Lois de newton

EXERCICE 1

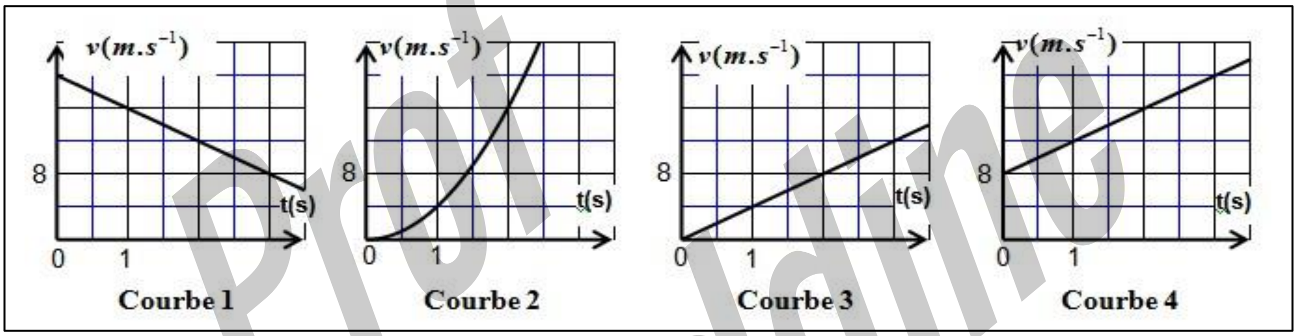
La piste de course est constituée d'une partie rectiligne horizontale (fig1).
Tous les frottements sont négligeables *; m=190 kg*

Figure 1

1. Mouvement du système *(S)* **sur la partie horizontale**

Le système *(S)* démarre d'une position ou son centre d'inertie *G* coïncide avec le point *A*. *G* passe par le point *B* avec la vitesse $\vec{v}_0$ à l'instant $t_0=0$. Au cours de son mouvement, le système *(S)* est soumis à une force motrice horizontale constante $\vec{F}$ ayant le même sens du mouvement. La trajectoire de *G* est rectiligne.
Pour étudier le mouvement de *G* entre *B* et *C* on choisit le repère $(B,\vec{i})$ lié à la terre considérée comme galiléen. A $t0=0$, on a : $x_G = x_B = 0$.

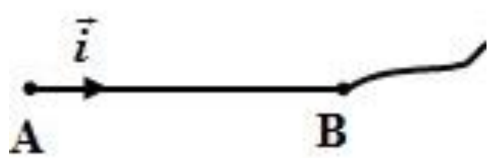
1. En appliquant la deuxième loi de newton, montrer que l'expression de l'accélération de G s'écrit $a_G = \frac{F}{m}$. En déduire la nature du mouvement de *G*



2. L'expression de la vitesse instantanée de G s'écrit $v_G(t)=a_G.t+v_0$.
   a. Choisir, en justifiant votre réponse, la courbe qui représente la vitesse instantanée $v_G(t)$ parmi les quatre courbes représentées sur la figure (2).
   b. En déduire les valeurs de la vitesse initiale v_0, et de l'accélération a_G de G.
3. Calculer l'intensité de la force motrice $\vec{F}$

EXERCICE 2

Au cours de sa participation à une course dont le circuit est représenté sur la figure (1), un cycliste parcourt une partie de ce circuit constituée d'un tronçon AB rectiligne horizontal, (figure).



Le mouvement sur le tronçon AB se fait avec des frottements modélisés par une force $\vec{f}$ constante de sens opposé au sens du vecteur vitesse. L'ensemble {Cycliste – Bicyclette} constitue un système de masse *m* et de centre d'inertie *G*.

Mouvement du cycliste sur le tronçon AB

Le cycliste exerce entre A et B un effort modélisé par une force $\vec{F}$ horizontale supposée constante de même sens que le mouvement de *G*.
Le cycliste démarre sans vitesse initiale de la position A. Pour étudier le mouvement de *G*, on choisit le repère $(A,\vec{i})$ lié à la Terre supposé Galiléen. À l'instant t_0, $x_G = x_A = 0$.
Données :nm = 70 kg ; g = 10 m.s^{-2} ; F = 180N ; f = 80N ; AB = 60m

1. En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que l'expression de l'accélération du mouvement de G s'écrit : $a_G = \frac{F-f}{m}$.
2. Déterminer, en justifiant la réponse, la nature du mouvement de G.
3. Calculer la valeur de t_B, instant de passage de G par B.
4. Déterminer la valeur de la vitesse v_B de G lors de son passage par B.
5. Déterminer l'intensité de la force $\vec{R}$ exercée par le plan sur le système au cours de son mouvement sur le tronçon AB .

