

TP : Étude énergétique d'un pendule simple

Un pendule simple est une sphère suspendue à un fil inextensible.

1. Pendule simple non amorti – exploitation via python

Exercice 27 p 272 (copie de l'énoncé)

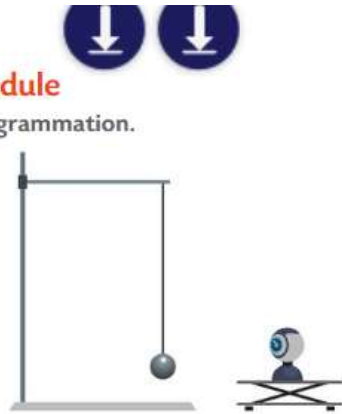
27 Python

Oscillations d'un pendule

Utiliser un langage de programmation.

Un élève a filmé un pendule simple oscillant.

Le pointage des images et un traitement informatique des données permettent d'obtenir, aux dates de chaque image, l'altitude z de la bille ainsi que la valeur de sa vitesse. L'origine de l'axe vertical est choisie à la position d'équilibre de la bille et l'énergie potentielle de pesanteur est choisie nulle pour cette coordonnée. Une partie des résultats est donnée ci-dessous.



t (s)	z (m)	v (m·s ⁻¹)
0,20	0,000	1,57
0,24	0,010	1,51
...

Pour procéder à l'étude énergétique, il utilise le programme Python ci-dessous.

```
1 import matplotlib.pyplot as plt
2 #Z trouvée, durée T et vitesse V
3 T=[0.20,0.24,0.28,0.32,0.36,0.40,0.44,\
4 0.48,0.52,0.56,0.60,0.64,0.68,0.72,0.76]
4 Z=[0,0.010,0.026,0.048,0.077,0.100,0.117,0.123,\
5 0.121,0.110,0.09,0.064,0.039,0.020,0.005]
5 V=[1.57,1.51,1.40,1.24,1.00,0.68,0.39,0.09,\
6 0.22,0.54,0.84,1.1,1.32,1.46,1.54]
6 m=0.100
7 #Détermination des valeurs de Ec
8 Ec=[]
```

```
9 for i in range (len(V)) :
10     Ec=Ec+[0.5*m*V[i]**2]
11 #Détermination des valeurs de Ep
12 Epp=[]
13 for i in range (len(Z)) :
14     Epp=Epp+[m*9.81*Z[i]]
15
16 #tracé de la courbe
17 plt.grid()
18 plt.title("Evolution des énergies cinétique,\
19 potentielle de pesanteur et mécanique")
19 plt.xlabel ('$t$ (s)')
20 plt.ylabel ('$\\mathcal{E}_{pp}$, \\mathcal{E}_c, \\
21 \\mathcal{E}_m$ (J)')
21 plt.plot (T,Epp,'r--o',label='$\\
22 \\mathcal{E}_{pp}$')
22 plt.plot (T,Ec,'k--x',label='$\\mathcal{E}_{c}$')
23 plt.legend()
24 plt.show()
```

1. Expliquer ce que l'on observera au lancement de ce programme Python.
2. Retrouver, dans le programme, la masse m du pendule étudié.
3. Proposer une adaptation du programme pour créer la grandeur énergie mécanique \mathcal{E}_m .
4. Proposer une adaptation de ce programme pour obtenir l'affichage en vert de \mathcal{E}_m en fonction du temps, repérée par des « + ».
5. Télécharger le programme ([lycee.hachette-education.com/pc/1re](https://www.lycee.hachette-education.com/pc/1re)) et le compléter comme proposé ci-dessus. Lancer le programme, observer le résultat et conclure sur l'évolution des différentes formes d'énergie au cours du mouvement du pendule.

