

MALZEME SEÇİMİ KRİTERLERİ

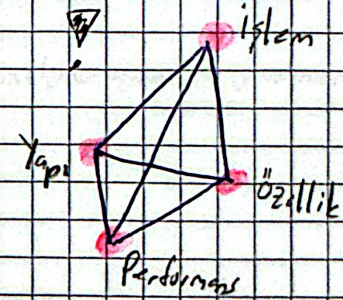
- ① Servis koşullarını tanımlama
- ② Çalışma koşullarında beklenti olasılığı
- ③ Nihai ürün maliyeti

MALZEME BİLİMİ: Malzemelerin yapı ve özellikleri arasındaki ilişkiyi inceleyen bilim dalıdır.

MALZEME MÜHENDİSLİĞİ: Malzeme biliminin sunduğu verileri kullanarak oluşturulan malzemenin tasarlanmasını sağlayan mühendislik dalı.

MALZEMENİN 6 ÖZELLİĞİ (DIŞ ETKİ - TEPKİ)

- 1) Mekanik: Dış etki, uygulanan yükler. Deformasyon ile ilgilidir.
- 2) Elektirik: Dış etki, elektriksel alandır. Elektrik iletkenliği gibi özellikler.
- 3) Isıl: ısı kapasitesi ve iletkenliği
- 4) Manyetik: Dış etki, manyetik alan
- 5) Optik: Kırılma ve yansıtma oranı gibi
- 6) Buzunma: Kimyasal tepkimeye girme yetkenliği ile ilgili.



MALZEME SINIFLANDIRMA

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| * Metaller | * Yarı-iletkenler |
| * Seramikler | * Biyo-malzemeler |
| * Polimerler | * Akıllı-malzemeler |
| * Kompozit (karışık) malzemeler | * <u>Nano-mühendislik malzemeleri</u> |
| | ilerisi malzemeler |

METALLER

• Yoğunlukları seramik ve polimerlerden daha yüksektir.

SERAMİKLER

• Sertlikleri çok yüksektir. • Isı ve elektrik açısından yalıtıcı.

• Yüksek sıcaklıklara ve mekanik zorluklara dayanırlar, metal ve polimerlere oranla daha dayanıklı.

• Sıvıdan, gazı sıvıdan veya metale olabilirler.

• Fe_3O_4 gibi bazıları manyetikdir.

POLİMERLER

• Düşük yoğunluklu.

• Zayıf ve dayanıklı değildir.

• Çoğu ortamda çözünmez.

KOMPOZİTLER

• Metal, seramik, polimerlerden iki ya da fazla malzemenin bir araya gelmesiyle oluşur.

ATOM YAPISI VE BAĞLAR

Malzemelerin yapısı 5 seviyede incelenir.

1) Atom yapısı $\rightarrow A^0 = 10^{-10} m$

2) Kısa ve uzun mesafeli atomik düzen $\rightarrow$ Amorf/kristalin malzeme aşamasında sınırları $\rightarrow 10nm - 1\mu m$

3) Nanoyapı $\rightarrow 1-100 nm$

4) Mikroyapı $\rightarrow 0,1 - 100 mikron$

5) Makroyapı $\rightarrow > 100 mikron$

• Kütlesi $(p+n)$

• Elektron sayısı

• Atom numarası (proton sayısı)

• Atomik Kütlesi Birimi $= a.k.b = 1,67 \times 10^{-24} gr$

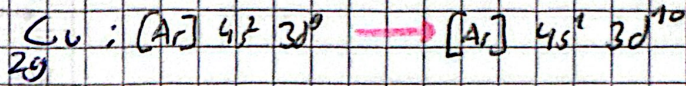
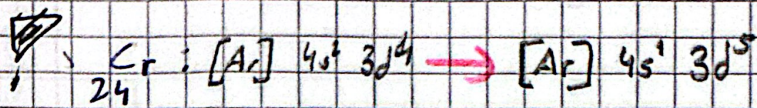
• Proton ağırlığı

ÖRNEK

1 gr Pb'deki atom sayısı nedir? (Kurşunun atomik kütlesi 207,2 a.k.b)

1 atom Pb $= 207,2 a.k.b \times 1,67 \times 10^{-24} gr = 3,43 \times 10^{-22} gr$ $\rightarrow$ 1 atomda

1 gr Pb $= \frac{1}{3,43 \times 10^{-22} gr} = 2,9 \times 10^{21} atom$



Valans elektron: En dış yörüngedeki e

İyonik Bağ

α + ve - iyonları arasında Elektron transferi ile oluşur.

İyonik bağ = metal + ametal

valans elektron
verir

valans elektron
alır

Kovalent Bağ

α Valans elektron ortaklaşması ile oluşur.

α Yönlenme söz konusudur.

Metallik Bağ

< Elektron paylaşımı söz konusudur fakat yalınlaşma yoktur.

< Bir elektron denizi söz konusudur $\rightarrow$ metallerin iletkenliğini açıklar.

Van der Waals Bağları

< Elektron transferi veya paylaşımı yok

< Bağ, α tan ve metalik ekle pozitif ve negatif yüklerin asimetrik dağılımı ile oluşan başka bölge arasında oluşur.

α Bu çok asimetrik ise dipol denir.

güçlü dipol

zayıf dipol

Electron Configurations in the Periodic Table

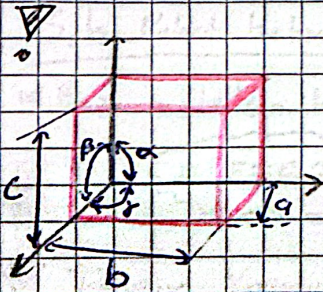
1 H 1s																	2 He 1s				
3 Li 2s	4 Be 2s															5 B 2p	6 C 2p	7 N 2p	8 O 2p	9 F 2p	10 Ne 2p
11 Na 3s	12 Mg 3s															13 Al 3p	14 Si 3p	15 P 3p	16 S 3p	17 Cl 3p	18 Ar 3p
19 K 4s	20 Ca 4s	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr				
37 Rb 5s	38 Sr 5s	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe				
55 Cs 6s	56 Ba 6s	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn				
87 Fr 7s	88 Ra 7s	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110	111	112	113	114								
		58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu						
		90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr						

by: Sarah Fajl

by: Sarah Faki

~ KATILARDA KRISTAL YAPILAR ~

⇒ Kütles Parametreleri



• Koordinasyon Sayısı (KS): Belirli bir atomla temas eden veya en yakın komşu bulunan komşu atomların sayısı.

• Kristal Sistemleri ve kütles parametreleri için bkz: ch03.pdf

• Atomal Dolu veya PAKETLEME FAKTÖRÜ (ADF)

• Kristal kütles yapıdaki doluluk oranını gösterir.

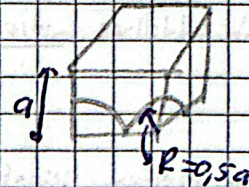
• Birim hücredeki atomların toplam hacmini, birim hücre hacmine oranlar.

• Atomların ne kadar sık dışardığını gösterir.

$$ADF = \frac{\text{Birim hücredeki atomların hacmi}}{\text{Birim hücre hacmi}}$$

Basit Kübik Yapı İçin

3 tane $\frac{1}{8}$ küre $\rightarrow 3 \times \frac{1}{8} = 1$ atom/birim hücre



$$ADF = \frac{1 \times \frac{4}{3} \pi (0.5a)^3}{a^3} = 0.52$$

Hacim Merkezli Kübik Yapı İçin

$$\frac{2 \times \frac{4}{3} \pi \left(\sqrt{3} \frac{a}{4}\right)^3}{a^3} = 0.68$$

Yüzey Merkezli Kübik Yapı İçin

$$\frac{4 \times \frac{4}{3} \pi \left(\sqrt{2} \frac{a}{4}\right)^3}{a^3} = 0.74$$

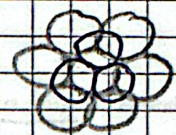
S₁L₁ Paket Hexagonal Yapı

× Bazı metallerin birim hücrelerinde kübik yapı bulunmaz

$$ADF = 0.74$$



2D görünüm



✓ TEORİK YÖZÜMLÜK (ρ)

$$\rho = \frac{\text{Birim hücredeki atomların kütlesi}}{\text{Birim hücrenin toplam hacmi}}$$

$$\rho = \frac{n \cdot A}{V_{BH} \cdot N_A}$$

× n = birim hücredeki toplam atom sayısı

× A = atom ağırlığı

× V_{BH} = Birim hücre hacmi = a^3 (küp için)

× N_A = Avogadro sayısı

✓ Genelde

$$\rho_{\text{metal}} > \rho_{\text{seramik}} > \rho_{\text{polimer}}$$

× Metaller: sıkı paket dizilim (metalik bağ), yüksek atom ağırlığı

× Seramikler: düşük paket dizilim, hafif elementler

× Polimerler: az paket dizilim yapılırlar (genelde amorf), daha hafif elementler (C, H, O)



Polimorfizm ve Allotropi

- ↳ Biri metal ve metal dışı maddelerin birden fazla kristal yapıda bulunması Polimorfizm
- ↳ Elementel katılar için bu özellik Allotropi dir.
- ↳ Polimorfik dönüşümler sırasında maddelerin yoğunluk ve fiziksel özellikleri değişir.

Düzlemsel Atomik Yoğunluk

$$\rho_p = \frac{\text{yön vektörüne dik kesilen atom sayı}}{\text{yön vektör uzunluğu}}$$

↳ kesişim yönü ve uzunluğu atom yoğunluğu hesaplaması için kullanılır.

Düzlemsel Atom Yoğunluğu

$$\rho_p = \frac{\text{seçilen bir alanda merkezdeki kesilen atom sayısı}}{\text{seçilen alan}}$$

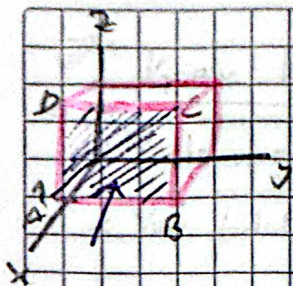


Kristalografik Düzlemler

- ↳ Kübik kristal yapıdaki düzlemleri tanımlamak için Miller İndisi ($h k l$) kullanılır.
- ↳ Birim hücrenin bir kenarı birim olarak alınır.
- ↳ Herhangi bir düzlem, eksenler (x, y, z) ile kesiştiği noktalar ait koordinatların tersi alınarak bulunur.
- ↳ Koordinat sisteminin birim uzunluğu olarak, kesişim parametresi alınır.
- ↳ Bir eksen paralel olan sistem ve ekseni simetrik keser.

Miller İndisinin Belirlenmesi

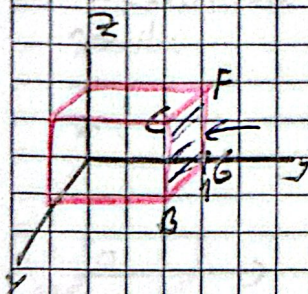
- 1) Düzlemin x, y, z eksenleri ile kesişim noktalarının koordinatları alınır.
- 2) Koordinatların tersi alınır.
- 3) En küçük tanımlayıcı gösterilir.
- 4) Normal parametre içinde rafide rafide ($h k l$)



ABCD Miller indisi

Kesim Noktası	1	∞	∞
Tersi	$1/1$	$1/\infty$	$1/\infty$
Miller Ind.	1	0	0

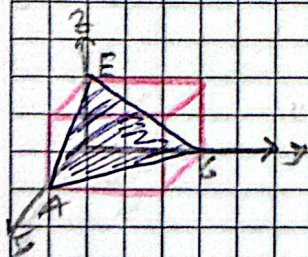
(100)



BCFG Miller

Kesim Nok.	∞	1	∞
Tersi	$1/\infty$	$1/1$	$1/\infty$
Miller Ind.	0	1	0

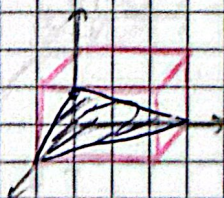
(010)



ABC Miller

Kesime	1	1	1
Tersi	$1/1$	$1/1$	$1/1$
Miller =	1	1	1

(111)



1	1	$1/2$
$1/1$	$1/1$	$1/(1/2)$
1	1	2

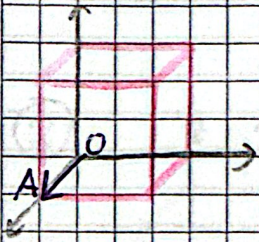
(112)

* Düzten öğünde geçiyorsa yaşı değiştirilmeden kullanılabilir. Kibin baharı ile kesimi ayrı kabul edilir.



