Université Aboubakr Belkaïd de Tlemcen
Faculté des Sciences
Département de Physique

Durée : 1h 30min

1ère LMD SM
Semestre 1
Dimanche 10 janvier 2016

Examen Final de Physique 1

Exercice 1 : (05pts)

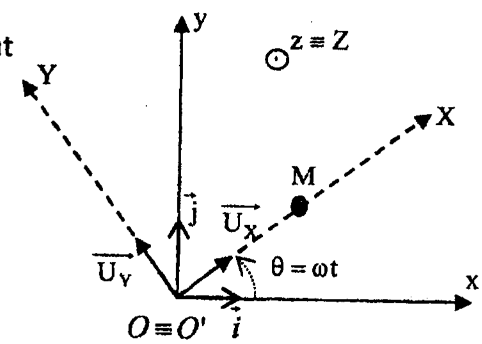
Soit une grandeur physique **A** de dimension $[A]=M^{-3}L^{-2}T^{-3}$. Cette grandeur peut être déterminée à partir de la relation suivante : $A = \alpha.v^2.F^{-3} + \beta.P^2.m^{-3}.g^{-1}$ (1)

où : **v** : vitesse **F** : force **P** : pression **m** : masse **g** : accélération de la pesanteur

- Trouvez les dimensions des deux grandeurs physiques **α** et **β**, sachant que l'équation (1) est ***homogène***.

Exercice 2 : (07pts)

On considère un repère fixe Oxyz et un repère mobile O'XYZ tournant autour de l'axe Oz avec une vitesse angulaire **ω** constante.
Un point **M** initialement en O', se déplace sur O'X avec une vitesse constante **V**.

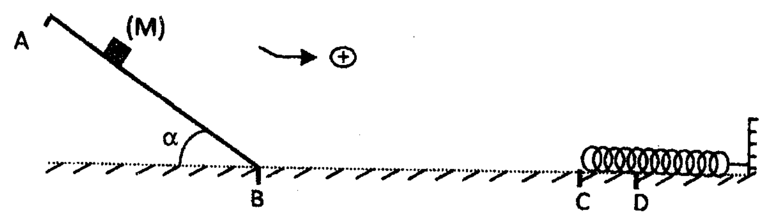


Dans le repère mobile :

- Ecrivez l'expression de $\overrightarrow{O'M}$.
- Trouvez les expressions des vitesses : relative et d'entrainement.
- En déduire la vitesse absolue.
- Trouvez les expressions des accélérations : relative, d'entrainement et de Coriolis.
- En déduire l'accélération absolue.

Exercice 3 : (08pts) *(Il faut représenter les forces exercées sur M pour les trois parties)*

Un bloc **M**, que l'on assimilera à un point matériel de masse **m=1kg**, parcourt une trajectoire **ABCD**.
$g=10m/s^2$



I- Portion AB=2m et α=30° : On néglige les frottements
Le bloc M est lâché du point **A** sans vitesse initiale.

a- Calculez l'accélération a_1 du mouvement de (M) sur AB. Déduire la nature du mouvement.

b- Calculez la vitesse v_B de (M) lorsqu'il atteint le point B.

II- Portion BC=1m : caractérisée par le coefficient de frottement μ_c**=0,11**.

a- Calculez l'accélération a_2 du mouvement de (M) sur BC. Déduire la nature du mouvement.

b- Calculez la vitesse v_C de (M) lorsqu'il atteint le point C (extrémité du ressort).

III- Portion CD : caractérisée par le coefficient de frottement μ_c**=0,11**
Le bloc M entre en contact avec un ressort de constante de raideur **K=140N/m**.

- En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, trouvez l'expression de la compression maximale **CD** du ressort. Calculez la valeur de **CD**.

Bon courage !!

Correction de l'examen final

Physique 1 (SM)

Exercice 01 Analyse dimensionnelle :

$$[A]=[\alpha][v]^2[F]^{-3}=[\beta][P]^2[m]^{-3}[g]^{-1} \quad 0{,}5$$

avec $[v]=LT^{-1}$ 0,5 ; $[F]=MLT^{-2}$ 0,5 ; $[P]=\frac{[F]}{[S]}=\frac{MLT^{-2}}{L^2}=ML^{-1}T^{-2}$ 0,5

$[m]=M$ 0,5 ; $[g]=LT^{-2}$ 0,5

* Dimension de α :

$$[\alpha]=\frac{[A]}{[v]^2[F]^{-3}}=\frac{M^{-3}L^{-2}T^{-3}}{L^2T^{-2}M^{-3}L^{-3}T^{-6}} \Rightarrow \boxed{L^{-1}T^{5}=[\alpha]} \quad 1$$

* Dimension de β :

$$[\beta]=\frac{[A]}{[P]^2[m]^{-3}[g]^{-1}}=\frac{M^{-3}L^{-2}T^{-3}}{M^2L^{-2}T^{-4}M^{-3}L^{-1}T^{2}} \Rightarrow \boxed{[\beta]=M^{-2}L^{-1}} \quad 1$$

Exercice 02 :

1°/ Expression de $\vec{O'M}$ dans le repère mobile R'

