

Modul de rezolvare a problemelor de mecanică în care intervin principiile mecanicii newtoniene

Problemă

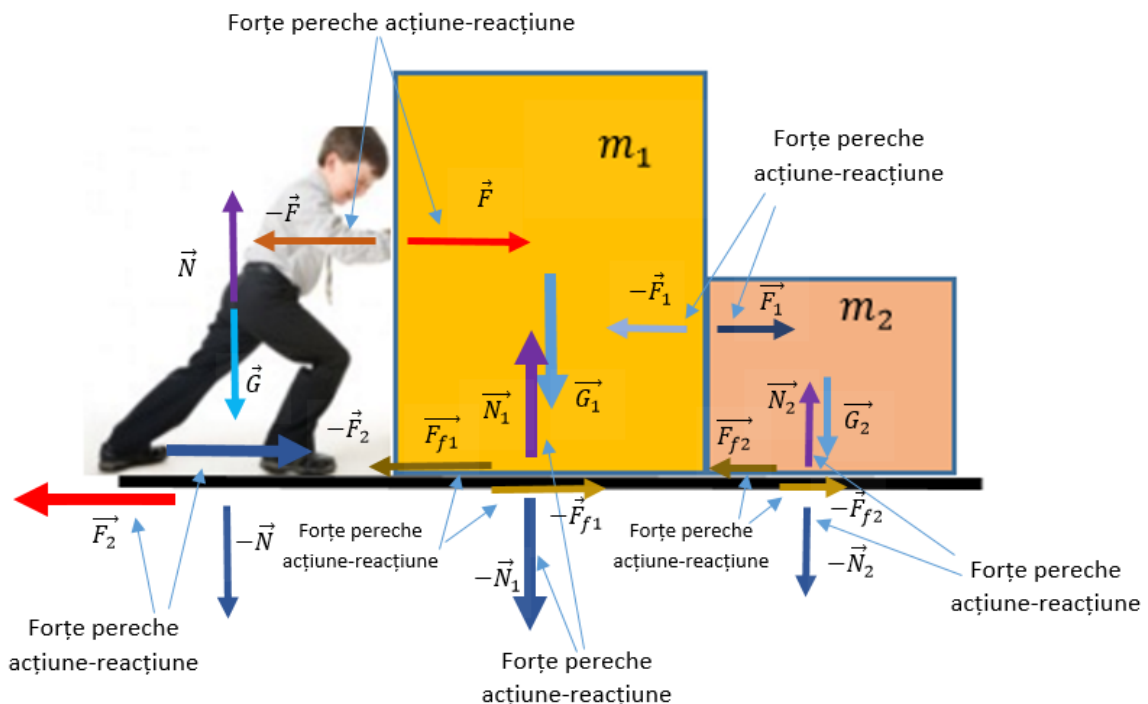
Se consideră lăzile din figura de mai jos. Se cunosc masele $m_1 = 200\text{kg}$, $m_2 = 110\text{kg}$. Între fiecare ladă și podea există o forță de frecare care reprezintă 10% din greutatea fiecăreia.

A) Să se deseneze forțele care acționează asupra fiecărui corp. Cu ce forță orizontală minimă trebuie să împingem lăzile pentru a începe să se deplaseze? Cât este forța cu care lada 1 împinge lada 2?



B) Dacă împingem cu o forță de două ori mai mare ca cea de la punctul A) aflați accelerația cu care se vor deplasa lăzile.

A) Se desenează forțele care acționează asupra fiecărui corp.



Copil

\vec{F} forța orizontală cu care copilul împinge lada 1.

$-\vec{F}$ forța cu care lada împinge copilul (reacțiunea celei de mai sus).

\vec{F}_2 forța cu care picioarele copilului împing Pământul.

$-\vec{F}_2$ forța cu care Pământul împinge picioarele copilului (reacțiunea celei de mai sus).

\vec{G} forța de atracție gravitațională exercitată de Pământ asupra copilului.

\vec{N} forța de apăsare normală exercitată de Pământ asupra picioarelor copilului.

$-\vec{N}$ forța de apăsare normală exercitată de copil asupra Pământului (reacțiunea celei de mai sus) .

Lada 1

\vec{G}_1 forța de atracție gravitațională exercitată de Pământ asupra lăzii 1.

\vec{N}_1 forța de apăsare normală exercitată de Pământ asupra lăzii 1.

$-\vec{N}_1$ forța de apăsare normală exercitată de lada 1 asupra Pământului(reacțiunea celei de mai sus) .

\vec{F}_1 forța cu care lada 1 împinge lada 2.

$-\vec{F}_1$ forța cu care lada 2 împinge lada 1 (reacțiunea celei de mai sus).

\vec{F}_{f1} forța de frecare exercitată de Pământ asupra lăzii 1.

$-\vec{F}_{f1}$ forța de frecare exercitată de lada 1 asupra Pământului (reacțiunea celei de mai sus).

Lada 2

\vec{G}_2 forța de atracție gravitațională exercitată de Pământ asupra lăzii 2.

