

LUCRUL MECANIC ȘI ENERGIA

A. LUCRUL MECANIC

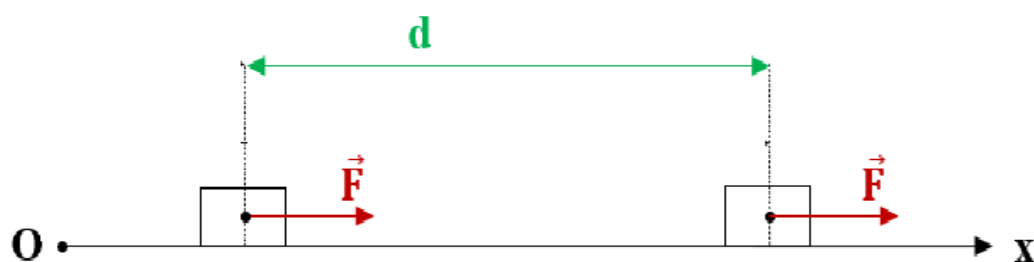
1. NOTIUNEA DE LUCRU MECANIC

Lucrul mecanic este o mărime fizică de proces., adică caracterizează un corp într-un proces de transformare (mișcare). Spre deosebire de lucrul mecanic, energia este o mărime fizică de stare, adică caracterizează un corp într-o anumită stare. Energia este capacitatea unui corp de a efectua lucru mecanic sau altfel spus un corp *”efectuează lucrul mecanic pe baza scăderii energiei lui”*.

În concluzie cele două noțiuni (lucrul mecanic și energia) sunt mărimi care coexistă împreună, iar atunci când una dintre ele scade (ca valoare numerică) cealaltă crește...

2. LUCRUL MECANIC AL UNEI FORȚE CONSTANTE $\vec{F}$ CARE ESTE PARALELĂ CU DIRECȚIA DE DEPLASARE A CORPULUI

Presupunem că avem un corp asupra căruia acționează o forță constantă $\vec{F}$ care deplasează corul din punctul A în punctul B pe distanța d



DEFINIȚIE : lucrul mecanic al unei forțe constante $\vec{F}$ paralelă cu direcția deplasării care acționează asupra unui corp și-l deplasează pe o distanță d este o mărime fizică scalară egală cu produsul dintre valoarea numerică a forței $\vec{F}$ și valoarea deplasării d a corpului sub acțiunea forței.

$$L = F \cdot d$$

Deducem unitatea de măsură a lucrului mecanic :

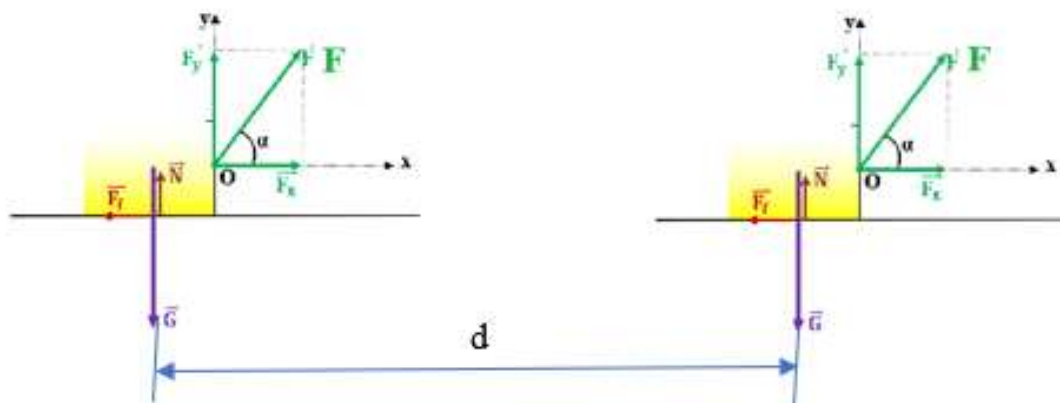
$$[L]_{SI} = [F]_{SI} \cdot [d]_{SI}$$

$$1 \text{ J (joule)} = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m}$$

JOULUL este lucrul mecanic efectuat de o forță constantă $\vec{F}$ de 1 N (newton) care acționează asupra unui corp deplasându-l pe distanța de 1m, forța fiind paralelă cu direcția deplasării corpului.

În concluzie lucrul mecanic este o mărime fizică scalară cu unitatea de măsură joulul (J)

3. LUCRUL MECANIC AL UNEI FORȚE CONSTANTE $\vec{F}$ CARE ACȚIONEAZĂ ASUPRA UNUI CORP ȘI FACE UNGHIIUL α CU DIRECȚIA DEPLASĂRII



