

BMM 205

Malzeme Biliminin Temelleri

Katıların Kristal Geometrileri Kristalografik Yönler ve Düzlemler

Dr. Ersin Emre Ören

Biyomedikal Mühendisliği Bölümü

Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji Mühendisliği Bölümü

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

Ankara - TÜRKİYE

eeoren@etu.edu.tr

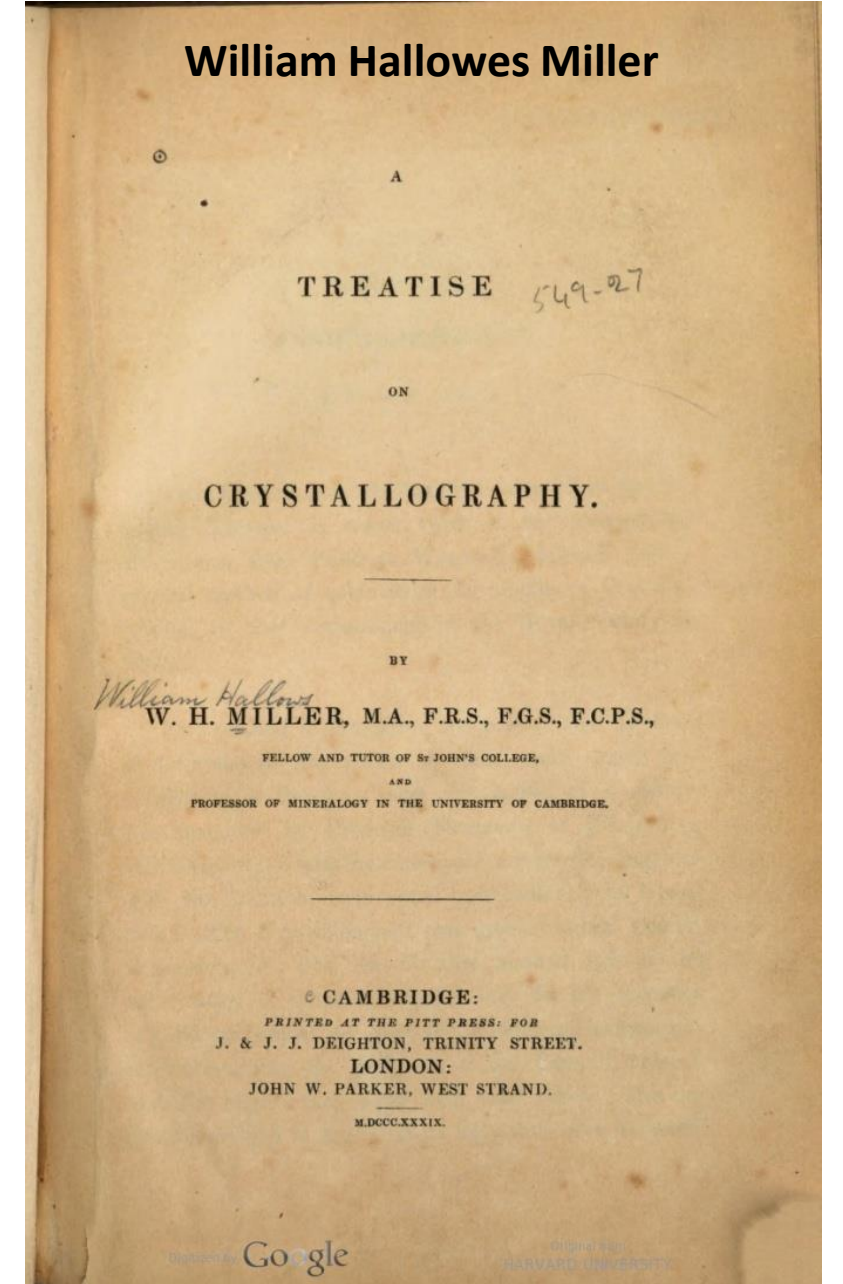
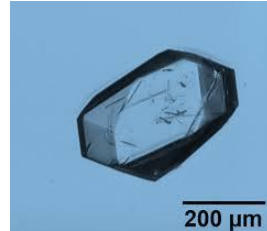
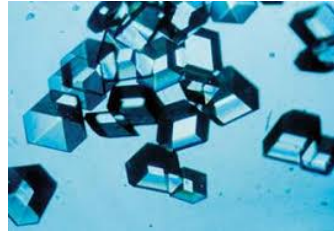
<http://eeoren.etu.edu.tr>

