

## Étude du mouvement parabolique

### Contexte

On étudie le mouvement d'une balle de tennis lancée avec une vitesse initiale  $v_0$  faisant un angle  $\alpha$  avec l'horizontale. Le mouvement est analysé à partir d'une vidéo expérimentale et de son exploitation sous **meca-chrono** puis Excel.

On cherche à vérifier que la trajectoire est parabolique et à relier les résultats expérimentaux au modèle théorique du lancer oblique.

### Objectifs

- Décrire le mouvement d'un projectile lancé sous un angle  $\alpha$
- Vérifier expérimentalement les équations horaires
- Déterminer l'angle de tir  $\alpha$  et la vitesse initiale  $v_0$
- Mettre en évidence le lien entre expérience et modèle théorique

### Matériel

- Vidéo du lancer d'une balle de tennis (vue de profil)
- Logiciel de pointage (méca-chrono)
- Ordinateur avec Excel

## I. Acquisition des données

1. Lancer méca-chrono et importer la vidéo « paraboletennis1 » dans le logiciel de pointage. Le nombre de points à pointer est indiqué, cela correspond au nombre de positions que vous aurez à pointer ; juste écrire **1** pour le **nombre d'images entre deux échantillonnages**.

2. Définir le repère :

- Axe x horizontal orienté vers la droite
- Axe y vertical orienté vers le haut

3. Choisir l'origine au point de lancement de la balle. Définir l'échelle (flèche sur l'équerre, indiquer la longueur de cette flèche en m)

4. Définir l'échelle (flèche sur l'équerre, indiquer la longueur de cette flèche en m)

5. Pointer le centre de la balle image par image.

6. Exporter les données dans un tableau excel contenant :

- le temps  $t$  (en s)
- la position  $x$  (en m)
- la position  $y$  (en m)

## II. Exploitation des données avec Excel

### 1. Étude du mouvement horizontal

1. Tracer le graphique  $x = f(t)$ .
2. Ajouter une droite de tendance et afficher l'équation.

Questions :

- Quelle est l'allure du graphe ?
- Que représente le coefficient directeur de la droite ?

On note :  $v_{0x} = v_0 \cos\alpha$

### 2. Étude du mouvement vertical

1. Tracer le graphique  $y=f(t)$ .
2. Ajouter une courbe de tendance polynomiale d'ordre 2.
3. Afficher l'équation de la courbe.

Questions :

- Quelle est la nature du mouvement selon l'axe vertical ?
- Que vaut théoriquement le coefficient devant  $t^2$  ?

Modèle théorique :  $y(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 \sin\alpha t + y_0$

### 3. Étude des vitesses

1. Déterminer la composante de la vitesse horizontale

$$v_{x2} = \frac{(x_3 - x_1)}{(t_3 - t_1)}$$

Vous allez pouvoir déterminer toutes les vitesses de  $v_2$  à  $v_{n-1}$  avec  $n$  : nombre de mesures effectuées.

2. Tracer le graphique  $v_x = f(t)$ .
3. Commenter.
4. Effectuer les mêmes mesures pour déterminer  $v_y$  et commenter.

### 4. Étude de la trajectoire

1. Tracer le graphique  $y = f(x)$ .
2. Ajouter une courbe de tendance polynomiale d'ordre 2.
3. Noter l'équation obtenue :  $y = a x^2 + b x + c$ , en déduire les valeurs de  $a$ ,  $b$  et  $c$ .

Questions :

- Quelle est la nature de la trajectoire ?
- Comparer l'équation expérimentale avec l'expression théorique :

$$y(x) = -\frac{g}{(2 v_0^2 \cos^2 \alpha)} x^2 + (\tan \alpha) x + y_0$$

### III. Détermination de l'angle et de la vitesse initiale

1. En utilisant le coefficient b du polynôme, déterminer l'angle  $\alpha$ .
2. À partir de la pente de  $x(t)$ , déterminer  $v_{0x}$ .
3. En déduire la vitesse initiale :  $v_0 = v_{0x} / \cos\alpha$

### IV. Discussion et analyse critique

- La valeur expérimentale de g est-elle cohérente ?
- Quelles sont les principales sources d'erreur ?
- Pourquoi la trajectoire n'est-elle pas parfaitement parabolique ?

## Étude du mouvement de deux points d'une roue

### Contexte

On étudie le mouvement de deux points d'une roue en mouvement de rotation.

### Objectifs

- Étudier le mouvement circulaire de deux points d'une roue
- Déterminer :
  - le rayon de chaque point
  - la vitesse angulaire  $\omega$
  - la vitesse linéaire
- Vérifier que les deux points ont la même vitesse angulaire.
- Comparer les vitesses linéaires des deux points.

### I. Acquisition des données

1. Lancer méca-chrono et importer la vidéo « rouefixe2 » dans le logiciel de pointage. (écrire **1** pour le **nombre d'images entre deux échantillonnages**.)
2. Définir le repère (origine le centre de la roue, axe x horizontal orienté vers la droite, axe y vertical orienté vers le haut). Définir l'échelle (flèche sur l'équerre, indiquer la longueur de cette flèche en m).
3. Définir l'échelle (flèche, indiquer la longueur de cette flèche en m)
4. Pointer le centre de la balle jaune pour le premier enregistrement puis la balle noire.
5. Exporter les données dans un tableau excel.

## II. Exploitation des données avec Excel

### 1. Nature du mouvement de la balle jaune

1. À l'aide des données  $x(t)$  et  $y(t)$ , tracer les représentations de  $x$  puis  $y$  en fonction de  $t$ .
2. Quelle est la nature du mouvement pour chaque cas ?
3. Déterminer l'amplitude.
4. Déterminer la durée d'une période ( $2\pi$ ) et en déduire la vitesse angulaire.

### 2. Détermination du rayon

Calculer le rayon  $R_j$  de la balle jaune. (faire une moyenne).

Formule utile :  $R = \sqrt{(x - x_c)^2 + (y - y_c)^2}$

### 3. Vitesse linéaire

Calculer la vitesse linéaire de chaque point :  $v = R \cdot \omega$  et faire la moyenne.

### 4. Reproduire le protocole pour la balle noire.

Répondre aux mêmes questions.

## III. Comparaison

1. Comparer les vitesses angulaires et linéaires des deux points.
2. Quel point va le plus vite ? Pourquoi ?