

1 Objectifs

Faire le pointage des positions du point étudié avec un logiciel dédié. Calculer les valeurs de la vitesse v et de l'accélération a à l'aide d'un tableur. Comparer le vecteur accélération à celui prévu par le modèle de la chute libre pour déterminer si celui-ci est satisfait ou non.

2 Une balle est-elle en chute libre ?

Document 1 : La chute libre

Un objet est en chute libre s'il n'est soumis qu'à l'action de son poids \vec{P} . C'est une force de direction verticale, dirigée vers le bas, appliquée au centre de gravité du solide considéré.

$$P = m \times g$$

— m : masse en kg

— P : poids en N

— $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$: intensité de la pesanteur

En pratique, on considèrera un objet comme étant en chute libre quand on pourra négliger les autres forces s'appliquant sur le solide devant son poids.

Les lois de Newton permettent alors d'établir que, dans ce cas, le vecteur accélération est de valeur égale au champ de pesanteur terrestre c'est à dire égale à $9,81 \text{ m.s}^{-2}$.

2.1 Etude de la chute d'une balle de tennis

On étudie la chute sans vitesse initiale d'une balle de tennis. On utilisera le logiciel "Tracker" pour visualiser la vidéo et réaliser le pointage de la balle.

2.1.1 Etude préliminaire

- ① Lancer le logiciel "Tracker" puis ouvrir la vidéo "Film1_chute_balle_tennis.avi". Visualiser la vidéo.
- ② Donner le nom du référentiel dans lequel est étudié le mouvement de la balle.
- ③ Donner l'allure de la trajectoire de la balle.
- ④ Indiquer comment évolue la vitesse au cours du temps.
- ⑤ Qualifier le mouvement du mobile à l'aide des termes suivants : uniforme (lorsque la vitesse est constante), rectiligne (lorsque la trajectoire est une droite), ralenti (lorsque la vitesse diminue) et accéléré (lorsque la vitesse augmente). Justifier chaque terme utilisé.
- ⑥ Donner la(les) force(s) susceptibles de s'exercer sur la balle lors de la chute.

2.1.2 Pointage de la balle de tennis

- ① Pour réaliser le pointage de la balle de tennis, effectuer les réglages suivants :

— Afficher les axes en cliquant sur l'icône "axes" dans la barre d'outils. 

— Placer l'origine des axes en bas de la balle en modifiant les valeurs de "position du pixel d'origine" par 142,6 et 76,50 et "angle par rapport à l'horizontale" par 180,0 °.

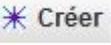
position du pixel d'origine Angle par rapport à l'horizontale

— Indiquer la distance réelle entre 2 points. Pour cela, cliquer sur l'icône "ruban" dans la barre d'outils. 
Puis choisir **Nouveau > Bâton de Calibration**

- Placer le 1er point (en haut à gauche de la règle scotchée sur la porte) en appuyant sur Shift (ou Maj) + Clic gauche. (Ce point peut être déplacé à l'aide des flèches du clavier)



- Placer le 2ème point (en bas à gauche de la règle scotchée sur la porte) en appuyant sur Shift (ou Maj) + Clic gauche.
- Entrer la valeur de la distance $d = 1,01$ en mètres entre les 2 points dans l'encadré qui s'est ouvert.

- ② Réaliser le pointage de la balle de tennis. Pour cela, cliquer sur l'icône "Créer" dans la barre d'outils. . Puis cliquer sur > **Masse ponctuelle**. Placer le curseur en bas de la balle, puis faire Shift + Clic gauche. Le film passe sur l'image suivante. Recliquer sur la nouvelle position de la balle avec Shift + Clic gauche. Faire de même pour toutes les images de la vidéo.
- ③ Exporter les données dans libre office Calc. Pour cela, en bas à droite, cliquer dans une case du tableau de données. Avec CTRL+A sélectionner toutes les cases. Puis Copier les données avec un clic droit dans le tableau. "**Copier les données ... Pleine précision**". Et coller les valeurs dans Calc.
- ④ Mettre en forme le tableau dans calc :
 - Supprimer la colonne "x".
 - Ajouter des unités pour les grandeurs t et y .
 - Choisir le format nombre pour les différentes valeurs de t et de y .

