Chương 6

CÂN BẰNG GIỮA CÁC HỆ DỊ THỂ KHÁC

By: Nguyễn Quang Long

Nội dung

1. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến độ hòa tan
2. Tính chất nồng độ của dung dịch
3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử
4. Sự kết tinh của dung dịch 3 cấu tử

By: Nguyễn Quang Long

1. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến độ hòa tan

- Xét quá trình hòa tan chất rắn ***i*** vào dung dịch:

$$\mathbf{i\ (r) = i\ (d.d.,\ x_i) + \Delta H_{ht}}$$

HSCB:

$$K_x = \frac{x_i(d.d.)}{x_i(r)} = x_i(d.d.) = x_i$$

PT đẳng áp Van't Hoff:

$$\frac{d \ln K_x}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}$$

$$\frac{d \ln x_i}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}$$

By: Nguyễn Quang Long

1. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến độ hòa tan

$$\mathbf{i\ (r) = i\ (d.d.,\ x_i) + \Delta H_{ht}}$$

Xem d.d. là Lý Tưởng: $\Delta H_{ht} = \lambda_{nc} + \Delta H_{ph.I} = \lambda_{nc} = \lambda_i$

$$\frac{d \ln x_i}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}$$

PT Sreder

$$\frac{d \ln x_i}{dT} = \frac{\lambda_i}{RT^2}$$

By: Nguyễn Quang Long

1. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến độ hòa tan

PT Sreder

$$\frac{d \ln x_i}{dT} = \frac{\lambda_i}{RT^2}$$

Do $\lambda_i > 0$ nên: T tăng → x_i tăng
(độ tan tăng khi nhiệt độ tăng)

$x_i = k.\ \exp(-\lambda_i / RT)$
(độ tan phụ thuộc T dưới dạng hàm số mũ - đường cong)

By: Nguyễn Quang Long

1. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến độ hòa tan

PT Sreder

$$\frac{d \ln x_i}{dT} = \frac{\lambda_i}{RT^2}$$

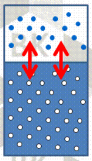
$$\ln x_i = -\frac{\lambda_i}{R}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)$$

x_i : phần mol i (độ hòa tan) tại nhiệt độ T (K)
T_0 (K): nhiệt độ nóng chảy của i ;
λ_i (cal/mol): nhiệt nóng chảy của i ;
R = 1,987 cal/mol/K

By: Nguyễn Quang Long

2. Tính chất nồng độ của dung dịch

- **Độ giảm áp suất hơi của dung dịch**



Dung dịch chứa chất tan không bay hơi → Áp suất hơi của dd là AS hơi của dm.

ĐL Raoult: $P = P_{dm} = P^0_{dm} . x_{dm} = P^0_{dm} . (1-x)$

Với: **P** : ASH của dung dịch
P^0_{dm} : ASH bão hòa của dm nguyên chất *(ở nhiệt độ khảo sát)*
x : tổng phần mol của các chất tan

By: Nguyễn Quang Long

2. Tính chất nồng độ của dung dịch

- **Độ giảm áp suất hơi của dung dịch (tt)**

ĐL Raoult: $P = P_{dm} = P^0_{dm} . x_{dm} = P^0_{dm} . (1-x)$

$$\frac{P^0_{dm} - P}{P^0_{dm}} = \frac{\Delta P}{P^0_{dm}} = x$$

ĐL Raoult về độ giảm ASH: *Độ giảm tương đối ASH của d.d. bằng tổng phân mol các chất tan không bay hơi trong d.d.*

→ D.D càng **đặc** thì ASH càng **thấp**

By: Nguyễn Quang Long

2. Tính chất nồng độ của dung dịch

- **Độ tăng điểm sôi và hạ điểm kết tinh**

Độ tăng điểm sôi và hạ điểm kết tinh của các d.d. chất tan không bay hơi tỉ lệ thuận với nồng độ của d.d. (ĐL Raoult)

$\Delta T = K.C_m$ *Với:* C_m : *nồng độ molan*

$$K = \frac{RT_0^2 M_1}{1000\lambda}$$

(ĐL chỉ thật đúng với dung dịch vô cùng loãng)

By: Nguyễn Quang Long

2. Tính chất nồng độ của dung dịch

- **Độ tăng điểm sôi và hạ điểm kết tinh (tt)**

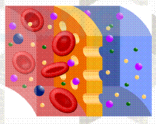
Đại lượng	Điểm sôi	Điểm kết tinh
ΔT (K)	Độ tăng	Độ giảm
K (K/mol)	HS nghiệm sôi (K_S) – chỉ phụ thuộc bản chất dung môi	HS nghiệm đông (K_D) – chỉ phụ thuộc bản chất dung môi
λ (cal/mol)	Nhiệt hóa hơi	Nhiệt nóng chảy
T_o (K)	Nhiệt độ sôi của d.m.	Nhiệt độ kết tinh của d.m.
R = 1,987 (cal/mol/K) : Hằng số khí		
M_1 (g/mol) : phân tử khối của d.m.		

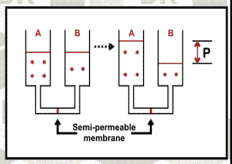
By: Nguyễn Quang Long

2. Tính chất nồng độ của dung dịch

- **Áp suất thẩm thấu**

A/S thẩm thấu của d.d. (π): là a/s phụ cần tác động lên một màng bán thấm nằm phân cách giữa d.d. và d.m. nguyên chất để d.d. nằm cân bằng thủy tĩnh với d.m.





By: Nguyễn Quang Long

2. Tính chất nồng độ của dung dịch

- **Áp suất thẩm thấu (tt)**

PT Van't Hoff:

$$\pi V = nRT$$

(Có thể áp dụng cho d.d. có nồng độ tương đối lớn)

$$\pi = \frac{n}{V}RT = CRT$$

Với:
π (atm): a/s thẩm thấu của d.d.
V (lit): thể tích d.d.
n (mol): số mol chất tan trong d.d.
R (= 0,082 atm.lit/mol/K): HS khí
T (K): nhiệt độ
C (M) : nồng độ mol của chất tan

VD: Đường Sucrose trong nước ở 293 K.
C= 0.1 mol/l; π (thực)= 262 kPa; π (tính)= 240 kPa.
C= 0.75 mol/l; π (thực)= 2,4 MPa; π (tính)= 1,8 MPa

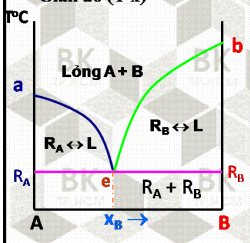
By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, không tạo hợp chất hóa học

Ví dụ: NaCl – H_2O; KCl – LiCl; MgO – CaO; naphthalene - diphenyamin….

