

Jeux de balles

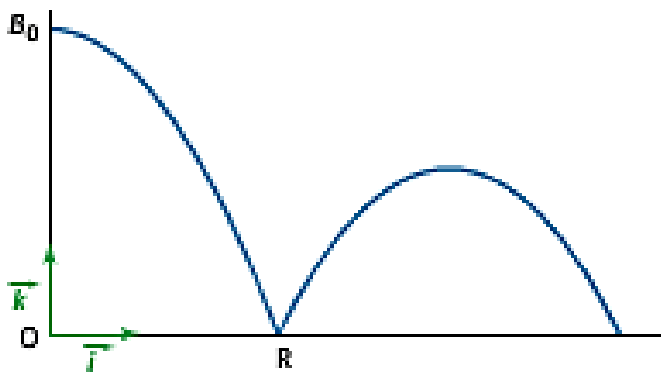
Problématique :

Dans les jeux comme le tennis, ping-pong... les joueurs doivent anticiper les rebonds de la balle pour se déplacer correctement et la renvoyer suivant la direction et avec la vitesse qu'ils jugent gagnantes.

On souhaite étudier, sur l'exemple d'une balle de golf lancée « sans effet » et qui rebondit sur une surface plane, horizontale et dure, les modifications du mouvement dues au rebond.

Doc 1. Enregistrement du mouvement

La trajectoire de la balle que l'on étudie est représentée ci-dessous :



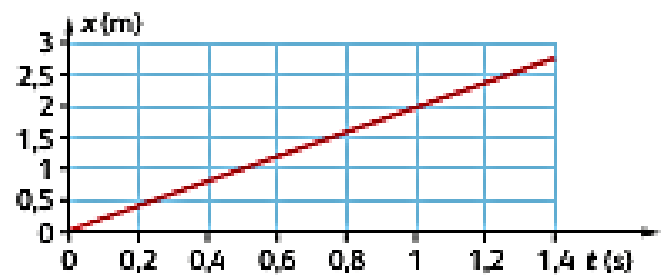
Le mouvement de la balle a été enregistré. On a relevé les coordonnées x et z du centre de la balle en fonction du temps avec un logiciel d'acquisition de données vidéo.

On a choisi, dans le plan vertical de la trajectoire :

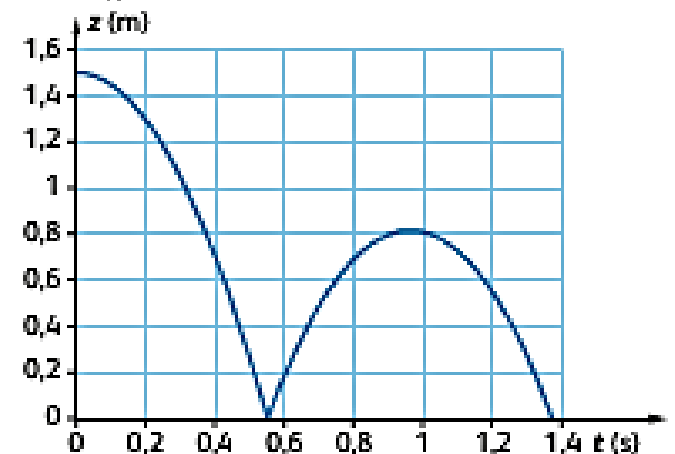
-L'origine O ($x_0 = 0$ et $z_0 = 0$) à la verticale du point de lancement de la balle, au centre de la balle lorsqu'elle est posée au sol ;

L'origine des dates $t_0 = 0$ s à l'instant du lancement de la balle.

On obtient les courbes $x(t)$ et $z(t)$ ci-dessous :



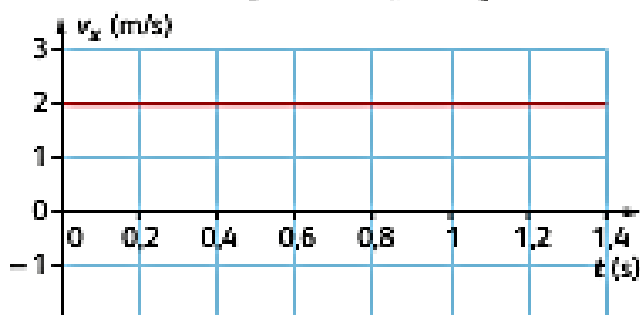
Courbe $x(t)$.



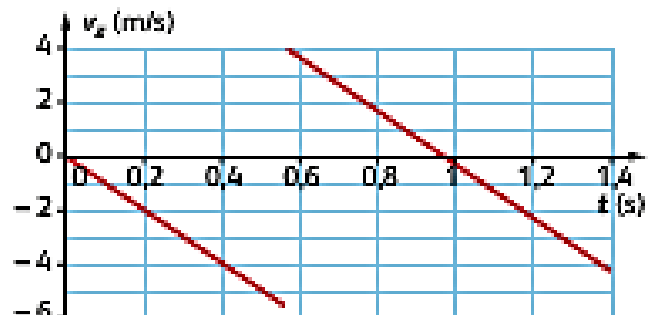
Courbe $z(t)$.

Doc 2. Analyse de la vitesse

Avec un logiciel de traitement des données, on calcule les coordonnées V_x et V_z du vecteur vitesse du point B. On obtient les courbes représentant $V_x(t)$ et $V_z(t)$ ci-dessous :



Courbe $v_x(t)$.



Courbe $v_z(t)$.

Données :

- $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$
- Masse de la balle $m = 45 \text{ g}$
- On prendra l'énergie potentielle de pesanteur $E_{p_0} = 0 \text{ J}$ à $z_0 = 0 \text{ m}$

Questions

1. Après avoir relevé les valeurs des coordonnées (x_R, z_R) de la position du rebond montrer, en vous appuyant sur les graphes $V_x(t)$ et $V_z(t)$, que la balle a un mouvement de chute libre (c.a.d. le vecteur accélération du point B est $\vec{a} = \vec{g}$) de l'instant du lancer à l'instant juste avant le rebond.
Vérifier (en justifiant) qu'il en est de même après le rebond.
2. Quelles sont les modifications du vecteur vitesse du centre de la balle dues au rebond ?
3. a. Rappeler l'expression de l'énergie mécanique E_m de la balle.
b. Montrer que l'énergie mécanique E_{m_1} de la balle reste constante avant le rebond. Calculer sa valeur.
c. L'énergie mécanique de la balle est modifiée juste après le rebond. Calculer sa nouvelle valeur E_{m_2} . Expliquer la variation d'énergie mécanique de la balle lors du rebond.