După cum se vede din figura de mai sus componenta forței $\vec{F}$ care deplasează corpul pe distanța d este F_x (corpul se deplasează doar pe orizontală). Componenta F_y nu produce lucru mecanic pentru că corpul nu se deplasează pe verticală. Deci putem scrie :

$$L = F_x \cdot d$$

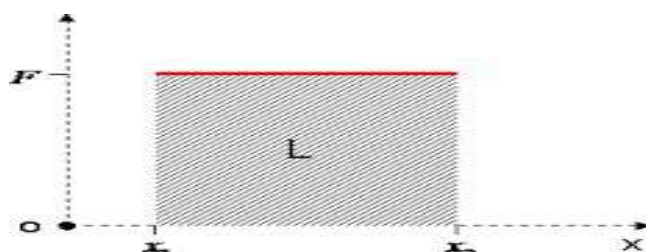
Cum din triunghiul dreptunghic FO F_x putem scrie $\cos \alpha = \frac{F_x}{F}$, deci $F_x = F \cos \alpha$, deci

lucrul mecanic este :

$$L = F \cdot d \cdot \cos \alpha$$

4. INTERPRETAREA GEOMETRICĂ A LUCRULUI MECANIC

Dacă reprezentăm forța $\vec{F}$ în funcție de distanța d pe care acționează se obține graficul de mai jos. (să nu uităm că forța $\vec{F}$ este o forță constantă)



$d = X_2 - X_1$ – deplasarea sub

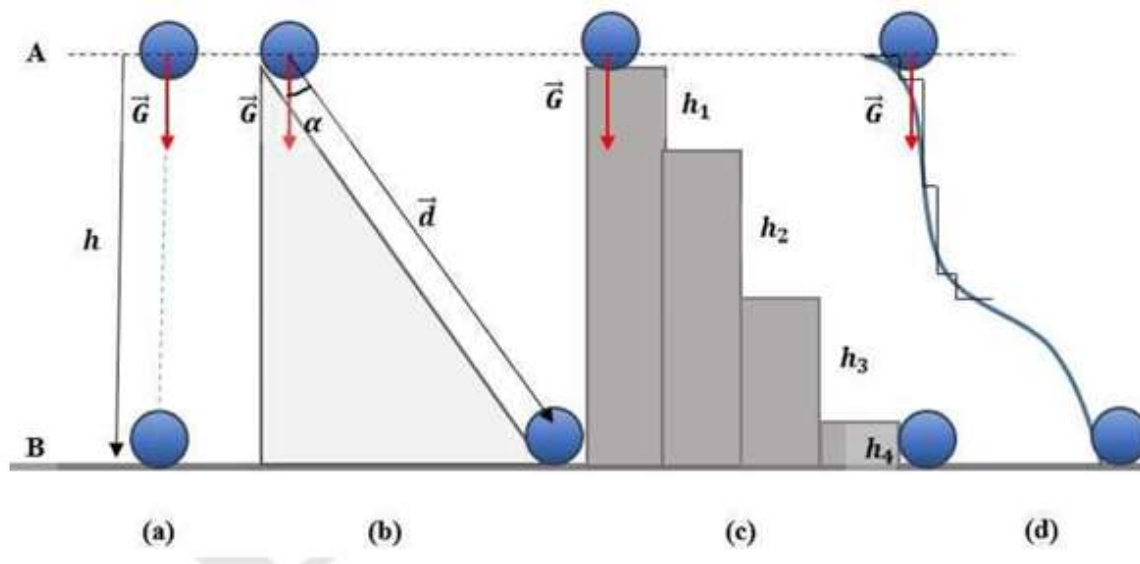
acțiunea forței $\vec{F}$

$L = F \cdot d$ – reprezintă în figura alăturată chiar lucrul mecanic (aria figurii hașurate)

Observație : Lucrul mecanic al unei forțe $\vec{F}$ este dată de aria cuprinsă între axa OX și graficul forței în funcție de deplasare

5. LUCRUL MECANIC AL GREUTĂȚII

Orice corp, aflat la o înălțime h față de sol, sub acțiunea greutateii sale ajunge la suprafața solului sub acțiunea greutateii.



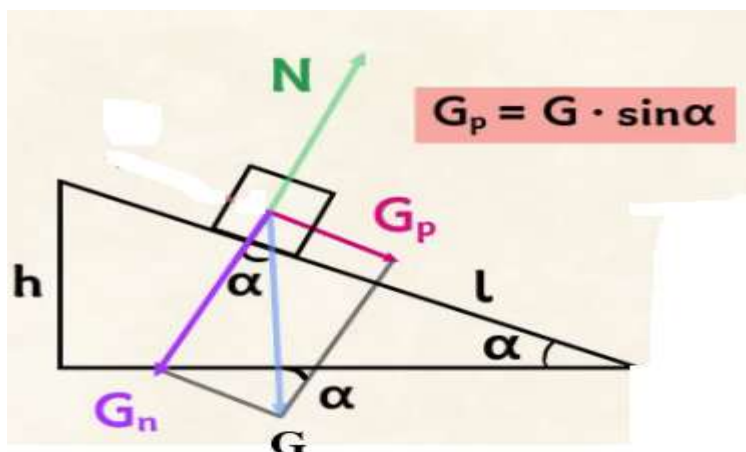
Să presupunem corpul ajungând la sol prin 4 drumuri : a – cădere liberă, b – planul înclinat, c – în mai multe etape (h_1 , h_2 , h_3 și h_4) sau cazul d – traiectorie aleatorie. Vom calcula lucrul mecanic al greutateii în cazurile a) și b).

