

Synthèse

QUESTIONS DE COURS (2 PTS)

1- Pour chaque minéral de la première colonne du tableau suivant, donner sa formule chimique, que vous trouverez dans la colonne 2.

Minéral	Formule chimique
Calcite	$(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$
Diamant	CaCO_3
Dolomite	SiO_2
Fluorite	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
Graphite	Fe_3O_4
Halite	FeS_2
Olivine	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$
Pyrite	NaCl
Quartz	CaF_2
Magnétite	C

2- Quelle est la différence entre :

- Polymorphisme et isomorphisme
- Minéral et minéraloïde
- Forme et habitus

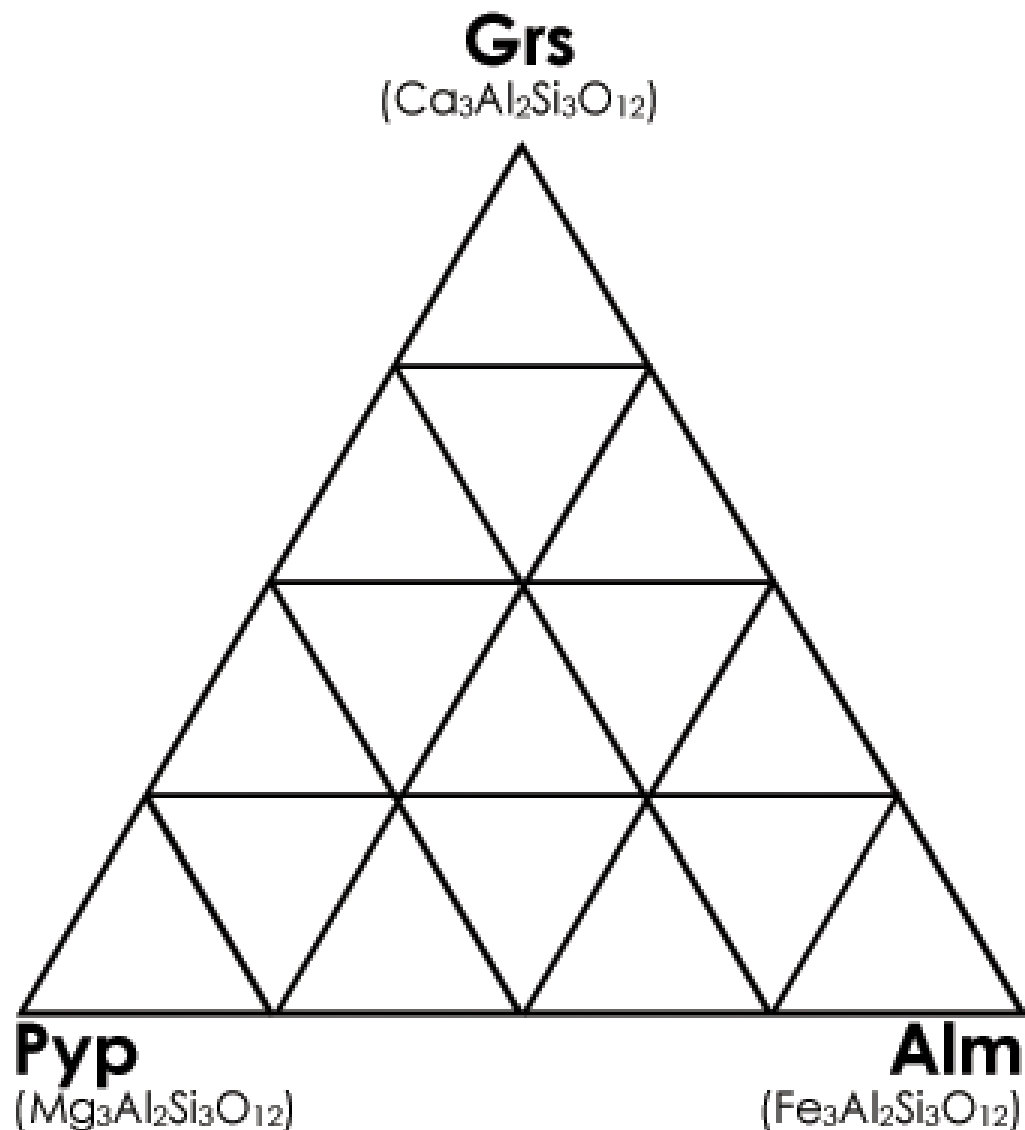
EXERCICE 1 (4 PTS)

1. L'analyse chimique d'un grenat a donné les résultats suivants (pourcentage en poids des oxydes) (le nombre d'oxygène dans la formule chimiques des grenats est 12) :

Masse molaire	Oxydes	Poids (%)
60	SiO_2	40.57
102	Al_2O_3	22.99
72	FeO	4.86
40	MgO	6.31
56	CaO	25.24
	Total	99.7

Déterminer la formule chimique de ce grenat.