Küçük KAFES YAPIDA YÖN TAYİNİ

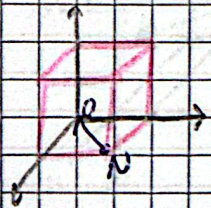
- Yönler, orjinden geçen vektörler ile gösterilir.
- Yön belirlenir için vektörün uç noktasının koordinatları bulunur.
- Koordinatlar başlı eksenler ortakça payda ile çarpılarak güçlü en büyük sayılara çevrilir.



$[OA]$ yönünü için, vektör uç noktasının koordinatları, başlı eksenler ortakça payda ile çarpılarak güçlü en büyük sayılara çevrilir.

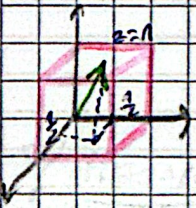
$$OA = A(1,0,0) - O(0,0,0)$$

$$OA = [1\ 0\ 0] \text{ yönü}$$



$$NO = O(0,0,0) - N(1,1,0)$$

$$NO = [\bar{1}\ \bar{1}\ 0] \text{ yönü}$$

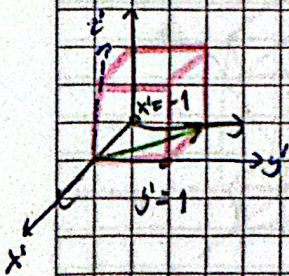


$[1\ 1\ 2]$ yönüne için.

Yön vektörleri en büyük sayılara belirlenir.

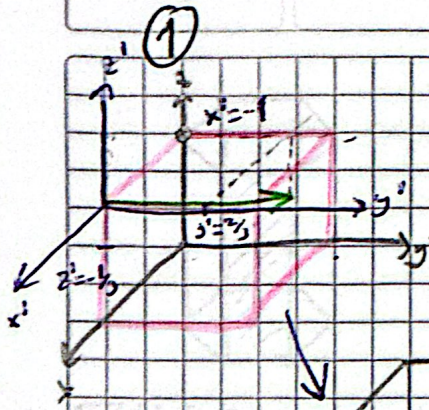
$$x = \frac{1}{2} \quad y = \frac{1}{2} \quad z = \frac{2}{2} = 1$$

x ve y eksenine paralel çizilir, başlı noktasından z eksenine paralel çizilir ve noktaya ulaştırılır.



$[\bar{1}\ \bar{1}\ 0]$ yönüne için.

$$x = -\frac{1}{1} \quad y = -\frac{1}{1} \quad z = \frac{0}{1}$$

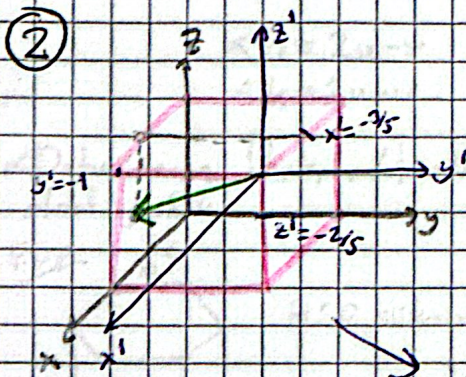


$[3\ 2\ 1]$ yönüne çizim

$$x = -\frac{1}{3}$$

$$y = \frac{2}{3}$$

$$z = \frac{1}{3}$$

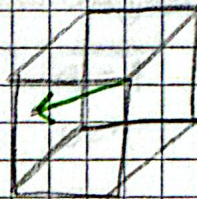


$[3\ 5\ 2]$ yönüne çizim

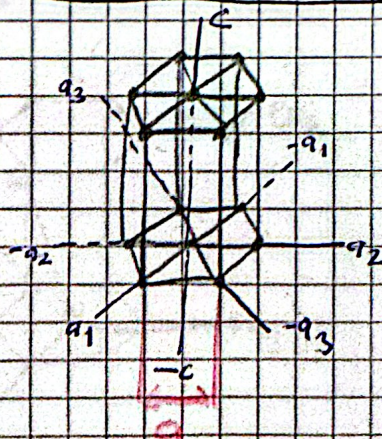
$$x = -\frac{3}{5}$$

$$y = \frac{5}{5}$$

$$z = \frac{2}{5}$$



HEXAGONAL SIKI PAKET BİRİM KÜBÜNE DÖNÜM VE KÖŞK



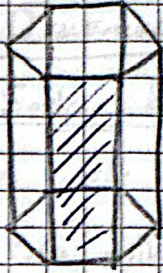
4 Dört eksen tabanı var (a_1, a_2, a_3, c)

4 Miller - Bravais sisteminde 4 indis (hkl)



	a_1	a_2	a_3	c
Kristal No	∞	∞	∞	1
Tesi	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
Indis	0	0	0	1

(0001)



Kesim ve Wöl	a_1	a_2	a_3	c
Test	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
Ind.	1	0	-1	0

$(1\ 0\ \bar{1}\ 0)$

▽ H.S.P Sisteminde Yüzler

Seçilen yön (a_1, a_2, c) üç eksen sisteminde $[u\ v\ w]$ olarak belirtilebilir. Miller-Bravais yön indisi, aşağıdaki ilişkiyle hesaplanır.

$$h = 2u - v$$

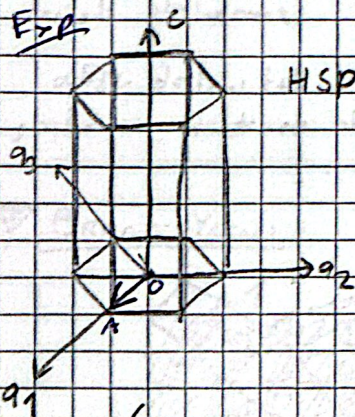
$$k = 2v - u$$

$$l = -(u + v) = -(h + k)$$

$$l = 3w$$

Diğer seçilen (h, k, l) indisi temel simetri ile ilgili parametreler $[h\ k\ l]$ olarak gösterilir.

Ez



HSP sisteminde OA yüzünün indisi bulun.

$$a_1 = 1 \quad a_2 = 0 \quad c = 0$$

$$u = 1 \quad v = 0 \quad w = 0$$

$$h = 2 \cdot 1 - 0 = 2 \quad l = -(1 + 0) = -1$$

$$k = 2 \cdot 0 - 1 = -1 \quad l = 3w = 0$$

$$[2\ \bar{1}\ 0]$$

OG yüzünün indisi bulun.

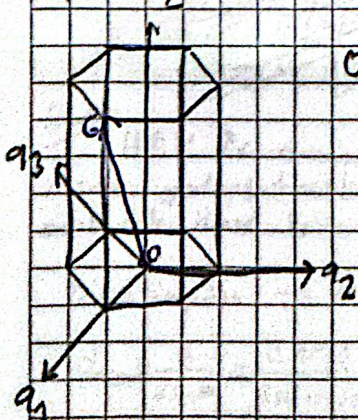
$$a_1 = 1 \quad a_2 = 0 \quad c = 1$$

$$u = 1 \quad v = 0 \quad w = 1$$

$$h = - \quad l = -$$

$$k = - \quad l = -$$

$$[2\ \bar{1}\ \bar{3}]$$



ÖZLEMİLER ARASI MESAFE

✓ Sadece küçük sistemde, bu kristal düzlemine dik bir yansıma indisi, ϵ düzlemin Miller indisi ile aynıdır. $[100]$ yansıma (100) kristal düzlemine diktir.

✓ Küçük yapılarda aynı Miller indisi için birbirine en yakın iki paralel düzlemin arası diğer şekilde gösterilebilir.

✓ Küçük kristal yapılar için düzlem arası sabitliği:

$$d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$$

(a = birim sabiti)

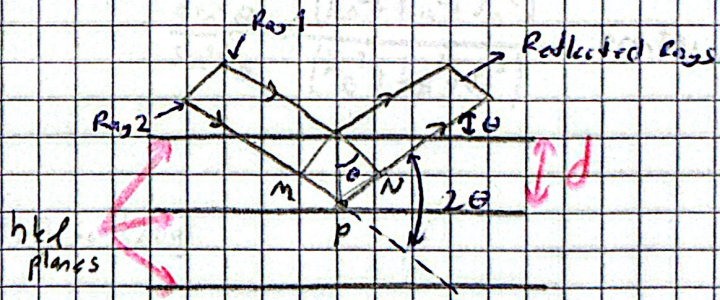
X-ışını kırınımı

✓ Hedef metallerin düzenlenmiş X ışını yansıma açıları olarak davranışları kabul edilir.

✓ Eğer düzlemi tek eden ışınlar fazın dışında ise (mutlak büyüklük açısından) yansıma, X ışını demeti oluşmaz.

✓ Eğer düzlemi tek eden ışınlar fazın içinde ise (θ açısı açısından: Bragg açısı) yansıma, θ ışını demeti oluşur.

BRAGG YASASI



$$n\lambda = MP + PN \quad (n=1,2,\dots)$$

Exp HMK Fe numune $\lambda = 0,1541 \text{ nm}$ X-ışını kullanan bir kırınım ölçer gerçekleştirildi. $2\theta = 44,304^\circ$ elde edildi. HMK Fe'nin a lattice parametresi nedir?

n : kırınım sırası
Çözümde 1 kullanılır.

d : düzlem arası mesafe

$$2\theta = 44,304 \rightarrow \theta = 22,152^\circ$$

$$d_{hkl} = \frac{a}{2\sin\theta} = \frac{0,1541}{2\sin(22,152)} = 0,2026 \text{ nm}$$

$$MP = PN = d \cdot \sin\theta$$

$$\lambda = 2 \cdot d \cdot \sin\theta$$

$$d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}} \rightarrow a = (0,2026 \text{ nm}) \cdot 1,414 = 0,287 \text{ nm}$$

6 $d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$ ile $\lambda = 2 \cdot d_{hkl} \cdot \sin \theta$ birleştirilir

$$\lambda = \frac{2a \sin \theta}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$$

× Bu eşitlik x-ışını kırınım verileri ile birlikte kullanılarak kristal yapının Hmk ve Ymk ni ölçüye alınır

Kırınım VAR
HMK → (h,k,l) = ÇİFT SAYI

Kırınım YOK
(h,k,l) = TEK SAYI

YMK → (h,k,l) hepsi ÇİFT veya hepsi TEK

(h,k,l) hepsi aynı değil

× İki tarafın karesi alınsın

$$\sin^2 \theta = \frac{a^2 (h^2 + k^2 + l^2)}{4a^2}$$

× A ve B diziների için

$$\sin^2 \theta_A = \frac{a^2 (h_A^2 + k_A^2 + l_A^2)}{4a^2}$$

A dizi için

$$\sin^2 \theta_B = \frac{a^2 (h_B^2 + k_B^2 + l_B^2)}{4a^2}$$

B dizi için

1. × HMK için ilk iki temel kırınım dizesi {110} ve {200} için

$$\frac{\sin^2 \theta_A}{\sin^2 \theta_B} = \frac{(1^2 + 1^2 + 0^2)}{(2^2 + 0^2 + 0^2)} = \underline{0,5}$$

$$\frac{\sin^2 \theta_A}{\sin^2 \theta_B} = \frac{(h_A^2 + k_A^2 + l_A^2)}{(h_B^2 + k_B^2 + l_B^2)} \quad \text{Oranları çıkar}$$

× YMK için ilk iki temel dizesi {111} ve {200}

$$\frac{\sin^2 \theta_A}{\sin^2 \theta_B} = \frac{(1^2 + 1^2 + 1^2)}{(2^2 + 0^2 + 0^2)} = \underline{0,75}$$

~ KRİSTAL KUSURLARI ~

▼ NORMAL KUSURLAR

- Atomal boşluk
- Arayer atomları
- Yeralan atomlar

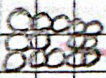
▼ ÇİZGİSEL KUSURLAR

- Dislokasyonlar

▼ YÜZESEL KUSURLAR

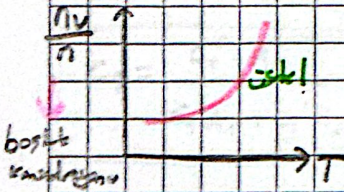
- Tane sınırları

▼ ATOMAL BOŞLUK



- Boşluk hataları metaller ve alaşımelerde yüksek sıcaklıkta bulunma sebebidir

boşluk oranı x_v



$$N_v = N \cdot \exp\left(\frac{-Q_v}{R \cdot T}\right)$$

- N_v : m^3 başına boşluk sayısı
- N : m^3 başına atom sayısı
- Q_v : 1 mol boşluk için ortalama enerji (cal/mol) (joule/mol)

- R : Gaz sab.
- T : Sıcaklık (K)

▼ ARAYER ATOMLARI



- Yarıçapları 1 Å'dan küçük olan H, N, B, O ve C atomlarının en model organizasyon atomları arasındaki ara kuvvetlere girer.

