Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem (UMAB)
Faculté des sciences et de la technologie (FST)
Cellule du tronc-commun ST

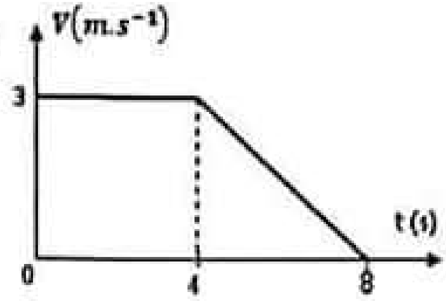
1ère Année TC-LMD ST
Janvier 2020
Durée : 01h30'

EXAMEN DE FIN DE SEMESTRE 1 - PHYSIQUE 1

Exercice 1 (3 points) : La variation de la vitesse d'un mobile en fonction du temps est donnée par la figure ci-contre.

1. Calculer l'accélération à **t = 3s. (1 pt)**
2. Calculer l'accélération à **t = 5s. (1 pt)**
3. Calculer la distance totale parcourue entre **[0-8s]. (1 pt)**

On donne **V(t=0s)=0** et **x(t=0s)=0.**



Exercice 2 (7 points) Un point matériel **M** est défini dans un référentiel fixe **(Oxyz)** par ses coordonnées polaires **(r, θ)**

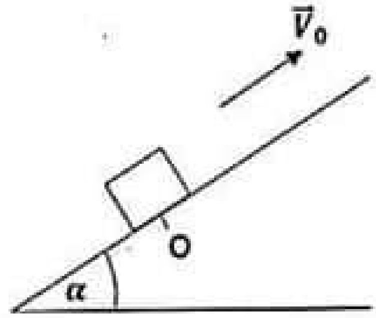
$$\begin{cases} r(t) = 2a\cos\theta \\ \theta(t) = wt \end{cases} \qquad ou\ a\ est\ une\ constante$$

1. Déterminer en coordonnées polaires :
   a. l'expression du vecteur position $\overrightarrow{OM}$. **(1 pt)**
   b. l'expression du vecteur vitesse $\vec{V}$ ainsi que son module. **(1 pt / 1 pt)**
   c. l'expression du vecteur accélération $\vec{a}$ ainsi que son module. **(1 pt / 1 pt)**
2. Déterminer en coordonnées curvilignes (repère de Frenet) les composantes de l'accélération du point M. **(1 pt)**
3. Déduisez le rayon de courbure R. **(1 pt)**

Exercice 3 (6 points) : Une boîte de masse $m = 5Kg$ se trouve sur un plan incliné faisant un angle $\alpha = 20°$ avec l'horizontale. Le coefficient de frottement dynamique entre les surfaces en contact est $\mu_d = 0.3$. A partir du point **O**, on lance la boîte vers le haut avec une vitesse initiale $v_0 = 1,7\, m.s^{-1}$.

On prendra $g = 10\, m.s^{-2}$

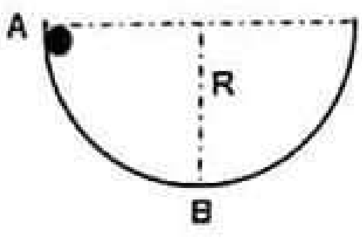
1. Déterminer l'accélération de la boîte. **(3.5 pts)**
2. Quelle est la distance parcourue par la boîte avant de s'arrêter. **(1 pt)**
3. Quelle est la valeur minimale du coefficient de frottement statique μ_S pour que la boîte, une fois arrêtée, ne reparte pas en arrière. **(1.5 pts)**



Exercice 4 (4 points) : Un point matériel de masse m=2g, est mobile à l'intérieur d'une demi-sphère de rayon R=1m. On lâche ce point matériel sans vitesse initiale du point A et il arrive en B avec une vitesse V_B=3.5 m.s^{-1}.

