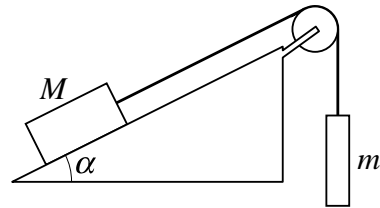


15 décembre 2025

## Série 13 : Forces non conservatives

### 1. Plot sur plan incliné avec frottement

Un plot de masse  $M$  sur un plan incliné d'un angle  $\alpha$  est relié par un câble inextensible de masse négligeable, coulissant sur une poulie de masse négligeable, à une masse  $m$ , suspendue dans le vide. Les frottements sont secs.



- Déterminer l'expression de la masse minimale  $m$  nécessaire à vaincre le frottement statique de coefficient  $\mu_s$  en entraînant la masse  $M$  vers le haut.
- En mouvement, le plot subit une force de frottement cinétique de coefficient  $\mu_c$ . Trouver l'expression de l'accélération du système.

### 2. Bille-ressort dans un liquide

Soit un ressort attaché à une bille (boule pleine) de 2 [cm] de diamètre de masse  $m = 100$  [g]. La bille trempe dans une colonne d'eau verticale (la gravité agissant ainsi sur la bille) et on déplace l'extrémité supérieure libre du ressort avec un mouvement sinusoïdal d'amplitude 2 [cm] et avec une fréquence de 1 [Hz]. On constate que la bille suit un mouvement de type sinusoïdal d'amplitude 1[cm] après un certain transitoire. Le frottement que le liquide exerce sur le ressort est négligé.

- Déterminer la constante du ressort.
- On change le liquide et on le remplace par de la glycérine. Déterminer l'amplitude du mouvement résultant après le transitoire.
- Déterminer l'énergie dissipée par cycle dans chaque cas (eau et glycérine).

Indications :  $\mathbf{F}^{\text{fr}} = -k\eta\mathbf{v}$ ,  $k = 6\pi R$ ,  $\eta_{\text{eau}} = 10^{-3} \left[ \frac{\text{Ns}}{\text{m}^2} \right]$ ,  $\eta_{\text{glyc}} = 1490 \cdot 10^{-3} \left[ \frac{\text{Ns}}{\text{m}^2} \right]$

### 3. Coups typiques au jeu de billard

On examine deux coups typiques du jeu de billard, le coup qui entraîne un roulement sans glissement et le coup rétrograde ("rétro"). La masse constante d'une bille de billard peut varier d'un type à l'autre. On considère une bille de 210 [g] et de diamètre 6,15 [cm]. La masse de la queue est de 520 [g]. Le tapis exerce sur la bille une force de Coulomb de coefficient  $\mu_c = 0.25$ . Tous les frottements visqueux sont négligés (air, tapis, glissement de roulement etc.). La bille est placée au tiers de la longueur de la table de 240 [cm] de longueur (la longueur étant le double de la largeur). Le coup de queue est effectué dans les deux cas de manière parfaitement horizontale dans le sens de la longueur parallèle au tapis et parfaitement centré latéralement sur la bille, c.-à-d. que le mouvement de la queue est toujours dans le plan vertical perpendiculaire au tapis passant par le centre de masse de la bille. Le choc entre la queue et la bille est considéré comme parfaitement élastique dans les deux cas.

- a) A quelle hauteur du point de contact entre le tapis et la bille faut-il taper la bille pour que celle-ci roule sans glisser ?
- b) Quelles sont les conditions sur la hauteur de contact et la vitesse de la queue pour que le coup soit un coup rétrograde, à savoir que la bille revienne au point de départ sans toucher la bande en bout de table ? Remarquez que l'expérience nous enseigne qu'il ne faut pas dépasser  $0.7R$  du centre de la bille pour ne pas faire fausse queue.

Indications :  $\mathbf{F}^{fr} = -\mu_c \|m\mathbf{g}\| \hat{\mathbf{v}}$ . On appliquera, entre autres, la conservation de la quantité de mouvement ainsi que celle du moment cinétique.