

DEVOIR DE NIVEAU N°1 DE SCIENCES PHYSIQUES



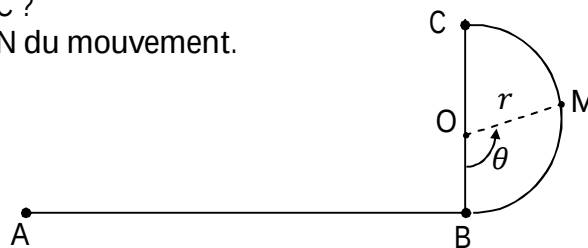
**Ce devoir comporte trois pages numérotées 1/3, 2/3 et 3/3 et
une feuille annexe à rendre avec sa copie.
Toute calculatrice est autorisée.**

EXERCICE 1 (3 points)

Un mobile se déplace sur une piste ABC, situé dans un plan horizontal.

La portion AB est rectiligne de longueur $AB = d = 20 \text{ cm}$ tandis que la portion BC est circulaire de rayon $r = 0,15 \text{ m}$.

1. Lancé du point A à l'instant $t = 0$ avec une vitesse v_A , il parcourt la distance AB avec une accélération constante $a = 0,8 \text{ m/s}^2$ et arrive au point B avec une vitesse $v_B = 0,6 \text{ m.s}^{-1}$.
 - 1.1 Déterminer la vitesse du mobile au point A.
 - 1.2 A quelle date atteint-il le point B ?
2. Le mobile effectue le reste du trajet à la vitesse constante v_B . Sa position est repérée à chaque instant par son abscisse angulaire $\theta = \text{mes}(\overrightarrow{OB}, \overrightarrow{OM})$.
 - 2.1 Calculer, en un point M de la trajectoire entre B et C, les coordonnées du vecteur-accélération dans la base de Frenet.
 - 2.2 Calculer la vitesse angulaire ω du mobile puis établir son équation angulaire $\theta(t)$ (on prendra l'origine des espaces et des dates en B)
 - 2.3 A quelle date le mobile arrive-t-il en C ?
 - 2.4 Calculer la période T et la fréquence N du mouvement.



EXERCICE 2 (7 points)

Le 31 mars 2008, l'Australien Robbie Maddison a battu son propre record de saut en longueur à moto à Melbourne. La Honda CR 500, après une phase d'accélération, a abordé le tremplin avec une vitesse de 160 km.h^{-1} et s'est envolée pour un saut d'une portée $CD = 107 \text{ m}$.

Dans cet exercice, on étudie les trois phases du mouvement (voir figure 1), à savoir :

- la phase d'accélération du motard (de A à B),
- la montée du tremplin (de B à C)
- le saut (au-delà de C).

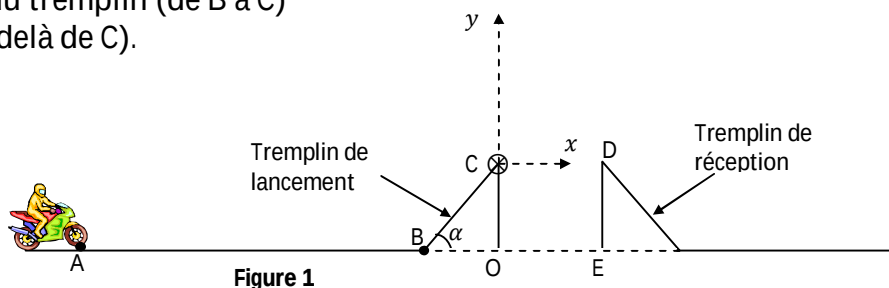


Figure 1

Dans tout l'exercice, le système {motard + moto} est assimilé à son centre d'inertie G.
On pose $h = OC = ED$

