

Études de trajectoires

Capacités exigibles

➤ Enregistrer un phénomène à l'aide d'une caméra numérique et repérer la trajectoire à l'aide d'un

logiciel dédié, en déduire la vitesse et l'accélération.

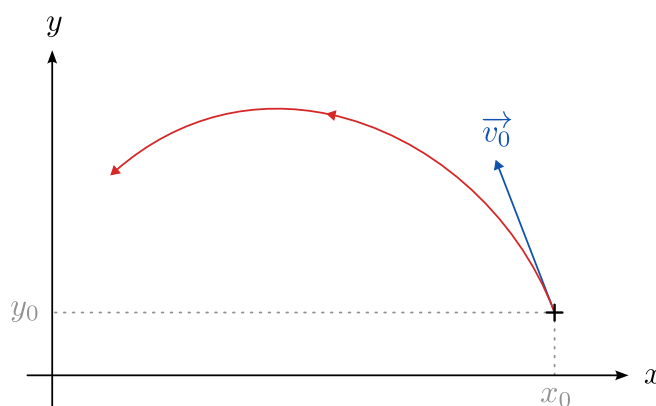
I Documents

Document 1 : Rappel sur la chute libre

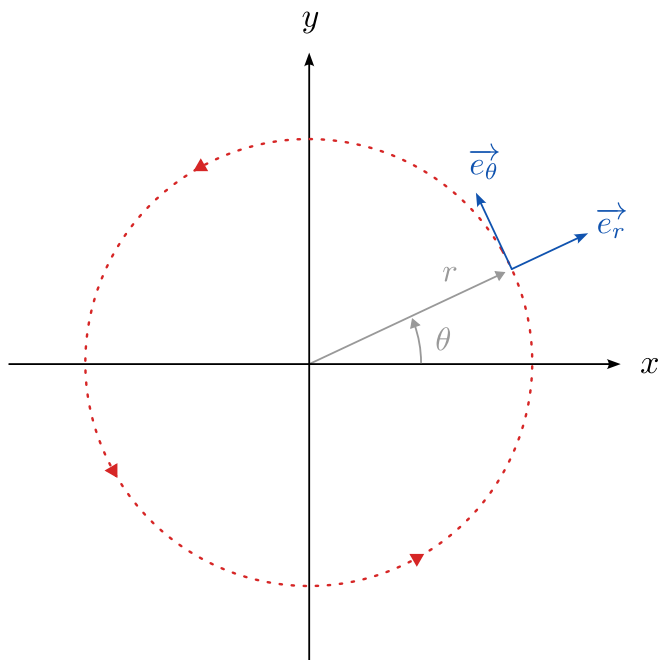
Lorsque l'on lance un objet dans les airs avec une vitesse raisonnable (de manière à pouvoir négliger les frottements), celui-ci a une trajectoire parabolique, telle que

$$\begin{cases} x(t) = v_{0x}t + x_0 \\ y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_{0y}t + y_0 \end{cases}$$

Avec (x_0, y_0) la position initiale, et (v_{0x}, v_{0y}) la vitesse initiale et $g = 9.81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ l'intensité du champ de pesanteur.



Document 2 : Rappel sur les mouvements circulaires



En coordonnées polaires, lors d'un mouvement circulaire, la vitesse et l'accélération s'expriment respectivement

$$\begin{cases} \vec{v} = r\dot{\theta} \vec{e}_\theta \\ \vec{a} = -r\dot{\theta}^2 \vec{e}_r + r\ddot{\theta} \vec{e}_\theta \end{cases}$$

Lorsque le mouvement est uniforme, on a donc

$$v = r\dot{\theta} = \text{cste}$$

Donc $\ddot{\theta} = 0$, et ainsi on a :

$$\vec{a} = -\frac{v^2}{r} \vec{e}_r \implies a = \frac{v^2}{r}$$

Document 3 : Matériel

- Un ordinateur
- Une webcam
- Un support

- Une balle
- Un module sur coussin d'air


II Énoncé

A Mouvement parabolique

- ① ✂ Filmez avec le logiciel **Virtualdub** le lancer d'une balle en veillant à vous situer à une distance raisonnable pour éviter des phénomènes de parallaxe.
- ② ✂ Coupez votre vidéo pour ne garder que la partie intéressante, puis effectuez un suivi de trajectoire (manuel ou automatique) en l'ouvrant dans **LatisPro**.
- ③ ✂ À l'aide d'une modélisation bien choisie, vérifiez que votre résultat est cohérent avec la valeur de g . Quelle courbe souhaitez-vous modéliser, et par quel modèle théorique? Notez la valeur de g obtenue :

- ④ ✂ Vous pouvez également dériver votre courbe $y(t)$ (cf. document 6). Quelle forme est-on censé obtenir? Quelle valeur de g pouvez-vous extraire?

B Mouvement circulaire uniforme

- ⑤  Filmez un mouvement circulaire grâce au module sans frottements, puis acquérir les données sous LatisPro.
- ⑥ À partir des mesures des coordonnées $x(t)$ et $y(t)$, comment créer 4 nouvelles variables stockant la vitesse et l'accélération selon chacun des axes ?

- ⑦  Mettez en œuvre votre méthode et vérifiez la relation donnée en question en document 2.

III Annexe

Document 4 : VirtualDub

Pour acquérir une vidéo avec la webcam, vous utiliserez le logiciel VirtualDub :

- › Ouvrez VirtualDub.
- › Choisissez **File** → **Capture AVI**.
- › Choisissez **Video** → **Preview** pour prévisualiser l'image et ajuster la webcam.
- › Choisissez **Video** → **Capture pin** puis choisissez comme taille de sortie 320×240 (une trop grande résolution pourrait nuire à la justesse temporelle).
- › Dans **File** → **Capture file** choisissez l'emplacement et le nom de votre vidéo.
- › Lancez l'acquisition avec **Capture** → **Capture video**, puis arrêtez la avec la touche "Echape".
- › Choisissez **File** → **Exit capture mode**.
- › Ouvrez votre vidéo avec **File** → **Open video file**.
- › La barre en dessous vous permet de couper le début et la fin, afin de ne garder qu'une portion souhaitée. Ce découpage se fait avec les boutons :



définir le début



définir la fin

- › Enregistrez votre vidéo coupée.

Document 5 : Chronophotographie avec LatisPro

Pour faire le pointage de vos mesures, vous utiliserez LatisPro (qui a l'avantage de le faire automatiquement, si votre vidéo est suffisamment propre) :

- › Ouvrez LatisPro.
- › Ouvrez la fenêtre de traitement vidéo : **Édition** → **Analyse de séquences vidéos**.
- › Choisissez votre vidéo en cliquant sur le bouton **Fichiers** (en bas à gauche).
- › Suivez l'ordre des réglages proposés :
 - ▶ Sélection de l'origine
 - ▶ Sélection de l'étalon
 - ▶ Sélection auto des points
- › Une deuxième fenêtre s'ouvre alors. Pour indiquer la forme de l'objet à suivre, choisissez à instant initial où celui-ci est bien détaché du décors.
- › Lancer l'acquisition. Si cela ne fonctionne pas, passez à l'acquisition manuelle.

Document 6 : Dériver une courbe expérimentale avec LatisPro

Les courbes expérimentales sont discrètes et ne peuvent donc être directement dérivée. Il faut tout d'abord les lisser :

Traitements → **Calculs spécifiques** → **Lissage**

Ensuite, on peut demander au logiciel de dériver ce dernière courbe lisse ainsi créée :

Traitements → **Calculs spécifiques** → **Dériver**