FZM403 KATIHAL FİZİĞİ (SOLID STATE PHYSICS)

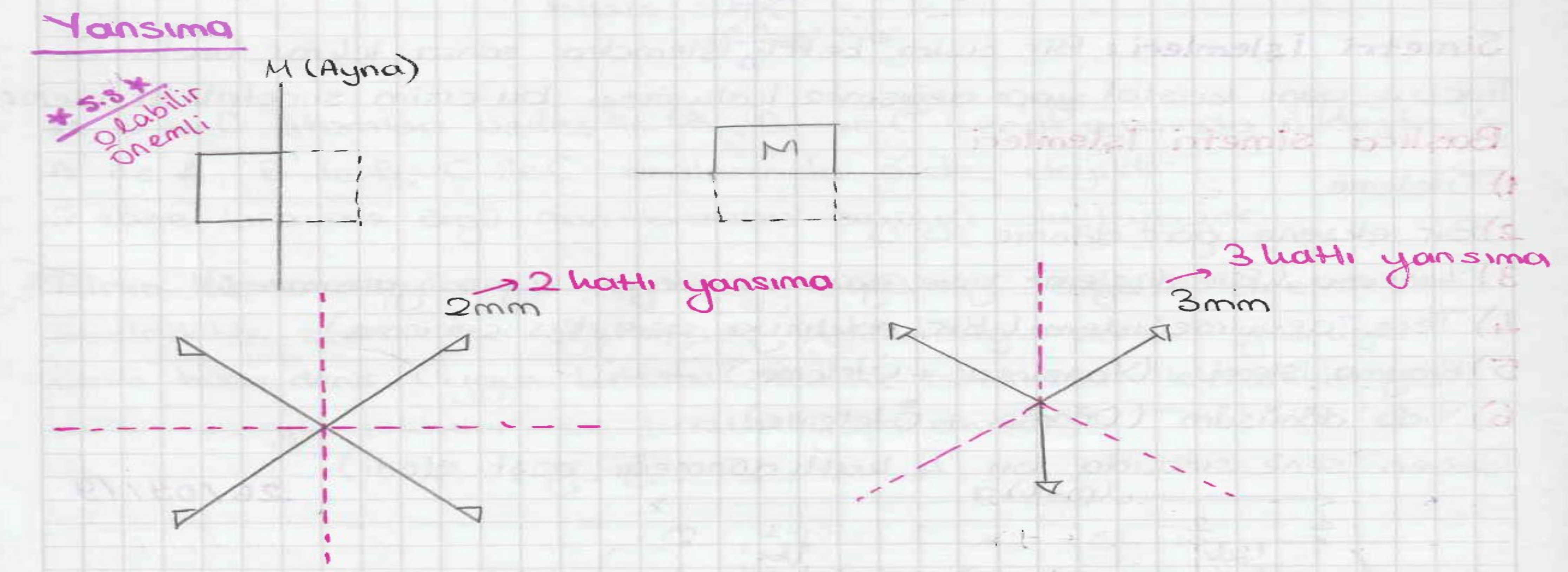
Bu derste katı(ların) (kristallerin) fiziksel özellikleri hakkında bilgiler verilecektir.

Çevremizdeki maddelerin özelliklerinin bilinmesi onları nerede ve nasıl kullanacağımız hakkında önemli bilgiler verir. Bu dersin amacı da doğada katı olarak adlandırdığımız cisimlerin fiziksel özellikleri ile ilgili temel düzeyde bilgiler vermektir.

Katılar doğada iki şekilde bulunurlar: Amorf ve kristal.

