

CCP PSI 2003 , Phys 2

Première partie:

1.1.1 L'admittance s'écrit $\underline{Y}_p = \frac{1}{Z_p} = jC_o\omega + \frac{1}{jL_s\omega + \frac{1}{jC_s\omega}} = \frac{\left(1 + \frac{C_o}{C_s}\right)\left(1 - L_s \frac{C_o \cdot C_s}{C_o + C_s} \omega^2\right)}{-j \frac{1}{C_s\omega} \cdot (1 - L_s C_s \omega^2)}$ soit une impédance $Z_p = -j \frac{1}{(C_o + C_s)\omega} \cdot \frac{1 - L_s C_s \omega^2}{1 - L_s \frac{C_o \cdot C_s}{C_o + C_s} \omega^2} \Rightarrow C = C_o + C_s, \omega_s^2 = \frac{1}{L_s C_s}, \omega_p^2 = \frac{1}{L_s \cdot \frac{C_o \cdot C_s}{C_o + C_s}}$.

1.1.2 A.N. $\omega_s = 5 \cdot 10^4 \text{ rad.s}^{-1}$ $\omega_p = 5,017 \cdot 10^4 \text{ rad.s}^{-1}$ $\frac{\omega_p - \omega_s}{\omega_s} = 3,3 \cdot 10^{-3}$

1.1.3 La puissance moyenne consommée serait dans ces deux cas nulle. Or le cristal piézoélectrique dissipe de l'énergie, et en fournit au milieu à l'extérieur .

1.2 Au voisinage de ω_s , l'impédance de l'association série vaut R_s , soit 10Ω . Celle du condensateur C_o est $3,3 \cdot 10^5 \Omega$. Cette dernière branche est donc négligeable.

1.3.1 On vérifie $\underline{H} = \frac{\underline{V_s}}{\underline{I_e}}$ (conv.) = A $\underline{K} = -\frac{\underline{I_e}}{\underline{V_s}} = -\frac{1}{Z_s}$

1.3.2 La condition de Barkhausen donne $\underline{H} \underline{K} = -1 \Rightarrow A = Z_s$

1.3.3 La relation précédente donne $A_o = R_s$ à la pulsation ω_s , soit une fréquence $f_s = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_s C_s}}$.

1.3.4 Le convertisseur courant-tension fournit plus d'énergie que n'en dissipe le résistor : l'amplitude d'oscillation va croître jusqu'à saturation.

Deuxième partie:

2.1 Sur l'axe Ox: $df_x = P(x).dy.dz - P(x+dx).dy.dz = -\frac{\partial P}{\partial x}.d\tau$ et de même sur les autres axes.

2.2 Accélération particulière.

2.3 Equation de conservation de la masse.

2.4 (1) $\Rightarrow \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = -\frac{1}{\rho_0} \cdot \text{grad}(p)$ (2) $\Rightarrow \frac{\partial \rho}{\partial t} + \rho_0 \cdot \text{div}(\vec{v}) = 0$

2.5 $X_s = \frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial P} = \frac{1}{\rho_0} \frac{\mu}{p} \Rightarrow \mu = X_s \cdot \rho_0 \cdot p$ (3) en assimilant les variations à des termes infiniment petits.

2.6.1 L'opérateur divergence appliquée à la relation (1) donne

$$-\frac{1}{\rho_0} \Delta p = \frac{\partial}{\partial t} (\text{div}(\vec{v})) = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial^2 \rho}{\partial t^2} \Rightarrow \Delta p = \frac{\partial^2 \rho}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 \mu}{\partial t^2} = \rho_0 \cdot X_s \cdot \frac{\partial^2 p}{\partial t^2}$$

2.6.2 $c = \frac{1}{\sqrt{\rho_0 \cdot X_s}}$

2.7.1 On reporte l'expression de p dans l'équation de d'Alembert et on obtient $\omega = kc$.

2.7.2 $\frac{\partial v}{\partial t} = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x}$. Pour l'OPP de sens de propagation $x > 0$, en posant

$$u = x - ct : -c \frac{\partial v}{\partial u} = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial u} \Rightarrow p = \rho_0 \cdot c \cdot v \text{ soit } \Phi = 0.$$

