

Place dans les programmes de seconde

Thème : l'Univers

Partie : le système solaire

Notions et contenus pouvant être abordés : trajectoire, pesanteur, action mécanique, ...

Objectifs généraux et points forts

⚡ Cette expérimentation est avant tout facile à mettre en œuvre. Elle est simple et d'un résultat immédiat, à la portée de tout élève de seconde qui peut la faire, ou la refaire.

⚡ De plus, elle met en jeu une observation double: celle de la vue, mais aussi celle de l'ouïe.

⚡ Le résultat obtenu est à l'opposé de l'idée première, et bouscule les conceptions. L'étonnement que produisent les chutes simultanées de ces deux billes, la coïncidence des sons perçus, le synchronisme des mouvements verticaux, suscite le trouble. Condition nécessaire à la démarche scientifique. L'auditoire est ainsi amené à se poser des questions.

TP de mécanique : le trajectoscope

Situation déclenchante : chute simultanée de deux billes.

Voici deux pinces, tenant dans leurs mâchoires deux billes en acier de même taille. Un élastique est assujéti entre les mâchoires de l'une de ces pinces. La bille est insérée en desserrant les mâchoires et en repoussant l'élastique.



Imaginez-vous tenir les deux pinces horizontalement, et les ouvrir en même temps.

Questionnement

- Laquelle des deux billes touchera en premier le sol ?
- Quelles seront les trajectoires de ces deux billes ? Faites un schéma au dos de cette feuille.

Elaboration d'hypothèses

.....

.....

Expérimentation

Réalisez et observez ce qui se passe. Regardez et écoutez attentivement. Refaites l'expérience plusieurs fois à des hauteurs différentes, et avec des élastiques plus ou moins tendus.

Suite de l'expérimentation

Filmez le mouvement des deux billes à l'aide d'une webcam permettant le réglage de la vitesse d'obturation. Image par image, étudiez l'évolution avec le temps des coordonnées des centres d'inertie de ces deux billes.

Exemple de réalisation

On peut, pour gagner du temps, utiliser les représentations suivantes. L'acquisition est faite à l'aide de QC Focus, et l'exploitation par Aviméca. Les positions du centre d'inertie sont indiquées par des croix blanches.



Figure 1: modélisation de la chute de la bille n°1 sans élastique

Echelles :

- La règle posée contre le mur est de 1,0 mètre.
- L'intervalle de temps entre deux positions successives est de 30 ms.
- Pour éviter au mieux les erreurs de parallaxes, la webcam occupe une position orthogonale au centre de l'image.



Figure 2: au même moment, modélisation de la chute de la bille n°2 avec l'élastique

Objectifs pour la classe de seconde

¶ En classe de seconde, ce travail peut être utilisé lors de l'étude des trajectoires parabolique, combinaison d'un mouvement rectiligne et uniforme, (celui qu'aurait le corps s'il n'y avait pas de gravité), et celui qu'il a en le faisant tomber.

¶ On peut d'ailleurs plier la figure 1 suivant l'axe $[Oy)$ pour la présenter contre les projections, suivant le même axe, des différentes positions de la bille de la figure 2. La correspondance est bonne, mis à part pour les premiers points.

¶ Plus particulièrement, ce travail répond aux « compétences attendues » suivantes :
Mettre en œuvre une démarche d'expérimentation utilisant des techniques d'enregistrement pour comprendre la nature des mouvements observés dans le système solaire.

Objectifs pour la classe de première S

⚡ J'ai réalisé ce TP en classe de 1^{ière} S pour faire réviser l'approche de la deuxième loi de Newton vue en début d'année. La direction et le sens de la résultante des forces extérieures qui s'exercent sur le centre d'inertie de la bille sont ceux de la variation entre deux instants proches du vecteur \vec{V}_G . →

⚡ La première loi est rappelée en observant les projections sur l'axe horizontal du centre d'inertie de la bille n°2. Aucune force ne s'exerce suivant cet axe, et le mouvement est rectiligne et uniforme.

⚡ La troisième loi est rappelée par l'analyse de l'interaction entre la bille n°2 et l'élastique.

Voici la façon dont j'ai organisé le travail dans cette classe.

- Evaluation diagnostive à l'aide de la fiche de départ. 10 % des élèves ne commettent aucune erreur.
- Mise en commun des trajectoires par leur affichage au tableau ; discussions et rappels.
- Liste suivante de questions, et correction au vidéoprojecteur. Nous n'avons pas eu le temps de refaire l'acquisition et de la travailler sous aviméca.

Travail

- Construisez la trajectoire du centre d'inertie de la bille n°2.
Nommez les différentes positions du centre d'inertie M_0, M_1, \dots, M_{11} .
- Tracez la droite portant le vecteur vitesse \vec{V}_5 , en remarquant que celle-ci est approximativement parallèle à la droite (M_4M_6) .
- Faites de même au point M_7 .
- Projetez sur les axes $[Ox)$ et $[Oy)$ les points M_0, M_1, \dots, M_{11} .
- Que remarquez-vous des projections suivant l'axe horizontal ?
- Que concluez-vous de la vitesse V_x sur cet axe ?
- Calculez cette vitesse. Pour être plus précis, vous remarquerez que $[M_{0,x} M_{11,x}] = 11$. $[M_{0,x} M_{1,x}]$.
- Représentez directement sur la photographie $\vec{V}_{5,x}$ et $\vec{V}_{7,x}$ les projections sur l'axe $[Ox)$ des vecteurs vitesses aux points M_5 et M_7 . Vous utiliserez l'échelle $1 \text{ cm pour } 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- Par construction vectorielle, vous pouvez maintenant remonter graphiquement aux vecteurs vitesses aux points M_5 et M_7 , \vec{V}_5 et \vec{V}_7 , puis à leur projections $\vec{V}_{5,y}$ et $\vec{V}_{7,y}$.
- Construisez graphiquement le vecteur $\vec{\Delta V} = \vec{V}_7 - \vec{V}_5$.
- Comparez ce dernier vecteur avec la direction et le sens de la seule force qui s'exerce sur la bille, (les frottements sont négligés).