Université A. Mira de Bejaia
Département de technologie
1^{ére} année ST

جامعة بجاية
Tasdawit n Bgayet
Université de Béjaïa

Examen final de Physique 1
(Session normale)

2021/2022
Durée 1h30

<u>Exercice N°1 :</u> (08pts)

Les coordonnées cartésiennes d'un mobile M se déplaçant dans le plan OXY sont :

$$\begin{cases} x(t) = 2\cos(\omega t) \\ y(t) = 2\sin(\omega t) \end{cases}$$

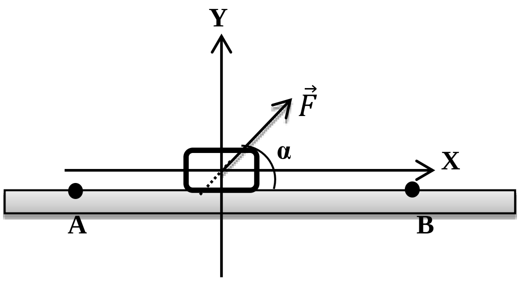
Où ω est une constante positive.

1. Calculer $x^2 + y^2$. Déduire l'équation de sa trajectoire et sa nature.
2. Déterminer les composantes v_x et v_y de sa vitesse en fonction du temps, puis déduire le module de sa vitesse (v).
3. Déterminer les composantes a_x et a_y de son accélération en fonction du temps, puis déduire le module de son accélération (a).
4. Trouver les expressions des accélérations normale (a_n) et tangentielle (a_t) de son accélération. Quelle est la nature du mouvement de M ?
5. Ecrire les vecteurs unitaires $\overrightarrow{u_t}$ et $\overrightarrow{u_n}$ de la base intrinsèque dans la base cartésienne $(\vec{\imath}, \vec{\jmath})$.
6. Donner les coordonnées polaires ρ et θ du point M.

<u>Exercice N°2 :</u> (09pts)

Une boite, assimilée à un point matériel de masse $\boldsymbol{m = 5kg}$, se déplace sans vitesse initiale sous l'action d'une force d'entrainement $\vec{F}$ du point A au point B sur un plan horizontal, la force $\vec{F}$ faisant un angle α=30° par rapport au plan horizontal (voir la figure ci-contre).

Le plan exerce sur la boite une réaction normale $\vec{R}$ ainsi que des frottements solides $\overrightarrow{f_s}$ et $\overrightarrow{f_c}$ tel que la force de frottement statique $\boldsymbol{f_s = 8.86\ N}$ et le coefficient de frottement cinétique est $\boldsymbol{\mu_c = 0.1}$, On prend $\boldsymbol{g = 9.81 m.s^2}$



<u>Partie 1 : A l'équilibre</u>

1- Représenter les différentes forces agissant sur la boite.
2- Ecrire le principe fondamental de la dynamique (PFD) appliqué au mouvement de la boite (à l'équilibre).
3- Projeter l'équation vectorielle obtenue sur les deux axes (OX) et (OY).
4- Déterminer la valeur minimale de la force d'entrainement F_{min}, pour faire bouger la boite de sa position d'équilibre.
5- Déduire le coefficient de frottement statique μ_s.

<u>Partie 2 : En mouvement</u>

On applique une force d'entrainement $\boldsymbol{F = 12N}$ $(F > F_{min})$.

1- En appliquant le PFD sur la boite, déterminer l'expression de l'accélération a. Calculer sa valeur.
2- Quelle est la nature de son mouvement ?
3- Déterminer les expressions de sa vitesse $v(t)$ et son équation horaire (t), sachant que $x(t = 0) = 0$.
4- Quel est le temps t_b nécessaire à la boite pour qu'elle atteigne le point B, sachant que $\boldsymbol{AB = 5m}$.

<u>Question de cours</u> ☹ (03pts)

- Enoncer la première loi de Newton.
- Qu'est-ce qu'un référentiel galiléen ? Donner un exemple.
- Enoncer le théorème du moment cinétique.
- Donner la définition d'un mouvement circulaire uniforme.