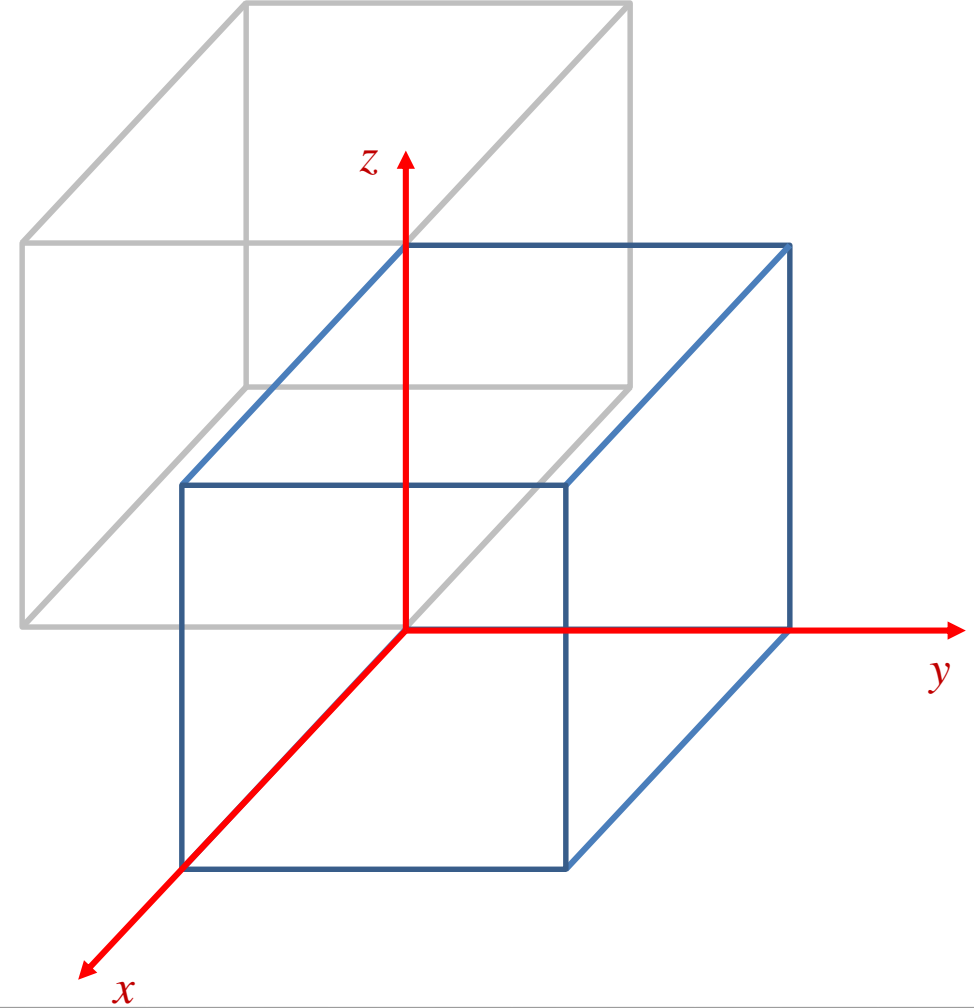
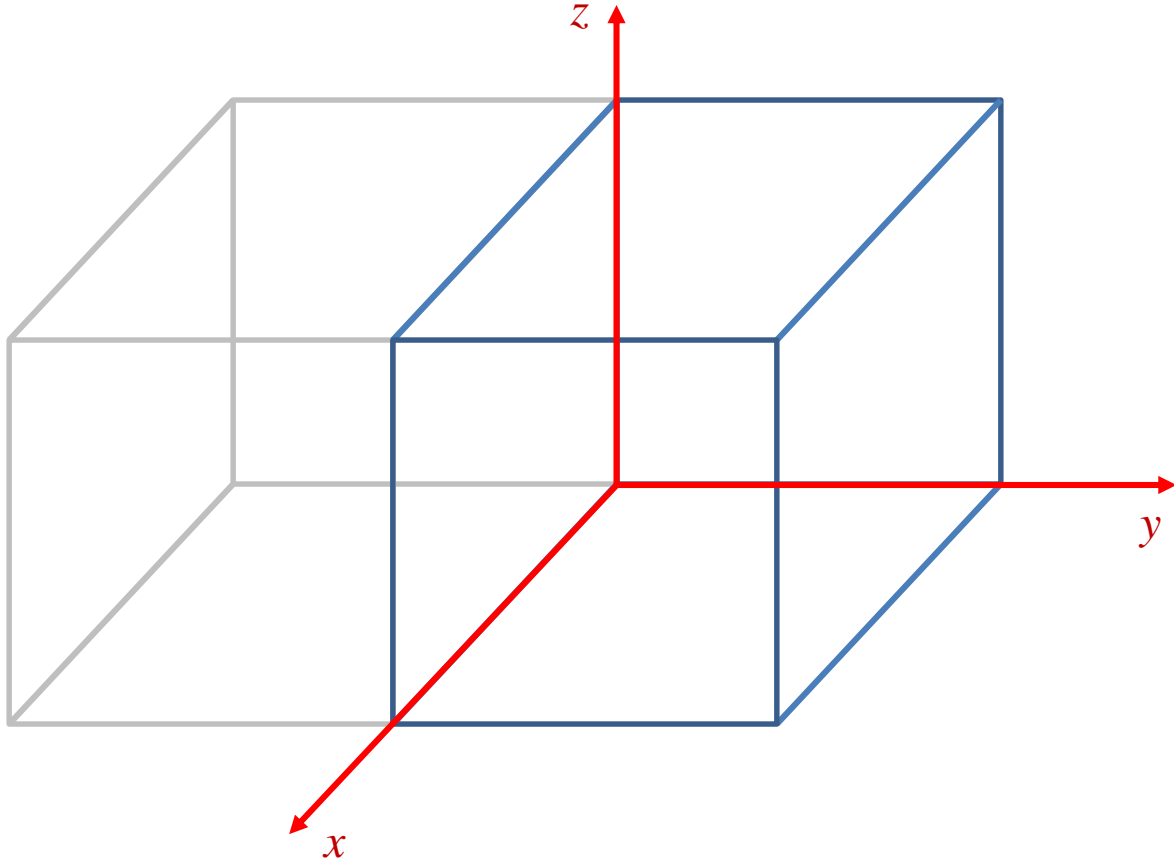


