Forţa

Definiţie
Un newton este forţa necesară pentru a imprima unui corp cu masa de **1kg** o acceleraţie de **$1ms^{-2}$** vizualizare...

Legile lui Newton sunt trei legi ale fizicii care dau o relaţie directă între forţele care acţionează asupra unui corp şi mişcarea acelui corp. Ele au fost enunţate de Sir Isaac Newton în lucrarea sa Philosophiae Naturalis Principia Mathematica (1687). Aceste legi formează baza mecanicii clasice şi Newton însuşi le-a folosit pentru a explica multe rezultate privind mişcarea obiectelor fizice. În al treilea volum al textului, a arătat că aceste legi ale mişcării, combinate cu legea atracţiei universale, explică legile lui Kepler privind mişcarea planetelor.

Prima lege a lui Newton - Principiul I al mecanicii
Orice corp îşi menţine starea de repaus sau de mişcare rectilinie uniformă atât timp cât asupra sa nu acţionează alte forţe sau suma forţelor care acţionează asupra sa este nulă.

Dacă aupra unui corp nu acţionează nicio forţă rezultantă, atunci corpul:
- dacă este în repaus, rămâne în repaus
- dacă este în mişcare, îşi continuă mişcarea cu o viteză constantă, pe o traiectorie dreaptă.

A doua lege a lui Newton - Principiul al II-lea al mecanicii
Newton introduce noţiunea de cantitate de mişcare, ceea ce astăzi se numeşte impuls. Aceasta este o mărime vectorială egală cu produsul dintre masă şi viteză. $p=mv$ Principiul al doilea al mecanicii introduce noţiunea de forţă ca fiind derivata impulsului în raport cu timpul. $F=dp/dt$ sau folosind definiţia impulsului $F=d(mv)/dt$. În mecanica newtoniană se consideră că masa este constantă (independentă de viteză) cât timp se păstrează integritatea corpului, deci $F=mdv/dt$. Adică $F=ma$.
Cu cât un obiect este mai greu, cu atât este necesară o forţă mai mare pentru a-i imprima aceeaşi acceleraţie:

$F = ma$

A treia lege a lui Newton - Principiul al III-lea al mecanicii
Când un corp acţionează asupra altui corp cu o forţă (numită forţă de acţiune), cel de-al doilea corp acţionează şi el asupra primului cu o forţă (numită forţă de reacţiune) de aceeaşi mărime şi de aceeaşi direcţie, dar de sens contrar. Acest principiu este cunoscut şi sub numele de Principiul acţiunii şi reacţiunii.

Principiul suprapunerii forţelor
Dacă mai multe forţe acţionează în acelaşi timp asupra unui corp, fiecare forţă produce propria sa acceleraţie în mod independent de prezenţa celorlalte forţe, acceleraţia rezultantă fiind suma vectorială a acceleraţiilor individuale.

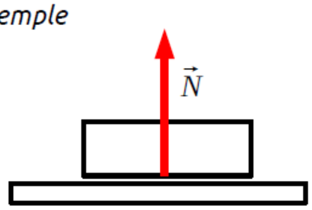
Forţe care acţionează asupra unui vehicul
Asupra unui **vehicul staţionar** (viteza este zero) acţionează, doar pe verticală, forţa de **greutate** şi forţa **normală**. Asupra unui vehicul aflat în **mişcare cu viteză constantă**, pe verticală acţionează forţa de **greutate** şi forţa **normală**, iar pe orizontală forţa de **tracţiune** şi forţa de **frecare**.

Tipuri de forțe

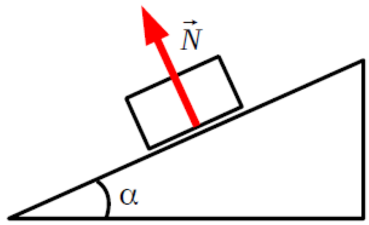
Forța de apăsare normală ($\vec{N}$)

- se reprezintă de fiecare dată când două corpuri se ating.
- pentru un corp, forța de apăsare normală se reprezintă perpendicular pe suprafața de contact, dinspre suprafață către corp.
- nu există o lege a forței de frecare.