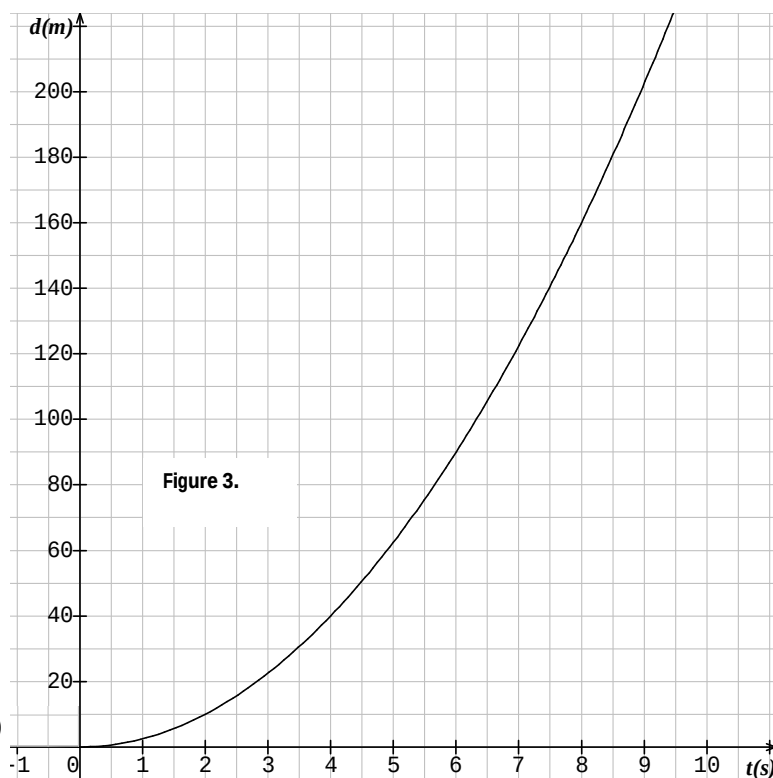
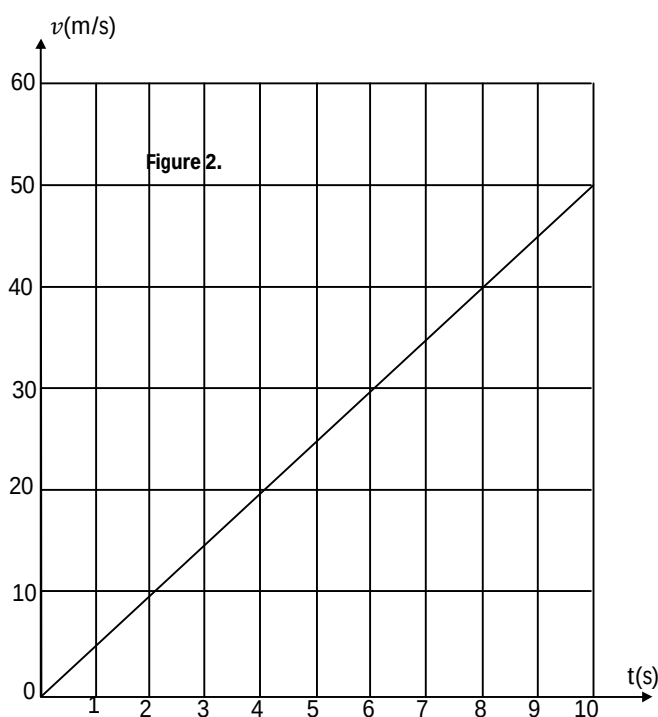
Données : Intensité de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$; Masse du système : $m = 180 \text{ kg}$; $L = BC = 7,86 \text{ m}$

Les parties 1, 2 et 3 de l'exercice sont indépendantes.

1. La phase d'accélération du motard

On considère que le motard s'élance, avec une vitesse initiale nulle, sur une piste rectiligne en maintenant une accélération constante. Une chronophotographie (en vue de dessus) représentant les premières positions successives du centre d'inertie G du système est donnée **en annexe à rendre avec la copie**. La durée $\tau = 0,8\text{s}$ sépare deux positions successives du centre d'inertie G. À $t = 0$, le centre d'inertie du système est au point A (G_0 sur la chronophotographie).

- 1.1 Donner les expressions des vitesses v_2 et v_4 du centre d'inertie G aux points G_2 et G_4 puis les calculer.
- 1.2 Représenter les vecteurs vitesses $\vec{v}_2$ et $\vec{v}_4$ sur la feuille annexe en respectant l'échelle suivante : 1 cm pour 2 m.s^{-1} .
- 1.3 Représenter sur la feuille annexe, le vecteur $\Delta\vec{v}_3 = \vec{v}_4 - \vec{v}_2$.
- 1.4 Donner l'expression du vecteur-accelération $\vec{a}_3$ au point G_3 puis calculer sa valeur.
- 1.5 Sont représentées ci-dessous les évolutions au cours du temps de la valeur v de la vitesse du motard (figure 2) et la distance d qu'il parcourt depuis la position G_0 (figure 3)



- 1.5.1. Montrer que la courbe donnée en figure 2 permet d'affirmer que la valeur de l'accélération est constante.
- 1.5.2. En utilisant la figure 2, déterminer la valeur de l'accélération du motard. Vérifier que le résultat est compatible avec la valeur calculée en 1.4.
- 1.5.3 En utilisant la figure 2 et la figure 3, déterminer la distance parcourue par le motard lorsque celui-ci a atteint une vitesse de 160 km.h^{-1} .