2.1.3 Exploitations des mesures

- ① Ajouter une troisième colonne au tableau pour calculer les valeurs de la vitesse v . Calculer, en $m.s^{-1}$, les valeurs v_1, v_2, \dots, v_{18} . Pour cela, écrire en C4 la formule suivante : $=(B5-B3)/0.06$ puis copier jusqu'à la cellule C21. (On ne peut pas calculer les vitesses v_0 et v_{19} correspondant respectivement aux temps $t = 0 s$ et $t = 0,57 s$).
- ② Tracer la courbe $v = f(t)$. (On affichera l'équation et on remplacera x par t et $f(x)$ par $v(t)$)
- ③ Donner l'allure de la courbe obtenue.
- ④ Donner l'expression de la vitesse en fonction du temps.
- ⑤ Ajouter une quatrième colonne au tableau pour calculer les valeurs de l'accélération a . Calculer, en $m.s^{-2}$, les valeurs a_2, a_3, \dots, a_{17} . Pour cela, écrire en D5 la formule suivante : $=(C6-C4)/0.06$ puis copier jusqu'à la cellule D20. (On ne peut pas calculer les accélérations a_1 et a_{18} correspondant respectivement aux temps $t = 0,03 s$ et $t = 0,54 s$).
- ⑥ Calculer la valeur moyenne de l'accélération a_{moy} au cours de la chute de la balle de tennis. Pour cela, écrire en D26 la formule suivante : $=moyenne(D5 :D20)$
- ⑦ En utilisant le document 1, peut-on considérer que la balle de tennis est en chute libre? Justifier.

2.2 Etude de la chute d'une balle de piscine orange

On étudie la chute sans vitesse initiale d'une balle de piscine. On utilisera le logiciel "Tracker" pour visualiser la vidéo ("Film2_chute_balle_orange.avi") et réaliser le pointage de la balle.

- ① Avec le logiciel "Tracker", ouvrir la vidéo et effectuer les réglages suivants :

- Afficher les axes en cliquant sur l'icône "axes" dans la barre d'outils. 

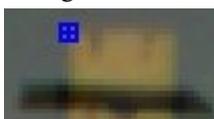
- Placer l'origine des axes en bas de la balle en modifiant les valeurs de "position du pixel d'origine" par 124,0 et 77,20 et "angle par rapport à l'horizontale" par 180,0 °.

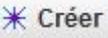
position du pixel d'origine Angle par rapport à l'horizontale

- Indiquer la distance réelle entre 2 points. Pour cela, cliquer sur l'icône "ruban" dans la barre d'outils. 

Puis choisir **Nouveau > Bâton de Calibration**

- Placer le 1er point (en haut à gauche de la règle scotchée sur la porte) en appuyant sur Shift (ou Maj) + Clic gauche. (Ce point peut être déplacé à l'aide des flèches du clavier)



- Placer le 2ème point (en bas à gauche de la règle scotchée sur la porte) en appuyant sur Shift (ou Maj) + Clic gauche.
 - Entrer la valeur de la distance $d = 1,01$ en mètres entre les 2 points dans l'encadré qui s'est ouvert.
- ② Réaliser le pointage de la balle de piscine. Pour cela, cliquer sur l'icône "Créer" dans la barre d'outils. . Puis cliquer sur > **Masse ponctuelle**. Placer le curseur en bas de la balle, puis faire Shift + Clic gauche. Le film passe sur l'image suivante. Recliquer sur la nouvelle position de la balle avec Shift + Clic gauche. Faire de même pour toutes les images de la vidéo.
 - ③ Exporter les données dans libre office Calc. Pour cela, en bas à droite, cliquer dans une case du tableau de données. Avec CTRL+A sélectionner toutes les cases. Puis Copier les données avec un clic droit dans le tableau. "**Copier les données ... Pleine précision**". Et coller les valeurs dans Calc.
 - ④ Mettre en forme le tableau dans calc :
 - Supprimer la colonne "x".
 - Ajouter des unités pour les grandeurs t et y .
 - Choisir le format nombre pour les différentes valeurs de t et de y .
 - ⑤ Ajouter une troisième colonne au tableau pour calculer les valeurs de la vitesse v . Calculer, en $m.s^{-1}$, les valeurs v_1, v_2, \dots, v_{21} . (On ne peut pas calculer les vitesses v_0 et v_{22} correspondant respectivement aux temps $t = 0\text{ s}$ et $t = 0,66\text{ s}$).
 - ⑥ Ajouter une quatrième colonne au tableau pour calculer les valeurs de l'accélération a . Calculer, en $m.s^{-2}$, les valeurs a_2, a_3, \dots, a_{20} . (On ne peut pas calculer les accélérations a_1 et a_{18} correspondant respectivement aux temps $t = 0,03\text{ s}$ et $t = 0,63\text{ s}$).
 - ⑦ Calculer la valeur moyenne de l'accélération a_{moy} au cours de la chute de la balle de piscine.
 - ⑧ En utilisant le document 1, peut-on considérer que la balle de piscine est en chute libre ? Justifier.
 - ⑨ La balle de piscine n'est-elle soumise qu'à son poids ? Justifier.
 - ⑩ Donner la nature de la force qui s'exerce sur la balle de piscine autre que le poids.

