



Devoir maison 2 : Application des lois de Newton – Sc Exp et Sc tech,

Parc de jeux

Le parc de jeu constitue un cadre où se pratique du sport pour enfants. Les mouvements des enfants sont généralement de deux types et diffèrent par la nature des actions mécaniques exercées sur ces enfants. L'application des lois de Newton permet de déterminer l'évolution de certaines grandeurs cinématiques et dynamiques caractérisant les mouvements des enfants.

Cet exercice vise l'étude de deux types de mouvement et la détermination de certaines grandeurs qui les caractérisent.

Dans un parc de jeux, se trouve une glissière dont le profil est représenté dans le plan vertical (figure 1). La glissière est constituée :

- d'une partie AB rectiligne de longueur $AB = L$ inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontal ;
- d'une partie de chute constituée d'un filet horizontal, situé à une hauteur h de B .

On se propose d'étudier le mouvement du centre d'inertie G d'un enfant de masse m sur la glissière.

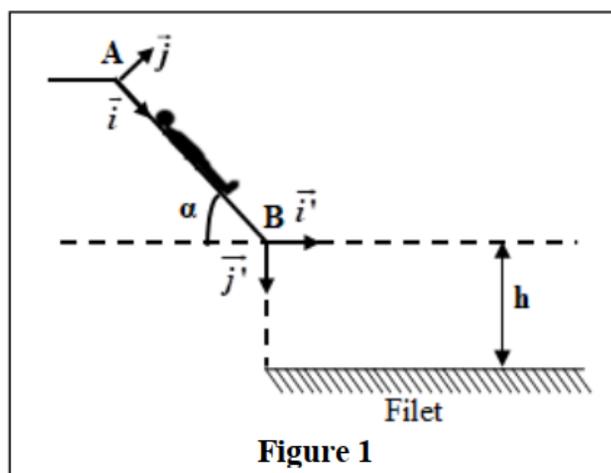


Figure 1

1. Étude du mouvement sur AB

L'enfant part de la position A sans vitesse initiale. Les frottements sont équivalents à une force constante \vec{f} de même direction que le vecteur vitesse et de sens opposé.

Pour étudier le mouvement de G , on choisit un repère (A, \vec{i}, \vec{j}) lié à la Terre supposé galiléen, et l'instant de départ de G de A comme origine de temps ($t_0 = 0$). On repère la position de G à un instant t par son abscisse x_G dans ce repère.

À $t_0 = 0$, $x_G = x_0 = 0$ (figure 1).

Données : $f = 41 \text{ N}$; $m = 20 \text{ kg}$; $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$; $\alpha = 40^\circ$

1.1. En appliquant la deuxième loi de Newton, établir l'équation différentielle vérifiée par l'abscisse x_G .

1.2. Déterminer, en justifiant, la nature du mouvement de G .

1.3. Lors du mouvement, G passe par la position B à l'instant $t_B = 1,35 \text{ s}$.

a. Calculer la distance AB .

b. Vérifier que la valeur de la vitesse en B est $v_B = 5,9 \text{ m.s}^{-1}$.

1.4. Déterminer l'intensité de la force \vec{R} exercée par le plan incliné sur l'enfant.

2. Étude du mouvement de chute

L'enfant quitte la partie AB en B avec la vitesse \vec{v}_B et tombe sur le filet de protection.

Pour étudier le mouvement de chute, on choisit un autre repère (B, \vec{i}', \vec{j}') lié à la Terre supposé galiléen, et l'instant de passage de G en B comme nouvelle origine de temps ($t_0 = 0$).

2.1. Établir l'expression de l'équation de la trajectoire du mouvement de G dans le repère (B, \vec{i}', \vec{j}') .
Déduire sa nature.

2.2. L'enfant tombe à l'instant t_p sur le filet en une position où les coordonnées de G sont :

$$(x_p = 1,6 \text{ m} \ ; \ y_p = 2 \text{ m}).$$

a. Calculer la valeur de t_p .

b. Déterminer la valeur de la vitesse de G à l'instant t_p .

2.3. Un système d'acquisition convenable a permis de représenter les trajectoires ①, ② et ③ des centres d'inertie de trois enfants (E_1), (E_2) et (E_3) qui ont quitté la position B avec les vitesses respectives $v_1 = 3,5 \text{ m.s}^{-1}$, $v_2 = 4,5 \text{ m.s}^{-1}$ et $v_3 = 5,8 \text{ m.s}^{-1}$ (figure 2).

a. Attribuer à chaque enfant la trajectoire qui lui correspond.

b. Quel est l'enfant qui a eu la plus longue durée de chute ? Justifier.

