Université A.Mira de Bejaia | **Année universitaire 2022/2023**
Faculté de Technologie | **Session rattrapage**
Département de Technologie – 1ère Année S.T | **Durée : 1 h 30 min**

Examen de Rattrapage Physique 1

Exercice 1 (06 points)

Le mouvement d'un point matériel M, dans un référentiel (OXY) muni de la base cartésienne $(\vec{\imath},\vec{\jmath})$, est décrit par les équations paramétriques suivantes : $x(t) = \alpha t$; $y(t) = \beta t^2$

Où α et β sont des constantes réelles positives non nulles.

1- Donner les dimensions des constantes α et β ;
2- Donner l'équation de la trajectoire de M ;
3- Calculer les composantes des vecteurs vitesse et accélération ainsi que leurs modules ;
4- Déterminer les composantes tangentielle a_t et normale a_n de l'accélération. En déduire le rayon de courbure de la trajectoire ;
5- Discuter la nature du mouvement ;
6- Si m est la masse du point matériel M, déterminer sa quantité de mouvement et la force qu'il subit.

Exercice 2 (04 points)

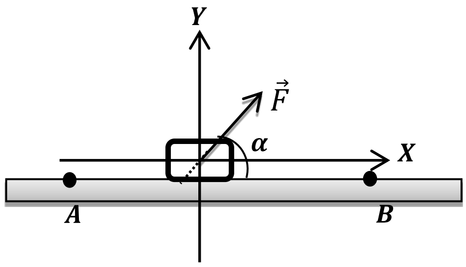
Dans un plan (OXY), une particule M est repérée par ses coordonnées polaires ρ et θ telles que :

$$\rho\,(t) = 1\ ;\ \ \theta\,(t) = \frac{1}{2}\alpha t$$

Où α est une constante positive.

1- Dans la base locale $(\vec{e}_\rho, \vec{e}_\theta)$ associée aux coordonnées polaires, déterminer les vecteurs position, vitesse et accélération de la particule M. Déduire leurs modules ;
2- Calculer l'abscisse curviligne s(t) de M sachant que $s(t = 0) = 0$.

Exercice 3 (10points)



Une boite, assimilée à un point matériel de masse $m = 5kg$, se déplace sans vitesse initiale sous l'action d'une force d'entrainement $\vec{F}$ faisant un angle $\alpha = 30°$ par rapport au plan du point A au point B.
Le plan exerce sur la boite une réaction normale $\vec{R}$ ainsi que des frottements solides $\vec{f_s}$ et $\vec{f_c}$ tel que la force de frottement statique $f_s = 8.86\ N$ et le coefficient de frottement cinétique est $\mu_c = 0.1$, On prend $g = 9.81 m.s^2$

Partie 1 : A l'équilibre

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.

Partie 2 : En mouvement

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 $x(t)$, 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 $\boldsymbol{AB = 5m}$.

Corrigé de l'examen de Physique 1

Exercice 1 :

$$x(t) = \alpha t\ ;\ y(t) = \beta t^2$$

1- Les dimensions des constantes α et β :

$$[\alpha] = L.T^{-1}\ \ ;\ [\beta] = L.T^{-2} \quad \textbf{(0.5)}$$

2- L'équation de la trajectoire de M :

$$x = \alpha t \Rightarrow t = \frac{x}{\alpha} \Rightarrow y = \left(\frac{\beta}{\alpha^2}\right)x^2 \quad \textbf{(0.5)}$$

3- Les composantes des vecteurs vitesse et accélération ainsi que leurs modules :

$$\begin{cases} v_x = \dfrac{dx}{dt} = \alpha \\ v_y = \dfrac{dy}{dt} = 2\beta t \end{cases} ; \quad \begin{cases} a_x = \dfrac{dv_x}{dt} = 0 \\ a_y = \dfrac{dv_y}{dt} = 2\beta \end{cases} \quad \textbf{(0.5+0.5)}$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{\alpha^2 + 4\beta^2 t^2}\quad ;\quad a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = 2\beta \quad \textbf{(0.5+0.5)}$$

4- Les composantes tangentielle a_t et normale a_n de l'accélération. En déduire le rayon de courbure de la trajectoire :

$$a_t = \frac{dv}{dt} = \frac{4\beta^2 t}{\sqrt{\alpha^2 + 4\beta^2 t^2}}\ \ ;\ a_n = \sqrt{a^2 - a_t^2} = \frac{2\alpha\beta}{\sqrt{\alpha^2 + 4\beta^2 t^2}}\ \ ;\ R_c = \frac{v^2}{a_n} = \frac{(\alpha^2 + 4\beta^2 t^2)^{3/2}}{2\alpha\beta} \quad \textbf{(1.5)}$$