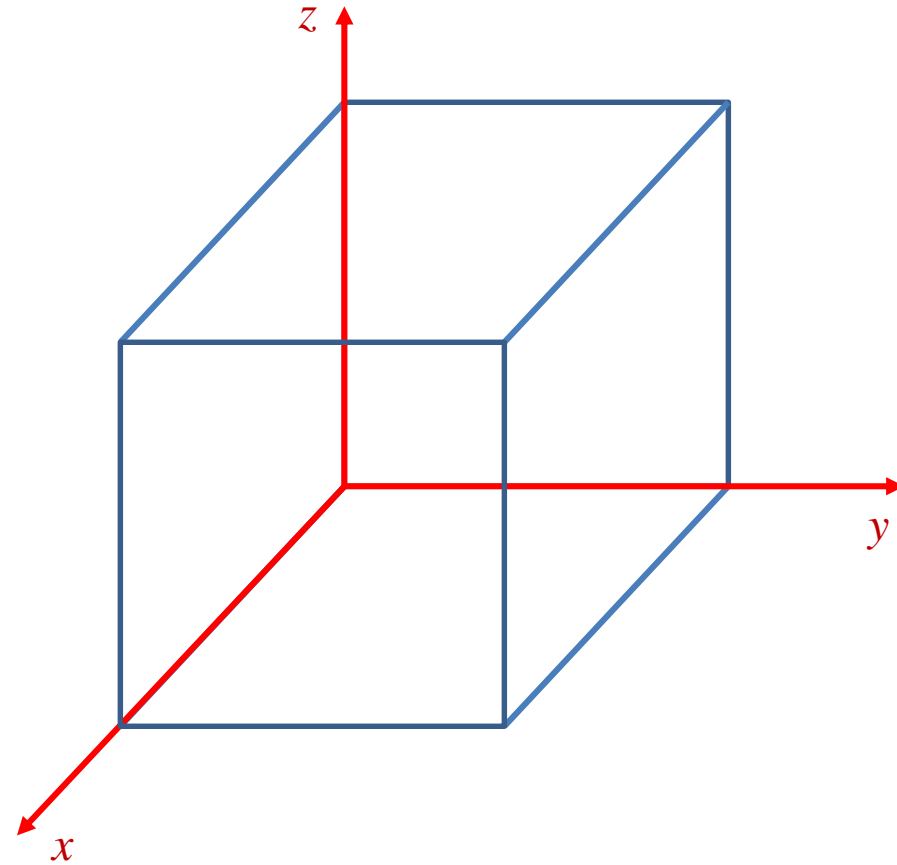
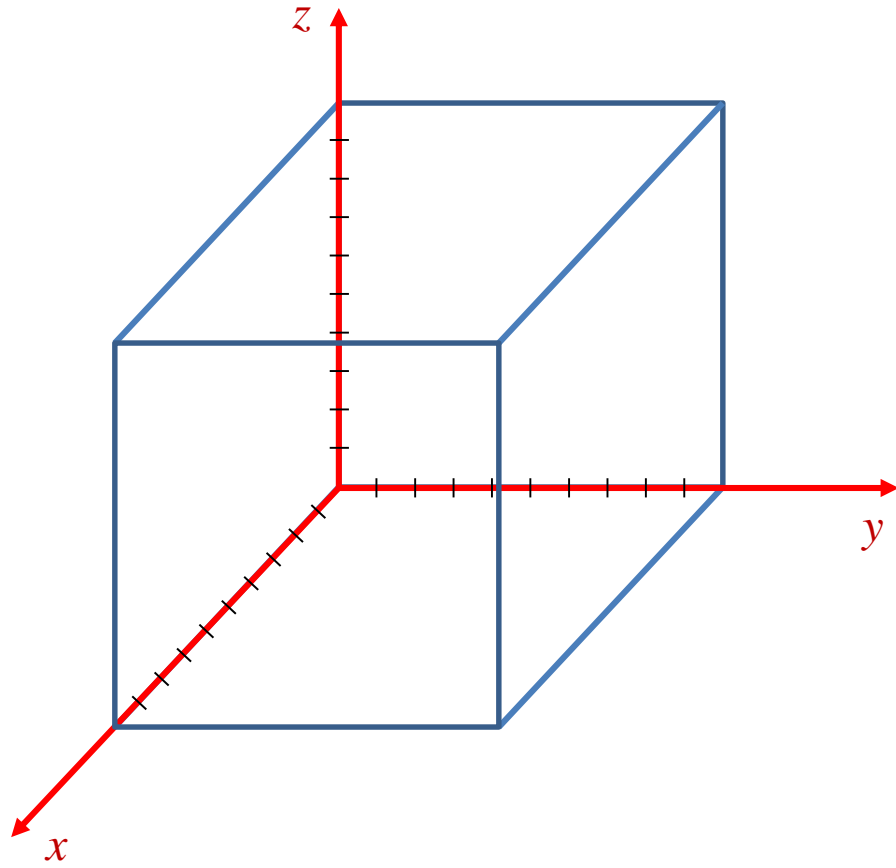
**BİYONANOTASARIM
LABORATUVARI**

