Faculté de Physique, USTHB **Année Universitaire 2020-2021**
1ère Année Licence ST
Physique 1

Série 1 : Cinématique du point matériel

Exercice 1:

Un mobile M décrit un mouvement rectiligne suivant un axe *(x'Ox)*. La figure 1 montre son diagramme des espaces entre t = 0 s et 100 s.

1) Décrire qualitativement le parcours du mobile en précisant les différentes phases du mouvement et leurs natures.

2) Quelle est la distance parcourue entre t=0 s et t=100 s ?

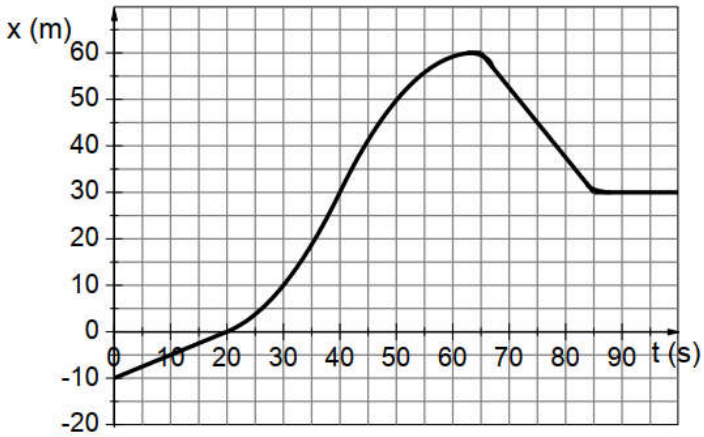

Figure 1

Exercice 2:

Représenter les diagrammes des espaces, des vitesses et des accélérations d'un mobile M décrivant un mouvement rectiligne le long d'un axe (*x'Ox*). À t = 0 s, M passe par l'origine O avec une vitesse constante V= 2 m/s. Lorsqu'il atteint la position x = 20 m, le mobile augmentant uniformément sa vitesse de 1 m/s toutes les 5 s. Lorsque sa vitesse atteint la valeur 4 m/s, il ralentit son mouvement en diminuant uniformément sa vitesse et s'immobilise après 20 s.

Echelles: **2 cm → 10 s, 1 cm → 20 m, 1cm → 2 m/s, 1 cm → 0.1 m/s²**.

Exercice 3:

Un piéton court vers un bus à la vitesse de 6 m/s. Quand il est à 25 m du bus, celui-ci démarre avec une accélération constante de 1m/s^2.

1) Le piéton rattrapera-t-il le bus ?

2) À quelle vitesse minimale devrait courir le piéton pour rattraper le bus ?

3) Trouver la distance minimale d'approche du piéton.

Exercice 4:

Le diagramme des vitesses d'un mobile A, animé d'un mouvement rectiligne le long d'un axe (*x'Ox*) est représenté sur la figure 2.

1) Tracer le diagramme des accélérations a(t) du mobile

2) Déterminer la position du mobile aux instants t = 3 s, 7 s et 13 s. On donne x(t = 0 s) = 30 m.

3) À quel instant le mobile rebrousse-t-il chemin ?

4) Préciser les phases du mouvement et leurs natures.

5) Tracer, sur la trajectoire, les vecteurs position, vitesse et accélération aux instants t = 3 s et 7 s.

Echelles: **1cm → 10 m, 1cm → 5 m/s,**
1cm → 1 m/s²

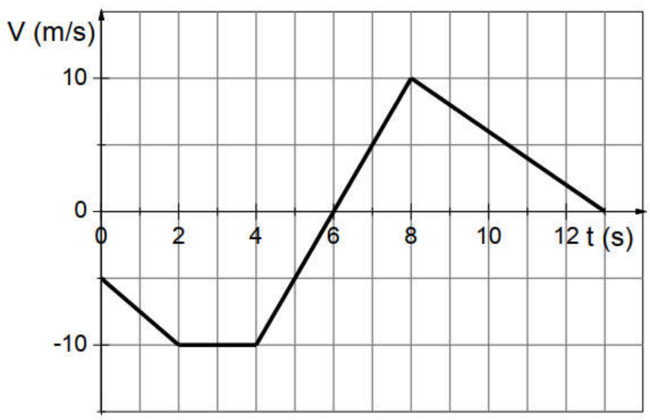

Figure 2

Exercice 5:

