

Examen : Métrologie – Systèmes de mesure

UFR Sciences & Techniques / Licence L3 PC / Hervé Barthélemy

Exercice N°1 : CAPTEUR CAPACITIF

Le capteur étudié (Fig.1.a, Fig.1b) dans cet exercice se présente sous la forme d'une tige cylindrique constituée de deux armatures métalliques concentriques et immergées verticalement dans le liquide. Lorsque le réservoir n'est pas plein, la partie inférieure se trouve dans le liquide et la partie supérieure dans l'air. La hauteur de liquide par rapport à l'extrémité inférieure de la tige sera notée « h » et la hauteur totale du capteur « L ».

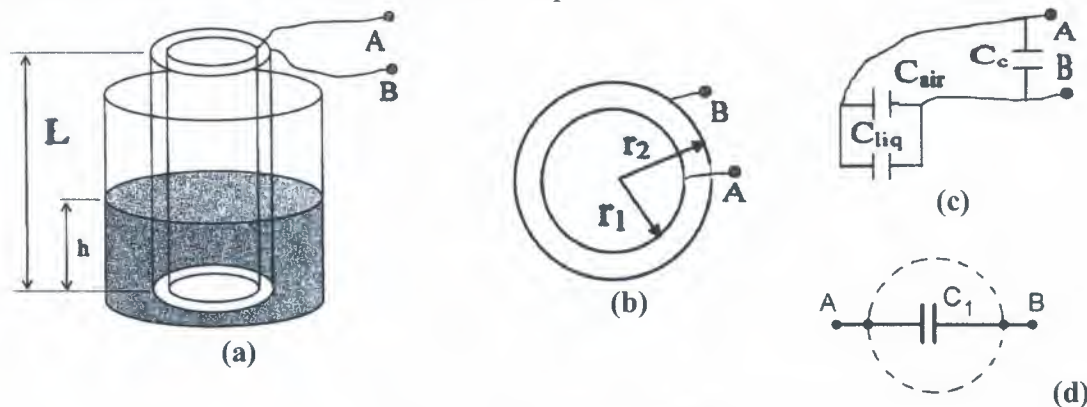


Fig. 1 : capteur capacitif

Nous pouvons donc considérer le capteur sans câblage comme équivalent à un condensateur formé de deux parties ($C_{liq} + C_{air}$) : une avec pour diélectrique le liquide et l'autre l'air. La capacité de chaque partie s'exprime par la relation : $C_x = (\epsilon_0 \epsilon_r 2\pi x) / \ln(r_2 / r_1)$; dans cet expression 'x' représente la hauteur de la partie considérée, ϵ_0 la permittivité du vide, ϵ_r la permittivité relative du diélectrique (liquide ou air) par rapport au vide. Nous écrirons ϵ_{r_air} pour exprimer la permittivité relative de l'air et ϵ_{r_liq} pour la permittivité relative du liquide et nous poserons $b = \epsilon_0 2\pi / \ln(r_2 / r_1)$

Ce capteur présentant des faibles capacités, il faudra prendre en compte la capacité parasite équivalente au câblage entre le capteur et l'oscillateur (Fig.2)

- 1.1 Exprimer la capacité totale équivalente (que l'on notera C_1 , Fig.1c et Fig.1d) entre les nœuds A et B ; on mettra C_1 sous la forme $C_1 = ah + C_0$
- 1.2 En déduire les expressions des capacités C_{1min} et C_{1max} de C_1 pour lesquelles le capteur est soit à sec, soit totalement immergé.
- 1.3 Application numérique : $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F.m}^{-1}$; $\epsilon_{r_air} = 1$; $\epsilon_{r_liq} = 2$; $L = 0,2 \text{ m}$; $r_2 / r_1 = 1,5$; $C_c = 15 \text{ pF}$; Calculer b, a, C_0 , C_{1min} et C_{1max} .

Exercice N°2 : Pont de Wheatstone / capteur de température résistif

La Fig.2 représente un capteur résistif et son électronique. Le capteur résistif correspond à la sonde Philips-KTY 81-1 ; la variation typique de la résistance aux bornes de la sonde KTY 81-1 en fonction de la température est donnée dans le tableau 1. Le nœud S correspond à la sortie analogique de l'électronique de mesure.