▼ YERELAN ATOMLAR

- Çözünmüş element atomlarının çözünen element atomlarının yarıçapı ile çözünen ve çözünen atom boyutları benzer olması.

▼ HUME-ROTHERY KURALLARI

- Metalik malzemelerde iki elementin birbirine tamamen karışarak katı çözü elde edilmesi için Hume-Rothery kuralları uygulanması gerekir.

- 1) Atom yarıçapları oranı fark %15'ten az olmalı.
- 2) İki element de aynı kristal yapıda olmalı.
- 3) Aynı elektronegativiteye sahip olmalı. → Araya bir de fark olursa, çözümlü değil bileşim oluşur.
- 4) Aynı valans değerine sahip olmalı.

ALAYIN BİLEŞENİNİN BELİRLENMESİ

n : mol sayısı

$$C_1 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \times 100$$

gürlük yüzdesi

$$C_1' = \frac{n_{m_1}}{n_{m_1} + n_{m_2}} \times 100$$

atom yüzdesi

Ağırlık % → Atomik %

$$C_1' = \frac{C_1 \cdot A_2}{C_1 A_2 + C_2 A_1} \times 100$$

$$C_2' = \frac{C_2 \cdot A_1}{C_1 A_2 + C_2 A_1} \times 100$$

A: atomik ağırlık

Atomik % → Ağırlık %

$$C_1 = \frac{C_1' \cdot A_1}{C_1' A_1 + C_2' A_2} \times 100$$

$$C_2 = \frac{C_2' \cdot A_2}{C_1' A_1 + C_2' A_2} \times 100$$

$$C_1 + C_2 = 100$$

$$C_1' + C_2' = 100$$

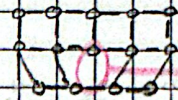
DISLORASYONLAR - ÇİZGİSEL KUSURLAR

- Noktasal kusurlar termal aktivasyon ile ilişkili, dislokasyonlar plastik şekil değişimi ile ilişkilidir.

- Yarı içerisinde eksik kılınç atomları dardır.

Dislokasyon Çizgisi: Ek yar dızlamin çltis mında atomları oluşturan sırtı

Kırma Düzlemi: Dislokasyonun içinde hareket ettizi dızlamin.



dızlamin çizgisi

Burgers Vektörü: Dislokasyonun kodeste oluşturduğu çarpılmanın hareket, yön ve büyüklüğünü belirtir. Dislokasyonun ilerlenesi gereken minimum mesafesi gösterir.

Dislokasyon Türleri

* Dislokasyon çizgisi ve Burgers vektörünün yaptığı açı ile tanımlanır.

① Kırma dislokasyonları

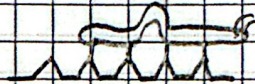
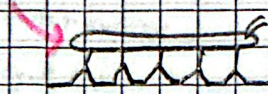
② Vida dislokasyonu

③ Kırma dislokasyonu

✓ KIRIL DİSLOKASYONU

✓ Pozitif kırıl dislokasyonu (+)

✓ Negatif " " (-)



Malzemenin Hareketi

✓ VİDA DİSLOKASYONU

✓ Hareket spiral haldedir.

✓ YÜZEYSEL KusurLAR

✓ Her kristal tane, belirli sınırlarla çevrilmiş olarak bulunur.

✓ Bu sınırlar atomsal diziliğin başlıca göstericisidir.

✓ Bunlara güçlü kesme dayanır.

① İki sınırlar

② Malzeme Yüzeyleri

③ Tane Sınırları

✓ Büyük açılı tane sınırları

✓ Küçük açılı " "

✓ İKİZ Sınırları

✓ İki kristal bölgesi simetrik olarak oluşur.

✓ Çok yaygın değildir.

✓ Dislokasyon kaymasını güçlendirir ve metallerin akma dayanımını arttırır.

✓ HMK ve SDU yapılarında → Solil değiştirme etkisi

YMK yapılarında → Tavlama (sıcak işleme)

mesneti gelir.

✓ TANE Sınırları

✓ Tek kristal şeklinde bulunan iki tane arasında güçlü güç

✓ Dislokasyon hareketini engeller.

✓ Malzemenin dayanımını arttırır.

✓ KIRIL AÇILI T.S.

✓ Kırıl dislokasyonunun est est dizilmesi ile olur.

✓ Isıl aktivasyon ile gerçekleşir.

✓ TANE BOYUTU BELİRLENMESİ

← 100x büyüme için:

$$N = 2^{n-1}$$

n : ASTM boyut sayısı

Standart sayısı

← 100x'da farklı büyüme oranları:

$$N_m \cdot \left(\frac{m}{100}\right)^2 = 2^{n-1}$$

ÖRNEK

Bir malın 100x büyümede mikrotaneciklerinin 1 mg^2 'sinde 45 adet tane bulundu.

1) ASTM boyutu nedir?

2) 80x büyümede 1 mg^2 'sinde kaç adet bulunur?

$$1) N = 2^{n-1} \quad \log N = (n-1) \cdot \log 2$$

$$n = \frac{\log N}{\log 2} + 1$$

$$n = \frac{\log 45}{\log 2} + 1 = 6,5$$

$$N_m = 2^{n-1} \cdot \left(\frac{100}{m}\right)^2$$

$$N_m = 2^{6,5-1} \cdot \left(\frac{100}{25}\right)^2$$

$$N_m = 62,5 \text{ tane/mg}^2$$

✓ HALL-PETCH EŞİTLİĞİ

← Tane boyutu ile çekme dayanımı ilişkisini verir

$$\sigma = \sigma_0 + k \cdot d^{-1/2}$$

Çekme Dayanımı



ASTM tane boyutu

σ : kalite sabit değeri, tirmadan dayanabilirliği en büyük olan

d : tanelerin ortalama çapı

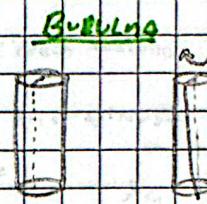
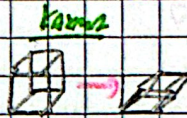
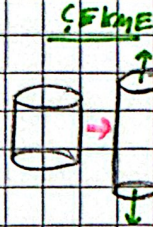
σ_0 : tek bir tane için çekme mukavemeti

k : malzeme için sabitler

MALZEMELERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ

BAŞLICA MEKANİK ÖZELLİKLER

- 1) Çekme/kısma dayanımı
- 2) Sıcılık
- 3) Darbe dayanımı
- 4) Kırılma dayanımı
- 5) Korozyon
- 6) Sürtünme



GERİLME VE ŞEKİL DEĞİŞİMİ

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \rightarrow \text{başlangıçtaki kesit alanı}$$

mekaniksel gerilme



POISSON ORANI

$$\nu = -\frac{\epsilon_y}{\epsilon_x} = -\frac{\epsilon_z}{\epsilon_x}$$

Çekme gerilmesinde uzama; buna dik yönde küçülme olur.

$$E = \frac{P - P_0}{P_0}$$

mekaniksel şekil değişimi

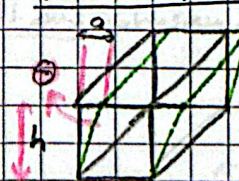
< Metal için 0,25-0,45 oranı (elastik s.d.)
 < Plastik şekil değişiminde bağımsızdır.
 ve poisson oranı 0,5 olur.

KAYMA GERİLMESİ

$$\tau = \frac{F_s}{A_0} \rightarrow \text{Kayma kuv.}$$

Kayma Kuvvetinin Etkisi

KAYMA ŞEKİL DEĞİŞİMİ



$$\gamma = \frac{\delta}{h} = \tan \theta$$

Kayma şekil değişimi

Kayma ektirilmesi

ÇEKME DENEYİ

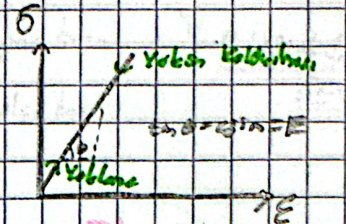
- ① Elastisite Modülü (Young Modülü)
- ② Akma Dayanımı
- ③ Çekme Dayanımı
- ④ Kopmada % Uzunlaşma
- ⑤ Kopmada % Alan Değişimi

ELASTİKLİK Modülü = (Rijitlik)

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

↑ σ → gerilme
↑ ϵ → birim şekil değişimi

↑ E → Rijitlik ↑ Bükülme ↓

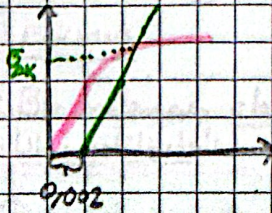


↑ Sıcaklık ↓ E

AKMA DAYANIMI

→ Malzemenin plastik şekil değişiminin başladığı gerilme değeri.

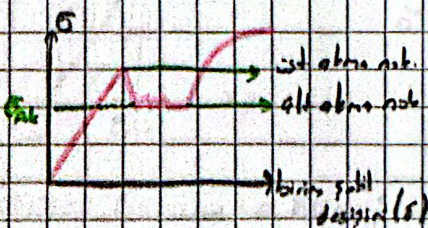
→ Belirli Akma Göstermeyen Malzemelerin



→ 0,002 olarak alınan birim şekil değişimi değerinden, elastik bölge dışına paralel çizilir.

→ Değerin karşılığı kutupları Akma Dayanımı (σ_{ak}) olarak alınır.

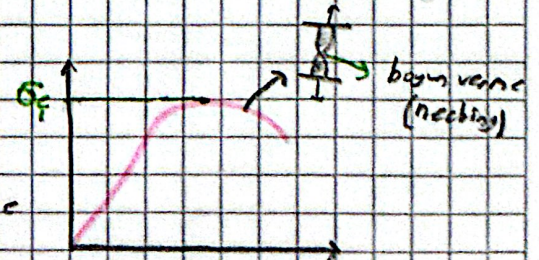
Belirli Akma Gösterenler



→ İlk akma noktasının aldığı gerilme değeri σ_{ak} kabul edilir.

ÇEKME DAYANIMI

→ Çekme altında bir yapının taşıyabileceği maksimum gerilme



▼ KOPMADA % UZAMA

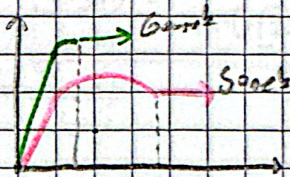
- ✗ Kopmaya kadar oluşabilecek plastik deformasyon miktarını bir ölçüt. SÜNEKLİK ifade eder.
 - ✓ SÜNEKLİK, sabit bir %Uzama veya kesit alanı %Düşüş oranında edilir.
 - ✗ Kopmaya kadar çok az veya çok deformasyon gösteren malzemeler: GEVREK
- Kırıma (kopma) dan sonra parçalar bir araya gelinceki ölçüye %Uz hesaplanır.

$$\%Uz = \left(\frac{L_k - L_0}{L_0} \right) \times 100$$

L_k : kopma boyu

L_0 : ilk ölçü boyu

▼ %Uz < 5 ise malzeme GEVREK'tir



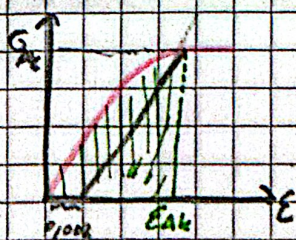
▼ KOPMADA % KESİT DARALMASI

$$\%KD = \left(\frac{A_0 - A_k}{A_0} \right) \times 100$$

A_k : kopma noktasındaki kesit alanı

▼ REZİLYANS

- ✗ Bir malzemenin elastik sınırlı değişiminde enerji absorbe olma ve güç baskı altında güç verabilme kabiliyetidir.



$$U_r = \int_0^{\epsilon_{Ak}} \sigma d\epsilon$$

$$U_r = \frac{\sigma_{Ak}^2}{2E} = \frac{1}{2} \sigma_{Ak} \epsilon_{Ak}$$

Alınan Dayanım (ve Elastisite Modülü) ise Rezilans $\Rightarrow$ Yayılmazlık

▼ GERİÇE GELME VE BİRİM ŞEKLİ DEĞİŞİMİ

$$\epsilon_{geriçe} = \sigma / (1 + \epsilon)$$

$$\epsilon_{geriçe} = \ln(1 + \epsilon)$$

▼ ~~GERİÇE~~ TOKLUK

- ✗ Kopma noktası absorbe edilen toplam enerji. σ - ϵ grafiğindeki alan

▼ SÜNEK malzemelerin > GEVREK malzemelerin tokluğu

✓ SERİK

✓ Malzemenin, geçişime batırılan sert bir cisimle karşı gösterdiği direnç.

