

STUDIUL MIȘCĂRII DE ROTAȚIE

Introducere teoretică

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

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

Analogia cu mișcarea de rotație se păstrează și pentru forma soluțiilor ecuațiilor de mișcare - legile de mișcare. Pentru mișcarea cu acceleerație 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 acceleerației unghiulare, vom avea mai multe situații dintre care vom studia două:

1. Mișcarea de rotație uniformă ($\omega = \text{constant}$)

Dacă accelerația unghiulară este nulă, $\varepsilon = 0$, corpul se va deplasa cu viteză unghiulară constantă, $\omega(t) = \omega_0$. Dependența de timp a coordonatei unghiulare va fi:

$$\theta(t) = \omega_0 t \text{ (am ales } \theta_0 = 0 \text{)}.$$

2) 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:

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

Montajul experimental

Pentru studiul rotației uniforme și uniform accelerate se utilizează un disc rotativ gradat, vezi Figura 1. "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).

- Se așează discul rotativ pe standul de laborator ca în Figura 2.

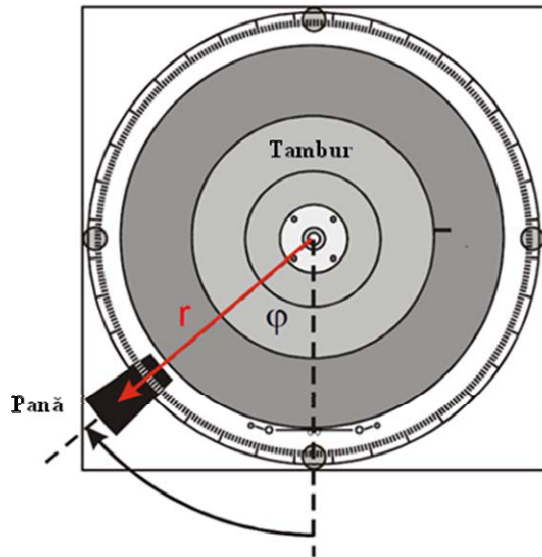


Figura 1. Schița discului rotativ

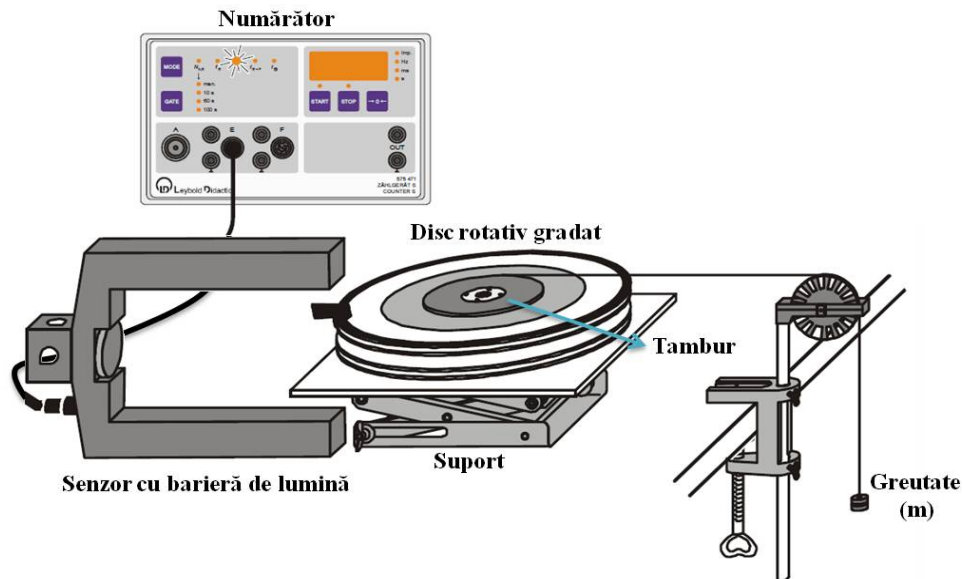


Figura 2. Montajul experimental pentru studiul mișcării de rotație

- Se pregătește un fir lung de 100 cm pana 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 (ex $r = 2,5\text{cm}$) de pe discul rotativ și se trece peste scripetele montat cu o clemă pe marginea mesei de lucru.
- Se înfășoară firul pe tambur și apoi este lăsat liber. Discul va fi pus în mișcare de forța de accelerare $\vec{F} = m\vec{g}$.
- Se studiază mișcarea unghiulară uniformă sau uniform accelerată a unui punct de pe disc (pana) utilizând un cronometru pentru măsurarea timpului în care pana străbate un unghi θ .

Experimentul 1: Mișcarea de rotație uniformă ($\epsilon=0$).

- De fiecare dată, firul se înfășoară pe tambur până la primul semn de fir, aflat la **25 cm** de buclă. În acest fel, la repetarea măsurătorii, produceți aceeași viteză unghiulară.
- Pentru studiul mișcării de rotație uniforme, experimentul va începe după ce firul înfășurat pe tambur se desprinde de acesta. Din acel moment, forța de accelerare datorată corpului de masă m **nu** mai acționează asupra discului rotativ. Presupunând ca frecarea dintre axul discului și suport este foarte mică, discul va avea o mișcare cu viteză unghiulară constantă.
- Pentru fiecare tambur se cronometrează timpul în care pana parcurge 1, 2, 3 și 4 rotații complete. Se repetă măsurătorile de 3 ori.
- Pentru fiecare tambur completați un tabel de forma celui de mai jos.

$D_{\text{tambur}} = \dots\dots \text{cm}$.

Nr. rotații	θ (rad)	t_i (s)	t (s)	Δt_i (s)	Δt (s)
...	...	...	...	...	...
		...		...	
		...		...	

...

- Reprezentați grafic $\theta(t)$. **Pe grafic trebuie să apară și erorile măsurărilor de timp** ca și bare de erori. Estimați, din grafic, viteza unghiulară a fiecărui tambur.

2. Mișcarea de rotație uniform variată ($\epsilon = \text{constant}$)

Sub acțiunea forței de accelerare constante produsă de greutatea atârnată de fir, discul se mișcă cu accelerație unghiulară constantă.

- Pentru un tambur, la alegere, se înfășoară firul pe tambur astfel încât unghiul θ dintre pană și bariera de lumină să fie, pe rând: 60° , 90° , 120° , 150° , 180° , 210° , 240° , 270° , 300° și 330° .
- Se cronometrează timpul în care pana parcurge distanța unghiulară θ (din momentul începerii mișcării până în momentul în care pana întrerupe bariera de lumină).
- Pentru fiecare unghi, se repetă de trei ori măsurătoarea.
- Rezultatele se trec într-un tabel de forma:

$$D_{\text{tambur}} = \dots \text{ mm.}$$

θ (rad)	t_i (s)	t (s)	Δt_i (s)	Δt (s)
...	...	...	...	...
	...		...	
	...		...	

...

- Reprezentați grafic $\theta(t)$ și $\theta(t^2)$ indicând pe grafic și barele de erori.
- Calculați accelerația unghiulară.