

STUDIUL MIȘCĂRII DE ROTAȚIE

Introducere

În analogie cu mișcarea de translație unidimensională, pentru descrierea căreia am folosit noțiuni ca: **coordonată liniară** x , **viteză liniară** v și **accelerație liniară** a , descrierea mișcării de rotație a unui corp o facem utilizând: **coordonată unghiulară** θ , **viteză unghiulară** ω și **accelerație unghiulară** ε , definite în același mod ca și corespondentele lor de la mișcarea de translație:

	Mișcare unidimensională	Mișcare circulară
coordonata	x	θ
viteza	$v = \frac{dx}{dt}$	$\omega = \frac{d\theta}{dt}$
accelerația	$a = \frac{dv}{dt}$	$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}$

Analogia cu mișcarea de rotație se păstrează și pentru forma soluțiilor ecuațiilor de mișcare - legile de mișcare. Pentru mișcarea cu accelerație unghiulară constantă, în jurul unei axe fixe, legea de variație a vitezei unghiulare a corpului este:

$$\omega(t) = \omega_0 + \varepsilon t \quad [1]$$

obținută prin separarea variabilelor și integrarea $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}$ ținând seama că ε este constant.

Integrând $\omega(t)$ obținem legea de mișcare, adică dependența de timp a coordonatei unghiulare:

$$\theta(t) = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \varepsilon t^2. \quad [2]$$

ω_0 și θ_0 reprezintă condițiile inițiale ale mișcării (constantele de integrare).

În funcție de dependența temporală a accelerației unghiulare, vom avea mai multe situații dintre care vom studia două:

1) Mișcarea de rotație uniform accelerată ($\varepsilon = \text{constant}$)

Dacă condițiile inițiale din [1] și [2] sunt astfel alese încât $\theta_0 = 0$ și $\omega_0 = 0$, vom putea scrie:

$$\omega(t) = \varepsilon t \text{ și } \theta(t) = \frac{1}{2} \varepsilon t^2, \text{ iar } \varepsilon = \frac{2\theta}{t^2}$$

Montajul experimental

Pentru studiul rotației uniforme și uniform accelerate se utilizează un disc rotativ gradat, vezi Figura 1, așezat pe un suport orizontal. "Pana" din Figura 1 este o placă atașată discului rotativ, și care are rolul de a da un semnal (întrerupe un fascicul laser) ori de câte ori trece prin dreptul unui senzor (barieră de lumină).

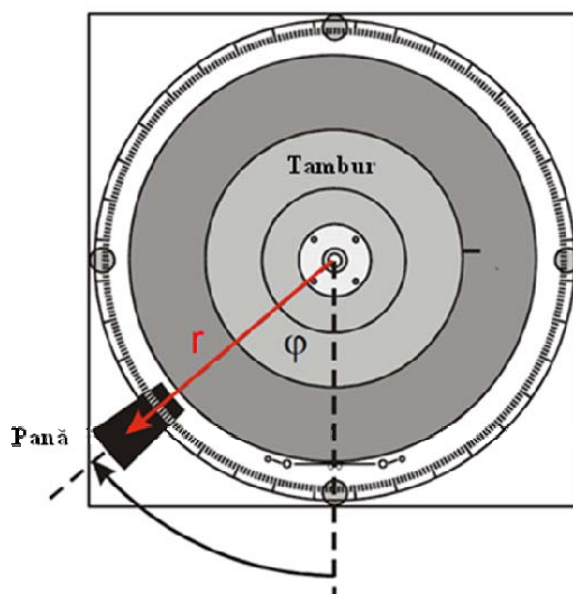


Figura 1. Schița discului rotativ

- Se pregătește un fir lung de 100 cm până la 150 cm cu o buclă la un capăt și un corp de masă m la celălalt.
- Se atașează firul de cârligul de prindere al unuia dintre tambururile metalice de raze diferite de pe discul rotativ și se trece peste scripetele montat cu o clemă pe marginea mesei de lucru.

