

# TD n° 14 de Physique

## Mécanique - Aspects énergétiques

### Applications directes du cours

#### 1 Curling

Une  *pierre*  de curling est lancée sur la glace. Elle glisse et les frottements solides ont un coefficient  $f$ . Déterminer la distance parcourue en fonction de la vitesse initiale  $v_0$ .

#### 2 Pente

Une voiture est arrêtée en haut d'une pente faisant un angle  $\alpha$  avec l'horizontale, à une distance  $d$  du bas de la pente. Ses freins soudainement ne fonctionnent plus : elle descend la pente, qui est suivie d'une route horizontale. On considère des frottements constants de norme  $F$  tout au long du mouvement.

Déterminer la distance  $D$  parcourue sur la route horizontale.

#### 3 Performances sportives

Quel est l'ordre de grandeur de la vitesse d'un sprinteur ? Quelle pourrait alors être la hauteur maximale d'un saut vertical de ce sprinteur ? Commenter ce résultat.

Le record du monde de saut à la perche est 6,15 m. Comment peut-on expliquer ce résultat ?

## Exercices

#### 1 Skieur

Un skieur est au sommet d'une piste, faisant un angle  $\alpha$  avec l'horizontale, à la hauteur  $h_0$  par rapport au bas de la piste. Il part sans vitesse initiale à  $t = 0$ . On néglige les frottements entre la piste et les skis.

1. Sans déterminer le mouvement du skieur, peut-on connaître sa vitesse au bas de la piste ?
2. Grâce à un théorème énergétique, déterminer l'expression du mouvement du skieur.
3. Vérifier que la vitesse trouvée à la question 1 correspond au mouvement de la question 2.

On considère désormais les frottements entre la piste et les skis, comme des frottements solides. On note le coefficient de frottement  $f$ .

4. Déterminer le travail total des frottements sur l'ensemble de la piste, en fonction des données du problème.
5. En déduire la vitesse atteinte au bas de la piste.
6. Grâce à un théorème énergétique, déterminer l'expression du mouvement du skieur.
7. Vérifier la cohérence des deux expressions de la vitesse au bas de la piste.

## 2 Saut à l'élastique

On considère un(e) élève de PCSI en vacances, de masse  $m = 75$  kg, sur un pont à  $h = 112$  m au-dessus du niveau de l'eau. Ses pieds sont attachés à un élastique, assimilable à un ressort de raideur  $k = 300$  U.S.I. et de longueur à vide  $\ell_0 = 80$  m. On souhaite étudier son saut supposé sans frottement.

1. Déterminer la vitesse de l'élève lorsque l'élastique est juste tendu.
2. À l'aide d'un raisonnement énergétique, déterminer la ou les positions d'équilibre, ainsi que leur nature stable ou instable.
3. Déterminer l'allongement maximal de l'élastique. Commenter le résultat.

## 3 Tunnel terrestre

On admet que l'attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur un point matériel M situé à l'intérieur de la Terre peut s'exprimer

$$\vec{f} = -\frac{m g_0 r}{R} \vec{u}_r$$

où  $m$  est la masse du point matériel,  $g_0 = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ,  $r$  est la distance entre M et le centre de la Terre O, et  $R$  est le rayon de la Terre ( $R = 6,4 \cdot 10^3$  km).

On souhaite étudier le mouvement du point M qui pourrait se déplacer sans frottement dans un tunnel rectiligne, entre un point A et un point B. Le tunnel passe à une distance  $d = 3,2 \cdot 10^3$  km de O.

1. Déterminer l'expression de l'énergie potentielle  $E_p$  de M. On prendra  $E_p(A)$  nulle.
2. En déduire la position d'équilibre du système. Est-ce un équilibre stable ?
3. Le point matériel part à vitesse nulle du point A. Représenter sur un graphe les énergies en jeu, en fonction de la position de M sur AB. En déduire qualitativement le type de mouvement. Quelle est la vitesse maximale atteinte ?
4. À l'aide d'un raisonnement énergétique, déterminer l'expression du mouvement du point matériel.

## 4 Pavé rebondissant

On dispose d'un pavé de masse  $m$ , repéré par le point M, posé sur un plan incliné d'un angle  $\alpha$  avec l'horizontale. Un ressort de raideur  $k$  et de longueur à vide  $\ell_0$  est fixé plus bas le long de ce plan : lorsque le pavé est lâché, il descend sans frottement et vient rebondir sur le ressort. On lâche le pavé sans vitesse initiale à une distance  $D$  du ressort.

1. Quelle est la vitesse du pavé au moment de l'impact avec le ressort ?
2. Quelle est la longueur du ressort lorsqu'il est comprimé au maximum ?
3. Grâce à un bilan des forces, déterminer à quelle position la vitesse du pavé sera maximale.
4. Retrouver ce résultat par une étude énergétique.
5. Déterminer la vitesse maximale atteinte.