

Mouvement aller-retour

Beaucoup d'objets effectuent un mouvement d'aller-retour le long d'une droite, par exemple une balle lancée verticalement en l'air ou un pendule oscillant. Les diagrammes du mouvement et de la vitesse de tels objets présentent des caractéristiques communes que vous observerez dans cette expérience. Vous utiliserez un détecteur de mouvement pour observer les mouvements des cinq objets suivants :

- Σ Pendule oscillant
- Σ Chariot roulant le long d'une pente
- Σ Élève sautant en hauteur
- Σ Masse attachée à un ressort
- Σ Balle lancée verticalement

OBJECTIFS

- Σ Analyse qualitative de mouvements aller-retour.
- Σ Analyser et interpréter des graphiques de mouvements aller-retour.
- Σ Utiliser les graphiques pour faire l'inventaire d'objets présentant ces mouvements.

MATERIEL

Power Macintosh ou Windows PC
LabPro
Logger *Pro*

Détecteur de mouvement Vernier
Pendule
Ressort et masse

Plan incliné et chariot
Ballon (15-cm diamètre au moins 15 cm)
Panier protecteur pour le détecteur de mouvement
Rapporteur
Règle graduée

QUESTIONS PREALABLES

1. Est-ce que certains des cinq objets listés ci-dessus se déplacent de façon similaire? Si oui, lesquels ? Qu'ont-ils en commun?
2. Si l'accélération que subit un objet est constante, quelle est l'allure du diagramme de la vitesse ?
3. Pensez-vous que l'un ou l'autre des cinq objets a une accélération constante? Si oui, le(s)quel(s)?
4. Si on considère un ballon lancé verticalement vers le haut, il se déplace d'abord vers le haut, change de sens et retombe. Quelle est l'accélération du ballon pendant la montée ? Et au maximum de hauteur ? Et pendant la descente ?

PROCEDURE

Ces cinq activités vous demanderont de prédire l'allure des diagrammes du mouvement et de la vitesse en fonction du temps pour divers mouvements, puis d'acquérir les données expérimentales correspondantes. L'emplacement du Détecteur de mouvement définit l'origine du référentiel que vous utiliserez pour vos graphiques.

Partie I Pendule oscillant

1. Connectez le Détecteur de mouvement au DIG/SONIC 2 du LabPro.

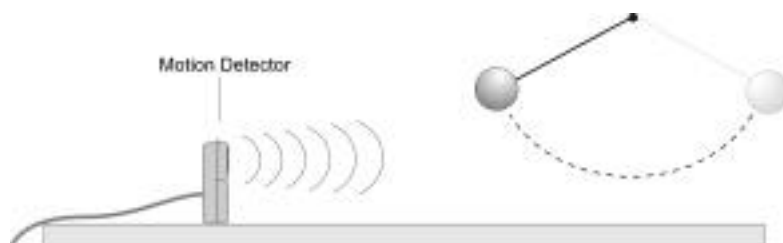


Figure 1

2. Ouvrez le dossier 2 de *Physics with Computers*. Puis ouvrez le fichier Exp 02 Pendulum. Deux graphiques apparaîtront à l'écran. L'axe vertical du diagramme du mouvement va de 0 à 1.5 m. L'axe vertical du diagramme de la vitesse va de -1 à $+1$ m/s. L'axe horizontal des deux graphiques porte le temps de 0 à 10 s.
3. Faites l'esquisse de votre prédiction pour le mouvement et la vitesse de la masse du pendule quand celui-ci se balance, en ne considérant que son déplacement horizontal. En vous basant sur l'allure du diagramme de la vitesse, pensez-vous que l'accélération est constante ou variable ? Pourquoi ? Son sens change-t-il ? Existe-t-il un point où l'accélération est nulle ?
4. Placer le détecteur à proximité d'un pendule de 1 à 2 m de long : Le détecteur devrait se trouver à la même hauteur que la masse accrochée au pendule et à environ 1 m de sa position au repos. La masse ne doit pas s'approcher à moins de 0,4 m du détecteur pour des mesures correctes.
5. Tirez la masse d'environ 15 cm vers le détecteur et laissez le pendule osciller.
6. Cliquez  pour commencer l'acquisition des données.
7. Si vous n'observez pas une courbe lisse, c'est vraisemblablement parce que la course du pendule n'était pas alignée avec le faisceau du détecteur. Dans ce cas, répétez les points 5 – 6.
8. Répondez aux questions de l'Analyse sur cette partie I avant de passer à la partie II.

Partie II Chariot sur un plan incliné

9. Ouvrez le fichier Exp 02 Cart. Deux graphiques apparaîtront à l'écran. L'axe vertical du diagramme du mouvement va de 0 à 2 m. L'axe vertical du diagramme de la vitesse va de -2 à $+2$ m/s. L'axe horizontal des deux graphiques porte le temps de 0 à 5 s.
10. Placez le détecteur en haut d'un plan incliné de 1 à 2 m de long. L'inclinaison doit se situer entre 5° et 10° .

