ANALOGIES ET DIFFERENCES

PHYSIQUE I : Interprétation d'un mouvement dans deux référentiels

A - Etude dans le référentiel R du laboratoire :

A-1 Les forces sont : le poids, la réaction et la force élastique.
Le poids et la réaction du support se compensent.

$\dfrac{d\overrightarrow{L_o}}{dt} = \overrightarrow{OM} \wedge \vec{f} = \vec{0}$: Il y a conservation du moment cinétique.

A-2-1 $\vec{L}_o = cte = \overrightarrow{L_o}(t=0) = \vec{0}$:
Le mouvement est rectiligne suivant l'axe Ox.

A-2-2 D'après la relation fondamentale, $m\dfrac{d^2l}{dt^2} + k(l - l_o) = 0$: $\dfrac{d^2l}{dt^2} + \dfrac{k}{m}(l - l_o) = 0$

$l = l_o + A\cos(\omega_o t) + B\sin(\omega_o t)$ avec $\omega_o = \sqrt{\dfrac{k}{m}}$.

A t=0 , $l = 1.2l_o$ et $\dfrac{dl}{dt} = 0$ alors A= $0.2l_o$ et $B = 0$: $\boxed{l = l_o + 0,2l_o\cos(\omega_o t)}$

et $\boxed{l \in [0,8l_o, 1,2l_o]}$

A-3-1 $\overrightarrow{L_o} = mr^2\left(\dfrac{d\theta}{dt}\right)\vec{k}$

$\overrightarrow{L_o} = cte = \overrightarrow{L_o}(t=0) = ml_1^2\omega\vec{k}$

A-3-2 La tension dérive d'une énergie potentielle, $E_p = \dfrac{1}{2}k(r - l_o)^2$

Il n'y a pas à tenir compte de l'énergie potentielle de pesanteur car le mouvement est dans un plan perpendiculaire à $\vec{g}$. E_p est constante.
Le poids et la réaction ne travaillent pas ici. Il y a conservation de l'énergie mécanique car la tension dérive d'une énergie potentielle.

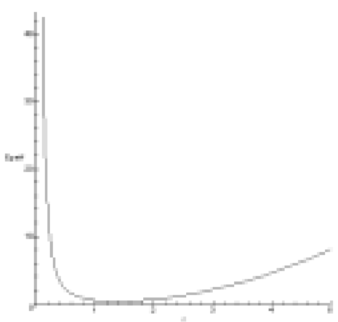
$$E_m = \frac{1}{2}ml_1^2\omega^2 + \frac{1}{2}k(l_1 - l_o)^2$$

$$E_m = \frac{1}{2}m\left(\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2\right) + \frac{1}{2}k(r - l_o)^2 .$$

A-3-3 $E_m = \dfrac{1}{2}m\left(\dfrac{dr}{dt}\right)^2 + \left(\dfrac{1}{2}m\dfrac{l_1^4\omega^2}{r^2} + \dfrac{1}{2}k(r - l_o)^2\right)$

$$E_{p_{eff}} = \frac{1}{2}m\frac{l_1^4\omega^2}{r^2} + \frac{1}{2}k(r - l_o)^2$$

NB : (G) = graphe.

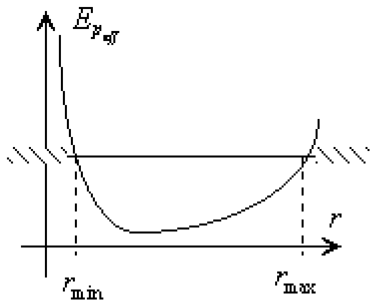


A-3-4 Si on superpose au graphe précédent, la droite E_m =cte, la trajectoire est toujours bornée entre 2 cercles de rayons r_{min} et r_{max}. La masse ne peut donc pas s'éloigner indéfiniment.

Autre méthode possible :

Comme L est constant, OM est borné donc M ne peut aller à l'infini

NB : Chaque correcteur appréciera une réponse à sa juste valeur.



A-3-5 La vitesse ne peut s'annuler à cause de la conservation du moment cinétique.

A-3-6 La distance r ne peut s'annuler à cause de la conservation du moment cinétique.
On peut le constater aussi sur la barrière de potentielle, $r>r_{min}$.

