

1^{ère} Spé

Thème : Mouvements et interactions

TP 10

Physique

Mouvements de chute

Chap.12

- **But du TP** : Exploiter une vidéo pour comparer le vecteur variation de vitesse à la somme des forces appliquées au système.

I. Étude du mouvement d'une balle de golf

- **Problématique** : Lorsqu'on lance une balle de golf en l'air, est-elle en chute libre ?

Document 1 : Galilée et la chute libre

- En 1638, l'astronome et physicien italien **Galilée** (1564-1642) publie un ouvrage intitulé "*Discours et démonstrations mathématiques*", dans lequel il expose ses idées sur la chute des corps.
- Lorsqu'un objet n'est soumis qu'à la pesanteur, il est en **chute libre**. En première approximation le concept de chute libre s'applique aussi à la chute d'objets dans l'atmosphère, les forces autres que le poids (poussée d'Archimède, résistance de l'air, force de Coriolis...) étant négligées.

Document 2 : Variation de vitesse et résultante des forces

- Dans un référentiel galiléen, la relation approchée entre le vecteur variation de vitesse $\Delta \vec{v}$ du système de masse m et la résultante (ou somme) des forces $\sum \vec{F}$ appliquées au système entre deux instants voisins Δt s'écrit : $\sum \vec{F} = m \times \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$


Document 3 : Vitesse et variation de vitesse

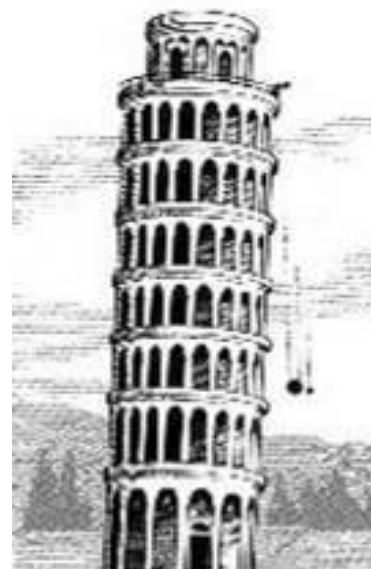
- M_{i-1} , M_i et M_{i+1} étant les positions successives occupées par le système respectivement aux instants $t - \tau$, t et $t + \tau$, pour un intervalle de temps petit ; le point M_i peut être encadré par les points M_{i-1} et M_{i+1} séparés dans le temps de $\Delta t = t_{i+1} - t_{i-1}$.
- La vitesse en M_i s'écrit : $\vec{v}_i = \frac{\overrightarrow{M_{i-1}M_{i+1}}}{\Delta t}$; la variation de vitesse en M_i s'écrit : $\Delta \vec{v}_i = \vec{v}_{i+1} - \vec{v}_{i-1}$
- La valeur de la coordonnée de la vitesse selon l'axe des abscisses Ox s'écrit : $v_x = \frac{x_{i+1} - x_{i-1}}{\Delta t}$.
- La valeur de la coordonnée de la vitesse selon l'axe des ordonnées Oy s'écrit : $v_y = \frac{y_{i+1} - y_{i-1}}{\Delta t}$.

1. Protocole expérimental (Réaliser)

- Réalisons l'acquisition du mouvement d'une balle de golf lancée selon une trajectoire parabolique.
 - Sous Regressi, faire fichier / nouveau / vidéo.
 - Ouvrir le fichier « *Parabole Golf* » dans les documents de la classe et visualiser la vidéo.
- Etalonnage**
 - Cliquer sur l'échelle puis pointer le trait du haut et le trait du bas : indiquer la distance qui les sépare (voir photo ci-contre).
 - Déplacer l'origine du repère sur la première position de la balle lancée.
- Mesures**
 - Cliquer sur *Mesures*, puis pointer avec le plus de précision chaque position de la balle jusqu'à la dernière position.

👉 Faire vérifier votre pointage avant de continuer.

- Exporter les données en cliquant sur l'icône *Regressi* 
- Visualiser le graphe de la trajectoire $y = f(x)$.



Etude de la chute libre de 2 objets de masses différentes du haut de la tour de Pise.
Galilée, 1605.



2. Calcul des vitesses (Analyser-Réaliser)

- 2.1. (Ana) Proposer un protocole expérimental afin de déterminer la valeur de la coordonnée de la vitesse selon l'axe des abscisses, notée v_x , en utilisant dans l'onglet Expressions (du menu Grandeurs) les noms des grandeurs dans le menu à gauche. (Voir Document 3)

🔗 Faire vérifier votre protocole par le professeur. 🔗

- 2.2. (Ana) Faire de même pour les coordonnées de la vitesse selon l'axe des ordonnées : v_y .
- 2.3. (Réa) Visualiser la courbe de l'évolution de la vitesse v_x et de la vitesse v_y au cours du temps.

