

Analyse d'expériences en physique

Mesure d'un coefficient de restitution

Défi

Cette expérience porte sur la détermination du coefficient de restitution d'une balle en utilisant le capteur d'accélération de votre smartphone. En posant à plat votre smartphone sur une table, le capteur d'accélération du smartphone détecte les impacts successifs d'une balle laissée tombée sur la table.

Éléments théoriques

- Le coefficient de restitution e d'une balle lors d'un choc est défini comme le rapport entre la vitesse d'une balle juste après un rebond et la vitesse de la balle juste avant un rebond. Le coefficient de restitution est donc donné par la relation mathématique $e = \frac{v_1}{v_0}$ où v_0 est la norme de la vitesse juste avant le rebond et v_1 est la norme de la vitesse juste après le rebond. Le coefficient de restitution est donc compris entre 0 et 1.
- Le coefficient de restitution dépend la nature de la balle mais également de la nature du sol. Par exemple, une boule de pétanque ne rebondira quasiment pas sur un sol plastifié mais rebondira sur une surface très dure.
- Il est possible de relier le coefficient de restitution à la durée totale des rebonds successifs d'une balle sur le sol. Il est ainsi possible de montrer que le temps total que met une balle lâchée sans vitesse initiale de la hauteur h_0 à s'immobiliser sur le sol est donné par :

$$t_{total} = \sqrt{\frac{2h_0}{g}} \left(\frac{1+e}{1-e} \right) \quad (1)$$

- Il est possible de montrer que le temps qui s'écoule entre l'impact n et $n+1$ d'une balle sur le sol (voir figure 1) a pour expression :

$$t_n = \sqrt{\frac{8h_0}{g}} e^n \quad (2)$$

avec $n = 1, 2, 3, \dots$. Le temps t_0 a pour expression $t_0 = \sqrt{\frac{2h_0}{g}}$.

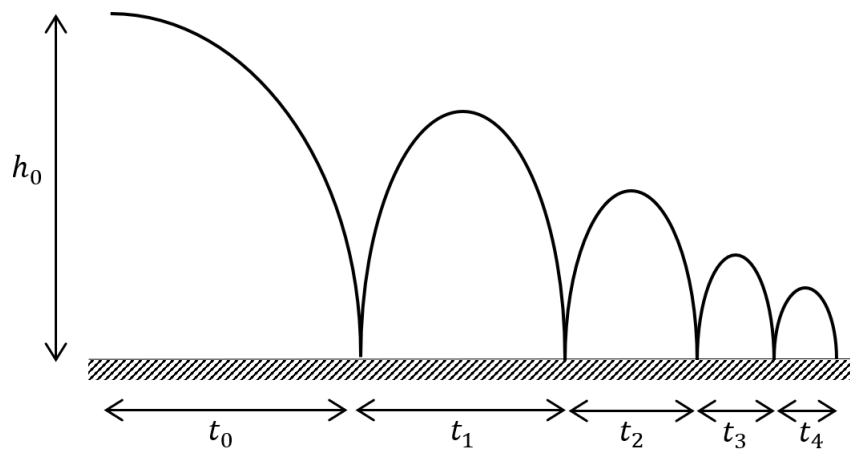


FIGURE 1 – Rebonds successifs d'une balle sur le sol.

Objectifs

- Vous devez utiliser l'accéléromètre de votre smartphone posé sur la table pour mesurer précisément le temps qui s'écoule entre chaque rebond de la balle.
- Vous devez chercher le graphe à tracer pour déterminer e à partir de l'équation 2 (pensez à utiliser la fonction \ln).

Les choses à tester

- Est-ce que l'expérience est reproductible ?
- Avez-vous essayé avec plusieurs types de balles sur plusieurs types de sol ?

Bon courage !