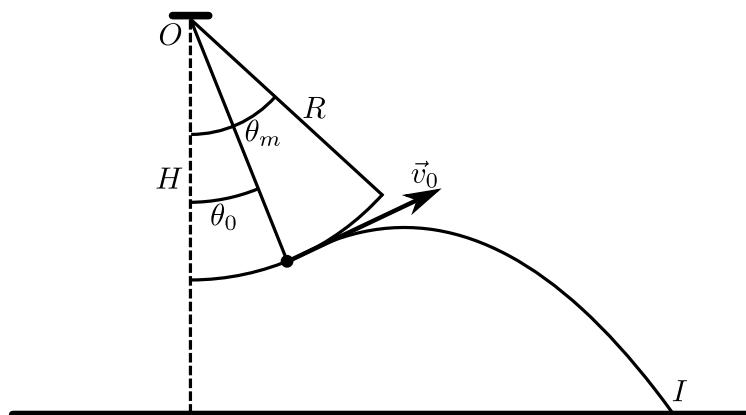


## Série 10 : Energie, collisions, moments

### Exercice 1: Energie : Enfant sur une balançoire

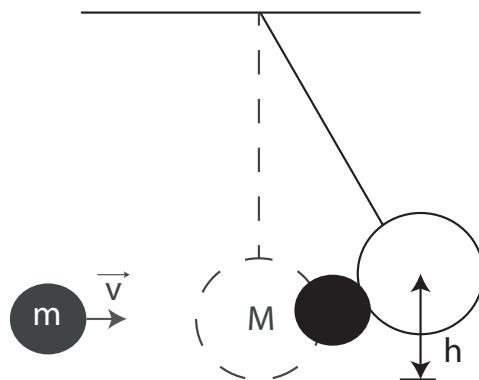
Un enfant se jette d'une balançoire en mouvement. Pour analyser la situation, on modélise l'enfant sur sa balançoire par un pendule simple, c'est à dire un point matériel représentant l'enfant au bout d'un fil de longueur  $R$  (voir schéma). Un dispositif sans masse libère le point matériel sans interférer autrement sur le mouvement du pendule.

- La balançoire atteint une amplitude maximale correspondant à un angle  $\theta_m$ . L'enfant se jette lorsque la balançoire est à un angle  $\theta_0$  avec une vitesse  $v_0$ . Déterminer la norme  $v_0$  de la vitesse de l'enfant en utilisant des arguments énergétiques.
- Déterminer l'énergie cinétique  $T_f$  de l'enfant lorsqu'il touche le sol en  $I$ .



### Exercice 2: Pendule balistique (Benjamin Robins, 1742)

Soit une masse  $M$  pendue par un fil de longueur  $L$  de masse négligeable, initialement au repos. Une masse  $m$  percute  $M$  avec une vitesse horizontale  $v$  et reste collée à celle-ci.



- (a) Le choc est-il élastique ?
- (b) A quelle hauteur  $h$  le système  $m + M$  arrive-t-il ?
- (c) Quelle fraction de l'énergie cinétique de  $m$  se retrouve dans le pendule ?

**Exercice 3:**

Deux particules de vitesses  $\vec{v}_1$  et  $\vec{v}_2 = -\vec{v}_1$  font une collision élastique et centrale (les supports de  $\vec{v}_1$  et  $\vec{v}_2$  sont sur la même droite). Trouver le rapport des masses des particules sachant que l'une des deux est immobile après la collision.

**Exercice 4: Chute d'une bille dans un escalier (Examen janvier 2018)**

Une bille chute de manière régulière dans un escalier tel que la largeur et la hauteur  $L$  des marches sont égales (voir Fig. 1). Elle tape chaque marche au même point et rebondit chaque fois à la même hauteur par rapport à la marche. Le coefficient de restitution  $e$  ( $0 \leq e \leq 1$ ), défini comme le rapport  $e = -v_f/v_i$  des composantes verticales de la vitesse juste après ( $v_f > 0$ ) et juste avant ( $v_i < 0$ ) un choc est supposé connu. La vitesse horizontale n'est pas affectée par le choc.

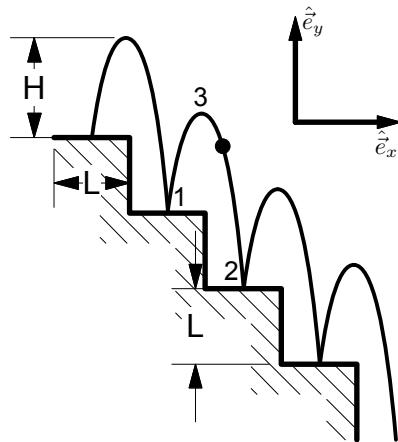
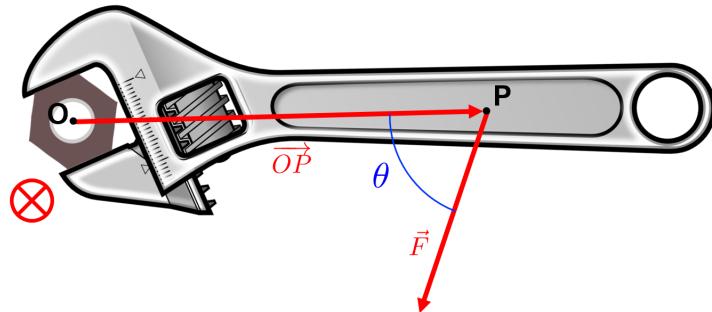


FIGURE 1 – Chute d'une bille dans un escalier

- (a) Le choc entre la bille et l'escalier est-il élastique ou inélastique ? Justifiez votre réponse.
- (b) Déterminez la vitesse horizontale  $v_h$  de la bille en fonction de  $L$  et  $e$ .
- (c) Déterminez la hauteur de rebond  $H$  en fonction de  $L$  et  $e$ .

### Exercice 5:

- (a) *Clé anglaise.* Soit la situation ci-dessous : le jeune Federico essaie - sans y parvenir - de desserrer un écrou qui est fixé sur une tige filetée (non représentée sur la figure) en appliquant une force  $\vec{F}$  faisant un angle  $\theta$  avec l'axe de l'outil. Représenter les forces extérieures qui agissent sur l'écrou, en les simplifiant si nécessaire. Quel est le couple exercé par l'écrou sur la tige filetée ?



*Indication : la force distribuée sur le pourtour de la tige filetée sera symbolisée par deux forces de direction et amplitude judicieusement choisies.*

- (b) *Coupe-Boulon.* Soit le coupe-boulon représenté sur la figure ci-dessous. On peut le schématiser comme un système à deux leviers, avec des pivots en O et P. On suppose que toutes les dimensions sont connues. Calculer le rapport entre la force appliquée au bout du manche par l'utilisateur, et celle qui agit sur le boulon ou le fil à couper. Effectuer les calculs de manière formelle.