Amaçlar:

- Kafes düzlemi (lattice plane) kavramını anlamak;
- Bir düzlemin Miller indekslerini birim hücrenin kenarlarıyla olan kesişimlerinden belirleyebilmek;
- Miller endeksleri verildiğinde bir düzlemi görselleştirebilmek ve çizebilmek;
- Kafes düzlemleri ve Miller indeksleri hakkındaki bilginin, malzeme bilimindeki diğer kavramları anlamaya nasıl yardımcı olabileceğinin farkında olmak:
 - ✓ tek kristallerin şekillerinin anlaşılması
 - ✓ bazı malzemelerin mikroyapısının anlaşılması
 - ✓ X-ışını kırınım modellerinin yorumlanması
 - ✓ dislokasyon hareketlerinin anlaşılması







Anizotropi:

Bazı maddelerin tek kristallerinin fiziksel özellikleri ölçümlerin alındığı kristalografik yöne bağlıdır.

Örneğin, elastik modül, elektrik iletkenliği ve kırılma endeksi [100] ve [111] yönlerinde farklı değerlere sahip olabilir.

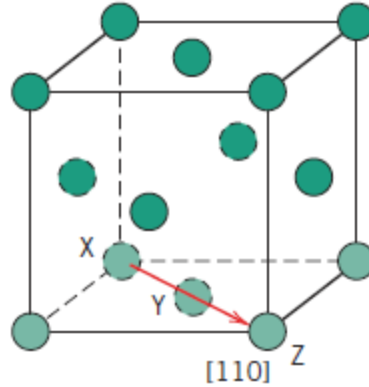
Ölçülen özellikleri ölçüm yönünden bağımsız olan maddelere **izotropik** malzeme denir.