La courbe de la figure 3 représente le diagramme des accélérations d'un mobile A se déplaçant sur un axe ($x'Ox$). À t = 0 s, $x_A(0) = 0$ m et $V_A(0) = 2$ m/s.

1) Tracer le graphe des vitesses $V_A(t)$ du mobile en utilisant l'échelle : **1cm → 2s** et **1cm → 0.5 m/s**.

2) Déterminer la position du mobile $x_A(t = 8$ s).

3) Un deuxième mobile B passant par l'origine à l'instant t = 0 s et se déplaçant à vitesse constante, arrive à la même position x_A(t=8s), à t = 10 s. Quelle est alors sa vitesse V_B?

4) Quelle est le mobile qui est en tête et de combien à t = 20 s?

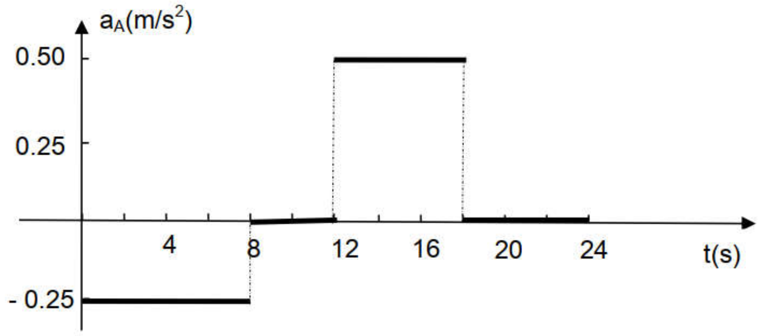

Figure 3

Exercice 6:

Un mobile M en mouvement dans le plan horizontal (xOy) est repéré par ses coordonnées cartésiennes :

$x(t) = 2t$

$y(t) = -t^2/2 + 8$ (t en secondes, x et y en mètres)

1) Etablir l'équation de la trajectoire du mobile et la construire pour $(x,y) \geq 0$. Echelle : 1cm → 1m.

2) Déterminer les expressions des composantes cartésiennes $V_x(t)$ et $V_y(t)$ du vecteur vitesse ainsi que les composantes $a_x(t)$ et $a_y(t)$ du vecteur accélération et les construire à l'instant t = 2s.

Echelles : 1cm → 1m/s et 1cm → 1m/s^2.

Exercice 7:

Un mobile, assimilé à un point matériel, se déplace dans le plan (xOy). À l'instant $t_0 = 0$ s, il se trouve à la position M_0 de coordonnées $x_0 = 0$ m et $y_0 = 5$ m. L'évolution, en fonction du temps, des composantes V_x et V_y de son vecteur vitesse $\vec{V}$ est donnée sur la figure 4.