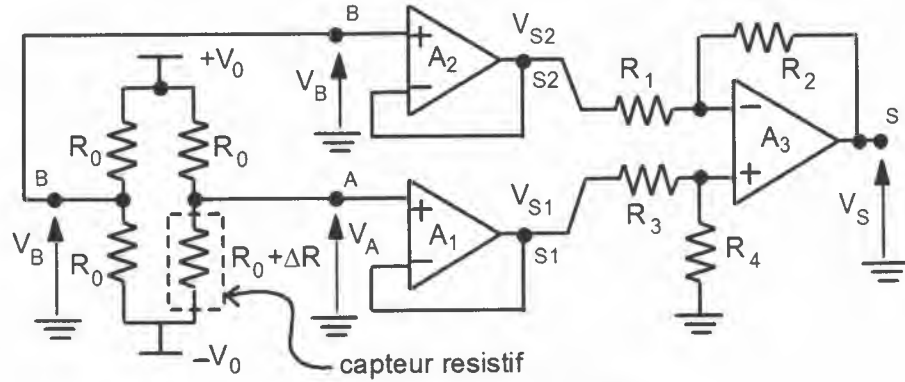


Fig.3 : Capteur à pont résistif

Tableau 1 : Mesure de la résistances typiques KTY 81-1 en fonction de la température

T°C	R _{KTY} TYP(Ω)	T°C	R _{KTY} TYP(Ω)
-20	684	0	R ₀ =815
-10	747	10	886
0	R ₀ =815	20	961

Partie A : Méthode des moindres carrés

On approxime la variation de la résistance R_{KTY} en considérant une variation linéaire de ΔR en fonction de la température, i.e. $\alpha = \Delta R / \Delta T$. Cette approximation est faite à l'aide de la méthode des moindres carrés sur la fonction $R_{KTY} = f(T)$. En appliquant la méthode des moindres carrés sur les mesures du Tableau 1, montrer que $\alpha = 6,93 \Omega / ^\circ C$

Partie B : Instrumentation

- 2.1. Pour $\Delta R \ll R_0$ exprimer la tension V_A en fonction de ΔR .
- 2.2. Montrer que $V_{S2} = V_B$ et $V_{S1} = V_A$
- 2.3. Pour $R_4 = R_2$ et $R_3 = R_1$ montrer que $V_S = A_D(V_{S1} - V_{S2})$
- 2.4. Exprimer la sensibilité de la mesure (nœud S) en fonction de V_0, R_0, R_2, R_1 et α .

2.5. Proposer une solution permettant d'augmenter le gain de mode commun (utilisation d'un amplificateur d'instrumentation utilisant aussi 3 AOP)

Annexe : Méthode des Moindres Carrés

$$\sum_{i=1}^N (y_i^{mesuré} - y_i^{calculé})^2 = \sum_{i=1}^N (y_i - (Ax_i + B))^2$$

$$A = \frac{\sum_{i=1}^N x_i \sum_{i=1}^N y_i - N \cdot \sum_{i=1}^N x_i \cdot y_i}{\left(\sum_{i=1}^N x_i \right)^2 - N \cdot \sum_{i=1}^N x_i^2}$$

$$B = \frac{\sum_{i=1}^N x_i \sum_{i=1}^N x_i \cdot y_i - \sum_{i=1}^N y_i \sum_{i=1}^N x_i^2}{\left(\sum_{i=1}^N x_i \right)^2 - N \cdot \sum_{i=1}^N x_i^2}$$

L3 Licence Physique-Chimie, Université de Toulon

O52 outils mathématiques

lundi 3 décembre 2018

(durée 2h, barème donné à titre indicatif)

Exercice 1 : réduction de matrices (5 points)

Réduire la matrice A en une matrice diagonale si c'est possible ou en une matrice de Jordan si A n'est pas diagonalisable. On précisera les valeurs propres, vecteurs propres, la matrice réduite et la matrice de passage.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & -2 \\ 1 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

Exercice 2 : série de Fourier (4 points)

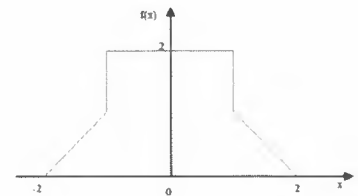
Donner l'expression générale du développement en série de Fourier d'une fonction périodique $f(x)$, ainsi que l'expression des coefficients a_0 , a_n et b_n de cette série. Déterminer le développement en série de Fourier de la fonction périodique paire $f(x)$ définie sur $[-\pi, \pi]$ par $f(x) = \pi - x$ pour $0 < x < \pi$.

Exercice 3 : transformée de Fourier de la fonction triangle (5 points)

- 1,5 a) Déterminer la transformée de Fourier de la fonction porte $\Pi(x)$
- 2,5 b) Montrer que la convolution d'une fonction porte $\Pi(x)$ par elle-même donne la fonction triangle notée $\Lambda(x)$.
- 1 c) En déduire la transformée de Fourier de $\Lambda(x)$.