<i>Metal</i>	<i>Modulus of Elasticity (GPa)</i>		
	<i>[100]</i>	<i>[110]</i>	<i>[111]</i>
Aluminum	63.7	72.6	76.1
Copper	66.7	130.3	191.1
Iron	125.0	210.5	272.7
Tungsten	384.6	384.6	384.6

Çizgisel ve Düzlemsel Yoğunluklar

Çizgisel Yoğunluk: $LD = \frac{\text{merkezi vektör üzerinde bulunan atom uzunluğu}}{\text{vektörün uzunluğu}}$

Düzlemsel Yoğunluk: $PD = \frac{\text{merkezi düzlem üzerinde bulunan atom alanı}}{\text{düzlemin alanı}}$

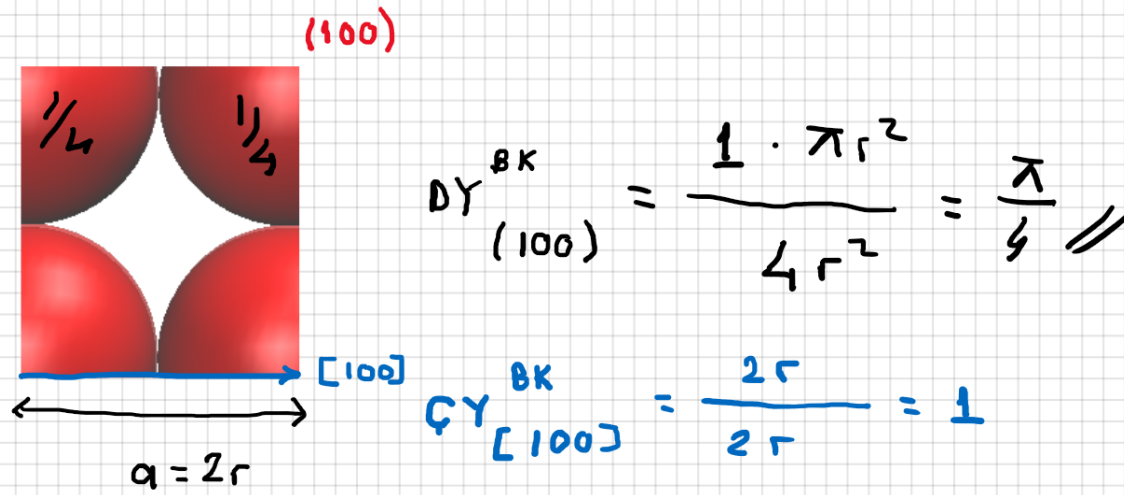


$$LD_{[110]} = \frac{2 \text{ atom}}{4r} = \frac{2 \times 2r}{4r} = 1$$

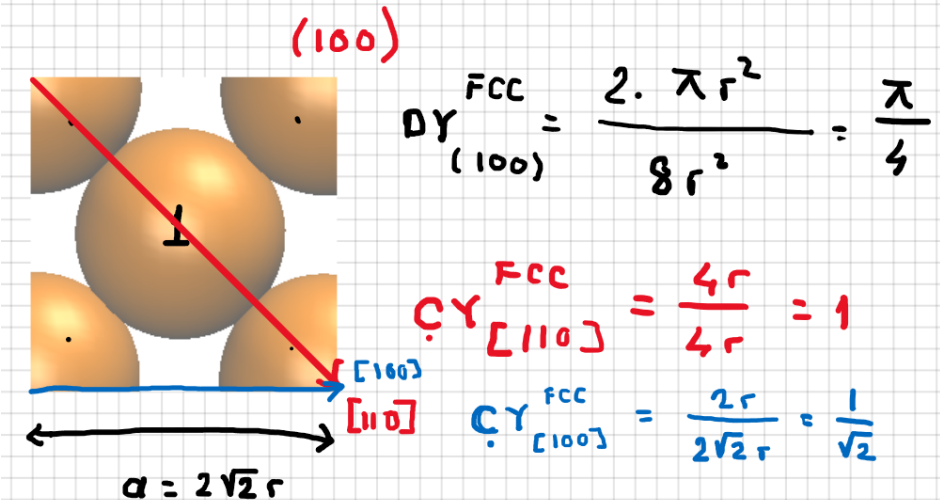
Kristal Yapı	Yön	Düzlem
SC	$\langle 100 \rangle$	Yok
BCC	$\langle 111 \rangle$	Yok
FCC	$\langle 110 \rangle$	$\{111\}$
HCP	$\langle 100 \rangle, \langle 110 \rangle, \langle 11\bar{2}0 \rangle$	$(0001), (0002)$

Çizgisel ve Düzlemsel Yoğunluklar

Soru 1: SC yapıda (100) düzleminin yoğunluğu nedir?