2.7.3 On obtient $Z = \rho_o \cdot c$, réel.

$$2.7.4.a \quad X_s = \frac{1}{\rho_o} \left(\frac{\partial \rho}{\partial P} \right)_S; \rho = \frac{PM}{RT}; P \cdot \rho^{-\gamma} = \text{cste} \Rightarrow \frac{dP}{P_o} - \gamma \frac{d\rho}{\rho_o} = 0 \Rightarrow X_s = \frac{1}{\gamma P_o}.$$

$$2.7.4.b \quad A.N. \quad X_s = 7,14 \cdot 10^{-6} \text{ Pa}^{-1}; c = \sqrt{\frac{\gamma RT_o}{M}} = 343 \text{ m.s}^{-1}; Z = 408 \text{ kg.m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$2.7.5.a \quad v(x, t) = v_o \cdot \exp(j(\omega t + kx)); p(x, t) = p_o \cdot \exp(j(\omega t + kx))$$

$$2.7.5.b \quad \text{Comme en 2.7.2 et 2.7.3} \quad \underline{Z_r} = -\rho_o \cdot c.$$

Troisième partie:

$$3.1 \quad \text{On reporte l'expression de } p(x, t) \text{ dans l'équation de d'Alembert: } \omega^2 = k^2 c^2 + j\omega\beta k^2 = k^2 c^2 \left(1 + \frac{j\omega\beta}{c^2} \right).$$

$$\text{Un développement limité au premier ordre donne } \omega = kc \left(1 + \frac{j\omega\beta}{2c^2} \right) \Rightarrow k = \frac{\omega}{c} \left(1 - \frac{j\omega\beta}{2c^2} \right) \text{ soit}$$

$$k_1 = \frac{\omega}{c}, \quad k_2 = \frac{\omega^2\beta}{2c^3}.$$

$$3.2 \quad p(x, t) = p_o \cdot \exp(-k_2 x) \cdot \cos(\omega t - k_1 x).$$

$$3.3 \quad v_\Phi = \frac{\omega}{k_1} = c. \quad \text{Il n'y a pas dispersion à cet ordre.}$$

$$3.4 \quad \text{L'amplitude de la pression varie selon } p_o \cdot \exp\left(-\frac{x}{L}\right) \text{ où la distance caractéristique d'absorption est } L = \frac{2c^3}{\omega^2\beta}. \quad \text{Elle diminue rapidement avec la pulsation: il faut travailler à fréquence faible.}$$

Quatrième partie:

$$4.1 \quad \lambda = \frac{c}{f}; \quad \lambda = 8,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

4.2 Voir cours

4.3 $b \gg a$: la tache centrale de diffraction a une largeur $\frac{\lambda}{b} \ll \frac{\lambda}{a}$. La lumière n'est visible qu'en $z=0$.

$$4.4 \quad dA = K \cdot dy \cdot \exp\left(-i \cdot \frac{2\pi}{\lambda} y \cdot \sin(\theta)\right) \Rightarrow A(\theta) = K a \cdot \sin c\left(\frac{\pi a \cdot \sin(\theta)}{\lambda}\right)$$

$$\text{et une intensité } I = A^2 \text{ soit } I(\theta) = I_o \cdot \sin c^2\left(\frac{\pi a \cdot \sin(\theta)}{\lambda}\right).$$

$$4.5 \quad \text{Maximum principal s'annule en } \sin(\theta) = \pm \frac{\lambda}{a}$$

$$4.6 \quad \sin(\theta_o) = \pm \frac{\lambda}{a} = 0,86 \Rightarrow \theta_o \approx 60^\circ. \quad \text{Onde peu directive.}$$

Cinquième partie:

5.1 L'amplification du filtre passe-bande est nulle pour $\omega \rightarrow 0$.

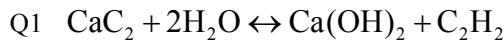
5.2 Le filtre est linéaire: on a en sortie $\underline{Vs} = \sum_{k=0}^{k \rightarrow \infty} F(j\omega) \cdot \underline{Ve}_k$. Le passe-bande a un facteur de qualité suffisamment grand pour n'avoir en sortie qu'une composante spectrale de valeur notable. D'après la courbe fournie; il s'agit du fondamental.

