

# Ch7. Travail et énergie. Exercice résolu.

## **p : 203 n°27. Le pendule de Foucault**

Compétences : Argumenter; calculer.

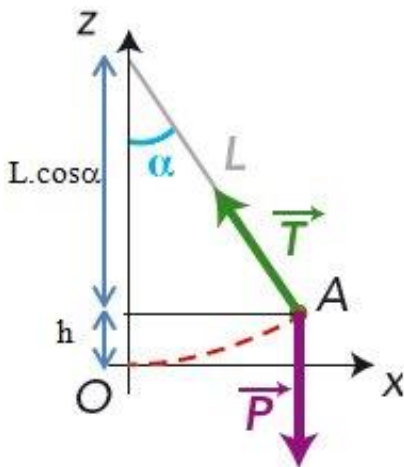
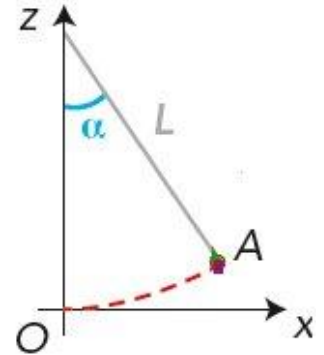
Situé au centre de la coupole du Panthéon à Paris, le « pendule de Foucault » est composé d'une sphère de masse  $m = 28,0$  kg suspendue à l'extrémité d'un fil d'acier d'une longueur  $L = 67,0$  m et de masse négligeable.



Le pendule est écarté de sa position d'équilibre d'un angle  $\alpha$ , puis abandonné sans vitesse initiale en un point A. On suppose qu'il oscille sans frottement. Le mouvement sera étudié dans un référentiel terrestre sur une durée suffisamment courte pour que le référentiel soit considéré galiléen.

On choisit le point O comme référence pour l'énergie potentielle de pesanteur et la sphère du pendule est assimilée à un point matériel.

1. Faire l'inventaire des forces extérieures exercées sur la sphère. Les représenter sur un schéma.
2. a. Comment évolue l'énergie mécanique de la sphère au cours du temps ?  
b. Quels transferts d'énergie ont lieu au cours d'une oscillation ?
3. a. Donner l'expression de l'énergie mécanique de la sphère lorsqu'elle est en A, en fonction de  $m$ ,  $g$ ,  $\alpha$  et  $L$ .  
b. Donner l'expression de l'énergie mécanique de la sphère lorsqu'elle passe en O, en fonction de  $m$  et de la valeur  $v_0$  de sa vitesse lorsqu'elle passe en O.
4. À partir des relations précédentes, déterminer l'expression puis la valeur de l'angle dont a été écarté le pendule sachant que  $v_0 = 1,17$  m.s<sup>-1</sup>.  
Donnée :  $g = 9,81$  m .s<sup>-2</sup>.



### **REPONSE :**

#### **1. Inventaire des forces exercées sur la sphère avec schéma :**

- Système : { la sphère }. • Référentiel : terrestre supposé galiléen.
- Inventaire des forces :  
- La sphère est soumise à son poids,  $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$  suivant la verticale vers le bas et  
- la tension  $\vec{T}$  du fil, suivant le fil vers le haut.

#### **2. a. Evolution de l'énergie mécanique de la sphère au cours du temps :**

L'énergie mécanique du système reste constante au cours du temps car  $\vec{P}$  et  $\vec{T}$  sont des forces conservatives.

#### **b. Les transferts d'énergie ont lieu au cours d'une oscillation :**

Au cours d'une oscillation de A à O, il y a transfert complet de l'énergie potentielle de pesanteur en énergie cinétique, puis inversement.

#### **3. a. Expression de $E_m$ de la sphère lorsqu'elle est en A, en fonction de $m$ , $g$ , $\alpha$ et $L$ :**

$E_m(A) = E_c(A) + E_{pp}(A)$  or  $E_c(A) = 0$  car  $v_A = 0$  donc  $E_m(A) = E_{pp}(A) = m \cdot g \cdot h$  avec  $h$  : différence d'altitude entre A et O.

En tenant compte du schéma : la différence d'altitude  $h$  entre O et A est :  $h = L - L \cdot \cos \alpha = L (1 - \cos \alpha)$ , donc

$$\boxed{E_m(A) = E_{pp}(A) = m \cdot g \cdot L (1 - \cos \alpha)}$$

#### **3. b. Expression de l'énergie mécanique de la sphère lorsqu'elle passe en O, en fonction de $m$ et $v_0$ (vitesse lorsqu'elle passe en O) :**

$E_m(O) = E_c(O) + E_{pp}(O)$  or  $E_{pp}(O) = 0$  car le point O est pris comme référence pour  $E_{pp}$  donc  $\boxed{E_m(O) = E_c(O) = \frac{1}{2} m \cdot v_0^2}$ .