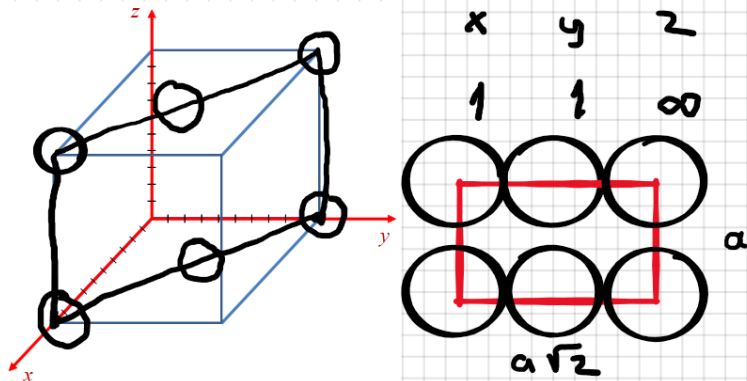


Soru 2: FCC (YMK) yapıda (100) düzleminin yoğunluğu nedir?



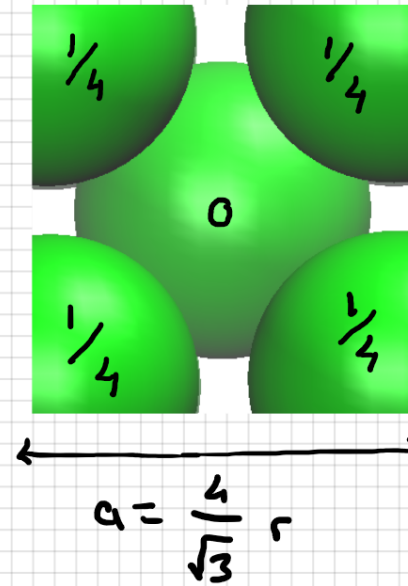
Çizgisel ve Düzlemsel Yoğunluklar

Soru 3: FCC (YMK) yapıda (110) düzleminin yoğunluğu nedir?



$$DY_{(110)}^{FCC} = \frac{2 \cdot \pi r^2}{a^2 \sqrt{2}} = \frac{2 \pi r^2}{4 \cdot 8 \sqrt{2} r^2} = \frac{\pi}{4\sqrt{2}}$$

Soru 4: BCC (HMK) yapıda (100) düzleminin yoğunluğu nedir?

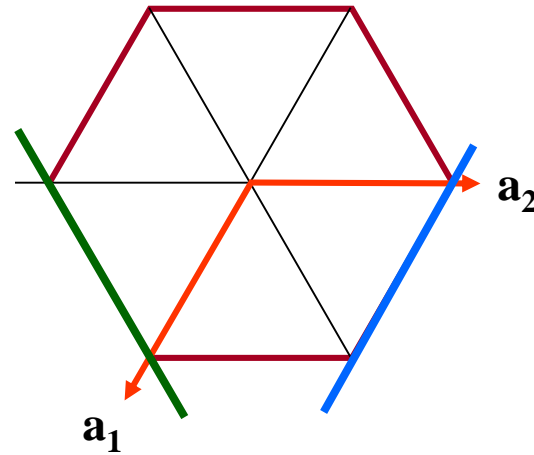
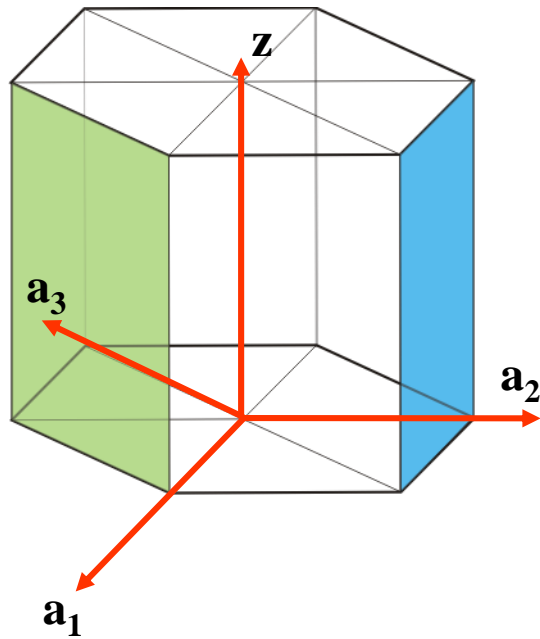


$$DY_{(100)}^{BCC} = \frac{1 \cdot \pi r^2}{\frac{16}{3}} = \frac{3\pi}{16}$$

Altıgen Kapalı Yapı (AKY): Hexagonal Close Packed (HCP)

