

1 Exercice 1- La cascade d'Indiana Jones

En essayant d'échapper à ses ennemis, Indiana Jones se retrouve forcé de fuir dans un wagonnet de mine sans frein. Il arrive dans la dernière ligne droite et horizontale du chemin de fer longue de 300 mètres avant un précipice. A l'entrée de la ligne droite, la vitesse du wagonnet est $v_0 = 90$ km/h, et il est seulement ralenti par les frottements fluides de l'air d'intensité $f = hv^2$ avec $h = 1,0$ U.S.I. Indiana Jones a une masse de 80 kg et le wagonnet vide de 300 kg.

Question (1. 1)

Quelle est l'unité de h ?

Question (1. 2)

Quelle est la vitesse du wagonnet arrivant au précipice ? (Indice : il faudra utiliser la méthode de séparation des variables pour trouver $v(t)$)

Question (1. 3)

Juste au niveau du précipice, Indiana utilise son fouet pour s'attacher à une poutre située 3,0 m au-dessus de son centre de gravité. Alors que le wagonnet s'écrase dans le vide, il reste suspendu à la poutre. En lâchant le fouet au moment opportun, il essaye de sauter vers un rocher situé à 6,0 m en surplomb. Peut-il y arriver ?

2 Exercice 2- Force de frottement d'une pierre de curling

Le curling est un sport olympique, ressemblant à un genre de pétanque sur glace. Le but est de lancer des pierres en granite circulaires d'une circonférence de 90 cm et d'une masse de 20 kg sur de la glace afin de les placer le plus proche possible du centre de la maison, située 28 mètres plus loin. Lors d'un lancer s'arrêtant au centre de la maison, la vitesse initiale est de 3,0 m/s.

Question (2. 1)

Justifiez que dans cette étude il est nécessaire de prendre en compte les frottements solides entre la pierre et la glace.

Question (2. 2)

Déterminez le coefficient de frottement solide entre granite et glace.

3 Exercice 3- Pistolet à bille

Un pistolet à bille est constitué d'un ressort de longueur à vide $l_0 = 10,0$ cm et de constante de raideur $k = 30$ N/m. Lorsque le pistolet est chargé, le ressort est comprimé et fait une longueur de 5,0 cm. Les billes en plastique projetées ont une masse $m = 2$ g.

Question (3. 1)

Quelle est la vitesse d'éjection des billes ?

Question (3. 2)

En négligeant les frottements de l'air, quelle est l'altitude maximale que peut atteindre une bille ?

4 Exercice 4- Record du monde de saut à la perche

Lors d'un saut à la perche, le sauteur utilise une perche flexible qui peut stocker de l'énergie à la manière d'un ressort comprimé. Le recordman du monde est actuellement le français Renaud Lavillenie (masse 60 kg) avec un saut à 6,16 m.

Question (4. 1)

En faisant une estimation de la vitesse maximale que peut atteindre un perchiste, estimer l'énergie maximale qu'il peut transférer à la perche.

Question (4. 2)

Idéalement, la perche va alors transférer à nouveau son énergie au perchiste en lui donnant une vitesse verticale. Quelle est alors la hauteur maximale que le perchiste peut atteindre ?

Question (4. 3)

Usain Bolt court le 100 m en un peu moins de 10 secondes et le record du monde de saut à la perche est à 6,16 m. Quel commentaire vous inspirent ces valeurs ?

5 Exercice 5- Etude d'un profil d'énergie potentielle

On donne le profil d'énergie potentielle d'un système mécanique unidimensionnel dans la figure 1, donnée par la formule $E_p(x) = ax^4 - bx^2$ avec $a = 1,0 \text{ J.m}^{-4}$ et $b = 3,0 \text{ J.m}^{-2}$.

Question (5. 1)

Donner les positions d'équilibre du système mécanique, et dire si elles sont stables ou instables.

Question (5. 2)

Quel type de trajectoire peut-on observer (bornée ou non) dans les cas $E_m < 0$ ou $E_m > 0$? Comment qualifier l'état du système ?

Question (5. 3)

Représenter le portrait de phase (c'est-à-dire la courbe $\dot{x}(x)$) pour un système mécanique lâché sans vitesse initiale de la position $x = \pm 1 \text{ m}$, $x = \pm 2 \text{ m}$ et $x = 0 \text{ m}$. On calculera à chaque fois l'énergie mécanique.

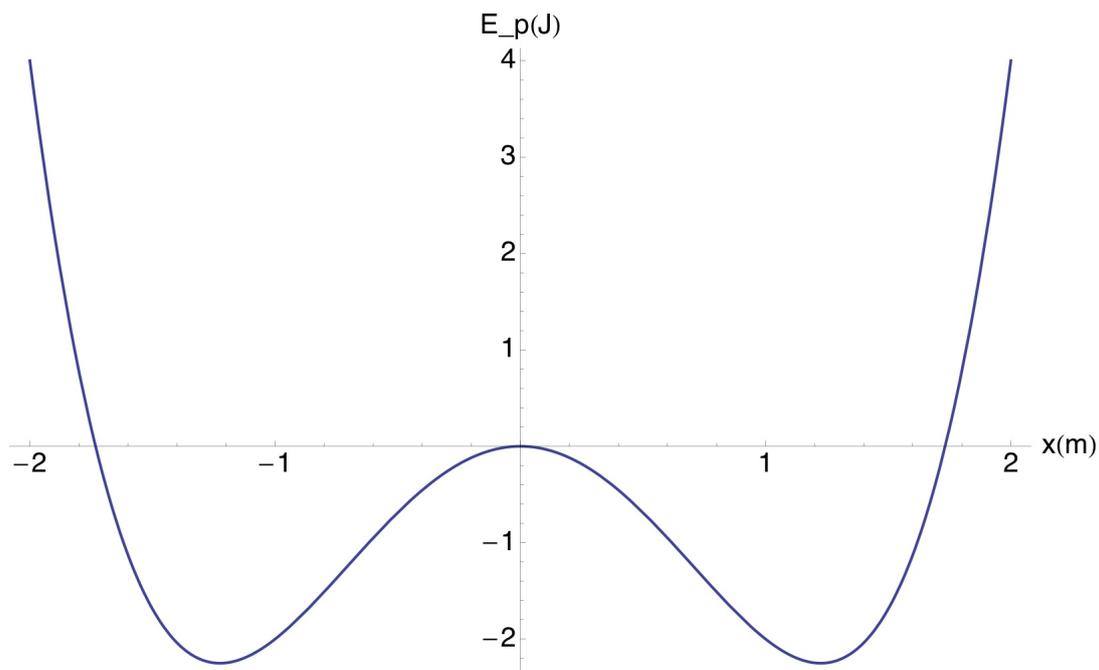


FIGURE 1 – Profil du double puits étudié.