# Examen de Physique 1

## Exercice 1 : (06 points)

Une particule se déplace suivant une trajectoire rectiligne confondue avec l'axe $X'OX$. A un instant $t$, sa position est $x(t) = -6t^2 + 7t - 2$. Déterminer :

1. sa vitesse et son accélération ;
2. les intervalles de temps durant lesquels son mouvement est accéléré et retardé ;
3. les intervalles de temps durant lesquels elle se déplace dans le sens des $x$ positifs ($v > 0$),
4. les intervalles de temps durant lesquels elle se déplace dans le sens des $x$ négatifs ($v < 0$) ;
5. sa position et sa vitesse lorsqu'elle change le sens de son mouvement ;
6. les instants où elle passe par l'origine $O$. Interpréter les résultats.

## Exercice 2 : (06 points)

Dans un référentiel $\mathcal{R}(OXY)$ muni de la base cartésienne $(\vec{\imath}, \vec{\jmath})$, le vecteur position d'un mobile $M$ est donné par : $\overrightarrow{OM} = x(t)\vec{\imath} + y(t)\vec{\jmath} = [1 - 2\cos(\omega t)]\vec{\imath} + [1 + 2\sin(\omega t)]\vec{\jmath}$ ($\omega$ est une constante positive)

1. Calculer la quantité $(x-1)^2 + (y-1)^2$. Conclure ;
2. Déterminer les vecteurs vitesse $\vec{v}$ et accélération $\vec{a}$ de $M$ ainsi que leurs modules. Quelle est la nature du mouvement de $M$ ? Déduire les composantes tangentielle $a_t$ et normale $a_n$ de l'accélération ainsi que le rayon de courbure $R_c$ de la trajectoire ;
3. En utilisant la deuxième loi de Newton (PFD), trouver les composantes de la force $\vec{F}$ responsable du mouvement de $M$ dans les bases cartésienne $(\vec{\imath}, \vec{\jmath})$ et de Frénet $(\vec{u}_t, \vec{u}_n)$. En déduire les composantes du vecteur unitaire $\vec{u}_n$ dans la base $(\vec{\imath}, \vec{\jmath})$. On assimile le mobile $M$ à un point matériel de masse $m$.

## Exercice 3 : (03 points)

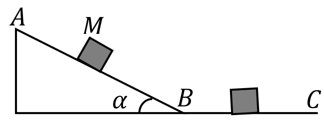
Dans le plan $(OXY)$ muni de la base polaire $(\vec{e}_\rho, \vec{e}_\theta)$, le vecteur vitesse d'un mobile $M$ est donné par :

$$\vec{v} = R\omega\vec{e}_\theta$$

Où $R$ et $\omega$ sont des constantes positives. Déterminer les coordonnées polaires $(\rho, \theta)$ de $M$, sachant que $\rho(t = 0) = R$ et $\theta(t = 0) = 0$.

## Exercice 4 : (05 points)

Un skieur, assimilé à un point matériel $M$, est mobile sur une piste $ABC$ (voir figure ci-contre). Il part, sans vitesse initiale, du point $A$ sur une pente inclinée faisant un angle $\alpha = 45°$ avec l'horizontale. Le long de la piste $AB$, de longueur $d = 150\ m$, les frottements entre la piste est les skis sont caractérisés par un coefficient de frottement cinétique $\mu_c = 0.1$. Arrivé au point $B$, il continue son parcours sans frottements sur un plan horizontal $BC$. On donne $g = 10\ m.s^{-2}$.




1. Représenter sur la figure les forces qui s'exercent sur le skieur dans les pistes $AB$ et $BC$ ;
2. En utilisant le PFD, déterminer l'accélération du skieur sur la pente $AB$. Quelle est la nature de son mouvement ? (Justifier votre réponse). Déduire la vitesse $v_B$ du skieur au point $B$ ;
3. Quelle est la nature du mouvement du skieur sur la piste $BC$ ? (Justifier votre réponse). Déduire la vitesse $v_C$ du skieur au point $C$.

## Corrigé de l'examen de Physique 1

### Exercice 1 : (06 points)

$$x(t) = -6t^2 + 7t - 2$$

$$v = \frac{dx}{dt} = -12t + 7 \ \ (\mathbf{0.5})\ ; \ \ a = \frac{dv}{dt} = -12 \ \ (\mathbf{0.5})$$

$$a.v = 12(12t-7)(\mathbf{0.5}) \Rightarrow \begin{cases} a.v > 0 : t > \frac{7}{12} \text{ (accéléré) } (\mathbf{0.5}) \\ a.v < 0 : 0 \le t < \frac{7}{12} \text{ (décéléré) } (\mathbf{0.5}) \end{cases}$$

$$\begin{cases} v > 0 : 0 \le t < \frac{7}{12} \text{ (sens des x positifs) } (\mathbf{0.5}) \\ v < 0 : t > \frac{7}{12} \text{ (sens des x négatifs) } (\mathbf{0.5}) \end{cases}$$

$$x\left(t = \frac{7}{12}s\right) = \frac{1}{24} m \ (\mathbf{0.5}) \ \ ; \ \ v\left(t = \frac{7}{12}s\right) = 0 \ m/s \ (\mathbf{0.5})$$

$$x(t) = 0 \ (\mathbf{0.5}) \Rightarrow \begin{cases} t_1 = \frac{1}{2}s : \text{premier passage par l'origine } (\mathbf{0.5}) \\ t_2 = \frac{2}{3}\ s : \text{second passage par l'origine } \ (\mathbf{0.5}) \end{cases}$$

