

EXPERIMENTO 7

MOVIMENTO DE ROTAÇÃO E MOMENTO DE INÉRCIA

I - OBJETIVO

Estudar as conservações de energia e de torque para sistemas em rotação e determinar experimentalmente o momento de inércia de um disco em torno de seu eixo.

II - PARTE TEÓRICA

O aparelho mostrado na Fig. 7.1 provê um método experimental de determinar-se o momento de inércia do disco girante, como também de fazer-se a análise energética do sistema em rotação e avaliar-se os torques que atuam neste sistema, quando o momento de inércia é conhecido. Ele consiste de um disco de aço D e de um tambor de plástico T montados rigidamente num eixo horizontal em torno do qual o conjunto pode girar. Um peso $m\vec{g}$, suspenso na extremidade de um fio que está enrolado no tambor, produz a força motora que supre o torque necessário para girar o disco e, assim, fazer descer a massa m .

III - PARTE EXPERIMENTAL

EXPERIMENTO 7.1 - ANÁLISE ENERGÉTICA DO SISTEMA

No aparelho mostrado na Fig. 7.1, quando a massa m desce de uma altura h , a energia potencial que ela perde é transformada em energia cinética associada a sua translação, em energia cinética associada à rotação do disco e em energia dissipada por atrito no eixo do tambor. Inicialmente, a massa m está em repouso numa altura h e o disco D está parado. Solta, a massa m cairá da altura h num tempo t com aceleração constante a . Se no instante t em que a massa m chega ao solo ($h = 0$) sua velocidade é v e a velocidade angular do disco é ω , a lei de conservação de energia requer que as energias inicial e final,

$E_i(t=0) = mgh$ e $E_f(t=t) = (1/2)mv^2 + (1/2)I\omega^2 + Q$, sejam iguais, ou seja :

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 + Q \quad (7.1)$$

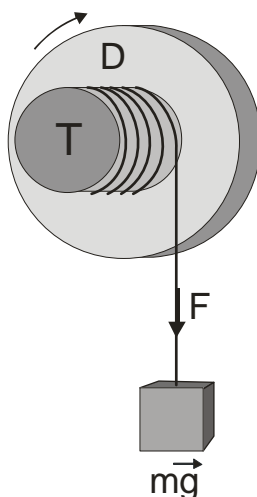


Fig. 7.1

Nesta expressão, $E_P = mgh$ é a energia potencial da massa m na altura h ; $E_C = (1/2)mv^2$ é a energia cinética de translação da massa m ao tocar no solo; $E_R = 1/2 I\omega^2$ é a energia cinética de rotação do disco quando m toca o solo, onde I é o momento de inércia do disco em relação ao eixo de rotação; e Q é a energia dissipada por atrito no eixo de rotação do tambor durante a queda de m . Se o momento de inércia I é conhecido, o experimento possibilita determinar os quatro termos da Eq. (7.1) e, assim, verificar a conservação da energia.

As velocidades v e ω podem ser determinadas a partir das medidas da altura h e do tempo de queda t da massa m , através das relações

$$(a) \quad h = \frac{1}{2} a t^2, \quad (b) \quad v = a t \quad \text{e} \quad (c) \quad v = \omega r, \quad (7.2)$$

Onde a é a aceleração da massa m e r é o raio do tambor (o fio é enrolado em apenas uma camada). A determinação da energia dissipada Q baseia-se na medida experimental da energia dissipada durante o **giro livre** do disco, ou seja, entre o instante em que a massa m toca o solo até o instante em que o disco pára totalmente de girar. No instante inicial do giro livre, a energia rotacional do disco é E_R e toda ela é dissipada por atrito no eixo do tambor durante o giro livre do disco. Assim, chamando de p a potência média dissipada durante o tempo t' do giro livre, pt' é igual à energia rotacional do disco quando a massa m toca o solo, ou seja

$$pt' = \frac{1}{2} I \omega^2 \quad (7.3)$$

Supondo, agora, que a potência média dissipada durante o tempo t de descida de m seja também igual a p , a energia dissipada nesta descida é $Q = pt$. Então, medindo-se t' , p pode ser calculado e Q determinado.

7.1.1 - PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. Monte o aparelho conforme a Fig. 7.1 e enrole o fio no tambor em forma bobinada e em **apenas uma camada**. Suspenda, então, uma massa m conhecida na extremidade livre do fio e solte-a de uma altura h . Anote os valores de m , h e r (raio do tambor). Meça o tempo t gasto pela massa m para chegar ao solo e o tempo t' de giro livre do disco. Repita este procedimento um mínimo de cinco vezes, e com os valores de t e t' obtidos determine seus *v.m.p.* e os respectivos desvios padrões.

Escreva as expressões dos termos de energia E_P , E_C , E_R e Q em função das grandezas medidas m , h , r , t e t' e das conhecidas I e g ($g = 9,7833 \text{ m/s}^2$), usando as Eqs. (7.2) e (7.3). Feito isso, calcule cada uma dessas energias e seus respectivos desvios padrões. (No cálculo desses desvios, examine os desvios relativos das grandezas envolvidas e em seus cálculos considere apenas a grandeza, ou grandezas, cujo desvio relativo tenha maior ordem de grandeza.) Calcule a energia inicial do sistema E_i ($t = 0$), a energia final E_f ($t = t$) e verifique a conservação da energia expressa pela Eq. (7.1) à luz dos erros experimentais. Discuta seus resultados.

Material por mesa :

- 1 disco metálico preso na haste de madeira,
- cronômetro,
- 1 escala de pedreiro,
- 1 esquadro,
- 1 peso de 50g,
- 1 cordão de 2m.

Questionário do Experimento 7

- 1- Identifique as energias que fazem parte da energia inicial e da final do experimento.
- 2- Descreva o procedimento experimental do experimento em questão.
- 3- Escreva as expressões dos termos de energia E_P , E_C , E_R e Q em função das grandezas medidas m , h , r , t e t' e das conhecidas I e g ($g = 9,7833 \text{ m/s}^2$), usando as Eqs. (7.2) e (7.3).