11. Esquissez votre prédiction du diagramme du mouvement et de celui de la vitesse pour un chariot roulant librement vers le haut puis vers le bas d'un plan incliné. Au départ, le chariot remonte le plan incliné en se déplaçant vers le détecteur. Pensez-vous que l'accélération est constante ou variable ? Pourquoi ? Son sens change-t-il ? Existe-t-il un point où l'accélération est nulle ?
12. Tenez le chariot au bas du plan incliné. Cliquez  pour commencer l'acquisition de données. Lorsque vous entendez cliquer le détecteur, poussez le chariot vers le haut du plan incliné. Assurez-vous que le chariot ne s'approche pas à moins de 0,4 m du détecteur et ne laissez pas vos doigts sur le plan incliné....
13. Zoomez sur la portion de chaque graphique pendant laquelle le chariot roulait librement. Pour cela, tirez un rectangle avec la souris autour de la partie utile des données, puis cliquez sur le bouton Zoom In , . Répondez aux questions de l'Analyse sur cette partie II avant de passer à la partie III.

Partie III Elève qui saute en l'air

14. Ouvrez le fichier Exp 02 Jump. Deux graphiques apparaîtront à l'écran. L'axe vertical du diagramme du mouvement va de 0 à 2.0 m. L'axe vertical du diagramme de la vitesse va de -2 à +2 m/s. L'axe horizontal des deux graphiques porte le temps de 0 à 10 s.
15. Fixez le détecteur à au moins 3 m au-dessus du sol, pointant verticalement vers le bas.
16. Esquissez votre prédiction du diagramme du mouvement et de celui de la vitesse pour un élève sautant vers le haut puis retombant. Pensez-vous que l'accélération est constante ou variable ? Pourquoi ? Son sens change-t-il ? Existe-t-il un point où l'accélération est nulle ?
17. Tenez-vous juste sous le détecteur.
18. Cliquez  pour commencer l'acquisition des données. Lorsque vous entendez cliquer le détecteur, pliez les genoux puis sautez en l'air en gardant les bras le long du corps.
19. Zoomez sur la portion de chaque graphique représentant le saut, du pli des genoux à l'atterrissage. Pour cela, tirez un rectangle avec la souris autour de la partie utile des données, puis cliquez sur le bouton Zoom In , . Répondez aux questions de l'Analyse sur cette partie III avant de passer à la partie IV.

Partie IV Oscillations d'une masse attachée à un ressort

20. Ouvrez le fichier Exp 02 Spring. Deux graphiques apparaîtront à l'écran. L'axe vertical du diagramme du mouvement va de 0 à 1.5 m. L'axe vertical du diagramme de la vitesse va de -1 à +1 m/s. L'axe horizontal des deux graphiques porte le temps de 0 à 10 s.
21. Placez le détecteur pointant vers le haut à 1 m environ au-dessous d'une masse suspendue à un ressort.
22. Esquissez votre prédiction du diagramme du mouvement et de celui de la vitesse pour une masse accrochée à un ressort. Pensez-vous que l'accélération est constante ou variable ? Pourquoi ? Son sens change-t-il ? Existe-t-il un point où l'accélération est nulle ?
23. Soulevez la masse de 10 cm au maximum et laissez-la osciller.
24. Cliquez  pour commencer l'acquisition des données.

25. Si vous n'observez pas une courbe lisse, c'est vraisemblablement parce que la masse n'était pas alignée avec le faisceau du détecteur. Dans ce cas, répétez les mesures.
26. Zoomez sur une portion de chaque graphique qui représente un cycle du mouvement de la masse. Pour cela, tirez un rectangle avec la souris autour de la partie utile des données, puis cliquez sur le bouton Zoom In, . Répondez aux questions de l'Analyse sur cette partie IV avant de passer à la partie V.

