dT}$$

➤ valoarea sa medie:

$$\bar{\gamma} = \frac{1}{V_0} \frac{\Delta V}{\Delta T}$$

$$V = V_0 [1 + \bar{\gamma}(T - T_0)]$$

cavități în solide

VALORI TIPICE ÎN JURUL TEMPERATURII CAMEREI

SOLIDE:

aluminiu $\bar{\gamma} = 7,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$

cupru $\bar{\gamma} = 4,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$

sticlă $\bar{\gamma} = (1,2 \div 2,7) \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$

LICHIDE:

mercur $\bar{\gamma} = 18 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$

alcool etilic $\bar{\gamma} = 75 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$

Observație: apa are $\gamma < 0$ între 0-4 °C (anomalie)

➤ coeficientul de dilatație liniară:

$$\alpha = \frac{1}{l} \frac{dl}{dT}$$

➤ valoarea sa medie:

$$\bar{\alpha} = \frac{1}{l_0} \frac{\Delta l}{\Delta T}$$

$$l = l_0 [1 + \bar{\alpha} (T - T_0)]$$

corelație:

$$\gamma \cong 3\alpha$$

EFORTUL UNITAR DE DILATATIE

$$\frac{F}{S} = E\bar{\alpha}\Delta T$$

➤ Se manifestă la:

- întindere
- compresiune
- încălzire/răcire neuniformă
- încălzire/răcire uniformă a unor corpuri neomogene (ex. dinte cu plombă)

EXAMPLE:

1. Fie un inel de cupru întins de-a lungul ecuatorului, de lungime $l_0 = 40000$ km la 30°C . Care ar fi spațiul dintre inel și sol dacă temperatura ar crește cu un grad? (Coeficientul de dilatație liniară a cuprului este $\alpha = 4,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$.)

EXAMPLE:

2. Niturile de aluminiu utilizate în construcția de avioane se confecționează mai groase decât orificiile în care urmează să se introducă. Pentru a încapa în găuri, ele sunt răcite la $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$ cu CO_2 solid (gheață carbonică). Dacă diametrul orificiilor este de $6,4\text{ mm}$, calculați cât ar fi diametrul niturilor la această temperatură. (Coeficientul de dilatație liniară a cuprului, $\alpha = 7,2 \cdot 10^{-5}\text{ K}^{-1}$.)