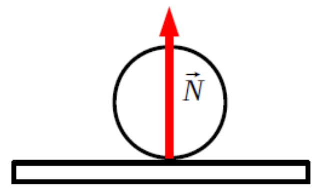
Exemple



corp aflat pe o suprafață plană



corp pe un plan înclinat

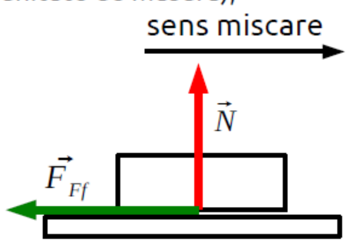


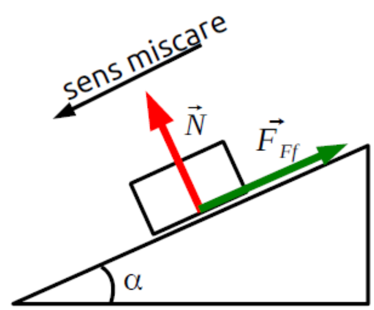
corp rotund

Forța de frecare la alunecare (F_{Ff})

- se reprezintă dacă între corpuri există o mișcare relativă;
- pentru un corp, se reprezintă perpendicular pe normală ($\vec{N}$), în sens opus mișcării relative a corpului față de suprafață;
- legea forței de frecare: $F_{Ff} = \mu \cdot N$. Atenție, relația nu este vectorială, este doar o relație între valori. În formula de mai sus, μ se numește coeficient de frecare și depinde de natura suprafețelor și gradul de prelucrare al acestora. Este o mărime adimensională (nu are unitate de măsură);

Exemple

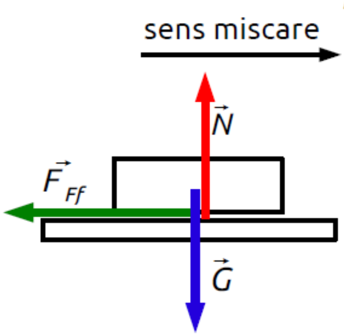


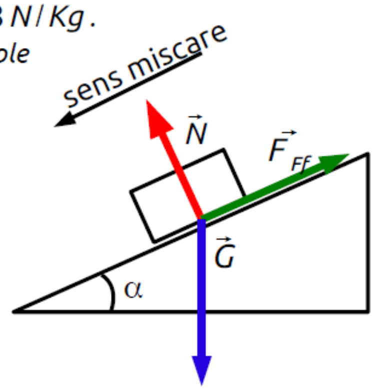


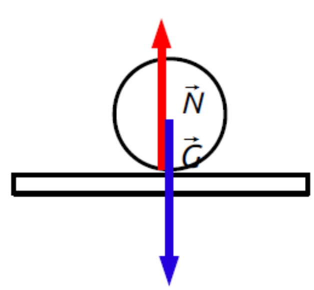
Forța de greutate ($\vec{G}$)

- se reprezintă în cazul corpurilor aflate în vecinătatea Pământului;
- dacă corpul este aproape de Pământ (majoritatea situațiilor de la gimnaziu), greutatea se reprezintă vertical cu sensul în jos;
- legea forței de greutate: $G = m \cdot g$, unde g reprezintă accelerația gravitațională $g = 9{,}8\, m/s^2$ *sau* $g = 9{,}8\, N/Kg$.