EXERCICE 3

Un circuit de course est constitué d'une partie rectiligne AB, d'une partie BO incliné d'un angle α par rapport au plan horizontal AC (Figure 1)

On modélise le {Conducteur + Voiture} par un système (S) non déformable de masse m et de centre d'inertie G.

On étudie le mouvement du centre d'inertie G dans un repère terrestre supposé galiléen, et on néglige l'action de l'air sur le système (S) ainsi que ses dimensions par rapport aux distances parcourues.

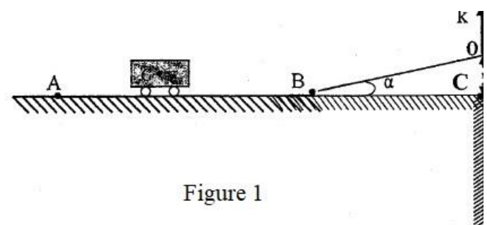


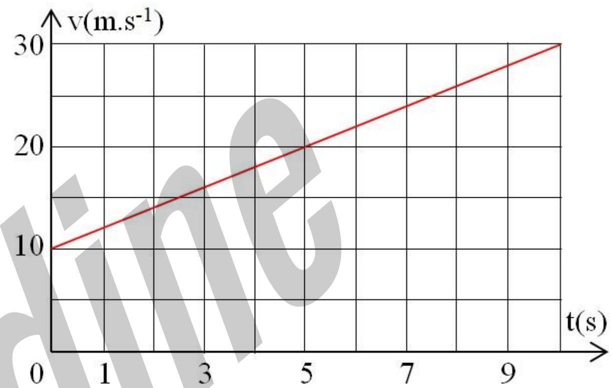
Figure 1

<u>Données :</u> - Masse du système (S) : m = 1200 Kg

- L'angle α = 10° ; L'intensité de pesanteur : g = 9,80m.s^{-2}

Etude du mouvement rectiligne du système (S) :

Le système (S) passe à l'instant $t_0 = 0$ au point A et à l'instant $t_1 = 9,45$ s au point B. La figure (2) représente les variations de la vitesse v du mouvement de G sur la partie AB en fonction du temps.

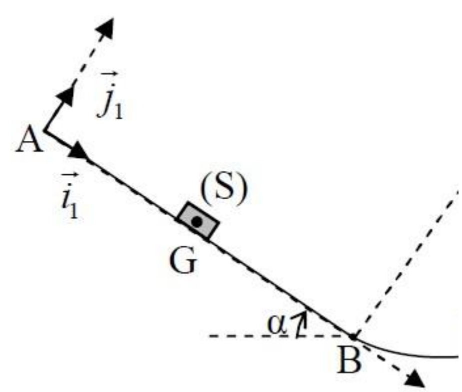


1- Quelle est la nature du mouvement de G sur la partie AB ? Justifier.
2- Déterminer graphiquement la valeur de l'accélération a du mouvement de G.
3- Calculer la distance AB.
4- Sur la partie BO le système (S) subit l'action d'une force F du moteur et d'une force de frottement f d'intensité f = 500N. On considère que les deux forces sont constantes et parallèles à la partie BO. Déterminer, en appliquant la deuxième loi de Newton, l'intensité F de la force motrice pour que le système conserve la même accélération a de son mouvement sur la partie AB.

EXERCICE 4

Les toboggans dans les piscines permettent aux nageurs de glisser et de plonger dans l'eau.

On modélise un toboggan par une piste ABC constituée d'une partie AB inclinée d'un angle α par rapport au plan horizontal et d'une partie circulaire BC, et on modélise le nageur par un solide (S) de centre d'inertie G et de masse m (Figure1).



<u>Données :</u>

AB = 2,4 m, α = 20° , g = 9,8 m.s^{-2} , m = 70 Kg.

<u>Etude du mouvement sur la partie AB :</u>

Le solide (S) part de la position A supposée confondue avec G, à l'instant $t = 0$, sans vitesse initiale, et glisse sans frottement sur la piste AB (Figure 1). On étudie le mouvement de G dans le repère terrestre $R_1(A, \vec{i}_1, \vec{j}_1)$ supposé galiléen.

