

Principe d'inertie

Objectifs du T.P. :

Énoncer le principe d'inertie

Étudier les conséquences de ce principe dans plusieurs cas

I – Introduction sur le curling



1) Description

Le curling, sport de glace peu connu en France, oppose deux équipes. Il s'agit de faire glisser vers une cible (maison) dont le centre est situé à 42,07 m du point de lancement, de lourdes pierres de granite, de masse égale à 19,96 kg. Chaque équipe dispose de huit pierres par manche. Dans une partie de curling, le lanceur accompagne la pierre dans son mouvement, avant de la lâcher. Sous les ordres du capitaine, deux assistants précèdent la pierre sur une partie de la trajectoire (30 à 35 m) et balais vigoureusement la glace devant le projectile.



2) Vidéo « Jennifer Jones Best Curling Shot » à regarder

Adresse : http://www.youtube.com/watch?v=CM5mFH3_Qhs&feature=player_embedded

II – Exploitation de la vidéo

A – Vitesse moyenne de la pierre

a. Estimez grâce au chronomètre de la vidéo la durée du lancer entre le moment où la pierre passe la ligne bleue juste après le lancer jusqu'à son arrivée et arrêt sur la cible.

b. Exprimez et calculez la vitesse moyenne de la pierre pendant cette progression seule sur la glace. Distance parcourue : $d = 42 \text{ m}$.

Remarque : par souci de simplification, le crochet effectué par la pierre lors de son rebond sur une autre ne sera pas considéré.

B – Les forces appliquées

a. Distinguez les trois étapes différentes du moment du lancer par J. Jones à l'arrêt de la pierre. Demandez au professeur de vérifier leur validité.

b. Pour chacune de ces étapes, faites le bilan des actions exercées sur la pierre en les modélisant sous la forme $F_{\text{auteur/système}}$. Vous négligerez pour le moment l'existence de frottement.

C – Mouvement du centre de la pierre avant le lancer

a. Quelle est la valeur de sa vitesse au début de la vidéo.

b. Au fur et à mesure que Jennifer Jones progresse sur la glace, que fait la vitesse du centre de la pierre ?

c. Parmi les trois actions modélisées pour cette étape dans le B, précisez celle qui est responsable de la modification de la vitesse.

d. Réalisez un schéma où vous représenterez chacune de ces actions par un segment fléché partant du centre de la pierre.

D – Mouvement du centre de la pierre après le lancer

Cet enregistrement est celui de la position du centre de la pierre entre la ligne de lancer et le cœur de la cible sur la distance de 42 m. $\Delta t = 1 \text{ s}$



a. Établissez la règle de correspondance reliant A_0A_{10} sur le schéma et A_0A_{10} dans la réalité pour

passer d'une mesure sur le schéma à sa valeur réelle.

b. Quelle est la trajectoire du centre de la pierre ?

c. Justifiez le fait que sa vitesse soit constante.

d. Réalisez un schéma où vous représenterez chacune de ces actions par un segment fléché partant du centre de la pierre. Les longueurs de ces flèches doivent-elle être identiques ?

e. Concluez sur le mouvement du centre de la pierre. Est-il identique à celui du C ?

f. Comment expliquez-vous cette différence de mouvement entre les cas C et D ?

E – Mouvement du centre de la pierre au cœur de la cible

a. Quelle est la valeur de sa vitesse à la fin du lancer ?

b. Concluez sur le mouvement du centre de la pierre.

c. Le bilan des actions exercées est-il identique à celui du cas C ? D ?

d. Les mouvements du centre de la pierre sont-ils pourtant identiques dans les cas D et E ?

e. En considérant les trois cas étudiés, proposez une explication à ces différents mouvements.

III – Principe d'inertie

A - Énoncé (à recopier sur sa feuille et compléter)

Quand un système est soumis à des forces qui se compensent, son centre est :

- soit _____ ;

- soit en mouvement _____.

Réciproquement :

Si un système est _____ ou en _____
_____ alors il est soumis à des _____.

B - Le principe d'inertie en BD

Répondez aux questions posées sur la feuille.

C – Les questions petit plus

a. À quoi sert le balayage ?

b. Peut-on complètement donc négliger les frottements ?

<http://idphys.free.fr/index.php?post/2010/Pierre-qui-tourne-n-amasse-que-doute>

c. **Extrait d'un texte** : « Aux prochains Jeux olympiques d'hiver, à Vancouver, la France alignera une équipe masculine de curling. Les joueurs, devront contourner les obstacles adverses en imprimant des trajectoires courbes à leurs pierres. Inutile de demander conseil aux physiciens : ils se disputent toujours pour comprendre pourquoi la pierre du curling dévie.

Le balayage de la glace influe manifestement sur la distance d'arrêt de la pierre. Par ailleurs, on constate que la trajectoire de la pierre n'est pas toujours rectiligne, mais dévie, parfois de près d'un mètre. C'est curieux puisque, une fois lâchée, la pierre ne semble subir aucune force latérale. Mais n'oublions pas les frottements entre la glace et la pierre... Ces forces de frottement s'exercent dans le sens opposé au mouvement.

Le freinage tend à faire basculer le mobile vers l'avant. La réaction verticale du sol est alors plus forte à l'avant du mobile qu'à l'arrière, de sorte que le mobile ne bascule pas.

Ajoutons un mouvement de rotation du mobile autour de son axe vertical, dans le sens des aiguilles d'une montre pour fixer les idées. L'effet précédent est conservé, mais, cette fois, la vitesse du mobile par rapport au sol varie d'un point à l'autre. La vitesse à l'avant du mobile est orientée vers sa droite et les frottements correspondants s'exercent en sens inverse. La réaction verticale étant supérieure à l'avant, le frottement à l'avant (orienté vers la gauche) est supérieur en amplitude au frottement à l'arrière (orienté vers la droite). Ainsi, la trajectoire du mobile en rotation dans le sens horaire dévie vers la gauche. L'expérimentation vient ainsi confirmer cette brillante explication... tant qu'on ne cherche pas à la réaliser sur glace. Car si la pierre du curling dévie bien, elle le fait du mauvais côté : une pierre qui tourne dans le sens des aiguilles d'une montre dévie... vers la droite ! Cette constatation suscite depuis plusieurs années une vive controverse.

1- La trajectoire du centre de la pierre est-elle toujours une droite ?

2 – Pourquoi dévie-t-elle ?