DEVOIR N°2/1ER SEMESTRE DIMANCHE LE 13 NOVEMBRE 2019 **DUREE : 04 HEURES**

Physique : 14 points

Exercice n°1 :

La viscosité d'un liquide caractérise à la fois la force de résistance qu'il exerce sur un objet en chute et sa résistance à l'écoulement. Avec un dispositif approprié, il est possible de suivre l'évolution du mouvement de chute d'une bille dans un tube vertical contenant le liquide à étudier et de déduire la viscosité du dit liquide à partir de la vitesse limite de chute.

Une bille sphérique homogène S, de masse m et de rayon r, pénètre verticalement dans un bassin de stockage supposé infiniment profond, rempli d'un liquide de masse volumique μ (figure 1).
Le centre de la bille arrive à l'instant $t = 0$ en O, à la distance r de la surface libre du liquide à l'intérieur du bassin, avec une vitesse verticale de plongée $\vec{V_0}$.

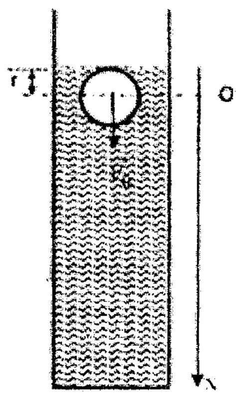


Figure 1

L'étude du mouvement se fera suivant l'axe Ox vertical dirigé vers le bas. La bille est soumise à trois forces :

- le poids $\vec{P}$;
- la force de viscosité $\vec{f}$ opposée au déplacement, proportionnelle à la vitesse et supposée appliquée au centre d'inertie G de la bille : $\vec{f} = -k\vec{V}$, relation où k est une constante positive liée à la viscosité du liquide;
- la poussée d'Archimède $\vec{F} = -\mu\frac{4}{3}\pi r^3\vec{g}$.

1. Représenter, à un instant t donné, la bille et les forces extérieures appliquées au centre d'inertie. En appliquant le théorème du centre d'inertie, montrer que l'équation différentielle du mouvement relative à la vitesse $V = \dot{x}$ du centre d'inertie de la bille s'écrit : $\frac{dV}{dt} + \frac{k}{m}V = \left(1 - \frac{4\pi\mu r^3}{3m}\right)g$
2. Montrer que la vitesse du centre d'inertie atteint une limite V_L dont on donnera l'expression en fonction de k, m, μ, r et g. Sachant que $V_L = 24\ m.s^{-1}$ en déduire la valeur de k.
3. La solution générale de l'équation différentielle précédente est de la forme : $\mathbf{V = A + B}e^{-\frac{k}{m}t}$, relation où A et B sont des constantes.

Etablir les expressions de A et B respectivement en fonction de V_L et de V_0 et V_L en se plaçant aux conditions limites ($t = 0$ et $t \to \infty$). Donner alors l'expression de la vitesse instantanée V du centre d'inertie de la bille en fonction de V_0, V_L, k, m et le temps t

4. Déterminer la loi horaire x(t) du mouvement vertical du centre d'inertie de la bille dans le liquide en fonction de V_0, V_L, k, m et le temps t.
5. Evaluer, à l'issue de 10 s de chute, le bilan des travaux des forces appliquées à la bille. En déduire le travail de la force de viscosité pour cette durée.

On donne : m = 1,4 kg ; r = 3,5 cm ; μ = 860 kg.m^{-3} ; V_0 = 2 m/s ; g = 9,8 m.s^{-2} ; $\lim_{t \to +\infty} e^{-t} = 0$; $e^0 = 1$.