Exercice 4 : transformée de Fourier (3 points)

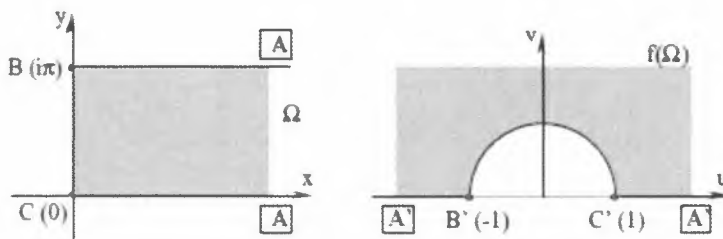
- 1) Ecrire la fonction représentée ci contre à l'aide de fonctions triangles et de fonctions portes.
- 2) Déterminer la transformée de Fourier de cette fonction. On suppose connu les expressions des TF d'une fonction porte et d'une fonction triangle.



Exercice 5 (3 points)

Traiter au choix a) ou b)

- a) Montrer que $f(z) = e^z$ permet de transformer le domaine représenté à gauche en celui représenté à droite



- b) Calculer l'intégrale double définie par :

$$\iint_D (x + y + 1) dx dy, \quad D = \{y \geq 0, y \leq x, x + y \leq 1\}$$

L3 Licence Physique-Chimie, Université de Toulon

O52 outils mathématiques

lundi 24 juin 2019

(durée 2h, barème donné à titre indicatif)

Exercice 1 : réduction de matrice (4 points)

Réduire la matrice B en une matrice diagonale si c'est possible ou en une matrice de Jordan si B n'est pas diagonalisable. On précisera les valeurs propres, vecteurs propres, la matrice réduite et la matrice de passage.

$$B = \begin{pmatrix} -3 & 1 & -1 \\ -7 & 5 & -1 \\ -6 & 6 & -2 \end{pmatrix}$$

Exercice 2 : série de Fourier (6 points)

Soit la fonction périodique de période 2π vérifiant $f(x) = x$ sur l'intervalle $[-\pi, \pi]$.

- Représenter la fonction sur quelques périodes
- Déterminer les différents coefficients a_0 , a_n , b_n de la série de Fourier de $f(x)$ et exprimer cette série de Fourier.
- A l'aide de la série de Fourier de $f(x)$, montrer que $\sum_p \frac{(-1)^p}{2p+1} = \frac{\pi}{4}$

Exercice 3 : déphasage d'une onde traversant une lame (5 points)

Une onde, d'amplitude A, subit un déphasage variable en fonction de l'épaisseur lors de sa traversée d'une lame d'épaisseur totale t. Cette onde à la sortie de la lame peut s'écrire

$$\Phi(s) = A \int_{-t/2}^{t/2} \exp(-2i\pi\alpha(x)) \exp(-2\pi i s x) dx$$

- En utilisant le formalisme des transformées de Fourier, montrer que

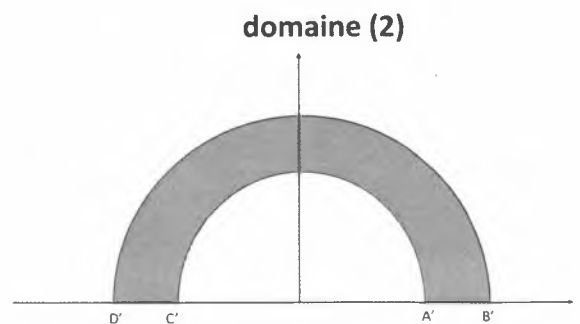
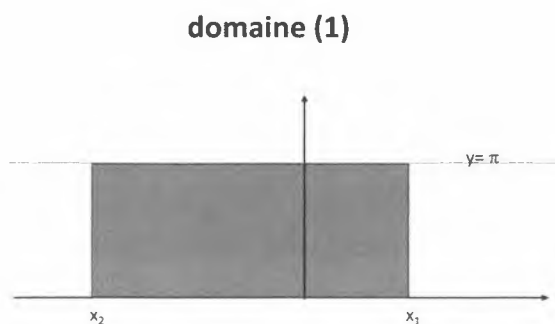
$$\Phi(s) = ATF \left[\exp(-i2\pi\alpha(x)) \right] * \frac{\sin \pi s t}{\pi s}, \text{ où } * \text{ désigne un produit de convolution}$$

- Dans le cas où le déphasage est linéaire, c'est-à-dire $\alpha(x) = \alpha_0 x$, exprimer $\Phi(s)$ en faisant apparaître un sinus cardinal. En déduire l'intensité $I(s)$ associée à $\Phi(s)$.