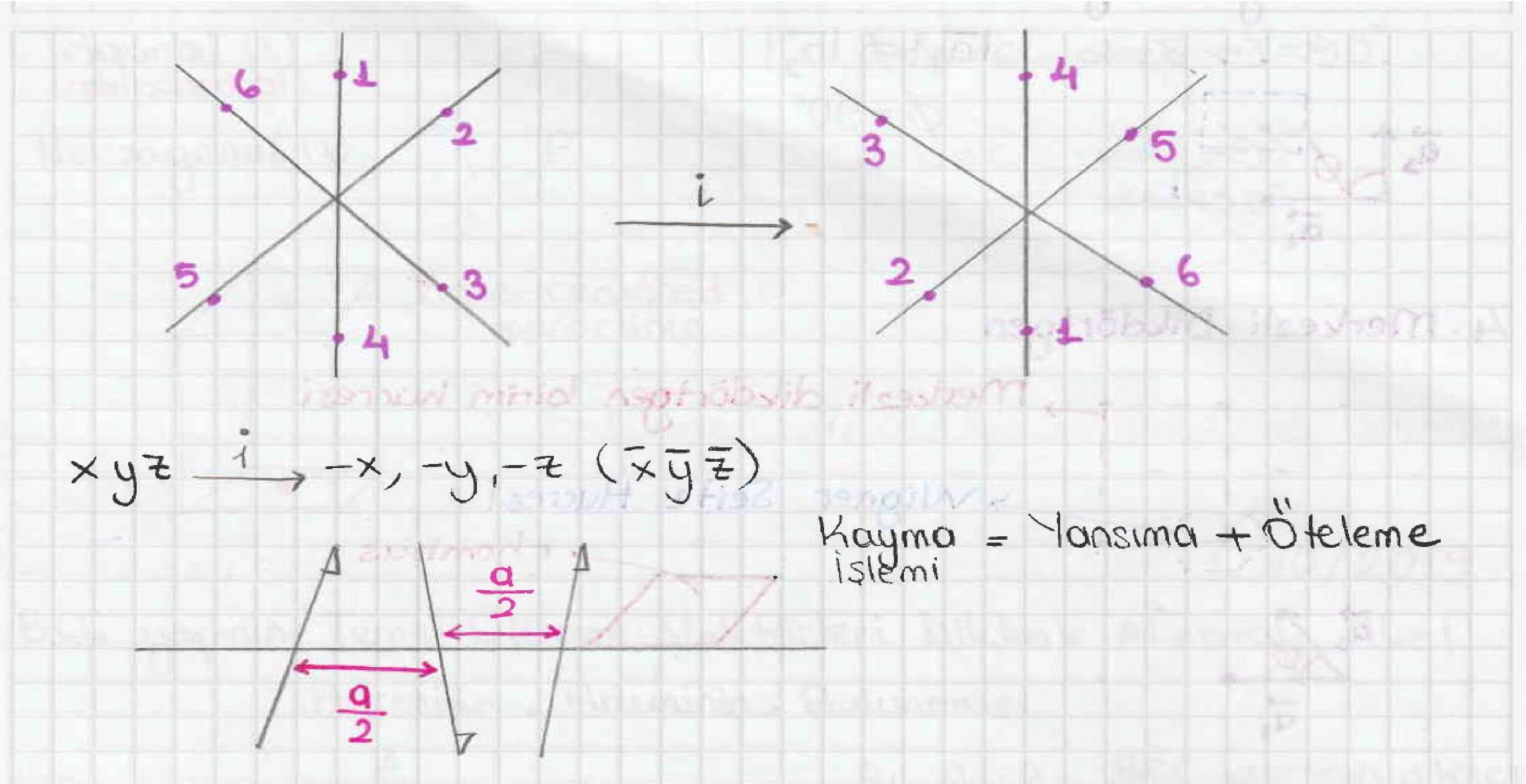
Katıhal fiziği-Solid state Physics, Yoğun madde fiziği-Condensed Matter Physics,

Yansıma: Yansıma simetrisine sahip bir nesne, ayna düzlemi(m) adı verilen bir düzlem boyunca kendisinin bir ayna görüntüsü olacaktır.



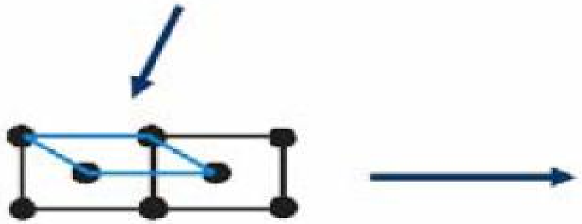
(Ters cevirme) Bu işlemde cismin her parcası simetri merkezi olarak adlandırılan ((i) ile gösterilir) bir ters cevirme merkezi aracılıgıyla yansıtılır. Cisim onun orjinal konumundan ters cevirilmiş olarak tekrar oluşturulur.