Bon courage

Université A. Mira de Bejaia
Département de technologie
1ère année ST

2021/2022
Durée 1h30

Corrigé

Exercice N° 1 : (8 Pts)

1. Calcule de $x^2 + y^2$. En déduire l'équation cartésienne de sa trajectoire et sa nature.

$$x^2 + y^2 = 4(\cos^2 \omega t + \sin^2 \omega t) = 4 \quad \textbf{(0.5)}$$

D'où , l'équation cartésienne de sa trajectoire est de la forme :

$x^2 + y^2 = 2^2$(*equation d'un cercle de centre* $O(0,0)$ *et de rayon* $R = 2$) $\Rightarrow$ *trajectoire circulaire*) **(0.5)**
(0.5)

2. Les composantes de sa vitesse

$$\begin{cases} v_x = \frac{dx}{dt} = -2\,\omega \sin \omega t & \textbf{(0.5)} \\ v_y = \frac{dy}{dt} = 2\,\omega \cos \omega t & \textbf{(0.5)} \end{cases} \Rightarrow \quad v = \sqrt{{v_x}^2 + {v_y}^2} = 2\omega \quad \textbf{(0.5)}$$

3. Les composantes de son accélération

$$\begin{cases} a_x = \frac{dv_x}{dt} = -2\,\omega^2 \cos \omega t & \textbf{(0.5)} \\ a_y = \frac{dv_y}{dt} = -2\,\omega^2 \sin \omega t & \textbf{(0.5)} \end{cases} \Rightarrow \quad a = \sqrt{{a_x}^2 + {a_y}^2} = 2\omega^2 \quad \textbf{(0.5)}$$

4. Les expressions des accélérations normale (a_n) et tangentielle (a_t) de son accélération

$$a_t = \frac{dv}{dt} = 0, \quad \textbf{(0.5)} \qquad a_n = \sqrt{a^2 - {a_t}^2} = a = 2\omega^2 \quad \textbf{(0.5)}$$

La trajectoire est **circulaire**, $\boldsymbol{a_t}$ étant nulle : **<u>Mouvement circulaire uniforme</u>** **(0.5)**

5. Les vecteurs unitaires $\overrightarrow{u_t}$ et $\overrightarrow{u_n}$ de la base intrinsèque dans la base ($\vec{\imath}$,$\vec{\jmath}$).

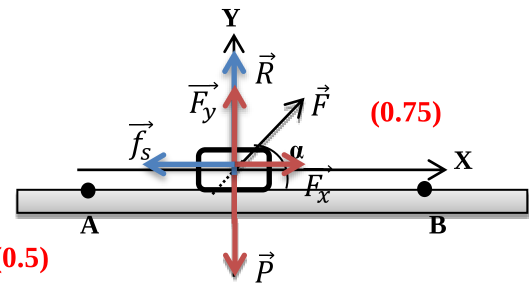
$$\overrightarrow{u_t} = \frac{\vec{v}}{\|\vec{v}\|} = -\sin \omega t\, \vec{\imath} + \cos \omega t\, \vec{\jmath}\,, \quad \textbf{(0.5)} \qquad \overrightarrow{u_N} = \frac{\overrightarrow{a_n}}{\|\overrightarrow{a_n}\|} = \frac{\vec{a}}{\|\vec{a}\|} = -\cos \omega t\, \vec{\imath} - \sin \omega t\, \vec{\jmath} \quad \textbf{(0.5)}$$

6. les coordonnées polaires ρ et θ du mobile M

$$\rho = \sqrt{x^2 + y^2} = 2 \quad \textbf{(0.5)} \qquad \tan \theta = \frac{y}{x} = \tan \omega t \Rightarrow \theta(t) = \omega t \quad \textbf{(0.5)}$$

Exercice N° 2: (9Pts)

Partie 1: A l'équilibre



1. Représentation des forces agissant sur la boite (voir la figure)

2. En appliquant le PFD sur la boite :

$$\sum \vec{F}_{ex} = m\,\vec{a} = \vec{0}\left(\vec{a} = \vec{0} : en\ équlibre\right) \Rightarrow \vec{F} + \vec{R} + \vec{P} + \vec{f_s} = \vec{0} \quad \textbf{(0.5)}$$
(0.25