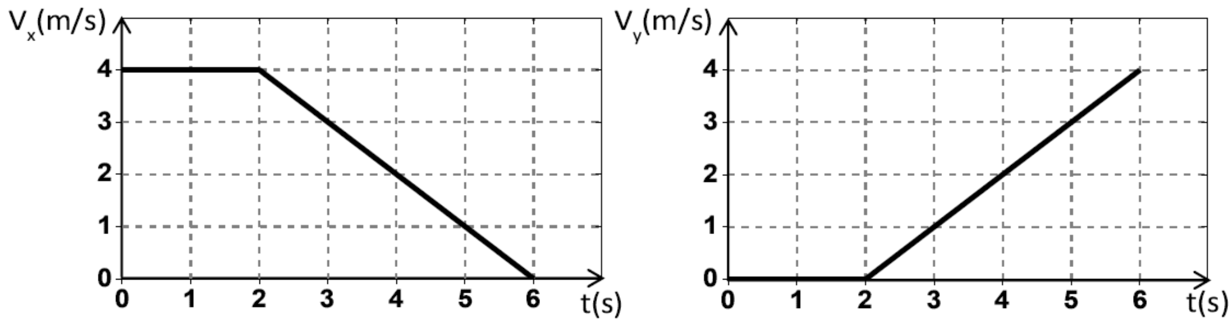

Figure 4

1) Calculer les composantes $a_x(t)$ et $a_y(t)$ du vecteur accélération $\vec{a}$ entre les instants t = 0 s et t = 6 s.

2) Donner les équations horaires x(t) et y(t) entre t = 0 s et t = 6 s.

3) Tracer la trajectoire du mobile entre t = 0 s et t = 6 s. Echelle: **1 cm → 1 m**.

4) Ecrire les vecteurs vitesse $\vec{V}$ et accélération $\vec{a}$ à t = 4 s et les représenter sur la trajectoire.

Echelles : **1 cm → 0.5 m/s** et **1 cm → 0.25 m/s^2**.

5) Donner l'expression du module du vecteur vitesse $\left\|\vec{V}(t)\right\|$ entre t = 2 s et t = 6 s.

6) a) Déterminer l'expression de l'accélération tangentielle $a_t(t)$ entre t = 2 s et t = 6 s.

b) Déduire le rayon de courbure ρ à t = 4 s.

Exercice 8:

Un mobile se déplace sur une trajectoire curviligne. À tout instant t, son abscisse curviligne est donné par la loi $s(t) = t^3 + 3t^2$ (s en mètres et t en secondes).

1) Donner l'expression du module du vecteur vitesse.

2) En déduire l'expression de la composante tangentielle a_t du vecteur accélération.

3) Si à t = 4 s l'accélération du mobile est $a = 50\ m/s^2$, calculer le rayon de courbure de la trajectoire à cet instant.

Exercice 9:

Un mobile se déplace sur une trajectoire circulaire (voir figure 5) de centre O et de rayon $R=110/\pi$ m. Son accélération tangentielle est donnée sur la figure 6. À $t_0 = 0s$, le mobile se trouve en M_0 d'abscisse curviligne $s_0 = 0$ m et sa vitesse est $V_0 = 4.5$ m/s.

1) Représenter les vecteurs vitesse et accélération aux instants $t_1 = 10$ s et $t_2 = 20$ s, correspondant respectivement aux positions M_1 et M_2 .

Echelles : **1 cm → R/4 m** , **1 cm → 1 m/s** et **1 cm → 0.25 m/s²** .

2) Déterminer l'instant où la particule rebrousse chemin. En déduire son abscisse curviligne à cet instant.

