

Mouvement d'un projectile

But

Étudier le mouvement d'une bille chutant d'une table et comparer les résultats expérimentaux aux prédictions théoriques.

Méthode

- Déterminer la vitesse d'une bille roulant sur le plateau d'une table, juste avant qu'elle n'en chute.
- Mesurer la distance horizontale parcourue par la bille durant sa chute.

Manipulations et mesures

- a) Mesurez le diamètre de la bille et estimez l'incertitude sur cette mesure.
- b) Mesurez la hauteur du plateau de la table par rapport au sol et estimez l'incertitude sur cette mesure.
- c) Maintenez la bille immobile sur la rampe de lancement, puis lâchez-là.
- d) Lisez sur le chronomètre, la durée du passage de la bille sous la porte et en déduire sa vitesse. Estimez l'incertitude sur la mesure de cette durée.
- e) Mesurez la distance entre le point du sol situé sous le fil à plomb et le point d'impact de la bille sur le sol, puis estimez l'incertitude sur cette mesure. Cette distance est la distance horizontale parcourue par la bille durant sa chute.
- f) Répétez les points c) à e) pour plusieurs positions de départ différentes, de la bille sur la rampe de lancement.

Exploitation des mesures

- g) À l'aide du logiciel Logger Pro, représentez graphiquement la distance horizontale parcourue par la bille durant sa chute, en fonction de sa vitesse.
- h) Ajustez une droite de régression linéaire pour les points obtenus.
- i) Le temps de chute de la bille dépend-il de sa vitesse initiale ? Justifiez votre réponse en vous basant sur le graphique que vous avez obtenu.
- j) À l'aide de votre graphique, déterminez le temps de chute de la bille.

Prédictions théoriques

Nous supposons que les forces de frottement exercées sur la bille durant sa chute, sont suffisamment faibles pour être négligées.

Calculons la distance horizontale théorique d parcourue par la bille pendant sa chute. Nous choisissons un repère dont l'origine se trouve au point de chute de la bille, d'abscisse horizontale et

orientée dans le sens du déplacement de la bille sur la table et l'ordonnée, verticale et orientée vers le bas.

Le mouvement de la bille dans la direction horizontale est un MRU et celui dans la direction verticale, un MRUA. Les horaires dans ces deux directions fournissent le système suivant :

$$\begin{cases} d = v_0 t \\ h = \frac{1}{2} g t^2 \end{cases}$$

En éliminant la variable t de ces deux équations, on obtient :

$$h = \frac{g d^2}{2 v_0^2}$$

d'où :

$$d = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Calcul d'erreur

L'expression ci-dessus montre que la distance horizontale théorique d dépend de la vitesse initiale

$v_0 = \frac{s}{t}$ de la bille (où s est le diamètre de la bille et t , la durée de son passage sous la porte) et de la

hauteur h de la table. Ces trois grandeurs (s , t , h) ont été mesurées et sont par conséquent entachées d'incertitudes, lesquelles entraînent une incertitude sur la distance théorique d . Il s'agit de calculer l'incertitude Δd sur cette distance théorique, à partir des incertitudes sur les grandeurs mesurées (lesquelles ont été estimées dans la partie "Manipulations et mesures"). Pour ce faire, on

calcule les distances théoriques minimale $d_{\min} = v_{0\min} \sqrt{\frac{2h_{\min}}{g}}$, puis maximale $d_{\max} = v_{0\max} \sqrt{\frac{2h_{\max}}{g}}$.

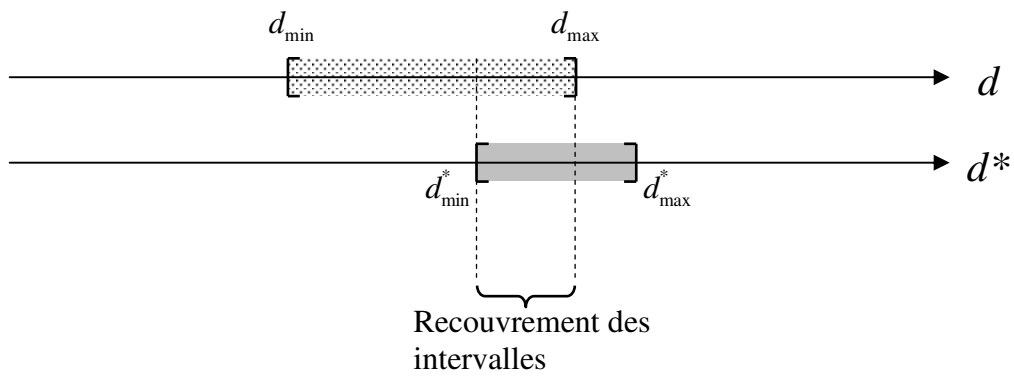
L'incertitude sur la distance horizontale théorique est donnée par $\Delta d = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{2}$ et la distance

théorique d est le milieu de l'intervalle $[d_{\min}; d_{\max}]$, à savoir $d = \frac{d_{\min} + d_{\max}}{2}$.

Rappelons que pour une grandeur mesurée m entachée d'une incertitude Δm , les valeurs minimale et maximale de cette grandeur sont données respectivement par $m_{\min} = m - \Delta m$ et $m_{\max} = m + \Delta m$.

Dans cette expérience, les incertitudes portent sur les mesures du diamètre de la bille (Δs), de la durée du passage de la bille sous la porte (Δt), de la hauteur de la table (Δh) et de la distance horizontale parcourue par la bille durant sa chute (Δd^*). L'astérisque a pour but de distinguer cette incertitude sur la distance horizontale *mesurée*, de celle sur la distance horizontale *théorique* (Δd) calculée plus haut. Comparer les résultats expérimentaux aux prédictions théoriques revient donc à étudier le recouvrement des intervalles d'incertitude sur les valeurs théorique et expérimentale de la distance horizontale parcourue par la bille durant sa chute.

Pour chaque vitesse initiale v_0 de la bille, calculez l'intervalle d'incertitude $[d_{\min}; d_{\max}]$ sur la valeur théorique de la distance horizontale parcourue pendant sa chute, puis calculez l'intervalle d'incertitude $[d_{\min}^*; d_{\max}^*]$ sur la valeur mesurée de cette distance (où $d_{\min}^* = d^* - \Delta d^*$ et $d_{\max}^* = d^* + \Delta d^*$ avec d^* , la valeur *mesurée* de la distance horizontale). Vérifiez s'il existe un recouvrement (une intersection) de ces deux intervalles (c.f. figure ci-dessous). Si ce n'est pas le cas, cela signifie que les incertitudes sur vos mesures ont été mal estimées.



Conclusion