5- La nature du mouvement : Puisque $a_t > 0$ et augmente avec le temps, le mouvement est accéléré **(0.5)**

6- La quantité de mouvement et la force subie par M.

$$\vec{P} = m\vec{v} = m[\alpha\vec{\imath} + (2\beta t)\vec{\jmath}]\ \ ;\ \vec{F} = m\vec{a} = (2\beta m)\vec{\jmath} \quad \textbf{(01)}$$

Exercice 2 :

Les coordonnées polaires de M :

$$\rho\ (t) = 1\ ;\ \ \theta\ (t) = \frac{1}{2}\alpha t$$

Le vecteur position : $\vec{r}(t) = \rho(t)\vec{e}_\rho = \vec{e}_\rho$ **(0.5)**

Dérivées des vecteurs unitaires de la base polaire :

$$\dot{\theta} = \frac{d\theta}{dt} = \frac{1}{2}\alpha\ ;\ \frac{d\vec{e}_\rho}{dt} = \dot{\theta}\vec{e}_\theta = \frac{1}{2}\alpha\vec{e}_\theta\ ;\ \frac{d\vec{e}_\theta}{dt} = -\dot{\theta}\vec{e}_\rho = -\frac{1}{2}\alpha\vec{e}_\rho \quad \textbf{(0.5)}$$

Vecteur vitesse et son module :

$$\vec{v}(t) = \frac{d\vec{r}(t)}{dt} = \frac{d\vec{e}_\rho}{dt} = \frac{1}{2}\alpha\vec{e}_\theta\ \ ;\ \ \|\vec{v}\| = v = \frac{1}{2}\alpha \quad \textbf{(0.75+0.25)}$$

Vecteur accélération et son module :

$$\vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}(t)}{dt} = \frac{1}{2}\alpha\frac{d\vec{e}_\theta}{dt} = -\frac{1}{4}\alpha^2\vec{e}_\rho\ ;\ \|\vec{a}\| = a = \frac{1}{4}\alpha^2 \quad \textbf{(0.75+0.25)}$$

L'abscisse curviligne de M :

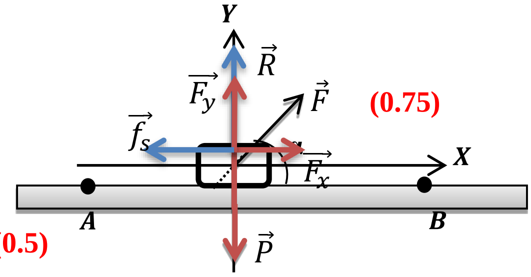
$$s(t) = \int v(t)dt + s_0 = \frac{1}{2}\alpha t + s_0 \quad \textbf{(0.5)}$$

Condition initiale :

$$s(t=0)=0=s_0 \Rightarrow s(t)=\frac{1}{2}\alpha t \ \textbf{(0.5)}$$

Exercice 3: (10 points)

Partie 1: A l'équilibre



1. Représentation des forces agissant sur la boite (voir la figure)
2. En appliquant le PFD sur la boite :

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

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

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

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)**

$F_x=F\cos\theta \Rightarrow F=\frac{F_x}{\cos\theta} \Rightarrow F_{min}=\frac{(F_x)min}{\cos\theta}=10.38\ N$ **(0.5)**

5. Le coefficient de frottement statique μ_s

On a: $f_s=\ \mu_s R \Rightarrow \mu_s=\frac{f_s}{R}$ **(0.5)**

De (2) : $R=P-F_y=mg-F\sin\theta$ **(0.5)**

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

Partie 2 : En mouvement

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 :

$$\begin{cases}(OX):\ F_x-f_c=m\,a \Rightarrow a=\frac{F_x-f_c}{m}=\frac{F\cos\theta-\mu_c R}{m}\ \textbf{(0.5)}\\ (OY):\ R+F_y-P=0 \Rightarrow R=P-F_y=P-F\sin\theta\ \textbf{(0.5)}\end{cases} \Longrightarrow a=\frac{F\cos\theta-\mu_c(P-F\sin\theta)}{m}\cong 1.22\ m.s^{-2}\ \textbf{(0.25)}$$
(0.75)

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 $x(t)$

$v(t) = a\,t + v_0 \Rightarrow v(t) = 1.22\,t$ **(0.75)** $x(t) = \frac{1}{2} a\,t^2 + v_0\,t + x_0 \Rightarrow x(t) = 0.61\,t^2$ **(0.75)**

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

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