

1)  $\mu(T, P) = \left(\frac{\partial G}{\partial n}\right)_{T, P}$  avec  $G = H - TS$  L'enthalpie libre.

2)  $[\psi] = [G] \cdot L^{-3} = M \cdot L^2 \cdot T^{-2} \cdot L^{-3} = M \cdot L \cdot T^{-2} \cdot L^{-2} = \left[\frac{F}{S}\right]$  On reconnaît la dimension d'une pression.

3 & 4)  $\vec{j} = -\gamma_{elec} \overline{\text{grad}} V$   $\psi$  et  $\vec{j}_M$  sont respectivement les analogues de  $V$  et  $\vec{j}$ , de même  $\gamma = \frac{K}{\rho e g}$ .

Enfin,  $D$  est l'analogie du courant électrique.

$$R_H = \frac{\Psi_A - \Psi_B}{D} \quad (m^{-1} \cdot s^{-1})$$

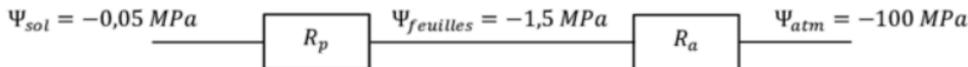
5) Le long d'une racine,  $\int \vec{j}_M \cdot d\vec{l} = \frac{D_r}{s_r} l_r$  mais également  $\int \vec{j}_M \cdot d\vec{l} = -\gamma_r \int d\psi = \gamma_r (\psi_S - \psi_O)$

On en déduit que  $R_r = \frac{\psi_S - \psi_O}{D_r} = \frac{l_r}{\gamma_r s_r}$  Pour  $N$  racines **en parallèle**,  $R_N = \frac{l_r}{N \gamma_r s_r}$

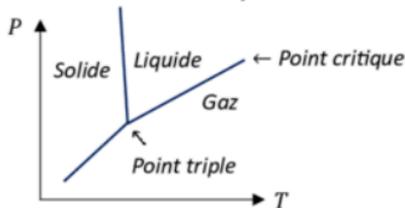
6) Le même débit massique s'écoule à travers ces quatre résistances **en série**,  $R_{eq} = R_N + R_t + R_f + R_a$

7-9)  $\frac{R_a}{R_p} = \frac{98,5}{1,45} \rightarrow R_a = 6,8 \cdot 10^{10} m^{-1} \cdot s^{-1}$   $D = 1,5 g \cdot s^{-1} \rightarrow 63 kg$  d'eau évaporée par pin (par jour)

Ce qui correspond à **19 tonnes** par hectare (par jour), quantité conforme aux valeurs du C.N.P.F.



10 & 11) En considérant  $P_p$  comme étant la pression partielle en pinène,  $\frac{m_p}{V} = \frac{P_p M_p}{RT} = 24 g \cdot m^{-3}$



C'est dangereux.

12-15) Il faudrait le chauffer à **430 K**. La température d'ébullition du mélange est **368 K**.

Les pressions partielles de l'eau et du pinène valent respectivement **0,85 bar** et **0,15 bar**.

Le rapport des nombres de moles dans la phase gazeuse est  $\frac{n_e}{n_p} = \frac{85}{15} \rightarrow \frac{m_e}{m_p} = \frac{85 \cdot 18}{15 \cdot 136} \rightarrow m_e = 0,75 kg$

16)  $n_p = 3,2 \cdot 10^{-2} mol$   $n_{I_{2ex}} = 4,7 \cdot 10^{-2} mol$

17) La transformation est isobare et adiabatique  $\rightarrow \Delta H = 0$

$\rightarrow n_p \Delta_r H^0 + n_{I_{2ex}} (\Delta_{sub} H^0 + C_p (\theta_f - \theta_i)) = 0 \rightarrow \Delta_r H^0 = -101 kJ \cdot mol^{-1}$  **Exothermique**

La sublimation et l'élévation de la température ne laissent guère planer le doute !

$$18) J_F \ddot{\theta} = -m_j g \Delta \sin \theta$$

19) Les oscillations sont dites isochrones lorsque **leur période est indépendante de leur amplitude**. Dans le cas général,  $(j_g)$  n'est pas un pendule isochrone.

