

AD01 : Principe d'inertie et variation du vecteur vitesse (Cas du curling)



But activité : sur un exemple (cas du curling), exploiter le principe d'inertie dans le cas d'un mouvement rectiligne uniforme d'un mobile autoporteur.
Utiliser la notion de variation de vecteur vitesse puis relier le sens et la direction de la résultante des forces à la variation du vecteur vitesse (pour les phases uniforme ou ralentie).

Pré-requis : Savoir tracer des vecteurs vitesse en un point de la trajectoire.

Savoir tracer une variation de vecteur vitesse (somme ou différence de 2 vecteurs) en un point de la trajectoire.

Connaissance 1 : Enoncé du principe d'inertie : https://www.youtube.com/watch?v=Kj4E3edb0_M Vidéo jusqu'à 2 mn 10 s

Dans un **référentiel galiléen**, tout corps persévère dans **l'état de repos** ou de **mouvement rectiligne et uniforme** dans lequel il se trouve à moins que quelque force n'agisse sur lui et ne le contraigne à changer d'état.

L'énoncé a, par la suite, été modernisé de la façon suivante : « **Lorsqu'un corps est soumis à des forces qui se compensent ou à aucune force, alors il est soit au repos soit animé d'un mouvement rectiligne uniforme.** »



Isaac Newton
1642 – 1727)

Dans certains cas (plutôt rares), un système est soumis à aucune force.

On dit que le système est **isolé**.

C'est le cas par exemple d'une navette qui se déplace loin de toute attraction de planètes, et qui est animée d'un **mouvement rectiligne et uniforme** dans le référentiel héliocentrique (galiléen).



Moteur à réaction coupé

Connaissance 2 : Liaison entre variation de vecteur vitesse et résultante des forces :

La variation du vecteur vitesse possède la même direction et le même sens que la résultante (somme) des vecteurs force exercées sur un système (ici la pierre)

Exemple du curling : Le but est de prendre position dans la maison. Ici le système est la pierre de Curling

Objectif : **Tracé qualitatif des vecteurs force en reliant ceux-ci à la trajectoire d'un mouvement (rectiligne)**

Doc 1 : Présentation du curling : Règles simplifiées (phase du lancer, intervention possible de balayeurs)

Le but est de placer les pierres le plus près possible d'une cible circulaire dessinée sur la glace, appelée la maison.

Lors du lancement de la pierre, celle-ci doit être relâchée sur la piste avant que la hogline (ligne de jeu) ne soit atteinte (les joueurs glissent en même temps qu'ils relâchent la pierre) et doit dépasser la hogline opposée.

À chaque tir, deux joueurs équipés de balais peuvent frotter la glace à l'avancée de la pierre.

Un (troisième) joueur (le skip), placé dans la maison, indique aux balayeurs s'ils doivent ou non balayer.



CL: ligne médiane, OL: hogline, ligne de jeu, TL: ligne de T, BL: ligne arrière, HA: ligne hack, FGZ: Free Guard Zone

Extrait de Phase de jeux correspondante : **lancer n°1** : de 3 mn 50s à 4mn (**pas de balayeurs en action**) :

<https://www.youtube.com/watch?v=iYcYaUBaEeI>

Doc 2 : Simulation de l'interaction pierre- glace (parfaite ou réelle) : <http://scphysiques.free.fr/TS/physiqueTS/curling.swf>



D. L.
MdB

Curling et principe d'inertie

vitesse initiale : 3.0 m/s

sans balayeur

avec balayeur

tau = 0.40s



Première partie : pas de frottement

Simulation de l'interaction pierre-glace (parfaite) :

Sur une feuille format A3, votre professeur va tracer une cible et ligne de jeu. Un d'entre vous va jouer au curling sur une piste impeccablement verglacée (pierre remplacée par un mobile autoporteur, piste remplacée par une table horizontale). Ce joueur va réaliser une poussée et un lâché du mobile afin d'atteindre le centre de la maison. Une caméra est placée au-dessus de la table pour visualiser le mouvement (et la trajectoire obtenue sur papier) par vidéoprojection.

1) On cherche à décrire le mouvement de la pierre lors de son mouvement, une fois lâchée par le joueur :

1) a) Quel est le référentiel ?

1) b) Quelle est la forme du mouvement, sa direction et le sens de déplacement ?

1) c) Comment évolue la vitesse de la pierre ?

On dit dans ce cas que le mouvement est uniforme.

2) Dessiner un diagramme objets-interactions pour la pierre lors de son mouvement :

3) On cherche à relier qualitativement, l'évolution du vecteur-vitesse (la variation) avec les actions exercées sur la pierre lors de son mouvement. On désire, en un point de la trajectoire de la pierre :

- représenter la variation du vecteur-vitesse,
- schématiser les vecteurs-force exercées sur la pierre

Cette phase de mouvement rectiligne et uniforme, apparaît sur la trajectoire (simplifiée) modélisée sur la figure 1 (Fig 1).

Une trajectoire représente l'ensemble des positions occupées au cours du temps.

On considérera qu'entre 2 positions successives s'écoule le même intervalle de temps (ici symbolisé par tau).



3) a) Représenter qualitativement les vecteurs-vitesse en G_1 et G_3

On prendra comme valeur représentative du vecteur vitesse en G_2 , de valeur $V_{(G_2)} = [G_1 G_3] / 2 \Delta t$,
la longueur correspondant à la distance du segment $[G_1 G_3]$

On les décalera légèrement (l'un au-dessus, l'autre en dessous de la trajectoire pour mieux les visualiser).

