

### Lucrul mecanic. Forțe conservative. Interpretarea geometrică a lucrului mecanic.

Lucrul mecanic

Lucrul mecanic efectuat de o forță constantă asupra unui corp este egal cu produsul dintre modulul forței și modulul deplasării în direcția și sensul forței.

$$L = F \cdot d$$

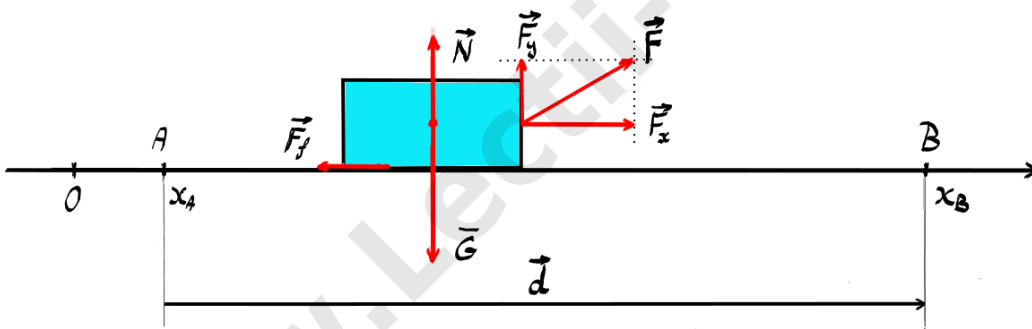
Lucrul mecanic este o mărime scalară.

Unitatea de măsură a lucrului mecanic se numește Joule.

$$[L] = [F] \cdot [d] = 1N \cdot 1m = 1J \text{ (Joule)}$$

Un Joule reprezintă lucrul mecanic efectuat de o forță de 1N ce își deplasează punctul de aplicație pe distanța de 1m în direcția și sensul forței.

Trebuie remarcat faptul că definiția lucrului mecanic se referă la o forță constantă. Pentru a exista lucru mecanic este necesar să existe și deplasare.



Pentru determinarea lucrului mecanic deplasarea trebuie luată în direcția și sensul forței sau trebuie luată în considerare doar componenta forței pe direcția paralelă cu deplasarea. Rezultă de aici că dacă deplasarea este în sens opus forței lucrul mecanic este negativ, iar dacă deplasarea este perpendiculară pe forță atunci lucrul mecanic este nul.

Lucrul mecanic al forței de frecare este negativ, iar lucrul mecanic al greutății și al reacțiunii normale este nul la deplasarea orizontală.

Având în vedere faptul că atât forța cât și deplasarea sunt vectori, lucrul mecanic al unei forțe constante poate fi definit ca produsul scalar dintre vectorul forță și vectorul deplasare.

$$L = \vec{F} \cdot \vec{d}$$

sau

$$L = Fd \cos(\alpha)$$

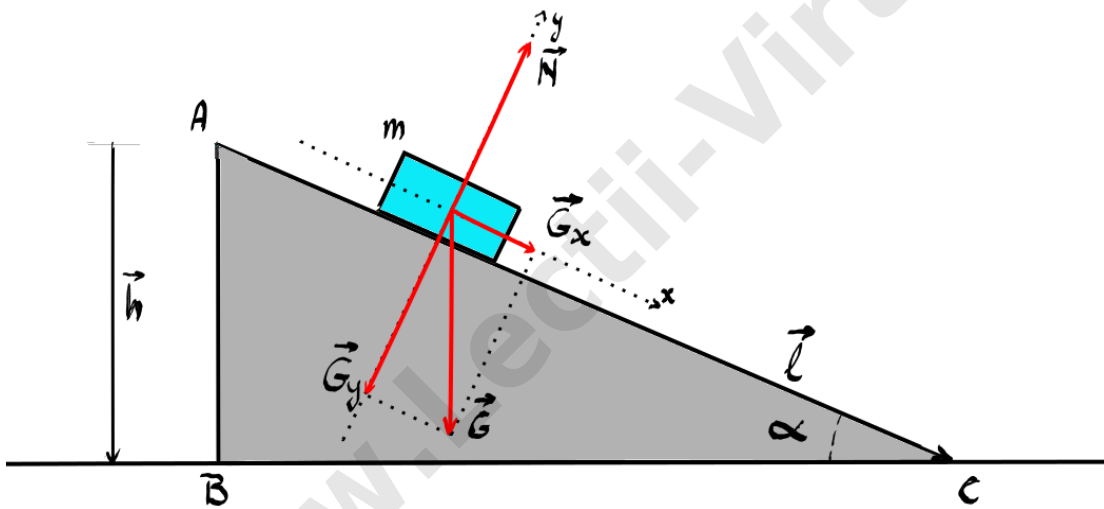
unde  $\alpha$  reprezintă unghiul dintre direcția forței și direcția deplasării.