<https://www.youtube.com/watch?v=uKpr-9vmgsc>

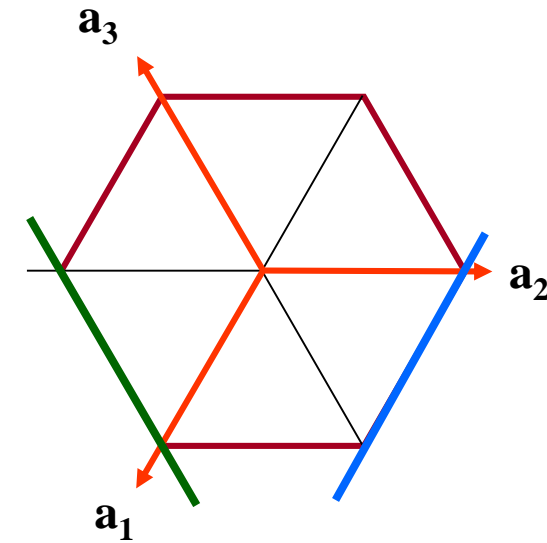
Neden 4 indisli koordinat sistemi?



3'lü koordinat sistemi

Intercepts $\rightarrow 1 \ -1 \ \infty$
 Miller $\rightarrow (1 \ \bar{1} \ 0)$

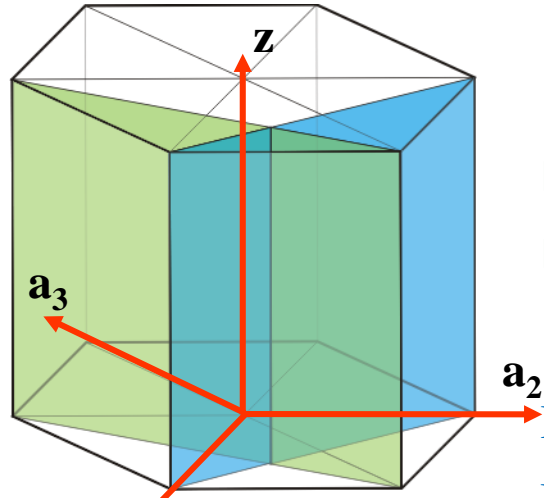
Intercepts $\rightarrow \infty \ 1 \ \infty$
 Miller $\rightarrow (0 \ 1 \ 0)$



4'lü koordinat sistemi

Intercepts $\rightarrow 1 \ -1 \ \infty \ \infty$
 Miller-Bravais $\rightarrow (1 \ \bar{1} \ 0 \ 0)$

Intercepts $\rightarrow \infty \ 1 \ -1 \ \infty$
 Miller-Bravais $\rightarrow (0 \ 1 \ \bar{1} \ 0)$



3'lü koordinat sistemi

Intercepts

→ 1/2 -1 ∞

Miller

→ (2 $\bar{1}$ 0)

Intercepts

→ 1 1 ∞

Miller

→ (1 1 0)

4'lü koordinat sistemi

Intercepts

→ 1/2 -1 -1 ∞

Miller-Bravais

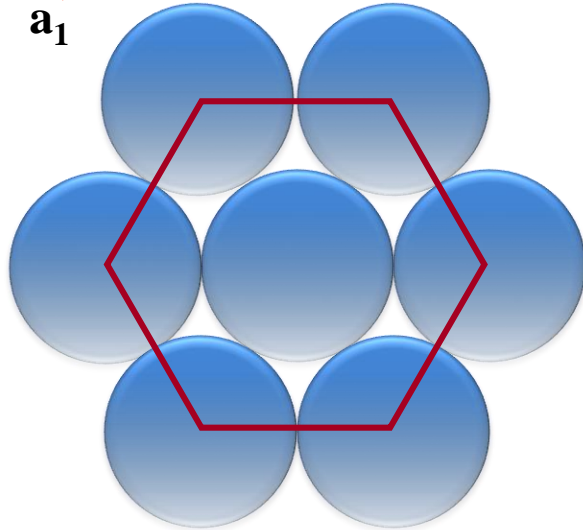
→ (2 $\bar{1}$ $\bar{1}$ 0)