✓ Batıcı ve geometrisine ve uygulanan kuvvete bağlıdır:

- ① Brinell metodu
- ② Vickers metodu
- ③ Rockwell metodu

✓ BRINELL Yöntemi

$$BSD = \frac{2F}{\pi D \left[0 - \sqrt{0^2 - d^2} \right]}$$

← uygulanan kuvvet

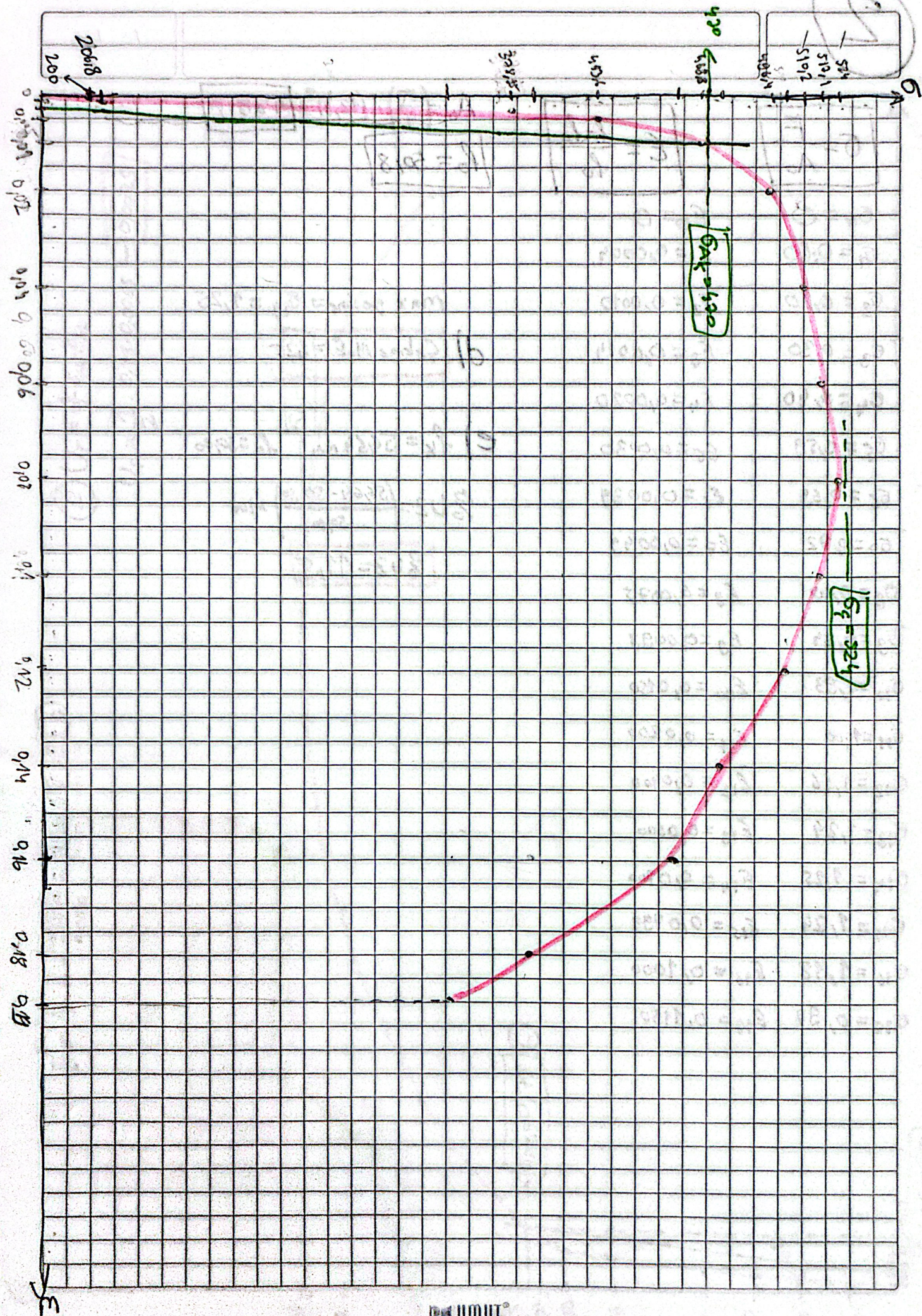
← D: Batıcı çapı

← d: iz çapı

← birimlilik değeri

✓ Standart Tak. 10mm çaplı bilye
3000kg'lık yük ile geçişe batırılır.

α Yüzde brinelli isim çapı değeri



(Çok Kristalli)

POLİKRİSTALIN MALZEMELERDE PLASTİK DEFORMASYON

MUKAVETLENDİRME

α Metallerin plastik deformasyonu, dislokasyonların hareketi sayesinde gerçekleşir.

α Dislokasyon hareketi azalursa, mekanik mukavemet arttırılabilir. ↑

α Dislokasyon hareketi kolaylaşsa, metal yumuşar.

- ① Tane Boyutu Küçültme
 - ② Alaşın Sertleştirilmesi
 - ③ Çökelme Sertleştirilmesi
 - ④ Soğuk İşlem
- Mukavetlendirme Mekanizmaları

TANE BOYUTU KÜÇÜLTME

α Tane Boyutu ↓ Tane Sınırı ↑ ⇒ Dislokasyon Hareketine Engel olur.
Dayanım artar.

Hall-Petch Eşitliği

$$\sigma = \sigma_0 + k_d \cdot d^{-\frac{1}{2}}$$

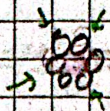
σ = Gerilme
σ₀ = Gerilme
k_d = Dislokasyon hareketi için direnç
d = Tane boyutu

ALAŞIN SERTLEŞMESİ (KATI-ERİĞİT SERTLEŞMESİ)

α KATI-ERİĞİT, saf metallerle göre daha yüksek mukavemet sahiptir.

Nedeni:

Erime ve erime noktaları arasındaki boyut farkından oluşan latis distorsiyonu ve erime noktaları ile hareket halindeki dislokasyonların etkileşiminden oluşur.



Küçük enpente



Büyük enpente

ÇÖZÜMLE SERTLEŞME!

✓ Set Çözümleri kayması engellenir.

Metallerdeki seramik çabaltılar.

Source is 4m

Soğuk İşlem $\rightarrow$ a. Mükemmel Plastik Esneklik güçlenme ya da güçlenme

③ Dahme :  basma

⑤ Hydrolysis:

⑦ Game:  $\rightarrow$ sol

④ Elektronen:

$$\%Si_i = \frac{A_0 - A_i}{A_0} \times 100 \rightarrow \text{Kestil Alanda hesaplanır}$$

Subsystem

ॐ नमो भगवते वासुदेवाय
 श्री कृष्णाय नमः

Dedimaya
Sanaa basit olan

1:24:53

✓ Sağık islen sırasında dislokasyonların yapısı değişir, bu biriktirme dolması gerektirir.

- ✧ Dörlüsgörmäni härtäti bulasın, mükəmmət olar

$$\text{Dulakasyon gaganaw} = \frac{\text{Toplam dulakasyon ramlyo}}{\text{Birin batin}}$$

Söz kışın günü noktası: 40°N

Totally miles: 10^6

✓ Isil isten dihtagan yamlojau azil, sagat isten adil

✧ Düşük Yaşlılar

Abne Mubangadi

Cyber Mob

Snacklik

Atom bağlı konsantrasyonu

→ godlike master
slave

TAULANIR (sabit işlen sürətə)

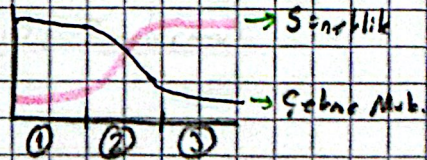
assemblage

A. TALLINA BASAMAKLARI

① Topolerna

② Yeniden Kristalleşme

③ Toneogenesis



Δ ΤΟ ΠΑΡΛΑΝΤΑ

« Ariləşmə (yaxınlıq) ilə dövlətin gəncliyə rəqib

YENIOEN KESKALLEME

- Dislokasyon isen tade kybala

«Düşük die la kuzulu, keşet tuncu olgun»

• Devam ederse 120 saat işlenmesi kabul.

A TANE BOYCMER

✓ Tavlan a denur edise gen taneler biser

(art. The border article)

Kuşaklar çok olursa, büyük farklar oluşur.

deven rden

Tanz bogate Muk Setlik

$$d^n = d_0^n = K \cdot t \rightarrow \text{size}$$

11/11/11

122

YENİDEN KRİSTALLEŞME SICAKLIĞI (T_R) → Yeniden kristalleşme 1 saat içinde tamamlanır sıcaklık

$$0,3 T_{E_{F_2}} < T_R < 0,6 T_{E_{F_2}}$$

* T_R : soğuk işlen % ve metal sadılığına bağlı

% Si ↑ T_R ↓ / Sadalık ↑ T_R ↓

* Sıcak işlen: T_R altında deformasyon

Soğuk işlen: T_R altında deformasyon

* Küçük taneli metaller: Düşük sıcaklıkta kristalleşir

Büyük taneli metaller: Yüksek sıcaklıkta kristalleşir

MEKANİK HASAR

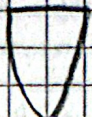
2-02-31

Kırılma Mekanizmaları

* Kırıma: Gerilme altında bir malzemenin bir veya fazla parçaya ayrılması.

* Sönük Kırılma: Büyük plastik deformasyon sonucunda olur, yavaş bir şekilde ilerleyen kırılma türüdür.

* Geçirgen Kırılma: Az veya plastik deformasyon hissedilmez / hızlı şekilde ilerler.



Sönük

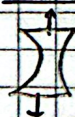


Orta Sönük
Sönük



Geçirgen

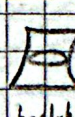
Hasar Başlangıçları



Başlangıç



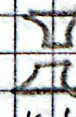
Başlangıç
Sıkışması



Başlangıç
Bölünme



Yavaş
Yavaş

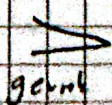


Kırılma

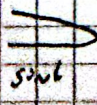
Kırılma 2 şekilde ilah: Tane içi, Taneler arası

ÇATILARIN İZLENİMLERİ

Kırılma uçlu çatılarda, kırılma uçlu çatlarda kırılma izleri



geçirgen



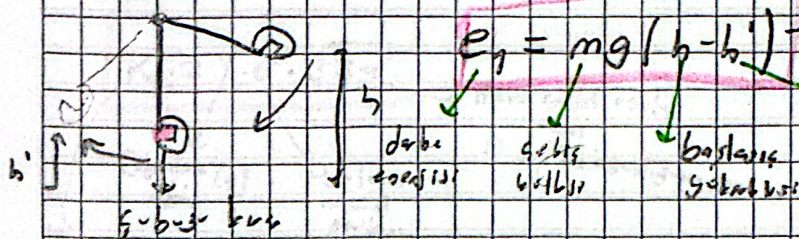
sönük

DARBE TESTI - GENTIL TÖKLÜCÜ

Taklık: Kullandığı önce absorbe ettiği maddenin elası.

$$E_p = mg(h - h') \rightarrow (mgh - mgh')$$

Sen yatsubiki



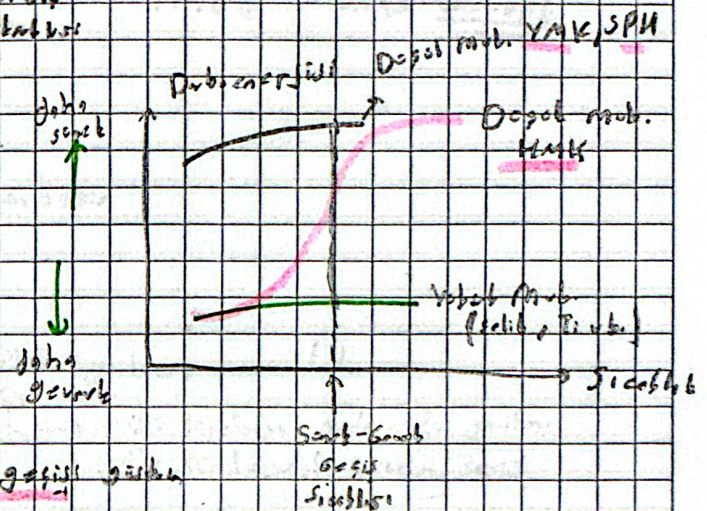
- ✓ Dərbi testi, test bəzillərinə düşsədir

- ✓ Hm 13 d'après mdr, gelée de sucre, gelée de sucre.

