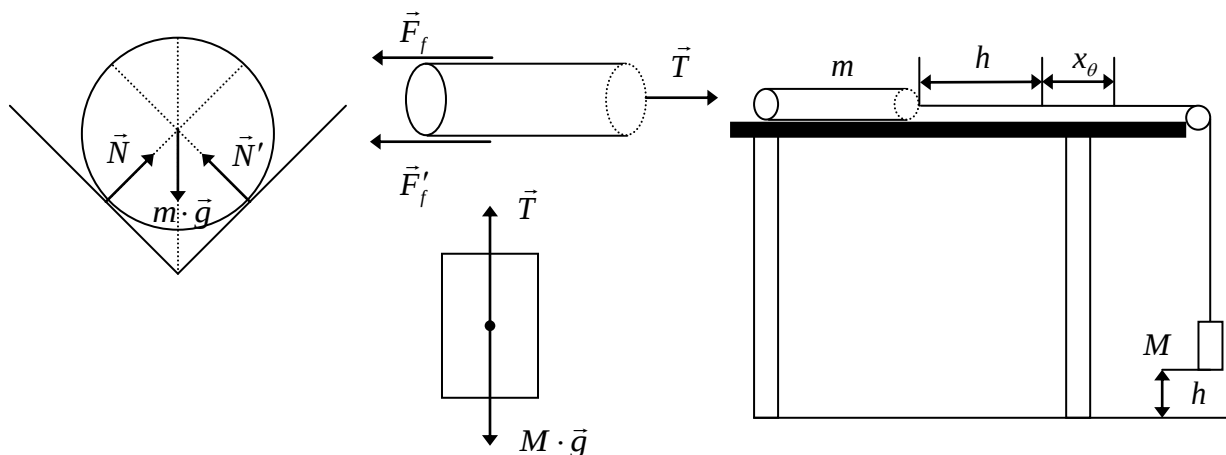


1. Justificarea teoretică a metodei

- a.) Determinarea coeficientului de frecare la alunecare dintre corpul din aluminiu și suprafața metalică a jgheabului (μ_1).



Aplicăm principiul II pentru corpul cu masa m:

$$\vec{T} + \vec{N} + \vec{N}' + m\vec{g} + \vec{F}_f + \vec{F}'_f = m\vec{a}$$

Proiectând pe axe, rezultă:
$$\begin{cases} O_x: T - F_f - F'_f = ma \\ O_y: N\cos 45^\circ + N'\cos 45^\circ - mg = 0 \end{cases}$$

Din motive de simetrie: $N=N'$ și $F_f=F'_f$, a. î.
$$\begin{cases} O_x: T - 2F_f = ma \\ O_y: 2N\cos 45^\circ = mg \Rightarrow N = \frac{mg}{\sqrt{2}} \\ F_f = \mu_1 N = \mu_1 \frac{mg}{\sqrt{2}} \end{cases}$$

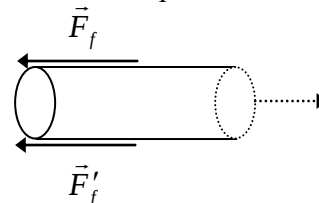
$$T - 2\mu_1 \frac{mg}{\sqrt{2}} = ma, \text{ sau } T - \sqrt{2}\mu_1 mg = ma \quad (1)$$

Principiul II pentru corpul cu masa M se scrie: $M\vec{g} + \vec{T} = M\vec{a}$;

proiectând pe axa verticală rezultă: $Mg - T = Ma$ (2)

Adunând relația (1) cu relația (2) obținem: $Mg - \sqrt{2}\mu_1 mg = (M + m)a$ (3)

După ce corpul cu masa M atinge solul, corpul cu masa m se deplasează frânat. Aplicăm principiul II pentru m: $\vec{N} + \vec{N}' + m\vec{g} + \vec{F}_f + \vec{F}'_f = m\vec{a}'$



Cum $N = N'$ și $F_f = F'_f = \mu_1 N$, rezultă:
$$\begin{cases} 2F_f = ma' \\ 2N\cos 45^\circ = mg \Rightarrow N = \frac{mg}{\sqrt{2}} \end{cases}$$

$$2\mu_1 \frac{mg}{\sqrt{2}} = ma'; \text{ sau } a' = \sqrt{2}\mu_1 g \quad (4)$$