- Giản đồ (T-x)



Đường ae: $x_A = K_A.\exp(-\lambda_A/RT)$

Đường be: $x_B = K_B.\exp(-\lambda_B/RT)$

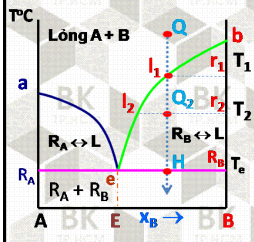
Điểm e: Điểm eutecti

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, không tạo hợp chất hóa học

- Quá trình đa nhiệt



P= const

Hệ	Pha lỏng	Pha rắn	Nhiệt độ	Bậc TD
Q	Q	-	-	2
l_1	l_1	r_1	T_1	
Q_2	l_2	r_2	T_2	1
H	e	R_B	T_e	0

By: Nguyễn Quang Long

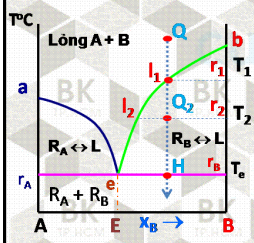
3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, không tạo hợp chất hóa học

- Quá trình đa nhiệt

Lượng các pha, ví dụ tại Q_2:

Hệ Q_2=lỏng (l_2) + rắn (r_2)



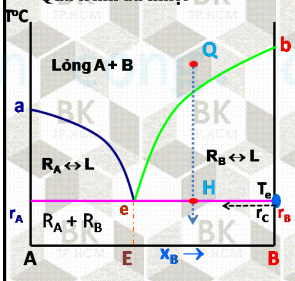
$$\frac{g(r_2)}{g(l_2)} = \frac{l_2 Q_2}{Q_2 r_2}$$

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, không tạo hợp chất hóa học

- Quá trình đa nhiệt



Tại H:

- Lỏng e KT → RắnA và RắnB
- Hệ có 3 pha: RắnA (r_A), RắnB (r_B), LỏngAB (e).
- Hệ rắn chung (r_C): = RắnA + RắnB

Tiếp tục kết tinh:

$r_C : r_B \rightarrow H$

$$\frac{g(R_C)}{g(L_e)} = \frac{eH}{HR_C}$$

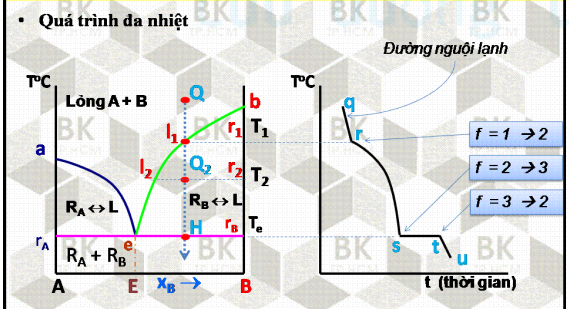
Kết tinh kết thúc khi: $r_C = H$

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, không tạo hợp chất hóa học

- Quá trình đa nhiệt

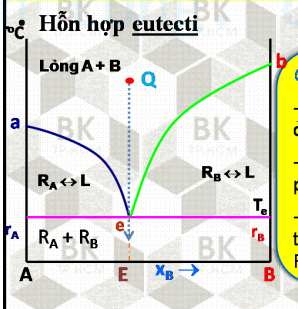


By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, không tạo hợp chất hóa học

Hỗn hợp eutecti



Ở P= const:

- Hỗn hợp eutecti sẽ kết tinh ở nhiệt độ không đổi.
- Thành phần pha rắn = thành phần pha lỏng
- Hỗn hợp rắn là những tinh thể rất nhỏ, mịn của hai pha RắnA , RắnB nguyên chất.

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, không tạo hợp chất hóa học

- **Hỗn hợp eutecti (tt)**

Nếu P ≠ const:

- Bậc tự do: c = 2 – 3 +2 = 1

→ Khi thay đổi P → nhiệt độ kết tinh (T_0) thay đổi → nồng độ eutecti x_e thay đổi.

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, không tạo hợp chất hóa học

- **Hỗn hợp eutecti (tt)**

Ứng dụng:

- Hỗn hợp "sinh hàn" (muối-nước): điểm *cryohydrat* (T_0 < 0 ^{0}C), ví dụ: NaCl – H_2O (22,4% NaCl) có điểm cryohydrate -21,2 ^{0}C.

- Hỗn hợp "thiết hàn" (Sn-Pb): T_0 = 200 ^{0}C

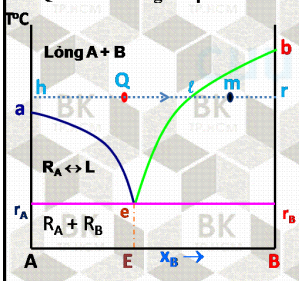
(T_0 (Sn) = 232 ^{0}C ; T_0 (Pb) = 327 ^{0}C)

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, không tạo hợp chất hóa học

- **Quá trình đẳng nhiệt**



Giảm nồng độ cấu tử A trong d.d. (vd.: hút chất không):

- Điểm hệ Q → ℓ: Bắt đầu kết tinh R_B
- *Tiếp tục* : ℓ → m :

k = 2; f = 2 ; T, P = const → c = 2- 2 + 0 = 0

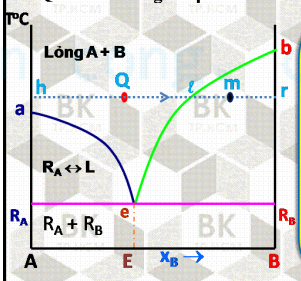
→ Nồng độ x_B = const : điểm lỏng cố định tại ℓ

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, không tạo hợp chất hóa học

- **Quá trình đẳng nhiệt**



Khi điểm hệ chạy từ ℓ → m:

- Lượng tương đối hai pha (L, R_B):

$$\frac{g(R_B)}{g(L)} = \frac{lm}{mr}$$

- Lượng cấu tử A giảm:

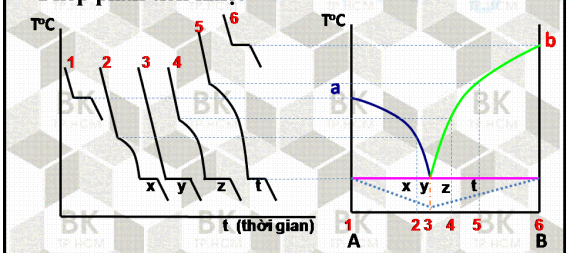
$$\frac{g(A)}{g(R_B + L)} = \frac{Qm}{mh}$$

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, không tạo hợp chất hóa học

- **Phép phân tích nhiệt**



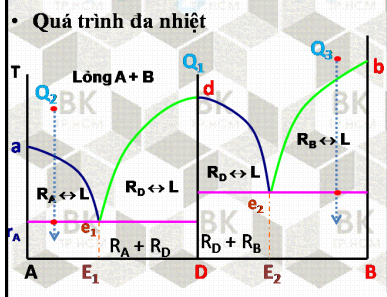
By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, kết tinh tạo hợp chất hóa học bền

Ví dụ: $CuSO_4 – H_2O$ tạo $CuSO_4.5H_2O$

- **Quá trình đa nhiệt**



-Giản đồ của hai hệ (A-D) và (D-B) ghép lại.

