

Lancer d'un ballon

Quand un jongleur lance une balle vers le haut, la balle ralentit jusqu'à ce qu'elle atteigne sa hauteur maximale, puis sa vitesse augmente pendant sa descente. Son diagramme de la vitesse illustrerait ces changements. Y a-t-il une description mathématique des variations de la vitesse? Quel serait le lien avec le diagramme du mouvement correspondant? À quoi ressemblerait le diagramme de l'accélération?

Dans cette expérience, vous utiliserez un détecteur de mouvement pour collecter des données sur la position, la vitesse et l'accélération d'une balle lancée verticalement vers le haut et vous ferez l'analyse des graphiques de ces grandeurs

OBJECTIFS

- Σ Collecter des données sur la position, la vitesse et l'accélération d'une balle lancée verticalement vers le haut.
- Σ Analyser les graphiques correspondants
- Σ Déterminer les équations des courbes ajustées aux points de mesures.
- Σ Déterminer l'accélération moyenne à partir du diagramme de l'accélération.

MATERIEL

Power Macintosh or Windows PC
LabPro
Logger *Pro*

Détecteur de mouvement Vernier
Ballon de volley ou de basket
Panier de protection en fil de fer

QUESTIONS PREALABLES

1. Réfléchissez à ce qui arrive à un ballon pendant qu'il monte puis qu'il descend. Faites une esquisse de l'allure du diagramme du mouvement et un court texte pour expliquer ce qui se passe.
2. Idem pour le diagramme de la vitesse.
3. Idem pour le diagramme de l'accélération.

PROCEDURE

1. Connectez le Détecteur de mouvement Vernier au DIG/SONIC 2 du LabPro.
2. Placez le Détecteur de mouvement sur le sol et protégez-le en le recouvrant d'un panier de fil de fer.
3. Ouvrez le fichier du dossier Experiment 6 de *Physics with Computers*. Vous verrez à l'écran trois graphiques : les diagrammes du mouvement, de la vitesse et de l'accélération.

4. Il s'agit de lancer le ballon verticalement vers le haut et de le laisser retomber et de le rattraper, ceci au-dessus du détecteur et sans endommager celui-ci... Cela nécessitera vraisemblablement plusieurs essais. Tenez le ballon à environ 0,5 m au-dessus du détecteur. Cliquez sur  pour démarrer l'acquisition des données. Vous entendrez un cliquetis provenant du détecteur ; attendez une seconde puis lancez le ballon vers le haut en ôtant tout de suite les mains du champ du détecteur. Un lancer de 0,5 à 1 m au-dessus de détecteur donne de bons résultats. Vous obtiendrez les meilleurs résultats si vous lancez et rattrapez le ballon à environ 0,5 m au-dessus du détecteur.
5. Examinez le diagramme du mouvement et répétez l'étape 4 au besoin, si la courbe n'est pas assez lisse, en demandant à votre maître si vous n'êtes pas sûr d'avoir un diagramme correct .

ANALYSE

1. Imprimez les trois graphiques; ceux-ci sont assez complexes, et il est important d'identifier différentes régions sur chaque graphique. Cliquez sur le bouton Examine , , et déplacez la souris sur le graphique pertinent pour répondre aux questions suivantes; notez vos réponses directement sur les graphiques imprimés.
 - a) Identifiez la région où le ballon, tout en étant en train d'être lancé, était encore dans vos mains:
 - Σ Examinez le diagramme de la vitesse, identifiez cette région et indiquez la sur le diagramme.
 - Σ Idem pour le diagramme de l'accélération.
 - b) Identifiez la région où le ballon est en chute libre:
 - Σ Indiquez sur chaque graphique la région où le ballon est en chute libre et se déplace vers le haut.
 - Σ Indiquez sur chaque graphique la région où le ballon est en chute libre et se déplace vers le bas.
 - c) Déterminez la distance, la vitesse, et l'accélération aux points suivants:
 - Σ Sur le diagramme de la vitesse, décidez où le ballon a atteint sa vitesse maximale, juste à l'instant où le ballon a été lâché. Marquez ce point et notez la valeur sur le graphique.
 - Σ Sur le diagramme du mouvement, repérez la hauteur maximale atteinte. Marquez ce point et notez la valeur sur le graphique.
 - Σ Quelle était la vitesse du ballon en ce point?
 - Σ Quelle était l'accélération du ballon en ce point?
2. Le mouvement d'un objet en chute libre est modélisé par l'équation $y = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$, où y est la position verticale , v_0 est la vitesse initiale, t est le temps, et g est l'accélération de la pesanteur (9.8 m/s^2). C'est une équation quadratique dont le graphe est une parabole. Votre diagramme du mouvement devrait être parabolique. Pour ajuster une équation quadratique à vos données, cliquez et faites glisser la souris sur la portion du diagramme du mouvement qui est parabolique. Cliquez sur le bouton Curve Fit , , sélectionnez Quadratic fit dans la liste des modèles et cliquez sur . Examinez l'ajustement de la courbe à vos données et cliquez sur  pour revenir au graphique principal. Le coefficient du terme en x^2 est-il proche de $1/2 g$?
3. Le diagramme de la vitesse devrait être linéaire. Pour ajuster une droite à vos données, cliquez et faites glisser la souris sur la portion du diagramme qui correspond à la chute libre. Cliquez sur le bouton Regression , . Le coefficient du terme en x est-il proche de g ?

4. Le graphique de l'accélération devrait être raisonnablement constant. Cliquez et faites glisser la souris sur la portion du diagramme qui correspond à la chute libre. Cliquez sur le bouton Statistics , . La valeur de l'accélération moyenne est-elle proche des valeurs trouvées pour g aux étapes 2 et 3?
5. Listez quelques raisons qui pourraient expliquer que vos valeurs pour l'accélération du ballon peuvent être différentes de la valeur communément acceptée pour g .

EXTENSIONS

1. Déterminez la cohérence de vos valeurs pour l'accélération et comparez vos mesures de g à sa valeur acceptée. Pour ce faire, répétez les mesures 5 fois. À chaque fois, ajustez une droite à la portion pertinente du diagramme de la vitesse et notez la valeur de la pente de la droite. Faites la moyenne des valeurs des 6 pentes afin d'obtenir une valeur finale pour votre mesure de g . La variation de vos mesures peut-elle expliquer la différence entre votre valeur moyenne et la valeur usuelle de g ?
2. Le ballon utilisé ici est assez grand et assez léger pour que la résistance de l'air ait un effet sur l'accélération. Faites la même analyse qu'avant, mais en séparant la montée et la descente. Expliquez les différences éventuelles.
3. Faites la même expérience avec un ballon plus gros et plus léger et comparez vos résultats.
4. Faites la même expérience avec un ballon plus petit et plus dense et comparez vos résultats.
5. Placez le détecteur en hauteur et faites le même labo en lâchant le ballon et en le faisant rebondir.