

Tp ϕ 16 ETUDE ENERGETIQUE DES PENDULES



A°) ETUDE ENERGETIQUE PENDULE PESANT

DONNEES THEORIQUES

Le dispositif élastique filmé est constitué:


- d'une masse $m = 492,2 \times 10^{-3}$ kg, de centre d'inertie G .
- accrochée à l'extrémité d'un fil de longueur $l = 45$ cm.

TRAVAIL PRELIMINAIRE.

- Ouvrez Latis pro  Cliquez sur le bouton d'ouverture d'un clip  Sélectionnez en bas à gauche de la fenêtre

“Séquence vidéo” l'onglet “Fichiers”. Dans la fenêtre “Ouvrir un fichier” Sélectionnez la vidéo

Le clip du pendule pesant est ouvert. Vous allez paramétrer les données avant le pointage.


- Etalonnez très soigneusement l'écran au moyen de la toise de 47 cm.
- Sur la première image, associer un système d'axes tel que l'axe vertical soit orienté vers le haut et tel que **l'origine du système d'axes corresponde au centre de la masse.**
- Faire défiler les images pour repérer l'image qui précède juste celle où la masse commence son mouvement. La date de cette image sera notée t_0 . Cliquez sur sélection manuelle des points. Pointez avec soin à partir de cette deuxième image jusqu'à obtenir au moins deux allers et retours du mobile.
- Fermez la fenêtre après le relevé du dernier point en cliquant 

ETUDE ENERGETIQUE

L'énergie mécanique du pendule pesant est $E_m = E_c + E_p$ avec:



$$g = 9,8 \text{ ms}^{-2}.$$

$$E_p = m \times g \times y \quad \text{son énergie potentielle de pesanteur.} \quad E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2 \quad \text{son énergie cinétique.}$$

- Cliquez sur le bouton  pour faire apparaître la liste suivante “Mouvement de X” et “Mouvement de Y” .

1. Sur votre copie, coller le schéma du dispositif donné en annexe 1.

2. Etablir la formule qui permet de calculer la grandeur v^2 en fonction des composantes v_x et v_y

- Utiliser les fonctionnalités du logiciel pour créer la grandeur v : Traitements / Calculs spécifiques / Dérivée. Faites glisser “Mouvement de X” / Calcul. La grandeur “Dérivée du Mouvement de X” est créée: elle correspond à v_x . Faire de même avec v_y . Fermer la fenêtre en cliquant sur 
- Utiliser les fonctionnalités du logiciel pour créer les grandeurs v^2 , E_c , E_p et E_m : Traitement / Feuille de Calcul. Etablir les calculs dans la feuille de calculs, valider chaque ligne de calcul par la touche F_2 du clavier. Fermer la fenêtre en cliquant sur 
- Visualiser dans une nouvelle fenêtre $E_c = f(t)$, $E_p = f(t)$ et $E_m = f(t)$.

3. A partir de la représentation graphique de l'énergie cinétique E_c en fonction du temps, déterminer les dates t_1 et t_2 **successives** (avec $t_2 > t_1$) pour lesquelles E_c est maximale.

4. Quelle est la position du pendule lorsque l'énergie cinétique est maximale ?

5. D'après le graphe, la représentation de l'énergie cinétique E_c en fonction du temps est-elle une fonction périodique, une fonction exponentielle décroissante ou fonction quasiment constante ?

6. A quoi correspond l'intervalle de temps $\Delta t = t_2 - t_1$?

7. Que vaut l'énergie de pesanteur E_p aux dates t_1 et t_2 ? Justifier la réponse.

8. Quelle est la position du pendule lorsque l'énergie potentielle de pesanteur E_p est maximale ? Justifier la réponse.

9. D'après le graphe, la représentation de l'énergie mécanique E_m en fonction du temps est-elle une fonction périodique, une fonction exponentielle décroissante ou fonction quasiment constante ?

10. Dans ces conditions, que peut-on dire des forces de frottements qui s'exercent sur le pendule ?

B°) ETUDE PENDULE ELASTIQUE HORIZONTAL.

DONNEES THEORIQUES

Le dispositif horizontal solide-ressorts filmé est constitué:

- d'un mobile autoporteur de masse $m = 7,2 \times 10^{-1}$ kg, de centre d'inertie G repéré sur la vidéo au moyen d'une croix au centre d'un carré blanc.
- de deux ressorts identiques, de masses négligeables devant celle du mobile et assimilables à un ressort unique de constante de raideur k.

TRAVAIL PRELIMINAIRE.

