

Composição de dois movimentos circulares

Introdução

Nesta experiência pretende-se visualizar as figuras da composição de dois movimentos circulares, e com base nessas figuras compreender a trajetória dos planetas em relação à Terra.

Na antiguidade, um dos problemas que intrigava o Homem era a compreensão do movimento dos corpos celestes. Os Gregos consideravam que a Terra ocupava o centro geométrico do universo e que os corpos celestes se moviam em torno dela com movimentos circulares. Porém este modelo não estava de acordo com as observações.

No sec. II a.C., Ptolomeu desenvolveu um modelo que consistia na composição de dois movimentos circulares resultando deste movimento composto uma trajetória com epiciclos.

Hoje sabemos que este modelo está errado. Porém se fizermos uma análise do movimento dos planetas, tendo como referência a Terra, a trajetória obtida é análoga.

Para visualizar este tipo de trajetória, decidiu-se realizar a seguinte experiência: fazendo incidir um feixe laser num espelho em rotação rápida observamos num alvo um varrimento circular $x = A_1 \cos(\omega_1 t + \delta_1)$ e $y = A_1 \text{sen}(\omega_1 t + \delta_1)$; se incidirmos o feixe laser de tal modo que ele seja reflectido por dois espelhos em rotação (no mesmo sentido) vamos observar no alvo uma figura com epiciclos. O numero de epiciclos observados depende das velocidades relativas dos dois espelhos:

$$x = A_1 \cos(\omega_1 t + \delta_1) + A_2 \cos(\omega_2 t + \delta_2)$$

e

$$y = A_1 \text{sen}(\omega_1 t + \delta_1) + A_2 \text{sen}(\omega_2 t + \delta_2)$$

Se colocarmos os dois espelhos a rodar com sentidos contrários vamos observar no alvo uma figura tipo roseta:

$$x = A_1 \cos(\omega_1 t + \delta_1) + A_2 \cos(-\omega_2 t + \delta_2)$$

e

$$y = A_1 \text{sen}(\omega_1 t + \delta_1) + A_2 \text{sen}(-\omega_2 t + \delta_2)$$

Esta trajectória não é observada nos planetas, uma vez que estes giram todos no mesmo sentido.

Material necessário para realizar a experiência

Laser; 2 motores eléctricos com espelho acoplado (M); 2 fontes de alimentação variáveis; alvo (A).

Montagem experimental

O diagrama esquemático da montagem experimental é ilustrado na figura 1.

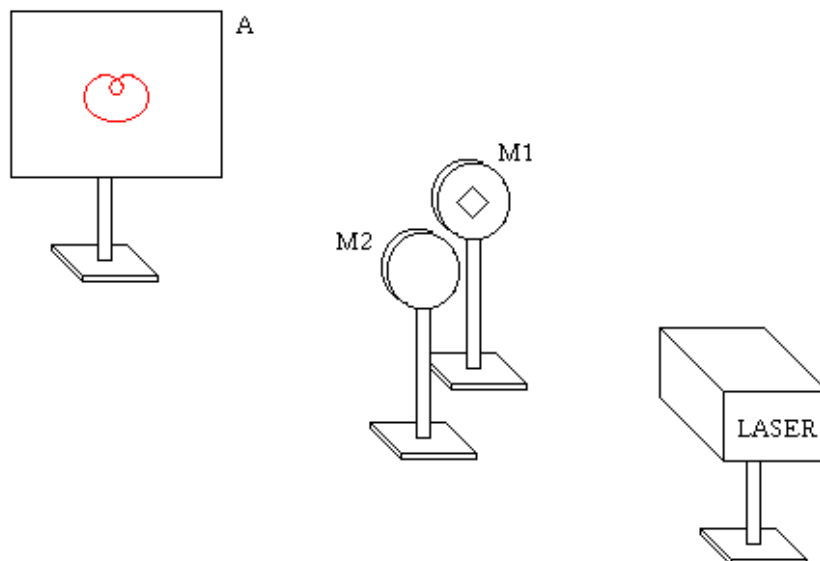


Figura 1: Diagrama esquemático da experiência: “Composição de dois movimentos circulares”.

Discussão

Os *shows* lasers são uma das aplicações dos lasers mais apelativa para os alunos. Com esta experiência poderão compreender como alguns efeitos são produzidos.

Com acesso a um computador os alunos poderão reproduzir as figuras que observam com o laser construindo, no *Excel*, o gráfico da composição dos dois movimentos em questão.

A partir destas actividades os alunos poderão compreender como os parâmetros razão entre as frequências, $\frac{\omega_1}{\omega_2}$, e desfasamento entre os dois movimentos, δ , influencia a figura que se obtém.

A observação das figuras obtidas através dos dois espelhos a rodar permite ao aluno compreender o movimento retrogrado dos planetas em relação à Terra, dado que este é devido a composição dos dois movimentos circulares.

Tabela 1: Composição de dois movimentos circulares com o mesmo sentido

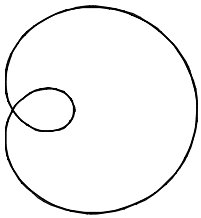

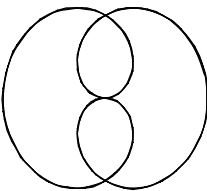

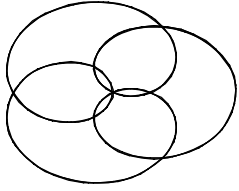

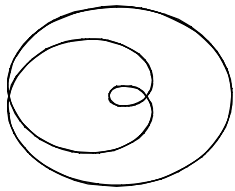

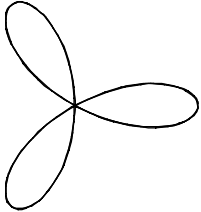

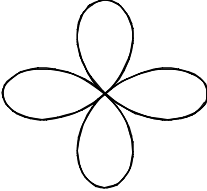

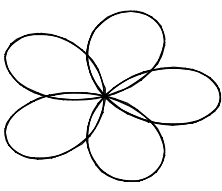

Parâmetros dos gráficos	Gráficos elaborados no Excel	Figuras obtidas com laser
$A_2 = A_1$ $\omega_2 = 2\omega_1$ $\delta_2 = \delta_1$		
$A_2 = A_1$ $\omega_2 = 3\omega_1$ $\delta_2 = \delta_1$		
$A_2 = A_1$ $\omega_2 = 4\omega_1$ $\delta_2 = \delta_1$		
$A_2 = A_1$ $2\omega_2 = 3\omega_1$ $\delta_2 = \delta_1$		

Tabela 2: Composição de dois movimentos circulares com sentidos contrários

Parâmetros dos gráficos	Gráficos elaborados no Excel	Figuras obtidas com laser
$A_2 = A_1$ $\omega_2 = 2\omega_1$ $\delta_2 = \delta_1$		
$A_2 = A_1$ $\omega_2 = 3\omega_1$ $\delta_2 = \delta_1$		
$A_2 = A_1$ $\omega_2 = 4\omega_1$ $\delta_2 = \delta_1$		
$A_2 = A_1$ $2\omega_2 = 3\omega_1$ $\delta_2 = \delta_1$	