**CCP PSI 2003 , Phys 2**

## Première partie:

1.1.1 L'admittance s'écrit $\underline{Y_p} = \frac{1}{\underline{Z_p}} = jC_o\omega + \frac{1}{jL_s\omega + \frac{1}{jC_s\omega}} = \frac{\left(1+\frac{C_o}{C_s}\right)\left(1-L_s\frac{C_o.C_s}{C_o+C_s}\omega^2\right)}{-j\frac{1}{C_s\omega}.\left(1-L_sC_s\omega^2\right)}$ soit une

impédance $\underline{Z_p} = -j\frac{1}{(C_o+C_s)\omega}.\frac{1-L_sC_s\omega^2}{1-L_s\frac{C_o.C_s}{C_o+C_s}\omega^2} \Rightarrow C = C_o + C_s,\ \omega_s^2 = \frac{1}{L_sC_s}, \omega_p^2 = \frac{1}{L_s.\frac{C_o.C_s}{C_o+C_s}}$.

1.1.2 A.N. $\omega_s = 5.10^4 \mathrm{rad.s^{-1}}$ $\omega_p = 5{,}017.10^4 \mathrm{rad.s^{-1}}$ $\frac{\omega_p - \omega_s}{\omega_s} = 3{,}3.10^{-3}$

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 $\omega_s$ , l'impédance de l'association série vaut Rs, soit $10\Omega$ . Celle du condensateur Co est $3{,}3.10^5\,\Omega$ . Cette dernière branche est donc négligeable.

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

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

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

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 particulaire.

2.3 Equation de conservation de la masse.

2.4 $(1) \Rightarrow \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = -\frac{1}{\rho_o}.\vec{\mathrm{grad}}(p)$ $(2) \Rightarrow \frac{\partial \rho}{\partial t} + \rho_o.\mathrm{div}(\vec{v}) = 0$

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

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

$$-\frac{1}{\rho_o}\Delta p = \frac{\partial}{\partial t}\left(\mathrm{div}(\vec{v})\right) = -\frac{1}{\rho_o}\frac{\partial^2 \rho}{\partial t^2} \Rightarrow \Delta p = \frac{\partial^2 \rho}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 \mu}{\partial t^2} = \rho_o.X_s.\frac{\partial^2 p}{\partial t^2}$$

2.6.2 $c = \frac{1}{\sqrt{\rho_o.X_s}}$

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

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

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

2.7.3 On obtient $\underline{Z} = \rho_o.c$, réel.

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

2.7.4.b A.N. $X_s = 7{,}14.10^{-6}\,Pa^{-1}$ ; $c = \sqrt{\frac{\gamma RT_o}{M}} = 343 m.s^{-1}$ ; $Z = 408 kg.m^{-2}.s^{-1}$

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

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

## Troisième partie:

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

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

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

3.2 $p(x,t) = p_o.\exp(-k_2x).\cos(\omega t - k_1x)$.

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

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

## Quatrième partie:

4.1 $\lambda = \frac{c}{f}$; $\lambda = 8{,}6.10^{-3} m$

4.2 Voir cours

4.3 b>>a: la tache centrale de diffraction a une largeur $\lambda/b << \lambda/a$. La lumière n'est visible qu'en z=0.

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

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

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

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

## Cinquième partie:

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

5.2 Le filtre est linéaire: on a en sortie $\underline{Vs} = \sum_{k=0}^{k\to\infty} \underline{F}(j\omega).\underline{Ve}_k$. 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 $T = 5.50\mu s = 250\mu s \Rightarrow f_o = 4KHz \Rightarrow \omega_o = 2{,}5.10^4 rad.s^{-1}$. Cette première composante spectrale a une amplitude $V_o.\frac{2}{\pi} = 0,64V$ avec Vo=1V. 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 : $\omega \gg \omega_o \Rightarrow \underline{F}(j\omega) \approx \frac{F_o}{jQ\,\omega/\omega_o} = \frac{\underline{V_s}}{\underline{V_e}} \Rightarrow \frac{dV_s(t)}{dt} = \frac{F_o.\omega_o}{Q} V_e(t)$ soit $Q = 4,9$.

## Chimie :

Q1 $CaC_2 + 2H_2O \leftrightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$

Q2 Avec $n(CaC_2) = \frac{200}{M_{CaC_2}}; m(C_2H_2) = M(C_2H_2).n(CaC_2)$. A.N : $m(C_2H_2) = 81,3g$. Si gaz parfait :

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

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

$$\rho = \frac{2.M(CaC_2)}{N_A.c.a^2} \Rightarrow \rho = 2,23.10^3 Kg.m^{-3}$$

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.c=120pm

Q5 Arrangement cfc

Q6 Longueur $C - C > C = C > C \equiv C$

Q7 $Ca(OH)_2 \leftrightarrow Ca(OH)^+ + OH^-$ $Ks = s^2$ avec $s = 1,6g.l^{-1} = 2{,}16.10^{-2} mol.l^{-1} \Rightarrow pH = 12,3$.

Q8 Avec $pK_B$=1,3 pour $Ca(OH)^+ \leftrightarrow Ca^{2+} + OH^-$ $(K_B)$ comme RPS, ce qui donne $\left[OH^-\right] = s + \left[Ca^{2+}\right] = s + \frac{Kb.s}{\left[OH^-\right] + Kb} \Rightarrow \left[OH^-\right] = 0,034mol.l^{-1} \Rightarrow pH = 12,5$. La modification est faible, le pH obtenu avec la première basicité étant inférieur au pKa.

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

Q10 $C_2H_2 + \frac{5}{2}O_2 \leftrightarrow 2CO_2 + H_2O$. Approx. d'Ellingham : $\Delta_r C_p^o = 0$ et $\Delta_r H^o, \Delta_r S^o$ sont indépendants de la température.

* $H_2O_L(298K) \rightarrow H_2O_L(373K) \rightarrow H_2O_G(373K) \rightarrow H_2O_G(1500K)$ donne

$$\Delta_f H^o_{1500K}(H_2O_G) = \Delta_f H^o_{298K}(H_2O_L) + \Delta_{vap} H^o_{373K}(H_2O) \Rightarrow \Delta_f H^o_{1500K}(H_2O_G) = -241,83Kj.mol^{-1}$$

* $\Delta_r H^o(C_2H_2) = 2\Delta_f H^o(CO_2)_G + \Delta_f H^o_{1500K}(H_2O) - \Delta_f H^o(C_2H_2)$

$$\Rightarrow \Delta_r H^o(C_2H_2) = -1256,25Kj.mol^{-1}$$

* $\Delta_{vap} S^o_{373}(H_2O) = \frac{\Delta_{vap} H^o_{373K}(H_2O)}{373} \Rightarrow \Delta_{vap} S^o_{373}(H_2O) = 118J.K^{-1}.mol^{-1}$

* $S^o_{H_2O_G} = S^o_{H_2O_L} + \Delta_{vap} S^o_{373}(H_2O) \Rightarrow S^o_{H_2O_G} = 188J.K^{-1}.mol^{-1}$

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

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

* $Ln(K) = -\dfrac{\Delta_r G^o}{RT} \Rightarrow K = 4,26.10^{38}$ . La réaction peut être considérée comme totale.

Q11 Par exemple,

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

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

Q13 $3KClO_4 + 8Al \rightarrow 4Al_2O_3 + 3KCl$

Q14 $8NH_4ClO_4 \rightarrow 3HCl + 5HClO_4 + 4N_2 + 12H_2O$

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

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.