

STUDIUL MIȘCĂRII RECTILINII UNIFORM VARIATE

Introducere teoretică

Un corp de masă m , considerat punct material, este reperat într-un sistem de axe de coordonate, prin vectorul de poziție $\vec{r}$. Dacă asupra corpului acționează o forță $\vec{F}$, el se va deplasa cu o accelerație $\vec{a}$ pe care o putem calcula din legea a doua a lui Newton: $\vec{F} = m\vec{a}$ sau

$$m \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = \vec{F} \quad [1]$$

Să presupunem că atât forța cât și direcția mișcării sunt verticale. Putem alege sistemul de coordonate din care studiem problema astfel încât una din axele acestuia (să zicem axa z) să fie verticală. În acest caz $\vec{r} = z\vec{k}$ iar relația [1] devine:

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = \frac{F}{m} = a \quad [2]$$

unde a este modulul vectorului accelerație.

In cazul în care forța care acționează asupra punctului material este constantă, accelerația va fi și ea constantă iar mișcarea punctului material va fi una rectilinie uniform variată.

Legile vitezei și ale spațiului se obțin ușor din [2] prin integrare, dacă cunoaștem viteza inițială v_0 și poziția corpului la momentul inițial, z_0 .

$$v = v_0 + at \quad [3]$$

$$z = z_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad [4]$$

Ecuatiile [3] și [4] ne indică o metodă de măsură a accelerației și vitezei punctului material, prin măsurarea spațiului străbătut de punctul material și a timpului în care străbate acest spațiu, dacă condițiile inițiale se consideră cunoscute.

Realizarea experimentală a condiției $a = \text{constant}$ implică alegerea unei forțe active constante, condiție care poate fi îndeplinită prin alegerea forței de greutate ca forță activă.

Dispozitivul cu ajutorul căruia veți studia mișcarea rectilinie variată este mașina Atwood, vezi Figura 1.

Peste scripetele mașinii S se trece un fir inextensibil F, de masă neglijabilă de care se

atârână două greutateți G_1 și G_2 de mase egale $M = 123 \text{ g}$. Peste greutatea G_1 se pune o supra - greutate în formă de disc (C) care are scopul de a învinge forțele de frecare ale