- ✓ C 1993 ↑ Mub. ↑ Geng Sibakus ↑

Das Energie L

- ✓ Çeşitli seramik ve polimer, sentetik-gazet gazlı ürünler



⚠️ Titania CHARGE D'ACCUSE TEST 1

20 joulilik dabe mujusinde sint-gaurt
gacti shaklasi:

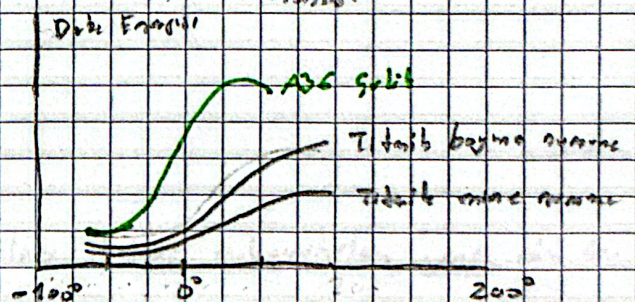
- $\angle A36$ (kullenkması gerilme) : -29°C

- Bayern. November: +32°C

- ↳ Entlarb. Lu. mens. 1.56°C

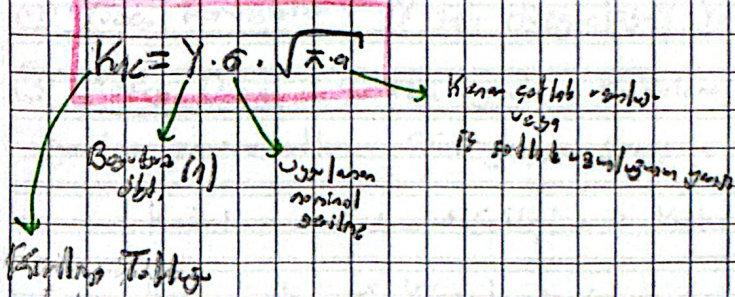
Bedrock stands dark grey - 2°c

→ 1650/1620 abstrakt
mehr: mittel O. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10.



❗ Kırılma Teorisi → Kırılma sonucu oluşan kırılma

α Keskin bir çatlak ucuyla çatlak kenarlarının en yavaş olduğu noktada kırılır.



$K_{Ic} \uparrow \rightarrow$ DAKIK SSNEK

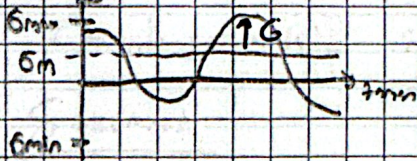
$K_{Ic} \downarrow \rightarrow$ DAKIK GEVBEK

❗ Yorulma → Gerilimli çatlak altında oluşan hasar

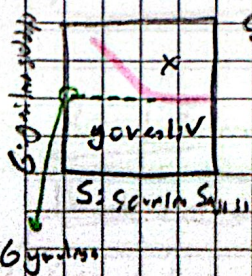
α Yorulma sınırı → yorulma testi ile ölçülür

Nominal alt gerilme $\rightarrow$ ÇEKME gerilme marjı kadar
alt gerilme $\rightarrow$ BASMA gerilme marjı kadar

→ Testten alınan veriler GS sınırı altında kırılır $\rightarrow$ GS kırılma noktası olan çatlak
GS kırılma noktası olan çatlak



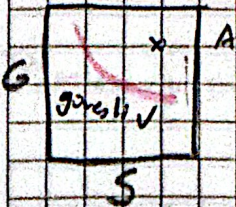
❗ Yorulma Davranış Etkileri



α Birçok deneysel sonuçlar, çatlak mukavemetiyle ilgili olan bir deneyin limitleri sağlar

→ Eğer $\sigma < \sigma_{GS}$ ise Yorulma olmaz.

→ S arttıkça mukavemetteki azalma bir limit olur.



α Biri malzemelerde yorulma sınırı yoktur

→ S arttıkça çatlak KASAP noktası olur.

YEREL YEREL DAVRANIŞI ETKİLENDİRİ FAKTÖRLER

1. Genel Kavramlar: Her bir kavramın, özellikleri ve bu özelliklerin yerel davranışa etkisi.
2. Yerel Davranış: Yerel davranışın, yerel davranışın.
3. Yerel Davranış: Yerel davranışın, yerel davranışın.

Kavramlar, özellikler → Yerel Davranış

Kavramlar → Yerel Davranış → Yerel Davranış

4. Genel Kavramlar: Her bir kavramın, özellikleri ve bu özelliklerin yerel davranışa etkisi.

YEREL YEREL DAVRANIŞI ETKİLENDİRİ FAKTÖRLER

1. Yerel Davranışın, yerel davranışın.

2. Yerel Davranışın, yerel davranışın.

3. Yerel Davranışın, yerel davranışın.

SÖZLEŞME

Uzun bir zaman periyodunda yerel davranışın, yerel davranışın.

Yerel Davranışın, yerel davranışın.

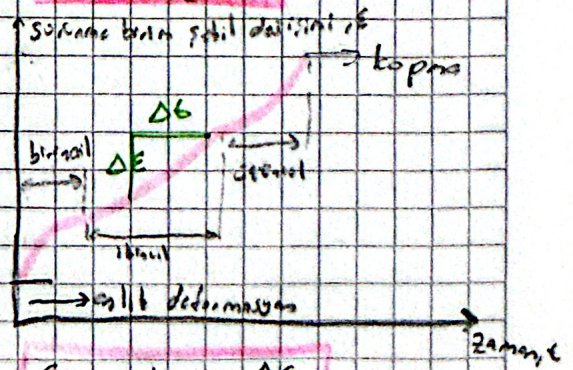
Birinci Sözleşme: Yerel Davranışın, yerel davranışın.

İkinci Sözleşme: Yerel Davranışın, yerel davranışın.

Üçüncü Sözleşme: Yerel Davranışın, yerel davranışın.

Minimum Yerel Davranışın, yerel davranışın.

$$\frac{\Delta E}{\Delta t}$$



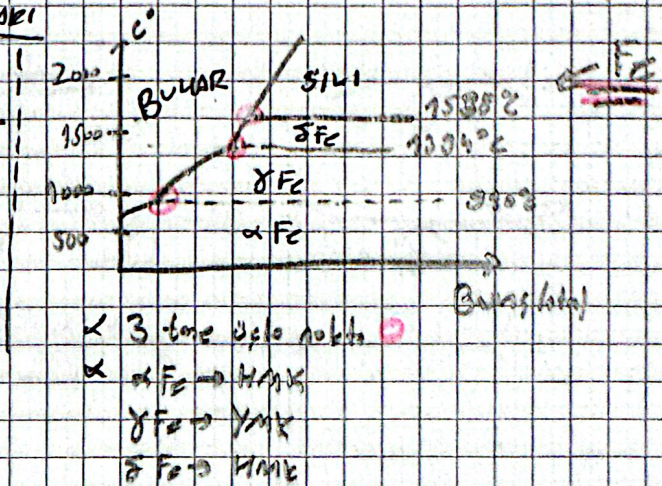
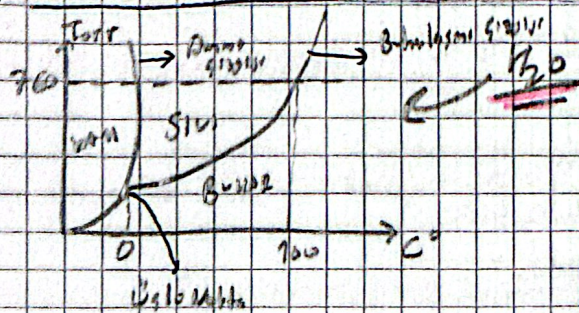
$$Sözleşme Hızı = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \text{Eğilim}$$

~FAZ DİYAGRAMLARI~

~ Bir maddenin belirli bir sıcaklıkta mikroyapısal gelişimini gösteren rehber haritası ~

~ Faz: Katı, sıvı, gaz gibi maddelerin farklı ulaşabildiği enerji durumları ~

SAF MADDELERİN FAZ DİYAGRAMLARI



GİBBS FAZ KURAMI

~ Sistemde dengede bir anda olan faz sayısının hesaplanması için ~

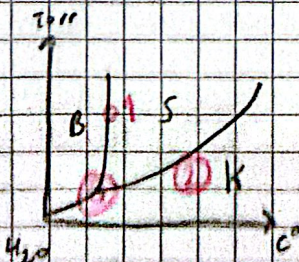
$$P + F = C + N$$

P: Faz sayısı

F: Serbestlik derecesi, bağımsız değişken sayısı (Sıcaklık, Basınç, Bileşim)

C: Sistemdeki bileşen sayısı

N: Bileşenlerin değişken sayısı = 2 (Sıcaklık, Basınç)



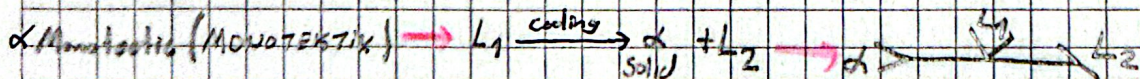
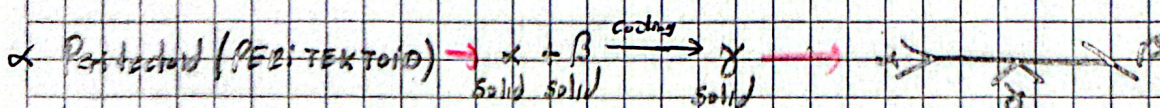
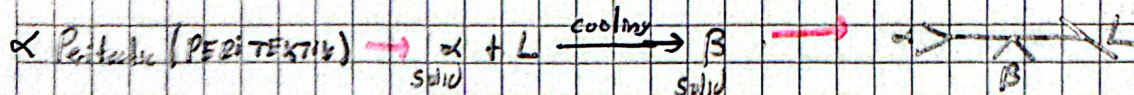
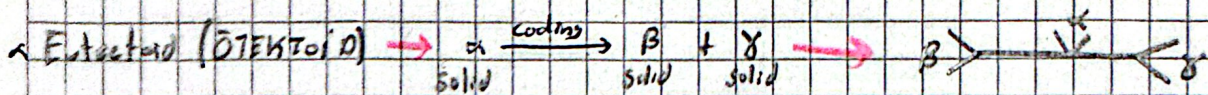
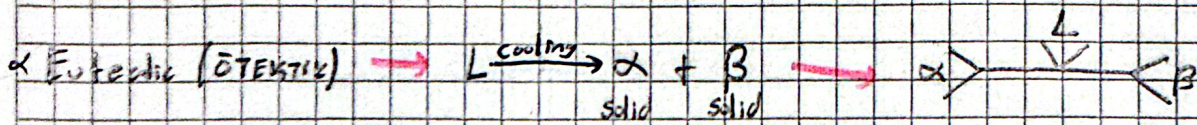
$$① P=2, F=1, C=1, N=2$$

$$② P=1, F=2, C=1, N=2$$

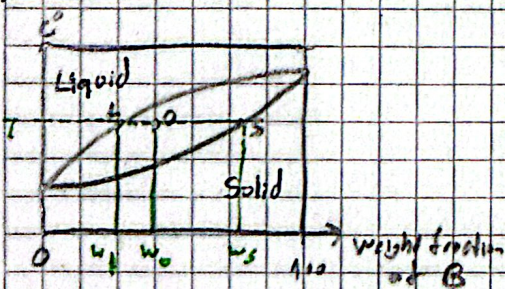
$$③ P=3, F=0, C=1, N=2$$

~ Genelde Basınç sabit tutulmaktadır → N=1 (Sıcaklık)

SABİT REAKSIYONLAR



KALDIRAĞ KURULU



w_0 = A'da B'nin ağırlıkça oranıdır
 w_L = B'deki ağırlıkça sıvı oranıdır
 w_S = B'deki ağırlıkça katı oranıdır