2.3 Etude d'une balle lancée

On étudie le lancer avec vitesse initiale d'une balle. On utilisera le logiciel "Tracker" pour visualiser la vidéo ("Film3_balle_lancee.avi") et réaliser le pointage de la balle.

- ① Avec le logiciel "Tracker", ouvrir la vidéo et effectuer les réglages suivants :

- Afficher les axes en cliquant sur l'icône "axes" dans la barre d'outils. 

- Placer l'origine des axes en bas de la balle en modifiant les valeurs de "position du pixel d'origine" par 77,90 et 272,9 et "angle par rapport à l'horizontale" par $0,0^\circ$.

position du pixel d'origine Angle par rapport à l'horizontale

- Indiquer la distance réelle entre 2 points. Pour cela, cliquer sur l'icône "ruban" dans la barre d'outils. . Puis choisir **Nouveau > Bâton de Calibration**

- Placer le 1er point (en bas à gauche de l'équerre) en appuyant sur Shift (ou Maj) + Clic gauche. (Ce point peut être déplacé à l'aide des flèches du clavier)

- Placer le 2ème point (en bas à droite de l'équerre) en appuyant sur Shift (ou Maj) + Clic gauche.

- Entrer la valeur de la distance $d = 0,56$ en mètres entre les 2 points dans l'encadré qui s'est ouvert.

- ② Réaliser le pointage de la balle lancée. Pour cela, cliquer sur l'icône "Créer" dans la barre d'outils. . Puis cliquer sur > **Masse ponctuelle**. Placer le curseur en bas de la balle, puis faire Shift + Clic gauche. Le film passe sur l'image suivante. Recliquer sur la nouvelle position de la balle avec Shift + Clic gauche. Faire de même pour toutes les images de la vidéo.
- ③ Exporter les données dans libre office Calc. Pour cela, en bas à droite, cliquer dans une case du tableau de données. Avec CTRL+A sélectionner toutes les cases. Puis Copier les données avec un clic droit dans le tableau. "**Copier les données ... Pleine précision**". Et coller les valeurs dans Calc.
- ④ Mettre en forme le tableau dans calc :
 - Ajouter des unités pour les grandeurs t, x et y .

— Choisir le format nombre pour les différentes valeurs de t , de x et de y .

- ⑤ Ajouter une troisième colonne au tableau pour calculer les valeurs de la vitesse v_x . Calculer, en $m.s^{-1}$, les valeurs v_{x1} , v_{x2} , ... v_{x23} . (On ne peut pas calculer les vitesses v_{x0} et v_{x24} correspondant respectivement aux temps $t = 0$ s et $t = 0,80$ s).
- ⑥ Que peut-on dire de la valeur de la vitesse v_x ?
- ⑦ Ajouter une quatrième colonne au tableau pour calculer les valeurs de la vitesse v_y . Calculer, en $m.s^{-1}$, les valeurs v_{y1} , v_{y2} , ... v_{y23} . (On ne peut pas calculer les vitesses v_{y0} et v_{y24} correspondant respectivement aux temps $t = 0$ s et $t = 0,80$ s).
- ⑧ Ajouter une cinquième colonne au tableau pour calculer les valeurs de l'accélération a_y . Calculer, en $m.s^{-2}$, les valeurs a_{y2} , a_{y3} , ... a_{y22} . (On ne peut pas calculer les vitesses a_{y1} et a_{y23} correspondant respectivement aux temps $t = 0,03$ s et $t = 0,77$ s).
- ⑨ Calculer la valeur moyenne de l'accélération a_{ymoy} au cours de la chute de la balle lancée.
- ⑩ En utilisant le document 1, peut-on considérer que la balle lancée est en chute libre ? Justifier.