

Bola em uma tigela 1017332

Instruções de uso

10/15 ALF



1. Descrição

Uma esfera rola em um corpo acrílico côncavo com curvatura esférica. Um caso especial deste movimento é a oscilação ao redor de seu estado de equilíbrio como um pêndulo matemático. Nisto, o raio da curvatura do corpo acrílico corresponde ao comprimento do pêndulo. Um outro caso especial é o movimento circular ao redor da normal como um pêndulo cônico.

Três esferas de aço são parte do fornecimento. Matematicamente, a dependência do tempo do local da esfera oscilante é descrita pelo vetor de local em coordenadas esféricas:

$$(1) \vec{r}(t) = (R, \theta(t), \phi(t))$$

R : raio da curvatura = comprimento do pêndulo
 θ : ângulo polar, deslocamento do estado de equilíbrio

ϕ : ângulo e azimute, rotação pela normal

Para a energia potencial, resulta, então

$$(2) E_{\text{pot}} = -m \cdot g \cdot R \cdot \cos \theta$$

e para a energia cinética

$$(3) E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot m \cdot R^2 (\dot{\theta}^2 + \dot{\phi}^2 \sin^2 \theta)$$

O ponto simboliza o desvio temporal de uma grandeza. A partir da energia potencial e cinética, resultam duas equações diferenciais acopladas com o ângulo polar θ e o ângulo de azimute ϕ como variáveis. As equações possuem, entre outras, as seguintes soluções destacadas:

$$1) \theta = 0$$

A esfera repousa em estado estável de equilíbrio no centro do corpo acrílico.

2) $\dot{\phi} = 0$

A esfera oscila ao redor de seu estado de equilíbrio como um pêndulo matemático. A duração da oscilação é de:

$$(4) T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{7}{5} \cdot \frac{R}{g}}$$

g : aceleração da gravidade

3) $\dot{\phi} = \sqrt{\frac{g}{R \cdot \cos \theta}}$

A esfera se move ao redor da normal em círculos como um pêndulo cônico.

2. Dados técnicos

Raio de curvatura:	200 mm
Diâmetro:	140 mm
Diâmetro da esfera:	16 mm

3. Operação

- Realizar os casos especiais 2) e 3) do movimento da esfera no corpo acrílico mencionados na descrição.
- Para o caso especial 2) do pêndulo matemático, medir a duração do período T com auxílio de um cronômetro e verificar a fórmula (4).

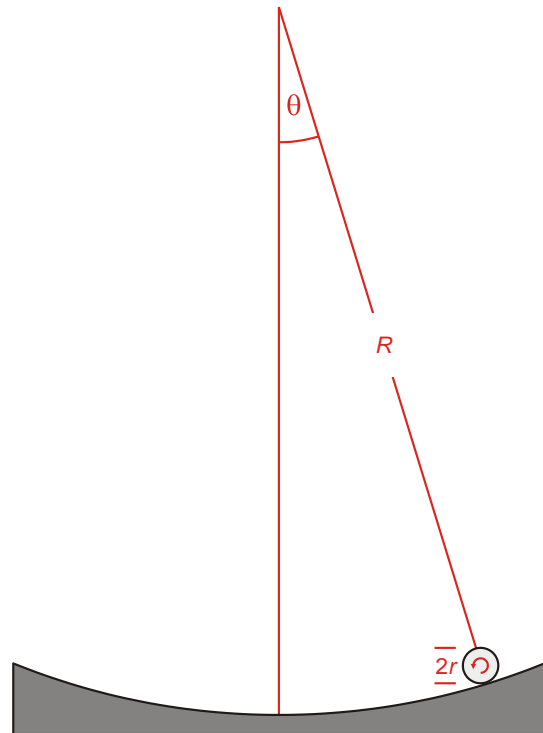


Fig. 1: Representação esquemática do pêndulo de esfera