- Có 1 điểm cực đại (d) và 2 điểm eutecti.

- Đường ae_1 : kết tinh R_A

-Đường e_1de_2 : kết tinh R_D

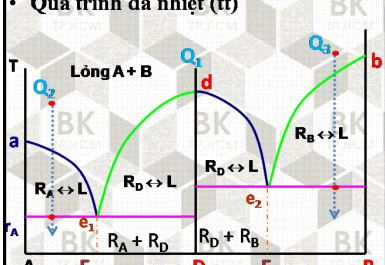
-Đường e_2b: kết tinh R_B

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, kết tinh tạo hợp chất hóa học bền

- **Quá trình đa nhiệt (tt)**



-Hệ ở Q_2, Q_3: giống hệ không tạo hchh.

-Hệ ở Q_1 :

Giảm T, $Q_1 \rightarrow d$: D bắt đầu kết tinh

x(lỏng) = x (rắn)

c = r – q – f + 1 = 0

→ T = const

→ Giống k.t. một chất nguyên chất

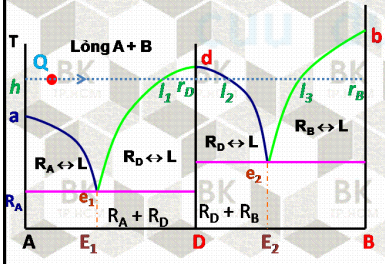
By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, kết tinh tạo hợp chất hóa học bền

- **Quá trình kết tinh đẳng nhiệt, đẳng áp**

Bốc hơi cấu tử A ở điều kiện: T, P = const



-Tại l_2 : chỉ một pha lỏng (l_2)

- Từ l_2 đến l_3 : chỉ một pha lỏng

-Từ l_3 đến r_B : lỏng (l_3) ↔ Rắn B (r_B)

c = k-f + 0 = 2-2 = 0

→ **TP pha lỏng không đổi**

-Tại r_B : chỉ một pha rắn B.

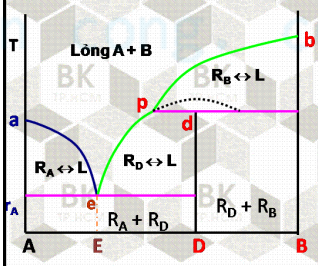
By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, kết tinh tạo hợp chất hóa học không bền

Ví dụ: $Na_2SO_4 – H_2O$ tạo $Na_2SO_4.10H_2O$ bị phân hủy ở 32,3 °C

- **Quá trình đa nhiệt**



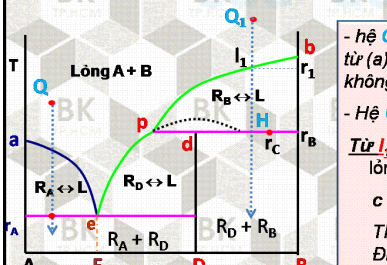
- Có 1 điểm eutecti (e) và và 1 điểm peritecti (p).
- ae : kết tinh Rắn A
- ep : kết tinh Rắn D
- pb: kết tinh Rắn B

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, kết tinh tạo hợp chất hóa học không bền

- **Quá trình đa nhiệt (tt)**



- hệ Q có TP tương ứng từ (a) → (p): giống hệ không tạo hchh.

- Hệ Q_1:

Từ l_1 đến H:

lỏng(l_1) ↔ Rắn B(r_1)

c = k-f+1=2- 2 + 1 = 1

TP lỏng phụ thuộc T

Điểm lỏng: $l_1 \rightarrow p$

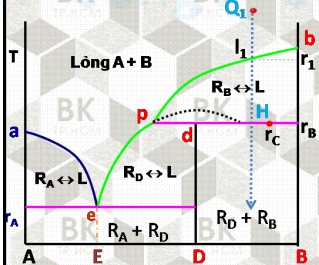
Điểm rắn: $r_1 \rightarrow r_B$

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, kết tinh tạo hợp chất hóa học không bền

- **Quá trình đa nhiệt (tt)**



-Hệ Q_1: (tt)

Tại H: hệ có 3 pha: lỏng(p); rắnD(d); rắnB(r_B)

c = k- f +1 = 2-3+1= 0

→ x(lỏng),T(lỏng) không đổi: lỏng cố định ở p.

r_C = Rắn D + Rắn B

Tiếp tục kết tinh:

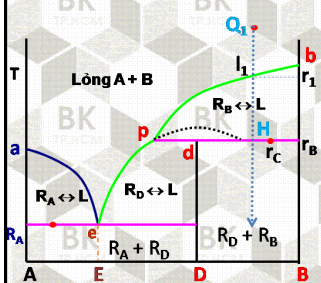
r_C di chuyển từ $r_B \rightarrow H$

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, kết tinh tạo hợp chất hóa học không bền

• Quá trình đa nhiệt (tt)



-Hệ Q_1: (tt)

Khi r_C đến H:

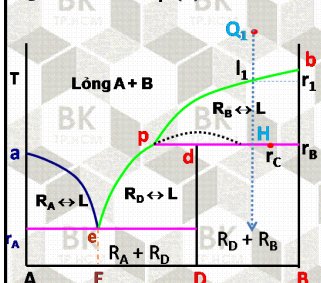
kết thúc kết tinh.
hệ có 2 pha:
rắnD (d); rắnB (r_B).