Par application de la deuxième loi de Newton déterminer :

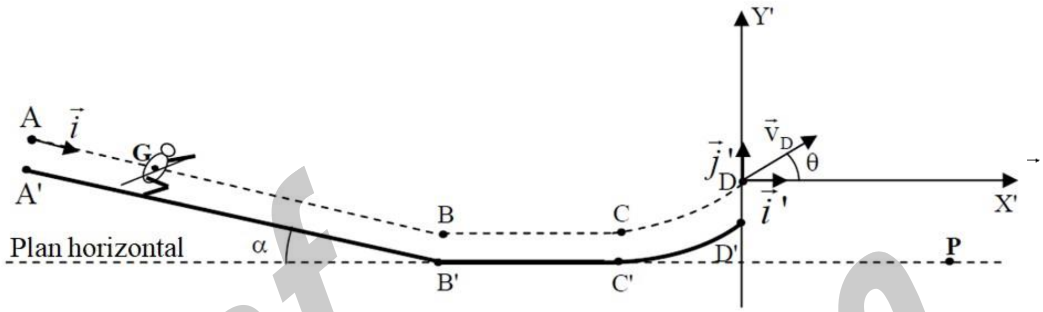
1- Les composantes du vecteur accélération $\vec{a}_G$ dans le repère $R_1(A, \vec{i}_1, \vec{j}_1)$.
2- V_B la vitesse de G au point B.

3- L'intensité R de la force associée à l'action du plan AB sur le solide (S).
Dans la suite de l'exercice, on étudiera le mouvement de G dans le repère terrestre $\mathcal{R}(O,\vec{\imath},\vec{\jmath})$ supposé galiléen (Figure 1).

EXERCICE 5

Le ski sur la glace, est l'un des sports les plus répandus dans les régions montagnardes. Les pratiquants de ce sport visent à réaliser des résultats positifs et battre des records.
Le but de cet exercice est d'étudier le mouvement d'un sportif, pratiquant le ski sur des trajectoires de glace diverses.
Le circuit de ski représenté sur la figure ci-dessous, est constitué de trois parties :

- Une partie A'B' rectiligne de longueur A'B' = 82,7 m, inclinée d'un angle $\alpha = 14°$ par rapport au plan horizontal ;
- Une partie B'C' rectiligne horizontale, de longueur L = 100 m ;
- Une partie C'D' circulaire



On modélise le sportif et ses accessoires par un solide (S) de masse m = 65 Kg, et de centre d'inertie G. On prendra : $g = 10\ m.s^{-2}$.

G passe au cours de son mouvement par les positions A, B, C et D représentées sur la figure, tel que : A'B' = AB et B'C' = BC.

1- <u>Etude du mouvement sur la partie A'B' :</u>

A l'instant t = 0, G part de A sans vitesse initiale, le solide (S) glisse ainsi sans frottements sur la partie A'B'.

On repère la position de G, à un instant t, par l'abscisse x dans le repère $(A.\vec{\imath})$, et on considère que $x_G = 0$ à l'instant t = 0.

1.1- Par application de la deuxième loi de Newton, établir l'expression de l'accélération a_G du mouvement de G en fonction de g et α.

1.2- Déterminer en justifiant votre réponse la nature du mouvement de G sur cette partie.

1.3- A l'aide des équations horaires du mouvement, trouver la valeur v_B de la vitesse de G lors du passage par la position B.

2- <u>Etude du mouvement sur la partie B'C' :</u>

Le solide (S) poursuit son mouvement sur la partie B'C', où il subit des frottements modélisés par une force f constante, tangente à la trajectoire et de sens inverse à celui du mouvement.
On considère que la valeur de la vitesse de G au point B ne varie pas lors du passage du solide (S) du plan incliné au plan horizontal.
Pour étudier le mouvement de G sur cette partie, on choisit, un repère horizontal
d'origine confondue avec le point B, et l'instant du passage de G en ce point comme nouvelle origine des temps

2.1- En appliquant la deuxième loi de Newton, déterminer la nature du mouvement de G sur le trajet BC.

2.2- Trouver l'expression de l'intensité f de la force de frottement en fonction de m, L, v_B et v_C vitesse de G au point C, puis calculer f.

On donne : $v_C = 12\ m.s^{-1}$.

EXERCICE 6

Etude du mouvement d'une charge

Les grues sont utilisées dans les chantiers de construction, pour lever les charges lourdes, à l'aide des câbles en acier liés à des dispositifs spéciaux.