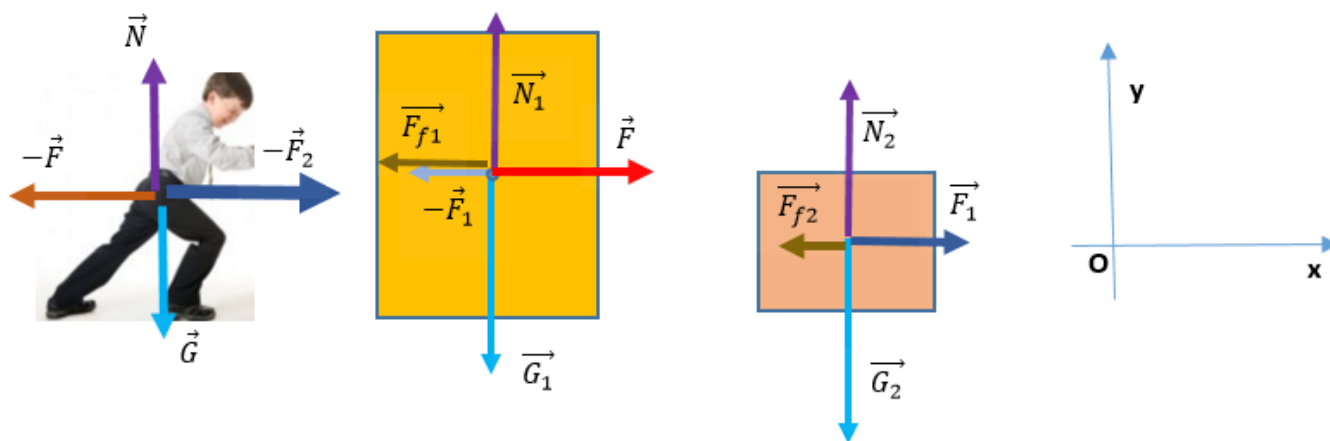
\vec{N}_2 forța de apăsare normală exercitată de Pământ asupra lăzii 2.

$-\vec{N}_2$ forța de apăsare normală exercitată de lada 2 asupra Pământului (reacțiunea celei de mai sus).

\vec{F}_{f2} forța de frecare exercitată de Pământ asupra lăzii 2.

$-\vec{F}_{f2}$ forța de frecare exercitată de lada 2 asupra Pământului (reacțiunea celei de mai sus).

Reprezentăm încă odată forțele care acționează asupra copilului, lăzii 1 și 2 . Reprezentarea tuturor forțelor se face în centrul de masă, diagrama care rezultă și care înglobează efectul tuturor celorlalte corpuri asupra corpului în discuție se numește diagrama **corpului liber**.



În fapt ne interesează doar cele două lăzi. La primul punct problema cere să se afle forța minimă necesară pentru a pune lăzile în mișcare. Asta înseamnă că lăzile sunt în repaus la limita alunecării, rezultanta forțelor asupra fiecărei lăzi fiind zero. În raport cu un sistem de axe de coordonate fix Oxy avem următoarele ecuații:

m_1

$$Ox: \vec{F} + \vec{F}_{f1} + (-\vec{F}_1) = 0$$

$$F - F_{f1} - F_1 = 0 \quad (1)$$

$$F_{f1} = \frac{10}{100} G_1 = 0,01m_1g = 20N$$

$$Oy: \vec{N}_1 + \vec{G}_1 = 0$$

$$N_1 - G_1 = 0 \quad (2), \quad N_1 = m_1g = 2000N$$

m_2

$$Ox: \vec{F}_1 + \vec{F}_{f2} = 0$$

$$-F_{f2} + F_1 = 0 \quad (3)$$

$$F_{f2} = \frac{10}{100} G_2 = 0,01m_2g$$

$$F_1 = F_{f2} = 12N$$

$$Oy: \vec{N}_2 + \vec{G}_2 = 0$$

$$N_2 - G_2 = 0 \quad (4), \quad N_2 = m_2g = 1200N$$

Din ecuația (1) $F = F_{f1} + F_1 = F_{f1} + F_{f2} = 32N$ forța minimă necesară împingerii lăzii.

Forța cu care lada 1 împinge lada 2 este $F_1 = 12N$

B) Dacă împingem lada 1 cu o forță de două ori mai mare $F = 64N$ atunci lăzile se vor mișca accelerat. Ecuațiile (1) și (3) se vor scrie (ținând seama de principiul II+IV al mecanicii):

$$F - F_{f1} - F_1 = m_1a \quad (1)$$

$$-F_{f2} + F_1 = m_2a \quad (3)$$

Pe direcția Oy situația rămâne nemodificată la fel în privința forțelor de frecare.

Dacă adunăm membru cu membru (1)+(3) obținem,

$$F - F_{f1} - F_{f2} = a(m_1 + m_2)$$

$$a = \frac{F - F_{f1} - F_{f2}}{m_1 + m_2} = \frac{32N}{310kg} = 0,1 \text{ m/s}^2$$