

Pendule à bille 1017332

Instructions d'utilisation

10/15 ALF



1. Description

Une bille roule dans un support en verre acrylique concave à courbure sphérique. Une spécificité de ce mouvement est l'oscillation autour de sa position d'équilibre comme un pendule mathématique. Le rayon de courbure du support en verre acrylique correspond alors à la longueur du pendule. Une autre spécificité est le mouvement circulaire autour de l'axe vertical comme un pendule conique.

Trois billes en acier sont fournies.

La dépendance temporelle du lieu de la bille qui oscille est décrite mathématiquement par le vecteur de position en coordonnées sphériques :

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

R : Rayon de courbure = longueur du pendule

θ : Angle polaire, déviation de la position d'équilibre

ϕ : Angle azimut, rotation autour de l'axe vertical

Pour l'énergie potentielle, on a alors

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

et pour l'énergie cinétique

$$(3) E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \\ = \frac{1}{2} \cdot m \cdot R^2 (\dot{\theta}^2 + \dot{\phi}^2 \sin^2 \theta)$$

Le point symbolise la déviation temporelle d'une grandeur. L'énergie potentielle et cinétique entraînent deux équations différentielles couplées avec angle polaire θ et angle azimut ϕ comme variables. Les équations ont entre autres les excellentes solutions suivantes :

1) $\theta = 0$

La bille repose dans sa position d'équilibre stable au centre du support en verre acrylique.

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

La bille oscille autour de sa position d'équilibre comme un pendule mathématique. La durée d'oscillation est de :

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

g : Accélération due à la gravité

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

La bille se déplace autour de l'axe vertical, en cercle comme un pendule conique.

2. Caractéristiques techniques

Rayon de courbure : 200 mm

Diamètre : 140 mm

Diamètre de bille : 16 mm

3. Manipulation

- Réaliser les spécificités 2) et 3) décrites du mouvement de la bille dans le support en verre acrylique.
- Pour la spécificité 2) du pendule mathématique, mesurer la durée périodique T à l'aide d'un chronomètre et vérifier la formule (4).

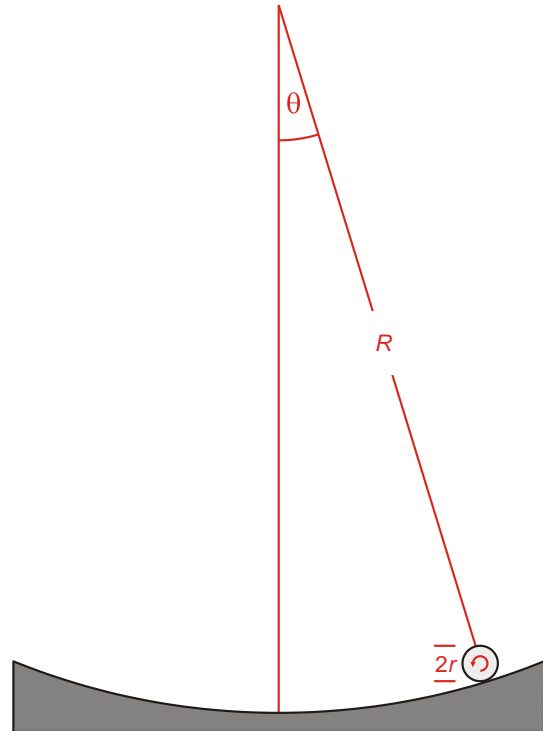


Fig. 1 Présentation schématique du pendule à bille