Le but de cet exercice est l'étude du mouvement vertical d'une charge, puis l'étude de la chute verticale d'une partie de cette charge dans l'air.

On prendra $g = 9,8\ m.s^{-2}$.

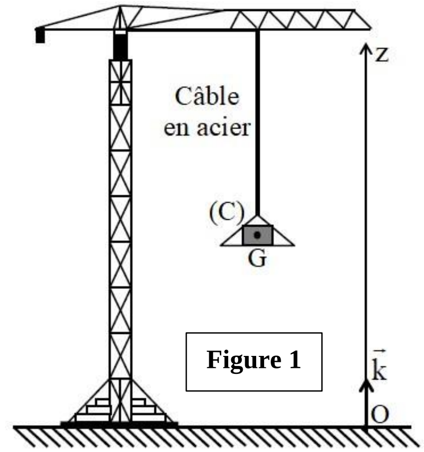


Figure 1

<u>Mouvement de levage de la charge :</u>

Dans un chantier, on a filmé le mouvement d'une charge (C), de centre d'inertie G et de masse m = 400 kg lors de son levage.

Au cours de ce mouvement, le câble en acier exerce sur (C) une force constante de vecteur $\vec{T}$. On néglige tous les frottements.

On étudie le mouvement dans un repère $(O, \vec{k})$ lié à la terre et supposé galiléen.(Figure 1)

Après traitement de la vidéo du mouvement de (C) avec un logiciel convenable, on obtient la courbe de la figure 2, représentant la vitesse $v_G(t)$.

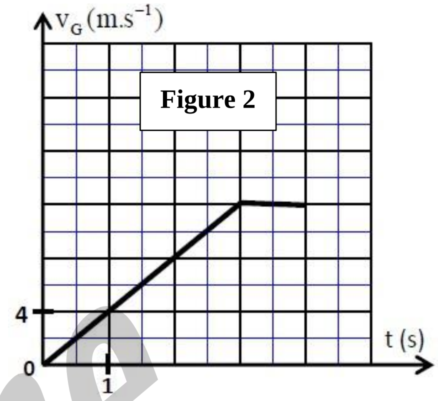


Figure 2

1- Déterminer la nature du mouvement du centre d'inertie G dans chacun des intervalles de temps : [0 ;3s] et [3s ;4s].
2- Par application de la deuxième loi de , trouver l'intensité de la force T appliquée par le câble en acier dans chacun des intervalles de temps : [0 ;3s] et [3s ;4s].

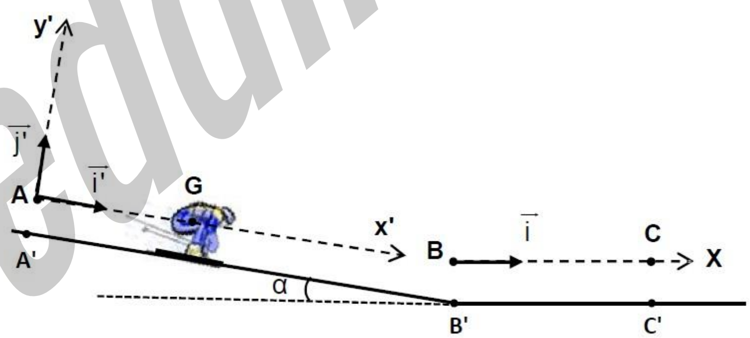
EXERCICE 7

La pratique du sport du ski, dans les stations des montagnes, attire de plus en plus l'intention des jeunes marocains, parce qu'elle intégré les qualités du plaisir et l'aventure.

Le but de cet exercice est d'étudier le mouvement du centre d'inertie d'un skieur et ses accessoires sur le circuit du ski.

La figure ci-dessous, représente un circuit de ski constitué de deux parties:

- Partie A'B' rectiligne et inclinée d'un angle α par rapport au plan horizontal ;
- Partie B'C' rectiligne et horizontale.



<u>Données :</u>

- $g = 9,8\ m.s^{-2}$;
- Longueur de la partie A'B' : A'B' = 80 m ;
- Masse du skieur et ses accessoires : m = 60 kg ;
- L'angle d'inclinaison : $\alpha = 18°$.

Etude du mouvement du skieur et ses accessoires sur la partie inclinée sans frottements.

On étudie le mouvement du centre d'inertie G du système (S), formé du skieur et ses accessoires, dans le repère $(A, \vec{i}', \vec{j}')$ lié à la terre et supposé galiléen.