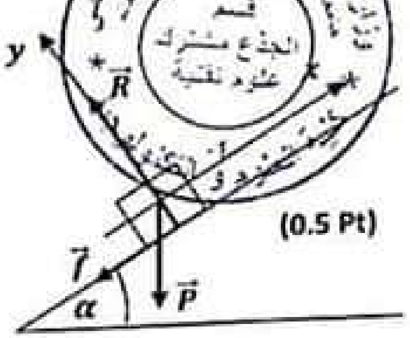
1. Montrer que la masse m est soumise à des forces de frottements. **(2 pts)**
2. Calculer le travail des ces forces de frottement. **(2 pts)**

   On prendra : $g = 10\, m.s^{-2}$



Bonne chance

Exercice N°03 (6 Points)



(0.5 Pt)

1. Appliquons le principe fondamental de la dynamique

$$\vec{P}+\vec{R}+\vec{f}_r=m.\vec{a} \qquad (0.5\ Pt)$$

Projection sur les axes : $\begin{cases} Ox: & -P\sin\alpha - f_r = ma & (1) \quad (0.5\ Pt) \\ Oy: & R - P\cos\alpha = 0 & (2) \quad (0.5\ Pt) \end{cases}$

De l'équation (1) on a :

$$a=\frac{-P\sin\alpha - f_r}{m} \qquad (3)$$

Avec :

$$f_r=\mu_d.R$$

De l'équation (2) on a : $R = P\cos\alpha$ d'où $f_r=\mu_d.P\cos\alpha$ (4) (0.5 Pt)

On porte (4) dans (3) on aura :

$$a=\frac{-P\sin\alpha-\mu_d.P\cos\alpha}{m}=\frac{-P(\sin\alpha+\mu_d.\cos\alpha)}{m}=-g(\sin\alpha+\mu_d.\cos\alpha) \quad (0.5\ Pt)$$

$$AN: \quad a=-10(\sin 20°+0.3.\cos 20°)=-6.22\ m.s^{-2} \qquad (0.5\ Pt)$$

2. Puisque l'accélération est constante, on a alors : $v^2-v_0{}^2=2.a.d$ (0.25 Pt)

Lorsque la boite s'arrête, la vitesse s'annule (v=0) (0.25 pt)

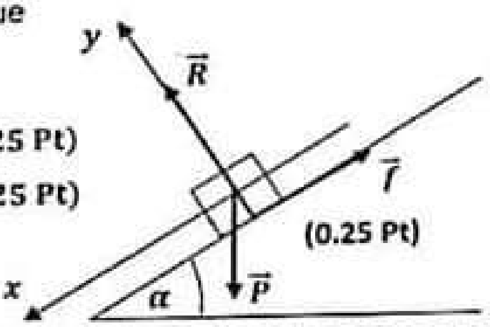
$$d=\frac{-v_0{}^2}{2.a} \qquad AN: \qquad d=\frac{-(1.7)^2}{2.(-6.22)}=\frac{2.89}{12.44}=0.23\ m \qquad (0.5\ Pt)$$

3. Appliquons le principe fondamental de la dynamique pour le cas statique

$$\vec{P}+\vec{R}+\vec{f}_r=\vec{0} \ (0.25\ Pt)$$

Projection sur les axes : $\begin{cases} Ox: & P\sin\alpha - f_r = 0 \\ Oy: & R - P\cos\alpha = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} f_r = P\sin\alpha & (0.25\ Pt) \\ R = P\cos\alpha\,) & (0.25\ Pt) \end{cases}$

$$\mu_s=\frac{f_r}{R}=\frac{P\sin\alpha}{P\cos\alpha}=tg\,\alpha=tg\,20°=0.36\ (0.5\ Pt)$$



Exercice N°04 (4 Points)

1. En l'absence de frottements il y a conservation de l'énergie mécanique. Vérifions si l'énergie totale en A est la même qu'en B (0.5 pt)

$$On\ a: \quad V_A=0, \qquad h_B=0 \quad et \quad h_A=R$$

$$E_m(A)=E_C(A)+E_P(A)=\frac{1}{2}mV_A{}^2+mgh_A=0+2.10^{-3}.10.1=2.10^{-2}J \qquad (0.5\ pt)$$

$$E_m(B)=E_C(B)+E_P(B)=\frac{1}{2}mV_B{}^2+mgh_B=\frac{1}{2}(2.10^{-3})(3.5)^2+0=1,22.10^{-2}J \qquad (0.5\ pt)$$

<u>Conclusion</u> : $E_m(B) < E_m(A)$ donc présence des frottements. (0.5 pt)