3. La projection de l'équation vectorielle sur les axes (OX) et (OY)

$$\begin{cases} (OX):\ F_x - f_s = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1) & \textbf{(0.5)} \\ (OY):\ R + F_y - P = 0 \ldots\ldots\ldots \quad (2) & \textbf{(0.5)} \end{cases}$$

4. La valeur minimale de la force d'entrainement F_{min}

De (1) : $F_x = f_s = 8.66\ N \Rightarrow (F_x)_{min} = 8.66N$ **(0.5)**

$F_x = F\cos\theta \Rightarrow F = \frac{F_x}{\cos\theta} \Rightarrow F_{min} = \frac{(F_x)min}{\cos\theta} = 10.38\ N$ **(0.75)**

5. Le coefficient de frottement statique μ_s

On a: $f_s = \mu_s R \Rightarrow \mu_s = \frac{f_s}{R}$ **(0.25)**

De (2) : $R = P - F_y = mg - F\sin\theta$ **(0.25)**

D'où : $\mu_s = \frac{f_s}{mg - F\sin\theta} \Rightarrow \mu_s \cong 0.2$ **(0.5)**

<u>Partie 2 : En mouvement</u>

Supposons que $(F = 12N) > F_{min}$

1. L'accélération a de la boite :

En appliquant le PFD :

$\sum \vec{F}_{ex} = m\,\vec{a} \Rightarrow \vec{F} + \vec{R} + \vec{P} + \vec{f_s} = m\,\vec{a}$ **(0.5)**

Par projection :

$$\begin{cases} (OX):\ F_x - f_c = m\,a \Rightarrow a = \frac{F_x - f_c}{m} = \frac{F\cos\theta - \mu_c R}{m} & \textbf{(0.5)} \\ (OY):\ R + F_y - P = 0 \Rightarrow R = P - F_y = P - F\sin\theta & \textbf{(0.5)} \end{cases}$$

(0.5)

$$\Rightarrow a = \frac{F\cos\theta - \mu_c(P - F\sin\theta)}{m} \cong 1.22\ m.s^{-2}$$ **(0.25)**

2. Nature du mouvement

La trajectoire est rectiligne (suivant l'axe OX), et l'accélération constante $(a > 0)$, donc le mouvement est rectiligne uniformément accéléré (MRUA) **(0.5)**

3. Les expressions de sa vitesse $v(t)$ et son équation horaire $x(t)$

(0.5) **(0.5)**

$$v(t) = a\,t + v_0 \Rightarrow v(t) = 1.22\,t \qquad x(t) = \frac{1}{2}a\,t^2 + v_0\,t + x_0 \Rightarrow x(t) = 0.61\,t^2$$

4. Le temps t_b nécessaire à la boite pour qu'elle atteigne le point B

$AB = \frac{1}{2}at_b{}^2 = 0.61\,t^2 \Rightarrow t_b = \sqrt{\frac{AB}{0.61}} \cong 2.8\ s$ **(0.5)**

<u>Question de cours : (3 Pts)</u>

- Première loi de Newton (Principe d'inertie) : Tout objet non soumis à des forces (ou $\sum \vec{F}_{ex} = \vec{0}$) conserve son état de repos s'il était, ou son mouvement rectiligne uniforme. **(0.75)**
- Référentiel Galiléen (inertiel) : On appelle référentiel d'inertie, un système de référence (ou repère) dans lequel la première loi de Newton est applicable. **Exemple** (référentiels approximatifs): géocentrique, héliocentrique…. **(0.75)**
- Théorème du moment cinétique (TMC) : $\frac{d\overrightarrow{L_{/O}}}{dt} = \sum \overrightarrow{M_{/O}}(\vec{F}) = \sum \overrightarrow{OM_i} \wedge \vec{F_i}$. **(0.75)**
- Mouvement circulaire uniforme : Mouvement dont la trajectoire est circulaire et l'accélération tangentielle est nulle (vitesse linéaire et angulaire sont des constantes) **(0.75)**