AE_{12} : chute libre d'un corps avec vitesse initiale

Rappels de première S :

- Tout objet de masse m placé à proximité de la Terre subit une force appelée poids de l'objet et notée $\vec{P}$.

À proximité de la Terre, tout objet ponctuel permet de détecter, à l'endroit où il est placé et grâce au poids qu'il subit, un champ vectoriel appelé champ de pesanteur noté $\vec{g}$ tel que $\vec{g} = \frac{\vec{P}}{m}$

Les caractéristiques du champ de pesanteur sont:

- Direction et sens : verticale vers le bas.
- Norme: g=P/m (en $N.kg^{-1}$ ou $m.s^{-2}$).

Pour une région de petite dimension par rapport au diamètre de la Terre, le champ de pesanteur peut être considéré comme uniforme (les lignes de champ sont alors des droites parallèles).

La valeur de g varie avec la latitude et l'altitude.

A la surface de la Terre nous prendrons généralement $g = 9{,}8\ N.kg^{-1}$

- **Définition : un solide est en chute libre si ce solide n'est soumis qu'à une seule force : son poids $\vec{P}$**

A. Etude expérimentale d'un mouvement parabolique

- Lancer le logiciel « Aviméca », puis Fichier → ouvrir un clip vidéo puis chercher dans le répertoire de la classe le fichier : ***para20.avi.*** Modifier la taille du clip pour l'avoir plein écran (cocher adapter).
- L'image n°1 est choisie comme origine des dates (t=0) (ligne sous le tableau à droite).
- Onglet *Etalonnage* : Les axes doivent être orientés positivement vers le haut et vers la droite avec l'origine placée en bas à gauche de la fenêtre au-dessus de la main qui lance la balle.
- Echelle choisie : le repère de 1 m est la règle verticale : entrer cette valeur (1.00 E0 m) et suivre les instructions (1^{er} pt, $2^{ème}$ pt…)
- Retourner sur l'onglet *Mesures* et pointer les positions successives de la balle jusqu'à la dernière image. (Attention la balle est très large, il faut pointer au centre de la tâche blanche qu'est la balle).
- Fichiers → mesures → « enregistrer dans un fichier au format Windows .rw3).
- Ouvrir Regressi et Fichier → Ouvrir. Vous cherchez le fichier que vous venez d'enregistrer →Ok.
- vérifier la méthode de calcul des dérivées : "options->calculs", décocher "calcul de la dérivée aux points extrêmes", cocher "affine" dans méthode de calcul de la dérivée", "nombre de points utilisés pour le calcul de la dérivée" sur 7.

1. Représentation de la trajectoire : *y* = f(*x*)

La trajectoire de la balle correspond à *y* = f(*x*)

Visualiser *y* = f(*x*). Que peut-on dire de la trajectoire de la balle ?

Modéliser cette courbe et noter l'expression obtenue avec les valeurs de chaque terme.

2. Représentation de *x* = f(*t*)

Visualiser seulement *x* = f(*t*). Quelle est l'allure de la courbe ?

Modéliser cette courbe et noter l'expression obtenue avec les valeurs de chaque terme.

3. Représentation de *y* = f(*t*)

Visualiser seulement y = f(*t*). Quelle est l'allure de la courbe ?

Modéliser cette courbe et noter l'expression obtenue avec les valeurs de chaque terme.

4. **Composante horizontale de la vitesse Vx**

Créer la grandeur Vx

Visualiser Vx = f(*t*). Que pouvez-vous dire de la composante horizontale de la vitesse ?

Modéliser cette courbe et noter l'expression obtenue avec les valeurs de chaque terme.

5. **Composante verticale de la vitesse Vy**

Créer la grandeur Vy

Visualiser Vy = f(*t*). Quelle est l'allure de la courbe ?

Modéliser cette courbe et noter l'expression obtenue avec les valeurs de chaque terme.

6. **Composante horizontale de l'accélération ax**

Créer ax, l'accélération selon l'axe des abscisses.

Visualiser ax = f(*t*). Que pouvez-vous dire de la composante horizontale de l'accélération ? (regarder les unités de la grandeur ou sa valeur par rapport à ay que vous allez créer)

(Nous considérerons pour la suite que sa valeur est nulle)

7. **Composante verticale de l'accélération ay**

Créer ay

Visualiser ay = f(*t*). Que pouvez-vous dire de la composante verticale de l'accélération ?

Nous considérerons que c'est une constante. Noter sa valeur.

B. Etude théorique d'un mouvement parabolique

1. **Equations horaires théoriques**

- Quel est le système étudié ? Quel est le référentiel utilisé ?
- Quelle est (sont) la (les) force(s) extérieure(s) au système ? *Les frottements sont supposés négligeables*.

Le repère utilisé est un repère (Oxy) avec l'axe (Ox) horizontal et l'axe (Oy) vertical ascendant.

A la date t = 0, la position du ballon est en (x_O ; y_O). Le centre d'inertie du ballon est noté G.

Le vecteur vitesse initiale est noté $\overrightarrow{V}_0$ inclinée d'un angle α avec l'horizontale.

- Appliquer la 2ème loi de Newton et déterminer les composantes du vecteur accélération $\overrightarrow{a}_G$ du centre d'inertie.
- Les valeurs des coordonnées du vecteur accélération déterminées précédemment sont-elles cohérentes ?
- Déterminer les composantes du vecteur vitesse $\overrightarrow{v}$(t) (Vx(t) ; Vy(t)) puis avec un raisonnement analogue déterminer les composantes du vecteur position $\overrightarrow{OG}$(t) (x(t) ; y(t)).
- Par identification avec les expressions établies expérimentalement, déterminer les valeurs de x_O , y_O , V_{0x} , V_{0y} , V_0 et de l'angle d'inclinaison α (en degrés) avec l'horizontale.

2. **Equation cartésienne de la trajectoire**

- Exprimer V_{0x} et V_{0y} en fonction de V_0 et α à partir des relations trigonométriques.
- Retrouver l'équation de la trajectoire y = f(x) à partir des équations horaires du mouvement et des expressions précédentes :

$$y = -\frac{g}{2V_O^2\,(\cos\alpha)^2}x^2 + \tan\alpha\ .x + \ y_O$$

- Par identification avec l'équation de la trajectoire établie expérimentalement, retrouver l'angle α et la valeur de la vitesse V_0.