Pour  $\theta \ll 1$ , il le devient. Sa pulsation est  $\omega_{os} = \sqrt{\frac{m_j g \Delta}{J_F}}$  et  $\tau_{os} = \pi \sqrt{\frac{J_F}{m_j g \Delta}}$

$$20) \Delta \mathcal{E} = J_O \Omega^2 (\tau_{dc}) + m_b g h$$

21) Le théorème de la puissance mécanique stipule que la dérivée de l'énergie mécanique est égale à la puissance des forces non conservatives, celle fournie par les muscles. Ici, on a de surcroît  $\frac{d\mathcal{E}}{dt} \sim \frac{\Delta \mathcal{E}}{\tau_{dc}}$ .

22) Il suffit de combiner les relations données avec l'expression de  $\Delta \mathcal{E}$  obtenue en Q20.

23 & 24) L'optimisation du pas afin de minimiser la puissance n'a de sens qu'à vitesse  $V_{dc}$  donnée. Dans le contraire, la puissance minimale serait nulle mais on n'irait pas bien loin ( $p = 0$  et  $V_{dc} = 0$ ).

$$\left(\frac{dP}{dp}\right)_{V_{dc}=cste} = 0 \Leftrightarrow p = p_{opt} = \sqrt{\frac{2J_O m_j l_j \Delta}{J_F m_b}} = \frac{l_j}{\sqrt{6}} = \mathbf{41 \text{ cm}}$$

Avec adaptation de la durée  $\tau_{dc} = \frac{p_{opt}}{V_{dc}}$   
 $[\theta_a = 24^\circ \rightarrow \text{Bonjour les petits angles ...}]$

25 & 26) C'est la phase de double contact qui est impactée par la présence des échasses :

$$J_O \rightarrow J_E^* \text{ et } h \rightarrow \frac{p^2}{2(l_j+l^*)} \rightarrow p_{opt}^* = \sqrt{\frac{2J_E^* m_j (l_j+l^*) \Delta}{J_F m_b}} \rightarrow \frac{p_{opt}^*}{p_{opt}} = \sqrt{\frac{J_E^*}{J_O} \left(1 + \frac{l^*}{l_j}\right)} = \sqrt{1 + 4 \frac{l^*}{l_j} + 6 \left(\frac{l^*}{l_j}\right)^2 + 3 \left(\frac{l^*}{l_j}\right)^3}$$

$$p_{opt}^* = \sqrt{14} p_{opt} = \mathbf{1,5 \text{ m}}$$

Comme on l'a dit précédemment, la durée de la phase oscillante est **inchangée** car le moment d'inertie par rapport à  $Fy$  et la distance  $\Delta$  sont identiques du fait de la non prise en compte de la masse de l'échasse.

$$\frac{V^*}{V} = \sqrt{14} \sim \mathbf{3,7} \quad \text{C'est avantageux mais plus fatigant : } \mathcal{P}_{opt} = \frac{2 J_O m_j \Delta}{J_F p_{opt}} gV \text{ alors que } \mathcal{P}_{opt}^* = \frac{2 J_E^* m_j \Delta}{J_F p_{opt}^*} gV^*$$

$$\rightarrow \frac{\mathcal{P}_{opt}^*}{\mathcal{P}_{opt}} = \frac{J_E^*}{J_O} = 1 + 3 \frac{l^*}{l_j} + 3 \left(\frac{l^*}{l_j}\right)^2 = \mathbf{7!}$$

Le modèle hyper simplifié adopté pour cette étude ne semble pas très pertinent.

27 & 28)  $K = \frac{K_{a1}}{K_{a3}K_s} = 14$   $m_d + m_b = 11,0 \text{ g}$  et  $\frac{m_d}{m_b} = \frac{222}{84} \rightarrow m_b = 3,0 \text{ g}$  et  $m_d = 8,0 \text{ g}$

29)  $n_{CO_2} = 3,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \rightarrow V_{CO_2} = 1,3 \text{ L}$

30) Les deux droites correspondent à  $H_3O^+$  (4) et  $HO^-$  (5).