A un instant t = 0, choisi comme origine des temps, le système (S) part sans vitesse initiale d'une position où G coïncide avec A.

Le mouvement de G se fait suivant la ligne de plus grande pente du plan incliné AB, tel que : AB = A'B'.

Par application de la deuxième loi de Newton, trouver :

1- La valeur de l'accélération a_G du mouvement du centre d'inertie G.

2- L'intensité R de la force modélisant l'action du plan incliné sur (S).
3- La valeur v_B de la vitesse de G au passage par la position B.

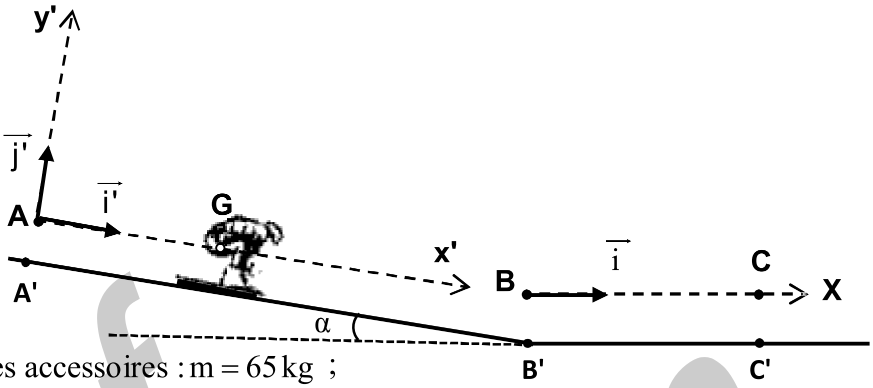
EXERCICE 8

Le ski, comme sport, est considéré parmi les meilleures activités de loisir pendant l'hiver; c'est un sport d'aventure, de consistance physique, et de souplesse.

On se propose d'étudier dans cette partie, le mouvement du centre d'inertie d'un skieur avec ses accessoires sur une piste de ski.

Un skieur glisse sur une piste de ski, constituée par deux parties:

- Une partie A'B' rectiligne et inclinée d'un angle par rapport à l'horizontale.
- Une partie B'C' rectiligne et horizontale (voir figure).



Données :

- $g = 9,8\,m.s^{-2}$;
-Masse totale du skieur et ses accessoires : $m = 65\,kg$;
-Angle d'inclinaison: $\alpha = 23°$;
- On néglige la résistance de l'air.

1- Etude du mouvement sur le plan incliné :

On étudie le mouvement du centre d'inertie G du système (S), constitué par le skieur et ses accessoires, dans le repère $(A, \vec{i'}, \vec{j'})$ lié à un référentiel terrestre considéré galiléen.

Le système (S) se met en mouvement sans vitesse initiale depuis le point A , confondu avec G à l'instant t=0, origine des dates.

Le mouvement de G se fait suivant la ligne de plus grande pente du plan incliné AB. ($AB = A'B'$)

Le contact entre le plan incliné et le système (S) se fait avec frottements .La force de frottements est constante d'intensité $f = 15\,N$.

1.1- En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que l'équation différentielle vérifiée par la vitesse v_G du mouvement de G s'écrit sous forme $\frac{dv_G}{dt} = g.\sin\alpha - \frac{f}{m}$.

1.2- La solution de cette équation différentielle est de la forme : $v_G(t) = \mathbf{b}.t + \mathbf{c}$. Déterminer les valeurs de **b** et de **c**.

1.3- Déduire la valeur de t_B , l'instant de passage du centre d'inertie G par la position B avec une vitesse égale à $90\,km.h^{-1}$.

1.4- Trouver l'intensité R de la force exercée par le plan incliné sur le système (S).

2- Etude du mouvement sur le plan horizontal :

Le système (S) continue son mouvement sur le plan horizontal B'C' pour s'arrêter à la position C'. Le contact entre le plan horizontal et le système (S) se fait avec frottements . La force de frottements est constante d'intensité f '.

Le mouvement de G est étudié dans le repère horizontal $(B, \vec{i})$ lié à un référentiel terrestre considéré galiléen.

Le centre d'inertie G passe par le point B avec une vitesse de $90\,km.h^{-1}$ à un instant considéré comme nouvelle origine des dates.

2.1- En appliquant la deuxième loi de Newton, trouver l'intensité f' sachant que la composante horizontale du vecteur accélération du mouvement de G est $a_x = -3\,m.s^{-2}$.

2.2- Déterminer t_c, l'instant d'arrêt du système.