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, kết tinh tạo hợp chất hóa học không bền

• Quá trình đa nhiệt (tt)



-Hệ Q_1: (tt)

Lượng các pha:

$$\frac{g(R_C)}{g(L)} = \frac{pH}{Hr_C}$$

$$g(R_C) = g(R_B) + g(R_D)$$

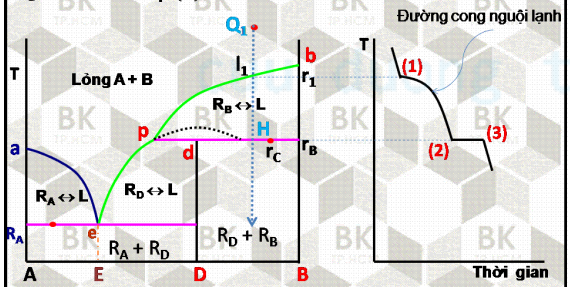
$$\frac{g(R_B)}{g(R_D)} = \frac{dr_C}{r_C r_B}$$

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, kết tinh tạo hợp chất hóa học không bền

• Quá trình đa nhiệt (tt)

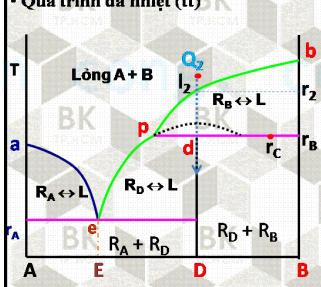


By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, kết tinh tạo hợp chất hóa học không bền

• Quá trình đa nhiệt (tt)



-Hệ Q_2: (TP = D)

Tại d: hệ có 3 pha:
lỏng(p); rắnD(d); rắnB(r_B)

$c = k - f + 1 = 2 - 3 + 1 = 0$

→ x(lỏng), T(lỏng) không đổi: lỏng cố định ở p.

r_C = Rắn D + Rắn B

Tiếp tục kết tinh:

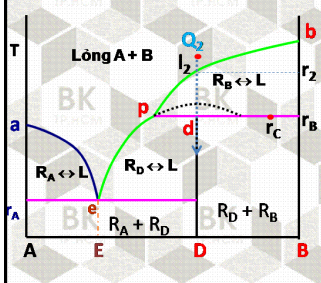
r_C di chuyển từ r_B → d

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, kết tinh tạo hợp chất hóa học không bền

• Quá trình đa nhiệt (tt)



-Hệ Q_2: (tt)

Khi r_C đến d:

Kết thúc kết tinh.
Lỏng (p) và Rắn B (r_B) đồng thời biến mất.

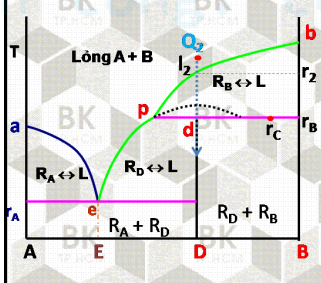
Hệ có 1 pha: rắnD (d).

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, kết tinh tạo hợp chất hóa học không bền

• Quá trình đa nhiệt (tt)



-Hệ Q_2: (tt)

Lượng các pha:

$$\frac{g(R_C)}{g(L)} = \frac{pd}{dr_C}$$

$$g(R_C) = g(R_B) + g(R_D)$$

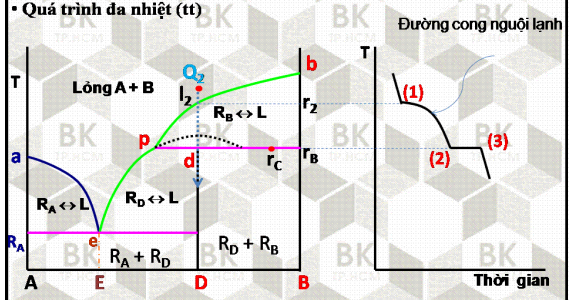
$$\frac{g(R_B)}{g(R_D)} = \frac{dr_C}{r_C r_B}$$

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, kết tinh tạo hợp chất hóa học không bền

• Quá trình đa nhiệt (tt)

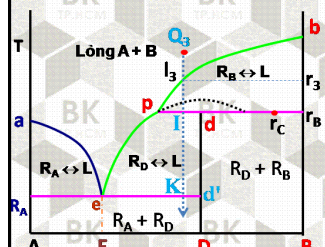


By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, kết tinh tạo hợp chất hóa học không bền

• Quá trình đa nhiệt (tt)



-Hệ Q_3:

Tại I: hệ có 3 pha: lỏng(p); rắnD(d); rắnB(r_B)

$c = k - f + 1 = 2 - 3 + 1 = 0$

→ *x(lỏng), T(lỏng) không đổi: lỏng cố định ở p.*

r_C = Rắn D + Rắn B

Tiếp tục kết tinh:

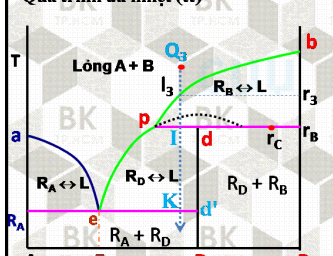
r_C di chuyển từ r_B → d

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, kết tinh tạo hợp chất hóa học không bền

• Quá trình đa nhiệt (tt)



-Hệ Q_3: *(tt)*

Lượng các pha:

$$\frac{g(R_C)}{g(L)} = \frac{pI}{Ir_C}$$

$$g(R_C) = g(R_B) + g(R_D)$$

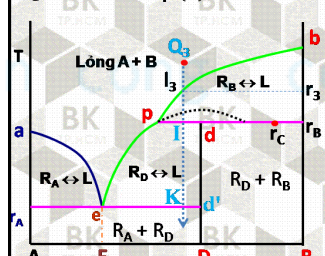
$$\frac{g(R_B)}{g(R_D)} = \frac{dr_C}{r_C r_B}$$

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, kết tinh tạo hợp chất hóa học không bền

• Quá trình đa nhiệt (tt)



-Hệ Q_3: *(tt)*

Khi r_C đến d:

Rắn B (r_B) biến mất (dr_C=0). Hệ có 2 pha: rắnD **(d)**, lỏng **(p)**.

$c = k - f + 1 = 2 - 2 + 1 = 1$

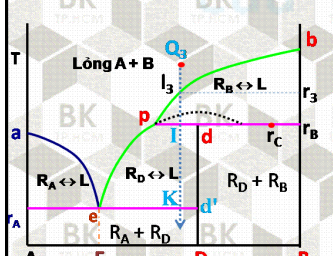
→ ***Nhiệt độ, TP lỏng*** tiếp tục thay đổi được.

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, kết tinh tạo hợp chất hóa học không bền

• Quá trình đa nhiệt (tt)



-Hệ Q_3: *(tt)*

Hệ từ I đến K:

lỏng (p) ↔ rắnD (d)

Lỏng : p → e

rắnD : d → d'

$c = k - f + 1 = 2 - 2 + 1 = 1$

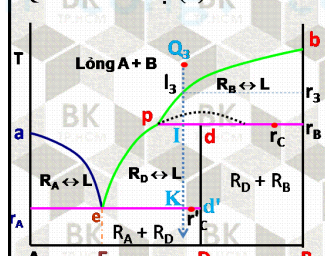
→ ***TP lỏng*** phụ thuộc T.

