



KRİSTAL SİSTEMLERİ

Kristal sistemleri

- İki boyutta 5 Bravais örgü;
- Üç boyutta 14 Bravais örgü
- Üç boyutta Bravais olmayan 230 farklı
- 2-boyutta birim hücresi beşgen olan bir örgü olamaz. Çünkü, öteleme simetri şartını sağlamaz.

7 kristal sistemi ve 14 Bravais örgü

System	Axial lengths and angles
Cubic	Three equal axes at right angles $a = b = c, \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
Tetragonal	Three axes at right angles, two equal $a = b \neq c, \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
Orthorhombic	Three unequal axes at right angles $a \neq b \neq c, \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
Rhombohedral*	Three equal axes, equally inclined $a = b = c, \alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$
Hexagonal	Two equal coplanar axes at 120° , third axis at right angles $a = b \neq c, \alpha = \beta = 90^\circ, \gamma = 120^\circ$
Monoclinic	Three unequal axes, one pair not at right angles $a \neq b \neq c, \alpha = \gamma = 90^\circ \neq \beta$
Triclinic	Three unequal axes, unequally inclined and none at right angles $a \neq b \neq c, \alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$

* Also called trigonal

7 kristal sistemi 14 Bravais örgü

System	Bravais lattice	Lattice symbol
Cubic	Simple	P
	Body-centered	I
	Face-centered	F
Tetragonal	Simple	P
	Body-centered	I
Orthorhombic	Simple	P
	Body-centered	I
	Base-centered	C
	Face-centered	F
Rhombohedral*	Simple	R
Hexagonal	Simple	P
Monoclinic	Simple	P
	Base-centered	C
Triclinic	Simple	P

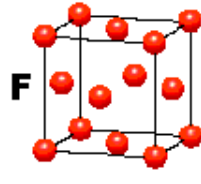
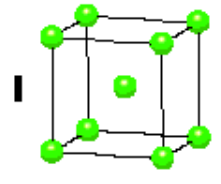
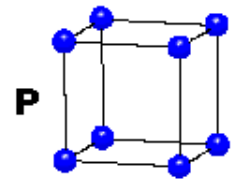
* Also called trigonal.

Üç Boyutlu Örgü Türleri

CUBIC

$$a = b = c$$

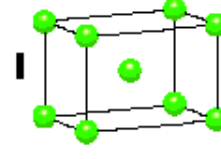
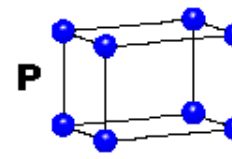
$$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$



TETRAGONAL

$$a = b \neq c$$

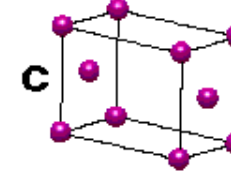
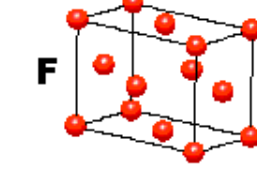
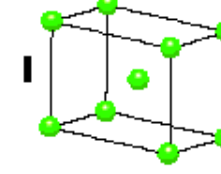
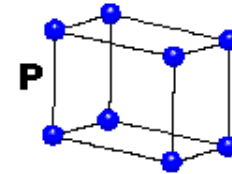
$$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$



ORTHORHOMBIC

$$a \neq b \neq c$$

$$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$

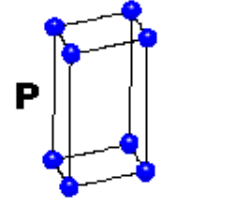


HEXAGONAL

$$a = b \neq c$$

$$\alpha = \beta = 90^\circ$$

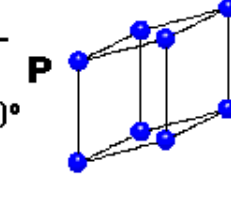
$$\gamma = 120^\circ$$



TRIGONAL

$$a = b = c$$

$$\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$$

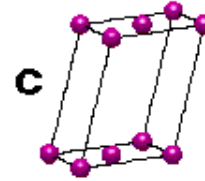
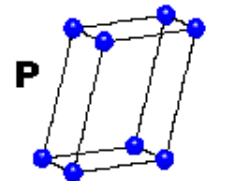


