

MIT Açık Ders Malzemeleri
<http://ocw.mit.edu>

12.109 Petroloji

Termodinamik II
Faz diyagramı ve değişim reaksiyonları

Güz 2005

Bu materyallerden alıntı yapmak veya Kullanım Şartları hakkında bilgi almak için
<http://ocw.mit.edu/terms> ve <http://tuba.acikders.org.tr> sitesini ziyaret ediniz."

12.109 Ders Notları 29 Eylül, 2005

Termodinamik II Faz diyagramı ve değişim reaksiyonları

El Notları: 12.104'deki faz diyagramlarının kullanımı, Termometre ve Barometre

Fraksiyonel kristalleşme – denge kristalleşmesi

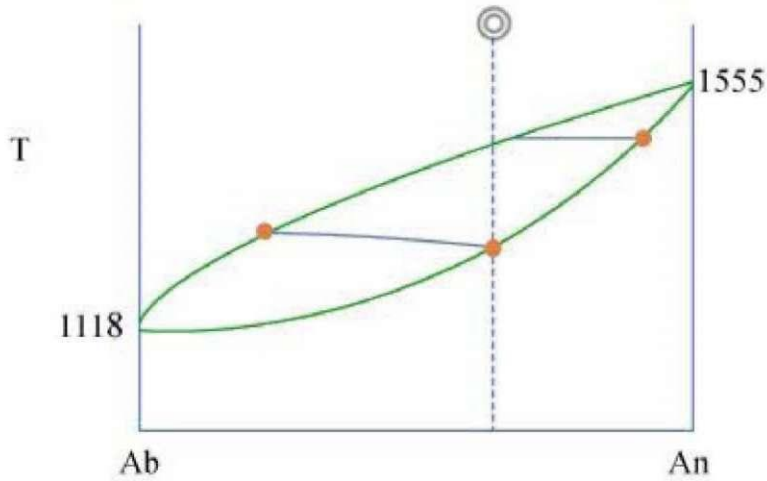
Mükemmel denge – sabit toplam bileşim, kristaller + ergiyik reaksiyonu, reaksiyonlar dengeye ulaşır.

Mükemmel ayrılanma (fraksiyonlanma) – Fazlar arasındaki reaksiyon şartları tamamlanmamıştır. Ergiyik tümüyle ortamdan uzaklaştırılır v.b.

Çünkü yerküre dengede değildir, ilginç jeolojiye sahibiz!

İkili sistem = 2 bileşenli sistem.

Örnek: albit (Ab) ve anortit (An) katı çözeltisi.



Faz diyagramları denge durumlarını gösterir. Fraksiyonel kristalleşme zonlanmış kristal büyümesiyle sonuçlanır.

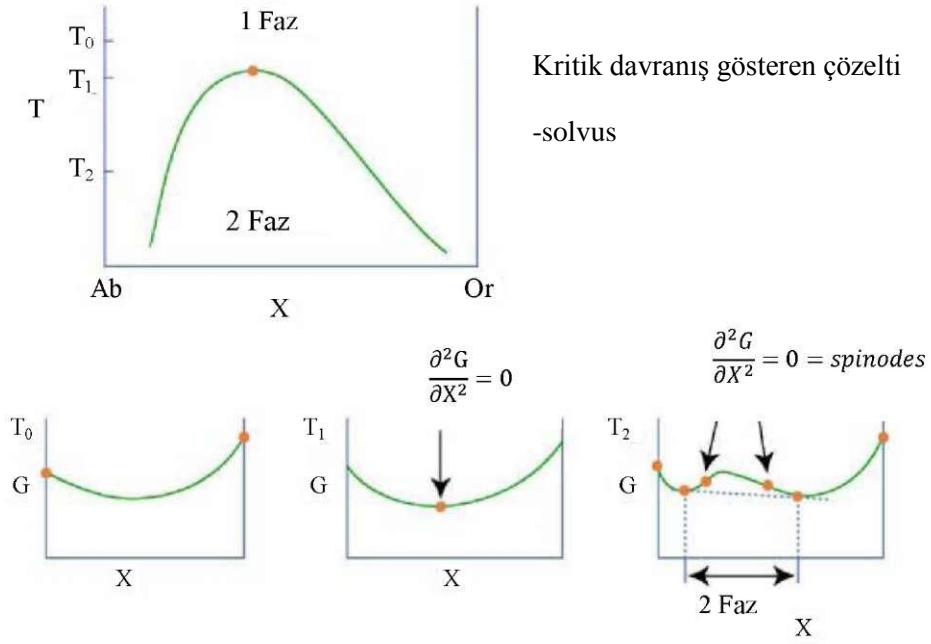
İyonlar arasındaki değişimler, katı haldeki difüzyon ile meydana gelir. Eğer kristal iyondan daha hızlı büyürse, kristal boyunca yayılabilir ve dış tabaka farklı bileşimlerden oluşur.