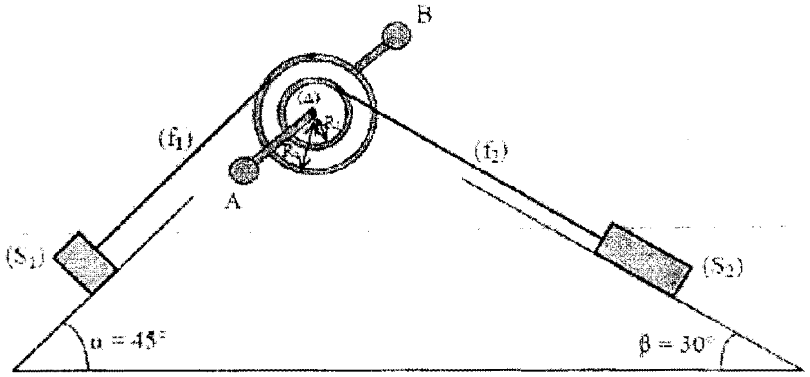
Exercice n°2 :

On considère le dispositif représenté par la figure ci-dessous :
* S est un système en rotation constitué d'une poulie homogène à double gorges de rayons R_1 = 6cm et $R_2 = 2R_1$d'une tige et de deux masselottes A et B supposés ponctuelles et de même masse, fixées aux extrémités de la tige. Le système S de moment d'inertie par rapport à (Δ) J = 7,2 .10^{-4} Kg.m^2, est mobile sans frottement, au tour d'unaxe fixe (Δ) passant par le centre de la poulie.
* (f_1) et (f_2) deux fils inextensibles de masses négligeables.

* S_1 et S_2 deux solides de masses respectives $m_1 = 200g$ et $m_2 = 4m_1$
S_1 est placé sur un plan rugueux incliné d'un angle $\alpha = 45°$ par rapport à l'horizontale. Le plan exerce sur S_1des frottements de valeur f = 0,5N.
S_2 est placé sur un plan parfaitement lisse et incliné d'un angle $\beta = 30°$ par rapport à l'horizontale.
A un instant de date t = 0s, le système est abandonné à lui-même sans vitesse initiale, le solide S_1 prend un mouvement rectiligne ascendant.
1°) Représenter les forces exercées sur S, S_1 et S_2.
2°) Ecrire la relation fondamentale de la dynamique pour chacun des solides S_1, S_2 et pour le système S.
3°) a°) Montrer que la valeur de l'accélération angulaire $\ddot{\theta}$ ~~de S et de la forme :~~

$$\ddot{\theta} = \frac{R_1\left[m_1 \|\vec{g}\|(8\sin\beta - \sin\alpha) - \|\vec{f}\|\right]}{(17\, m_1 R_1^2 + J)}$$

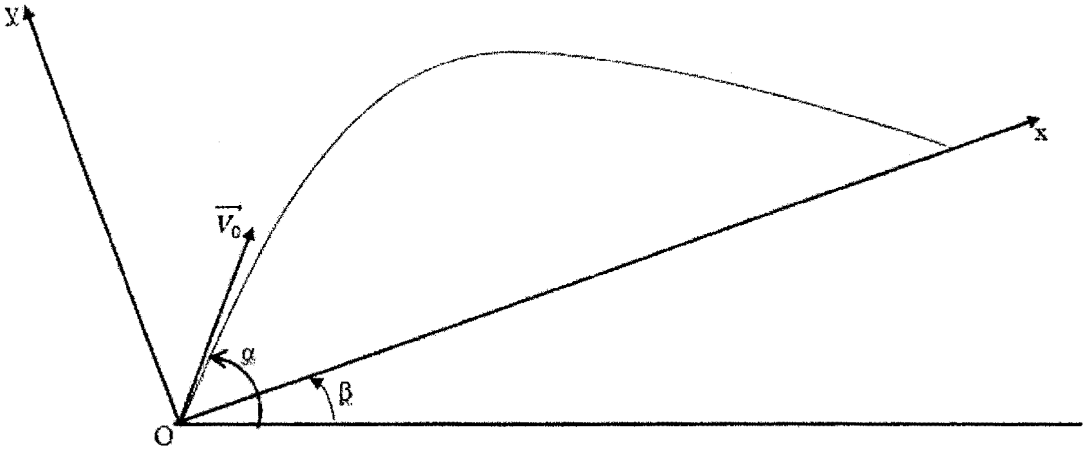
b°) Calculer la valeur de $\ddot{\theta}$.
4°) a°) Déterminer la vitesse angulaire de S à l'instant de date t_1= 2s.
b°) Déterminer les distances d_1 et d_2 parcourues respectivement par S_1 et S_2 de t = 0s à t_1.
5°) A l'instant t_1, les deux fils sont coupés.
a°) Etudier le mouvement ultérieur du système S.
b°) Ecrire l'équation horaire du système S en prenant comme origine des abscisses angulaires la position du système à t = 0s.
c°) Sous l'effet d'un couple de freinage exercé sur la poulie, le système s'arrête après avoir effectué 20 tours.
Déterminer la valeur du moment $\mathcal{M}$c du couple de freinage supposé constant.