Part V Ballon lancé vers le haut

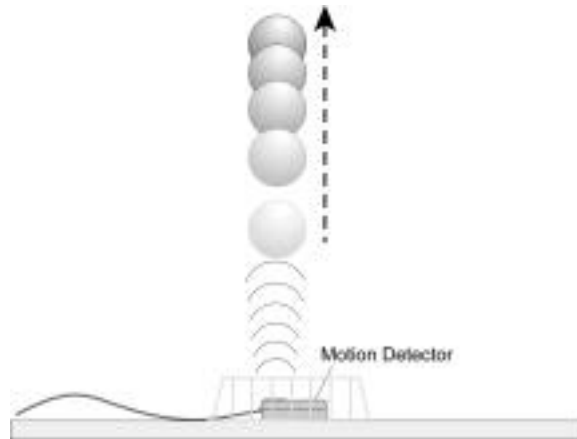


Figure 2

27. Ouvrez le fichier Exp 02 Ball. Deux graphiques apparaîtront à l'écran. L'axe vertical du diagramme du mouvement va de 0 à 2m. L'axe vertical du diagramme de la vitesse va de -3 à $+3$ m/s. L'axe horizontal des deux graphiques porte le temps de 0 à 5 s.
28. Esquissez votre prédiction du diagramme du mouvement et de celui de la vitesse pour une balle lancée verticalement vers le haut. Pensez-vous que l'accélération est constante ou variable ? Pourquoi ? Son sens change-t-il ? Existe-t-il un point où l'accélération est nulle ?
29. Placez le détecteur pointant vers le haut comme sur la figure 2. Placer un panier de protection au-dessus du détecteur.
30. Tenez le ballon à une hauteur d'environ 0,5 m au-dessus du détecteur.
31. Cliquez  pour commencer l'acquisition des données.
32. Quand vous entendez le détecteur cliquer, lancez gentiment le ballon vers le haut au-dessus du détecteur, en ôtant rapidement vos mains du champ, afin que le détecteur suive le mouvement du ballon et non celui de vos mains. Rattrapez le ballon juste avant qu'il ne tombe sur le panier.
33. Zoomez sur la portion de chaque graphique qui le séjour du ballon en l'air. Pour cela, tirez un rectangle avec la souris autour de la partie utile des données, puis cliquez sur le bouton Zoom In, .

ANALYSE

Partie I Pendule oscillant

1. Imprimez les diagrammes du mouvement et de la vitesse pour une oscillation du pendule ; comparez-les à vos prévisions et commentez les différences éventuelles.
2. L'accélération a-t-elle été constante ou variable? Comment peut-on le dire ?
3. La vitesse a-t-elle été nulle en un point du mouvement? Expliquez.
4. L'accélération a-t-elle été nulle en un point du mouvement? Expliquez.
5. Où était la masse du pendule quand l'accélération était maximale ?
6. Faites les mesures de la partie suivante.

Partie II Chariot sur un plan incliné

7. Imprimez les diagrammes du mouvement et de la vitesse pour l'aller-retour du chariot sur le plan incliné ; comparez-les à vos prévisions et commentez les différences éventuelles.
8. L'accélération a-t-elle été constante ou variable? Comment peut-on le dire ?
9. Logger *Pro* peut montrer la droite tangente à une courbe en un point donné, et calculer sa pente. Pour accéder à cette fonction, Cliquez sur le bouton tangente, . Utilisez la tangente et le diagramme de la vitesse pour déterminer l'accélération du chariot pendant la montée, au sommet de sa course et pendant sa descente. Que remarquez-vous ?
10. La vitesse a-t-elle été nulle en un point du mouvement? Expliquez.
11. L'accélération a-t-elle été nulle en un point du mouvement? Expliquez.
12. Faites les mesures de la partie suivante.

Partie III Elève qui saute en l'air

13. Imprimez les diagrammes du mouvement et de la vitesse le saut de l'élève ; comparez-les à vos prévisions et commentez les différences éventuelles.
14. Utilisez le bouton Tangente, , pour déterminer où l'accélération est maximale : lorsque le sauteur décolle, en l'air ou pendant l'atterrissage ?
15. Tant que le sauteur était en l'air, l'accélération a-t-elle été constante ou variable? Comment peut-on le dire ?
16. La vitesse a-t-elle été nulle en un point du mouvement? Expliquez.
17. L'accélération a-t-elle été nulle en un point du mouvement? Expliquez.
18. Faites les mesures de la partie suivante.

Partie IV Oscillations d'une masse attachée à un ressort

19. Imprimez les diagrammes du mouvement et de la vitesse pour une oscillation de la masse ; comparez-les à vos prévisions et commentez les différences éventuelles.
20. L'accélération a-t-elle été constante ou variable? Comment peut-on le dire ?
21. La vitesse a-t-elle été nulle en un point du mouvement? Expliquez.

22. L'accélération a-t-elle été nulle en un point du mouvement? Expliquez.
23. Où était la masse lorsque l'accélération a été la plus
24. Comparer le mouvement de la masse et celui du pendule.

Part V Ballon lancé vers le haut

25. Imprimez les diagrammes du mouvement et de la vitesse correspondant au séjour du ballon en l'air ; comparez-les à vos prévisions et commentez les différences éventuelles.
26. L'accélération a-t-elle été constante ou variable? Comment peut-on le dire ?
27. Utilisez la tangente et le diagramme de la vitesse pour déterminer l'accélération du ballon pendant la montée, à la hauteur maximale et pendant la descente : Que remarquez-vous ?
28. La vitesse a-t-elle été nulle en un point du mouvement? Expliquez.
29. L'accélération a-t-elle été nulle en un point du mouvement? Expliquez.

Analyse globale

30. Énoncez deux propriétés communes aux cinq diagrammes du mouvement, ainsi que deux différences.
31. Énoncez deux propriétés communes aux cinq diagrammes de la vitesse.
32. Énoncez deux différences entre les diagrammes de la vitesse.

EXTENSIONS

1. Étudiez d'autres mouvements, tels que :
 - Σ Une balle rebondit
 - Σ Un yo-yo
2. Attachez un accéléromètre à votre ceinture et utilisez-le pour analyser votre mouvement lorsque vous sautez en l'air. Comparez l'accélération à l'atterrissage soit en pliant les genoux, soit sans plier les genoux à l'impact. Avertissement : limitez la hauteur de vos sauts à quelques centimètres quand vous ne pliez pas les genoux.
3. Utilisez un capteur de force pour mesurer la force dans le ressort oscillant et faites le lien avec les graphiques que vous avez obtenus.