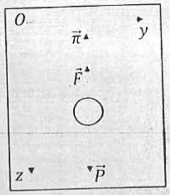
CORRECTION PHYSIQUES 2008

EXERCICE 1 :



1. Forces exercés sur une particule
   $\vec{\pi} = poussée\ d'archimède;$
   $\vec{F} = Force\ de\ frottement;$
   $\vec{P} = Poids\ de\ la\ particule$

2. Unité de f à partir de l'analyse dimensionnelle
   $F = fv;\quad v(m.s^{-1});\quad F(N)$
   $f = \frac{F}{v} = \frac{[N]}{[L][T^{-1}]} = [N][L^{-1}][T]$; D'où $f(Ns/m)$

3. En appliquant la troisième loi de Newton, on a :
   $\vec{F} + \vec{\pi} + \vec{P} = m\vec{a};\quad \vec{\pi} = -\frac{4}{3}\pi\rho_1 gR^3\vec{k};\quad \vec{F} = -f\vec{V};\quad \vec{P} = m\vec{g}$
   Après projection suivant (OZ), on a : $-fv - \frac{4}{3}\pi\rho_1 gR^3 + mg = m\frac{dv}{dt}$
   $\Rightarrow\ \frac{dv}{dt} + \frac{f}{m}v = g - \frac{\rho_1}{\rho_2}g \quad\Leftrightarrow\quad \frac{dv}{dt} + \frac{f}{m}v = g(1 - \frac{\rho_1}{\rho_2})$

4.
   4.1. En dérivant l'équation précédente, nous obtenons $\frac{d^2v}{dt^2} + \frac{f}{m}\frac{dv}{dt} = 0$
   En posant $V = \frac{dv}{dt}$, nous obtenons l'équation (E') régie par V : $\frac{dV}{dt} + \frac{f}{m}V = 0$

   4.2. La solution de (E') est de la forme : $V = k_1 e^{-\frac{f}{m}t}$; $\quad (k_1 \in R)$

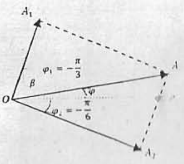
   4.3. Expression de v
   $V = \frac{dv}{dt} = k_1 e^{-\frac{f}{m}t} \quad\Rightarrow\quad v = -\frac{mk_1}{f}e^{-\frac{f}{m}t} + k_2$
   A t=0 ; $v = 0 \quad\Rightarrow\quad -\frac{mk_1}{f} + k_2 = 0$ et d'après (E), la solution s'écrit :
   $v = ke^{-\frac{f}{m}t} + \frac{m}{f}g[(\rho_2 - \rho_1)]$ Où $k_1 = g\left[\frac{(\rho_2-\rho_1)}{\rho_2}\right]$ et $k_2 = \frac{m}{f}g\left[\frac{(\rho_2-\rho_1)}{\rho_2}\right]$

   4.4. Valeur de la vitesse limite (vitesse atteinte lorsque le mouvement devient uniforme)
   De (E), on a, $\frac{dv}{dt} = 0 \quad\Rightarrow\quad \frac{f}{m}v = g\left[\frac{(\rho_2-\rho_1)}{\rho_2}\right] \Leftrightarrow\ v_{lim} = \frac{m}{f}g\left[\frac{(\rho_2-\rho_1)}{\rho_2}\right]$
   AN : $v_{lim} = \frac{5\times10^{-14}}{3.1\times10^{-13}} \times 9{,}8 \times \left(\frac{1{,}5\times10^{3}-10^{3}}{1{,}5\times10^{3}}\right) = 0{,}527\ m.s^{-1}$

EXERCICE 2 :

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

1. Equation horaire du point M
   $Y_M(t) = X_1 + X_2$. Y_M est de la forme $Y_M(t) = A\cos(120\pi t + \varphi)$ avec A son amplitude et φ sa phase initiale.
   En utilisant la construction de Fresnel, on a :



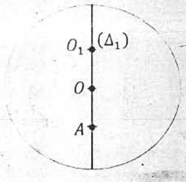
   $A = \|\overline{OA}\| = \sqrt{OA_1{}^2 + OA_2{}^2} = \sqrt{12^2 + 10^2} = 15{,}62$
   $\cos\beta = \frac{OA_1}{OA} = \frac{12}{15.62} = 0{,}768 \quad\Rightarrow\quad \beta = 39{,}8° = 0{,}22\,\pi\ rad$

$\varphi = \varphi_1 - \beta = \frac{\pi}{3} - 0{,}22\pi = 0{,}11\pi$

2. Décalage horaire entre les 2 équations

$\varphi_1 - \varphi_2 = \omega\theta = \frac{\pi}{2} \quad \Leftrightarrow \quad \theta = \frac{\pi}{2\omega} = \frac{\pi}{2(120\pi)} = 4{,}17 \times 10^{-3}\ s$

B.



1. Montrons que $J = \frac{5}{4}MR^2$

On a $J = J_1 + J_2$

Où J_1 est le moment d'inertie de du disque et J_2 moment d'inertie de la charge.