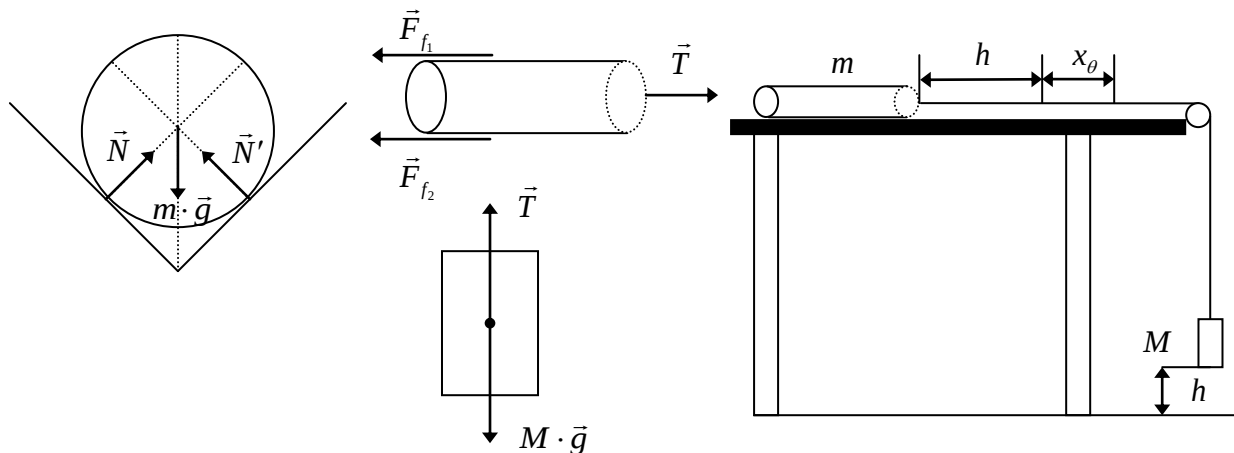
Pentru mișcarea accelerată și pentru mișcarea frânată scriem ecuația lui Galilei: $v^2 = 2ah$ și $0 = v^2 - 2a'x_0$, de unde rezultă: $ah = a'x_0$ (5)

Înlocuind în relația (5) pe a din (3) și pe a' din (4), obținem:

$$\frac{Mg - \sqrt{2}\mu_1 mg}{(M + m)} h = \sqrt{2}\mu_1 g x_0; \text{ de unde, după efectuarea calculelor, rezultă:}$$

$$\mu_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\frac{M}{m}}{1 + \frac{x_0}{h} \left(\frac{M}{m} + 1 \right)} \quad (\clubsuit) \dots\dots\dots 4 \text{ puncte}$$

b.) Determinarea coeficientului de frecare la alunecare dintre corpul din aluminiu și hârtia abrazivă lipită pe suprafața jgheabului (μ_2).



Aplicăm principiul II pentru corpul cu masa m :

$$\vec{T} + \vec{N} + \vec{N}' + m\vec{g} + \vec{F}_{f_1} + \vec{F}_{f_2} = m\vec{a}$$

Proiectând pe axe, rezultă:
$$\begin{cases} O_x: T - F_{f_1} - F_{f_2} = ma \\ O_y: N\cos 45^\circ + N'\cos 45^\circ - mg = 0 \end{cases}$$

Din motive de simetrie: $N=N'$, a.î.
$$\begin{cases} O_x: T - F_{f_1} - F_{f_2} = ma \\ O_y: 2N\cos 45^\circ = mg \Rightarrow N = \frac{mg}{\sqrt{2}} \\ F_{f_1} = \mu_1 N; F_{f_2} = \mu_2 N \end{cases}$$

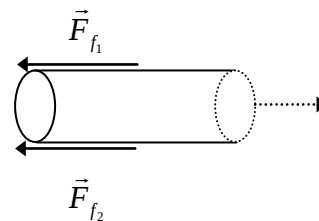
$$T - \mu_1 \frac{mg}{\sqrt{2}} - \mu_2 \frac{mg}{\sqrt{2}} = ma \quad (1)$$

Principiul II pentru corpul cu masa M se scrie: $M\vec{g} + \vec{T} = M\vec{a}$;
proiectând pe axa verticală rezultă: $Mg - T = Ma$ (2)

