

EXERCICE 1 : 6.5pts

On prépare un mélange constitué d'un liquide de masse volumique $\rho_1 = 10^3 \text{ kg/m}^3$ et de particules solides de forme sphérique de rayon $R = 2 \times 10^{-6} \text{ m}$ de masse volumique $\rho_2 = 1.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ et de masse $m = 5 \times 10^{-14} \text{ kg}$.

On dispose à la date $t=0$, une fine couche (épaisseur négligeable) de ce mélange homogène à la surface du récipient contenant le même liquide à l'état pur que le mélange précédent. A partir de cet instant les particules que l'on suppose initialement au repos, se déplacent vers le fond du récipient. A un instant quelconque en plus du poids et de la poussée d'Archimède, les particules sont soumises à une force de frottement d'intensité $F = f v$ où f est le coefficient de frottement : $f = 3 \times 10^{-13} \text{ USI}$ et v est l'intensité du vecteur vitesse des particules. On donne $g = 9.8 \text{ m/s}^2$. Le repère utilisé est muni d'un axe vertical (Oz) descendant avec 0 à la surface.

1. Faire un schéma sur lequel est représenté les forces exercées sur une particule. (1pt)
2. En effectuant une analyse dimensionnelle, donner l'unité de f en fonction des unités fondamentales. (1pt)
3. En utilisant la troisième loi de Newton, montrer que l'équation différentielle relative à la vitesse de la particule est : $\frac{dv}{dt} + \left(\frac{f}{m}\right)v = g\left(\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2}\right)$ (1.5pt)
4. Nous allons dans cette partie résoudre l'équation différentielle ci-dessus.
 - 4.1. On pose $V = \frac{dv}{dt}$; faire une dérivation membre à membre de l'équation différentielle ci-dessus et déduire celle qui régit V.
 - 4.2. Donner la solution de la nouvelle équation en donnant l'expression de V à une constante près. (1pt).
 - 4.3. Déduire l'expression v à des constantes près et déterminer les valeurs de ces constantes en utilisant les conditions initiales et l'équation de la question (3).
 - 4.4. En déduire la valeur de la vitesse limite (vitesse atteinte lorsque le mouvement de la particule devient uniforme). (1pt)

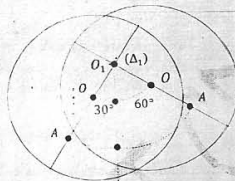
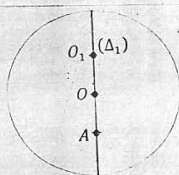
EXERCICE 2 : 6pts

- A. En un point M se superposent deux mouvements d'équations horaires :

$$X_1 = 12 \cos\left(120\pi t + \frac{\pi}{3}\right); X_2 = 10 \cos\left(120\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$$

1. Etablir l'équation $Y(t) = X_1 + X_2$ du point M 1pt
2. Déterminer le décalage horaire existant entre ces deux équations 0.5pt
- B. Un disque mince, homogène de centre O de rayon $R = 0.2 \text{ m}$ et de masse M peut osciller sans frottement autour d'un axe (Δ_1) perpendiculaire à son plan et passant par le milieu O₁ d'un de ses rayons. En un point A symétrique d'O₁ par rapport à O. On place une surcharge de masse ponctuelle de masse $m = M/2$.
 1. Montrer que le moment d'inertie de l'ensemble par rapport à (Δ_1) est $\frac{5}{4}MR^2$. 1pt
 2. Déterminer par rapport à O₁ le centre de gravité G fonction de R. 0.5pt
 3. On écarte le pendule de sa position d'équilibre d'un petit angle θ_m et l'abandonne sans vitesse initiale.

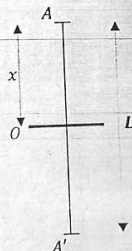
- 3.1. Etablir l'équation différentielle du mouvement de ce pendule et en déduire la nature de son mouvement. 1pt
- 3.2. Calculer la période de ses oscillations. 0.5pt
- 3.3. Calculer la longueur du pendule synchrone à ce pendule pesant.
4. On écarte le pendule de 60° de sa position d'équilibre et l'abandonne sans vitesse initiale. Après être repassé par la position d'équilibre, et à l'instant où O_1A fait 30° avec la verticale ; la surcharge (s) se détache du disque (D).
 - 4.1. Calculer la vitesse angulaire au moment de la libération de la surcharge. 1 pt
 - 4.2. En déduire la vitesse linéaire de la surcharge à cet instant 0.5 pt.



EXERCICE 3 : 4pts

Un disque plat homogène de rayon $R=15\text{cm}$ est suspendu par son centre O à un fil de torsion de constante de torsion C . C est inversement proportionnelle à la longueur l du fil. L'autre extrémité A est fixe. On écarte le disque d'un angle $\frac{\pi}{3}$ de sa position initiale à $t=0\text{s}$. On constate que 20 oscillations ont une durée de 40s.

1. Déterminer la nature du mouvement de ce disque et écrire son équation horaire. 1pt
2. Calculer la constante de torsion C du fil sachant que le moment d'inertie du disque est $J=2.25 \times 10^{-3} \text{ kg.m}^2$.
3. Le disque est maintenu à présent à la distance $AO=x$ sur le fil d'extrémités A et A' fixes. 1pt
 - 3.1. déterminer en fonction de T_0 , l et x la période des oscillations du disque.
 - 3.2. Pour quelle valeur de x cette période est maximale ? 0.5pt
 - 3.3. Quelle est cette période ? 0.5pt



EXERCICE 4 : 4PTS

On considère le dispositif de Young avec $a = 0.8\text{mm}$; $D = 2\text{m}$; $\lambda = 0.56\mu\text{m}$.

1. Calculer l'interfrange i 0.25pt
2. On recouvre la fente F_1 par une lame à face parallèle d'indice n et d'épaisseur e_0 .
 - 2.1. Déterminer la nouvelle différence de marche. 1pt.
 - 2.2. On augmente progressivement l'épaisseur de la lame. On observe t alors un déplacement progressif des franges sur l'écran, indiquer le sens du déplacement, justifier. 1pt.
 - 2.3. Pour e_0 , on observe une frange sombre en O et lorsqu'on fait varier l'épaisseur de la lame, on voit défiler k franges brillantes (k entier) jusqu'à ce que l'épaisseur devienne e et une frange noire en O, calculer $e-e_0$ sachant que $k=9$; $\lambda = 0.56\mu\text{m}$ et $n=1.5$.
- 2.4. On supprime la lame et on remplace la source de lumière par une seconde source de lumière blanche composée de radiations comprises entre $\lambda = 0.4\mu\text{m}$ et $\lambda = 0.75\mu\text{m}$.
 - 2.4.1. Qu'observe-t-on sur l'écran E ? 0.5pt
On dispose de la fente d'un spectroscope en un point E à la distance $x=15\text{mm}$ de O.
 - 2.4.2. Quel est l'aspect du spectre observé dans l'appareil ? 0.5pt
 - 2.4.3. Quelles sont les longueurs d'ondes des radiations des radiations complètement éteintes ? 1pt