Ters Çevirme-(Simetri Merkezi) : Bu işlemde, cismin her parçası, simetri merkezi olarak adlandırılan (i ile gösterilir) bir ters çevirme merkezi aracılığı ile yansıtılır. Cisim onun orijinal konumundan ters çevrilmiş olarak tekrar oluşturulur

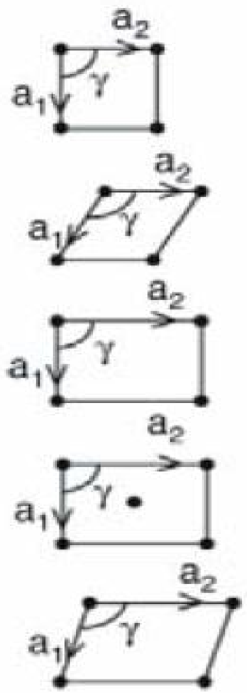


The 2D Bravais lattices

Note that this is the proper primitive cell for the centered rectangular lattice type (why? It contains only one lattice point)

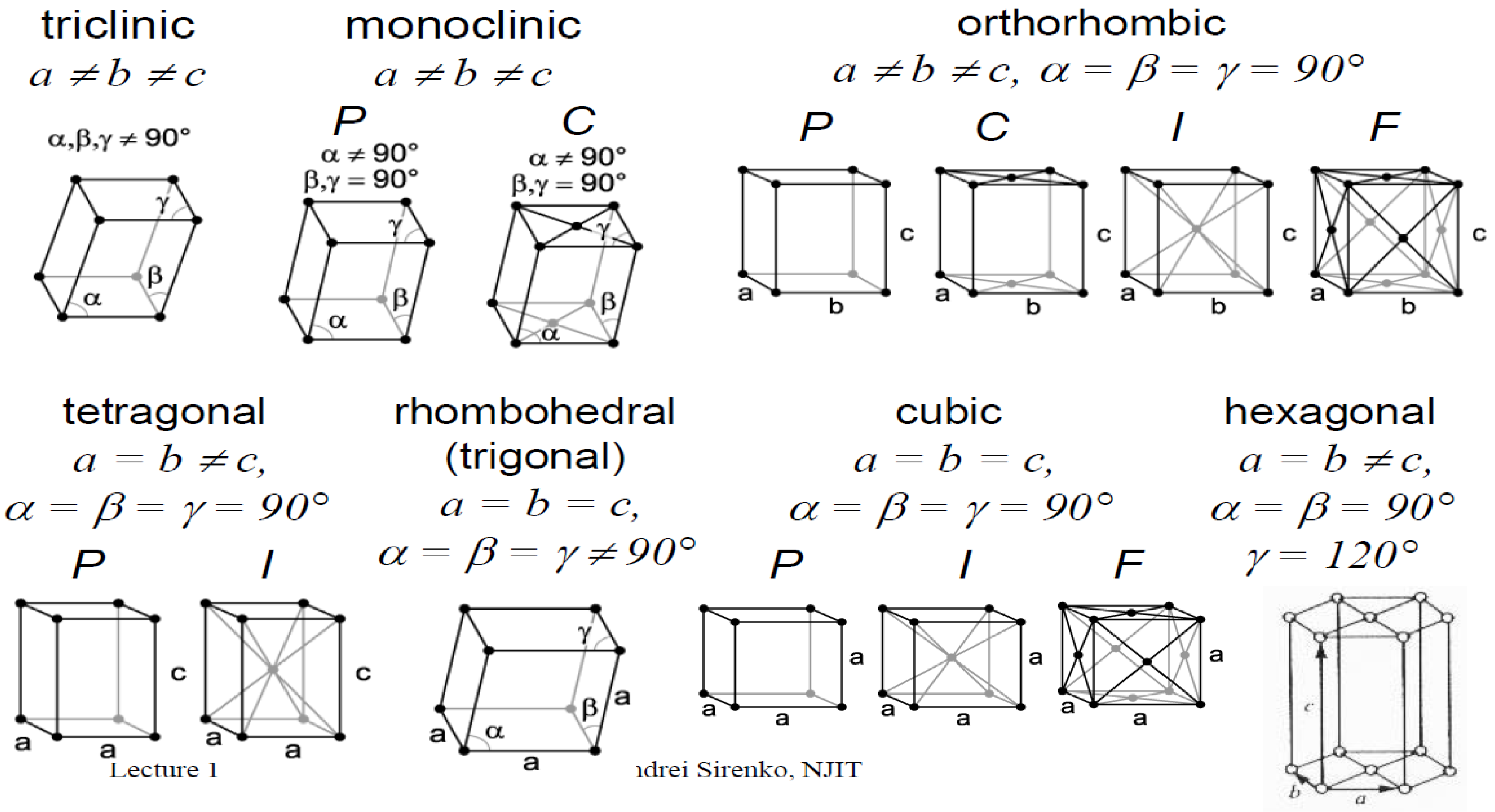


(this is called a rhombus)



square	$a_1 = a_2$	γ = 90°
hexagonal	$a_1 = a_2$	γ = 120°
rectangular	$a_1 \neq a_2$	γ = 90°
centered rectangular	$a_1 \neq a_2$	γ = 90°
oblique	$a_1 \neq a_2$	γ π 90°, 120°