A-4-1 Si $r = l_1$ est constant, à cause de la conservation du moment cinétique, $\frac{d\theta}{dt} = \frac{ml_1^2\omega}{mr^2} = \omega$: le mouvement est circulaire uniforme.

A-4-2 Le mouvement circulaire correspond au minimum de $E_{p_{eff}}$ pour $r=l_1$.

Or, $\frac{dE_{p_{eff}}}{dr} = -m\frac{l_1^4\omega^2}{r^3} + k(r-l_o) = 0$ pour $r=l_1$ alors $m\frac{l_1^4\omega^2}{l_1^3} = k(l_1 - l_o)$: $(k-m\omega^2)l_1 = kl_o$:

$\boxed{l_1 = \frac{kl_o}{k-m\omega^2}}$ si $\boxed{\omega < \sqrt{\frac{k}{m}}}$.

Autre méthode :

On peut utiliser la base de Frenet : $m\frac{v^2}{l_1} = k(l_1 - l_o) = m\frac{l_1^2\omega^2}{l_1}$ alors $\boxed{l_1 = \frac{kl_o}{k-m\omega^2}}$

B - Etude dans un référentiel R' en rotation uniforme autour d'un axe fixe :

B-1 $\overrightarrow{f_{ie}} = m\omega^2 r\overrightarrow{e_r}$; $\overrightarrow{f_{ic}} = -2m\omega\vec{k}\wedge\frac{dr}{dt}\overrightarrow{e_r} = -2m\omega\frac{dr}{dt}\overrightarrow{e_\theta}$

B-2 $\overrightarrow{f_{ie}} = m\omega^2 r\overrightarrow{e_r}$ dérive d'une énergie potentielle $E_p = -\frac{1}{2}m\omega^2 OM^2 = -\frac{1}{2}m\omega^2 r^2$ + démonstration(D)

B-3 La force de Coriolis ne travaille pas car orthogonale à la vitesse.

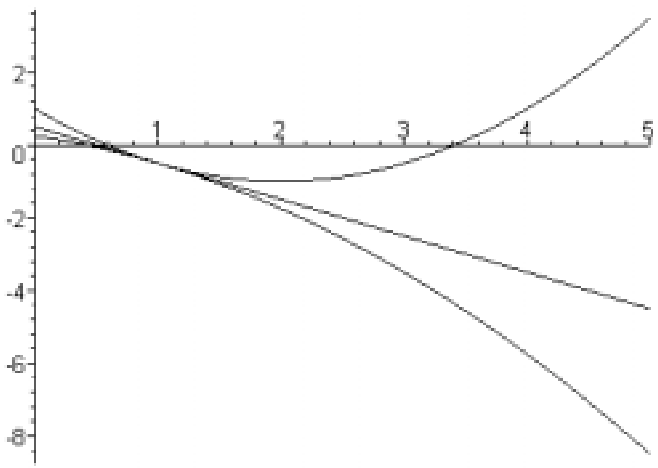
B-4 $E_p = \frac{1}{2}k(r-l_o)^2 - \frac{1}{2}m\omega^2 r^2$

$\frac{dE_p}{dr} = k(r-l_o) - m\omega^2 r$ soit

$\frac{dE_p}{dr} = (k-m\omega^2)r - kl_o$

On a 3 cas possibles :

- $\omega < \sqrt{\frac{k}{m}}$
- $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$
- $\omega > \sqrt{\frac{k}{m}}$



B-5 L'équilibre correspond à $\frac{dE_p}{dr} = 0$ alors $k(l_2 - l_o) = m\omega^2 l_2$: $l_2 = \frac{kl_o}{k-m\omega^2}$ si $\omega < \sqrt{\frac{k}{m}}$.

L'équilibre est stable car on a un minimum d'énergie potentielle.
Le mouvement est circulaire uniforme.

B-6 On trouve $l_1=l_2$: les deux référentiels sont donc équivalents pour le mouvement circulaire et uniquement pour ce cas bien sûr !!