#### **4. Expression puis la valeur de l'angle dont a été écarté le pendule sachant que $v_0 = 1,17$ m.s<sup>-1</sup> :**

Il y a conservation de l'énergie mécanique donc  $E_m(A) = E_m(O)$  donc :  $m \cdot g \cdot L (1 - \cos \alpha) = \frac{1}{2} m \cdot v_0^2$ .

En simplifiant les 2 membres par  $m$  et en multipliant par 2 :  $2g \cdot L (1 - \cos \alpha) = v_0^2$

On tire  $\cos \alpha$  de cette expression :  $2g \cdot L - 2g \cdot L \cdot \cos \alpha = v_0^2$  soit  $2g \cdot L \cdot \cos \alpha = 2g \cdot L - v_0^2$

soit.  $\boxed{\cos \alpha = 1 - \frac{v_0^2}{2 \cdot g \cdot L}}$  A.N. :  $\cos \alpha = 1 - \frac{1,17^2}{2 \cdot 9,81} = 0,999$  donc  $\boxed{\alpha = 2,56^\circ}$

#### **5. Phénomène mis en évidence par Foucault en 1851 avec un tel pendule :**

Avec son pendule, Foucault a mis évidence la rotation de la Terre sur elle-même.

## Ch7. Travail et énergie. Exercice

**p : 203 n°27**

### Le pendule de Foucault

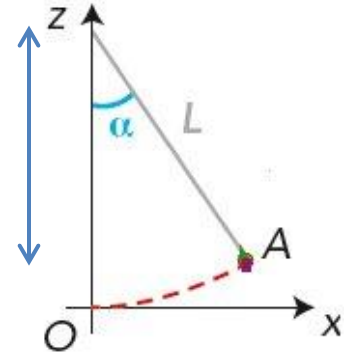
Compétences : Argumenter; calculer.

Situé au centre de la coupole du Panthéon à Paris, le « pendule de Foucault » est composé d'une sphère de masse  $m = 28,0$  kg suspendue à l'extrémité d'un fil d'acier d'une longueur  $L = 67,0$  m et de masse négligeable.

Le pendule est écarté de sa position d'équilibre d'un angle  $\alpha$ , puis abandonné sans vitesse initiale en un point A. On suppose qu'il oscille sans frottement. Le mouvement sera étudié dans un référentiel terrestre sur une durée suffisamment courte pour que le référentiel soit considéré galiléen.

On choisit le point O comme référence pour l'énergie potentielle de pesanteur et la sphère du pendule est assimilée à un point matériel.

1. Faire l'inventaire des forces extérieures exercées sur la sphère. Les représenter sur un schéma.
2. a. Comment évolue l'énergie mécanique de la sphère au cours du temps ?  
b. Quels transferts d'énergie ont lieu au cours d'une oscillation ?
3. a. Donner l'expression de l'énergie mécanique de la sphère lorsqu'elle est en A, en fonction de  $m$ ,  $g$ ,  $\alpha$  et  $L$ .  
b. Donner l'expression de l'énergie mécanique de la sphère lorsqu'elle passe en O, en fonction de  $m$  et de la valeur  $v_0$  de sa vitesse lorsqu'elle passe en O.
4. À partir des relations précédentes, déterminer l'expression puis la valeur de l'angle dont a été écarté le pendule sachant que  $v_0 = 1,17$  m.s<sup>-1</sup>.  
Donnée :  $g = 9,81$  m .s<sup>-2</sup>.



## Ch7. Travail et énergie. Exercice

**p : 203 n°27**

### Le pendule de Foucault

Compétences : Argumenter; calculer.

Situé au centre de la coupole du Panthéon à Paris, le « pendule de Foucault » est composé d'une sphère de masse  $m = 28,0$  kg suspendue à l'extrémité d'un fil d'acier d'une longueur  $L = 67,0$  m et de masse négligeable.

Le pendule est écarté de sa position d'équilibre d'un angle  $\alpha$ , puis abandonné sans vitesse initiale en un point A. On suppose qu'il oscille sans frottement. Le mouvement sera étudié dans un référentiel terrestre sur une durée suffisamment courte pour que le référentiel soit considéré galiléen.

On choisit le point O comme référence pour l'énergie potentielle de pesanteur et la sphère du pendule est assimilée à un point matériel.

1. Faire l'inventaire des forces extérieures exercées sur la sphère. Les représenter sur un schéma.
2. a. Comment évolue l'énergie mécanique de la sphère au cours du temps ?  
b. Quels transferts d'énergie ont lieu au cours d'une oscillation ?
3. a. Donner l'expression de l'énergie mécanique de la sphère lorsqu'elle est en A, en fonction de  $m$ ,  $g$ ,  $\alpha$  et  $L$ .  
b. Donner l'expression de l'énergie mécanique de la sphère lorsqu'elle passe en O, en fonction de  $m$  et de la valeur  $v_0$  de sa vitesse lorsqu'elle passe en O.
4. À partir des relations précédentes, déterminer l'expression puis la valeur de l'angle dont a été écarté le pendule sachant que  $v_0 = 1,17$  m.s<sup>-1</sup>.  
Donnée :  $g = 9,81$  m .s<sup>-2</sup>.

