Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem
Faculté des sciences et de la technologie
Cellule du tronc commun LMD-ST

Janvier 2023
Durée : 1h30
1ère Année TC-LMD ST

EXAMEN DE FIN DE SEMESTRE 1 - PHYSIQUE 1

Exercice 1 (3 Pts)

L'expression d'une force appliquée sur un point matériel est donnée par : $F = k\dfrac{m.v^2}{r}$

Ou m est la masse, v la vitesse et r une distance.

1. Quelle est la dimension de k. (1 pt)
2. Donner l'expression de l'incertitude relative sur F. (2 pts)

Exercice 2 (8 Pts)

Le vecteur position d'un point matériel (M) de masse $m = 1\,kg$ est donné par :

$$\overrightarrow{OM}(t) = 3a\cos 2t\,\vec{\imath} + 3a\sin 2t\,\vec{\jmath} \qquad \text{où } a \text{ est une constante}$$

1. Donner en coordonnées cartésiennes :
   a) l'expression du vecteur vitesse de M ainsi que son module. (1 pt)
   b) l'expression du vecteur accélération de M ainsi que son module. (1 pt)
2. Trouver l'équation de la trajectoire de M puis donner sa nature. (1 pt)
3. Trouver en coordonnées de Frenet le vecteur accélération de M. (1 pt)
4. Donner en coordonnées polaires l'expression du vecteur position de M. (1 pt)
5. Donner en coordonnées polaires l'expression du vecteur vitesse de M. (1 pt)
6. Calculer la somme des moments des forces extérieurs qui s'exercent sur M. (2 pts).

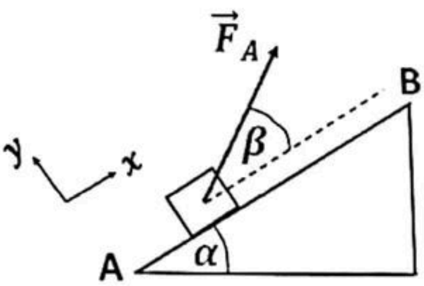
Exercice 3 (2 Pts)

Un oiseau vole à la vitesse de $12\,km/h$ par rapport à l'air. La vitesse de l'air par rapport au sol est de $25\,km/h$. La vitesse de l'oiseau par rapport au sol est de $27,7\,km/h$. Pour cet exemple :

1. Définir la vitesse d'entrainement puis donner sa valeur. (1 pt)
2. Définir la vitesse relative puis donner sa valeur. (1 pt)

Exercice 4 (7 Pts)

Un point matériel de 1 kg monte un plan incliné d'un angle $\alpha = 10°$ par rapport à l'horizontale. Ce point matériel est soumis à une force $F_A = 10\,N$ qui lui permet de se déplacer de A vers B avec une vitesse constante de $2\,m.s^{-1}$. Ce déplacement s'effectue avec frottement.



1. Dessiner les forces qui agissent sur le point matériel (1pt)
2. Calculer sur AB la valeur du travail du poids $\vec{P}$. (1 pt)
3. Calculer sur AB la valeur du travail de la force $\vec{F}_A$. (1 pt)
4. En utilisant le théorème de l'énergie cinétique (TEC), calculé sur AB la valeur de la force de frottement $\vec{f}$. (2.5 pts)
5. En utilisant le principe fondamental de la dynamique (PFD), calculer l'accélération du point matériel. Que peut-on conclure ? (1.5 pts)

On donne : $\beta = 30°$, $AB = 3m$, $g = 10\,m.s^{-2}$

Bonne chance

Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem
Faculté des sciences et de la technologie
Cellule du tronc commun LMD-ST

Janvier 2023
Durée : 1h30
1ère Année TC-LMD ST

SOLUTION DE L'EXAMEN DE FIN DE SEMESTRE 1 - PHYSIQUE 1

17 JAN. 2023

Exercice 1

1) $[K] = \frac{[F][r]}{[m][v^2]} = \frac{(M.L.T^{-2})(L)}{(M)(L^2T^{-2})} = \frac{M.L^2.T^{-2}}{M.L^2.T^{-2}} = 1$ *donc K est adimmensionné* (1 pt)