2. La composition chimique de certains Grenats peut être exprimée par le pourcentage molaire de trois pôles : Grossularite (pôle calcique, $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$), almandin (pôle ferreux, $\text{Fe}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$), et pyrope (pôle magnésien, $\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$). Un grenat qui est composé de 40 % (mole) de Grossularite, 15 % (mole) d'almandin et 45 % (mole) de pyrope est exprimé par la formule $\text{Grs}_{40}\text{Alm}_{15}\text{Pyp}_{45}$. Exprimer cette formule en terme de composition en oxydes appropriés (% en poids). (Commencer par écrire la formule chimique de ce grenat.).
3. Représenter les trois grenats suivants dans le diagramme ternaire de la figure ci-dessous :
- $\text{Ca}_{2.0}\text{Mg}_{0.7}\text{Fe}_{0.3}\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$
 - $\text{Ca}_{1.5}\text{Mg}_1\text{Fe}_{0.5}\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$
 - $\text{Grs}_{40}\text{Alm}_{15}\text{Pyp}_{45}$



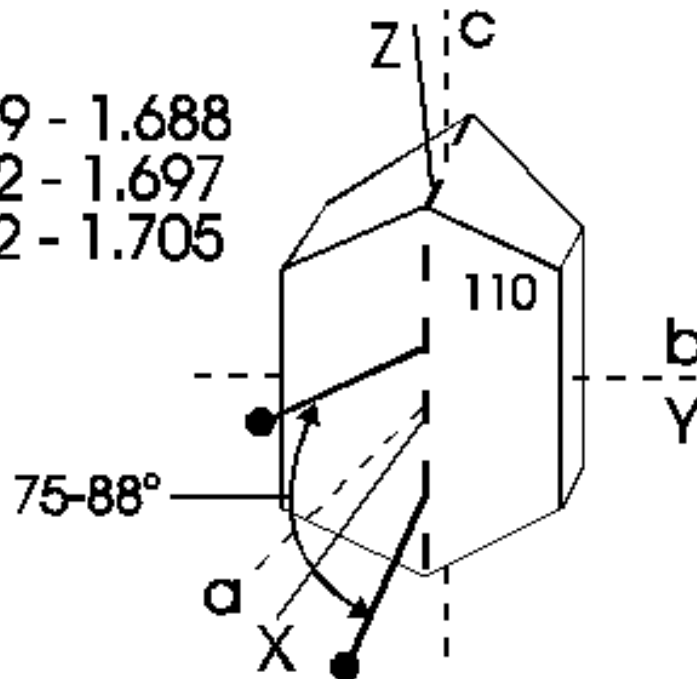
EXERCICE 2 (2 PTS)

Etant donné la figure ci-contre qui représente l'orientation des directions optiques des minéraux Trémolite-Actinote de la série des amphiboles, répondez aux questions suivantes (*toutes les réponses seront clairement argumentées*) :

Tremolite-Actinolite



α 1.599 - 1.688
 β 1.612 - 1.697
 γ 1.622 - 1.705

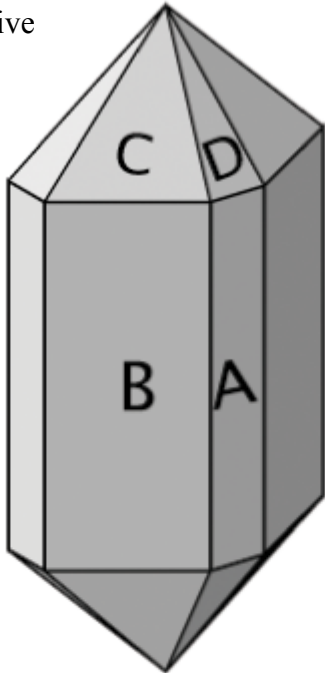


1. Dans quel système cristallisent ces minéraux ?
2. Quel est le signe optique de ces minéraux ?
3. Quelle est la couleur d'interférence d'un cristal d'actinolite qui montre des figures d'interférence BXO ? (commencer par déterminer sa biréfringence, l'épaisseur de la lame mince est de 0,03 mm)
4. Quelle est la biréfringence maximale de la trémolite ?

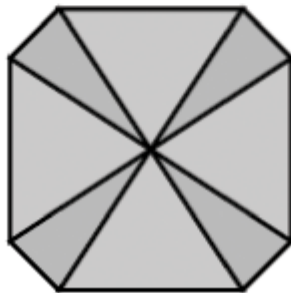
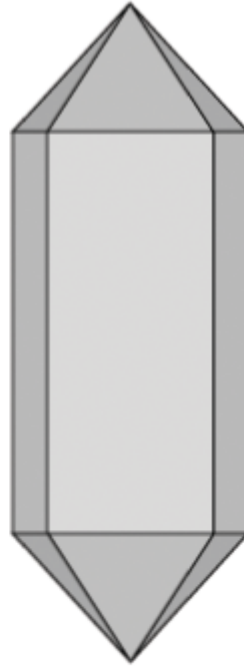
PROBLEME (12 PTS)

Une variété du zircon ($ZrSiO_4$) se présente sous la forme cristalline suivante :

Vue en perspective



Vue de face



Vue à partir du haut

Partie I : Cristallographie (4 pt)

1. Déterminer les éléments de symétrie de ce cristal. En déduire la notation d'Hermann-Mauguin relative à ce minéral
2. A quel système cristallin appartient-il ?
3. Donner les indices de Miller des faces A, B, C et D.
4. Quelles sont les formes présentes dans ce cristal. Indiquer leurs noms et leurs symboles.
5. Dessiner la projection stéréographique des éléments de symétrie et des points équivalents.
6. Calculer le rapport c/a de ce minéral sachant que l'angle ρ de la face (327) est de $25,088^\circ$. (Rappel : ρ est l'angle entre l'axe c et la normale de la face).