PHYSIQUE II : Transitoire thermique et électrique

C - Transitoire électrique :

C-1 $u_c\left(0^+\right)=0$ car il y a conservation de l'énergie donc de la tension ; $i\left(0^+\right)=\dfrac{E}{R+R_g}$
C-2 $E=\left(R+R_g\right)C\dfrac{du_c}{dt}+u_c$
C-3 $\tau=\left(R+R_g\right)C$: temps caractéristique du transitoire : Après quelques τ, on atteint le régime permanent.
C-4 $u_c\left(t\right)=E\left(1-\exp\left(-\dfrac{t}{\tau}\right)\right)$
C-5 $0.9E=E\left(1-\exp\left(-\dfrac{t_1}{\tau}\right)\right)$ alors $t_1=\ln(10)\tau=2.3\tau$
C-6 (2) e(t) et (1) u_c(t) car il y a continuité de u_c
C-7 Couplage DC (AC "alternative current " étant réservé pour un signal sinusoïdal)
C-8 Au point P, on a un diviseur de tension : $u_c=\dfrac{RE}{R+R_o}=\dfrac{2}{3}E$: $R=2R_g$: $R_g=50\Omega$
C-9 E=6V On mesure le temps de montée : t_m =4.5*0.1=0.45 ms soit τ =0.2 ms Compter 0 si on trace la tangente à l'origine (pas sur l'oscillo !!)(les candidats ont "normalement" fait des Tp et appris à utiliser l'oscilloscope). Alors $\boxed{C=\dfrac{\tau}{\left(R+R_g\right)}=1.3\mu F}$ (tolérance entre 1 et 1.5 μF)
C-10 Il faut que T>8*2*0.1=1.6 ms soit f<625 Hz.
C-11 On permute R et C ou on utilise la touche (-CH1) et (ADD) de l'oscilloscope ou on dispose d'oscilloscopes à entrée différentielle,……

D - Transitoire thermique :

D-1 A pression constante, $\delta Q=dH$. On peut aussi accepter $\delta Q=dU$ car les liquides sont quasiment incompressibles.
D-2 $dH=\left(\Gamma+mc\right)dT=\delta Q=-k\left(T-T_{ext}\right)dt+\dfrac{U^2}{R}dt$ PS : On peut aussi admettre $dH=\delta Q+\delta W_e=-k\left(T-T_{ext}\right)dt+\dfrac{U^2}{R}dt$ Alors $\boxed{\dfrac{dT}{dt}+\dfrac{k}{\Gamma+mc}T=\dfrac{k}{\Gamma+mc}\left(\dfrac{U^2}{Rk}+T_{ext}\right)}$ alors $\boxed{\tau=\dfrac{mc+\Gamma}{k}}$ et $\boxed{T_M=\dfrac{U^2}{Rk}+T_{ext}}$

T_M est la température en régime permanent : l'effet joule compense alors les fuites thermiques.
D-3 $dH = (\Gamma + mc)dT = \delta Q = -k(T - T_{ext})dt$: $\boxed{\dfrac{dT}{dt} + \dfrac{k}{\Gamma + mc}T = \dfrac{k}{\Gamma + mc}T_{ext}}$ $T(t) = T_{ext} + (T_o - T_{ext})\exp\left(-\dfrac{t}{\tau}\right)$
D-4 On trace la tangente à l'origine : $\tau = 120s$ (tolérance entre 100 et 150 s) et $T_{ext} = 20°C$ Alors $k = \dfrac{mc + \Gamma}{\tau}$ =7.38 W/K.
D-5 On lit T_o= 45°C. $\Delta S_{calorimètre} = \displaystyle\int_{T_o}^{T_{ext}} \dfrac{\Gamma dT}{T} = \Gamma \ln\left(\dfrac{T_{ext}}{T_o}\right)$= -4.09 J.K^{-1} $\Delta S_{eau} = \displaystyle\int_{T_o}^{T_{ext}} \dfrac{mcdT}{T} = mc\ln\left(\dfrac{T_{ext}}{T_o}\right)$=-68.41J.K^{-1} $S_e = (mc + \Gamma)\dfrac{T_{ext} - T_o}{T_{ext}}$ =- 75.56 J.K^{-1} $S_c = \Delta S_{eau} + \Delta S_{calorimètre} - S_e$ = 3.05 J.K^{-1} >0 Cela traduit l'irréversibilité de la transformation.