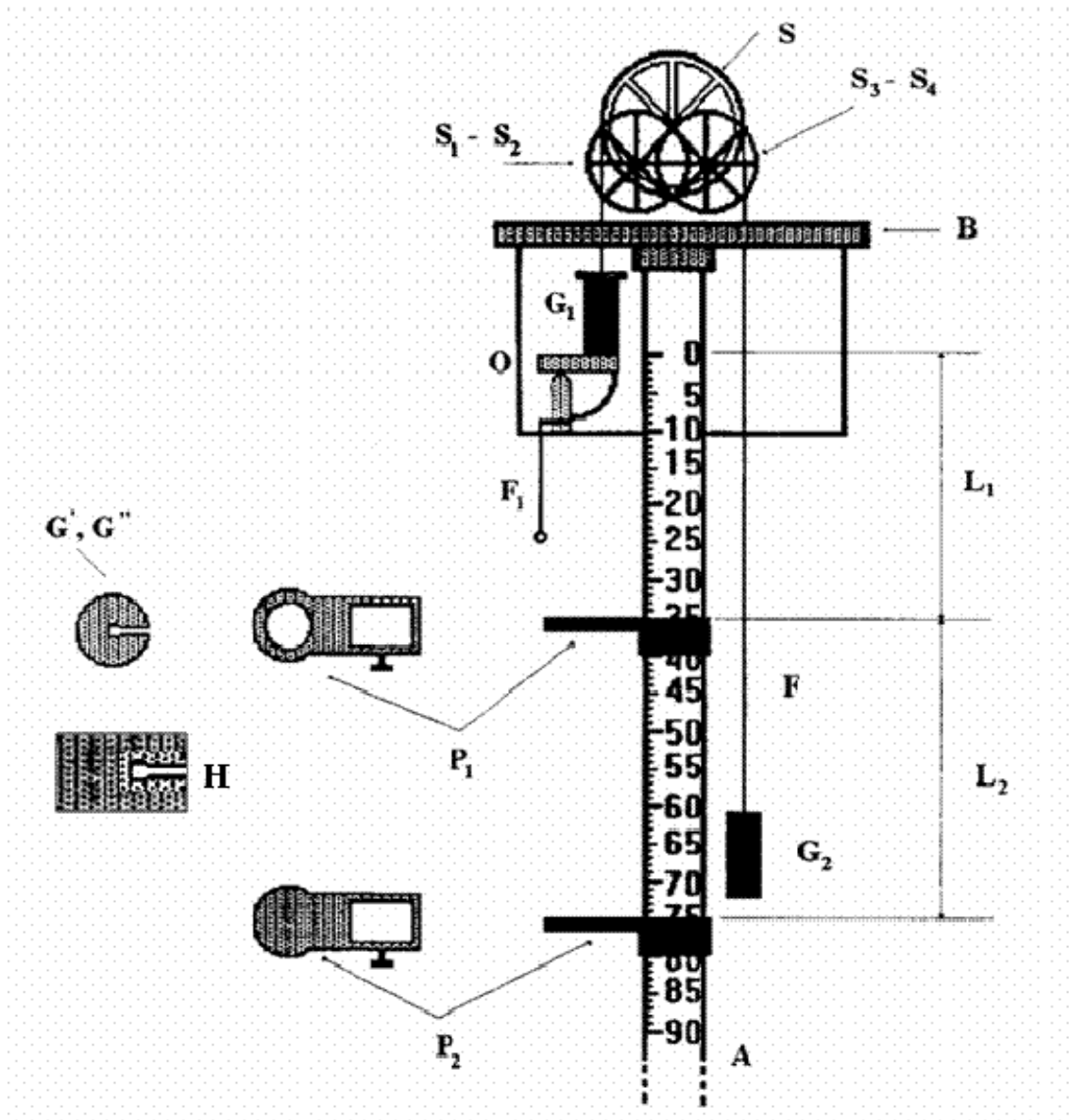


Figura 1. Schema mașinii Atwood.

sistemului. Masa greutateții G_1 poate fi mărită cu ajutorul greutateților adiționale inelare G' și G'' de mase 1.75 g , sau a greutateții H de formă dreptunghiulară având masa 3.37 g .

Pe tijă există două platforme: platforma P_1 inelară și platforma P_2 plină, ambele putând culisa pe tijă. La capătul superior al tije gradate A este fixată o platformă mică O rabatabilă pe care se așează greutatea G_1 pentru poziția de repaus a sistemului.

În cazul în care pe greutatea G_1 se așează o supra-greutate de masă m (G' , G'' sau H), prin rabatarea platformei O sistemul se pune în mișcare. Forța care pune în mișcare sistemul este mg , masa sistemului este $(2M + m)$, iar accelerația sistemului:

$$a = \frac{m}{2M + m} g \quad [5]$$

Va trebui să comparați accelerația calculată cu formula [5], cu accelerația pe care o veți măsura indirect, prin măsurători de spațiu și timp.

Axa z a sistemului de coordonate a fost aleasă cu originea pe platforma O și orientată în jos.

Studiul mișcării rectilinii uniform variate .

Verificarea legilor de mișcare se realizează comparând valoarea accelerației calculată din legea a II-a a dinamicii (formula [5]) cu cea măsurată experimental prin măsurarea timpului necesar parcurgerii distanței dintre platforma O și platforma plină P_2 ($a = 2h / t^2$, $h = L_1 + L_2$).

Experimentul se efectuează în două etape:

- 1) Se utilizează prima dată o singură supra-greutate (G' sau G'')
- 2) Se utilizează ambele supra-greutăți ($G' + G''$).

Pentru fiecare din cele două cazuri se aleg câte 5 distanțe h .

