

Ce sujet prolonge l'étude des situations du dernier DS...

Dans tout l'exercice, les frottements seront négligés et la valeur du champ de pesanteur est  $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ .

### A- La pétanque

Dans le jeu de boules appelé la *pétanque*, il s'agit de lancer la boule le plus près possible du "but" matérialisé par le bouchon. Le terrain de jeu doit être horizontal. Au début d'une partie de pétanque, un joueur trace un cercle sur le sol, il se place dans ce cercle et lance le bouchon à une distance comprise entre 6 et 10 mètres de ce cercle. Les joueurs de pétanque ont le choix entre pointer c'est-à-dire tenter de placer leur boule plus près du but que l'adversaire ou tirer c'est-à-dire déplacer la boule adverse pour l'éloigner du "but".

D'après <http://www.la boule bleue.fr>

Le pointeur lance sa boule de masse  $m = 710 \text{ g}$  avec une vitesse initiale  $\vec{v}_0$  faisant un angle  $\alpha = 45^\circ$  par rapport à l'horizontale. Lorsque la boule quitte sa main, son centre G est situé à une hauteur de 1,2 m du sol. Cette position est choisie comme origine du repère d'étude  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  dont les deux axes sont représentés ci-dessous. On étudie le mouvement de la boule dans le référentiel terrestre supposé galiléen et on décrit le mouvement de son centre G dans ce repère. On considère que le mouvement de la boule de pétanque peut être décrit par le modèle de la chute libre, et on admet que le mouvement est plan.

- Rappeler ce qu'est le modèle de la chute libre.
- En explicitant bien les étapes de la démarche, montrer que le modèle de la chute libre conduit aux équations horaires du mouvement suivantes :

$$x = v_0 \cdot \cos(\alpha) \cdot t \quad y = -\frac{1}{2}g \cdot t^2 + v_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot t$$

On réalise la chronophotographie du mouvement de la boule lancée par le pointeur, représentée ci-dessous ; l'intervalle de temps entre deux prises de vue est de 33,3 ms. On donne également les coordonnées des positions du centre de la boule pour les quatre premières images.



#### Quelques coordonnées du centre de la boule de pétanque

Date $t(\text{s})$	$x(\text{m})$	$y(\text{m})$
0,000	0,000	0,000
0,033	0,12	0,12
0,067	0,24	0,24
0,100	0,36	0,31

- Déterminer, à partir des informations ci-dessus, la norme de la vitesse initiale  $v_0$ . On exposera clairement la méthode utilisée. On pourra aussi utiliser les équations horaires.
- Représenter sur la chronophotographie le vecteur vitesse noté  $\vec{v}_S$  lorsque la boule est au sommet de la trajectoire ou indiquer  $\vec{v}_S = \vec{0}$  si vous pensez qu'il est nul. On veillera à tenir compte de l'échelle utilisée pour  $\vec{v}_0$  mais on ne fera aucun calcul.
- Représenter sur la chronophotographie, sans soucis d'échelle, le vecteur accélération lorsque la boule est au sommet de la trajectoire, ou indiquer  $\vec{a} = \vec{0}$  si vous pensez qu'il est nul.
- Montrer que la boule suit une trajectoire parabolique d'équation :

$$y = -\frac{1}{2}g \frac{x^2}{(v_0 \cdot \cos(\alpha))^2} + \tan(\alpha).x$$

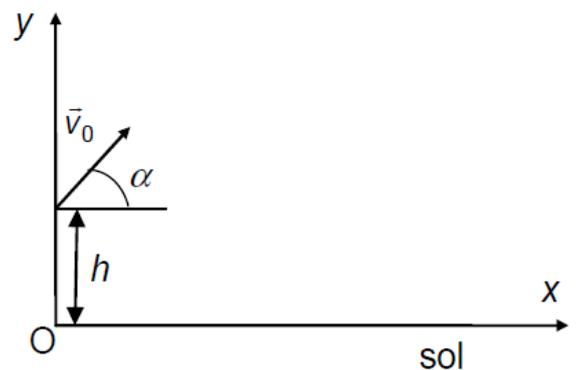
## B- Étude du mouvement du boulet après le lâcher du marteau par l'athlète

### Données :

- masse de la boule du marteau  $m = 4,0 \text{ kg}$  ;
- vitesse initiale du boulet :  $v_0 = 26 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  ;
- angle d'envol :  $\alpha = 45^\circ$  ;
- hauteur du boulet au moment du lâcher :  $h = 3,0 \text{ m}$ .

Pour cette étude, on associe au référentiel terrestre le repère  $(Ox, Oy)$ ,  $Oy$  étant dirigé suivant la verticale ascendante.

On négligera dans cette partie les actions du câble et de la poignée du marteau.



### Les Jeux Olympiques de Londres

Lors des jeux Olympiques de Londres en 2012, le podium de l'épreuve féminine de lancer du marteau était le suivant :

Prénom Nom	Lancer en m	Classement
Tatyana Lysenko	78,18	1
Anita Wlodarczyk	77,60	2
Betty Heidler	77,12	3

On admet que la trajectoire du boulet s'écrit :

$$y = \frac{-gx^2}{2v_0^2 \cos^2(\alpha)} + \tan(\alpha).x + h$$

- Expliquer la différence avec l'équation de la trajectoire de la boule de pétanque.
- Utiliser les données numériques relatives au lancer pour savoir si l'athlète aurait pu monter sur le podium aux Jeux Olympiques de Londres de 2012. On exposera clairement la démarche suivie.