Exercice n°3 :

On lance un projectile avec une vitesse $\overrightarrow{V_0}$ de module déterminé et faisant un angle α avec l'horizontale depuis un point situé en bas d'un plan incliné d'un angle β sur l'horizontale. Le plan vertical (P) contenant $\overrightarrow{V_0}$ est perpendiculaire au plan incliné et contient la ligne de plus grande pente de ce plan.
On néglige le freinage par l'air du projectile.

1. Donner les coordonnées du vecteur accélération $\vec{a}$ et du vecteur vitesse initiale $\overrightarrow{V_0}$.
2. Etablir les équations horaires du mouvement en déduire l'équation de la trajectoire.
3. Etablir l'expression de l'ordonnée maximale atteinte par le projectile en fonction de V_0, g, α et β.
4. On note par D la distance entre le point de départ et le point où le projectile retombe sur le plan incliné.
   a) Montrer que $D = \frac{V_0{}^2[sin(2\alpha-\beta)-sin\beta]}{gcos^2\beta}$.
   b) Montrer la valeur maximale de D s'obtient en tirant dans la direction de la bissectrice de la ligne de plus grande pente.
5. Donner les caractéristiques (direction et norme) du vecteur vitesse du projectile au point de chute dans le cas où D est maximale. On pendra pour cette question β = 30 ; g = 10 N/kg.



CHIMIE : 6 points

Exercice n°4

1. Une masse m=1,8 g d'un monoalcool saturé A est oxydé complètement en milieu acide carboxylique B par le permanganate de potassium acidifié. L'acide carboxylique formé précédemment est dilué avec de l'eau pure pour former une solution S_1 de volume V=500 mL. On prélève un volume V_A=10 mL de la solution S_1, et on le dose avec une solution de soude, de concentration molaire C_B=0,04 mol/L. L'équivalence acido-basique est obtenue lorsqu'on a versé un volume V_B = 15 mL de solution de soude.
   1.1. Calculer la masse molaire de l'alcool A, écrire sa formule semi-développée et donner son nom.
   1.2. Ecrire l'équation de la réaction d'oxydation de A.
2. On prépare, à partir d'un alcool à chaîne carbonée saturée C et de l'acide B, un ester E de masse molaire 130 g/mol. Cet ester E est chiral et possède une activité optique.
   2.1. Donner la formule brute de E. Ecrire la formule semi-développée de E et donner son nom.
   2.2. Ecrire la formule semi-développée et le nom de C.
   2.3. Ecrire l'équation de la réaction entre C et B. Donner le nom et les caractéristiques de cette réaction.
3. On fait réagir une masse de 5,2g de E avec une solution d'hydroxyde de sodium en excès. Ecrire l'équation de la réaction et nommer les produits. On récupère un produit solide de masse 2,7 g. Calculer le rendement de cette réaction.
4. On fait réagir B sur une amine secondaire F, on obtient un composé G qui par déshydratation donne un composé H de formule $C_6H_{13}ON$. Déterminer la formule brute de F. En déduire la formule et le nom des composés G et H.

Fin du sujet