

Expérience de Galilée moderne

Quand Galilée a introduit le concept d'accélération uniforme, il l'a définie comme un accroissement égal de la vitesse pour des intervalles de temps égaux. La présente expérience est similaire à celle que Galilée décrit dans son livre, *Dialogues Concernant Deux Sciences nouvelles*, dans lequel il fit l'hypothèse qu'une bille descendant le long d'un plan incliné accélère uniformément. Plutôt que d'utiliser une horloge à eau pour mesurer le temps, comme Galilée, vous aurez à disposition un détecteur de mouvement connecté à un ordinateur. Cela rend possible une mesure très précise du mouvement de la bille et vous devriez donc être en mesure de décider si l'hypothèse de Galilée était correcte.



Dans son livre, Galilée ajoute que des billes de taille et de poids différents auraient la même accélération en descendant un plan d'une inclinaison donnée et également en chute libre. Ceci était en contradiction avec la croyance commune de l'époque, à savoir que les objets lourds tomberaient plus vite que les objets légers.

Comme il était difficile pour Galilée de mesurer la vitesse, il utilisa deux grandeurs plus simples à mesurer : la distance totale parcourue et le temps écoulé. Toutefois, avec le détecteur de mouvement, il est possible de mesurer des intervalles de temps beaucoup plus petits et par conséquent de calculer la vitesse pour de nombreux points le long du plan incliné. Les données que vous récolterez en une descente sont bien plus nombreuses que celles que Galilée pouvait amasser en de nombreux essais.

OBJECTIFS

- Σ Utiliser un détecteur de mouvement pour mesurer la vitesse d'une bille le long d'un plan incliné.
- Σ Déterminer si l'hypothèse de Galilée (accélération uniforme) est correcte.
- Σ Analyser les graphiques cinématiques pour une bille sur un plan incliné.
- Σ Modéliser le mouvement par des équations algébriques

MATERIEL

Power Macintosh or Windows PC
LabPro
Logger Pro

Vernier Motion Detector
Plan incliné (1.3 m long)
Balles (5 – 10 cm de diamètre)

QUESTIONS PREALABLES

1. Lister quelques observations ayant amené les contemporains de Galilée à croire que les objets lourds tombent plus vite que les objets légers.

2. Lâcher simultanément une petite et une grosse balle de la même hauteur. La grosse arrive-t-elle au sol avant la petite?
3. Que se passerait-il si vous lâchiez à nouveau en même temps les deux balles, mais en lâchant la petite d'une hauteur plus élevée de 30 cm que la grande. La distance entre les deux balles resterait-elle constante, augmenterait-elle ou diminuerait-elle au cours de la chute ? Comme la distance de chute est courte, il est difficile à l'œil de dire ce qui se passe. On comprend pourquoi Galilée et ses contemporains ont eu de la peine à traiter cette question du mouvement : Essayez de répondre à la question en utilisant l'hypothèse de l'accélération constante.

PROCEDURE

1. Connectez le détecteur de mouvement au o DIG/SONIC 2 du Lab Pro.
2. Placez le détecteur en haut d'un plan incliné de 1 à 3 m de long. L'inclinaison doit se situer entre 5 et 10°.
3. Ouvrez le fichier contenu dans le dossier Experiment 3 de *Physics with Computers*. Deux graphiques apparaîtront à l'écran. L'axe vertical du diagramme du mouvement va de 0 à 3 m. L'axe vertical du diagramme de la vitesse va de 0 à 2 m/s. L'axe horizontal des deux graphiques porte le temps de 0 à 3 s.
4. Placer une balle à environ 0.4 m du détecteur, sur le plan incliné.
5. Cliquez  pour commencer l'acquisition de données. Lorsque vous entendez cliquer le détecteur, lâcher la balle.
6. Imprimer les graphiques.
7. Cliquez sur le diagramme des vitesses. Cliquez sur l'outil Examine , , sur la barre d'outils. Déplacez le curseur jusqu'à un point situé à environ un quart du trajet total. Consignez dans le tableau ci-dessous les valeurs du temps et de la vitesse pour ce point. À partir de ce point, enregistrez les valeurs du temps et de la vitesse toutes les 0.2 s, pour 10 points ou jusqu'à la fin de l'accélération.
8. Est-ce que le diagramme du mouvement semble suivre une courbe algébrique simple ? Laquelle ? Essayez d'ajuster différentes fonctions à la portion des données correspondant à la descente libre de la balle en traînant la souris à travers cet intervalle de temps et en cliquant le bouton Curve Fit, . Choisissez une fonction du menu déroulant et cliquez  pour voir comment la fonction s'ajuste aux données. Choisissez la fonction la plus simple qui s'ajuste encore bien aux données, cliquez  pour redessiner l'ajustement, et cliquez  pour placer l'ajustement dans la fenêtre graphique principale. Enregistrez à la fois l'équation et les paramètres de l'équation ajustée. Imprimez votre graphique, y compris les paramètres de la courbe.
9. Idem pour le diagramme de la vitesse.

TABLEAU DES DONNEES

Point	Temps (s)	Vitesse (m/s)	Variation de vitesse (m/s)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
Pente du graphe v-t			
Accélération Moyenne			

ANALYSE

1. Calculez les variations de vitesse entre chacun des points du tableau des données ci-dessus. Entrez les valeurs dans la colonne de droite du tableau.
2. Galilée a défini l'accélération uniforme comme *une variation identique de vitesse en des intervalles de temps égaux*. Vos données supportent-elles ou réfutent-elles cette définition, pour un objet en mouvement le long d'un plan incliné ? Expliquez.
3. Vos données confirment-elles l'hypothèse de Galilée sur le mouvement uniformément accéléré le long du plan incliné ?
4. Calculez l'accélération moyenne de la balle entre le premier et le dernier point (t_1 et t_{fin}) en utilisant vos données et la définition de l'accélération moyenne :

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_{last} - v_1}{t_{last} - t_1}$$

5. Regardez l'équation de la courbe ajustée au diagramme du mouvement. Quel est le lien entre la constante C et la pente du diagramme de la vitesse ?
6. Regardez l'équation de la courbe ajustée au diagramme de la vitesse. La fonction ajustée a-t-elle une pente constante? Quelle est la signification physique de la pente ? Quelle est son unité de mesure? Écrivez sa valeur dans le tableau de données.

EXTENSIONS

1. Répétez l'expérience avec une balle de taille différente ou un chariot. Les résultats sont-ils différents? Comparez l'accélération du chariot à celle des balles.
2. Utilisez le détecteur de mouvement pour examiner l'accélération d'une balle de caoutchouc en chute libre. Faites lien avec l'expérience de Galilée.
3. Faites rouler la balle vers le haut du plan incliné de façon à ce qu'elle inverse son mouvement à au moins 0,4m du détecteur. L'accélération est-elle la même pendant tout le mouvement? La vitesse garde-t-elle le même signe? Comment pourrait-on changer le système de coordonnées de l'expérience pour changer le signe de l'accélération?