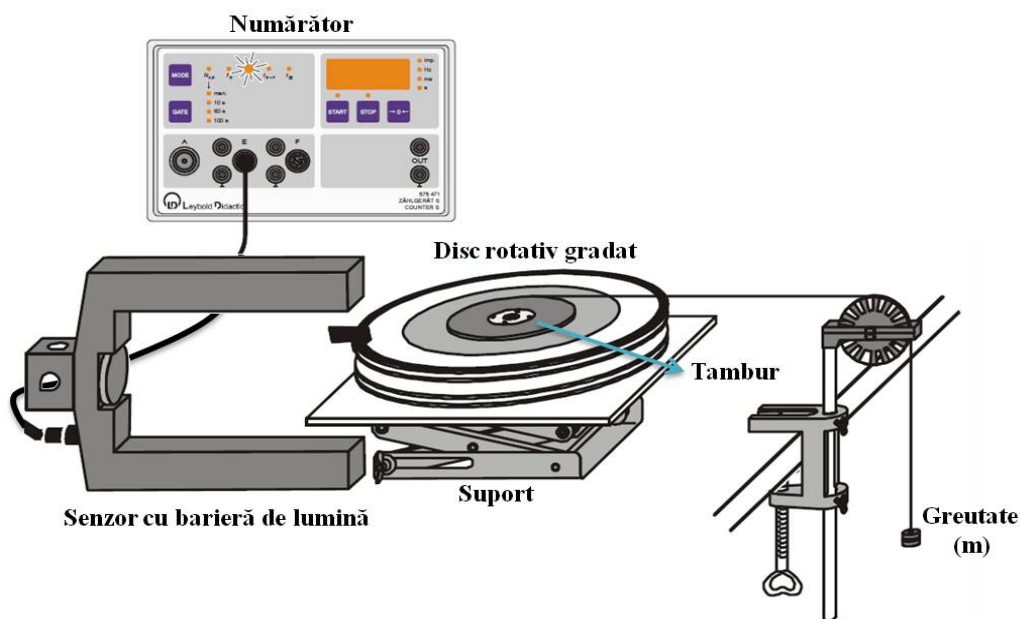


Figura 2. Montajul experimental pentru studiul mișcării de rotație

- Se înfășoară firul pe tambur și apoi este lăsat liber. Discul va fi pus în mișcare de rotație uniform accelerată.
- Senzorul "start" se poziționează la îndemână (vezi mai jos); poziția senzorului "stop" se va folosi ca reper (0) pentru măsurarea unghiului.
- **Pe tamburul din mijloc, se înfășoară firul. Se poziționează tamburul astfel încât unghiul θ dintre pană și bariera de lumină (senzorul stop) să fie, pe rând: 60° , 120° , 180° , 240° , 300° , 340° . Se menține în acea poziție cu o mână.**
- Cu cealaltă mână resetați contoarele. **Eliberați apoi tamburul odată cu trecerea unui deget (sau a celeilalte mâini) prin fața senzorului "start", pentru a declanșa cronometrul.**
- Se cronometrează timpul în care pana parcurge distanța unghiulară θ (din momentul începerii mișcării până în momentul în care pana întrerupe bariera de lumină = semnal stop).

Din măsurătorile efectuate putem să găsim valoarea accelerației unghiulare ε

folosind
$$\varepsilon = \frac{2\theta}{t^2}.$$

Măsurători:

Pentru două dintre unghiurile θ (fiecare student alte unghiuri) se măsoară timpul în care discul se rotește cu acel unghi, în mișcare accelerată (2 x cinci măsurători, 2 tabele, se calculează ε și $\Delta\varepsilon$)

Tabelele dvs. trebuie să arate astfel (pentru fiecare θ ales, un tabel):

- $\theta = \dots \pm \dots$

Nr. Crt.	t_i (s)	t (s)	Δt_i (s)	Δt (s)
1	...	...	...	...
2	...		...	
3	...		...	
4	...		...	
5	...		...	

- calculați ε .
- calculați eroarea lui ε .
- $\varepsilon = \dots \pm \dots$
- Care din măsurători contribuie mai mult la eroarea totală a accelerației unghiulare? Cele de timp sau cele de lungime?
- Valorile obținute de dvs. sunt în concordanță cu cele obținute de colegii dvs.?
- Cele două valori obținute pentru accelerație unghiulară (pentru cele două unghiuri) sunt în concordanță sau nu? Reamintim că ele ar trebui să fie egale "în limita erorilor experimentale". Justificați răspunsul folosind o reprezentare grafică.
- folosiți și rezultatele colegilor pentru a reprezenta grafic $\theta(t^2)$. Cu ce curbă ar trebui să aproximăm graficul? Cum putem obține accelerația unghiulară din panta graficului?