Exercice 4 (5 points)

L'exercice consiste à montrer que la transformation $f(z) = e^z$ transforme le domaine (1) dans le domaine (2). Pour ce faire :

- On déterminera les points sur la frontière du domaine (1) dont les images sur la frontière du domaine (2) sont A' , B' , C' , D'
- On montrera que tout point à l'intérieur du domaine (1) se transforme en un point à l'intérieur du domaine (2), c'est-à-dire compris entre deux demi-cercles dont on précisera les rayons.

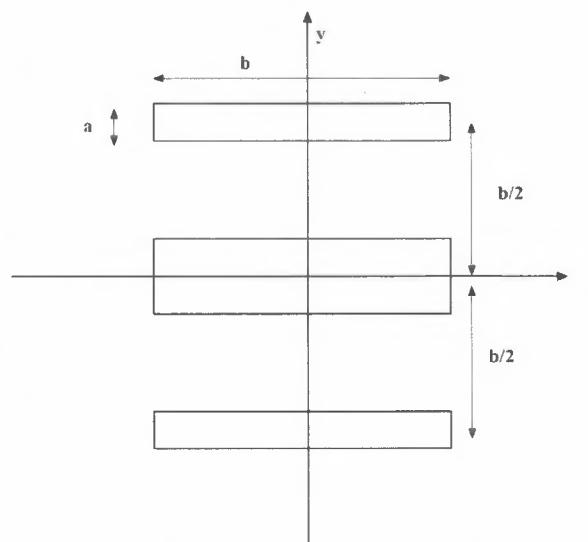


Exercice 1 : (8 points) Diffraction par 3 ouvertures

On considère un écran percé de trois ouvertures rectangulaires parallèles de longueur b ; équidistantes de $b/2$, éclairé sous incidence normale par une onde plane monochromatique. 2 ouvertures ont une largeur a , celle placée au milieu de l'écran a une largeur $2a$ (voir schéma). Un écran d'observation est placé dans le plan focal image d'une lentille convergente.

1) Ecrire la fonction transparence de l'écran à l'aide de fonctions portes et de produits de convolution.

2) Rappeler l'expression de la transformée de Fourier d'une fonction porte de longueur c suivant l'axe des x et de largeur a suivant l'axe des y . En déduire l'expression de l'amplitude diffractée par cet écran en fonction de μ et ν , variables conjuguées de x et y . En utilisant les



relations trigonométriques ci-dessous, écrire l'amplitude, puis l'intensité sous la forme uniquement de produits. Dans le cas où a est très petit devant b , comment s'écrit l'intensité en un point de coordonnées X et Y sur l'écran d'observation. Décrire brièvement la figure de diffraction observée.

N.B. : $\sin 2\alpha = 2 \cos \alpha \sin \alpha$, $\cos \alpha + \cos \beta = 2 \cos\left(\frac{\alpha + \beta}{2}\right) \cos\left(\frac{\alpha - \beta}{2}\right)$

Problème (12 points) : On a réalisé la synthèse à basse température de LaFeO_3 , qui cristallise dans une structure de type pérovskite. Il s'agit d'une maille cubique de paramètre $a=4.40 \text{ \AA}$. Les atomes occupent les positions réduites suivantes :

La (0 0 0)

Fe (1/2, 1/2, 1/2)

O (1/2, 1/2, 0), (0, 1/2, 1/2), (1/2, 0, 1/2)

Il se peut que lors de la synthèse se forme aussi de l'oxyde de fer Fe_2O_3 qui, à basse température cristallise dans une maille cubique spinelle de paramètre $a = 8.40 \text{ \AA}$. La structure spinelle est une structure basée sur un réseau cubique à faces centrées.

1) On notera f_{La} et f_{Fe} et f_{O} les facteurs de diffusion pour les RX des ions La, Fe et O. Donner l'expression générale du facteur de structure F_{hkl} . Déterminer les différentes expressions possibles de ce facteur de structure pour LaFeO_3 , en précisant pour chaque cas les conditions remplies par les indices de Miller (h,k,l) des plans diffractants .

2) Calculer les valeurs des quatre premières distances correspondant à des plans diffractant (par ordre décroissant de distance) pour LaFeO_3 , ainsi que les angles 2θ correspondants, $F_{hkl}(2\theta)$, puis $|F_{hkl}(2\theta)|^2$ (on prendra les valeurs de facteur de diffusion pour l'angle θ entier le plus proche) .Les différentes valeurs calculées seront présentées sous forme d'un tableau. Représenter $|F_{hkl}(2\theta)|^2$ en précisant l'échelle choisie. Observerait-on les mêmes rapports d'intensité des pics de diffraction dans le diagramme de RX expérimental que ceux obtenus en faisant le rapport des $|F_{hkl}(2\theta)|^2$ (toujours pour les quatre pics de diffraction considérés) : expliciter votre réponse.