- Sélectionnez la vidéo.....
- Etalonnez très soigneusement l'écran au moyen de la toise de 30 cm.
- Sur la première image, choisir le centre d'inertie G du mobile comme origine O des axes, l'axe $x'x$ étant horizontal et orienté vers la droite et l'axe $y'y$ vertical et orienté vers le haut.
- Associer l'origine des dates ($t = 0s$) à la deuxième image. Cliquez sur sélection manuelle des points. Pointez avec soin à partir de cette deuxième image jusqu'à obtenir au moins deux allers et retours du mobile.
- Fermez la fenêtre après le relevé du dernier point en cliquant

EVOLUTION DE L'ABSCISSE AU COURS DU TEMPS

- Faire apparaître les courbes "Mouvement de X" et "Mouvement de Y". Faites glisser Mouvement de X sur l'axe vertical.

On souhaite confronter les résultats de l'acquisition réalisée à ceux du modèle théorique du pendule élastique horizontal sans frottement pour lequel la solution la plus générale de l'équation différentielle du mouvement peut s'écrire sous la forme:

$$X = V_0 + V_m \cos(2 \pi \times F \times \text{Temps} + \phi) \quad \text{avec } F = 1 / T_0$$

avec V_0, V_m, F, ϕ des valeurs constantes liées à l'expérience réalisée.

- Utiliser l'outil de modélisation mathématique pour vérifier si l'on peut considérer que le mouvement est sans frottement sur les premières secondes de l'enregistrement. Le critère à prendre en compte pour la validation de modèles mathématiques, est un écart type inférieur à 10^{-3} .
1. Sur votre copie, coller le schéma du dispositif donné en annexe 1.
 2. Ecrire l'équation numérique du modèle mathématique retenu à partir des calculs réalisés par le logiciel.
 3. Conclure sur la validité de l'hypothèse d'un mouvement sans frottement pour les premières secondes de l'enregistrement.
 4. En utilisant un des résultats numériques précédents, déterminer la valeur de T. Préciser son unité.
 5. On admet que la constante de raideur k de l'association des deux ressorts est liée à T_0 selon $T_0 = 2 \pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ Calculer k.
- Utiliser le graphe $x = f(t)$ pour mesurer sa pseudo-période T. On pourra s'aider de la fonction réticule.
6. Indiquer sur votre copie la valeur de la pseudo-période T. Comparer T_0 et T.

ETUDE ENERGETIQUE

L'énergie mécanique du dispositif horizontal solide-ressort est $E_m = E_c + E_{p_{El}}$ avec:

$$E_{p_{El}} = \frac{1}{2} k x^2 \quad \text{son énergie potentielle élastique.} \quad E_c = \frac{1}{2} m v^2 \quad \text{son énergie cinétique.}$$

- Utiliser les fonctionnalités du logiciel pour créer la grandeur vitesse "Dérivée du Mouvement de X" qui correspond à v.
 - Visualiser dans une nouvelle fenêtre $v = f(t)$.
7. On considère que la vitesse du mobile est nulle à $t = 0$ s En examinant le profil de la courbe $v = f(t)$ pour $t = 0$ s, montrer que c'est une hypothèse raisonnable.
 8. Que vaut alors l'énergie cinétique du dispositif solide-ressorts ?
 9. En déduire sous quelle forme est emmagasinée l'énergie mécanique du système solide-ressorts à $t = 0$.
 - Utiliser les fonctionnalités du logiciel pour créer les grandeurs $E_{p_{El}}$, E_c et E_m : Traitement / Feuille de Calcul. Etablir les calculs dans la feuille de calculs, valider chaque ligne de calcul par la touche F_2 du clavier. Fermer la fenêtre en cliquant sur
 - Visualiser dans une nouvelle fenêtre $E_c = f(t)$, $E_{p_{El}} = f(t)$ et $E_m = f(t)$.
 10. Comment évolue l'énergie potentielle entre $t = 0$ s et $t = \frac{T}{4}$? De même pour l'énergie cinétique. Y-a-t-il un transfert d'énergie qui s'opère lorsque t varie de 0 à $\frac{T}{4}$? Justifier la réponse. Dans quel sens s'effectue le transfert ?
 11. Que se passe-t-il de $t = \frac{T}{4}$ à $t = \frac{T}{2}$ d'un point de vue énergétique ?
 12. On a considéré depuis le début l'absence de frottements. A partir des courbes énergétiques visualisées dans cette dernière fenêtre, l'hypothèse est-elle juste ? Justifier votre réponse.