Intercepts

→ 1 1 -1/2 ∞

Miller-Bravais

→ (1 1 $\bar{2}$ 0)

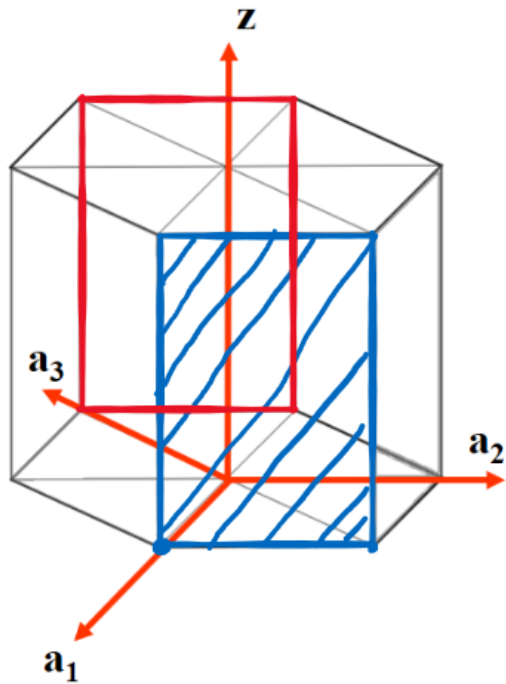


bazal düzlem (0001)

$$PD_{0001} = \frac{3\pi r^2}{6 \frac{a^2 \sqrt{3}}{4}} = \frac{3\pi r^2}{6 \frac{4r^2 \sqrt{3}}{4}} = \frac{\pi}{2\sqrt{3}}$$

Altıgen Kapalı Yapı (AKY): Hexagonal Close Packed (HCP)

Soru 1: AKY (HCP) yapıda çizilmiş a) mavi ve b) kırmızı düzlemlerin miller indislerini nedir?



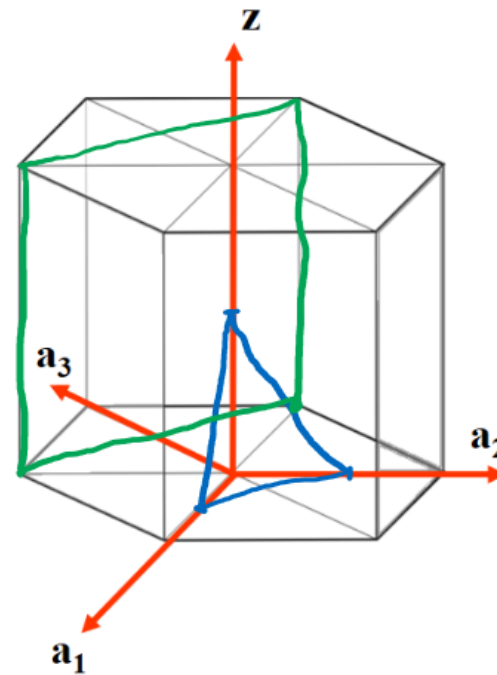
$$\begin{array}{cccc} \text{a)} & a_1 & a_2 & a_3 & z \\ & 1 & \infty & -1 & \infty \end{array}$$

$$(10\bar{1}0)$$

$$\begin{array}{cccc} \text{b)} & a_1 & a_2 & a_3 & z \\ & -1 & \infty & 1 & 0 \end{array}$$

$$(\bar{1}010)$$

Soru 2: AKY (HCP) yapıda a) $(22\bar{4}2)$ ve b) $(\bar{1}\bar{1}20)$ düzlemlerini çiziniz?



$$\text{a)} (22\bar{4}2)$$

$$\begin{array}{cccc} & \downarrow & & & \\ a_1 & a_2 & a_3 & z \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & -\frac{1}{4} & \frac{1}{2} \end{array}$$

$$\text{b)} (\bar{1}\bar{1}20)$$

$$\begin{array}{cccc} & \downarrow & & & \\ a_1 & a_2 & a_3 & z \\ -1 & -1 & \frac{1}{2} & \infty \end{array}$$

Önümüzdeki Ders Saatinde
Ders Kitabımızın 4. Bölümündeki
X-IŞINLARI İLE KRİSTAL YAPI ANALİZİ
adlı konuya başlayacağız!