2.3- Déduire la distance BC parcourue par G.

EXERCICE 9

Etude du mouvement du centre d'inertie d'un système mécanique

Le saut en longueur à moto est une épreuve sportive de performance où il y a un véritable défi de sauter le plus loin à partir d'un espace défini.

Cet exercice se propose d'étudier le mouvement du centre d'inertie G d'un système (S) formé d'un motard et d'une moto se déplaçant sur une piste de compétition.

Cette piste est formée :

- d'une partie rectiligne A'B' inclinée d'un angle β par rapport à l'horizontale ;
- d'un tremplin $B'C'$ circulaire ;
- d'une zone d'atterrissage (π) plane et horizontale. (figure 1).

Dans tout l'exercice, les frottements sont négligés et l'étude du mouvement du centre d'inertie G est réalisée dans le référentiel terrestre considéré comme galiléen.

Données :

- L'angle $\beta = 10°$;
- Intensité de la pesanteur : $g = 10\,m.s^{-2}$;
- Masse du système (S) : m =190 kg.

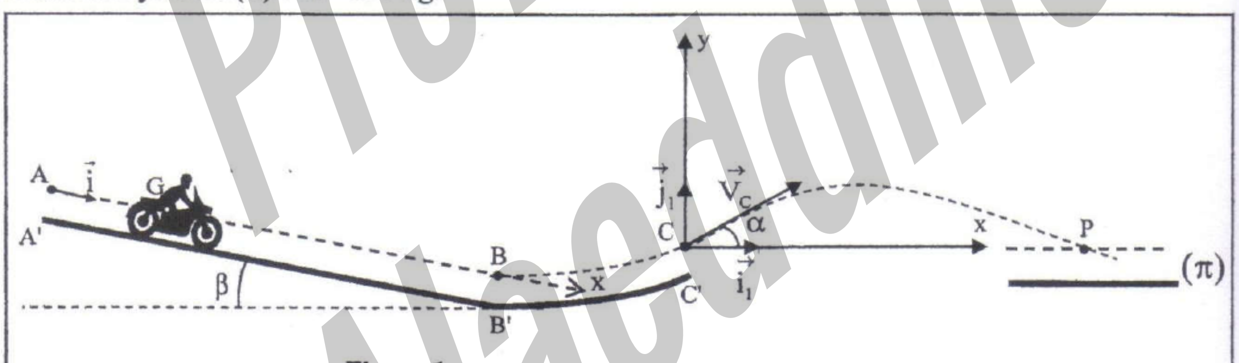


Figure 1

I- Etude du mouvement sur la partie A'B'

A un instant choisi comme origine des dates (t = 0), le système (S) s'élance sans vitesse initiale, d'une position où le centre d'inertie G est confondu avec le point A.

Le système est soumis, au cours de son mouvement sur la partie A'B', à la réaction du plan incliné, à son poids et à une force motrice $\vec{F}$ constante, dont la ligne d'action est parallèle à la trajectoire de G et le sens est celui du mouvement. Pour étudier le mouvement de G au cours de cette phase, on choisit un repère d'espace $(A, \vec{i})$ parallèle à A'B' (figure 1) et on repère la position de G par son abscisse x.

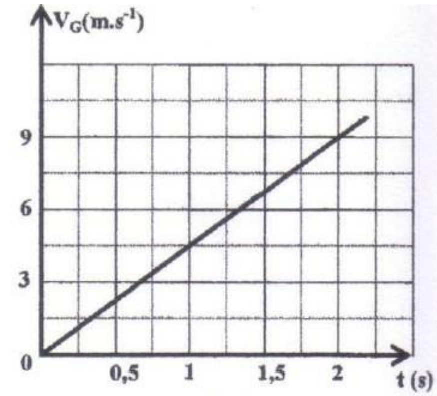


Figure 2

1. En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que l'expression de l'accélération a_G du mouvement de G est :

$$a_G = \frac{F}{m} + g.\sin\beta$$

2. La courbe de la figure 2 représente les variations de la vitesse instantanée V_G du centre d'inertie G en fonction du temps.

En exploitant cette courbe, trouver la valeur de l'accélération a_G.

3. Déduire l'intensité F de la force motrice.

4. Ecrire l'expression numérique de l'équation horaire x= f(t) du mouvement de G.

5. Sachant que AB = 36 m, déterminer l'instant t_B de passage de G par le point B.

6. Calculer la vitesse V_B de passage de G par le point B.