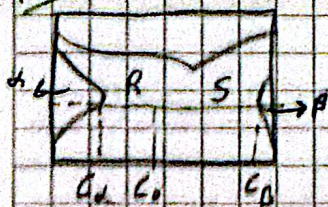
$$X_L = \frac{w_S - w_0}{w_S - w_L}$$

Sıvıdaki ağırlıkça oranıdır
 (S/L)

$$X_S = \frac{w_0 - w_L}{w_S - w_L}$$

Katıdaki ağırlıkça oranıdır
 (L/S)

Fig 1



$$W_\alpha = \frac{S}{R+S}$$

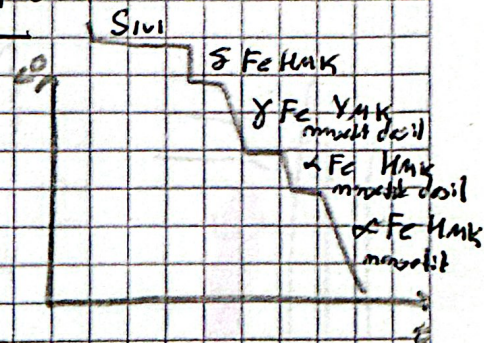
$$W_\beta = \frac{R}{R+S}$$

~ Fe - C ALAŞIM SİSTEMİ ~

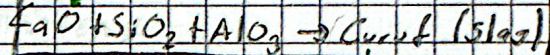
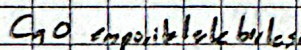
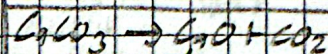
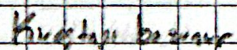
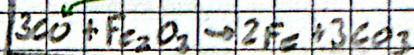
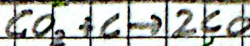
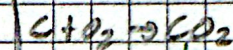
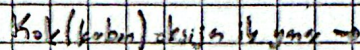
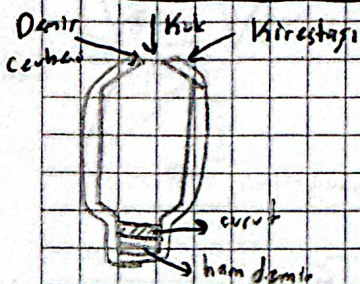
✓ Penns LENNETEN GOLDEN METAL demigle.

◀ Demir allotropik, katı ya da sıvı halde bulunabilir.

X Demir metali, demir çatısında yüksek frekans kullanılarak elde edilir.



YÜKSEK FİRİNGA KAN DEMİRE ÜRETİMİ



Sat. Dasilbi, yubak C
Sahip, kurlgen vuzur

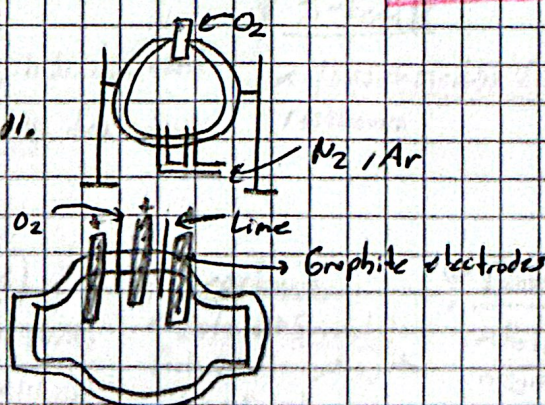
asfalt ve beton duvarlar

2 Fe-C alaşımının oda sıcaklığında %0,005'den az C içeren saf demir olduğu.

Ham demir, bu da ve cevherde çelik üretimi için 2 tane çelik Rafinerisi vardır.

① BAZIK OKSIJEN FIRMASI (BOF)

× Redrober gata, bar färg siltvitt.

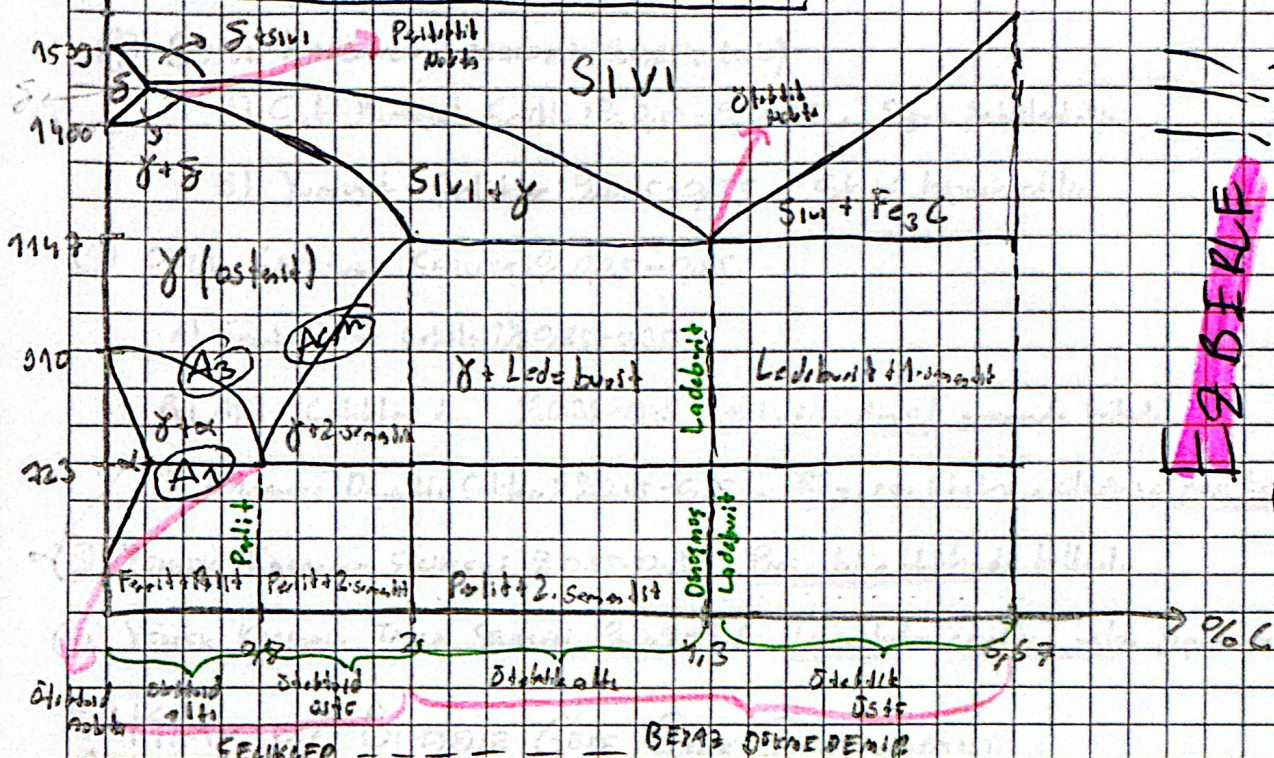


② ELEKTRİK ARK FİRMASI (EAF)

4 Daha sık kullanılır.

Ingot Doldrums = BOF juga EAF secara rata gelitik bir potasi utama. Potas tandis dalam
biru biru putih. Tandis itu sendiri akan gelitik saja tidak hasilkan gelitikannya.

Fe-Fe₃C FAZ Diyagramı



F2BIRF

- Oostenit
- α -Ferrit
- δ -Ferrit
- Sementit (Fe_3C)
- Pearlit ($\alpha + Fe_3C$)
- Ledeburit
- Dönüşmüş Ledeburit

! Osteid (γ)

- Non-mengalok
- YMK amper-keti sangat
- 1142' de 22 C esendinir

✓ L-Ferity

- 2 HAK gıllı br. ayar - bdr
1 EN YUMUŞAK f13

▽ δ-Ferrite

- Yüksek sıcaklık fazı, düşük sıcaklıkta rastlanmaz

! Sementit (Fe_3C)

- ← EN SEPT 62.

Perlit ($\alpha + \text{Fe}_3\text{C}$)

- Kiki tabuki (2088 Farit)

▷ Lederburit

- X ^{Chlamydia} Chlamydia + ^{Trichomonas vaginalis} Serratia
farklı meşasagite
(8 + FesC)

▽ Deutsches Lesebrot

- Apolit + Senatit foshoda
meydan gelir.
(n + fışık + fışık)

Образователь.

- Peritektik: $\text{Si}_{1-x}\text{C}_x + \delta \leftrightarrow \text{österit} (\gamma)$

- Adaptat : $S_{\text{rel}} \longleftrightarrow \text{Ostait}(\rho) + S_{\text{matit}}(\text{Fe}_2\text{C})$ (DOKME DE MIBLELOE s'elare)

- Ölçekler : $\text{öskent} \leftrightarrow \text{polit}$
(x) (K + Faga)



C ORANINA GÖRE ÇELİK SINIFLANDIRMASI

① DÜŞÜK KARBONLU ÇELİKLER (%0,25'e kadar)

A) Çok Yumuşak Çelikler: %0,02 - %0,25, Sadece Şabille dövülür

B) Yumuşak Çelikler: %0,25 - 0,5, Çekme kuvveti artırılır

② ORTA KARBONLU ÇELİKLER: %0,25 - 0,55

A) Genel Dövme Çelikleri: %0,25 - 0,35

B) Mil Çelikleri: %0,35 - 0,45, Mil, tel, dişli çarkta kullanılır

C) Aşınmaya Dayanıklı Çelikler: %0,45 - 0,55, Ray, ray tekerleği, silindirik pres kalıpları

③ YÜKSEK KARBONLU ÇELİKLER: %0,55 - 0,90, Pres kalıplarda kullanılır

④ YÜKSEK KARBONLU TAHLIN ÇELİKLERİ: %0,9 - 1,6, Torna kalıpları, matkap uçları

❖ KİMYASAL BİLEŞENE GÖRE ÇELİK SINIFLANDIRMASI

① ALAŞIMSIZ ÇELİKLER: C45

→ %0,45 C içerir

② ALAŞIMLI ÇELİKLER

A) A2 ALAŞIMLI 20Mn5 → %1,25 Mn
→ %0,2 C

B) OTOMAT ÇELİKLERİ: S, Mn, P bu şekilde gösterilir. Yoksa C ve S oranları yazılır

45S P620 → %0,45 C → %0,20 S

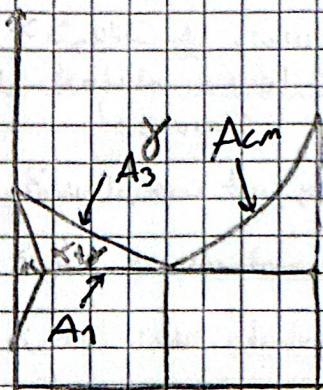
C) YÜKSEK ALAŞIMLI

X 8Cr18Ni8 → %8 Ni
→ %0,08 C → %18 Cr

~ ÇELİKLERE UYGULANAN ISIL İŞLEMLER ~

∞ Metallerin şeklini değiştirmeden fiziksel ve mekanik özelliklerini değiştirmek için yapılan ISITMA ve SOĞUTMA işlemleri.

~ KRİTİK SICAKLIKLAR



üst
kritik sıcaklık
noktası

A₃: Östenitten ferrit şekline dönüşüm sıcaklığı

A_{cm}: Östenitten çementit / / / /

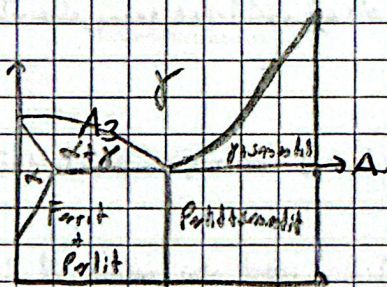
A₁: Östenit - Perlit dönüşüm sıcaklığı

Alt kritik sıcaklık noktası

~ YUMUŞATMA TAVLAMA (Tam Tavlama)

< Sıcaklığı azaltılmak

∞ Talaş kaldırmaı kolaylaştırmak



< Östenit altı sıcaklığı A₃

< Östenit üstü sıcaklığı A₁

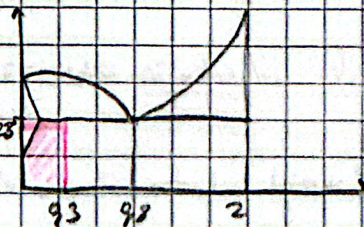
Çiğdemir 500°C üstüne ısıtılıp, fırın içinde çok yavaş soğutularak buharlanır.

~ PROSES TAVLAMASI (GERİİM DİĞERME TAVLAMASI)

< Döküm, kaynak ve sıcak şekillendirme işlemlerinden kaynaklanan kalıntı gerilmelerin giderildiği tavlama.