MONOCLINIC

$$a \neq b \neq c$$

$$\alpha = \gamma = 90^\circ$$

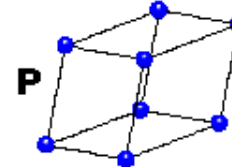
$$\beta \neq 120^\circ$$



TRICLINIC

$$a \neq b \neq c$$

$$\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$$



4 Types of Unit Cell

P = Primitive

I = Body-Centred

F = Face-Centred

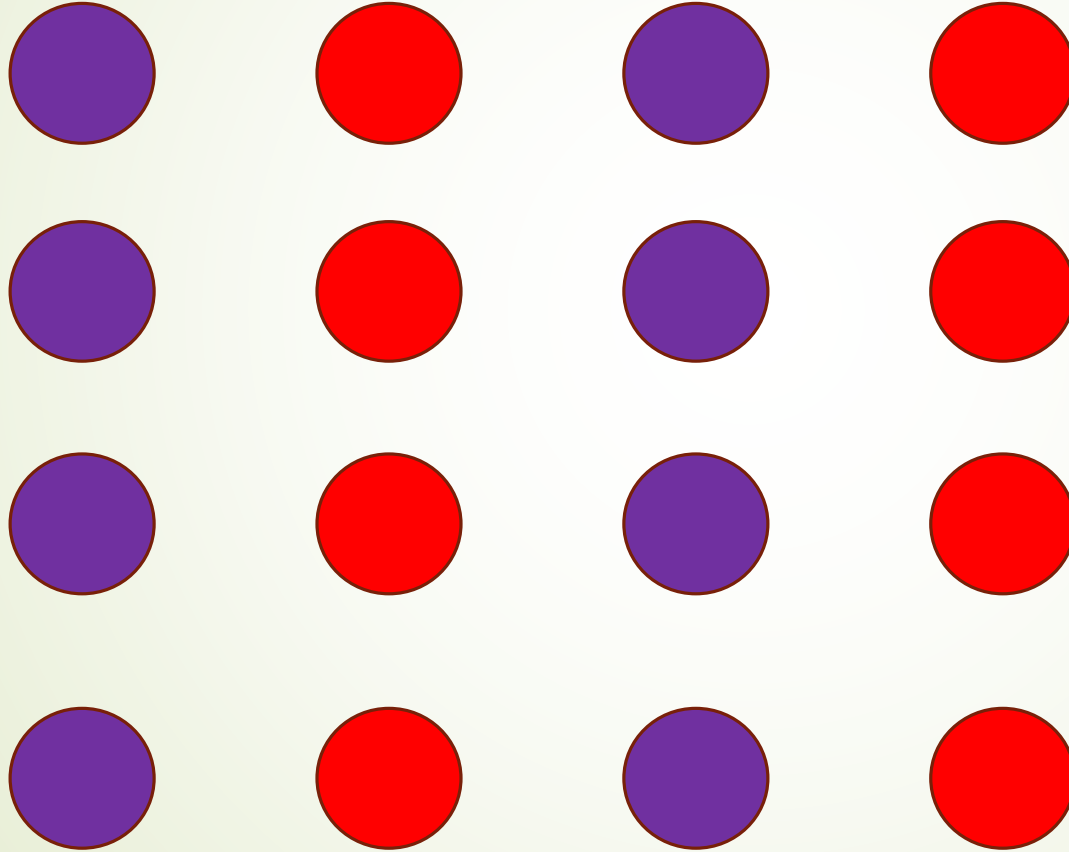
C = Side-Centred

+

7 Crystal Classes

→ 14 Bravais Lattices

2 boyutta iki atomlu bir yapı için birim hücre seçimi



Bir örgüde birim hücre başına düşen atom sayısı

$$n = n_{i\check{c}} + \frac{n_y}{2} + \frac{n_k}{8}$$

$n_{i\check{c}}$: birim hücrenin içinde kalan atomların sayısı

n_y : birim hücrenin yüzeylerindeki atomların sayısı

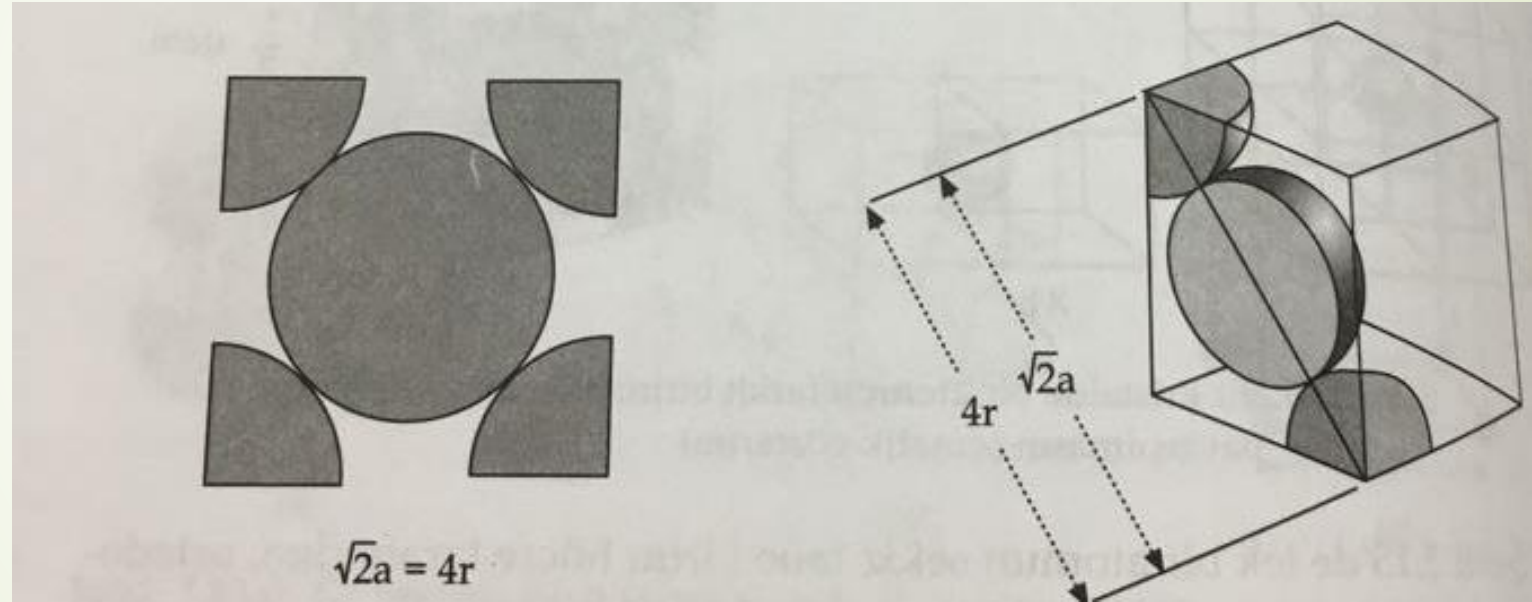
n_k : birim hücrenin köşelerindeki atomların sayısı

Atomik paketlenme faktörü (doluluk oranı)

❖ Doluluk oranı oranı (DO)