Böylece kimyasal olarak zonlanmış kristale sahip oluruz.

Olivin ve plajiyoklaz genellikle bu yolla büyür. Çift nikolde merkezden kristalin dış kenarlarına doğru dereceli sönme görebiliriz. Bu, bazen klinopiroksende de görülür.

Fraksiyonel kristalleşme ilksel bileşimini korur. Merkez zon, sıvılaşıma eğrisindeki kristalin bileşimine sahiptir. Akışkan bileşimi, akışkan son kristalleşmeye ulaştığında akışkanın sıcaklığını gösterir.

İki bileşenli sistemlere daha fazla bilgi için



Solvus, veya karışabilirlik boşluğu - katı çözelti sistemde, karışmazlık alanı (karıştırmak için yetersizlik)

Na-K feldispatlarda, pertit tek kristal fazın karışmamasının sonucudur → farklı bileşime sahip eş zamanda oluşmuş iki faz ve aynı kristal yapısı.

Sıcaklık düştüğünde iki faz birbirinden ayrılır (spinoidal ayrışma). Feldispat sistemi için Bowen ve Tuttle'a bakınız.

Termometre ve Barometre

Thermobarometre

Magmatik ve metamorfik kayalar.

Birarada bulunan mineral bileşimlerinin kullanımı bize T+P hakkında birşeyler söyler.

Likidüs mineralleri sıcaklığın kaydını tutar (likidüs minerallerinin bileşimlerini koruyabilirsiniz). Bazaltların çoğu bir likidüs faz olarak olivine sahiptir- bu nedenle bazaltların ve olivinlerin toplam bileşimlerini bilerseniz, kristalleşme sıcaklığını da elde edebilirsiniz. Sadece % bir kaç kristal içeren, ideal olarak % 1-2 olan bir kayaca ihtiyacınız olacak ("az kristal içeren" kayac).

2 faz bölgesininin şeklini belirleyen bir ifade yazabilirsiniz: Bir DEĞİŞİM REAKSİYONU- reaksiyon iki faz arasındaki element çiftlerinin dağılımını tanımlar. Magmatik sistemlerde mineral-ergiyik etkileşimi çok kullanışlı olabilir.

1. Birarada bulunan kristal ve ergiyik arasındaki denge koşulları sınanabilir.
2. Oluşum reaksiyonları ile birlikte yerleşme/püskürme şartlarının tayini amacıyla kullanılabilir.

Oluşum reaksiyonları – toplanan katı ergiyikteki bileşenleri oluşturur:

Örnek olarak olivin oluşum reaksiyonları:

1. forsterit-ergiyik $2\text{MgO}^{\text{ergiyik}} + \text{SiO}_2^{\text{ergiyik}} \leftarrow \rightarrow \text{Mg}_2\text{SiO}_4^{\text{olivin}}$
2. fayalit-ergiyik $2\text{FeO}^{\text{ergiyik}} + \text{SiO}_2^{\text{ergiyik}} \leftarrow \rightarrow \text{Fe}_2\text{SiO}_4^{\text{olivin}}$

değişim reaksiyonu:

3. $\text{Mg}_2\text{SiO}_4^{\text{olivin}} + 2\text{FeO}^{\text{ergiyik}} \leftarrow \rightarrow \text{Fe}_2\text{SiO}_4^{\text{olivin}} + 2\text{MgO}^{\text{ergiyik}}$

Not: tepkime 2 – tepkime 1 = tepkime 3

Bir denge sabiti yazabiliriz:

$$AG = -RT \ln k_{denge}$$

G = Gibbs serbest enerjisi

R = termodinamik sabit

T = sıcaklık

k = denge sabiti

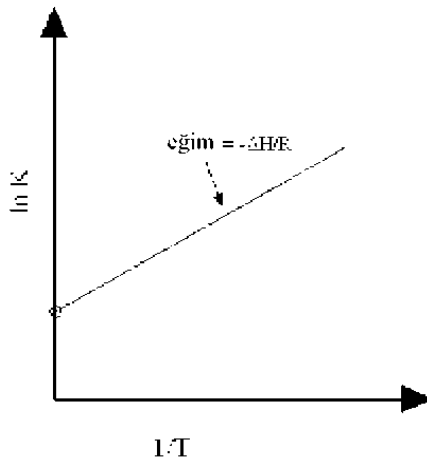
$$k_{denge} = \frac{a_{\text{Mg}_2\text{SiO}_4}^{\text{oliv}}}{(a_{\text{MgO}}^{\text{ergiyik}})^2 (a_{\text{SiO}_2}^{\text{ergiyik}})}$$

$$a = X * \gamma$$

İdeal bir çözüm için, $a = X = \text{mol fraksiyonu} = (\% \text{ ağırlık/gram formül ağırlığı})$ yeniden normalize edilmelidir. İdeal olmayan şartlar için, $\gamma = 1$, $a \approx X$ şeklinde benzetebiliriz.

Fayalit (Fe_2SiO_4) için benzer bir reaksiyon yazabiliriz.

Not: $\ln K - 1/T$ ilişkisidir:



Bu oluşum reaksiyonları için ΔH_{rxn} füzyon sıcaklığıdır. Bu hem fayalit hem de forsterit için ölçülmüştür.

$$\Delta H_{ergime}^{forsterit} \sim 25 \text{ kcal/mol}$$

$$\Delta H_{ergime}^{fayalit} \sim 29 \text{ kcal/mol}$$

Her iki oluşum reaksiyonu T'ye bağlıdır ve sıcaklık (T) tahmininde kullanılabilir. Değişim reaksiyonu:

$$\ln K_D = \frac{a_{Fe_4SiO_4}^{oliv} (a_{MgO}^{ergiyik})^2}{a_{Mg_2SiO_4}^{oliv} (a_{FeO}^{ergiyik})^2} = \ln K_{oluşumu}^{fayalit-ergiyik} - \ln K_{oluşumu}^{forsterit-ergiyik} \sim \text{sabit}$$

Ve bazaltik magmalar için $K_{D_{oliv}}^{Fe-Mg} \sim 0.29 - 0.33$

Basitleştirirsek:

$$a_{MgO}^{ergiyik} = X_{MgO}^{ergiyik} \quad \text{ve} \quad a_{Mg_2SiO_4}^{oliv} = X_{forsterit}$$

$$a_{FeO}^{ergiyik} = X_{FeO}^{ergiyik} \quad \text{ve} \quad a_{Fe_2SiO_4}^{oliv} = X_{fayalit}$$

$$X_{MgO}^{ergiyik} = \frac{\%ağırlıkMgO^{ergiyik}}{40.311} \left/ \left[\frac{\%ağırlıkMgO^{ergiyik}}{40.311} + \frac{\%ağırlıkFeO^{ergiyik}}{71.846} \right] \right.$$

Diğer yararlı değişim ve oluşum reaksiyonları:

Plajiyoklaz-ergiyik (Ca-Na) – P, $H_2O_{ergiyikteki}$ hassas

Piroksen-ergiyik (Fe-Mg) - T hassas olmayan

vb.