Dacă lucrul mecanic este pozitiv, el generează mișcare și se numește lucru mecanic motor, iar forța ce îl determină se numește forță motoare (Ex.: lucrul mecanic al forței de tracțiune, lucrul mecanic al greutății la căderea corpurilor, etc.). Dacă lucrul mecanic este negativ se numește lucru mecanic rezistent, iar forța ce îl generează se numește forță rezistentă (Ex.: lucrul mecanic al forței de frecare, lucrul mecanic al greutății la mișcarea corpurilor în sus, etc.).

### Forțe conservative

În general lucrul mecanic depinde de drumul parcurs de corp. Există, însă, forțe a căror lucru mecanic nu depinde de drumul parcurs ci numai de poziția inițială și poziția finală a corpului. Lucrul mecanic al forțelor gravitaționale, al forțelor elastice, al forțelor electrice și al forțelor magnetice este conservativ, adică nu depinde de drumul parcurs. Observăm că este vorba de câmpuri de forțe.

În cazul lucrului mecanic al greutății putem demonstra că acesta are aceeași valoare atât la căderea liberă cât și la alunecarea pe un plan înclinat.



Dacă corpul se deplasează sub acțiunea greutății de la A la B, observăm că forța de greutate și deplasarea sunt paralele, deci:

$$L = Gh = mgh$$

Dacă corpul se deplasează de la A la C, atunci generează mișcare doar componenta greutății ce este paralelă cu planul înclinat:

$$G_x = G \sin(\alpha) = mg \sin(\alpha)$$

deplasarea determinată în funcție de înălțime și unghiul  $\alpha$  este:

$$l = \frac{h}{\sin(\alpha)}$$

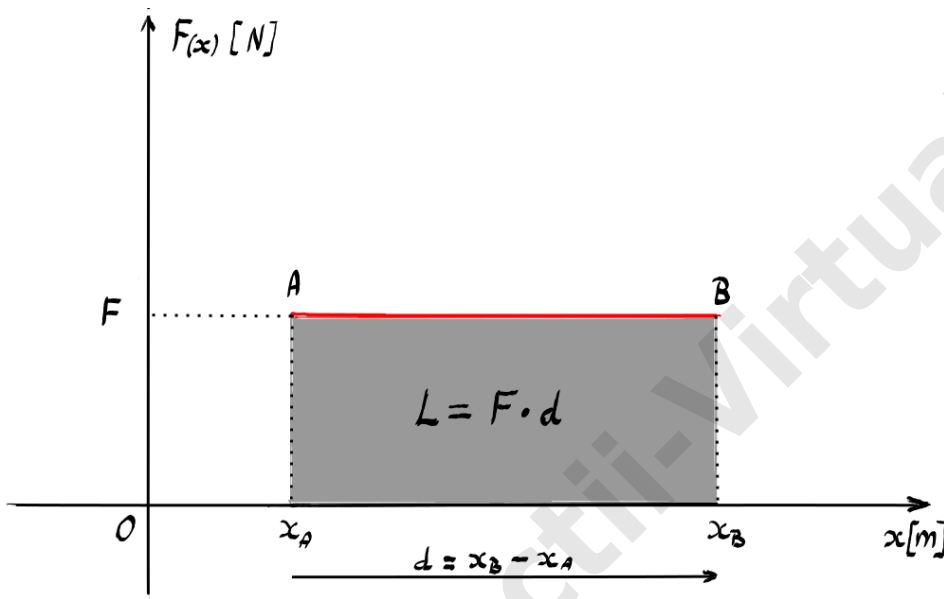
Calculând lucrul mecanic rezultă:

$$L = G_x l = mg \sin(\alpha) \frac{h}{\sin(\alpha)} = mgh$$

Rezultă că lucrul mecanic al greutateii nu depinde de drumul parcurs ci doar de poziția inițială și cea finală pe care o are corpul în câmpul de forțe.