Les courbes (1), (2) et (3) correspondent respectivement à  $H_2P_2O_7^{2-}$ ,  $HP_2O_7^{3-}$  et  $P_2O_7^{4-}$ .

Les maximums des courbes (1), (2) et (3) nous indiquent que  $\log\left(\frac{C_p}{C_0}\right) = -0,4 \rightarrow C_p = 0,4 \text{ mol} \cdot L^{-1}$

Les abscisses de P et Q sont respectivement égales à  $pK_{a1}$  et  $pK_{a2}$  (équi-partition acide/base).

31) A l'équilibre,  $[H_2P_2O_7^{2-}] = [P_2O_7^{4-}]$ . Or  $K_{a1}K_{a2} = \frac{[P_2O_7^{4-}][H^+]^2}{[H_2P_2O_7^{2-}]} \rightarrow [H^+]^2 = 10^{-16} \rightarrow pH = 8$

32) Equations intrinsèques de structure :  $\text{div } \vec{B} = 0$   $\text{rot } \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

Equations de liaison aux sources :  $\text{div } \vec{E} = 0$  (localement neutre)  $\text{rot } \vec{B} = \mu_0 \gamma \vec{E}$  ( $\epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$  négligeable)

33-35)  $\vec{\Delta} \vec{E} - \mu_0 \gamma \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} = \vec{0}$  L'onde proposée se propage selon  $\vec{u}_z$  et est polarisée selon  $\vec{u}_x$ .

$$\underline{k}^2 = -i \frac{2\pi c \mu_0 \gamma}{\lambda} = e^{-i\pi/2} \frac{2\pi c \mu_0 \gamma}{\lambda} \rightarrow \underline{k} = \pm e^{-i\pi/4} \sqrt{\frac{2\pi c \mu_0 \gamma}{\lambda}} = \pm (1-i) \sqrt{\frac{\pi c \mu_0 \gamma}{\lambda}} = \pm \frac{(1-i)}{\delta}$$

L'onde se propageant dans le sens des z croissant, la partie réelle de  $\underline{k}$  doit être positive :  $\underline{k} = \frac{(1-i)}{\delta}$

$\rightarrow \vec{E} = E_0 \vec{u}_x \exp\left(-\frac{z}{\delta}\right) \cos\left(\omega t - \frac{z}{\delta}\right)$  L'amortissement est assuré sur quelques  $\delta$ , l'épaisseur de peau.

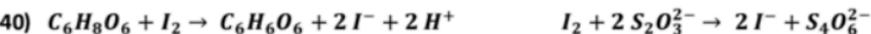
Oui, le modèle est conforme à l'illustration car  $\delta = \sqrt{\frac{\lambda}{\pi c \mu_0 \gamma}}$  croît avec  $\lambda$  donc  $\delta_{UVC} < \delta_{UVB} < \delta_{UVA} < \delta_{IR}$ .

36) On dénombre quatre  $O^{2-}$  ( $2 + 4 * \frac{1}{2}$ ) et deux  $Ti^{4+}$  ( $1 + 8 * \frac{1}{8}$ ) : Deux motifs  $TiO_2$  par maille.

37)  $\mu = \frac{2M_{TiO_2}}{N_A a^2 b} = 4,26 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot m^{-3} \rightarrow$  La forme cristallographique est celle du rutile.

38) La combinaison des deux oxydes dans la composition des crèmes solaires permet d'assurer une bonne protection jusqu'à  $\lambda = 380 \text{ nm}$ . L'absorbance de  $TiO_2$  est importante et donc efficace pour filtrer les UVB mais devient insuffisante pour  $\lambda > 345 \text{ nm}$ , là où celle de  $ZnO$  devient supérieure et complémentaire.

39)  $C_i = 4,92 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$   $C_t = 9,49 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$



41 & 42)  $n_a = C_i V_i - \frac{1}{2} C_t V_t = 5,55 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \rightarrow m_a = 97,7 \text{ mg}$  Le degré de pureté est 97,7 %.