a) Lucrul mecanic al greutății în cădere liberă

În acest caz forța (constantă) care deplasează corpul între punctele A și B este greutatea, deci putem scrie : $L_G = G \cdot h$ sau $L_G = mgh$ acesta fiind lucrul mecanic al greutății în cădere liberă.

$$L_G = mgh \quad (a)$$

b) Lucrul mecanic pe planul înclinat (cazul b) pe desenul de mai sus)



După cum se observă din figură lucrul mecanic produce doar componente paralelă cu planul înclinat G_p care deplasează corpul de-a lungul planului înclinat pe lungimea l a acestuia (vezi și mișcarea pe plan înclinat din lecțiile anterioare). Putem scrie :

$$L_G = G_p \cdot l \quad \longrightarrow \quad L_G = mg \sin \alpha$$

Dacă aplicăm funcția sinus în triunghiul dreptunghic al planului înclinat $\sin \alpha = \frac{h}{l}$,
deci $h = l \sin \alpha \quad \longrightarrow \quad L_G = mgh$.

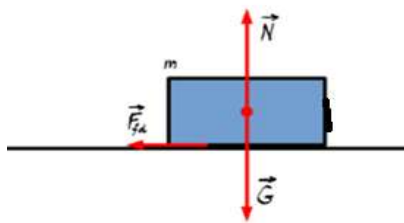
$$L_G = mgh \quad (b)$$

Se observă că, lucrul mecanic al greutății este același indiferent de "traseul" pe care acționează greutatea (cădere liberă sau plan înclinat)

Forțele ale căror lucru mecanic nu depind de "drum" (plan înclinat sau cădere liberă) se numesc forțe conservative, iar câmpul în care acționează se numește câmp conservativ de forțe (cazul câmpului gravitațional în care acționează greutatea)

6. LUCRUL MECANIC AL FORȚEI DE FRECARE

Expresia forței de frecare : $F_f = \mu N$ (aici am luat în considerare doar modulul, expresia matematică). Conform desenului de mai jos putem scrie :



$$L_{Ff} = F_f \cdot d$$

$$F_f = \mu N$$

$$L_{Ff} = \mu N d$$

$$N = G \text{ (corpul nu se mișcă pe verticală)}$$

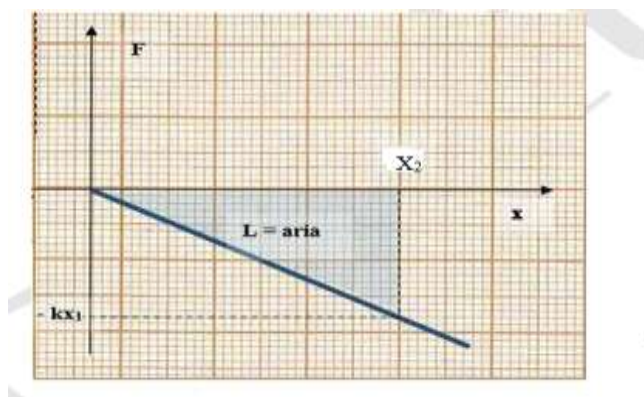
$$G = mg$$

$$L_{Ff} = - \mu mg d$$

După cum se observă lucrul mecanic al forței de frecare este negativ, deoarece forța de frecare are direcția deplasării, dar sens contrar ei. Vom spune că *"lucrul mecanic al forței de frecare este un lucru mecanic rezistent"*

7. LUCRUL MECANIC AL FORȚEI ELASTICE

În cazul forței elastice nu putem folosi formula de definiție a lucrului mecanic ($L_{Fe} \neq F_e \cdot X$) pentru că, după cum se vede forța elastică nu este o forță constantă, ea depinzând de alungirea X . (cu cât forța este mai mare, cu atât și alungirea este mai mare). În acest caz, ca de altfel în toate cazurile în care forța ce acționează asupra unui corp nu este constantă se folosește reprezentarea grafică a lucrului mecanic (explicată la punctul 4.) Deci vom reprezenta grafic lucrul mecanic al forței elastice, iar aria figurii de sub grafic reprezintă lucrul mecanic al forței elastice.



$X_1 = 0$ – se consideră resortul netensionat

$\Delta X = X_2 - X_1$ – deformarea resortului

$F_e = - K \cdot \Delta X$ – forța elastică

L – aria figurii hașurate reprezintă lucrul mecanic al forței elastice

Se observă că aria este un triunghi dreptunghic, deci putem scrie :

$$L_{Fe} = - \frac{kx \cdot x}{2}$$

Deci, lucrul mecanic al forței elastice este :

$$L_{F_e} = - \frac{kx \cdot x}{2}$$

Se observă, că, dacă am folosi formula lucrului mecanic pentru o forță constantă (ceea ce în cazul forței elastice nu e adevărat) am fi obținut $L_{F_e} = - KX \cdot X = -KX^2$ adică $L_{F_e} \neq - KX^2$