

TP5P :

ETUDE ENERGETIQUE D'UNE CHUTE LIBRE AVEC ET SANS VITESSE INITIALE

I) Objectifs

- Etudier le cas particulier du mouvement de chute libre sans vitesse initiale.
- Utilisation de l'outil informatique et du logiciel GENERIS 5+.
- Construire, par l'expérience, une nouvelle expression du travail du poids qui permettra de caractériser l'état de mouvement d'un solide.
 - Mettre en évidence de nouvelles énergies et regarder leurs évolutions lors de cette chute libre.
 - Vérifier que les conclusions énoncées lors d'une chute verticale sont valables lors d'un lancer parabolique.

II) Matériel

Bille ou balle, repère de distance, camescope numérique, ordinateur avec GENERIS 5+, imprimante réseau.

III) Etude d'une balle en chute libre sans vitesse initiale

1) Dispositif expérimental, étude informatique, créations des grandeurs

Principe : on étudie, image par image, la chute d'une balle de tennis à l'aide du logiciel GENERIS 5+. Chaque image est séparée d'un intervalle de temps $\Delta t = 0,040$ s (l'enregistrement vidéo s'est fait à 25 images/seconde).

Manipulation :

a) Démarrage et initialisation du logiciel

- Allumez l'ordinateur. Double cliquez sur l'icône « Générés 5+ » du bureau.
- Cliquez sur « affichage » puis sur « 3 Vidéo » ou cliquez sur l'icône . Un espace de travail apparaît sur la gauche de l'écran, cliquez sur l'onglet vertical « traitement manuel ».
- Cliquez ensuite sur l'icône dossier et aller chercher le fichier vidéo « CHUTE VERTICALE TENNIS » à traiter dans le dossier proposé par votre professeur. La vidéo apparaît à l'écran. Elle comporte 17 images (durée 640 ms).
- Le film a déjà été retravaillé de telle façon que l'image 0 corresponde au lâcher de la bille. Vous pouvez jeter un coup d'œil en faisant défiler l'enregistrement jusqu'à la fin à l'aide du bouton « avance d'une image ». Revenez au tout début, déplacez le pointeur et fixez **l'origine au milieu de la balle à l'image 0**. Si vous avez besoin, cliquez sur la « loupe » accessible aussi par le bouton droit de la souris.
- Allez en suite sur le haut de l'axe vertical de 1,85 m, cliquez gauche (sans relâcher). Vous disposez d'un pointeur qui permet d'étirer une flèche sur la règle. Etirez celle-ci verticalement **vers le bas** sur 1,85 m à l'aide de la règle filmée. Ensuite, entrez la valeur (en m) pour cette flèche. Décochez « Repère ortho normé ».



b) Traitement

- Cliquez sur le «drapeau» qui permet de démarrer le traitement .
- Chaque «clic» sur le milieu de la bille permet de pointer la position de la bille image par image. L'avance est automatique. Repasser en zoom 1 quand c'est nécessaire.
- Stoppez le traitement à la dernière image .

