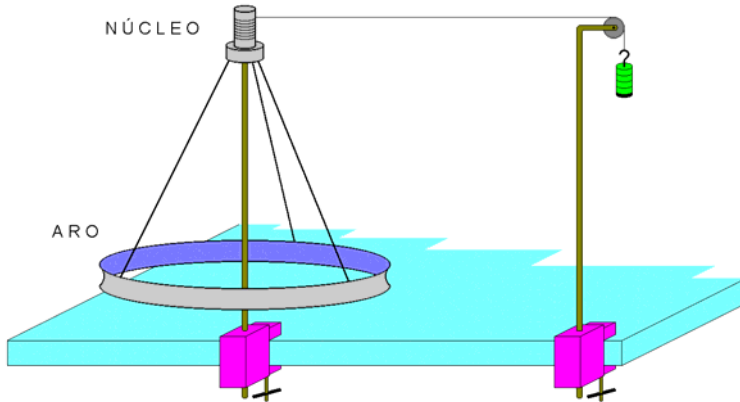


**Objetivo principal:** estudar as variáveis cinemáticas do movimento circular uniformemente acelerado e avaliar se os resultados experimentais são bem descritos pelas equações usualmente empregadas.

**Descrição do fenômeno físico em estudo:** um aro que gira em torno de um eixo fixo, que passa pelo seu centro.

**Montagem do experimento:**



**Medidas e registro dos dados**

Para determinar o tempo gasto pelo aro para percorrer diferentes deslocamentos angulares:

- suspenda um corpo com 100 g no fio;
- escolha uma linha fixa em relação ao laboratório, passando pelo eixo de rotação do aro, que será tomada como referência para as medidas angulares;
- meça o tempo que o aro, **partindo do repouso**, leva para percorrer os deslocamentos angulares de  $2\pi$ ,  $3\pi$ ,  $4\pi$  e  $5\pi$  e  $6\pi$  rad. Repita 3 vezes para cada valor de ângulo e registre os dados na Tabela 1;
- complete a tabela com os valores calculados para a média dos intervalos de tempo obtidos nas três medidas.

Tabela 1: Medidas realizadas:  $\Delta\theta$ , deslocamento angular do disco, a partir do repouso, e  $\Delta t_n$ , intervalo de tempo gasto neste deslocamento, na medida  $n$ . Na última coluna: valor médio das 3 medidas realizadas.

$\Delta\theta$ (rad)	$\overline{\Delta t_1}$ (s)	$\overline{\Delta t_2}$ (2s)	$\overline{\Delta t_3}$ (s)	$\overline{\Delta t}$ (s)
$1\pi$				
$2\pi$				
$3\pi$				
$4\pi$				
$5\pi$				
$6\pi$				

O aro acelera enquanto o fio está tensionado, devido ao torque exercido. Se interrompermos, no instante  $t$ , o movimento de queda do corpo suspenso, o movimento do aro passa a ser (aproximadamente) uniforme. Então, para medir a velocidade angular no instante  $t$ , basta medir o

intervalo de tempo  $\Delta t'$  que o aro leva para percorrer uma volta ( $\Delta\theta = 2\pi$ ) após esse instante. Como a velocidade angular é constante neste intervalo de tempo,  $\omega = 2\pi/\Delta t'$ .

Para determinar a velocidade angular atingida pelo aro que, a partir do repouso, percorre um determinado deslocamento angular  $\Delta\theta$ :

- repouse o corpo suspenso sobre a superfície de um banco, com o fio esticado e marque a posição no aro (use o marcador)
- gire o aro, enrolando o fio, do ângulo  $\Delta\theta$  desejado ( $\Delta\theta = 1\pi, 2\pi, 3\pi, 4\pi, 5\pi$  e  $6\pi$ )
- solte o aro e meça, a partir do momento em que o corpo suspenso toca o banco, o tempo que o aro leva para percorrer uma volta completa. Repita 3 vezes e registre na Tabela 2. Complete a tabela.