Ressources fournies :

- Une vidéo (sans son, juste à regarder) expliquant les différentes instructions de ce programme python est disponible en suivant le lien <https://youtu.be/UPuN1qxWRo8> ou via le QRcode ou sur l'ENT et pronote (séance du jour)
- Le code de l'exercice a été copié dans un notebook dont le lien est <https://capytale2.ac-paris.fr/web/c/9975-514305> et le code de l'activité (9975-514305) en lien sur pronote.



Résoudre l'exercice en vous aidant des ressources fournies (vidéo et notebook) :

2. Oscillations amorties d'un pendule.

On vous propose d'utiliser comme pendule simple, une balle de ping-pong, sensible aux frottements.

Objectifs :

- Réaliser la vidéo des oscillations de la balle de ping-pong sur plusieurs oscillations.
- Effectuer le pointage via l'atelier scientifique (en pointage automatique)
- Réaliser l'étude énergétique et en déduire le travail de la force de frottement

Matériel disponible : votre téléphone portable, support noir, pendule, balle de ping-pong munie d'un crochet.

Indications pour réaliser une vidéo exploitable avec son portable :

- Placer un étalon de longueur dans un plan proche de celui des oscillations. (en l'absence d'objet étalon utiliser les traits sur l'écran en bois, les mesurer)
- Ne pas placer la caméra trop près (se placer au moins à 2 mètres)
- Vérifier le parallélisme entre le téléphone, le plan des oscillations et le support, l'axe de visée doit être bien perpendiculaire au plan des oscillations
- La position d'équilibre doit être présente dans le film
- Pour que le traitement automatique fonctionne correctement, s'assurer que la balle ne soit pas lâchée de trop haut : en effet, il faut qu'elle reste, pendant toute la durée du film, devant l'écran en bois.

Faites valider votre film par la professeure puis le traiter en utilisant le traitement automatique.

Étapes pour réaliser un traitement automatique avec l'Atelier Scientifique :

- Télécharger votre vidéo sur votre ordinateur, si besoin, la découper pour qu'elle ne soit pas trop lourde, la convertir en avi (format moins lourd et apparemment moins sujet aux bugs sur l'atelier scientifique). Nombreux convertisseurs en ligne gratuits.
- À partir de l'Atelier Scientifique, ouvrir votre film (converti en .AVI)
- **En cas de difficulté, une vidéo de secours est disponible sur le cahier de texte pronote**
- À l'ouverture, il peut y avoir un problème de dimension ; choisir si nécessaire le zoom 0,5 en cliquant sur la loupe en haut à droite et en sélectionnant « 0,5 ».
- Cliquer dans l'onglet de gauche, sur Traitement automatique
- Trouver une image du film où le pendule est vertical. Y faire l'étalonnage : placer le centre du repère sur la balle dans sa position d'équilibre ; l'axe Ox vers la droite et l'axe Oy vers le haut.
- Cliquer sur « cadre de travail » : réduire le cadre de travail (en plaçant la souris sur les coins haut/gauche ou bas/droite du cadre vert) et le positionner sur l'arrière-plan de manière à ce qu'il contienne toutes les positions du pendule
- Cliquer sur « Paramétrage » : objet 1 et cliquer ensuite sur la balle : le logiciel repère ainsi la couleur de l'objet à pointer. Si la balle ne se colore pas entièrement en bleu, augmenter légèrement le contraste.
- Revenir à l'image de la première position du pendule non tenu. Cliquer sur le rond vert pour démarrer le pointage automatique et l'arrêter au bout de 5 ou 6 oscillations du pendule.

Traiter vos données comme pour le TP précédent, pour afficher les différentes formes d'énergie au cours du temps.

Questions :

1. Reproduire et expliquer l'allure des courbes obtenues
2. L'énergie mécanique du pendule est-elle conservée au cours des oscillations ?
3. En partant du théorème de l'énergie cinétique, montrer que la variation d'énergie mécanique est égale au travail de la force de frottements.
4. Evaluer le travail de la force de frottement entre le premier passage et le cinquième passage par la position d'équilibre.