$J_1 = \frac{MR^2}{2} + \frac{MR^2}{4} \quad et \quad J_2 = md^2 = \frac{MR^2}{2}$

$\Rightarrow J = \frac{MR^2}{2} + \frac{MR^2}{4} + \frac{MR^2}{2} = \frac{5}{4}MR^2$

2. Centre de gravité par rapport à O_1 :

On a: $M\overrightarrow{GO} + \frac{M}{2}\overrightarrow{GA} = \vec{0} \quad \Leftrightarrow \quad M(\overrightarrow{GO_1} + \overrightarrow{O_1O}) + \frac{M}{2}(\overrightarrow{GO_1} + \overrightarrow{O_1A}) = \vec{0}$

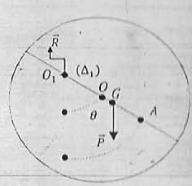
$\Leftrightarrow \frac{3}{2}M\overrightarrow{O_1G} = M\overrightarrow{O_1O} + \frac{M}{2}\overrightarrow{O_1A} = 2M\overrightarrow{O_1O} \quad car \quad \overrightarrow{O_1A} = 2\overrightarrow{O_1O}$

$\Rightarrow \overrightarrow{O_1G} = \frac{4}{3}\overrightarrow{O_1O}$

3.

3.1. Equation différentiel du mouvement du pendule

Appliquons le TCI pour les solides en rotation autour d'un axe :



On a : $\sum M_{\Delta_1}(\vec{F}_{ext}) = J\frac{d^2\theta}{dt^2}$

$\Rightarrow M_{\Delta_1}(\vec{P}) + M_{\Delta_1}(\vec{R}) = J\frac{d^2\theta}{dt^2} \quad or \quad M_{\Delta_1}(\vec{R}) = 0$

Car $\vec{R}$ rencontre (Δ_1) et $M_{\Delta_1}(\vec{P}) = -MgO_1G\sin\theta$

$\Rightarrow \frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{MgO_1G}{J}\sin\theta = 0 \quad \Leftrightarrow \quad \frac{d^2\theta}{dt^2} + Mg\frac{\frac{2}{3}R}{\frac{5}{4}MR^2}\sin\theta$

$\Leftrightarrow \frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{8g}{15R}\sin\theta = 0$

Le mouvement du pendule est circulaire sinusoïdale.

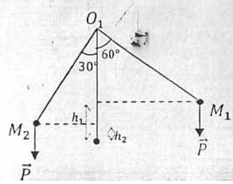
3.2. Calcule de la période $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{8g}{15R}}} = 2\pi\sqrt{\frac{15R}{8g}}$

AN: $T = 2\pi\sqrt{\frac{15\times0{,}2}{8\times9{,}8}} = 0{,}61\ s$

3.3. Calcul de la longueur du pendule simple synchrone à notre pendule

$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{15R}{8g}} \quad \Leftrightarrow \quad l = \frac{15R}{8} = 15 \times \frac{0{,}2}{8} = 0{,}375\ m$

4.



4.1. Vitesse angulaire au moment de la libération de la surcharge

En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, on a :

$Ec_{M2} - Ec_{M1} = \sum W_{M1M2}$

$Ec_{M1} = 0$ Car la vitesse initiale est nulle.

$\Rightarrow \quad \frac{1}{2}J\dot{\theta}^2 = Mgh_1 - Mgh_2$

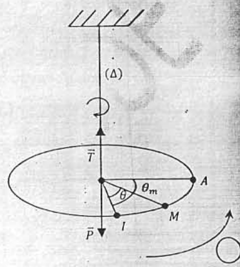
$\Leftrightarrow \quad \frac{1}{2}J\dot{\theta}^2 = MgO_1G(1-\cos 60°) - MgO_1G(1-\cos 30°) \Leftrightarrow \frac{1}{2}J\dot{\theta}^2 = MgO_1G(\cos 30° - \cos 60°)$

$\Leftrightarrow \quad \dot{\theta} = \sqrt{\frac{16g}{15R}(\cos 30° - \cos 60°)} = \sqrt{\frac{16\times 9{,}8}{15\times 0{,}2}(\cos 30° - \cos 60°)} = 4{,}374\ rad.s^{-1}$

4.2. Vitesse linéaire de la surcharge

$v = R\dot{\theta} = 0{,}2 \times 4{,}374 = 0{,}875\ m.s^{-1}$

EXERCICE 3



1. Nature du mouvement.

Appliquons le TCI pour les solides en rotation autour d'un axe :

On a: $\sum M_\Delta(\overrightarrow{F_{ext}}) = J\frac{d^2\theta}{dt^2} \Leftrightarrow M_\Delta(\vec{P}) + M_\Delta(\vec{T}) + M = J\frac{d^2\theta}{dt^2}$

Or $M_\Delta(\vec{T}) = M_\Delta(\vec{P}) = 0$ car $\vec{R}$ et $\vec{P}$ rencontrent l'axe. Et $M = -C\theta$

$\Rightarrow -C\theta = J\frac{d^2\theta}{dt^2} \Leftrightarrow \frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{C}{J}\theta = 0 \quad ; \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{C}{J}} \Rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{J}{C}}$

Le mouvement est circulaire sinusoïdal.