3) Pour vérifier si la poudre synthétisée a bien cristallisé dans la maille LaFeO_3 et s'il n'y a pas de Fe_2O_3 , on réalise une expérience de diffraction de Rayons X ($\lambda = 1.54 \text{ \AA}$). On observe 5 pics de diffraction entre $2\theta = 18^\circ$ et $2\theta = 33^\circ$. En déduire que la poudre contient de l'oxyde de fer et indexer les 5 pics (en précisant à quelle structure cristalline ils sont dus).

Table 1: diffusion factor for X rays ($\lambda=1.54 \text{ \AA}$)

θ	$\sin(\theta)/\lambda$	Fe ³⁺	La ³⁺	O ²⁻
0	0	23.0	54.0	10.0
1	0.0113	23.0	54.0	10.0
2	0.0227	23.0	53.9	9.9
3	0.034	22.9	53.7	9.8
4	0.0453	22.8	53.4	9.7
5	0.0566	22.7	53.1	9.5
6	0.0679	22.6	52.7	9.3
7	0.0791	22.4	52.3	9.0
8	0.0903	22.2	51.8	8.8
9	0.1015	22.1	51.3	8.5
10	0.1127	21.8	50.7	8.2
11	0.1239	21.6	50.1	7.9
12	0.135	21.4	49.4	7.6
13	0.146	21.1	48.8	7.3
14	0.157	20.9	48.1	7.0
15	0.168	20.6	47.4	6.7
16	0.1789	20.3	46.7	6.5
17	0.1898	20.0	46.0	6.2
18	0.2006	19.7	45.3	5.9
19	0.2113	19.4	44.6	5.7
20	0.222	19.1	43.9	5.5
21	0.2326	18.8	43.3	5.2
22	0.2432	18.4	42.6	5.0
23	0.2536	18.1	42.0	4.8
24	0.264	17.8	41.3	4.6
25	0.2743	17.5	40.7	4.5

Faculté des Sciences de l'Université de Toulon

Licence de physique chimie

1^{er} juillet 2019, P621 diffraction, durée 2h

(Barème donné à titre indicatif, téléphone portable et documents non autorisés, calculatrice autorisée)

Exercice 1 : (6 points)

Sur un écran E, on observe la figure de diffraction donnée par une ouverture rectangulaire de longueur a suivant l'axe x , de largeur b suivant l'axe y . L'écran E d'observation est placé dans le plan focal image d'une lentille convergente. La source lumineuse qui éclaire l'ouverture est un faisceau parallèle monochromatique.

1) Faire un schéma. Quelle est la fonction transparence de l'ouverture ? Déterminer l'intensité diffractée observée en fonction de X et Y , les coordonnées d'un point sur l'écran E, en utilisant le formalisme de Fourier, dans le cas d'une incidence normale. Représenter l'intensité sur l'écran E.

2) Que se passe-t-il sur l'écran si

a) on translate dans son plan l'ouverture d'une quantité c le long de l'axe x .

b) le faisceau incident n'est plus normal au plan de l'ouverture ?

Problème (14 points):

En réalisant un diagramme de diffraction de rayons X, on cherche à vérifier si la poudre d'oxyde de tungstène WO_3 , que l'on a synthétisée, a la structure cristalline souhaitée. La présence de tungstène métallique dans la poudre indiquerait une erreur dans la synthèse.

Le tungstène W métallique cristallise dans une maille cubique centré de paramètre $a = 0.32$ nm
L'oxyde WO_3 cristallise dans une structure cubique de paramètre $a = 0.38$ nm, avec comme coordonnées réduites pour W^{6+} et O^{2-} :

W^{6+} (0,0,0)

O^{2-} (1/2,0,0), (0,1/2,0), (0,0,1/2)

1) Donnez l'expression générale du facteur de structure F_{hkl} pour une maille contenant j atomes (ou ions) de coordonnées réduites (x_j, y_j, z_j) , de facteur de diffusion f_j . Exprimer pour les mailles du tungstène métallique et de l'oxyde de tungstène WO_3 les facteurs de structure (on notera f_W , f_{W_i} et f_{O_i} les facteurs de diffusion du tungstène, de l'ion tungstène et de l'ion oxygène). Déterminez les différentes expressions possibles du facteur de structure en fonction

de f_w , f_{wi} et f_{oi} , en précisant pour chaque cas les conditions remplies par les indices de Miller (h,k,l) des plans qui diffractent.