< %0,3 C'dan az içeren östenit altı çeliklere uygulanır.

< Genellikle 550°C - 650°C arasında yapılan tavlama ve yavaş soğutma işlemi.



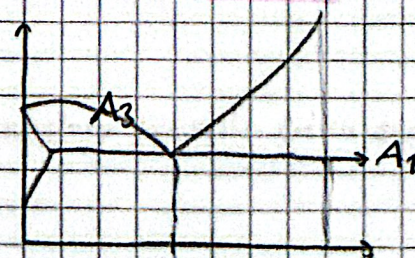
~ NORMATİBASYON

< Tane küçültmek, homojen iç yapı elde etmek, işlenmesi kolaylaştırmak, mekanik özellikleri iyileştirmek için yapılır.

< Östenit altı sıcaklığı A₃

< Östenit üstü sıcaklığı A₁

Çiğdemir 500°C üstüne ısıtılıp, fırın dışında sakin havada soğutma



Yumuşatma ile farklı

KÜRESELLEŞTİRME TAVU

- [illegible]

Kırsilleştirme tar yöntemleri:

- < An çizimci hemen altında (200%) uzunları (15-25 cm) tutlanır
- < An çizimci altında salınmış tutlanır
- < An çizimci üstünde tutlanır ve ya altında yanar sarı-tutlanır, ya da An hemen altında ya da sarı tutlanır
- < Boşaltılma tarı YÜKSEK KARBONLU ÇELİKLERE uygulanır, Doğru kullanılma uygulanır tarı uygulanır
- < ORTA KARBONLU ÇELİKLER güçlü sertlik kazandırmak için tahta plastik sehl ya da sarı kullanılma tarı uygulanır

! En uygun işli işlem, çeliğin C aralına göre seçilir!!!

2. Su VERME SERTLEŞTİLMESİ

- ↳ Tavlama sonrası çalibla genç gövde içinde ÖSTENİT içinde C atomları dislokasyon ile östenitten ayrılır. Fe atomları HMK olan α -fazı oluşturur.
- ↳ Soğuma hızı yavaş olduğunda C atomları hopedilik ve Fe atomları HMK'ye dönüşür. MARTENSİT oluşur.
 - C ile aslı demir harm moleküllü tetragonal yapı (HMT) kolu çarptırır. En yavaş sallık.
- ↳ Östenit → Martensit ($\approx 1/3$ hacimel artış)
- ↳ Kademeli çarpılma, dislokasyon hareketini zorlar, bu yüzden çalışan sallık ve mukavime büyük ölçüde artar.

Martenzit taneleri:

↳ Mikroskop altında iğne veya saman demeti gibi görünür

↳ Beyaz gözetiler ise zosteridi gözetiler

TEMPERLEME

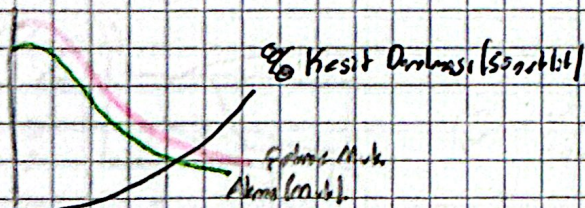
↳ Sert ve gevrek olan martenzit pek çok uygulamada kullanılamaz.

↳ İÇ GERİLMELERİ ortadan kaldırarak, SÜNEKLUK ve TOKLUĞU artırarak için temperleme yapılır.

↳ Ölçektid sıcaklığı altında ($250^{\circ}\text{C} - 650^{\circ}\text{C}$) martenzitli çelik ısıtılır.

↳ Martenzit (HMT, tek faz) $\rightarrow$ Tempalanmış Martenzit ($\alpha + \text{Fe}_3\text{C}$ fazları)

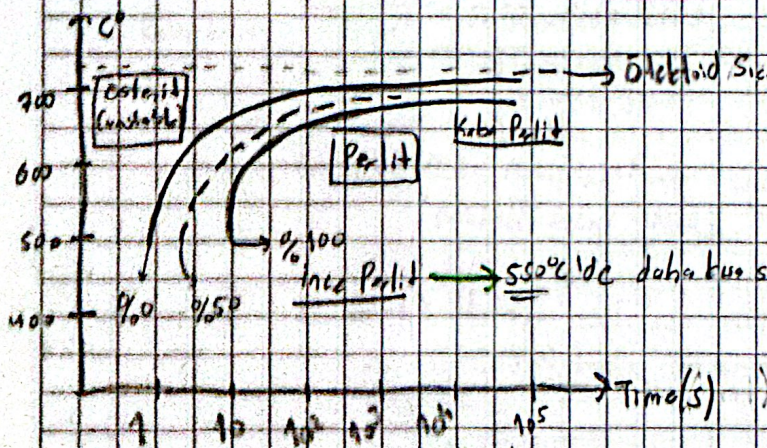
↳ Ferit içinde dağılmış küçük sementit partikülleri



ISOTERMAL DENEYİM DİYAGRAMLARI

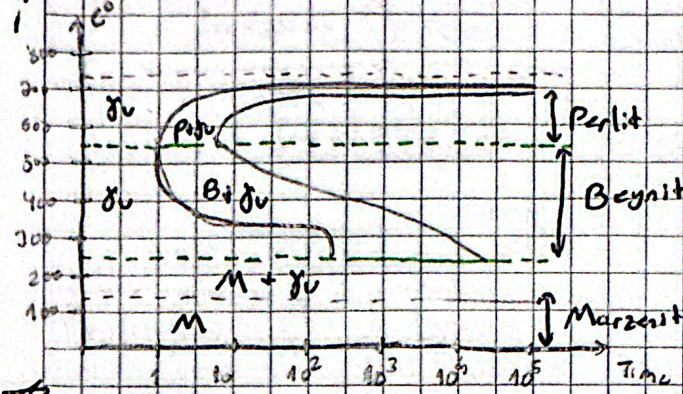
↳ Time, Temperature, Transformation (TTT) Diyagramları

↳ Denge dışı koşullarda östenitin berrama süreci hakkında bilgi verir.



↳ Ölçektid sıcaklığı altında sıcaklığı artırarak soğutulursa Östenit $\rightarrow$ Perlit'e dönüşür

↳ 550°C 'de daha hızlı süreçte daha ince Perlit oluşur



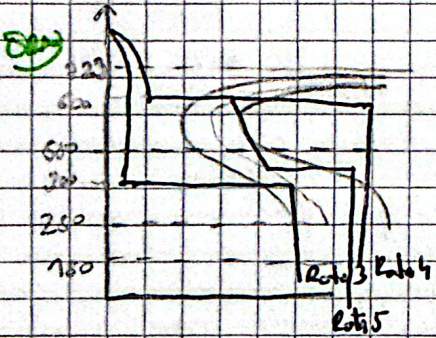
$\gamma_u =$ Kararsız Astenit

$\leftarrow 250^\circ - 550^\circ$ arasında soğutulduğunda beynit oluşur

$d = \frac{\text{Ferit} + \text{Sementit}}{100} (\%)$



350° $\rightarrow$ İst. Beynit (kaba/tayak) ($550^\circ - 350^\circ$ arası)
 250° $\rightarrow$ Alt Beynit (ince/iğnecik) ($350^\circ - 250^\circ$ arası)



② $300^\circ\text{C}'$ ye soğutulan numune $\rightarrow$ %50 beynit, %50 astenit
 Soğutma hızı belirtilen

odasıcılığında
 birleştikten
 Beynit + martenzit
 (astenit $\rightarrow$ martenzit)
 beynitlenir.

④ Soğukçe soğutulan numune $\rightarrow$ İnce Perlit
 Soğutma hızı belirtilen
 Odasıcılığında birleştikten
 İnce Perlit

Perlit ve beynit karlıdır, değişmez

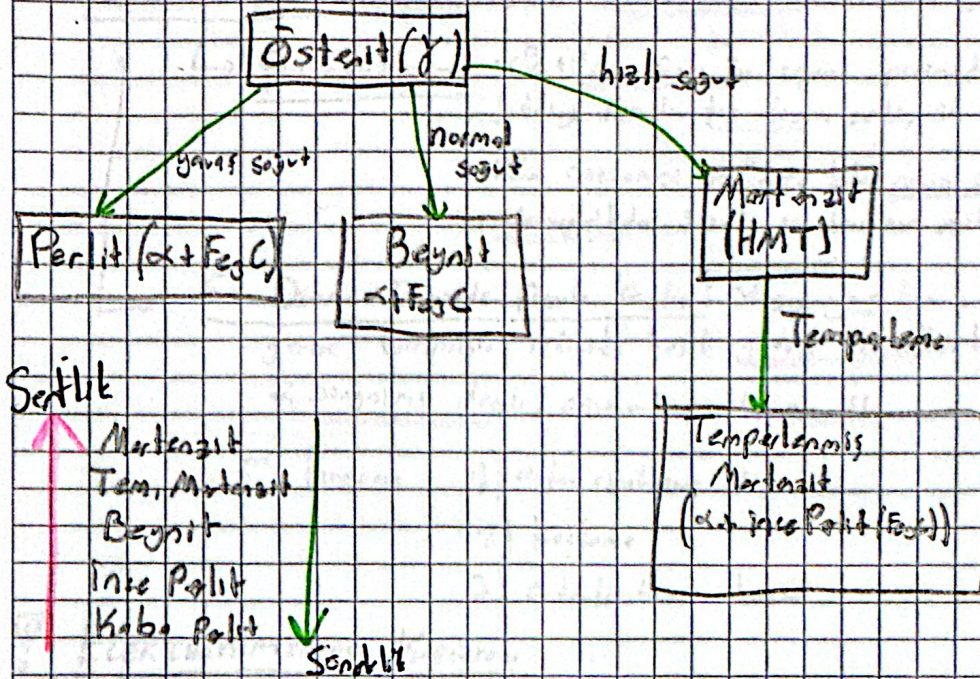
⑤ $650^\circ\text{C}'$ ye soğutulan numune $\rightarrow$ %50 Perlit, %50 Astenit
 Soğutma hızı belirtilen
 $400^\circ\text{C}'$ ye soğutulan numune $\rightarrow$ %50 Perlit, %50 Beynit
 (Perlitlenir, Astenit $\rightarrow$ Beynit)

odasıcılığında soğut
 $\rightarrow$ %50 beynit, %50 Perlit
 (İkisi de sbl.)



Beynit ve perlit fakere ısıtılınca astenite dönüşebilir
 Soğutulursa martenzite dönüşmez

PROCESSING OPTIONS



KOROZYON VE BOZUNMA

- Malzemenin, ortamla kimyasal veya elektrokimyasal etkileşime girerek bozunması ve işlevini yitirmesidir.
- Çeşitli donanılar yok.
- Korozyon, enerji vererek metalite hale getirdiği için malzemelerin, doğadaki kararlı hale dönme isteklerinin sonucu. (Doğada çevre ile oksit formunda bulunur.)

Kimyasal ~~Korozyon~~ Korozyon

- Doğada meydana gelir.
 - Metallerin ortam ile doğrudan reaksiyondur → Doğrudan e^- alışverişi
 - Reaksiyon ürün metal oksit
- $M \rightarrow M^{n+} + 2e^- \rightarrow$ Metal iyon alır
 - $\frac{1}{2} O_2 + 2e^- = O^{2-} \rightarrow$ O iyonu alır
 - $M^{n+} + O^{2-} = MO \rightarrow$ Metal oksit oluşur
- Oksidasyon yüksek sıcaklıklarda hızlanır
 - Oksit tabakası reaksiyon enerji tüketir

Kimyasal Korozyon

Seçimli Çözünme: Metallerin koroziyon sulu ortamda çözünmesi

→ Şinko suyla: %10'da fazla Zn içeren pirinçte Zn sulu suda çözünür. Jiddiyet içinde tuz tuzunu getirir su akışı bloke eder.

1. Zn çözünmesi sonunda tuz poroz Cu'ya geçen yapıdadır, diğer metallerin sızıntı ve bulamaçları vardır.

→ Gri Dökme Demirde Demir Kaybı: Fe, yağ tuzu ve suda çözünür. Vitrifikasyon, yer yer birbirine itilerek kusur yaratır. Tamlanır. Kötü.

2. Sıvılaşma: Demir, dayanım açısından zayıftır.

- α Korozyon:
- 1) Ortam sızdırmazlığı düşürür
 - 2) Korozyon
 - 3) Ortamla teması artırır

Elektrokimyasal Korozyon

α Metal atomları i kaybederek iyon hale geçtikçe meydana gelir.