2. La montée du tremplin

Le motard aborde le tremplin au point B, avec une vitesse de 160 km/h et maintient cette vitesse jusqu'au point C. Le tremplin est incliné d'un angle $\alpha = 27^\circ$ par rapport à l'horizontale.

- 2.1 Quelle est la nature du mouvement du motard sur le parcours BC ?

2.2 En déduire l'équation horaire $x = f(t)$ puis calculer le temps mis pour parcourir la distance BC.
(On prendra l'origine des espaces et des dates en B)

3. Le saut

Le motard quitte le tremplin en C avec une vitesse initiale $v_C = 160$ km/h.

L'origine des dates est choisie à l'instant où le système quitte le point C. Les équations horaires du

mouvement du motard dans le repère $(C, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ sont :

$$\begin{cases} x = (v_C \cos \alpha) t \\ y = 0 \\ z = -\frac{1}{2} g t^2 + (v_C \sin \alpha) t + h \end{cases}$$

3.1 Déterminer les coordonnées des vecteurs vitesse $\vec{v}$ et accélération $\vec{a}$ du motard à un instant t quelconque. En déduire $\|\vec{a}\|$.

3.2 Montrer que l'équation de la trajectoire du motard est : $z = -3,13 \cdot 10^{-3} x^2 + 0,51 x + 7,65$

EXERCICE 3 (5 points)

Un composé organique A est un alcool dérivant d'un alcane. La chaîne carbonée de sa molécule est ramifiée et possède 4 atomes de carbone.

L'addition progressive à chaud d'une solution acidifiée de dichromate de potassium sur cet alcool permet de mettre en évidence la formation d'un composé C dont les vapeurs rosissent un papier imbibé du réactif de Schiff et un composé B qui jaunit le bleu de bromothymol (BBT).

1. Ecrire la formule brute d'un alcool possédant 4 atomes de carbone et en déduire les formules semi-développées possibles de tous ses isomères.

2. Donner la formule semi-développée et le nom l'alcool A. Justifier la réponse.

3.

3.1 Ecrire les équations bilans de formation des deux produits d'oxydation B et C (bilans de A à B et de A à C). On donnera les formules semi développée et les noms de B et de C.

3.2 Ecrire l'équation-bilan de l'oxydation de B en C.

4. A 18,5g de l'alcool A, on a ajouté 0,2 mol de dichromate de potassium en solution aqueuse acide. En supposant le rendement de la réaction égal à 100%, déterminer la masse du produit obtenu.

Données: $M_H = 1$ g/mol; $M_C = 12$ g/mol; $M_O = 16$ g/mol.

EXERCICE 4 (5 points)

1. Le 2-méthylbutanal noté A et la méthylbutanone notée B sont deux isomères de formule brute $C_5H_{10}O$.

1.1 Donner les formules semi-développées de A et B. Encadrer les groupes fonctionnels et donner les noms des fonctions chimiques de A et de B.

1.2 Le 2-méthylbutanal est oxydé par les ions permanganate (MnO_4^-) en milieu acide : La solution devient incolore caractéristique des ions manganèse II (Mn^{2+}).

1.2.1 Quels sont la fonction chimique, la formule semi-développée et le nom du composé organique formé ?

1.2.2 Ecrire l'équation bilan de la réaction.

2. La méthylbutanone est obtenue par oxydation d'un alcool.

2.1 Donner la formule semi-développée et le nom de cet alcool.

2.2 Cet alcool lui-même peut être obtenu de façon majoritaire par hydratation d'un hydrocarbure insaturé. Donner la formule semi-développée et le nom de cet hydrocarbure.

3. Citer un test d'identification commun aux deux isomères A et B puis un test permettant de les différencier en précisant avec lequel des deux composés le test est positif.

Feuille annexe à rendre avec la copie

1. Chronophotographie représentant les premières positions successives du centre d'inertie G du système :

Echelle : 1 cm $\leftrightarrow$ 2 m

G_0

G_1

G_2

G_3

G_4

G_5