2) Sur un diagramme RX réalisé avec une anti-cathode de cuivre ($\lambda=0.154$ nm), en montage $\theta-2\theta$, on relève entre $2\theta=20^\circ$ et $2\theta=50^\circ$ des pics de diffraction à 23.39° , 33.32° , 39.80° , 41.11° , 47.83° . Que valent les distances réticulaires correspondantes ? Identifier les pics, c'est-à-dire déterminer s'ils proviennent de la diffraction de l'oxyde de tungstène ou (et) du tungstène métallique, en précisant pour chaque pic les (hkl) correspondants. A l'aide du tableau des facteurs de diffusion, calculer F_{hkl} pour ces plans.

3) Du fait de la méthode de synthèse utilisée, l'oxyde de tungstène peut avoir cristallisé dans une maille orthorhombique de paramètres de maille $a=0.734$ nm, $b=0.757$ nm, $c=0.775$ nm. Dans cette maille orthorhombique, tous les plans diffractent. Montrer qu'une telle maille ferait apparaître dans un RX réalisé avec une anti-cathode de cuivre ($\lambda=0,154$ nm), en montage $\theta-2\theta$, un triplet de pics autour de $2\theta = 23^\circ$ (triplet = 3pics à des 2θ proches)

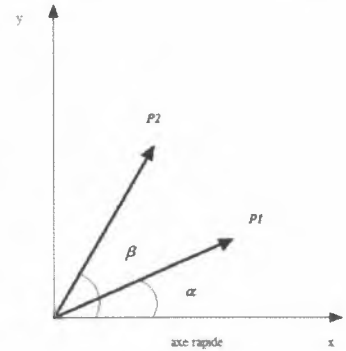
Facteurs de diffusion pour les rayons X (exprimé en nombre d'électrons)

θ	$\sin(\theta)/\lambda$	O ²⁻	W ⁶⁺	W
1.000	0.0113	9.977	67.978	73.900
3.000	0.0340	9.806	67.795	73.404
5.000	0.0566	9.481	67.435	72.470
7.000	0.0791	9.032	66.905	71.198
9.000	0.1015	8.498	66.219	69.702
11.000	0.1239	7.917	65.392	68.089
13.000	0.1460	7.323	64.443	66.443
15.000	0.1680	6.744	63.389	64.813
17.000	0.1898	6.198	62.253	63.224
19.000	0.2113	5.694	61.053	61.682
21.000	0.2326	5.237	59.809	60.185
23.000	0.2536	4.827	58.538	58.729
25.000	0.2743	4.462	57.257	57.312
27.000	0.2947	4.138	55.979	55.933

622 ?

Exercice 1 : Filtre de Loyt (10 points)

Une lumière monochromatique de longueur d'onde λ , non polarisée, traverse sous incidence normale un système optique constitué d'un polariseur rectiligne P_1 , d'une lame biréfringente à faces parallèles L_1 (d'axe rapide suivant x) et d'un deuxième polariseur rectiligne P_2 . P_1 est orienté d'un angle α par rapport à l'axe rapide de la lame et P_2 d'un angle β (voir schéma). La lame d'épaisseur e est caractérisée par sa biréfringence Δne .



- 1) Déterminer l'expression du champ électrique sortant de P_2 .
- 2) Déterminer l'intensité correspondante $I(\Delta\phi)$ en fonction de $\Delta\phi = 2\pi\Delta ne/\lambda$, pour une intensité incidente I_0 , et des angles α, β , donnés. Pour quelles valeurs de $\Delta\phi$, l'intensité est elle extrémale? Quelles sont les expressions de I_{\max} et I_{\min} ? Pour quelles valeurs de α et β la différence $I_{\max} - I_{\min}$ est elle la plus importante? Montrer qu'il y a dans ce cas 4 configurations possibles des polariseurs.
- 3) On se place dans la situation où P_1 et P_2 sont parallèles, à 45° des axes neutres de L_1 . On place après P_2 une lame L_2 du même matériau que L_1 , mais d'épaisseur double, d'axes neutres orientés parallèlement à ceux de L_1 , puis un polariseur rectiligne P_3 parallèle à P_2 . Quelle est l'expression de l'intensité sortante de P_3 ?
- 4) Dédire de la question 3) l'expression de l'intensité sortante $I(\Delta\phi)$ d'un système optique avec une succession de N lames d'épaisseurs $e, 2e, 3e, \dots, Ne$ et $N+1$ polariseurs parallèles entre eux et à 45° des axes neutres. Représenter schématiquement $I(\Delta\phi)$ pour $N=1$ et $N=4$.