Comment évolue le vecteur vitesse dans cette phase du mouvement ?

3) b) A quoi correspond, dans ce cas, la variation du vecteur-vitesse en n'importe quel point de la trajectoire de cette phase du mouvement (en G_2 par exemple) ?

3) c) D'après le principe d'inertie (Connaissance 2), pourquoi le Curling (simulé avec la table horizontale et le mobile autoporteur) est-il injouable ?

4) Sur la figure 1 : représenter qualitativement pour cette phase du mouvement les vecteurs force :
(voir diagramme d'interactions).

On prendra un vecteur,

- pour le poids, de couleur rouge, de longueur arbitraire de 2,0 cm.

- pour la force exercée par la glace, de couleur bleu, de longueur qualitativement adaptée par rapport à celle prise arbitrairement pour le poids.



5) On peut concevoir l'immobilité d'un objet (au repos, sans mouvement) comme un cas particulier du principe d'inertie : lequel ?

Deuxième partie : Frottement avec la glace !

Simulation de l'interaction pierre-glace (réelle) :

En réalité le «mobile» va pouvoir s'arrêter sur la piste grâce aux frottements (non négligeable sur grande distance)

1) On cherche à décrire le mouvement de la pierre lors de son mouvement, une fois lâchée par le joueur :

1) a) Par rapport au mouvement uniforme, dans le référentiel terrestre, la forme du mouvement, sa direction et le sens de déplacement changent-ils ?

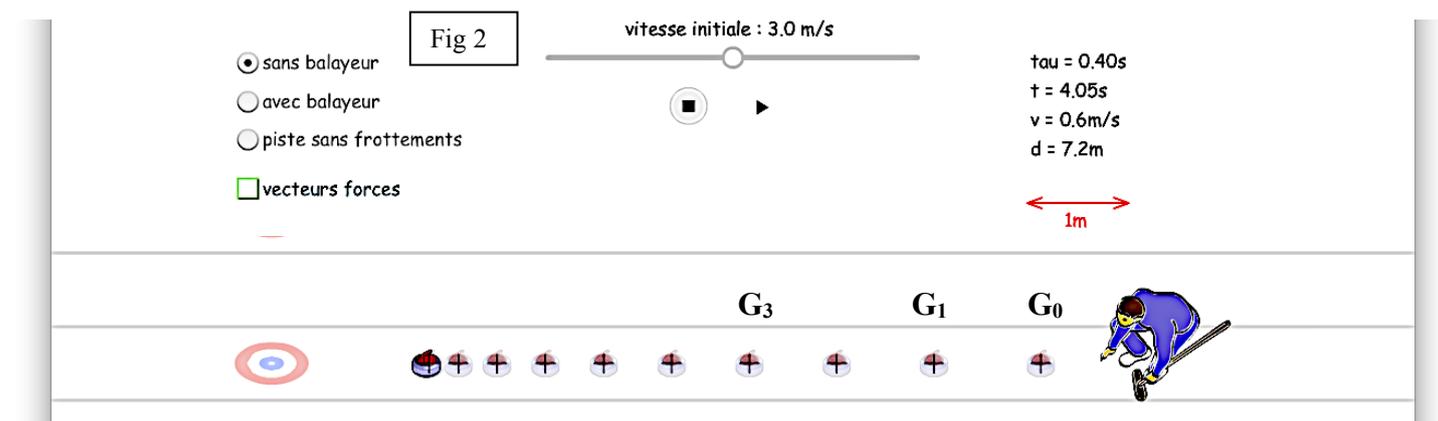
1) b) Comment évolue la vitesse de la pierre ? Comment est qualifié un mouvement dans ce cas ?

2) Dessiner un diagramme objets-interactions pour la pierre lors de son mouvement :

3) On cherche à relier qualitativement, la variation du vecteur-vitesse avec les actions exercées sur la pierre lors de son mouvement. On désire, en un point de la trajectoire de la pierre :

- représenter la variation du vecteur-vitesse,
- schématiser les vecteurs-force exercées sur la pierre

La phase de mouvement rectiligne étudiée, apparaît sur la trajectoire (simplifiée) modélisée ci-dessous, sur la figure 2 (Fig 2).



3) a) Représenter qualitativement les vecteurs-vitesse en G_1 et G_3 .

On les décalera légèrement (l'un au-dessus, l'autre en dessous de la trajectoire pour mieux les visualiser).

Comment évolue le vecteur vitesse dans cette phase du mouvement ?

3) b) A quoi correspond, dans ce cas, la direction et le sens de la variation du vecteur-vitesse : $\Delta \vec{V}_{(G_2)} = \vec{V}_{(G_3)} - \vec{V}_{(G_1)}$ en n'importe quel point de la trajectoire de cette phase du mouvement (ici en G_2 par exemple) ?

3) c) D'après le principe d'inertie (Connaissance 1), pourquoi le Curling en réalité, est-il jouable ?

4) Sur la figure 3 : On a représenté qualitativement pour cette phase du mouvement :

- La force exercée par la glace, de couleur bleue, de longueur qualitative adaptée par rapport à celle prise arbitrairement pour le poids.

(Application de la connaissance 2) : Montrer que, la représentation du vecteur force exercé par la glace (sur la pierre) visualisée en Fig 3, est un cas envisageable pour le mouvement avec frottement (décrit par la Fig 2).

Pour argumenter, on tracera dans ce cas la résultante (somme) des vecteurs forces exercées ici sur la pierre (par exemple en G_2),

La résultante des vecteurs forces sera représentée par le symbole \vec{F}_R

