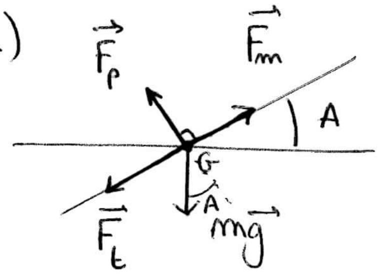
DS5

Physique

Ex. 1

1) a)



b) mouvement rectiligne uniforme : $\vec{a} = \vec{0}$

PFD $\Rightarrow \sum \vec{F} = m\vec{a} = \vec{0}$

- selon l'axe longitudinal : $F_m - F_t - mg\sin A = 0$
- selon l'axe $\perp$: $F_p - mg\cos A = 0$

c) $F_p = mg\cos A \Leftrightarrow \frac{1}{2}\rho S v^2 C_p = mg\cos A \Rightarrow v = \sqrt{\dfrac{2mg\cos A}{\rho S C_p}}$

d) $P_m = \vec{F}_m \cdot \vec{v} = F_m v$

e) $P_{m0} = mg\dfrac{C_t}{C_p}\underbrace{\sqrt{\dfrac{2mg}{\rho S C_p}}}$

$[mg] = \text{force} = M.L.T^{-2}$

$[\rho S] = \dfrac{M}{L^3} \times L^2 = M.L^{-1}$

$\left[\sqrt{\dfrac{2mg}{\rho S C_p}}\right] = L.T^{-1}$

C_t et C_p sans dimensions

ou + simple $M.L^{-1}$ d'après c

puissance = force × vitesse

$[P_{m0}] = [\text{force}][\text{vitesse}] = [\text{puissance}]$

P_{m0} est bien 1 puissance

AN : $f_0 = \dfrac{0{,}24}{0{,}008} = 30$ $\qquad P_{m0} = 20\text{ kW}$

f) si $\sin A \simeq A$ et $\cos A \simeq 1$
en radians

$P_m \simeq P_{m0}(1 + f_0 A) \to A \simeq \dfrac{1}{f_0}\left(\dfrac{P_{m\max}}{P_{m0}} - 1\right) = 0{,}05\text{ rad}$

$A \simeq 3°$.

g) $v_z = v\sin A = \sqrt{\dfrac{2mg\cos A}{\rho S C_p}}\sin A = 1{,}33\text{ m.s}^{-1}$

h) $\eta = \dfrac{F_p}{mg} = \cos A \simeq 1$ sensation d'apesanteur.

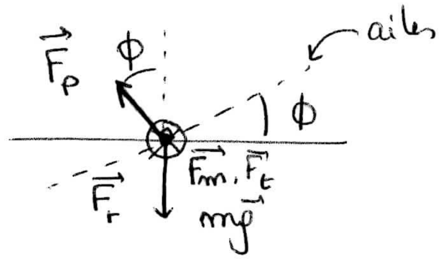
2) a) $\vec{OG} = R\vec{u_r}$

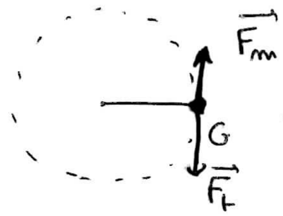
b) $\vec{v} = R\dot{\theta}\vec{u_\theta}$ $\quad \vec{a} = -R\dot{\theta}^2\vec{u_r} + R\ddot{\theta}\vec{u_\theta}$ $\quad$ si $v = Cte$ $\dot{\theta} = Cte$ $\ddot{\theta} = 0$

$\vec{a} = -R\dot{\theta}^2\vec{u_r}$

c) $v = R\dot{\theta} \rightarrow \dot{\theta} = \dfrac{v}{R} \Rightarrow \vec{a} = -\dfrac{v^2}{R}\vec{u_r}$

d)





vue de dessus

e) selon $\vec{u_r}$: $-m\dfrac{v^2}{R} = -F_p \sin\phi$

selon $\vec{u_\theta}$: $0 = F_m - F_t$

selon $\vec{u_z}$: $0 = -mg + F_p \cos\phi$

f) $m\dfrac{v^2}{R} = F_p \sin\phi$ $\quad F_p = \dfrac{mg}{\cos\phi} \rightarrow \cancel{m}\dfrac{v^2}{R} = \cancel{m}g \tan\phi \Rightarrow R = \dfrac{v^2}{g\tan\phi}$

g) $\eta = \dfrac{F_p}{mg} = \dfrac{1}{\cos\phi}$

h) $R_{min} = \dfrac{v^2}{g\tan\phi_{max}}$ $\quad \tan\phi = \eta \times \sin\phi = \eta\sqrt{1-\cos^2\phi} = \eta\sqrt{1-\dfrac{1}{\eta^2}}$