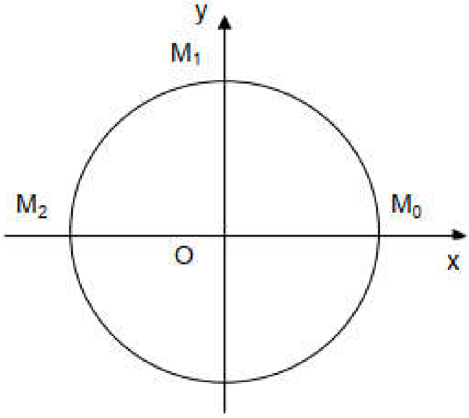

Figure 5

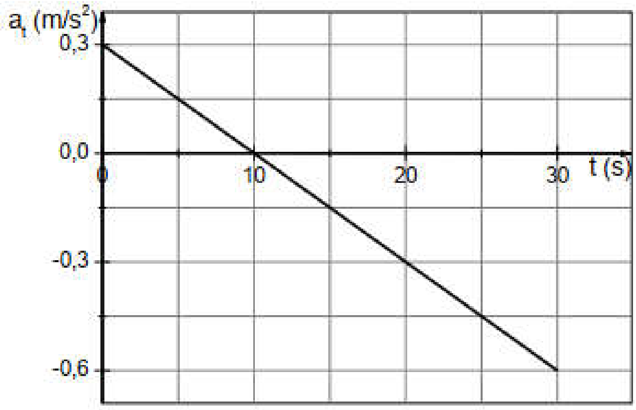

Figure 6

Exercice 10:

Un mobile M se déplace dans un plan *(xOy)*. Il est repéré par ses coordonnées polaires *r* et *θ*. Les équations paramétriques du mouvement en coordonnées polaires sont données par :

$$\begin{cases} r(t) = t^2 \\ \theta(t) = (\pi/12)t^2 \end{cases} \quad (r \text{ en mètres}, \theta \text{ en radians et } t \text{ en secondes}).$$

1) Représenter, dans le plan *(xOy)*, le vecteur position à l'instant $t = 3s$, à l'échelle $1cm \to 3m$.

2) a) Déterminer les composantes radiale v_r et transversales v_θ du vecteur vitesse du mobile M en fonction de t .

b) Représenter le vecteur vitesse à l'instant $t = 3s$ à l'échelle $1cm \to 3m/s$.

Exercice 11:

Un mobile M se déplace dans un plan (*xOy*). Il est repéré par ses coordonnées polaires r et θ. Les équations paramétriques du mouvement en coordonnées polaires sont données par :

$$r(t) = t^3 ,\ \theta(t) = (\pi/4)\ t .$$

Les distances sont exprimées en mètres et les angles en radian.

1) Déterminer les composantes radiale $V_r(t)$ et transversale $V_\theta(t)$ du vecteur vitesse à un instant t.

2) Déterminer les composantes radiale $a_r(t)$ et transversale $a_\theta(t)$ du vecteur accélération à un instant t.

3) Représenter, à l'instant t=2s, les vecteurs position, vitesse et accélération.

Echelles : **1 cm → 2 m** , **1 cm → 2 m/s** et **1 cm → 2 m/s².**

4) Déduire le rayon de courbure ρ de la trajectoire au point où se situe le mobile à l'instant t=2s.

Rappel : $a_r = \ddot{r} - r\dot{\theta}^2$ et $a_\theta = r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}$.

Exercice 12:

Un mobile A, assimilé à un point matériel, se déplace sur un plan *(xOy)*. Son rayon polaire $r(t)$ et sa vitesse angulaire $\omega(t) = d\theta / dt$ sont donnés sur la figure 7.

1) Pour $0 \le t \le 3s$:

a) Ecrire les équations paramétriques $\theta(t)$, sachant qu'à $t = 0s$, $\theta(t = 0s) = \theta_0 = \pi\, rd$.

b) Tracer la trajectoire du mobile à l'échelle : $1cm \to 1m$.

c) Donner les expressions des composantes radiale $v_r(t)$ et transversale $v_\theta(t)$ du vecteur vitesse $\vec{v}$ en fonction du temps. Déduire celle du module de $\vec{v}$.

d) Déterminer les composantes tangentielle a_t et normale a_n du vecteur accélération $\vec{a}$.

e) Donner les phases du mouvement et leur nature, Justifier.

2) Représenter les vecteurs vitesse $\vec{v}$ et accélération $\vec{a}$ à $t_1 = 0.5s$ et $t_2 = 3s$.

