

C06 – TP 2 : Études de chutes

Lorsque l'on étudie des chutes, le milieu de propagation du système est primordial pour connaître l'évolution de la vitesse du système.

Partie 1 : Record de plongeon

CONTEXTE DE LA SITUATION

Sur Internet, il est possible de trouver la description suivante pour un record de plongeon, établi en 2015 : « Le 4 août 2015 à Cascata del Salto dans la région de Ticino en Suisse italienne, Laso Schaller, un Suisse âgé de 27 ans, a battu le record du monde du plongeon de haut vol avec un saut de 58,8 mètres. Sa chute n'a duré que 3,58 secondes et il est rentré dans l'eau à une vitesse de 123 km/h. La profondeur du bassin était de 8 mètres. »

Le but de cette séance est de calculer la valeur théorique de la vitesse du plongeur au moment de l'impact, par une méthode énergétique.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION

Vidéo étudiée

Afin de modéliser la chute du plongeur, on utilise la vidéo d'une balle en chute libre sans vitesse initiale. Dans cette étude, les frottements ainsi que la poussée d'Archimède seront négligés. Cette modélisation est possible car la masse d'un objet en chute libre n'a pas d'influence sur son mouvement. La masse de la balle est $m = 32,1 \text{ g}$.



Donnée utile

Valeur de l'intensité de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

TRAVAIL À EFFECTUER

1. Pointage vidéo de la chute

1.1. Réaliser le protocole de pointage. La vidéo s'appelle *Chute_balle* et se trouve sur le site internet (Il faut la télécharger). La fiche méthode acquisition de séquences vidéo est à disposition.

- L'origine est la position initiale de la balle, les axes sont .
- L'étalon est la règle jaune de longueur $L = 0,90 \text{ m}$.
- Dans l'onglet graphique,  renommer les variables (en double cliquant sur le nom) : « Mouvement X » devient « x » et « Mouvement Y » devient « y ».

1.2. Exporter le pointage :

- Aller dans le menu *Fichier* puis *Exportation*.
- Cliquer sur «Ajouter toutes les courbes». Vérifier que *TXT* est coché (dans «Format») et que le *Choix des séparateurs* est *Virgule* (pour «Décimal») et *Point Virgule* (pour «Entre les données»).
- Enregistrer le fichier.txt dans votre dossier personnel.



2. Étude énergétique de la balle

2.1. Proposer les relations littérales qui vont permettre d'exprimer puis de calculer les 3 formes d'énergie de la balle (énergie cinétique, énergie potentielle et énergie mécanique).

2.2. Calcul des énergies grâce au logiciel Python :

- Télécharger les deux fichiers Python intitulés *Programme Python* et *Programme Python 2*, depuis le site dans le même que le fichier précédent.
- Aller sur *Autres raccourcis* (sur le bureau), puis choisir *Pyzo*, puis *Pyzo général*.
- Cliquer sur *Fichier*, puis ouvrir le programme « *C06_TP2_python.py* ».

- 2.2.1. Indiquer ce que permettent les lignes 68 à 71 du programme.
- 2.2.2. Suivre les consignes présentes dans TRAVAIL 1 (ne pas indiquer l'unité à la fin !)
- 2.2.3. Suivre les consignes présentes dans TRAVAIL 2 (Les grandeurs que vous avez à votre disposition sont x, y, t et V (norme de la vitesse). Attention à la casse ! C'est-à-dire la différence majuscule/minuscule)
- 2.2.4. Suivre les consignes présentes dans TRAVAIL 3, puis exécuter le programme.

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter le graphique ou en cas de difficulté	

- 2.3. Que peut-on dire de l'énergie mécanique de la balle ? Est-ce en accord avec le modèle de la chute libre ?