🔗 Imprimer les courbes après accord du professeur. 🔗

3. Exploitation (Analyser-Valider)

- 3.1. (Ana) Sur quel axe y a-t-il une variation de la vitesse ? Que peut-on en conclure quant aux forces s'exerçant sur la balle ?
- 3.2. (Ana) Créer la grandeur Δv_y (notée Δv_y dans Regressi) et modéliser Δv_y par une constante au cours du temps.
- 3.3. (Ana) D'après le signe de la variation de vitesse Δv_y , indiquer le sens de la somme des forces $\Sigma \vec{F}$.
- 3.4. (Val) Répondre quantitativement à la problématique.

Aide : Déterminer la résultante des forces si la balle est en chute libre, puis exploiter le document 2.

- **Données** : Masse de la balle : $m = 46 \text{ g}$; Intensité du champ de pesanteur : $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$

II. Étude du mouvement d'une balle dans l'huile

- Une balle d'acier est lâchée dans une éprouvette remplie d'huile. Son mouvement est enregistré sous le nom « *bille dans huile* ». L'objectif est de déterminer la nature de cette huile grâce à la mesure de sa viscosité.

Document 4 : Données

Masse de la balle	Rayon de la balle	Volume de la balle	Intensité du champ de pesanteur
$m = 2,055 \text{ g}$	$r = 3,55 \text{ mm}$	$V = 1,87 \times 10^{-7} \text{ m}^3$	$9,8 \text{ N.kg}^{-1}$

Document 5 : Force de frottement et viscosité

- Lorsqu'un objet se meut dans un fluide, celui-ci exerce une force de frottement opposée au mouvement due aux interactions électrostatiques (ou friction). D'après la loi de Stokes, cette force s'exprime par $\vec{f} = -6\pi \times \eta \times r \times \vec{v}$ pour un objet sphérique de rayon r (en m) et de faible vitesse v (en m.s^{-1}). La viscosité dynamique η (êta) du fluide s'exprime en Pa.s.

Liquide visqueux	Olive	Pin	Tournesol	Arachide	Glycérine	Miel
ρ (en kg.m^{-3})	$0,94 \times 10^3$	$0,94 \times 10^3$	$0,94 \times 10^3$	$0,94 \times 10^3$	$1,26 \times 10^3$	$1,42 \times 10^3$
η (en Pa.s)	0,08	0,19	0,31	0,84	1,50	10

Document 6 : La poussée d'Archimède.

- La poussée d'Archimède (287-212 av J.C.) est l'action d'un fluide sur un corps immergé due à l'augmentation de la pression avec la profondeur. Elle est modélisée par une force opposée au poids de fluide déplacé qui s'exprime par $P_A = \rho_{\text{fluide}} \times V \times g$ où V est le volume de l'objet immergé (en m^3) et ρ_{fluide} la masse volumique du fluide déplacé (en kg.m^{-3}).


1. Protocole expérimental (Réaliser)

- Réaliser l'acquisition de ce mouvement en imposant un axe vertical dirigé vers le bas.

🔗 Faire vérifier votre pointage avant de transférer vos valeurs dans Regressi. 🔗

- Sous Regressi, faire calculer la vitesse verticale, puis tracer la courbe $v = f(t)$.
- Modéliser la vitesse (Modèles / Exp.1) par l'expression : $v = v_\ell \times (1 - \exp(-\frac{t}{\tau}))$ où v_ℓ correspond à la vitesse limite de la balle. Remarque : En maths, $\exp(x)$ est la fonction exponentielle notée aussi e^x .

2. Exploitation (Analyser-Valider)

- 2.1. (Ana) Dans le référentiel terrestre, décrire le mouvement de la balle.
- 2.2. (Val) Le modèle choisi est-il compatible avec les résultats expérimentaux ? Indiquer la valeur de la vitesse limite v_ℓ . Vérifier cette valeur sur le graphe en utilisant l'Outil graphique / Réticule 
- 2.3. (Ana) Peut-on négliger la poussée d'Archimède P_A par rapport au poids P de la balle ? Justifier quantitativement.
- 2.4. (Ana) Faire le bilan des forces agissant sur la balle aux instants $t = 0 \text{ s}$, $0,16 \text{ s}$ et $0,40 \text{ s}$. Les représenter sur un schéma.
- 2.5. (Ana) Dans le cas du mouvement rectiligne uniforme, quelle relation existe-t-il entre ces forces ?
- 2.6. (Val) En justifiant la démarche, déterminer la nature de cette huile de friction.