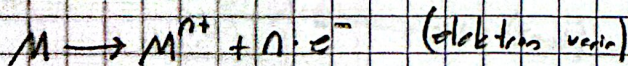
α iyonların geçirilebilirliği iyonların hareketi olur. Sıvı tuzun varlığına bağlı olarak gerçekleşir.

Anot: Metallerin korozyona uğrayan

Katod: Korozyona uğramayan

→ Metal iyonları katot üzerinde birikir, elektronlar alır.

Anot Reaksiyonu



Katod Reaksiyonu (Kaplama) → Oksijen meydana gelirse, katot oksijen ile voltaj verir. Metallerdir.



Katod Reaksiyonu (Korozyon)

Katodik redüksiyon reaksiyonu bir gaz, sıvı veya katı yarı iletken meydana gelir.

Hydrogen Elektrot: HCl veya duvar su gibi oksijenle tepkile H₂ gazı çıkar. $2H^{+} + 2e^{-} \rightarrow H_2(g)$

Oksijen Elektrot: Hava ile dolmuş suda OH⁻ iyonu çıkar. $\frac{1}{2}O_2 + H_2O + 2e^{-} \rightarrow 2(OH)^{-}$

OH⁻, pasifiteye göre metal iyonlarla reaksiyona girer. Katodik korozyon meydana gelir.

Su Elektrot: Oksitlenmiş asitlerde yarı iletken asit su oluşur.



→ Fe(OH)₃

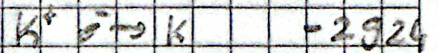
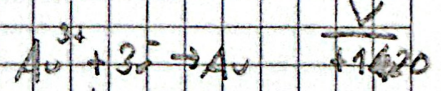
⚡ ELEKTROT POTANSİYELİ ⚡

Elektrokimyasal Güç Serisi (EMF): Bir metale kendi elektronlarını kolayca iletme yeteneği için bir test.

Reaksiyona girmeyen bir referans elektrot gerekir (platin elektrot).

⚡ EMF SERİSİ

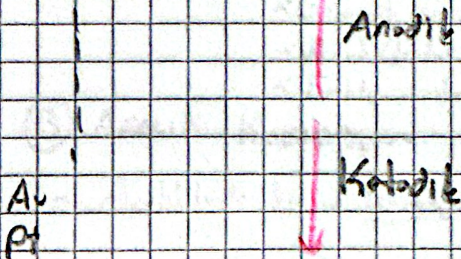
⚡ Korozyon hızı artar.
⚡ Daha anodik.



⚡ GALVANİK SERİ

Galvanik serisi, birleşik metale deneysel suyunun iletkenliği gösterir.

Metallere göre sıralama



⚡ Korozyon Hızı (CPR)

Bir m. zamanda malzeme yüzeyinden kalınlık kaybıyla ifade edilebilir (mm/yıl)

$$\text{CPR} = \frac{K \cdot W}{\rho \cdot A \cdot t}$$

$\downarrow$ Sbt. $\rightarrow$ Ağırlık kaybı (mg)
 $\downarrow$ Yoğunluk (g/cm^3) $\rightarrow$ Yüzey alan (cm^2)
 $\downarrow$ Sür. (saat)

⚡ Kabul edilebilir korozyon hızı
⚡ $< 0.5 \text{ mm/yıl}$

⚡ KOROZYON ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Çoklu Sıkışma Hızı

Sıcaklık

Korozyon hızı

Korozyon Hızı

KOROZYON TİPİLERİ

① HOMOJEN KOROZYON: PAS

→ Tüm yüzeyde eşit şiddetle gerçekleşir, yüzeyden korozyon ürünü oluşur.

② BÖLGESEL KOROZYON

① GALVANİK KOROZYON

→ 2 metal veya alaşım aynı elektrolit içinde dengeli.

→ Daha az aktif (kathodik) olan metal korozyona uğrar.

→ Anot/Katod yüzey oranı ↓ Korozyon hızı ↑

Etkisini Azaltmak İçin:

→ Galvanik serisinde birbirine yakın olan metalleri seç.

→ Anot/Katod yüzey oranını azaltma.

→ Farklı metalleri birbirinden yalıtma.

② ARALIK KOROZYONU

→ Aralıklarda kir ve korozyon ürünü birikir, çözelti durur → O₂ fabrikasyonu yavaşlar.

→ Yarı içinde O₂ fabrikasyonu sonucu metal oksitlenir.

$M \rightarrow M^{n+} + n \cdot e^- \rightarrow$ Anot için diğer dış bölgeye taşıyıp katodik reaksiyonda kullanılır.

$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4(OH^-)$

Önlemler:

→ İyi bir tasarım

→ Dayanıklı malzeme

→ Paslanma yavaşlatıcı kullanma

→ Aralıklarda biriken kir-pasın temizlenmesi

③ OYUKLANMA KOROZYONU

→ Yüzeyde lokal asit oluşur ve yerelini etkileyen asitli bölgede dike ilahe.

④ TAVİLEK ARASI KOROZYON

→ Tane sınırları takip eder.

→ Büyük bir metal parçası tane sınırlarından ayrılabilir.

→ Korozyon süreci olarak biliniyor → Korozyon hızı sınırlanabilir. Korozyon hızı sınırlanabilir.

→ Tane sınırları çürümesi Cr fabrikasyonu yavaşlatıcı korozyon hızı sınırlanabilir.

Önlemler:

→ Hassaslaşmış metale yüksek sıcaklıklarda kullanılır → Cr katmanlı tane sınırları sınırlanabilir.

→ Cr-Karbon oranını azaltarak → C kontrolü

→ Nb veya Ti gibi elementlerin katılmasını sağlanabilir.

(E) FROZYONLU KOROZYON

α Sıvı hâzırlı sıvıu mekanik aşınma ve kimyasal etkilere bebe uğruu. Bu tür.

Önlem: α Tasarım, sıvıu aşınma böyelini önleyerek şekilde değırtmek

(F) GERİLMELİ KOROZYON

α Parçanın maruz kaldığı çekim gerilmesi ve korozyon bebe etkilerden

α Gerilimin dışarıdan uygulanması gırmaz.

α Oluşan büyük çatlaklar gerilme gırmaz beğir

Önlem:

α Gerilme siddetini azaltma

α Gerilme gırmaz ısıtılma

(G) HİDROJEN GELEKİRLİ

α Hidrojen korozyon ve oksidasyon-kimyasal işlemlerin gırmazda

α Katalitik reaksiyon sonucu ortaya çıkan hidrojen iyonları malzeme içine gırmaz mikre başlıklarda hidrojen malzeme oluşturma, iş gırmaz ve çatlak oluşturma

α Yüksek siddetli işlemlerde hidrojen reaksiyonu bebe olmaktadır ve bu hidrojen korozyonunu oluşturma

α Yüksek mukavemetli çelikler, malzeme çatlakları risk altındadır.

(H) FİTTE KOROZYONU (KRETSK)

Malzeme gırmazlı beğir ve bu beğirde altında oluşur.

Önlem:

α Çam beğirde pıskırdır

α Korozyon

α Sağl nemi gırmaz oluşturma.

KOROZYONDAN KORUNMA

① MALZEME SEÇİMİ

α En dayanıklı malzeme seçmek be zamm etmemek değıldır, ortamın koşullarını değırtmek ısı bu gırmazda.

② İN HİGİ ZARLAR

α Korozyon beğirde çatlak malzeme, ortamın korozyon beğirde olmaktadır

α Korozyon beğirde çatlak

② TASARIM

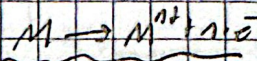
✗ Korut malzeme temizlenmesine izin verilmeli

④ KAPLAMALAR

✗ Metal, seramik, polimer olabilir, ayrıca reaktif olmalıdır (organik)

⑤ KATODİK KORUMA

✗ Korozyon metale ö vererek onu katot yapar



Korozyon reaksiyonu

→ Tas. çözümleri olur ve korozyon giderilir.

→ Yüzeyin proba/en kaplanması

✗ Galvanizli Çelik : Zn kaplama

✗ Koruma Anotları : Gemi gövdesi ve denizaltılarında

→ Korozyon metale daha reaktif bir metal kazandırır.

→ Mg Zn

Zararlı Akım Koruması : Korozyonu durdurmak ö tedavisi için bir dış dâğıtım olan kajınası kullanılır.

→ Negatif kutbu metale

→ Pozitif kutbu inert bir metal (grafit)

⑥ ANODİK KORUMA

Malzeme yüzeyi kuvarzlı bir oksit tabakası ile kaplanarak pasifleşmesi sağlanır.

→ Alüminyumun ELOKSAL işlemi

⑦ ISIK İŞLEMİ

✗ Kırılgan bileşim fatik gidermek için HOMOJENLEŞTİRME TAVİ

✗ Enerjiyi diffüzyon yoluyla gidermek için NORMALLEŞTİRME veya YENİDEN KRİSTALLİZE TAVİ

✗ Isı salınarak gidermek için GERİLMELER GİDERME TAVİ

✗ Ostalitik paslanmaz çeliklerin korozyonunu azaltmak için 1000°C üzerine ısıtılıp kron ile kaplanabilir.

Ani iletken su geçirir veya Mg, Ti gibi Cr ile gare Cr ile iletken olan elektrolar ile malzeme kaplanabilir.

KOMPOZİTLER

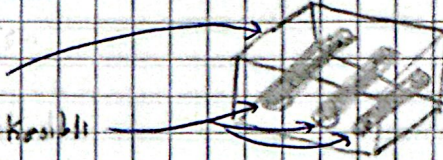
• Suni olarak oluşturulmuş çok fazlı bir malzeme

• Farklı malzemelerin istenilen özelliklerini aynı malzemeye taşıyarak oluşur

• 2 Parçadan oluşur

① Matris Kısmı → Sertli

② Dispers (Takviye) Kısmı → Kırılgan



• Matris Fazı → Genellikle Dispers fazı kırılma noktası

Dispers fazı kırılma

Kompozit malzemede matris fazı, dispers fazıdır

Matris fazı: MMK, SMK, PMK
Dispers fazı: MMK, SMK, PMK
Matris fazı: MMK, SMK, PMK
Dispers fazı: MMK, SMK, PMK

• Dispers Fazı → MMK: Mukavimetre dayanım artışı

SMK: Kırılma tokluğu artışı

PMK: Elastik modül, mukavimetre dayanım artışı

Takviye: parçacık, fiber, çubuk

• Birleşik Etki Prensibi

• Ağır ve kırılgan bölünme özellikleri bulunan kompozit yapılarıdır

• KOMPOZİTLERİ SINIFLANDIRMA

Partikül Takviyeli

Fiber Takviyeli

Yapısal

- En önemli kompozitler
- Matris fazı: Matris, polimer veya seramik
- Dispers fazı: fiber formunda
- Yüksek Mukavimetre ve Yüksek Dayanıklılık (Sıkıştırma)
- Mukavimetre dayanım artışı

FİBER TAKVİYELİ KOMPOZİTLER

← Matris Fizi: Metal, Polimer, Seramik → Kullanılacak için
Sıralıdır için

- α Matris malzeme sert olmalı
- α Fiberin elastik modülü matrisinkinden yüksek olmalı
- α Matris malzeme bir fiberden diğerine çatlak iletilmesini engeller.
- α // fiber dış etkilere karşı.

POLİMER MATRİSLER: Termoplastik ve termoset sınıflarında.

METAL MATRİSLİ KOMPOZİTLER (MMK): Seramik ve metal fiberlerle takviye edilmiş Al, Mg, Cu, Ni
α Metal matris, kompozitin yüksek sıcaklığa ulaşabilmesini sağlar.

SERAMİK MATRİSLİ KOMPOZİTLER (SMK): α Yüksek sıcaklıkta iyi çalışır.
α MMK'dan daha hafif.

FİBER TİPLERİ

- ① WHISKER (SAKALCIK): ince, tek kristaller.
α Yüksek kristal kusursuzluğu → oldukça mukavvetli
→ Pahalı
- ② FİBERLER: Polikristalin veya amorf olabilir.
- ③ WİRES (TELLER): Metalik → Çelik, Molibden, Tungsten

FİBER ÖZELLİKLERİ

α Aspect ratio uzunluk/çap ↑ Strength ↑

Kıllık boydan küçük alana etkilili azalır.

Hacimce en fazla %80 fibrelili malzeme olabilir.

↓
Daha fazla olursa matris tarafından sarıfırlanır.