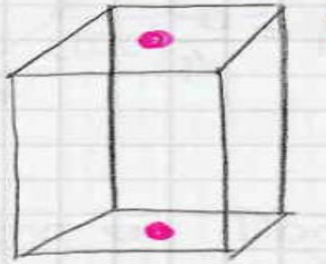
ÜÇ BOYUTLU UZAYDA 7 KRİSTAL SİSTEMİ VE 14 BRAVAİS ÖRGÜSÜ VARDIR



Kristal Sistem	14-Bravais Örgü	Öteleme Vektörleri ve Açılar
Triklinik (1)	İlkel (P)	$a \neq b \neq c$, $\alpha \neq \beta = \gamma \neq 90^\circ$
Monoklinik (2)	P, C (taban merkezli)	$a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ \neq \gamma$
Ortorombik (4)	P, C I (hacim merkezli) F (yüzey merkezli)	$a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
Tetragonal (2)	P, I	$a = b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
Kübik (3)	P, I, F	$a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

P → ilkel , C → taban merkezli , I → hacim merkezli
F → yüzey merkezli

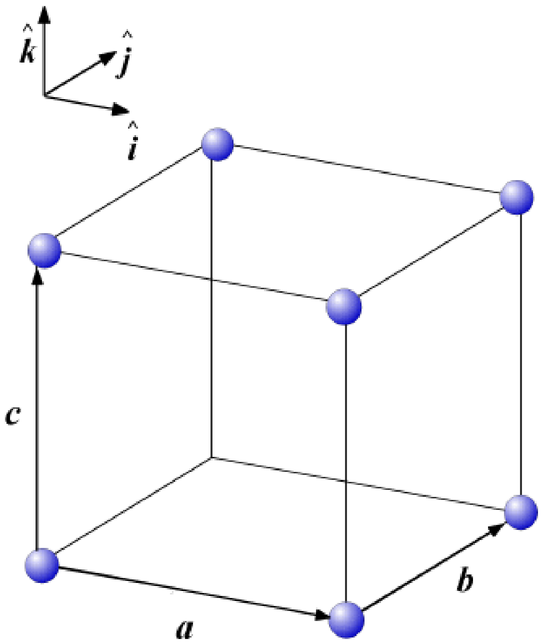
Trigonal (1) (rombohedral)	P	$a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
Hekzagonal (1)	P	$a = b \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ$ $\alpha = 120^\circ$



Base-centered monoclinic

İLKEL BİRİM HÜCRE ÖRNEKLERİ

- **BASİT KÜBİK ÖRGÜ**



Primitive vectors:

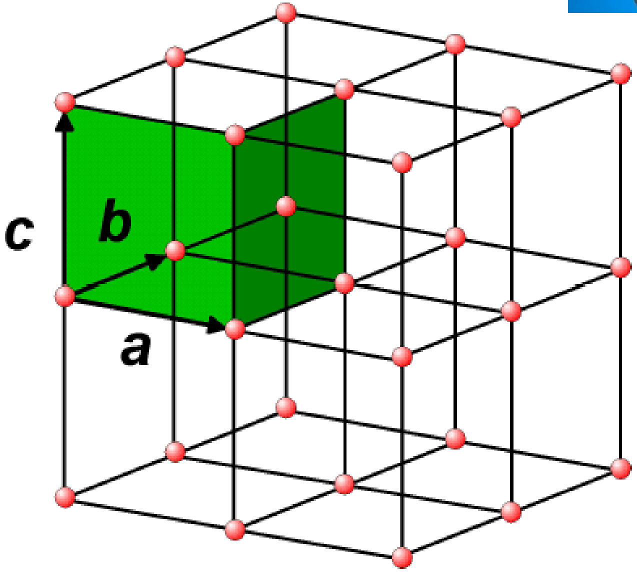
$$\mathbf{a} = d\hat{\mathbf{i}}$$

$$\mathbf{b} = d\hat{\mathbf{j}}$$

$$\mathbf{c} = d\hat{\mathbf{k}}$$

Volume of the primitive cell:

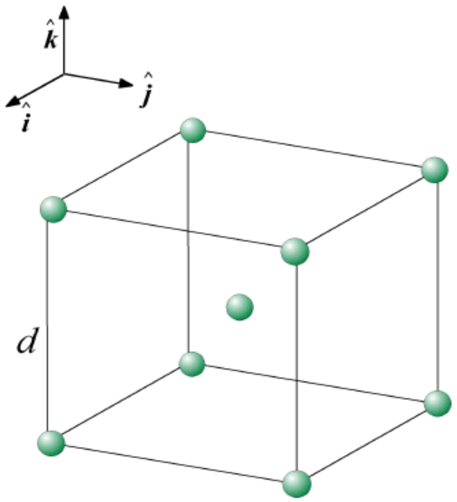
$$V = |\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} \times \mathbf{c}| = d^3$$



İLKEL KÜBİK ÖRGÜ (SC) $Hacim\ hesabı:\ V = |\boldsymbol{a} \cdot (\boldsymbol{b} \times \boldsymbol{c})|$

- $\boldsymbol{b} \times \boldsymbol{c} = \begin{vmatrix} \boldsymbol{i} & \boldsymbol{j} & \boldsymbol{k} \\ 0 & d & 0 \\ 0 & 0 & d \end{vmatrix} = \boldsymbol{i}(dd + 00) - \boldsymbol{j}(0d - 00) + \boldsymbol{k}(00 - 00) = \boldsymbol{i}d^2$
- $V = |\boldsymbol{i}d \cdot \boldsymbol{i}d^2| = d^3$

CİSİM MERKEZLİ KÜBİK ÖRGÜ (BCC)

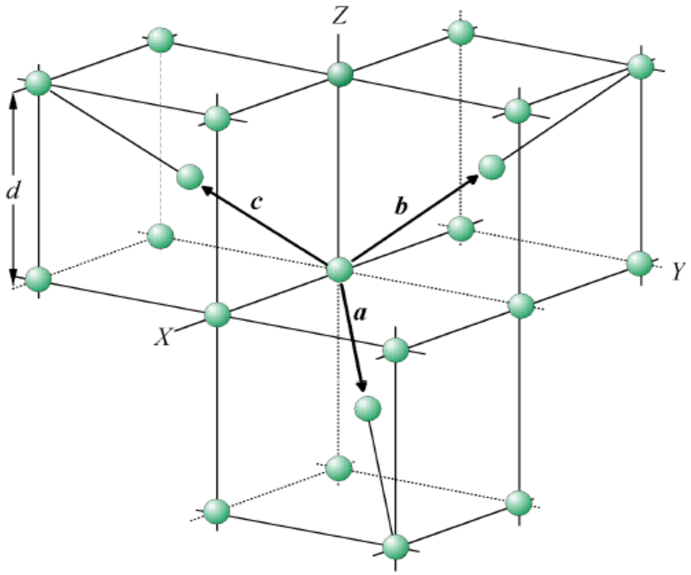


Primitive vectors:

$$\mathbf{a} = \frac{d}{2}\left(\hat{\mathbf{i}} + \hat{\mathbf{j}} - \hat{\mathbf{k}}\right)$$

$$\mathbf{b} = \frac{d}{2}\left(-\hat{\mathbf{i}} + \hat{\mathbf{j}} + \hat{\mathbf{k}}\right)$$

$$\mathbf{c} = \frac{d}{2}\left(\hat{\mathbf{i}} - \hat{\mathbf{j}} + \hat{\mathbf{k}}\right)$$