3. Vitesse du plongeur

- 3.1. En appliquant la propriété trouvée à la question 2.3 pour le plongeur, trouver l'expression de la vitesse du plongeur au moment où il rentre dans l'eau en fonction de g et h.
- 3.2. Calculer alors la vitesse du plongeur quand il atteint la surface de l'eau. Est-ce cohérent avec la valeur indiquée sur le site internet ?

Remarque : cette dernière étude peut également se faire sur LatisPro : on rentre les expressions des énergies dans l'onglet calcul, puis on trace les graphiques correspondants.

Partie 2 : Chute dans un liquide visqueux

CONTEXTE DE LA SITUATION

Certains liquides, comme les huiles, les solvants et les encres sont des liquides visqueux. La viscosité correspond à l'ensemble des phénomènes de résistance au mouvement d'un fluide lors d'un écoulement.

Le but de cette séance est de mesurer la vitesse finale d'une chute pour en déduire la viscosité d'un liquide.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION

Viscosité et vitesse limite

La viscosité η est une grandeur caractéristique d'un fluide. Elle s'exprime en Pa·s. La vitesse limite atteinte par la bille dans le viscosimètre dépend de la viscosité du fluide.

Dans les conditions de l'expérience la vitesse limite v_{lim} a pour expression :

$$v_{lim} = \frac{2 \times (\rho_{bille} - \rho_{fluide}) \cdot g \cdot R^2}{9 \times \eta}$$

- Avec :
- ρ_{bille} : masse volumique de la bille en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
 - ρ_{fluide} : masse volumique du fluide en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
 - R : rayon de la bille en m
 - η : viscosité du fluide en Pa·s
 - g : intensité du champ de pesanteur en $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$



Données utiles



- Le glycérol, est un composé liquide à température ambiante, de formule brute $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$. La valeur de sa viscosité η à 20°C est de 1,5 Pa.s
- Masse volumique de l'acier : $\rho_{acier} = 7,8 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- Masse volumique du fluide : $\rho_{fluide} = 9,1 \times 10^2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

- Intensité du champ de pesanteur $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
- Diamètre de la bille d'acier utilisée : $D = 0,64 \text{ cm} \pm 0,01 \text{ cm}$

TRAVAIL À EFFECTUER



1. Pointage vidéo de la chute

- 1.1. Réaliser le protocole de pointage. La vidéo s'appelle *Chute_fluide* et se trouve sur le site (Il faut la télécharger). La fiche méthode acquisition de séquences vidéo est à disposition.
 - On étudiera la bille dans le récipient de **gauche**.
 - La première image est celle où la bille n'est plus en contact avec la pince (image 4/71)
 - L'origine est la position initiale de la bille, les axes sont .
 - L'étalon est la règle jaune.
 - Pointer jusqu'à l'image 14
 - Dans l'onglet graphique,  renommer la variable (en double cliquant sur le nom) : « Mouvement Y » devient « y ».
- 1.2. Dans l'onglet *Calculs*, créer les grandeurs v_y et a_y . (Grâces aux formules des dérivées voir TP C05)
- 1.3. Tracer le graphique $v_y = f(t)$. Repérer les deux phases du mouvement, les décrire et noter la date de transition entre les deux phases.

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats ou en cas de difficulté	

2. Phase transitoire

- 2.1. Appliquer la 2^{ème} loi de Newton et montrer que le fluide exerce une force sur la bille f dont la valeur est $f = m(g - a_y)$.
- 2.2. Comment évolue la valeur de f au cours du mouvement ? Justifier.

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

3. Vitesse limite et viscosité

- 3.1. Quelle est l'accélération de la bille lorsqu'elle a atteint sa vitesse limite ? Que peut-on dire du mouvement alors ?
- 3.2. Trouver la valeur de la vitesse limite.
- 3.3. Calculer la viscosité du fluide. Est-ce du glycérol pur ? Justifier.

APPEL n°3		
	Appeler le professeur pour lui présenter vos résultats ou en cas de difficulté	

À la fin de la séance, reprendre la grille d'auto-évaluation du début du chapitre pour la remplir.