c) Mise en place de l'étude avec la création des variables d'études

- Sélectionnez l'onglet «Tableau» sous la vidéo. Vous y trouverez 2 colonnes t et Y. Renommez la colonne Y en **h (hauteur de chute)** en m.
- Vérifiez que l'enregistrement commence à $t = 0$ ms (image 0).
- On veut maintenant obtenir une **altitude Z** dont l'origine se trouve sur le dernier «clic» fait sur la dernière image. Relever votre valeur maximale en h. Cliquez 2 fois sur la colonne C, créer la variable Z (en m). Dans la cellule C1, entrez la formule «= votre hmax - B1». Validez par enter, puis « étirez » sur l'ensemble de la colonne.
- On veut maintenant créer la variable **vitesse V**. Cliquez 2 fois sur la colonne D, créer la variable V (en m/s). Dans la cellule **D2**, entrez la formule «= (C1-C3)/0.08». Validez par enter, puis « étirez » sur l'ensemble de la colonne (jusqu'en D16 et pas en D17). Vous mettrez 0 dans la cellule D1 (vitesse initiale nulle).
- On veut maintenant créer la variable **vitesse au carré V²**. Cliquez 2 fois sur la colonne E, créer la variable V2 (en m²/s²). Dans la cellule E1, entrez la formule «= D1^2». Validez par entrée, puis « étirez » sur l'ensemble de la colonne jusqu'en 16.
- On veut maintenant créer la variable **racine carré de la vitesse V^{1/2}**. Cliquez 2 fois sur la colonne F, créer la variable V12 (en m^{1/2}/s^{1/2}). Dans la cellule F1, entrez la formule «= D1^0.5». Validez par entrée, puis « étirez » sur l'ensemble de la colonne jusqu'en 16.
- On veut maintenant créer la variable **énergie cinétique Ec**. Cliquez 2 fois sur la colonne G, créer la variable Ec (en J). Dans la cellule G1, entrez la formule «= 1/2*0.056*E1» où 0,056 correspond à la masse de la balle en kg (56 g = 0,056 kg). Validez par enter, puis « étirez » sur l'ensemble de la colonne jusqu'en 16.
- Création de la variable **énergie potentielle Ep**. Cliquez 2 fois sur la colonne H, créer la variable Ep (en J). Dans la cellule H1, entrez la formule «= 0,056*9,81*C1» où 0,056 est la masse de la bille en kg et 9,81 l'intensité de la pesanteur en N/kg. Validez par entrée, puis « étirez » sur l'ensemble de la colonne jusqu'en 16.
- Création de la variable **énergie mécanique Em** = Ec + Ep. Cliquez 2 fois sur la colonne I, créer la variable Em (en J). Dans la cellule I1, entrez la formule «= H1+G1». Validez par entrée, puis « étirez » sur l'ensemble de la colonne jusqu'en 16.

d) Etude du lien entre la vitesse de chute et la hauteur de chute

- Sélectionnez l'onglet «Graphique» sous la vidéo. Vous y trouverez un grand écran avec, en bas à droite de l'écran, la variable pour l'abscisse : choisir **h**. En haut de cet écran, vous trouverez les variables pouvant être affichées en ordonnées : choisir ensemble **V, V², V^{1/2}**.
- Choisir celle qui vous semble traduire une proportionnalité et cliquer sur l'icône supérieur « modélisation ». Choisir le modèle à modéliser et dans les « Modèles prédéfinis » prendre « droite ». cocher **a** et décocher **b**. Afficher l'équation sur le graphe et imprimer après l'accord du professeur.

e) Etude du lien entre les énergies et le temps

- Sélectionnez l'onglet «Graphique» sous la vidéo. Cette fois, choisir la variable **t** pour l'abscisse et les variables **Em, Ep, Ec** en ordonnées. Modéliser celle qui semble horizontale (type droite). Afficher l'équation sur le graphique et imprimer.

2) Exploitation des résultats : questions

1. Dans le référentiel terrestre, le mobile tombe en « chute libre ». Qu'appelle-t-on « chute libre » ? Quelle force peut-on négliger (sur une petite distance !) lors d'une chute ? Que veut alors dire « chute libre » ?

2. Le solide est-il pseudo-isolé ? Comment qualifier ce type de mouvement ? Pourquoi ?

3. Exprimer le travail du poids de la bille entre le point de départ A et le point d'arrivée B. De cette relation, exprimer le terme g.h.

4. Trouver l'entier n (le plus proche, compte tenu des erreurs expérimentales) qui permet de faire le lien entre g (l'intensité de la pesanteur) et la pente du graphe $V^2 = f(h) = n \cdot g \cdot h$

5. De cette relation littérale (sauf n !), exprimer le terme g.h.

6. Egaliser les termes des questions 3 et 5. Puis donner une nouvelle expression du travail du poids. Cette expression aura la dimension d'une énergie : on l'appelle énergie cinétique.

7. d'après les questions précédentes, la vitesse atteinte en fin de chute est-elle liée à la masse ?

8. Comment évolue qualitativement au cours du temps le produit « $\frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$ » ?