5.3 On a $T = 5.50\mu s = 250\mu s \Rightarrow f_o = 4\text{KHz} \Rightarrow \omega_o = 2,5 \cdot 10^4 \text{rad.s}^{-1}$. Cette première composante spectrale a une amplitude $V_o \cdot \frac{2}{\pi} = 0,64\text{V}$ avec $V_o=1\text{V}$. L'amplitude de sortie étant de 6V , on a

$$F_{\max} = F(\omega = \omega_o) = F_o \Rightarrow F_o = \frac{6}{0,64} = 9,4.$$

5.4.a Intégrateur : $\omega \gg \omega_o \Rightarrow F(j\omega) \approx \frac{F_o}{jQ \frac{\omega}{\omega_o}} = \frac{V_s}{V_e} \Rightarrow \frac{dV_s(t)}{dt} = \frac{F_o \cdot \omega_o}{Q} V_e(t)$ soit $Q = 4,9$.

Chimie :



Q2 Avec $n(\text{CaC}_2) = \frac{200}{M_{\text{CaC}_2}}$; $m(\text{C}_2\text{H}_2) = M(\text{C}_2\text{H}_2) \cdot n(\text{CaC}_2)$. A.N : $m(\text{C}_2\text{H}_2) = 81,3\text{g}$. Si gaz parfait :

$$V = \frac{nRT}{P} \Rightarrow V = 73\text{L}$$

Q3 $\text{H}-\text{C} \equiv \text{C}-\text{H}$; $n(\text{Ca}) = 8 \cdot \frac{1}{8} + 1 = 2$, $n(\text{C}) = 2 + (8 \cdot \frac{1}{4}) = 4$ soit 2 CaC_2 par maille.

$$\rho = \frac{2 \cdot M(\text{CaC}_2)}{N_A \cdot c \cdot a^3} \Rightarrow \rho = 2,23 \cdot 10^3 \text{Kg.m}^{-3}$$

Q4 C1 : B C2 : C C3 : A C4 : D. Les plus rapprochés : A et B, ou E et F, ou C et 'D' sur maille suivante. Plus courte distance : $0,188\text{.c}=120\text{pm}$

Q5 Arrangement cfc

Q6 Longueur $\text{C}-\text{C} > \text{C}=\text{C} > \text{C} \equiv \text{C}$

Q7 $\text{Ca}(\text{OH})_2 \leftrightarrow \text{Ca}(\text{OH})^+ + \text{OH}^-$ $K_s = s^2$ avec $s = 1,6\text{g.l}^{-1} = 2,16 \cdot 10^{-2} \text{mol.l}^{-1} \Rightarrow \text{pH} = 12,3$.

Q8 Avec $pK_B=1,3$ pour $\text{Ca}(\text{OH})^+ \leftrightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{OH}^-$ (K_B) comme RPS, ce qui donne

$$[\text{OH}^-] = s + [\text{Ca}^{2+}] = s + \frac{K_b \cdot s}{[\text{OH}^-] + K_b} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 0,034 \text{mol.l}^{-1} \Rightarrow \text{pH} = 12,5$$

La modification est faible,

le pH obtenu avec la première basicité étant inférieur au pK_a .

Q9 PH_3 quasi-tétrédrique. Angles entre doublets liants inférieurs à celui entre liant et non-liant.

Q10 $\text{C}_2\text{H}_2 + \frac{5}{2}\text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$. Approx. d'Ellingham : $\Delta_f C_p^o = 0$ et $\Delta_f H^o$, $\Delta_f S^o$ sont indépendants de la température.