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, kết tinh tạo hợp chất hóa học không bền

• Quá trình đa nhiệt (tt)



-Hệ Q_3: *(tt)*

Tại K: hệ có 3 pha: lỏng (e); rắnD (d'); rắnA (r_A)

$c = k - f + 1 = 2 - 3 + 1 = 0$

→ *x(lỏng), T(lỏng) không đổi: lỏng cố định ở e.*

rắnD + rắnA=R'$_C$ (tại r'$_c$)

Tiếp tục kết tinh:

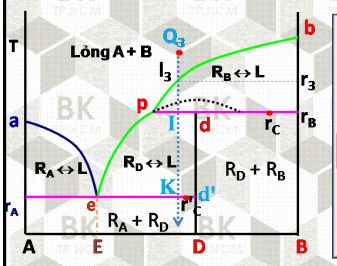
r'$_C$ di chuyển từ d' → K

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, kết tinh tạo hợp chất hóa học không bền

• Quá trình đa nhiệt (tt)



-Hệ Q_3: (tt)

$$\frac{g(R'_C)}{g(L)} = \frac{eK}{Kr'_C}$$

$$g(R'_C) = g(R_A) + g(R_D)$$

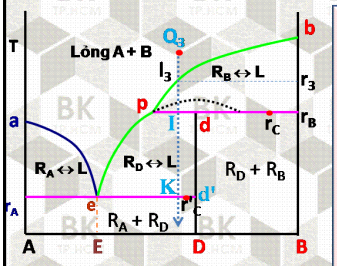
$$\frac{g(R_A)}{g(R_D)} = \frac{d'r'_C}{r'_C r_A}$$

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, kết tinh tạo hợp chất hóa học không bền

• Quá trình đa nhiệt (tt)



-Hệ Q_3: (tt)

Khi r'$_C$ đến K:

Lỏng (e) biến mất (Kr'_C=0). Kết tinh kết thúc.

Hệ có 2 pha: RắnD (d'), RắnA (r_A).

c = k- f +1 = 2-2+1= 1

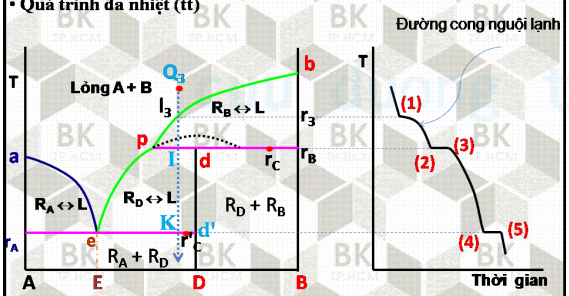
→tiếp tục làm lạnh, nhiệt độ hệ 2 pha rắn giảm.

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ không tạo d.d. rắn, kết tinh tạo hợp chất hóa học không bền

• Quá trình đa nhiệt (tt)



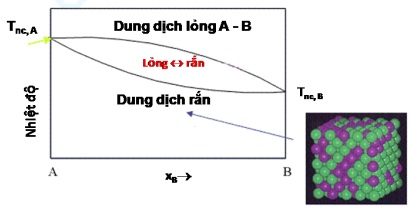
By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ tạo d.d. rắn tan lẫn vô hạn

Kết tinh tách ra tinh thể hỗn hợp, đồng thể (dd rắn). Các phân tử khác nhau nằm trên cùng một mạng tinh thể.

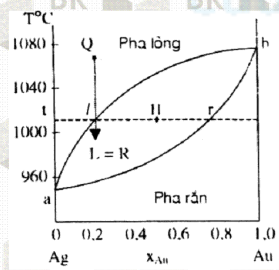
– Ví dụ: hệ: Ag- Au ; Cu- Ni; LiCl – NaCl ; Al_2O_3- Cr_2O_3;…



By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ tạo d.d. rắn tan lẫn vô hạn



-Hệ Q: giảm nhiệt độ đến t:

tinh thể rắn đầu tiên kết tinh: lỏng(l); rắn(r);

pha rắn: giàu cấu tử B (Au)

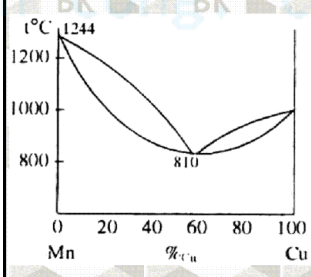
→Tách riêng bằng "kết tinh phân đoạn"

Pha rắn: tốc độ khuếch tán chậm → TP d.d. không đồng nhất

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ tạo d.d. rắn tan lẫn vô hạn



Hệ có điểm cực tiểu:

Cr-Co ; Cu- Au ; Mn-Cu

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ tạo d.d. rắn tan lẫn có giới hạn

Ở một khoảng nồng độ, d.d. rắn bị tách thành hai pha riêng biệt nằm cân bằng.

Ví dụ các hệ:

Pb-Sn (hệ có điểm eutecti)

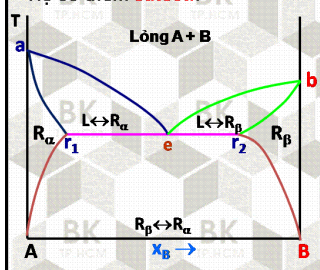
Pt-Ag (có điểm peritecti)

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ tạo d.d. rắn tan lẫn có giới hạn

Hệ có điểm eutecti:



Hệ có điểm eutecti:

$NaNO_3$ – KNO_3; Pb- Sn ; Cu- Ag;

Pha R_α: dung dịch rắn của B tan trong A

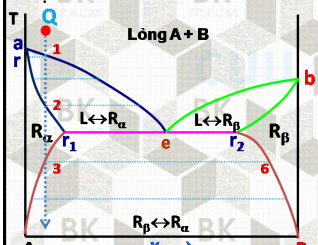
Pha R_β: dung dịch rắn của A tan trong B

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ tạo d.d. rắn tan lẫn có giới hạn

Hệ có điểm eutecti:



Làm lạnh Hệ Q:

Tại (1): tinh thể rắn R_α xuất hiện (điểm r).

Từ (1) → (2): Hệ gồm 2 pha, có bậc tự do:

$c = 2 - 2 + 1 = 1$

Tại (2): Pha lỏng mất, chỉ còn pha rắn R_α.