Echelles : **1 cm → 2 m/s** et **1 cm → 4 m/s².**

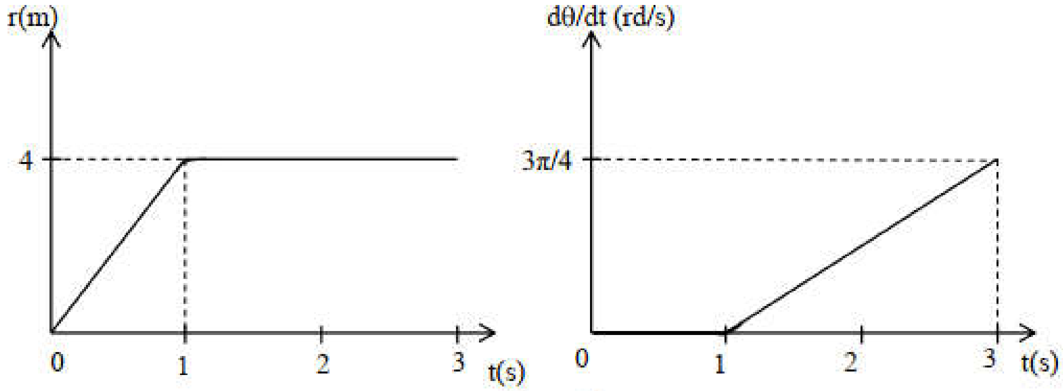

Figure 7

Exercice 13:

La figure 8 représente la trajectoire circulaire (à l'échelle 1/100) d'un corps M. À l'instant $t_0 = 0$ s le corps M se trouve à la position M_0 et sa vitesse angulaire est donnée par :

$$\omega(t) = \begin{cases} \alpha t & \text{pour } t \le 2s \\ \pi & \text{pour } t \ge 2s \end{cases},$$

où ω est exprimée en rd/s et t en secondes ; α est une constante.

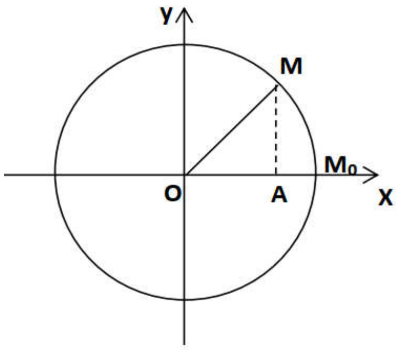

Figure 8

1) a) Déterminer la valeur, la dimension et l'unité de la constante α . À quelle grandeur physique correspond-t-elle ?

b) Trouver, en fonctions du temps, les expressions du rayon polaire r(t) et de l'angle polaire $\theta(t)$ décrivant le mouvement.

2) Calculer l'abscisse curviligne de M, s(t = 2.5 s).

3) a) Donner, en fonction du temps, les expressions des composantes radiale v_r et transversale v_θ du vecteur vitesse $\vec{v}_M$.

b) Représenter sur la trajectoire le vecteur $\vec{v}_M$ à l'instant t_l = 1 s en utilisant l'échelle **1 cm → π/2 m/s**.

4) a) Déterminer les expressions, en fonction du temps, des composantes intrinsèques a_t et a_n du vecteur accélération $\vec{a}_M$.

b) En déduire les expressions des composantes radiale a_r et transversale a_θ.

c) Déterminer les phases du mouvement et leurs natures ?

d) Représenter sur la trajectoire le vecteur $\vec{a}_M$ à l'instant t_l en utilisant l'échelle : **1 cm → π²/2 m/s²**.

5) À t = 2 s, un mobile A se met en mouvement sur l'axe (*Ox*). Sa coordonnée x_A est donnée par la coordonnée cartésienne x_M du mobile M. (La position de A est obtenue en projetant celle du mobile M sur l'axe (*Ox*)).

a) Donner l'équation horaire $x_A(t)$ et décrire le mouvement de A en précisant sa période T.

b) Tracer le diagramme des espaces de A pour 2s≤t≤4s. Déduire la distance parcourue par A entre ces instants.

c) Déterminer les expressions de la vitesse et de l'accélération de A.

d) Donner l'expression de la vitesse de A par rapport à celle de M.