$= \sqrt{\eta^2 - 1}$

$$R_{min} = \frac{v^2}{g\sqrt{\eta_{max}^2 - 1}}$$

Exercice n°2

1) a) TMC selon l'axe de rotation de la machine : $J\dfrac{d\omega}{dt} = -k\omega + C_0$

$$\frac{d\omega}{dt} + \frac{k}{J}\omega = \frac{C_0}{J}$$

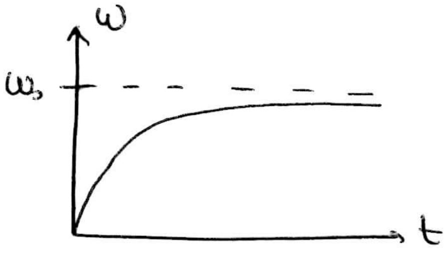
b) $\dfrac{1}{\tau} = \dfrac{k}{J} \rightarrow \tau = \dfrac{J}{k}$ $\quad \omega_0$ = solution particulière $= \dfrac{C_0}{k}$

c) $\omega(t) = A\exp(-t/\tau) + \dfrac{C_0}{k}$ $\quad \omega(0) = 0 \Rightarrow A = -\dfrac{C_0}{k}$

$$\omega(t) = \frac{C_0}{k}\left(1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)\right)$$

d) $T_{95\%} = 3\tau = \frac{3J}{k}$

e)



2) a) TMC $\Rightarrow J\frac{d\omega}{dt} = -k\omega + C_0(1+\eta\cos(\Omega t))$ $\quad k\omega_0 = C_0$

$\omega = \omega_0(1+\varepsilon(t)) \to J\omega_0\frac{d\varepsilon}{dt} = \cancel{-k\omega_0} - k\omega_0\varepsilon + \cancel{C_0} + C_0\eta\cos(\Omega t)$

$\to \frac{d\varepsilon}{dt} + \frac{1}{\tau}\varepsilon = \frac{C_0\eta}{J\omega_0}\cos(\Omega t) = \frac{k\eta}{J}\cos(\Omega t)$

b) solution homogène : $\varepsilon_H = A\exp(-t/\tau)$ tend rapidement vers zéro

solution particulière : $\varepsilon_p = a\cos(\Omega t+\varphi)$

$\varepsilon(t) = \varepsilon_H + \varepsilon_p \simeq a\cos(\Omega t+\varphi)$ rapidement ($\sim$ au bout de 5τ)

c) on pose $\underline{\varepsilon} = a\,e^{j(\Omega t+\varphi)}$ $\quad \cos(\Omega t) \to e^{j\Omega t}$ en $\mathbb{C}$

équa. dif $\Rightarrow j\Omega\underline{\varepsilon} + \frac{1}{\tau}\underline{\varepsilon} = \frac{k}{J}\eta\,e^{j\Omega t} \to j\Omega\underline{\varepsilon} + \frac{\underline{\varepsilon}}{\tau} = \frac{\eta}{\tau}e^{j\Omega t}$

$\underline{\varepsilon} = \dfrac{\frac{1}{\tau}\eta\,e^{j\Omega t}}{\frac{1}{\tau} + j\Omega}$ $\quad a = |\underline{\varepsilon}| = \dfrac{\eta/\tau}{\sqrt{\frac{1}{\tau^2}+\Omega^2}}$

$\Omega t + \varphi = \arg(\underline{\varepsilon}) = \Omega t - \arctan(\Omega\tau)$

$\varphi = -\arctan(\Omega\tau)$

3) anneau massif grand rayon } masse éloignée de l'axe de rotation $\Rightarrow$ on augmente J.

en augmentant J on augmente τ et on diminue a $\to$ la machine est stabilisée sans modifier ω_0 (indépendant de J)

Chimie :

