

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 orizontale. Putem alege sistemul de coordonate din care studiem problema astfel încât una din axele acestuia (să zicem axa x) să fie orizontală. În acest caz $\vec{r} = x\vec{i}$ iar relația [1] devine:

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

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, x_0 .

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

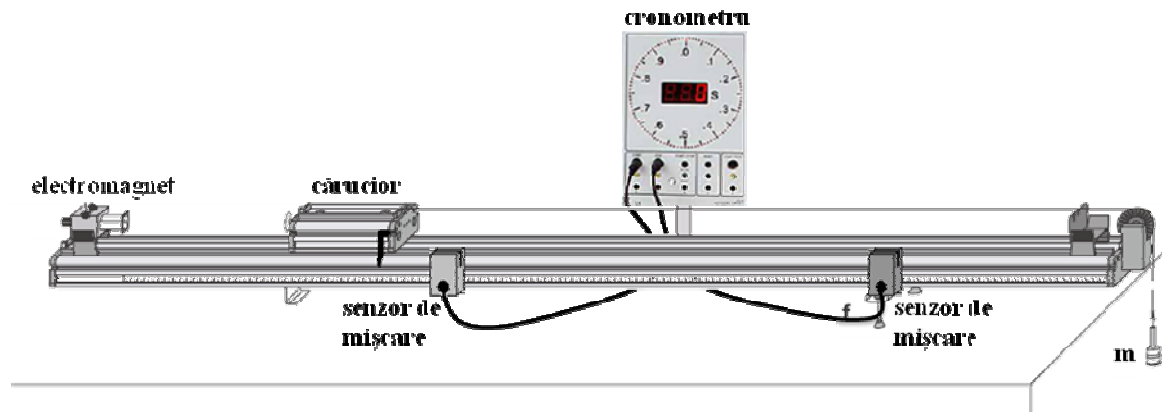
$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad [4]$$

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 prezentat în Figura 1.

Un fir considerat ideal se atașează de un cărucior de masă M care se poate mișca fără frecare pe un suport orizontal. Firul este trecut apoi peste un scripete (considerat ideal) iar la celălalt capăt se atâră o greutate m . Pe suportul orizontal pot culisa doi senzori optici care vor defini lungimea parcursă de cărucior (pe cărucior este fixată o pană din plastic care are rolul de a întrerupe fascicolul în momentul trecerii căruciorului prin dreptul



senzorilor de mișcare).

Accelerația sistemului se calculează simplu. Arătați că ea este egală cu:

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

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

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 L dintre cei doi senzori: $a = \frac{2L}{t^2}$. ! **Căruciorul trebuie să plece din repaus.**

Se plasează primul senzor astfel încât să dea semnal imediat la plecarea căruciorului.

Al doilea senzor se plasează succesiv, la **5 distanțe L** față de primul senzor.

Pentru fiecare distanță L se repetă de 3 ori măsurătoarea timpului de parcurgere. Datele

obținute se înregistrează (completați ...) într-un tabel de forma:

Tabel 1: $m = \dots \pm \dots \text{ g}$, $a_{\text{calc}} = \dots \pm \dots \text{ m/s}^2$

Senzor:

Nr. crt.	L (m)	t_i (s)	t (s)	Δt (s)	a_{senzor} (m/s ²)	Δa_{senzor} (m/s ²)	Obs.
		...					
	...	...	...	...	...	...	
		...					

Cronometru:

Nr. crt.	L (m)	t_i (s)	t (s)	Δt (s)	a_{crono} (m/s ²)	Δa_{crono} (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 parcurgere a distanței L , pentru fiecare distanță L , pentru ca prin mediere să aflați *valoarea cea mai probabilă* a acelui timp.

Pentru fiecare L , 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 măsurați pentru acel L .

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

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

- Pentru fiecare L , calculați accelerația obținută din măsurători, cu formula $a = \frac{2L}{t^2}$. Veți calcula accelerația atât pentru măsurătorile efectuate folosind electronica dispozitivului a_{senzor} , cât și pentru măsurătorile efectuate folosind cronometrul, a_{crono} .
- Pentru fiecare valoare a accelerației calculați eroarea Δa , folosind o formulă pe care o deduceți singuri. Estimați care sunt erorile ΔL .
- 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, $L(t)$ și $L(t^2)$.
- 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?

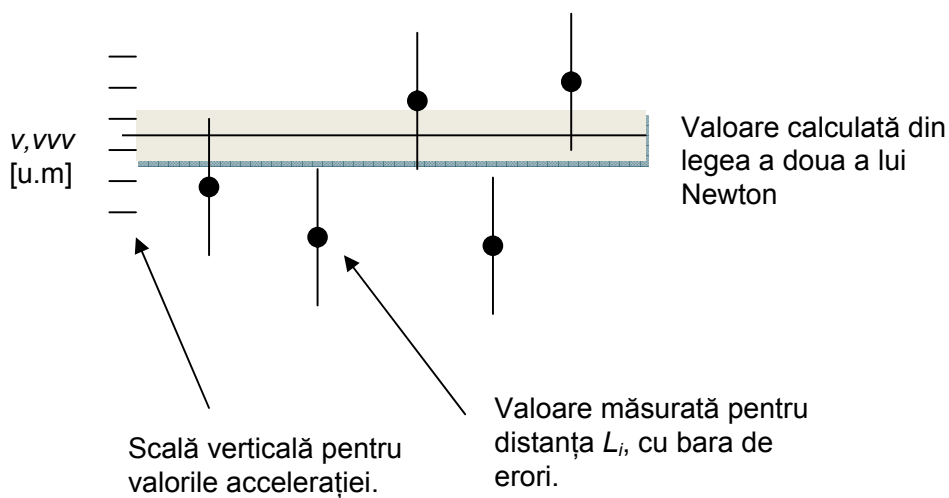


Figura 2. Prezentarea grafică a rezultatelor.