La vitesse de M dans R' est constante $\Rightarrow$ Mouvement rectiligne uniforme

$$\Rightarrow \boxed{\vec{O'M}=vt\,\vec{u_x}} \quad 0{,}5$$

2°/ * Expression de la vitesse relative dans R' :

$$\boxed{\vec{v_r}=v\,\vec{u_x}=\frac{d\vec{O'M}}{dt}\Big/_{R'}} \quad 0{,}5 \quad 0{,}5$$

* Expression de la vitesse d'entraînement dans R'

$$\vec{v_e}=\frac{d\vec{OO'}}{dt}\Big/_{R}+\vec{\omega}\wedge\vec{O'M}\Big/_{R'} \quad 0{,}5$$

$\vec{OO'}=\vec{0}$ (O et O' sont confondus)

$$\vec{\omega}\wedge\vec{O'M}=\begin{vmatrix}\vec{u_x} & \vec{u_y} & \vec{u_z}\\ 0 & 0 & \omega\\ vt & 0 & 0\end{vmatrix}=-\vec{u_y}(-v\omega t)=v\omega t\,\vec{u_y}$$

$$\Rightarrow \boxed{\vec{v_e}=v\omega t\,\vec{u_y}} \quad 0{,}5$$

3°/ Expression de la vitesse absolue dans R :

0,25 $\vec{v_a} = \vec{v_e} + \vec{v_r} \Rightarrow \boxed{\vec{v_a} = v\vec{u_x} + v\omega t\vec{u_y}}$ 0,5

4°/ * Expression de l'accélération relative dans R' :

0,5 $\vec{a_r} = \frac{d\vec{v_r}}{dt}\Big/_{R'} \rightarrow \boxed{\vec{a_r} = \vec{0}}$ 0,5

* Expression de l'accélération d'entrainement dans R' :

$\vec{a_e} = \frac{d^2\vec{OO'}}{dt}\Big/_{R^*} + \frac{d\vec{\omega}}{dt} \wedge \vec{On}\Big/_{R'} + \vec{\omega} \wedge (\vec{\omega} \wedge \vec{On})\Big/_{R'}$ 0,5

O et O' confondus $\Rightarrow \frac{d^2\vec{OO'}}{dt^2} = \vec{0}$

$\vec{\omega}$ = vecteur constant $\Rightarrow \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \vec{0}$

$\vec{\omega} \wedge (\vec{\omega} \wedge \vec{On})\Big/_{R'} = \vec{\omega} \wedge v\omega t\vec{u_y} = \begin{vmatrix} \vec{u_x} & \vec{u_y} & \vec{u_z} \\ 0 & 0 & \omega \\ 0 & v\omega t & 0 \end{vmatrix} = -v\omega^2 t\vec{u_x}$

$\Rightarrow \boxed{\vec{a_e} = -v\omega^2 t\vec{u_x}}$ 0,5

* Expression de l'accélération de Coriolis :

0,5 $\vec{a_c} = 2\vec{\omega} \wedge \vec{v_r}\Big/_{R'} \Rightarrow \vec{a_c} = 2\begin{vmatrix} \vec{u_x} & \vec{u_y} & \vec{u_z} \\ 0 & 0 & \omega \\ v & 0 & 0 \end{vmatrix} = 2(-\vec{u_y})(-v\omega$

$\Rightarrow \boxed{\vec{a_c} = 2v\omega\vec{u_y}}$ 0,5

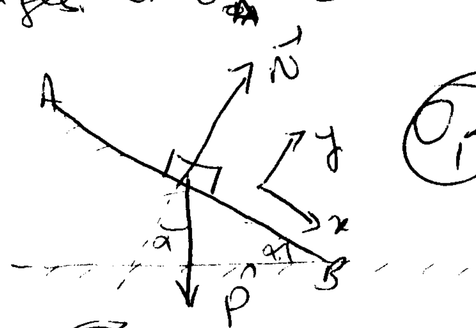
5/ Expression de l'accélération absolue dans R' :

0,25 $\vec{a_a} = \vec{a_r} + \vec{a_e} + \vec{a_c} \Rightarrow \boxed{\vec{a_a} = -v\omega^2 t\vec{u_x} + 2v\omega\vec{u_y}}$ 0,5

Exercice 03 :

I/ Portion AB : frottements négligés et $v_A = 0$

a/ Calcul de l'accélération a_1 :



0,25

R.F.D. $\sum \vec{F_{ext}} = m\vec{a_1}$

$\Rightarrow \vec{P} + \vec{N} = m\vec{a_1}$ 0,25

Projection sur Ox :

