

Travail de groupe : Groupe n°5

Julia, Clément et Lucien

Exercice n°1 : Etude du mouvement d'un ballon

Fichier utilisé

- Télécharger Latis pro (version d'essai)
- Ouvrir le fichier « TPSecondeProjectile.avi »
- Faire l'analyse de la vidéo en repérant les positions du centre d'inertie du ballon.
- Copier les données dans un tableur Excel ou office calc.



1. Traitement des données du fichier vidéo

- Générez une feuille de calcul avec les données de l'expérience (t ; $x(t)$; $y(t)$). → **A joindre au CR**
- A l'aide d'une modélisation adaptée, déterminer les équations horaires du mouvement du centre de gravité du ballon : **$y(t)$ et $x(t)$**
- La modélisation est-elle satisfaisante (coefficient de corrélation)

Compte-rendu :

- Description générale de la démarche*
- Feuille de calcul et représentation de $x(t)$ et $y(t)$ en fonction du temps*
- Modélisation et coefficient de corrélation r^2*
- Validité du modèle et équations horaires des coordonnées*

2. Exploitation des équations de trajectoire (accélération)

- Faire un DOI. Quelles sont les forces à prendre en compte durant le vol du ballon ?
- Certaines de ses forces peuvent-elles être négligées ? Lesquelles et pourquoi ?
- Déterminer les coordonnées de la (des) force (s) à prendre en compte.
- A partir des coordonnées du mouvement, déterminer les coordonnées du vecteur accélération.
- Appliquer la seconde loi de Newton et comparer la résultante des forces à la valeur de l'accélération.
- Conclure : les hypothèses simplificatrices sur les forces à prendre en compte sont-elles validées ?

Compte-rendu : DOI et forces à négliger
Schéma des forces et coordonnées
Coordonnées de l'accélération 2ème loi de Newton
Validité du modèle

3. Exploitation des équations de trajectoire (vitesse)

- Déterminer les coordonnées du vecteur vitesse initiale \mathbf{v}_0 . **Expliquer**
- A partir des coordonnées, déterminer la valeur de la vitesse initiale et l'angle de tir. **Bien détailler.**
- Donner l'expression des coordonnées du vecteur vitesse : $\mathbf{v}_x(t)$ et $\mathbf{v}_y(t)$
- A quelle date le ballon atteint-il le sommet de sa trajectoire ? **Détailler les calculs.**
- Vérifier graphiquement vos calculs. **Joindre un tracé**
- Déterminer les coordonnées de la vitesse du ballon au niveau du dernier point et en déduire la valeur de la vitesse. **Détailler les calculs**

Compte-rendu : Vitesse initiale : coordonnées, valeur et angle
Equation horaire des coordonnées du vecteur vitesse
Date du moment où le ballon atteint sa hauteur maximale
Vérification graphique
Coordonnées et vitesse au niveau de la dernière image

4. Exploitation des équations de trajectoire (position)

- Déterminer l'altitude maximale atteinte par le ballon (par rapport à l'origine choisie). **Détailler.**
- Déterminer à quelle date, le ballon repasse à la même altitude que l'origine. **Expliquer la démarche.**
- A quelle distance du lanceur le ballon se trouve-t-il lorsqu'il repasse à la hauteur de l'origine ? **Détailler les calculs.**
- Vérifier graphiquement vos réponses aux deux questions précédentes. **Joindre un tracé.**

Compte-rendu : Ordonnée du point culminant
Coordonnées du point de chute : date, distance
Vérification graphique

5. Faire varier l'angle de tir (problème)

Le lanceur recule de 2m. Quel doit être son angle de tir pour faire un panier s'il lance le ballon avec la même vitesse initiale ?

Proposer et mettre en œuvre une démarche pour répondre à la question du lanceur.

Faire un compte-rendu de la démarche suivie pour répondre à la question et de vos différents essais.

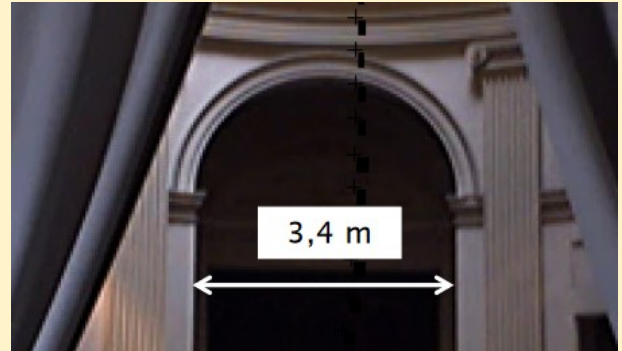
Rédiger une conclusion et calculer la distance maximum parcourue par le ballon lorsque celui-ci repasse à la hauteur de l'origine.

Exercice n°2 : Modéliser les frottements de l'air

Principe

On étudie la vidéo « **Balle polystyrène.avi** » afin de proposer un modèle mathématique permettant de décrire la force de frottement fluide exercée par l'air sur une balle de polystyrène.

Pour le traitement du fichier sous Latis pro, utiliser l'étalon de longueur indiqué ci-contre.



Masse de la balle	Rayon de la balle	Masse volumique de l'air
2,3 g	3,5 cm	1,225 kg.m ⁻³

1. Analyse de la situation

Il est conseillé de bien relire les exercices du cours avant de se lancer.

