Exercice n° 4 (d'après livre physique chimie terminale microméga)

ÉNONCÉ

Antoine, en panne d'essence, pousse son véhicule en ligne droite sur un sol horizontal **(Fig. 3)**.

Le but de cet exercice est de déterminer et d'exploiter l'équation horaire du véhicule de masse $m = 1{,}00$ t.

La voiture est repérée par la position x de son centre d'inertie G sur l'axe (Ox) horizontal et orienté dans le sens du déplacement du véhicule.

À $t = 0$, G est en O et la vitesse de la voiture est nulle.

La poussée d'Archimède et les frottements de l'air sont négligés. La force horizontale $\vec{F}$ exercée par Antoine est supposée constante et de valeur $F = 2{,}23.10^2$ N.

La force de frottement horizontale $\vec{f}$, due au sol, supposée également constante, vaut $f = 2{,}20.10^2$ N.

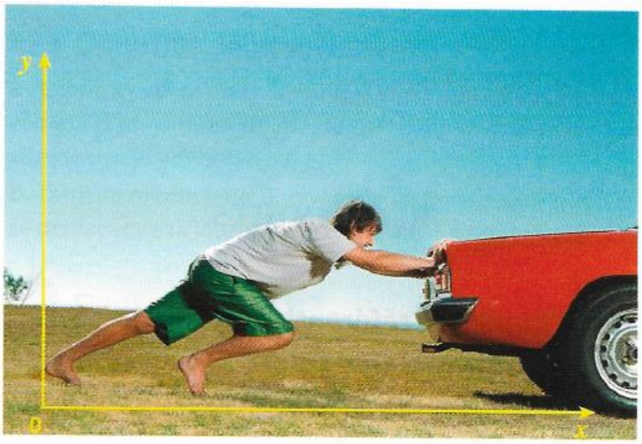

Fig. 3 Véhicule poussé par son conducteur.

a Faire le bilan des forces qui s'exercent sur la voiture et les représenter.

b Quel est le référentiel le plus adapté pour étudier le mouvement de la voiture ?

c Écrire l'expression vectorielle de la deuxième loi de Newton.

d En déduire la valeur de la coordonnée a_x de l'accélération. **Aide 1**

e Déterminer l'expression de la vitesse v_x de la voiture en fonction du temps t. Montrer ensuite que l'équation horaire de sa position s'écrit $x(t) = \frac{1}{2}a_x t^2$.

f Le garage se situe à une distance $d = 0{,}50$ km du lieu de la panne. Au bout de combien de temps Antoine y arrive-t-il en poussant sa voiture ? **Aide 2**

Aides & Méthodes

1. Projeter un vecteur sur un axe revient à exprimer sa coordonnée selon cet axe. Attention au nombre de chiffres significatifs exprimés pour le résultat de la soustraction.
2. La distance et le temps s'expriment dans les unités du Système international.

Corrigé

a Le véhicule subit son poids $\vec{P}$, la force exercée par le conducteur $\vec{F}$, la réaction normale du sol $\vec{R}_n$ et la force de frottement $\vec{f}$ **(Fig. 4)**.

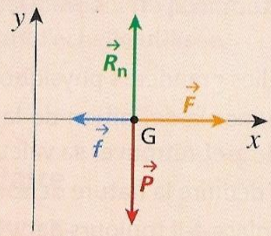

Fig. 4 Forces exercées sur le véhicule.

b Le référentiel terrestre, supposé galiléen, est le référentiel d'étude adapté.

c La deuxième loi de Newton appliquée au système étudié (de masse constante) s'écrit : $\vec{P} + \vec{R}_n + \vec{f} + \vec{F} = m\vec{a}$.

d La projection de la relation vectorielle précédente sur l'axe (Ox) est : $0 + 0 - f + F = ma_x$. Ainsi,

$$a_x = \frac{F - f}{m} = \frac{2{,}23.10^2 - 2{,}20.10^2}{1{,}00.10^3} = \frac{0{,}03.10^2}{1{,}00.10^3} = 3.10^{-3}\ \text{m.s}^{-2}.$$

e La primitive de a_x est : $v_x(t) = a_x t + k$ où k est une constante. À $t = 0$, $v_x(0) = 0$.

Cette vitesse initiale s'écrit aussi : $v_x(0) = a_x \times 0 + k$.

Il en résulte que $k = 0$.

Donc $v_x(t) = a_x t$.

Une deuxième intégration permet d'obtenir l'équation horaire demandée : $x(t) = \frac{1}{2}a_x t^2 + k'$ où k' est une constante.

La condition initiale sur la position s'écrit $x(0) = 0$ et donne $k' = 0$. Donc finalement $x(t) = \frac{1}{2}a_x t^2$.

f Antoine poussant sa voiture arrive au garage, situé à la distance $d = 0{,}50$ km, à la date t_1 vérifiant $x(t_1) = d$

ce qui donne : $$\frac{1}{2}a_x t_1^2 = d$$

soit $t_1 = \sqrt{\frac{2d}{a_x}} = \sqrt{\frac{2 \times 0{,}50.10^3}{3.10^{-3}}} = 6.10^2$ s, soit près de 10 min.