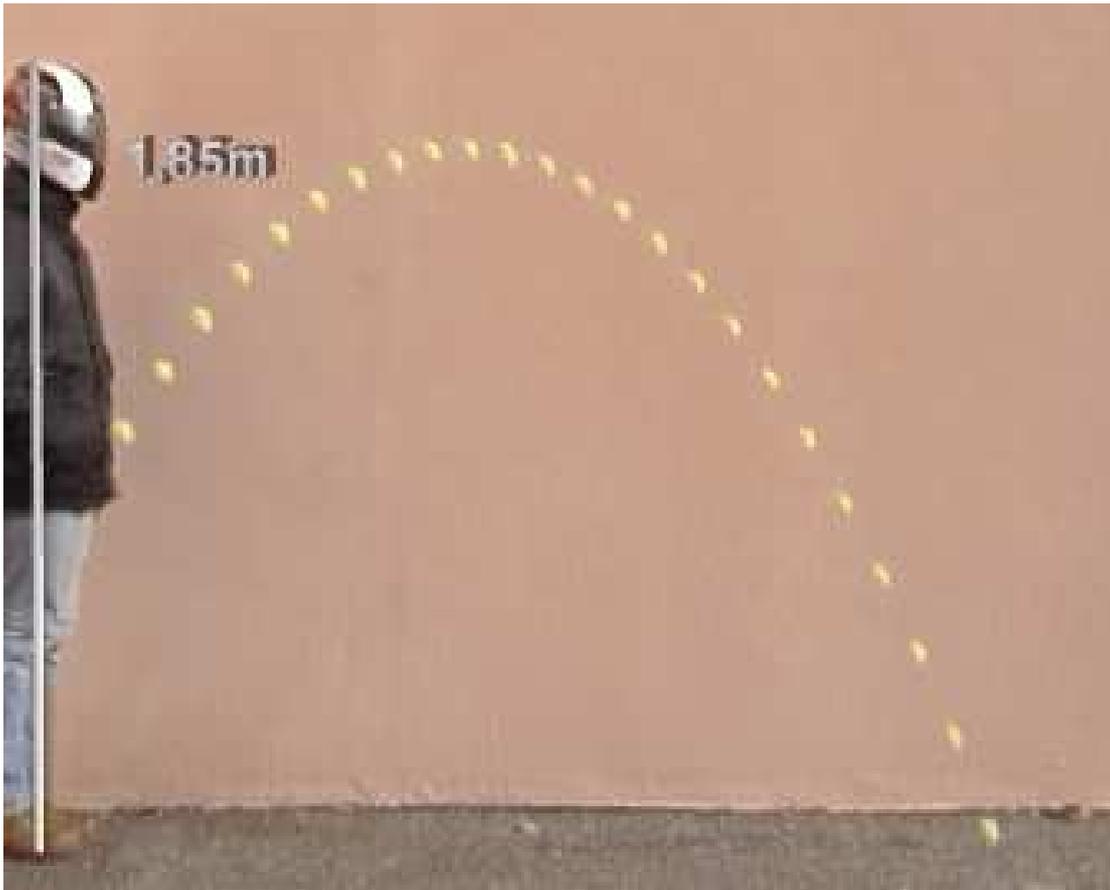
9. Comment évolue qualitativement au cours du temps le produit « $m \cdot g \cdot Z$ » ?

10. Comment évolue qualitativement au cours du temps la somme des produits « $\frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 + m \cdot g \cdot Z$ » ? Pourquoi ? Que se passerait-il sur la lune ? Pourquoi ?

II) Etude d'une balle lancée : lancer parabolique

⇒ **Vous allez maintenant travailler sur un lancer parabolique d'une balle de tennis.**

- Cette fois-ci, l'origine du repère sera définie sur une chaussure.
- L'étalonnage se fera sur l'image 0 en choisissant un repère orthonormé. Faire le traitement de la vidéo.
- Après le traitement de la vidéo, sélectionnez l'onglet «Tableau» sous la vidéo. Vous y trouverez 2 colonnes t et Y. Renommez la colonne Y: jusqu'à l'avant dernière image, vous créez la vitesse horizontale V_x (m/s) = $(X_3 - X_1) / 0,08$, la vitesse verticale V_y (m/s) = $(Y_3 - Y_1) / 0,08$, la vitesse V (m/s) = $(V_x^2 + V_y^2)^{0,5}$, l'énergie cinétique E_c (J) = $1/2 \times 0,056 \times V^2$, l'énergie potentielle d'interaction avec la Terre E_{pp} (J) = $0,056 \times 9,8 \times Y$ et l'énergie mécanique E_m (J) = $E_c + E_{pp}$.
- Dans l'onglet graphique, faire seulement apparaître E_c , E_{pp} et E_m en fonction du temps t. Imprimer.



⇒ **Exploitation des résultats et questions :**

1. Comparer et commenter les 2 types de chute du point de vue énergétique.

2. Enoncer une généralisation pour la conservation de l'énergie mécanique.