Tabela 2: Medidas realizadas: deslocamento angular do aro, **antes** do início da contagem do tempo,  $\Delta\theta$ , e durante a contagem dos tempos,  $\Delta\theta'$ .  $\Delta t'_n$ , tempo gasto pelo aro para percorrer este deslocamento angular com velocidade angular constante, na medida  $n$ . As duas últimas colunas contêm valores calculados: valor médio dos intervalos de tempos medidos, e  $\omega$ , módulo da velocidade angular média quando a tensão no fio é nula.

mov. acelerado	movimento com velocidade angular constante					
$\Delta\theta$ (rad)	$\Delta\theta'$ (rad)	$\Delta t'_1$ (s)	$\Delta t'_2$ (s)	$\Delta t'_3$ (s)	$\overline{\Delta t'}$ (s)	$\omega$ (rad/s)
$1\pi$	$2\pi$					
$2\pi$	$2\pi$					
$3\pi$	$2\pi$					
$4\pi$	$2\pi$					
$5\pi$	$2\pi$					
$6\pi$	$2\pi$					

**Reorganizando dados:** todos os dados necessários já foram coletados e você vai organizá-los de modo a facilitar a análise do movimento de um aro que gira em torno de um eixo sob ação de um torque.

- considere que no instante inicial de tomada dos tempos ( $t_0=0$ ), o corpo suspenso se encontra em **repouso** próximo da roldana, de modo que um determinado ponto do aro se encontra na posição angular  $\theta_0$  (se este ponto coincidir com a linha tomada como referência do deslocamento angular,  $\theta_0 = 0$ );
- considere que o corpo suspenso tem massa de 100g (você só coletou dados para esta situação);
- se o peso for solto em  $t_0=0$ , em que instante de tempo o deslocamento angular do aro será de  $1\pi$ ? (Recorra à Tabela 1 para responder a esta pergunta e coloque o valor obtido na coluna 1 da Tabela 3.);
- preencha toda a primeira coluna da Tabela 3, se questionando em que instante de tempo o deslocamento angular será de  $2\pi$ ,  $3\pi$ ,  $4\pi$ ,  $5\pi$  e  $6\pi$  e usando os dados da Tabela 1;
- preencha a última coluna da Tabela 3, fazendo perguntas do tipo: no instante em que o deslocamento do aro, a partir do início do movimento, é de  $2\pi$  rad, que velocidade angular ele atingiu, se partiu do repouso? Recorra à Tabela 2 para respondê-las.

Tabela 3:  $\Delta\theta$  representa o deslocamento do aro desde o instante em que foi solto (**do repouso**) até o instante de tempo apresentado na primeira coluna e  $\omega$  é o módulo da velocidade angular neste mesmo instante, considerado igual à velocidade angular média quando a tensão no fio passa a ser zero.

$t$ (s)	$\Delta\theta$ (rad)	$\omega$ (rad/s)	$\left(\frac{\Delta\theta}{t}\right)^2$ (s)
0	0	0	0
	$1\pi$		
	$2\pi$		
	$3\pi$		
	$4\pi$		
	$5\pi$		
	$6\pi$		

**Análise dos resultados** resumidos na Tabela 3.

**Gráfico 1:** construa o gráfico de  $\Delta\theta$  versus  $t$  médio ao quadrado. Com o auxílio de uma régua, trace a reta que melhor representa, visualmente, os pontos experimentais obtidos. Calcule a declividade desta reta, especificando as unidades e interprete os resultados. Escreva uma equação para  $\Delta\theta$  em função de  $t$ . Esta equação confirma o que você esperava para a relação entre  $\Delta\theta$  e  $t$  ?

**Gráfico 2:** construa o gráfico da velocidade angular do aro em função do tempo. Com o auxílio de uma régua, trace uma reta que melhor representa, visualmente, os pontos experimentais obtidos. Calcule a declividade, especificando as unidades. Que grandeza física está associada à declividade desta reta?

Compare os valores obtidos para a declividade das retas dos gráficos 1 e 2. Qual a interpretação física?

**Cálculos, comentários e conclusões**

