

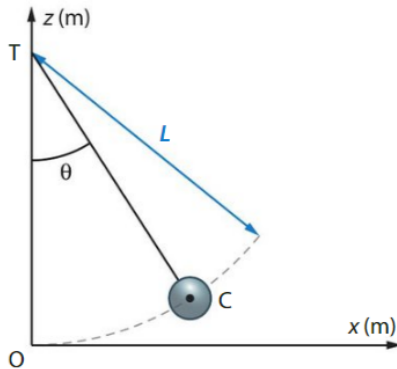
Chap. 13

AE. 13B – Théorème de l'énergie mécanique

On peut observer au Panthéon, à Paris, la reconstitution de l'expérience menée par Léon FOUCAULT en 1851 : une sphère en plomb, de 28 kg et de 20 cm de diamètre, est suspendue sous le dôme par un fil très fin de 67 m. Le pendule ainsi constitué peut osciller pendant plusieurs heures.

Objectif : Etudier l'évolution de l'énergie mécanique d'un système au cours d'un mouvement en lien avec les forces exercées sur le système.

A Le pendule simple



Un pendule simple est constitué d'un petit objet, fixé à l'extrémité d'un fil inextensible.

La longueur L du pendule est la distance entre le point d'attache T du fil et le centre C de l'objet.

Lorsque le centre C de l'objet est en O , le pendule est dans sa position d'équilibre.

COMPLÉMENT SCIENTIFIQUE

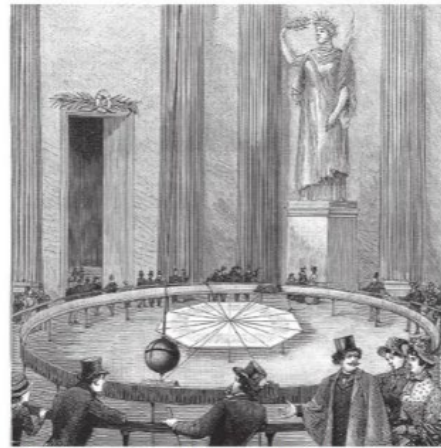
On considère un système de masse m (en kg) assimilé à un point matériel d'énergie cinétique \mathcal{E}_c (en J), et dont l'altitude z (en m) est repérée sur un axe vertical ascendant Oz

Énergie potentielle de pesanteur (J)	Énergie mécanique (J)
$\mathcal{E}_p = m \times g \times z$	$\mathcal{E}_m = \mathcal{E}_c + \mathcal{E}_p$

Donnée

- $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

B Le pendule de FOUCAULT



> Gravure extraite du journal « L'Illustration »

Pour être mis en oscillation, le pendule de FOUCAULT est écarté de sa position d'équilibre jusqu'au bord d'un grand cercle en bois, appelé rampe, puis il est lâché sans vitesse initiale.

Le centre de la sphère est alors à une hauteur de 6,7 cm par rapport à sa position d'équilibre.

Sur une courte durée, les frottements peuvent être négligés.

Document 1 : Matériel

- une vidéo du montage expérimental intitulée « pendule-petit » dont la masse de la boule vaut $m = 24 \text{ g}$
- un logiciel de pointage avec une notice simplifiée (Aviméca) ;
- un tableur-grapheur avec une notice simplifiée (Regressi).

Chap. 13

Document 2 : Protocole de pointage vidéo

- ① Dans le logiciel de pointage, après avoir choisi pour origine l'image n°8 et défini l'échelle, pointer la position de la boule sur chaque image (voir notice).
- ② Exporter les valeurs pointées afin de les exploiter dans le tableur-grapheur (voir notice).

Document 3 : Vitesse d'un point

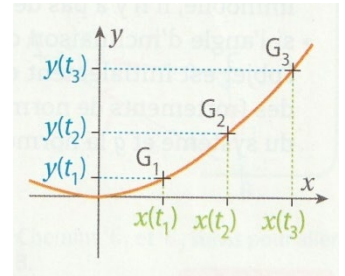
Soit une chronophotographie montrant les différentes positions $G_1, G_2, G_3 \dots$ d'un point G au cours de son mouvement. Les prises de vues successives sont séparées de la durée τ .

On calcule approximativement la norme $v(t_2)$ de la vitesse du point G lorsqu'il occupe la position G_2 comme sa vitesse moyenne entre les positions G_1 et G_3 .

Une valeur approchée de la norme de la vitesse instantanée du point

à la date t_2 est $v(t_2) = \sqrt{v_x(t_2)^2 + v_y(t_2)^2}$

avec $v_x(t_2) = \frac{x(t_3) - x(t_1)}{t_3 - t_1}$ et $v_y(t_2) = \frac{y(t_3) - y(t_1)}{t_3 - t_1}$



Mettre en œuvre le protocole et répondre aux questions suivantes :

Questions :

- 1/ En utilisant les fonctionnalités du tableur-grapheur, ajouter et calculer pour chaque image les grandeurs suivantes :
 - a/ les vitesses instantanées v_x et v_y ainsi que la norme v de la vitesse instantanée de la boule (**Doc. 3**) ;
 - b/ l'énergie cinétique E_c de la boule ;
 - c/ l'énergie potentielle de pesanteur E_p de la boule ;
 - d/ l'énergie mécanique E_M de la boule.
- 2/ Sur un même graphique, tracer $E_c = f(t)$, $E_p = f(t)$ et $E_M = f(t)$.
- 3/ Décrire les évolutions des énergies du système étudié.
- 4/ Etablir le bilan des forces exercées sur la boule. Les schématiser sur le **Doc. A**.
- 5/ Donner l'expression du travail de ces forces au cours du déplacement.
- 6/ Formuler une hypothèse pour faire le lien entre l'évolution constatée de l'énergie mécanique du système et les forces qu'il subit, en particulier leur nature conservative ou non conservative.
- 7/ En appliquant le théorème de l'énergie mécanique, vérifier que la valeur de la vitesse du pendule de FOUCAULT est de $1,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ lorsqu'il passe par sa position d'équilibre (**Doc. B**).