$P\sin\alpha = ma_1 \Rightarrow \boxed{a_1 = g\sin\alpha}$ 0,5

$\rightarrow$ A.N. $\boxed{a_1 = 10\sin 30 = 5\,m/s^2}$ 0,25

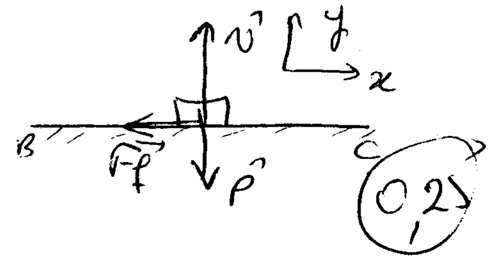
* trajectoire : une droite
accélération constante non nulle et positive $\Big\}$ Mvt rectiligne uniformément varié accéléré 0,25

b/ Mvt rect. uniformément varié → On peut utiliser l'expression

0,25 $v_B^2 - v_A^2 = 2a_1 . AB \Rightarrow \boxed{v_B = \sqrt{2a_1 AB}}$ 0,5

A.N: $v_B = \sqrt{2 \times 10 \times \sin 30 . 2} \Rightarrow \boxed{v_B = \sqrt{20}\ m/s}$ 0,25

II Portion BC. frottements non négligés:



a/ Calcul de l'accélération a_2:

R.F.D. $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a_2}$

$\Rightarrow \vec{P} + \vec{N} + \vec{f_f} = m\vec{a_2}$ 0,25

Projection sur Ox: $-f_f = ma_2 \Rightarrow a_2 = -\frac{f_f}{m}$

Projection sur Oy: $-P + N = 0 \Rightarrow N = mg$

On sait que 0,25 $f_f = \mu_c . N \Rightarrow f_f = \mu_c mg$

On remplace dans l'expression de l'accélération

$a_2 = -\frac{\mu_c mg}{m} = -\mu_c g \Rightarrow \boxed{a_2 = -\mu_c g}$ 0,5

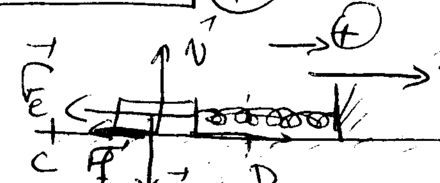
A.N: $\boxed{a_2 = -1,1\ m/s^2}$ 0,25

* trajectoire: une droite
accélération: constante non nulle et négative } → Mouvement rectiligne uniformément varié décéléré 0,25

b/ On a: $v_C^2 - v_B^2 = 2a_2 BC \Rightarrow \boxed{v_C = \sqrt{v_B^2 + 2a_2 BC}}$ 0,5

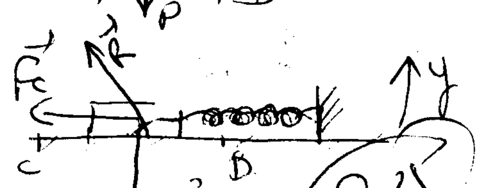
A.N: $v_C = \sqrt{20 - 2 \times 1,1 \times 1} \Rightarrow \boxed{v_C = \sqrt{17,8}\ m/s}$ 0,25

III/ Portion CD: frottements non négligés



Théorème de l'énergie cinétique

On



$W_{\sum \vec{F}_{ext}} = \Delta E_c$

$\Rightarrow W_{\vec{P}} + W_{\vec{N}} + W_{\vec{F_f}} + W_{\vec{F_e}} = \frac{1}{2} m v_D^2 - \frac{1}{2} m v_C^2$ (1)

$W_{\vec{P}} = \int_C^D \vec{P}.\vec{dl} = 0$ car $\vec{P} \perp \vec{dl}$ 0,25

$W_{\vec{N}} = \int_C^D \vec{N}.\vec{dl} = 0$ car $\vec{N} \perp \vec{dl}$ 0,25

$W_{\vec{F_f}} = \int_C^D \vec{F_f}.\vec{dl} = \int_{x_C}^{x_D} -F_f.dx = -F_f \int dx = -F_f \cdot \overline{CD}$. 0,25

$W_{\vec{F_e}} = \int_C^D \vec{F_e}.\vec{dl} = \int_{x_C}^{x_D} -kx.dx = -\frac{1}{2}kx^2\Big|_{x_C}^{x_D} = -\frac{1}{2}k\overline{CD}^2$. 0,25

Pour trouver F_f ; on utilise la R.F.D $\sum \vec{F_{ext}} = m\vec{a}$.

$\vec{P} + \vec{N} + \vec{F_f} + \vec{F_e} = m\vec{a}$ 0,25

Projection sur Oy. $P = N = mg$.

On sait que $F_f = \mu_c N = \mu_c mg$.

On remplace pour trouver.

$-\mu_c mg\,\overline{CD} - \frac{1}{2}k\overline{CD}^2 = -\frac{1}{2}mv_C^2$ $(v_D = 0)$

On pose $\overline{CD} = X \Rightarrow -\frac{1}{2}kX^2 - \mu_c mgX + \frac{1}{2}mv_C^2 = 0$ 0,25

A.N. $-70X^2 - 1,1X + 8,8 = 0$.

Discriminant $\Delta = (1,1)^2 - 4(-70)(8,8) = \sqrt{2465,1} = 49,65$

$X_1 = \frac{1,1 - 49,67}{-70} \simeq 0,69\,m$.

$X_2 = \frac{1,1 + 49,67}{-70} \simeq -0,73\,m$

On prend la solution positive $\boxed{X = \overline{CD} \simeq 0,69\,m}$
0,25