Pentru fiecare distanță h se repetă de 3 ori măsurătoarea timpului de cădere. Datele obținute se înregistrează (completați ...) într-un tabel de forma:

Tabel 1: $m = \dots \pm \dots$ g, $a_{\text{calc}} = \dots \pm \dots$ m/s²

Nr. crt.	h (m)	t_i (s)	t (s)	Δt (s)	a (m/s ²)	Δa (m/s ²)	Obs.
		...					
	...	...	...	...	...	...	
		...					

Prelucrarea datelor experimentale

- Calculați accelerația de cădere, din legea a doua a lui Newton, folosind formula 5.
- Ați efectuat trei măsurători pentru timpul de cădere, pentru fiecare înălțime, pentru ca prin mediere să aflați valoarea cea mai probabilă a timpului de cădere pentru acea înălțime.

Pentru fiecare înălțime h , t se calculează cu formula:

$$t = \frac{\sum_{i=1}^3 t_i}{3} \quad [9]$$

unde prin t_i ($i = 1, \dots, 3$) am indicat cei trei timpi de cădere măsurați pentru acea înălțime.

- Calculați Δt , pentru fiecare înălțime, ca media valorilor absolute ale erorilor individuale.

$$\Delta t = \frac{\sum_{i=1}^3 |t - t_i|}{3}$$

- Pentru fiecare înălțime, calculați accelerația obținută din măsurători, cu formula $a = \frac{2h}{t^2}$.
- Pentru fiecare valoare a accelerației calculați eroarea Δa , folosind o formulă pe care o deduceți singuri. Estimați care sunt erorile Δh .
- Pentru analiza rezultatelor măsurătorilor, reprezentați pe un grafic de forma celui din Figura 2, valorile măsurate. Grosimea benzii colorate indică eroarea valorii accelerației calculate cu formula 5.
- Reprezentați grafic, pe hârtie milimetrică, $h(t)$ și $h(t^2)$.
- Scrieți concluziile experimentului: analizați cauzele abaterii rezultatelor experimentale de la valoarea calculată, pe care o considerăm "valoare reală".
- Care din măsurători afectează cel mai mult eroarea accelerației? Cele de distanță sau cele de timp?

Repetăți operațiile de mai sus pentru cazul în care folosiți ambele supra-greutăți ($G' + G''$).

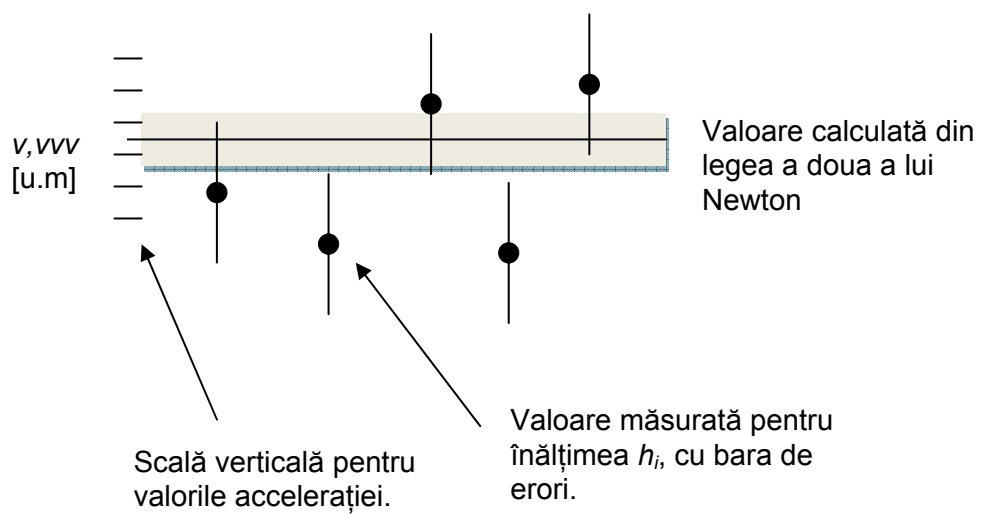


Figura 2. Prezentarea grafică a rezultatelor.