2. Le travail de ces forces de frottement est calculé par le théorème de l'energie mécanique.

$$\Delta E_m=\sum W(\vec{f}_{nc})=W(\vec{f}_{frottement}) \qquad (0.5\ pt)$$

$$\Delta E_m=E_m(B)-E_m(B)=\frac{1}{2}mV_B{}^2+mgh_B-\left(\frac{1}{2}mV_A{}^2+mgh_A\right)=\frac{1}{2}mV_B{}^2-mgR \qquad (1\ pt)$$

$$AN: \quad \Delta E_m=\frac{1}{2}(2.10^{-3})(3.5)^2-(2.10^{-3}).10.1=-0.0078J=-7.8mJ$$

$$W(\vec{f}_{frottement})=-7.8mJ \qquad (0.5\ pt)$$

Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem
Faculté des sciences et de la technologie (FST)
1ère année tronc commun ST
Solution de l'examen de mécanique (Janvier 2020)

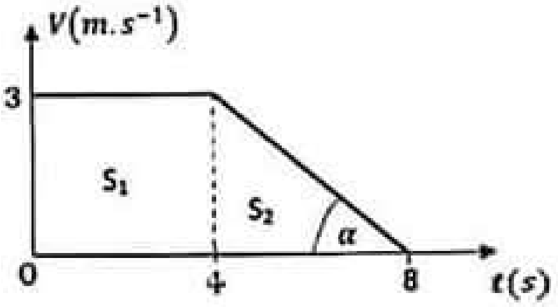
Exercice N°01 (3 Points)

1. à $t = 3s$ la vitesse est constante elle est egale à $3\ m.s^{-1}$ donc l'accélération est nulle. (1 pt)
2. à $t = 5s$ l'accélération est donnée par la pente de la droite entre 4 et 8s, d'où

$$a = tg\alpha = \frac{0-3}{8-4} = -0.75\ m.s^{-2} \qquad (1\ Pt)$$

3. La distance totale parcourue est donnée par l'aire qui se trouve sous la courbe V(t).

$$X = S_1 + S_2 = 3 \cdot 4 + \frac{3 \cdot 4}{2} = 18m \qquad (1\ Pt)$$



Exercice N°02 (7 Points)

1) a) Expression du vecteur position

$$\overline{OM} = r\overline{U}_r = 2acos\theta\overline{U}_r = 2acoswt\overline{U}_r \qquad (1\ Pt)$$

b) Expression du vecteur vitesse

$$\vec{V} = \dot{r}\overline{U}_r + r\dot{\theta}\overline{U}_\theta = -2awsinwt\overline{U}_r + 2awcoswt\overline{U}_\theta \quad (1\ Pt)$$

Module du vecteur vitesse

$$V = |\vec{V}| = \sqrt{(-2awsinwt)^2 + (2awcoswt)^2} = \sqrt{4a^2w^2sin^2wt + 4a^2w^2cos^2wt}$$
$$= \sqrt{4a^2w^2(sin^2wt + cos^2wt)} = \sqrt{4a^2w^2} = 2aw \qquad (1\ Pt)$$

c) Expression du vecteur accélération

$$\vec{a} = (\ddot{r} - r\dot{\theta}^2)\overline{U}_r + (2\dot{r}\dot{\theta} + r\ddot{\theta})\overline{U}_\theta = -4aw^2coswt\overline{U}_r - 4aw^2sinwt\overline{U}_\theta \qquad (1\ Pt)$$

Module du vecteur accélération

$$a = |\vec{a}| = \sqrt{(-4aw^2coswt)^2 + (-4aw^2sinwt)^2} = \sqrt{16a^2w^4cos^2wt + 16a^2w^4sin^2wt}$$
$$= \sqrt{16a^2w^4(cos^2wt + sin^2wt)} = \sqrt{16a^2w^4} = 4aw^2 \qquad (1\ Pt)$$

2) Les composantes de l'accélération dans les coordonnées curvilignes

$$\begin{cases} \vec{a}_t = \frac{dv}{dt}\vec{u}_t = \frac{d(2aw)}{dt}\vec{u}_t = 0 & (0.5\ Pt) \\ \vec{a}_n = \frac{v^2}{R}\vec{u}_n = \frac{4a^2w^2}{R}\vec{u}_n & (0.5\ Pt) \end{cases} \Rightarrow \quad \vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n = \vec{a}_n$$

3) Rayon de courbure R

$$a_n = \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v^2}{a_n} = \frac{(2aw)^2}{4aw^2} = \frac{4a^2w^2}{4aw^2} = a \qquad (1\ Pt)$$