Adunând rel. (1) cu rel. (2) obținem:
$$Mg - \mu_1 \frac{mg}{\sqrt{2}} - \mu_2 \frac{mg}{\sqrt{2}} = (M + m)a \quad (3)$$

După ce corpul cu masa M atinge solul, corpul cu masa m se deplasează frânat. Aplicăm principiul II pentru m : $\vec{N} + \vec{N}' + m\vec{g} + \vec{F}_{f_1} + \vec{F}_{f_2} = m\vec{a}'$

Cum $N=N'$, rezultă:
$$\begin{cases} F_{f_1} + F_{f_2} = ma' \\ N\cos 45^\circ + N'\cos 45^\circ - mg = 0 \end{cases}$$



$$\begin{cases} F_{f_1} + F_{f_2} = ma' \\ 2N\cos 45^\circ = mg \Rightarrow N = \frac{mg}{\sqrt{2}} \\ F_{f_1} = \mu_1 N; F_{f_2} = \mu_2 N \end{cases}$$

$$\mu_1 \frac{mg}{\sqrt{2}} + \mu_2 \frac{mg}{\sqrt{2}} = ma'; \text{ sau } a' = \mu_1 \frac{g}{\sqrt{2}} + \mu_2 \frac{g}{\sqrt{2}} \quad (4)$$

Pentru mișcarea accelerată și pentru mișcarea frânată scriem ecuația lui Galilei: $v^2 = 2ah$ și $0 = v^2 - 2a'x_0$, de unde rezultă: $ah = a'x_0$ (5)

Înlocuind în relația (5) pe a din (3) și pe a' din (4), obținem:

$$\frac{Mg - \mu_1 \frac{mg}{\sqrt{2}} - \mu_2 \frac{mg}{\sqrt{2}}}{(M+m)} h = \left(\mu_1 \frac{g}{\sqrt{2}} + \mu_2 \frac{g}{\sqrt{2}} \right) x_0; \text{ de unde, după efectuarea calculelor, rezultă:}$$

$$\mu_2 = \frac{\sqrt{2} \frac{M}{m}}{1 + \frac{x_0}{h} \left(\frac{M}{m} + 1 \right)} - \mu_1 \quad (\clubsuit \clubsuit) \dots \dots \dots 3 \text{ puncte}$$

2. Descrierea modului de lucru 3 puncte

Determinarea lui μ_1 .

Se poziționează dispozitivul astfel încât corpul din fier să atingă solul, în timp ce corpul din aluminiu se află aproximativ la mijlocul porțiunii fără hârtie abrazivă a jgheabului, sfoara fiind întinsă. Se marchează această poziție a corpului din aluminiu pe hârtia milimetrică. Se trage apoi corpul din aluminiu în spate pe distanța h , corpul din fier ridicându-se și el tot la înălțimea h . Se eliberează corpul din aluminiu. Sistemul se deplasează accelerat pe distanța h , după care corpul din fier se oprește, iar cel din aluminiu se mai deplasează încetinit pe distanța x_0 până la oprire. Se citește x_0 pe hârtia milimetrică. Operația se repetă de cel puțin 10 ori. Datele obținute se trec într-un tabel. În final se calculează valoarea a lui μ_1 .

Determinarea lui μ_2 .

Pentru determinarea lui μ_2 corpul din aluminiu se poziționează la mijlocul porțiunii jgheabului acoperită cu hârtie abrazivă. Ulterior se parcurg aceleași etape ca pentru aflarea lui μ_1 . Valoarea lui μ_2 se calculează cu ajutorul relației ($\clubsuit \clubsuit$).

3. Tabel cu măsurători și valoarea obținută pentru $\mu_1 \in (0,15; 0,30)$ 3,5 puncte

Tabel cu măsurători și valoarea obținută pentru $\mu_2 \in (0,35; 0,50)$ 3,5 puncte

4. Surse de erori: 4x0,25=1 punct

De exemplu:

- neorizantalitatea perfectă a firului și a jgheabului
- neglijarea masei firului și a masei scripetelui
- neglijarea frecării din axul scripetelui
- erori la citirea distanțelor
- unghiul diedru al jgheabului nu este chiar de 90°
- nu este asigurată o simetrie perfectă în plan vertical
- neuniformitatea materialelor folosite

➤ elasticitatea firului

Din oficiu se acordă.....2 puncte

Observație: orice altă rezolvare corectă se apreciază cu punctaj maxim.