Exemple





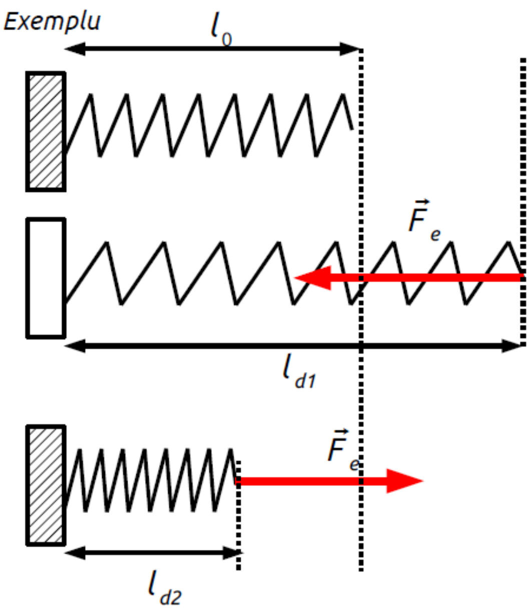


Observație: Greutatea se reprezintă din centrul corpului. Putem deplasa vectorul pe desen, fără a modifica orientarea și sensul, pentru a aranja vectorii așa încât să aibă originea comună (vezi exemplul cu plan înclinat de mai sus)

Forța elastică ($\vec{F}_e$)

- apare în cazul corpurilor deformate elastic. La gimnaziu, corpurile elastice frecvent întâlnite sunt resorturile și firele elastice. Diferența între ele constă în faptul că un resort suportă întindere și comprimare.
- se reprezintă cu direcția de-a lungul resortului/firului, sens opus creșterii deformației.
- legea forței elastice: $F_e = k \cdot \Delta x$ în care: k reprezintă constanta elastică a resortului, $[k]_{SI} = 1\ N/m$ iar Δx reprezintă alungirea resortului, $\Delta x = l_d - l_0$;
  l_0 reprezintă lungimea nedeformată a resortului iar l_d reprezintă lungimea resortului atunci când este deformat.

Exemplu



$F_e = 0$ resort nedeformat

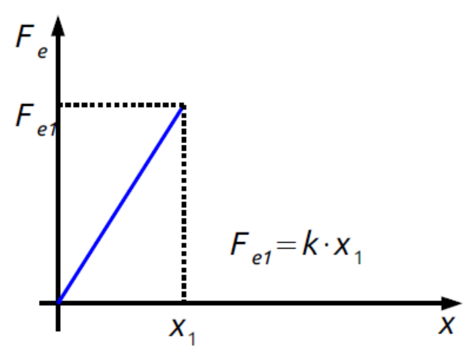
$F_e = k \cdot (l_{d1} - l_0)$ cazul resortului întins

$F_e = k \cdot (l_0 - l_{d2})$ cazul resortului comprimat

Legea forței elastice se poate scrie simplificat, dacă considerăm $l_0 = 0$. Cu alte cuvinte măsurăm doar deformarea resortului. În acest caz legea forței elastice devine:
$F_e = k \cdot x$.

Observație Forța elastică poate avea valoare pozitivă sau negativă în cazul unui resort. deoarece un resort se poate întinde sau comprima. După cum se observă din desen, avem pentru forța elastică două sensuri posibile. Recomandat este să se folosească un sistem de coordonate, caz în care semnul "-" se interpretează în acord cu sensul axei alese.

Reprezentarea grafică a forței elastice în funcție de deformarea resortului este cea din figura alăturată

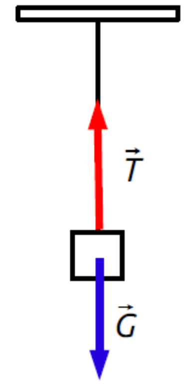


Tensiunea din fir ($\vec{T}$)

- apare în orice secţiune a unui fir/cablu neelastic, atunci când acesta este supus unei forţe de întindere;
- direcţia este de-a lungul firului, sensul va fi dinspre corp către fir;
- nu există o lege forţei de tensiune;

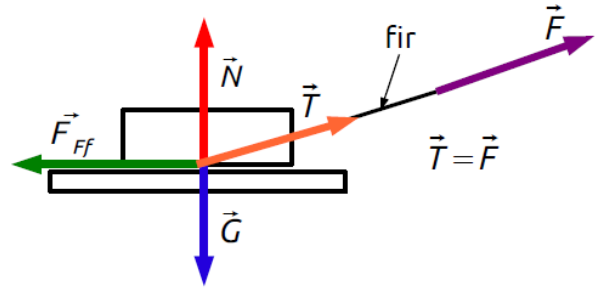
Exemple

Asupra corpului forţa de tensiune acţionează în jos, în timp ce asupra firului va acţiona în sus (conform principiului acţiunii şi reacţiunii, cele două forţe vor avea aceeaşi valoare, aceeaşi direcţie dar sensuri opuse). Am reprezentat forţa de tensiune care acţionează asupra corpului, deoarece în general nu ne interesează forţa care acţionează asupra firului, în majoritatea situaţiilor considerându-se firul de masă neglijabilă.