2) $ln(F) = ln\left(K\frac{m.v^2}{r}\right) = ln(K.m.v^2) - ln(r)$

$$\frac{dF}{F} = \frac{Kv^2}{K.m.v^2}dm + \frac{2Kmv}{K.m.v^2}dv - \frac{1}{r}dr = \frac{dm}{m} + \frac{2dv}{v} - \frac{dr}{r} \Rightarrow \frac{\Delta F}{F} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{2\Delta v}{v} + \frac{\Delta r}{r}$$ (2 pts)

Exercice 2

1a) $\vec{v}(t) = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt} = -6a\sin 2t\,\vec{i} + 6a\cos 2t\,\vec{j}$ (0.5 pt)

$\|\vec{v}(t)\| = \sqrt{(-6a\sin 2t)^2 + (6a\cos 2t)^2} = \sqrt{36a^2(\sin^2 2t + \cos^2 2t)} = \sqrt{36a^2} = 6a$ (0.5 pt)

1b) $\vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}}{dt} = -12a\cos 2t\,\vec{i} - 12a\sin 2t\,\vec{j}$ (0.5 pt)

$\|\vec{a}(t)\| = \sqrt{(-12a\cos 2t)^2 + (-12a\sin 2t)^2} = \sqrt{144a^2(\sin^2 2t + \cos^2 2t)} = \sqrt{144a^2} = 12a$ (0.5 pt)

2) $x^2 + y^2 = (3a\cos 2t)^2 + (3a\sin 2t)^2 = 9a^2(\cos^2 2t + \sin^2 2t) = 9a^2$ (0.5 pt)

Equation d'un cercle de centre $O(0,0)$ et de rayon $R = 3a$ (0.5 pt)

3) $\vec{a} = a_t\vec{u}_t + a_n\vec{u}_n = \frac{dv}{dt}\vec{u}_t + \frac{v^2}{R}\vec{u}_n = 0\vec{u}_t + \frac{(6a)^2}{3a}\vec{u}_n = 12a.\vec{u}_n \rightarrow \vec{a} = 12a.\vec{u}_n$ (1 pt)

4) $\vec{r}(t) = r\vec{u}_r$

$r = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(3a\cos 2t)^2 + (3a\sin 2t)^2} = \sqrt{9a^2(\cos^2 2t + \sin^2 2t)} = 3a$ (0.5 pt)

$\vec{r}(t) = 3a.\vec{u}_r$ (0.5 pt)

5) $\vec{v}(t) = \dot{r}\vec{u}_r + r\dot{\theta}\vec{u}_\theta$ *Avec*: $\tan\theta = \frac{y}{x} = \frac{3a\sin 2t}{3a\cos 2t} = \tan 2t \rightarrow \theta = 2t$ (0.5 pt)

$\vec{v}(t) = 6a\vec{u}_\theta$ (0.5 pt)

6) $\sum \overrightarrow{M}_{/O}(\vec{F}_{ext}) = \frac{d\vec{L}_{/O}}{dt}$ *Avec* $\vec{L}_{/O} = \vec{r} \wedge m\vec{v} = \begin{vmatrix} \vec{u}_r & \vec{u}_\theta & \vec{u}_z \\ 3a & 0 & 0 \\ 0 & 6a & 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 3a & 0 \\ 0 & 6a \end{vmatrix}\vec{u}_z = 18a^2\vec{u}_z$ (1 pt)

$$\sum \overrightarrow{M}_{/O}(\vec{F}_{ext}) = \frac{d\vec{L}_{/O}}{dt} = \frac{d}{dt}(18a^2\vec{u}_z) = 0$$ (1 pt)

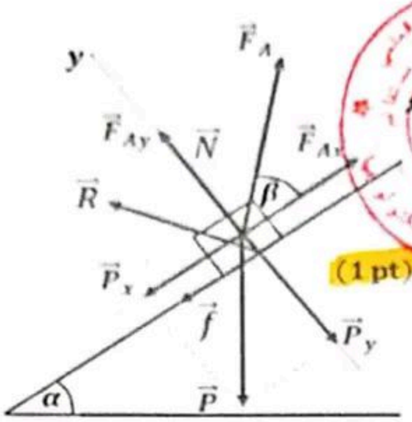
d'où le point matériel est en M^{vt} circulaire à vitesse angulaire constante