Partie II : Diffraction des rayons X (2 pt)

On a réalisé un spectre de poudre avec des cristaux du zircon précédent.

- 1- Etablir la relation donnant les valeurs des d_{hkl} pour le zircon en fonction des paramètres du réseau cristallin et des indices de Miller (hkl). Exprimez cette relation en fonction du rapport (a/c), qui a été calculé dans la première partie (question 6). Il est demandé une démonstration complète en utilisant les vecteurs du repère réciproque.
- 2- On donne les angles de diffraction 2θ pour le spectre de poudre précédent réalisé avec une anticathode de cuivre (longueur d'onde $\lambda_{Cu} = 1,54 \text{ \AA}$). Compléter le tableau suivant et déterminer les valeurs des paramètres a et c.

2θ	13.42	16.26	44.06
d_{hkl}			
(hkl)	(100)	(001)	(111)

Partie III : Cristallographie (2 pt)

Les atomes SiO_4 et Zr occupent les positions suivantes dans la maille primitive :

Zr : (0,0,0) ; (1/2,1/2,1/2) ; (1/2,0,1/4), (0,1/2,3/4)
 SiO_4 : (1/2,1/2,0) ; (0,0,1/2) ; (0,1/2,1/2) ; (1/2,0,3/4)

1. Représenter la projection orthogonale de cette structure dans le plan (001)
2. Déterminer le nombre de formule unité par maille (Z)
3. Les masses molaires de Zr et de SiO_4 sont 91,22 g/mole et 92,02 g/mole, respectivement. Calculer la masse volumique du zircon?
 N (nombre d'Avogadro) = $6,022 \cdot 10^{23}$ atomes/mole.

Partie IV : Optique cristalline (4 pt)

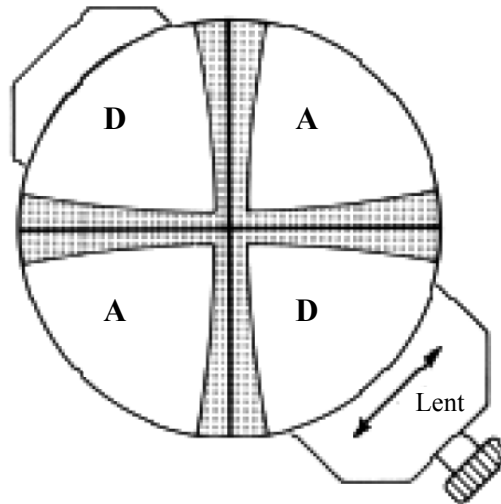
Dans cette partie, on se propose d'observer différentes sections du zircon au microscope polarisant. Les lames minces possèdent une épaisseur de 0,03 mm. Deux sections, notées A et B sont observées. Les observations effectuées sont données dans le paragraphe suivant.

Section A : le minéral possède un relief élevé qui ne change pas au cours de la rotation de la platine en lumière naturelle (LPNA). Le minéral est coloré en vert et cette couleur ne change pas en LPNA au cours de la rotation de la platine. En utilisant la méthode d'immersion, on a mesuré l'indice de réfraction du minéral dans cette section, et on a trouvé $n = 1,93$.

Section B : le minéral possède un relief élevé qui change au cours de la rotation de la platine en lumière naturelle (LPNA). La couleur du minéral change du vert au bleu au cours de la rotation de la platine en (LPNA). En lumière polarisée analysée (LPA), la couleur

d'interférence maximale observée correspond à une biréfringence de 0,06. Cette section est celle de la biréfringence maximale du zircon.

L'observation de la section A en lumière convergente a montré les figures d'interférences représentées sur la figure suivante. L'utilisation d'une lame auxiliaire nous a permis de déterminer les quadrants où on a un ajout du retard total de ceux où on a une diminution du retard total (retard de la lame mince + retard de la lame auxiliaire).



- 1- Déterminer la classe optique du minéral (isotrope, uniaxe ou biaxe) ? (justifiez votre réponse en utilisant la réponse à la question 2 de la partie I du problème).
- 2- Quel est le signe optique du minéral. Justifiez votre réponse.
- 3- Déterminer la valeur des indices de réfraction du minéral. Quelle est la teinte maximale observée sur la section B en LPA. Quel teinte observe t'on sur la section A en LPA.
- 4- Déterminer la formule pléochroïque du minéral.
- 5- Quel type d'extinction observe t'on en LPA. Justifiez votre réponse.
- 6- Quels sont les indices de Miller des plans parallèles à la lame mince des section A et B du zircon. Donner tous les indices possibles pour chaque section !

Bonne chance
M.C. CHABOU