

Partie céramiques

Session d'exercices 7/7

Frittage des céramiques

Exercice 1: Consolidation et densification pendant le frittage

Quelle condition doit être satisfaite afin qu'un mécanisme de frittage est dit "densifiant"?

Exercice 2: Angles dièdres aux points triples et tensions d'interfaces des joints de grains

Aux points triples (ou jonctions multiples, slide 17), les angles dièdres associés garantissent l'équilibre des forces dues aux tensions des joints de grains.

Sur la figure ci-dessous est représentée une microstructure biphasée, c'est-à-dire microstructure composée d'une phase α (grisée) et d'une phase β (blanche). En supposant que les tensions d'interfaces $\gamma_{\alpha\alpha}$, $\gamma_{\beta\beta}$ et $\gamma_{\alpha\beta}$ sont indépendantes de l'orientation (donc constantes) et que les grains sont arrangés de manière aléatoire:

a) Dérivez les expressions analytiques pour:

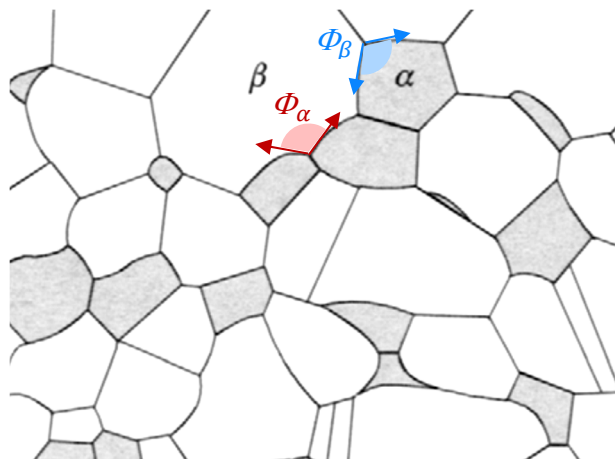
(1) $\gamma_{\alpha\alpha}$ fonction de $\gamma_{\alpha\beta}$

(2) $\gamma_{\beta\beta}$ fonction de $\gamma_{\alpha\beta}$

en établissant le bilan des forces aux points triples indiqués sur la figure ci-dessous.

(Notez que la tension de surface se traduit par des vecteurs tangents aux joints de grains dont le module est égal à la tension de surface, aux points triples il y a 3 vecteurs)

- b) En utilisant les expressions analytiques dérivées en a), dérivez le rapport $\frac{\gamma_{\alpha\alpha}}{\gamma_{\beta\beta}}$ fonction des angles Φ_α et Φ_β
- c) En mesurant approximativement les angles Φ_α et Φ_β (rouge et bleu), servez-vous de la relation établie en b), pour déterminer lequel des joints de grains $\alpha\alpha$ et $\beta\beta$ a une énergie de joints de grains associée plus élevée?
- d) Pourquoi les angles Φ_α et Φ_β ne sont pas toujours égales sur l'image réelle ci-dessous? (astuce: considérez les hypothèses)



Exercice 3: Loi de Laplace et transfert de matière via la phase vapeur

En supposant que le transport de matière est parfait (e.g. on ignore les chemins de diffusion), a lieu UNIQUEMENT via la phase vapeur (e.g. Loi de Laplace) et qu'il s'agit d'un système avec une seule matière uniquement, répondez aux questions suivantes:

- a) Que se passe-t-il, lorsqu'on chauffe, sans fondre, les particules A et B (e.g. proches, de même rayon r_1 , sans contact) en l'absence de la petite particule de rayon r_2 ?

Maintenant, on ajoute la petite particule de rayon r_2 dans le système.

- b) Que se passe-t-il avec la petite particule, lorsqu'on chauffe, sans fondre, le système avec les 3 particules?
- c) Que se passe-t-il au même moment avec les particules A et B?
- d) Dessinez schématiquement l'état du système à l'équilibre (final). Supposez pour la simplicité que la tension de surface est égale à la tension du joint de grains (Astuce: entre particule A et B).