- Faire un DOI pour la balle au cours de sa chute sa chute
- Montrer que la poussée d'Archimède exercée par l'air équivaut à environ 10% du poids de la balle. Dans ces conditions, peut-on la négliger ? **Expliciter les calculs.**
- Faire un schéma des forces en présence a un instant quelconque du mouvement. **Expliquer le choix des longueurs, des sens et des directions des vecteurs.**
- Au tout début du mouvement, on peut négliger les frottements. Montrer, en appliquant la seconde loi de Newton, que l'accélération est d'environ 8,9 m.s⁻² vers le bas. **Détailler**

2. Analyse d'un mouvement par la méthode d'Euler

La méthode d'Euler est une méthode de calcul qui permet de construire une courbe de proche en proche à partir de l'expression de sa dérivée.

Pour faciliter la démarche, un fichier Excel prérempli se trouve sur Netboard.

Algorithme pour tracer une courbe par la méthode d'Euler

τ est le pas de l'algorithme, c'est-à-dire l'intervalle de temps qui sépare deux points successifs.

- Etape 1 :** Calculer l'accélération à la date t : $\mathbf{a}(t)$
- Etape 2 :** Calculer la vitesse à la date $t+\tau$. Entre t et $t+\tau$, la vitesse a augmenté de la valeur $\mathbf{a}(t).\tau$
La vitesse a donc pour expression $\mathbf{v}(t+\tau)=\mathbf{v}(t)+\mathbf{a}(t).\tau$
- Etape 3 :** Calculer la position à la date $t+\tau$. Entre t et $t+\tau$, la distance parcourue a augmenté de $\mathbf{v}(t).\tau$
La distance a donc pour expression $\mathbf{d}(t+\tau)=\mathbf{d}(t)+\mathbf{v}(t).\tau$
- Etape 4 :** Incrémenter la durée de τ ($\mathbf{t=t+\tau}$) et reprendre à l'étape 1

Mise en œuvre sur tableur :

Ouvrir la feuille « Méthode d'Euler groupe 5.ods » avec votre tableur favori.

1. Dans D3, entrer la formule suivante : =D2
2. Dans C3, entrer la formule suivante : =C2+D2*\$E\$2
3. Dans B3, entrer la formule suivante : =B2+C3*\$E\$2
4. Recopier vers le bas les contenus des colonnes B, C et D

3. Détermination de la vitesse limite

- Analyser la vidéo (orienter l'axe des ordonnées vers le bas) et copier les résultats dans un tableau. Tracer la courbe décrivant l'évolution de la distance parcourue en fonction du temps : $y_{\text{exp}}(t)$
- Repérer à partir de quelle date la balle atteint sa vitesse limite. Déterminer la vitesse limite par une méthode de votre choix. **Expliquer la méthode.**

Compte-rendu : Position de la balle et tracé de la courbe $y_{\text{exp}}(t)$
Détermination de la vitesse limite, méthode utilisée

4. Principe d'utilisation de la méthode d'Euler dans le cas d'une chute libre

- Montrer que, en l'absence de frottements, l'équation horaire du mouvement de la balle peut s'écrire $y(t) = 4,45 t^2$
- Régler la valeur du pas à 1 (1 seconde)**
Appliquer la méthode d'Euler pour tracer l'évolution de la position en fonction du temps
Comparer à la courbe théorique (les mettre sur un même graphique)
La méthode d'Euler permet-elle une modélisation satisfaisante ?
- Régler la valeur du pas à 0,1 (0,1 secondes)**
Tracer la courbe correspondante sur le même graphique
Les résultats sont-ils meilleurs lorsque qu'on diminue le pas ?
- Faire varier la valeur du pas jusqu'à obtenir une modélisation satisfaisante**
- Conclure :** Comment améliorer le résultat d'un calcul par la méthode d'Euler ?
Quel est le problème si on souhaite une grande précision ?

Compte-rendu : Calcul de l'équation de trajectoire
Courbes des différentes modélisations obtenues par la méthode d'Euler
Interprétation et conclusion sur les limites de la méthode

5. Modélisation de la force de frottement fluide

Force de frottement de l'air sur un objet


La force de frottement fluide s'exerçant sur un objet en mouvement dépend de la vitesse de l'objet. Plus la vitesse est grande et plus cette force aura une intensité élevée.

Dans le cas de l'air, on peut trouver deux relations permettant de modéliser l'intensité de la force de frottement fluide

Modèle 1 : $f = k \cdot v$ ou Modèle 2: $f = k' \cdot v^2$

On souhaite déterminer lequel de ces deux modèles décrit le mieux la force de frottement.

- Que vaut l'accélération de la balle lorsque celle-ci atteint sa vitesse limite ?
- Appliquer la seconde loi de Newton à la balle dans le cas du premier modèle. En déduire la valeur de k .
- Faire de même avec le second modèle et déterminer la valeur de k' .
- Modéliser, par la méthode d'Euler, le mouvement de la balle dans le cas de chaque modèle ($p=0,1s$)
Afficher les 3 courbes sur un même graphique : $y_{exp}(t)$, $y_{mod1}(t)$ et $y_{mod2}(t)$
- Conclure sur le modèle le plus adapté pour la description des frottements de l'air.



Compte-rendu : Accélération et vitesse limite
Détermination de k et k'
Modélisation du mouvement et comparaison aux données expérimentales
Validation d'un modèle.