

T.P. P5 : Mouvement de chute libre sans vitesse initiale.

Objectif : Réaliser un enregistrements de mouvements rapides avec une webcam et le numériser afin de l'exploiter.

I.- Enregistrements vidéo de mouvements de chute verticale sans vitesse initiale dans différents milieux

1) Réalisation d'un AVI à l'aide d'une webcam

1.1. : Mise en route du logiciel :

E.1. : Connecter une webcam à l'ordinateur et lancer le logiciel en cliquant sur l'icône **VLounge**.

E.2. : L'écran d'accueil ainsi que l'image prise par la webcam apparaît alors sur l'écran. Cliquer sur l'onglet **PC camera** de sorte à agrandir la fenêtre vidéo.

1.2. : Réglages de la webcam :

E.3. : Dans le menu **PC camera**, choisir **général**. Sélectionner le mode **image sans scintillement**.

E.4. : Dans le menu **PC camera**, choisir **image**. Sélectionner 30 images par seconde (**30 fps**). De plus, il faut désactiver **l'exposition automatique** afin d'augmenter la **vitesse d'obturation** (curseur au 1/3).

Q.5. : La luminosité de l'image devient alors plus faible. Compenser ce problème en augmentant le gain et/ou la luminosité.

Q.6. : Pourquoi doit-on ajuster la durée d'une prise de vue à cette valeur très faible par rapport à celle couramment utilisée ?

1.3. : Film de la chute d'une balle de ping-pong dans l'air :

On se propose de réaliser un enregistrement du mouvement de chute vertical d'une balle de ping-pong dans l'air.

E.7. : On place la camera sur son support à côté de l'ordinateur. On place une règle verticalement dans le champ de la camera à 2 mètre environ. Pour une meilleure précision des résultats, il est souhaitable que la camera soit placée bien en face de l'expérience. Un des membres du binôme met en place la balle de ping-pong en haut du champ de la webcam et la lâche sans vitesse initiale juste après le déclenchement de l'enregistrement par l'autre membre en cliquant sur **Vidéo**.

S.8. : Faire le schéma de cette expérience.

2) Numérisation du mouvement

On va, à présent, utiliser le logiciel **Regavi** permettant la numérisation du fichier vidéo réalisé à l'instant.

On relève la masse et les dimensions de la balle : $m = \text{-----} \text{ g}$ et $\varnothing = \text{-----} \text{ cm}$ (au pied à coulisse).

E.9. : La vidéo réalisée se trouve dans : **C/Documents and settings/Elèves/Mes documents**. La placer sur le bureau.

E.10. : Ouvrir **Regavi** et cliquer sur l'onglet : **Lecture d'un fichier .avi**. Le logiciel s'ouvre.

E.11. : Cliquer sur l'onglet **Ouvrir** et aller chercher le fichier vidéo précédent.

E.12. : Vérifier le nombre d'images par seconde de l'enregistrement : **30 images/seconde**.

E.13. : Choisir l'origine du repère lié au référentiel d'étude avec l'onglet **Origine** en pointant le curseur sur le centre de la bille de la première image.

E.14. : Choisir l'échelle avec l'onglet **échelle** et sélectionner la hauteur de la règle de longueur $L = \text{-----} \text{ m}$.

E.15. : Pointer à présent le centre de la bille, avec le plus grand soin possible, image par image (on utilisera le zoom pour plus de précision).

E.16. : Cliquer sur l'onglet **Regressi** afin d'y transférer les données. Trois colonnes s'affichent alors dans Regressi : t, x et y.

Q.17. : Préciser les unités. Comment retrouve-t-on la vitesse de prise d'image ? Justifier.

E.18. : Enregistrer le fichier sous : Chutair.rw3.

II.- Exploitation d'enregistrements

1) Dans l'air

On utilisera les résultats expérimentaux précédents réalisés à l'aide d'une webcam avec le logiciel Regressi.

E.19. : Sur **Regressi**, créer la variable calculée $T = t - t_0$ où t_0 est la date de la première image utilisée. Créer ensuite les variables calculées $v_y = dy/dT$ et $a_y = d^2y/dT^2$ (attention, les notations des variables peuvent changer d'une version à l'autre : il faut comprendre ce qu'on fait !).

E.20. : Eliminer les points aberrants suite au traitement informatique (s'il y en a).

E.21. : Tracer les courbes (en points seuls) $y(T)$, $v_y(T)$ et $a_y(T)$ (vous pouvez superposer des graphiques en allant dans l'onglet **coordonnées** du graphique puis **ajouter une courbe**).

C.22. : Un mouvement de chute est dit libre lorsque **l'objet en chute n'est soumis qu'à son unique poids**.

Q.23. : Que constate-t-on pour $v_y(T)$ et $a_y(T)$? Comment peut-on caractériser ce mouvement ?

Q.24. : Appliquer la deuxième loi de Newton à la bille lors de la chute dans l'air après avoir précisé le référentiel, le système d'étude et fait un inventaire des forces appliquées (avec les caractéristiques de chacune d'elles). Schématiser la situation.

Q.25. : En supposant que les autres forces sont ici très inférieures au poids (à justifier rapidement), établir l'expression des composantes : $a_y(T)$, $V_y(T)$ et $y(T)$. Montrer que les résultats expérimentaux viennent confirmer l'hypothèse initiale.

E.26. : Modéliser à l'aide d'un modèle approprié les courbes : $a_y(T)$, $V_y(T)$ et $y(T)$ (modèles prédéfinis ou créés). Donner la valeur de g issue de cette modélisation. Conclure.

2) Dans la glycérine

E.27. : Reprendre les parties E.9. à E.21. pour la vidéo de chute d'une bille d'acier dans la glycérine : **ballegly.avi**.

Q.28. : Que remarque-t-on lorsqu'on compare avec l'autre mouvements de chute ? Dans quel(s) cas a-t-on une chute libre et dans quel(s) cas a-t-on une chute non libre ?

Q.29. : Montrer que, dans le(s) cas où la chute est nettement non libre, l'existence, en plus de la poussée d'Archimède

$\vec{\Pi} = -(\rho_{\text{fluide}} V_{\text{bille}}) \cdot \vec{g}$ (poids des fluides déplacés par la bille), d'une force de frottement visqueux (ou fluide) du type

$\vec{f} = -\lambda \cdot v^n \cdot \vec{j}$ (où \vec{j} est le vecteur unitaire dirigé dans le sens du mouvement) dont on identifiera l'origine permet d'expliquer, par application de la deuxième loi de Newton, l'apparition d'une vitesse limite v_{lim} suivant (O_y).

Q.30. : Déterminer l'expression de v_{lim} dans le cas où $n = 1$.

Q.31. : Déterminer expérimentalement la vitesse limite de la bille dans la glycérine. En déduire la valeur du coefficient de frottement fluide λ de la glycérine en précisant l'unité.

On donne : $\rho_{\text{gly}} = 1,07 \text{ g.cm}^{-3}$ (glycérine diluée), Volume d'une boule de rayon r : $V = (4/3 \times \pi \times r^3)$

Comparer avec les valeurs tabulées de $\lambda_{\text{gly}} = 0,088 \text{ kg.s}^{-1}$. Conclure.