### Exercice 2 : (06 points)

$$\overrightarrow{OM} = x(t)\vec{\imath} + y(t)\vec{\jmath} = [1 - 2\cos(\omega t)]\vec{\imath} + [1 + 2\sin(\omega t)]\vec{\jmath}$$

$$(x-1)^2 + (y-1)^2 = 4 \ (\mathbf{0.5})$$

La trajectoire de $M$ est un cercle de centre $(1,1)$ et de rayon $R = 2$ **(0.25)**.

$$\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt} = 2\omega\sin(\omega t)\,\vec{\imath} + 2\omega\cos(\omega t)\,\vec{\jmath}\ (\mathbf{0.5}) \ \ ; \ \ v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 2\omega \ (\mathbf{0.50})$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = 2\omega^2\cos(\omega t)\,\vec{\imath} - 2\omega^2\sin(\omega t)\,\vec{\jmath}\ (\mathbf{0.5})\ ; \ \ a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = 2\omega^2 \ (\mathbf{0.50})$$

On remarque que le module de la vitesse est constant, donc le mouvement est circulaire uniforme **(0.25).**

$$a_t = \frac{dv}{dt} = 0 \ (\mathbf{0.50}) \ \ ; \ \ a_n = a = 2\omega^2 \ (\mathbf{0.50})\ ; \ R_c = \frac{v^2}{a_n} = 2 = R \ (\mathbf{0.50})$$

$$\vec{F} = m\vec{a} \ = 2m\omega^2\cos(\omega t)\,\vec{\imath} - 2m\omega^2\sin(\omega t)\,\vec{\jmath} = 2m\omega^2(\cos(\omega t)\,\vec{\imath} - \sin(\omega t)\,\vec{\jmath}) \ \ (\mathbf{0.5})$$

$$\vec{F} = m\vec{a} = m\vec{a}_n \ = 2m\omega^2\vec{u}_n \ (\mathbf{0.5})$$

$$\vec{u}_n = \cos(\omega t)\,\vec{\imath} - \sin(\omega t)\,\vec{\jmath} \ \ (\mathbf{0.5})$$

**Exercice 3 : (03 points)**

$$\vec{v} = R\omega\vec{e}_\theta = v_\rho\vec{e}_\rho + v_\theta\vec{e}_\theta \Rightarrow \begin{cases} v_\rho = 0 \\ v_\theta = R\omega \end{cases}$$

$$v_\rho = \frac{d\rho}{dt}\ (\mathbf{0.5}) \Rightarrow \rho = \int v_\rho dt + C = C\ (\mathbf{0.5})$$

$$\rho(t=0) = R = C \Rightarrow \boldsymbol{\rho} = \boldsymbol{R}\ (\mathbf{0.5})$$

$$v_\theta = \rho\frac{d\theta}{dt}\ (\mathbf{0.5}) \Rightarrow \frac{d\theta}{dt} = \frac{v_\theta}{\rho} = \omega \Rightarrow \theta = \int \omega dt + C' = \omega t + C'\ (\mathbf{0.5})$$

$$\theta(t=0) = 0 = C' \Rightarrow \boldsymbol{\theta} = \boldsymbol{\omega t}\ (\mathbf{0.5})$$

**Exercice 4 : (05 points)**

La piste $AB$ :

$$PFD : \sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{R} + \vec{f_c} = m\vec{a}\ (\mathbf{0.5})$$

$$\begin{cases} (OX) : P_x - f_c = ma\ \ (\mathbf{0.5}) \\ (OY) : R - P_y = 0\ \ (\mathbf{0.5}) \end{cases}$$

$$f_c = \mu_c R = \mu_c P_y = \mu_c mg\cos\alpha\ \ (\mathbf{0.5})$$

$$a = \frac{P_x - f_c}{m} = g(\sin\alpha - \mu_c\cos\alpha) = 6.37\ m.s^{-2}\ (\mathbf{0.5})$$

Vu que la trajectoire est une ligne droite (axe) et que l'accélération est constante et positive, le mouvement de $M$ est rectiligne uniformément accéléré $(\mathbf{0.5})$

$$v_B^2 - v_A^2 = 2ad \Rightarrow v_B = \sqrt{2ad} = 43.71\ m/s\ (\mathbf{0.5})$$

La piste $BC$ :

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{P} + \vec{R} = \vec{0} \Rightarrow \vec{a} = \vec{0}\ \ (\mathbf{0.5})$$

Par conséquent, la vitesse du skieur est constante. Vu que la piste $BC$ est rectiligne et que $v_B \neq 0$, le mouvement de $M$ est rectiligne uniforme : $v_C = v_B = 43.71\ m/s\ \ (\mathbf{0.5})$