Exercice 3

a) La vitesse d'entrainement est la vitesse de l'air par rapport au sol. (0.5 pt) $v_e = 25\ km/h$ (0.5 pt)

b) La vitesse relative est la vitesse de l'oiseau par rapport à l'air. (0.5 pt) $v_r = 12\ km/h$ (0.5 pt)

Exercice 4 1)



(1 pt)

2)

$$W_{A\to B}(\vec{P}) = W_{A\to B}(\vec{P}_x) + W_{A\to B}(\vec{P}_y)$$

$$W_{A\to B}(\vec{P}_x) = \vec{P}_x.\overrightarrow{AB} = P_x.AB.\cos(\widehat{\vec{P}_x.\overrightarrow{AB}}) = P_x.AB.\cos(180) = -P_x.AB = -mg.AB\sin\alpha = -5.21J$$

$$W_{A\to B}(\vec{P}_y) = \vec{P}_y.\overrightarrow{AB} = P_y.AB.\cos(\widehat{\vec{P}_y.\overrightarrow{AB}}) = P_y.AB.\cos(90) = 0\,J$$

$$W_{A\to B}(\vec{P}) = W_{A\to B}(\vec{P}_x) = -5.21\,J \qquad \text{(1 pt)}$$

3)

$$W_{A\to B}(\vec{F}) = W_{A\to B}(\vec{F}_x) + W_{A\to B}(\vec{F}_y)$$

$$W_{A\to B}(\vec{F}_x) = \vec{F}_x.\overrightarrow{AB} = F_x.AB.\cos(\widehat{\vec{F}_x.\overrightarrow{AB}}) = F_x.AB.\cos(0) = F_x.AB = F.AB\cos\beta = 26\,J$$

$$W_{A\to B}(\vec{F}_y) = \vec{F}_y.\overrightarrow{AB} = F_y.AB.\cos(\widehat{\vec{F}_y.\overrightarrow{AB}}) = F_y.AB.\cos(90) = 0\,J$$

$$W_{A\to B}(F) = W_{A\to B}(\vec{F}_x) = 26\,J \qquad \text{(1 pt)}$$

4)

$$\Delta E_{C_{A\to B}} = \sum W_{A\to B}(\vec{F}_{ext}) = W_{A\to B}(\vec{P}) + W_{A\to B}(\vec{F}) + W_{A\to B}(\vec{R}) \qquad \text{(0.5 pt)}$$

Puisque $v = C^{ste}$ d'où $\Delta E_{C_{A\to B}} = 0 \Rightarrow W_{A\to B}(\vec{P}) + W_{A\to B}(\vec{F}) + W_{A\to B}(\vec{R}) = 0$ (0.5 pt)

$$W_{A\to B}(\vec{R}) = W_{A\to B}(\vec{f}) + W_{A\to B}(\vec{N})$$

$$W_{A\to B}(\vec{f}) = \vec{f}.\overrightarrow{AB} = f.AB.\cos(\widehat{\vec{C}_x.\overrightarrow{AB}}) = f.AB.\cos(180) = -f.AB = -3f$$

$$W_{A\to B}(\vec{N}) = \vec{N}.\overrightarrow{AB} = N.AB.\cos(\widehat{\vec{C}_y.\overrightarrow{AB}}) = N.AB.\cos(90) = 0$$

$$W_{A\to B}(\vec{R}) = -3f \qquad \text{(1 pt)}$$

$$W_{A\to B}(\vec{R}) = -W_{A\to B}(\vec{P}) - W_{A\to B}(\vec{F}) \Rightarrow -3f = 5.21 - 26 = -20.79 \Rightarrow f = 6.93\,N \qquad \text{(0.5 pt)}$$

5)

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{P} + \vec{F} + \vec{R} = m\vec{a}$$

Projection selon Ox : $-P_x + F_x - f = ma \Rightarrow -mg\sin\alpha + F\cos\beta - f = ma$ (0.5 pt)

$$a = \frac{-mg\sin\alpha + F\cos\beta - f}{m} = \frac{-1(10)\sin 10 + 10\cos 30 - 6.93}{1} = \frac{-1.73 + 8.66 - 6.93}{1} = 0\,m/s \qquad \text{(0.5 pt)}$$

C'est logique, l'accélération est nulle car d'après les énoncés on savait que le point matériel se déplace à vitesse constante. (0.5 pt)