Observaţie:

Dacă se acţionează cu o forţă $\vec{F}$ asupra unui fir, atunci tensiunea din fir este egală cu forţa cu care se trage de fir.



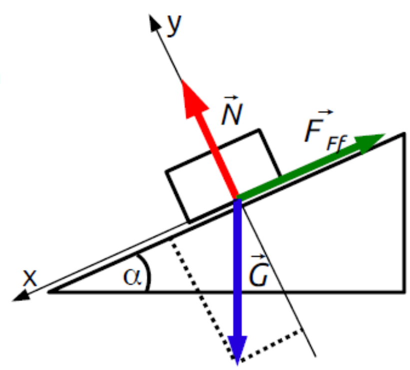
Echilibrul de translaţie

Un corp este în echilibru de translaţie dacă $\vec{R}=0$, unde $\vec{R}$ reprezintă rezultanta forţelor care acţionează asupra corpului: $\vec{R}=\vec{F}_1+\vec{F}_2+.........+\vec{F}_n$

Echilibrul de translaţie poate fi <u>static</u> (corp în repaus) sau <u>dinamic</u> (corp în mişcare rectilinie şi uniformă).

Exemplu

Un corp coboară uniform pe un plan înclinat. Aflaţi valoarea coeficientului de frecare dintre corp şi plan.



Se dau: $\alpha=30^o$; $g=9.8\,N/Kg$

Rezolvare

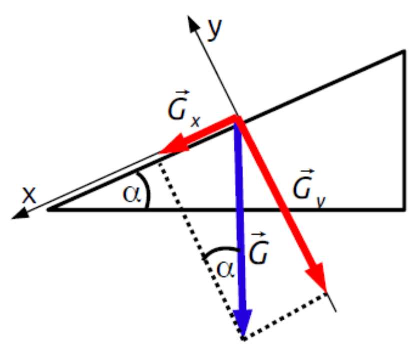
Se alege un sistem de două axe ca în figură.

Se impune condiţia de echilibru (dinamic): $\vec{G}+\vec{N}+\vec{F}_{Ff}=0$

Se utilizează metoda analitică

$$\begin{aligned} &pe\ axa\ ox: \ G_x-F_{Ff}=0 \\ &pe\ axa\ oy: \ -G_y+N=0 \end{aligned} \qquad (1)$$

Componentele G_x şi G_y se calculează cu relaţiile (vezi figura)



$$G_x=G\cdot\sin\alpha$$

$$G_y=G\cdot\cos\alpha$$

Înlocuind în relaţiile (1) obţinem:

$$\begin{aligned} &G\cdot\sin\alpha-F_{Ff}=0 \\ &-G\cdot\cos\alpha+N=0 \end{aligned} \qquad (2)$$

Completăm aceste ecuaţii cu legea forţei de greutate şi a forței de frecare: $G = m \cdot g$; $F_{Ff} = \mu \cdot N$;

Setul de relații (2 devine):

$$m \cdot g \cdot \sin\alpha - \mu \cdot N = 0;$$
$$-m \cdot g \cdot \cos\alpha + N = 0; \qquad (3)$$

Înlocuim N din relația a doua în prima relație: $m \cdot g \cdot \sin\alpha - \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos\alpha = 0$

În final: $m \cdot g \cdot (\sin\alpha - \mu \cdot \cos\alpha) = 0 \;\Rightarrow\; \sin\alpha - \mu \cdot \cos\alpha = 0 \;\Rightarrow\; \mu = \dfrac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$

Calcul numeric: $\mu = \dfrac{\sin 30^o}{\cos 30^o} = \dfrac{1/2}{\sqrt{3}/2} = 0.58$