Từ (2) → (3): Hệ gồm 1 pha rắn R_α, có bậc tự do:

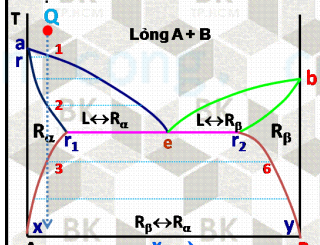
$c = 2 - 1 + 1 = 2$

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ tạo d.d. rắn tan lẫn có giới hạn

Hệ có điểm eutecti:



Làm lạnh Hệ Q: (tt)

Tại (3): tinh thể rắn R_β xuất hiện - điểm (6).

Sau (3) : Hệ gồm 2 pha, có bậc tự do:

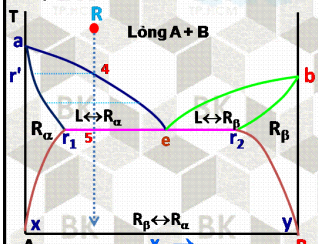
$c = 2 - 2 + 1 = 1$

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ tạo d.d. rắn tan lẫn có giới hạn

Hệ có điểm eutecti:



Làm lạnh Hệ R:

Tại (4): tinh thể rắn R_α xuất hiện (điểm r').

Từ (4) → (5) : Hệ gồm 2 pha, có bậc tự do:

$c = 2 - 2 + 1 = 1$

Tại (5): tinh thể rắn R_β xuất hiện (điểm r_2). Hệ có 3 pha: Lỏng (e) , rắn R_α (r_1) , rắn R_β (r_2):

$c = 2 - 3 + 1 = 0$

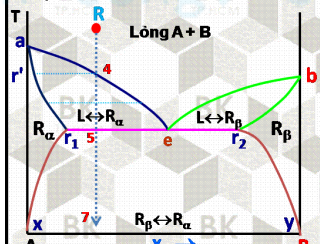
→ TP lỏng không đổi

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ tạo d.d. rắn tan lẫn có giới hạn

Hệ có điểm eutecti:



Làm lạnh Hệ R: (tt)

Khi lỏng (e) kết tinh hết, hệ còn 2 pha → bậc tự do: $c = 2 - 2 + 1 = 1$

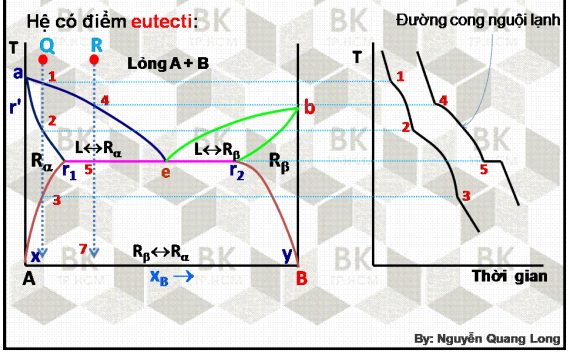
→ Điểm hệ chạy từ (5) → (7)

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ tạo d.d. rắn tan lẫn có giới hạn

Hệ có điểm eutecti:

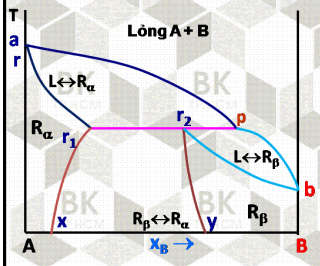


By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ tạo d.d. rắn tan lẫn có giới hạn

Hệ có điểm peritecti:



Hệ có điểm peritecti:

Pt-Ag

Pha R_α: dung dịch rắn của B tan trong A

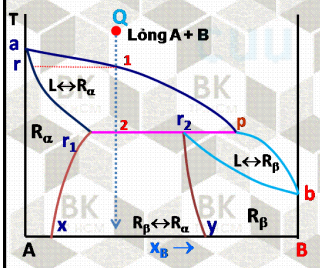
Pha R_β: dung dịch rắn của A tan trong B

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ tạo d.d. rắn tan lẫn có giới hạn

Hệ có điểm peritecti:



Làm lạnh Hệ Q:

Tại (1): tinh thể rắn R_α xuất hiện (điểm r).

Từ (1) → (2): Hệ gồm 2 pha, có bậc tự do:

c = 2 -2 + 1 = 1

Tại (2): Hệ gồm 3 pha: lỏng (p), rắn R_α (r_1), rắn R_β (r_2); có bậc tự do:

c = 2 -3 + 1 = 0

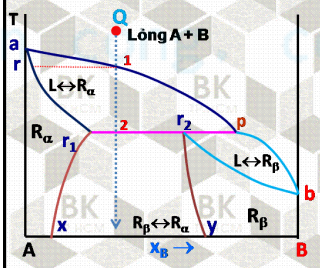
→Điểm lỏng không đổi

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ tạo d.d. rắn tan lẫn có giới hạn

Hệ có điểm peritecti:



Làm lạnh Hệ Q: (tt)

Khi lỏng kết tinh hết:

Hệ gồm 2 pha: rắn R_α (r_1), rắn R_β (r_2); có bậc tự do:

c = 2 -2 + 1 = 1

→ Nhiệt độ tiếp tục giảm.

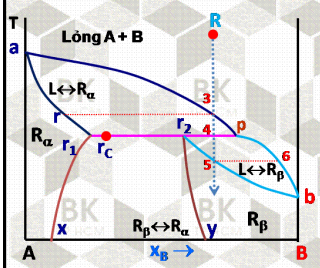
Thành phần 2 dung dịch rắn thay đổi theo T.

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ tạo d.d. rắn tan lẫn có giới hạn

Hệ có điểm peritecti:



Làm lạnh Hệ R:

Tại (3): tinh thể rắn R_α xuất hiện (điểm r).

Từ (3) → (4): Hệ gồm 2 pha, có bậc tự do:

c = 2 -2 + 1 = 1

Tại (4): Hệ gồm 3 pha: lỏng (p), rắn R_α (r_1), rắn R_β (r_2); có bậc tự do:

c = 2 -3 + 1 = 0

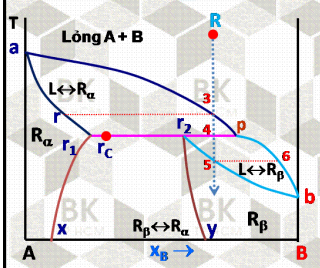
→Điểm lỏng không đổi

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ tạo d.d. rắn tan lẫn có giới hạn

Hệ có điểm peritecti:



Làm lạnh Hệ R: (tt)

Điểm pha rắn chung (r_C) di chuyển từ r_1 → r_2.