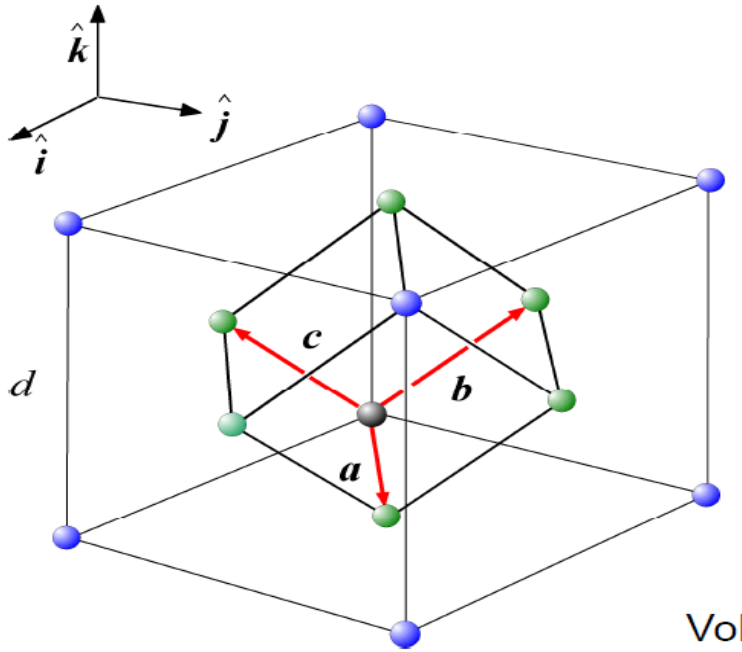
Volume of the primitive cell:

$$V = \left|\mathbf{a} \times \mathbf{b} \cdot \mathbf{c}\right| = d^3 / 2$$

CİSİM MERKEZLİ KÜBİK ÖRGÜ (BCC) $Hacim\ hesabı:\ V = |\boldsymbol{a} \cdot (\boldsymbol{b} \times \boldsymbol{c})|$

- $\boldsymbol{b} \times \boldsymbol{c} = \begin{vmatrix} \boldsymbol{i} & \boldsymbol{j} & \boldsymbol{k} \\ \frac{-d}{2} & \frac{d}{2} & \frac{d}{2} \\ \frac{d}{2} & \frac{-d}{2} & \frac{d}{2} \end{vmatrix} = \boldsymbol{i}\left(\frac{d^2}{4} + \frac{d^2}{4}\right) - \boldsymbol{j}\left(-\frac{d^2}{4} - \frac{d^2}{4}\right) + \left(\frac{d^2}{4} - \frac{d^2}{4}\right)\boldsymbol{k} = \frac{d^2}{2}\boldsymbol{i} + \frac{d^2}{2}\boldsymbol{j} + 0$
- $V = \frac{d}{2}(\boldsymbol{i} + \boldsymbol{j} - \boldsymbol{k}).\left(\frac{d^2}{2}\boldsymbol{i} + \frac{d^2}{2}\boldsymbol{j} + 0\right) = \frac{d^3}{4} + \frac{d^3}{4} = \frac{d^3}{2}$

YÜZEY MERKEZLİ KÜBİK ÖRGÜ (FCC)



Primitive vectors:

$$\mathbf{a} = \frac{1}{2}d\,(\mathbf{i}+\mathbf{j})$$

$$\mathbf{b} = \frac{1}{2}d\,(\mathbf{j}+\mathbf{k})$$

$$\mathbf{c} = \frac{1}{2}d\,(\mathbf{k}+\mathbf{i})$$

Volume of the primitive cell:

$$V = |a \cdot b \times c| = \frac{1}{4}d^3$$

2- $\vec{a}_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} a\hat{x} + \frac{a}{2}\hat{y}$; $\vec{a}_2 = -\frac{\sqrt{3}}{2} a\hat{x} + \frac{a}{2}\hat{y}$; $\vec{a}_3 = c\hat{z}$ Hegzagonal örgünün ilkel öteleme vektörleri

a) ilkel hücre birim hacim : $V = \vec{a}\cdot(\vec{b}\times\vec{c})$

$$\vec{b}\times\vec{c} = \frac{a}{2}c\hat{x} + \frac{\sqrt{3}}{2}ac\hat{y}$$

$$\vec{a}\cdot(\vec{b}\times\vec{c}) = \left(\frac{\sqrt{3}}{2}a\hat{x} + \frac{a}{2}\hat{y}\right)\cdot\left(\frac{a}{2}c\hat{x} + \frac{\sqrt{3}}{2}ac\hat{y}\right) = \frac{\sqrt{3}}{4}a^2c + \frac{\sqrt{3}a^2c}{4}$$

$$= \frac{\sqrt{3}a^2c}{2}$$

$\vec{b}\times\vec{c}$ ... $\left(\frac{a}{2}c\hat{x} + \frac{\sqrt{3}}{2}ac\hat{y}\right)$