2. Equation horaire du mouvement : $\theta = \theta_m \sin(\omega t + \varphi)$

Les oscillations durent 40 s donc une oscillation dure 2s.

T=2s $\quad T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{J}{C}} \Rightarrow C = \left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 J$ AN: $c = 0{,}02\ m.N/rad$

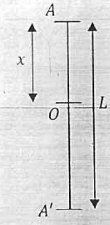
3.

3.1. Nouvelle période T' des oscillations du disque.

$T' = 2\pi\sqrt{\frac{J}{C'}}$. Or la constante de torsion est inversement proportionnelle à la longueur du fil ,

donc : $C' = \frac{k}{x}$ et $C = \frac{k}{l} \Rightarrow C' = \frac{l}{x}C$

$T' = 2\pi\sqrt{\frac{J}{\frac{l}{x}C}} \Leftrightarrow T' = \sqrt{\frac{x}{l}}T_0$



3.2. Cette période est maximale pour x=l

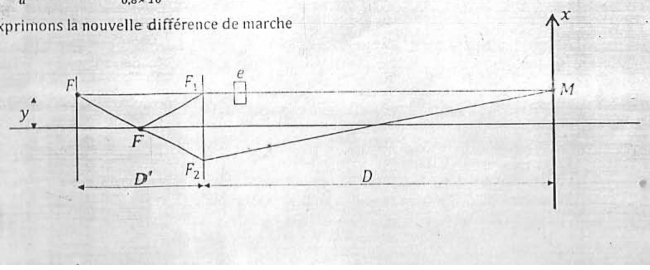
3.3. Cette période maximale vaut alors $T_{max} = T_0 = 2s$

EXERCICE 4

1. Interfrange

$i = \frac{\lambda D}{a}$; AN : $i = \frac{0{,}56\times 10^{-6}\times 2}{0{,}8\times 10^{-3}} = 1{,}4\times 10^{-3}\ m$

2. Exprimons la nouvelle différence de marche



Soit t le temps nécessaire à la lumière pour traverser la lame d'épaisseur e. On a : $t = \frac{e}{c'}$ avec $c' = \frac{c}{n}$. Pendant ce temps la lumière aurait parcouru dans l'air le trajet : $e' = ct = \frac{ce}{c'} = ne$. Le trajet F_1M à alors augmenté de $e' - e = (n-1)e$ d'où la nouvelle différence de marche : $\delta = F_1M - F_1M = \frac{ax}{D} - (n-1)e$

3. L'augmentation de l'épaisseur de la lame entraine un déplacement progressif des franges du coté opposé de la lame, ceci est dû à la diminution de la différence de marche δ

4. Calcul de $e - e_0$

Les 2 différences de marche s'écrivent :

$\delta = \frac{ax}{D} - (n-1)e \quad et \quad \delta' = \frac{ax'}{D} - (n-1)e_0$

La frange centrale en O à laissée place à une frange noire donc $\delta = k\lambda \quad et \quad \delta' = (k+1/2)\lambda$ on a : $\delta - \delta' = \frac{1}{2}\lambda$ et de plus 9 franges brillantes ont défilés donc $x' - x = 9{,}5i$ soit $\delta - \delta' = \frac{a(x'-x)}{D} + (n-1)(e - e_0) \iff e - e_0 = \frac{\left(\frac{1}{2}\lambda - \frac{9{,}5ai}{D}\right)}{n-1}$

AN : $e - e_0 = \frac{\left(\frac{1}{2}\times 0{,}56\times 10^{-6} - \frac{9{,}5\times 0{,}8\times 10^{-3}\times 1{,}4\times 10^{-3}}{2}\right)}{1{,}5-1} = 1{,}008\times 10^{-5}\ m$

5.

5.1. On observe sur l'écran E des raies noires sur le spectre continu de la lumière blanche.

5.2. On observe dans l'appareil un spectre cannelé

5.3. Longueur d'onde des radiations complètement éteintes :

Calculons la différence de marche à distance $x = 15\ m$. L'ordre d'interférence s'écrit : $p = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{6}{\lambda}$.

$\delta = \frac{ax}{D} = 6\times 10^{-6} = 6\ \mu m$. Pour le spectre du visible, $0{,}4\ \mu m \le \lambda \le 0{,}75\mu m$

$\Rightarrow \quad 0{,}4\ um \le \frac{6}{p} \le 0{,}75\mu m$ Les radiations éteintes ont pour ordre d'interférence $p = k' + \frac{1}{2}$ donc

$0{,}4 \le \frac{6}{k'+\frac{1}{2}} \le 2 \iff 8 \le k' + \frac{1}{2} \le 15 \iff 8 \le k' \le 15$

On obtient les ordres d'interférences suivants :

P	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5
$\lambda\ (\mu m)$	0,7	0,63	0,57	0,52	0,48	0,44	0,41