Khi r_C đến r_2:

Hệ gồm 2 pha: rắn R_β (r_2) & lỏng (p); có bậc tự do:

c = 2 -2 + 1 = 1

→ Nhiệt độ tiếp tục giảm.

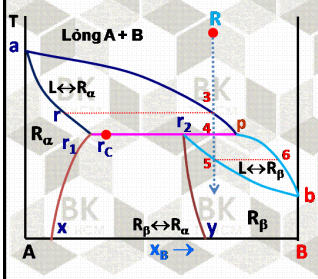
Thành phần lỏng thay đổi theo T.

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

Hệ tạo d.d. rắn tan lẫn có giới hạn

Hệ có điểm peritecti:



Làm lạnh Hệ R: (tt)

Từ (4) → (5): Hệ gồm 2 pha, có bậc tự do:
c = 2 -2 + 1 = 1

Tại (5): Điểm lỏng đến (6), g(L) =0. Hệ gồm 1 pha: rắn R_β (r_2);

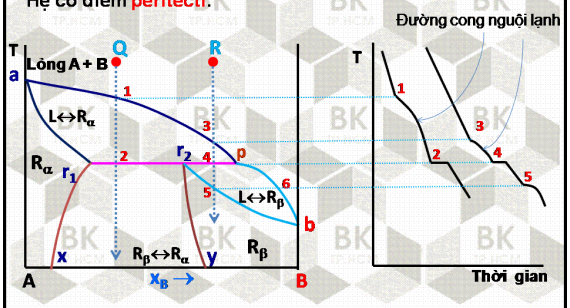
Quá trình kết tinh kết thúc.

By: Nguyễn Quang Long

3. Sự kết tinh của dung dịch 2 cấu tử

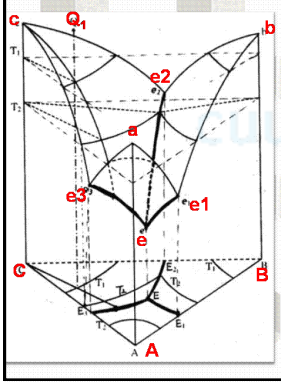
Hệ tạo d.d. rắn tan lẫn có giới hạn

Hệ có điểm peritecti:



By: Nguyễn Quang Long

4. Sự kết tinh của dung dịch 3 cấu tử



a,b,c: nhiệt độ kết tinh của cấu tử nguyên chất

Ae_1b: đường kết tinh của hệ 2 cấu tử A-B

e1: điểm eutecti

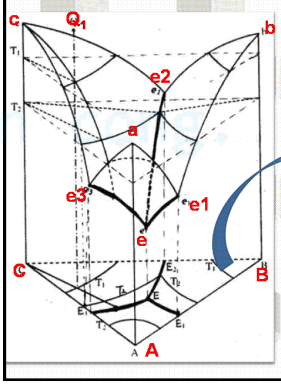
e_1e: đường kết tinh đồng thời của A và B

e: điểm eutecti-3: có sự kết tinh đồng thời 3 pha rắn (CB 4 pha: lỏng-rA-rB-rC)

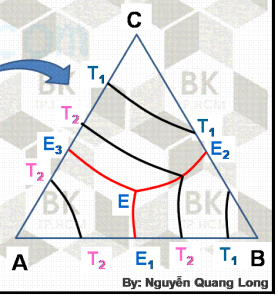
Mặt ae_1ee_3: mặt kết tinh của cấu tử A (từ d.d. 3 cấu tử)

By: Nguyễn Quang Long

4. Sự kết tinh của dung dịch 3 cấu tử



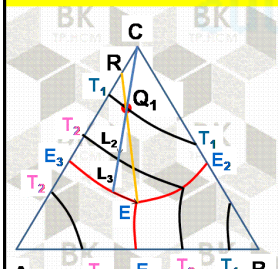
- Giản đồ (T-x)



By: Nguyễn Quang Long

4. Sự kết tinh của dung dịch 3 cấu tử

Quá trình đa nhiệt



Làm lạnh Hệ Q_1:

Khi $T=T_1$: tinh thể rắnC xuất hiện (điểm C).

Hệ gồm 2 pha, có bậc tự do:
c = 3 -2 + 1 = 2

→Nhiệt độ và TP của 1 cấu tử thay đổi tùy ý.

Điểm lỏng chạy $Q_1 \rightarrow L_3$

Hệ gồm 2 pha: c = 3 -2 + 1 = 2

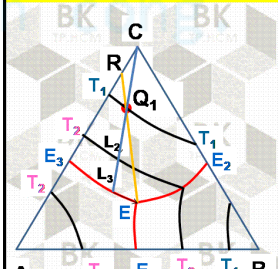
Tại L_2, Quy tắc đòn bẩy:

$$\frac{g(R_C)}{g(L_2)} = \frac{Q_1L_2}{CQ_1}$$

By: Nguyễn Quang Long

4. Sự kết tinh của dung dịch 3 cấu tử

Quá trình đa nhiệt



Làm lạnh Hệ Q_1: (tt)

Điểm lỏng đến L_3 :

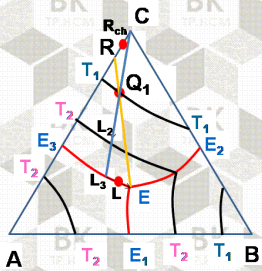
rắnA bắt đầu kết tinh. Hệ gồm 3 pha: rắnA (A); rắnC (C); Lỏng (L3); c = 3 -3 + 1 = 1

→T thay đổi, x_i thay đổi theo T

By: Nguyễn Quang Long

4. Sự kết tinh của dung dịch 3 cấu tử

Quá trình đa nhiệt



Làm lạnh Hệ Q_1: (tt)

Điểm lỏng Từ L_3 đến E :

Hệ rắn chung (A+C): R_{ch}: C → R

Điểm lỏng (L): L : L3 → E

3 điểm (R_{ch} ; L ; Q_1) thẳng hàng

$$\frac{g(R_{ch})}{g(L)} = \frac{LQ_1}{Q_1R_{ch}}$$

$$g(R_{ch}) = g(R_A) + g(R_C)$$

$$\frac{g(R_A)}{g(R_C)} = \frac{CR_{ch}}{R_{ch}A}$$

By: Nguyễn Quang Long

4. Sự kết tinh của dung dịch 3 cấu tử

Quá trình đa nhiệt

Làm lạnh Hệ Q_1: (tt)

Điểm lỏng đến E :

rắnB bắt đầu kết tinh. Hệ gồm 4 pha: rắnA (**A**); rắnB (**B**); rắnC (**C**); Lỏng (**L3**).

c = 3 -3 + 1 = 0

→ Không có thông số nào được thay đổi (T, x_i).