Exercice 2 : Microscope (10 points)

Un microscope peut être assimilé à un système centré constitué d'un objectif et d'un oculaire, eux mêmes assimilés dans ce problème à deux lentilles minces convergentes L_1 et L_2 , de foyers objets et images respectifs F_1, F'_1, F_2, F'_2 et de distances focales images f'_1 et f'_2 . On note Δ , l'intervalle optique du microscope. L'objectif L_1 donne d'un objet \overline{AB} une image intermédiaire $\overline{A_1B_1}$, dont l'oculaire L_2 donne une image finale $\overline{A'B'}$. L'oeil de l'observateur,

est assimilé à un point Ω sur l'axe optique. On notera d la distance entre A' et Ω et l'on fera les approximations suivantes: $f_1 \ll f_2 \ll \Delta < d$.

2) 1) Rappeler la définition de l'intervalle optique d'un microscope. Quelle est la nature de l'image intermédiaire? de l'image finale? Exprimer puis calculer la distance focale du microscope.

2) Faire un schéma optique incluant les deux lentilles avec leurs foyers, l'objet, l'image intermédiaire, l'image finale (inutile d'essayer de faire le schéma à l'échelle).

3) On appelle cercle oculaire l'image de la monture de l'objectif L_1 donnée par l'oculaire L_2 . Le centre du cercle oculaire coïncide avec le point Ω . Déterminer l'expression littérale puis approximée de $\overline{F'_2\Omega}$ en fonction de f_1, f_2, Δ . Calculer sa valeur numérique. Déterminer le diamètre D_0 du cercle oculaire en fonction de f_2, Δ et D , le diamètre de la monture de L_1 .

4) Déterminer l'expression littérale puis approximée de $\overline{F_2A_1}$. Calculer sa valeur numérique.

5) Exprimer le grandissement total du microscope. application numérique.

Applications numériques : $f_1=2\text{mm}; f_2=30\text{mm}; \Delta=180\text{mm}; d=250\text{mm}, D=11\text{mm}$

Question de cours : Microscopie optique (4 points)

1. Rappeler le principe de fonctionnement d'un microscope optique en rappelant le rôle des différents éléments et faire un schéma simple, en optique géométrique, d'un microscope optique. On situera en particulier l'objet \overline{AB} , et l'image finale $\overline{A'B'}$.
2. Rappeler le principe de la microscopie en champ noir. Dans quels cas le champ noir est-il utilisé ?

Exercice 1 (6 points): Oculaire d'Huyghens

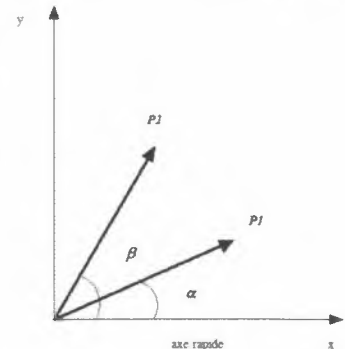
La distance focale d'une lentille de verre d'indice n , plan convexe, dont la face bombée a un rayon de courbure R_1 , a une distance focale image f' telle que $\frac{1}{f'} = \frac{1}{R_1}(n-1)$.

On considère deux lentilles minces plan-convexe L_1 et L_2 d'indice de verre n , dont les faces bombées ont pour rayons de courbure respectifs R_1 et R_2 , et dont les centres optiques O_1 et O_2 sont distants de e . Exprimer les distances focales images f'_1 et f'_2 de L_1 et L_2 puis la distance focale image f' du doublet en fonction de n , e , R_1 et R_2 .

- 1) Comment qualifie-t-on un oculaire dont la distance focale ne varie pas avec la longueur d'onde ?
- 2) Exprimer la variation df' de la distance focale image du doublet associée à une variation dn de l'indice des lentilles.
- 3) En déduire la relation qui doit exister entre n , e , R_1 et R_2 pour que f' ne varie pas. Vérifiez que l'oculaire d'Huyghens, qui est tel que $R_1=3R_2=3(n-1)e/2$, a une distance focale qui ne varie pas avec λ .

Exercice 1 : Filtre de Loyal (10 points)

Une lumière monochromatique de longueur d'onde λ , non polarisée, traverse sous incidence normale un système optique constitué d'un polariseur rectiligne P_1 , d'une lame biréfringente à faces parallèles L_1 (d'axe rapide suivant x) et d'un deuxième polariseur rectiligne P_2 . P_1 est orienté d'un angle α par rapport à l'axe rapide de la lame et P_2 d'un angle β (voir schéma). La lame d'épaisseur e est caractérisée par sa biréfringence $\Delta n e$.



1) Déterminer l'expression du champ électrique sortant de P_2 .

2) Déterminer l'intensité correspondante $I(\Delta\phi)$ en fonction de

$\Delta\phi = 2\pi\Delta n e / \lambda$, pour une intensité incidente I_0 , et des angles α, β , donnés. Pour quelles valeurs de $\Delta\phi$, l'intensité est-elle extrémale? Quelles sont les expressions de I_{\max} et I_{\min} ? Pour quelles valeurs de α et β la différence $I_{\max} - I_{\min}$ est-elle la plus importante? Montrer qu'il y a dans ce cas 4 configurations possibles des polariseurs.

