

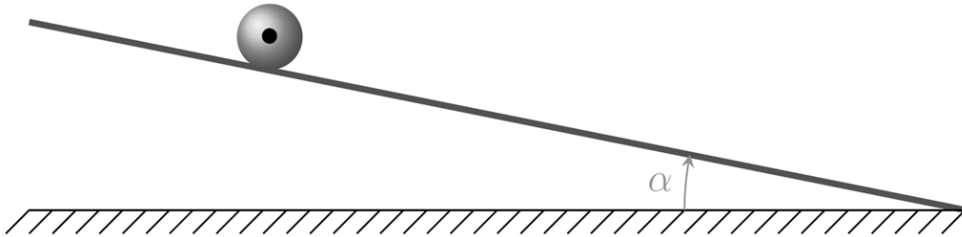
Mécanique, activité expérimentale 1 : Cinématique

Filmer un objet en mouvement permet, avec les outils adaptés, d'analyser quantitativement sa trajectoire. On peut ainsi étudier l'évolution des grandeurs cinématiques d'intérêt pour les relier aux actions subies par le système.

Lors de la prise vidéo avec la webcam, il est **strictement interdit de filmer des personnes dans la classe ; orientez la caméra vers la fenêtre ou le mur le plus proche de vous** pour que le professeur puisse facilement contrôler le respect de cette règle.

I. Rampe inclinée

On s'intéresse tout d'abord au mouvement d'une balle alors qu'elle descend le long d'une rampe inclinée.



1. Faire l'expérience et commenter la nature du mouvement en termes de trajectoire et vitesse.

Sur un schéma, à un instant quelconque, représenter les vecteurs vitesse et accélération. À votre avis, comment évolue l'accélération lors du mouvement?

Réaliser un enregistrement vidéo du mouvement et effectuer le pointage des positions successives de la balle à l'aide de LatisPro.

Les questions suivantes doivent être traitées à l'aide de Python. Des programmes de traceur et d'ajusteur sont présents à l'adresse <https://bit.ly/PVMPSIPythonAE>

Pour le calcul des dérivées, on privilégiera l'approximation de la différence centrée :

$$\frac{df}{dt} = \frac{f(t + \delta t) - f(t - \delta t)}{2 \cdot \delta t}$$

avec δt le pas de temps de l'expérience.

3. Représenter l'évolution de la distance parcourue en fonction du temps, puis de la norme $v(t)$ du vecteur vitesse par la méthode de votre choix.

Attention, certaines méthodes de calcul de la distance parcourue sont incorrectes dans le cas d'un mouvement qui n'est pas selon un axe et dans un sens constant.

4. Commenter l'allure de $v(t)$. Ce résultat est-il en accord avec l'hypothèse de la question 1? Justifier.

5. Réaliser un ajustement linéaire des données et en déduire la norme de l'accélération. Vérifier la valeur obtenue en représentant la norme du vecteur l'accélération, obtenue en dérivant numériquement le vecteur vitesse.

II. Rebonds

On s'intéresse aux rebonds successifs d'une balle après l'avoir lâchée. On note h_n la hauteur maximale de la balle lors du n-ième rebond.

6. Réaliser l'enregistrement vidéo du mouvement et effectuer le pointage.

7. Calculer le rapport h_{n+1}/h_n . Que constate-t-on?

8. Retrouver ce résultat avec l'expérience « Collision (in)élastique » de l'application Phyphox.

Annexe A : Traitement vidéo

A. 1. Enregistrement vidéo

L'enregistrement de la vidéo d'un mouvement se fait avec une webcam et le logiciel IRIS.

- * Ouvrir IRIS.
- * Choisir le répertoire dans lequel sera sauvegardée la vidéo :
File → Settings : dans le champ Working path, choisir un dossier que vous pourrez retrouver facilement.
- * Réglage de la webcam :
Video → Preview : effectuer la mise au point et le cadrage de l'image.
L'image doit comporter un étalon de longueur !
- * Capture de la vidéo :
Video → AVI capture : compléter les champs :
 - AVI file name : nom du fichier;
 - Capture duration : la durée de l'enregistrement;
 - Frequency : nombre d'images par seconde (choisir 15ips); puis cliquer sur GO et confirmer le démarrage de l'enregistrement.

A. 2. Analyse de la vidéo

L'exploitation de la vidéo se fait à l'aide du logiciel LatisPro.

- * Ouvrir LatisPro.
- * Relever les positions successives du mobile :
Édition → Analyse de séquences vidéo :
 - Fichiers : choisir le fichier à exploiter. Il doit être au format .avi;
 - revenir au début de l'enregistrement à l'aide des boutons de navigation sous la vidéo;
 - Sélection de l'origine : cliquer sur l'image pour choisir l'origine;
 - Sélection de l'étalon : cliquer sur le début et la fin de l'étalon et indiquer sa longueur;
 - à l'aide des boutons de navigation, chercher le début du mouvement;
 - Sélection manuelle des points : cliquer sur les positions successives de l'objet;
 - fermer la fenêtre.

- * Tracer les données : cliquer sur l'icône en forme de sinusoïde verte et cliquer glisser les variables à représenter dans la fenêtre graphique (Mouvement X et Mouvement Y).
- * Utilisation du tableur :

Traitements → Tableur (Il se peut que certaines images n'aient pas été sauvegardées lors de l'enregistrement. Dans ce cas le calcul de la dérivée va échouer. Pour contourner le problème, utiliser Python : exporter les données Mouvement X et Mouvement Y (confer astérisque suivante), puis supprimer les lignes contenant « NAN » dans le fichier .txt.) :

– créer une nouvelle variable : Variables → Nouvelle, puis choisir un nom et indiquer l'unité;

– calculer les valeurs d'une variable (Var2) à partir d'une autre (Var1) : sélectionner la colonne Var2 puis, dans la barre de formule fx, entrer la formule en commençant par un signe « = » : cos(Var1), ..., deriv(Var1;Temps).

- * Exporter des données pour une exploitation avec Python :

Fichier → Exportation :

– faire glisser les variables à exporter;

– choisir le format TXT, un point comme séparateur décimal et une tabulation entre les colonnes.

- * Modélisation :

Traitements → Modélisation :

– glisser-déplacer la courbe à modéliser;

– choisir le modèle adapté;

– cliquer sur « Calculer le modèle »;

– étendre la fenêtre en cliquant sur « >> » pour obtenir les paramètres de l'ajustement.

Annexe B : Commandes Python

len(liste) : renvoie le nombre d'éléments dans une liste

range(n) parcourt les entiers de 0 à n-1

liste[] : initialise une liste

liste.append(element) : ajoute l'élément à la liste

numpy.sqrt(x) (ou np.sqrt(x)) : racine carrée de x

numpy.zeros(n) (ou np.zeros(n)) : liste contenant n zéros

liste[1 :-1] : liste amputée de ses premier et dernier éléments