* $\text{H}_2\text{O}_L(298\text{K}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}_L(373\text{K}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}_G(373\text{K}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}_G(1500\text{K})$ donne

$$\Delta_f H_{1500\text{K}}^o(\text{H}_2\text{O}_G) = \Delta_f H_{298\text{K}}^o(\text{H}_2\text{O}_L) + \Delta_{\text{vap}} H_{373\text{K}}^o(\text{H}_2\text{O}) \Rightarrow \Delta_f H_{1500\text{K}}^o(\text{H}_2\text{O}_G) = -241,83 \text{KJ.mol}^{-1}$$

$$* \Delta_f H^o(\text{C}_2\text{H}_2) = 2\Delta_f H^o(\text{CO}_2)_G + \Delta_f H_{1500\text{K}}^o(\text{H}_2\text{O}) - \Delta_f H^o(\text{C}_2\text{H}_2)$$

$$\Rightarrow \Delta_f H^o(\text{C}_2\text{H}_2) = -1256,25 \text{KJ.mol}^{-1}$$

$$* \Delta_{\text{vap}} S_{373}^o(\text{H}_2\text{O}) = \frac{\Delta_{\text{vap}} H_{373\text{K}}^o(\text{H}_2\text{O})}{373} \Rightarrow \Delta_{\text{vap}} S_{373}^o(\text{H}_2\text{O}) = 118 \text{J.K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$* S_{\text{H}_2\text{O}_G}^o = S_{\text{H}_2\text{O}_L}^o + \Delta_{\text{vap}} S_{373}^o(\text{H}_2\text{O}) \Rightarrow S_{\text{H}_2\text{O}_G}^o = 188 \text{J.K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$* \Delta_r S^\circ = S_{H_2O_G}^\circ + 2S_{CO_2}^\circ - S_{C_2H_2}^\circ - \frac{5}{2}S_{O_2}^\circ \Rightarrow \Delta_r S^\circ = -98 J.K^{-1}.mol^{-1}$$

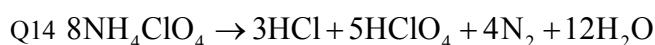
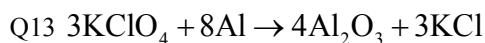
$$* \Delta_r G^\circ = \Delta_r H^\circ - T \Delta_r S^\circ \Rightarrow \Delta_r G^\circ = 145,7 KJ.mol^{-1}$$

$$* \ln(K) = -\frac{\Delta_r G^\circ}{RT} \Rightarrow K = 4,26 \cdot 10^{38} . La réaction peut être considérée comme totale.$$

Q11 Par exemple,

$$\frac{d(\ln(K))}{dT} = \frac{\Delta_r H^\circ}{RT^2} \Rightarrow \ln\left(\frac{K_2}{K_1}\right) = \frac{\Delta_r H^\circ}{R} \cdot \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) \Rightarrow \Delta T = T_2 - T_1 = \frac{RT_1^2}{\Delta_r H^\circ} \cdot \ln(10) \Rightarrow \Delta T = -34 K$$

Q12 Nomenclature : tétraoxochlorate de potassium. Chlore au degré VII.



$$[Kr] = (1s)^2 (2s)^2 (2p)^6 (3s)^2 (3p)^6 (4s)^2 (3d)^10 (4p)^6$$

$$Q15 [Sr] = [Kr](5s)^2 . Après Ba, remplissage de la couche 4f.$$

$$[Ba] = [Kr](5s)^2 (4d)^10 (5p)^6 (6s)^2$$

Q16 Chlorure de vinyle : $H_2C = CHCl$. Atactique : carbones asymétriques aléatoirement R ou S le long de la chaîne.

Q17 Voir cours. L'attaque de l'anion amidure se fait sur le carbone portant le chlore, porteur d'une charge apparente positive.

Q18 Effet inductif du chlore.