### Interpretarea geometrică a lucrului mecanic

Dacă reprezentăm grafic o forță constantă ce acționează asupra unui corp în funcție de poziția  $x$  rezultă următorul grafic:

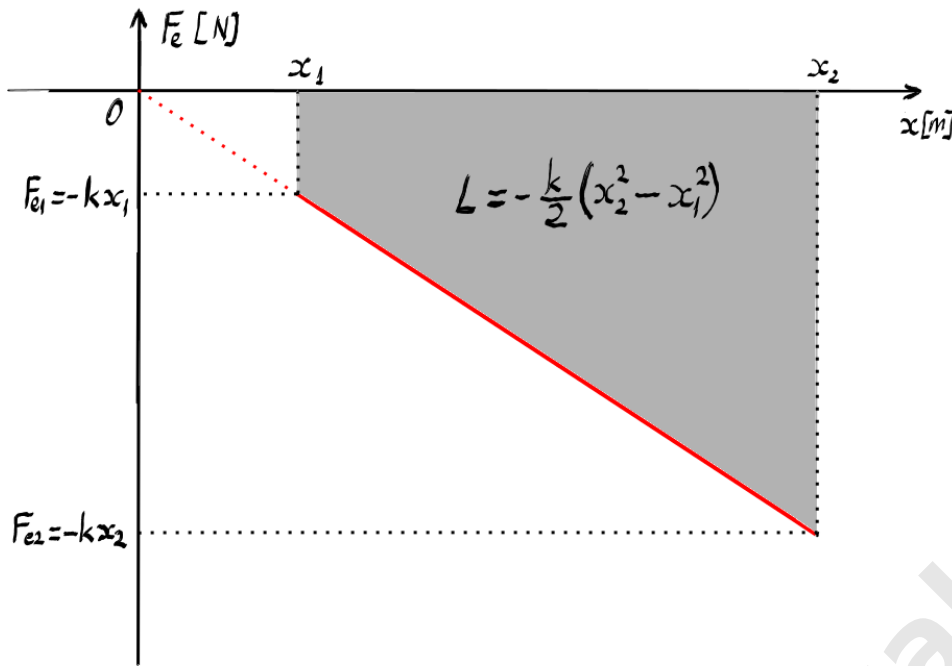


Analizând graficul observăm că lucrul mecanic este echivalent cu aria cuprinsă între graficul forței și axa pozițiilor. Aria are forma unui dreptunghi, unde una dintre laturi este egală cu mărimea forței iar cealaltă cu mărimea deplasării.

### Lucrul mecanic al forței elastice

Putem folosi afirmația de mai sus pentru calculul lucrului mecanic al unei forțe variabile. În cazul nostru calculăm lucrul mecanic al forței elastice ce apare într-un resort și care este dependentă de deformarea resortului. Presupunem că un resort, sub influența unei forțe deformatoare, se deformează alungindu-se de la poziția 1 la poziția 2.

Reprezentând grafic forța elastică în funcție de poziție, luând ca origine poziția în care resortul nu este deformat, rezultă următorul grafic:



Observăm că deplasarea corpului este echivalentă cu alungirea resortului între punctele 1 și 2 și este:

$$\Delta l = x_2 - x_1$$

iar forța elastică crește în sens negativ de la:

$$F_{e1} = -kx_1$$

la

$$F_{e2} = -kx_2$$

Forța elastică este o forță rezistentă și are sens opus alungirii, de aceea apare cu semnul minus.

Aria cuprinsă între graficul forței și axa pozițiilor are forma unui trapez și se calculează cu relația:

$$A = \frac{(B+b)h}{2}$$

Aplicând relația rezultă:

$$L = \frac{(F_{e2} + F_{e1})\Delta l}{2} = \frac{(-kx_2 - kx_1)(x_2 - x_1)}{2} = -\frac{k}{2}(x_2^2 - x_1^2)$$