(A) 1) $P_{CO_2} = \dfrac{0,035}{100} P_T = 3,5 \times 10^{-4}$ bar

2) $K° = \dfrac{[CO_2]\, P°}{P_{CO_2}} \Rightarrow [CO_2] = 3,5 \times 10^{-4} \times 3,37 \times 10^{-2} = 1,2 \times 10^{-5}$ mol/L

3) $H_2CO_3 + H_2O = HCO_3^- + H_3O^+$ $\qquad$ $(CO_2 + 2H_2O = HCO_3^- + H_3O^+)$

4) $K° = 10^{-pKa} = 10^{-6,4}$

5)

H_2CO_3	$+ H_2O$	$= HCO_3^-$	$+ H_3O^+$
C	excès	0	0
$\underbrace{C - x}_{1,2 \times 10^{-5}\text{ mol/L}}$	excès	x	x

$K° = \dfrac{x^2}{1,2 \times 10^{-5}}$

$x = [H_3O^+] = 2,2 \times 10^{-6}$ mol/L

$pH = -\log [H_3O^+] = 5,7$

6) $CO_{2(aq)}$ | 6,4 | HCO_3^- | 10,3 | CO_3^{2-} → pH

$pH = 5,7 \ll 10,3$ $\qquad$ CO_3^{2-} est négligeable.

(B) a) on utilise le diagramme précédent : pH ∈ au domaine de prédominance de HCO_3^-

b) la dissolution de CO_2 dans l'eau puis sa réaction avec l'eau forme de H_3O^+ : le pH ↘.

c) quand le pH ↘ la solubilité du calcaire ↗, cela aura 1 effet néfaste sur les organismes calcaires.

2) a) $Ca(OH)_{2(s)} = Ca^{2+} + 2OH^-$

b)

	$Ca(OH)_{2(s)}$	Ca^{2+}	$2OH^-$	
$t=0$	$m > s$	0	0	dans 1L
t_f	$m - s$	s	$2s$	

la solut° est saturée : $K_s = s \times (2s)^2 = 4s^3$

$s = \sqrt[3]{\dfrac{K_s}{4}} = 0,012$ mol/L

c) $[OH^-] = 2s = 0,024$ mol/L

$pH = -\log \dfrac{10^{-14}}{0,024} = 12,4$

3) a) $NO_2 + 2H^+ + 2e^- = NO + H_2O$

$\begin{cases} HNO_3 + H^+ + e^- = NO_2 + H_2O \quad (\times 4) \\ O_2 + 4H^+ + 4e^- = 2H_2O \quad (\times 1) \end{cases}$

b) O_2 = oxydant il réagit avec NO_2 réducteur

$O_2 + 4\,NO_2 + 2\,H_2O = 4\,HNO_3$

c) $HNO_3 + H_2O = NO_3^- + H_3O^+$

d) $pH = 2,7 \Leftrightarrow [H_3O^+] = 2 \times 10^{-3}$ mol/L $= C_0$ l'acide a totalement réagi avec l'eau c'est donc un acide fort.

e) H_3O^+

f) . $NO(S) + 2 \times (-II) = 0 \rightarrow NO(S) = IV$ do SO_2

. $NO(S) + 4 \times (-II) = -II - NO(S) = VI$ dans SO_4^{2-}

g) $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- = Mn^{2+} + 4H_2O \quad (\times 2)$

$SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^- = SO_2 + 2H_2O \quad (\times 5)$

$2\,MnO_4^{2-} + 5SO_2 + 16H^+ + 10H_2O = 2Mn^{2+} + 8\,H_2O + 5SO_4^{2-} + 20H^+$

$2\,MnO_4^{2-} + 5\,SO_2 + 2\,H_2O = 2Mn^{2+} + 5SO_4^{2-} + 4H^+$

h) $n = CV = 18,8 \times 10^{-3} \times 10^{-3} = 18,8 \times 10^{-6}$ mol

i) $n_{SO_2\,réagi} = \frac{5}{2} n_{MnO_4^{2-}} = \frac{5}{2} \times 18,8 \times 10^{-6}$ mol $= 47 \times 10^{-6}$ mol

j) $m_{SO_2} = 47 \times 10^{-6} \times (32 + 2 \times 16) = 3$ mg

k) m_{SO_2} do $1\,m^3$ > limite → il faudra épuré le gaz