3) On se place dans la situation où P_1 et P_2 sont parallèles, à 45° des axes neutres de L_1 . On place après P_2 une lame L_2 du même matériau que L_1 , mais d'épaisseur double, d'axes neutres orientés parallèlement à ceux de L_1 , puis un polariseur rectiligne P_3 parallèle à P_2 . Quelle est l'expression de l'intensité sortante de P_3 ?

4) Dédire de la question 3) l'expression de l'intensité sortante $I(\Delta\phi)$ d'un système optique avec une succession de N lames d'épaisseurs $e, 2e, 3e, \dots, Ne$ et $N+1$ polariseurs parallèles entre eux et à 45° des axes neutres. Représenter schématiquement $I(\Delta\phi)$ pour $N=1$ et $N=4$.

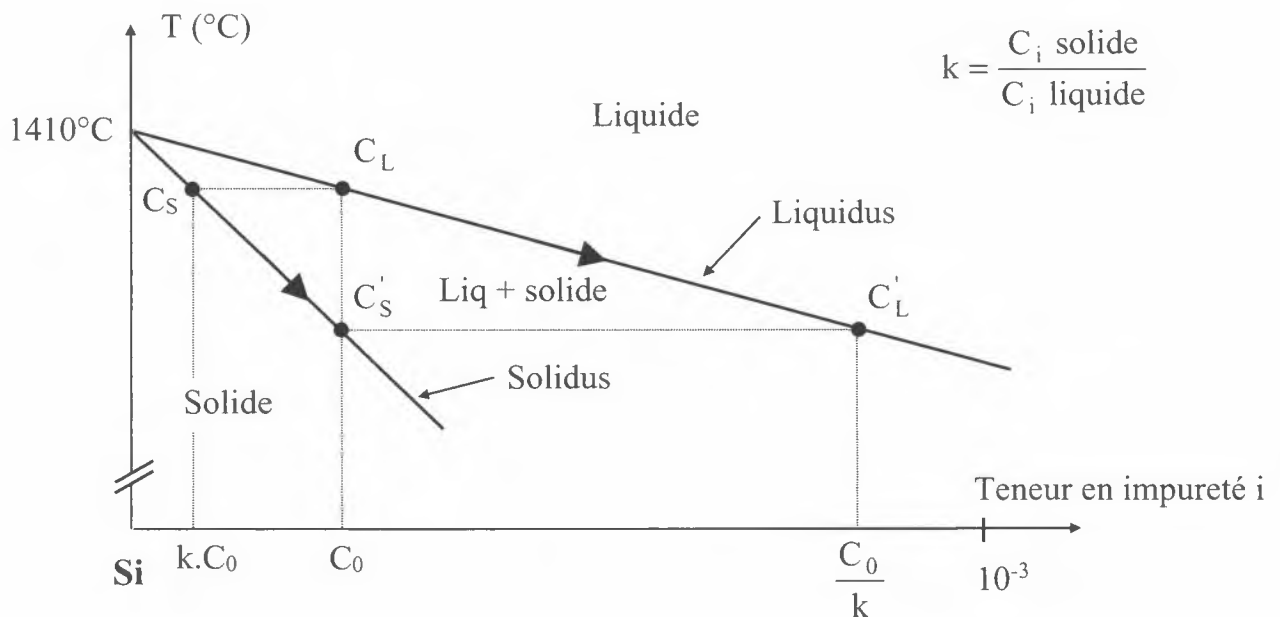
UNIVERSITE DE TOULON
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

5 juillet 2019
FAVOTTO C.

L3 C632 *Chimie inorganique*

Durée de l'épreuve : 1H30 heures

- 1) Faire un résumé de 15 lignes sur les céramiques afin de les définir.
- 2) Donner la formule générale d'un spinel et développer 3 cas, (pour $x = 0$; $x = 1$ et $0 < x < 1$). Pour chaque cas, préciser : la formule, les types de sites occupés et l'orientation des spins.
- 3) Expliquer comment on peut purifier un monocristal et commenter cette courbe.



- 4) Quelle est la différence entre un semi-conducteur intrinsèque et extrinsèque ? Dans le cas de semi-conducteurs extrinsèques citer les différents cas possibles et expliquer-les. Donner des exemples de semi-conducteurs ainsi que leurs applications pour l'énergie (avec schéma).
- 5) Donner le schéma de principe de fonctionnement d'une pile photovoltaïque et expliquer son mode de fonctionnement. Faire de même pour un générateur photoélectrochimique.