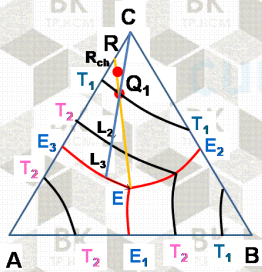
Điểm rắn chung (rắnA+rắnB rắnC) :

R_{ch} : R → Q_1.

By: Nguyễn Quang Long

4. Sự kết tinh của dung dịch 3 cấu tử

Quá trình đa nhiệt



Làm lạnh Hệ Q_1: (tt)

Lượng các pha:

$$\frac{g(R_{ch})}{g(L)} = \frac{EQ_1}{Q_1R_{ch}}$$

$$g(R_{ch}) = g(R_A) + g(R_B) + g(R_C)$$

Lượng rắnC max (dừng tại L3):

$$\frac{g(R_C)\max}{g(Q_1)} = \frac{Q_1L_3}{CL_3}$$

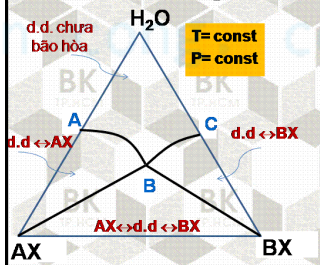
By: Nguyễn Quang Long

4. Sự kết tinh của dung dịch 3 cấu tử

Quá trình đẳng nhiệt, đẳng áp

Ví dụ: hệ ba cấu tử nước và 2 muối cùng gốc acid:

H_2O- AX- BX



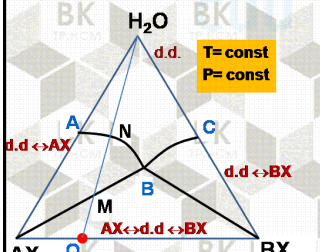
Đường AB:
kết tinh của muối AX

Đường BC:
kết tinh của muối BX

By: Nguyễn Quang Long

4. Sự kết tinh của dung dịch 3 cấu tử

Quá trình đẳng nhiệt, đẳng áp



Thêm H_2O vào hệ Q:

Điểm hệ : Q → H_2O

Từ Q đến M :

Hệ gồm 3 pha: rắnAX (**AX**); rắnBX (**BX**); d.d lỏng bão hòa AX và BX (**B**).

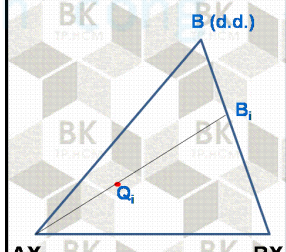
c = 3 -3 = 0

→d.d bão hòa có TP không đổi.

By: Nguyễn Quang Long

4. Sự kết tinh của dung dịch 3 cấu tử

Quá trình đẳng nhiệt, đẳng áp



Thêm H_2O vào hệ Q:

Điểm hệ : Q → H_2O

Từ Q đến M : (tt)

Lượng các pha:

$$\frac{g(AX)}{g(Q_i)} = \frac{B_iQ_i}{B_i(AX)}$$

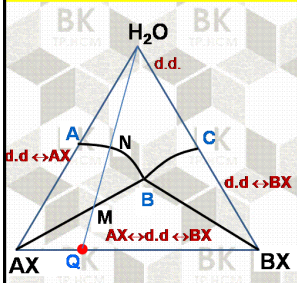
$$g(B_i) = g(Q_i) - g(AX)$$

$$\frac{g(BX)}{g(B_i)} = \frac{BB_i}{B(BX)}$$

By: Nguyễn Quang Long

4. Sự kết tinh của dung dịch 3 cấu tử

Quá trình đẳng nhiệt, đẳng áp



Thêm H_2O vào hệ Q:(tt)

Tại M :

BX tan hết, hệ gồm 2 pha: rắnAX (AX); d.d lỏng bão hòa AX và BX (B):

c = 3 -2 = 1

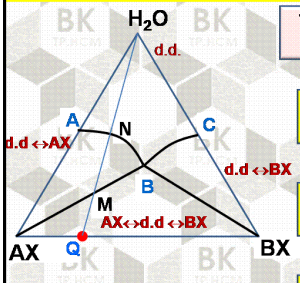
Tại N :

AX tan hết, hệ gồm 1 pha: d.d lỏng bão hòa AX và BX (B): c = 3 -1 = 2

By: Nguyễn Quang Long

4. Sự kết tinh của dung dịch 3 cấu tử

Quá trình đẳng nhiệt, đẳng áp



Tinh chế muối AX tinh khiết từ Q (AX+BX)

Giảm nhiệt độ đến T để kết tinh AX tinh khiết

Tăng nhiệt độ để BX hòa tan hoàn toàn

Ở T °C, thêm H_2O vào Q vừa vượt khỏi điểm M

By: Nguyễn Quang Long

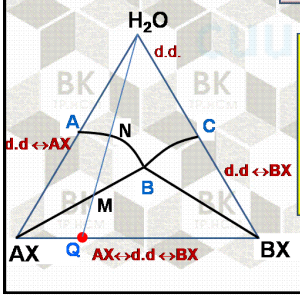
4. Sự kết tinh của dung dịch 3 cấu tử

Quá trình đẳng nhiệt, đẳng áp

Tinh chế muối AX tinh khiết từ Q (AX+BX)

Lượng tối đa AX tinh khiết thu được:

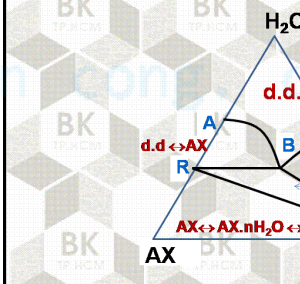
$$\frac{g(AX)}{g(M)} = \frac{MB}{B(AX)}$$



By: Nguyễn Quang Long

4. Sự kết tinh của dung dịch 3 cấu tử

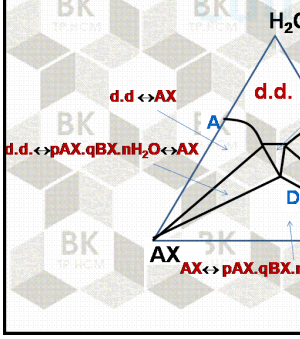
Hệ tạo muối ngậm nước



By: Nguyễn Quang Long

4. Sự kết tinh của dung dịch 3 cấu tử

Hệ tạo muối kép



By: Nguyễn Quang Long