❖ $(DO) = \frac{[\text{birim hücredeki atom sayısı} \times \text{bir atomun hacmi}]}{\text{birim hücrenin hacmi}}$

Örnek: fcc yapının doluluk oranını bulalım.



Örnek: fcc yapının doluluk oranı

1) Birim hücre hacmi $|\vec{a} \cdot (\vec{b} \times \vec{c})| = a^3$

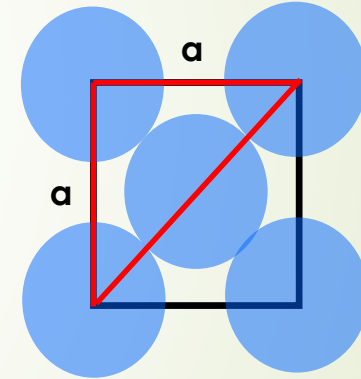
2) Birim hücre başına örgü noktası: 6 yüzey merkezi, 8 köşe

$$\frac{1}{2} \times 6 + \frac{1}{8} \times 8 = 4$$

3) İlkel hücre hacmi $V_{\text{ilkel hücre}} = |\vec{a} \cdot (\vec{b} \times \vec{c})| = \frac{a^3}{4}$

4) İlkel hücrenin hacmi başına örgü noktası: $4/a^3$

5) En yakın komşu sayısı : 12



Sert küre modeli

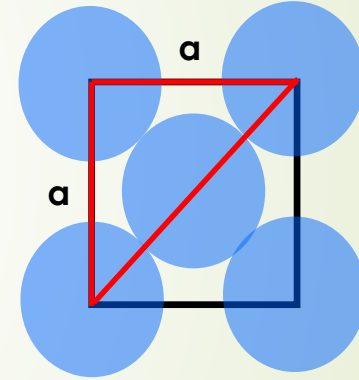
Örnek: fcc yapının doluluk oranı

- 6) En yakın komşu uzaklığı : $\sqrt{2}a$
 7) İkincil komşu sayısı: **6**
 8) İkincil komşu uzaklığı : **a**
 9) Doluluk oranı : **0.740**

- hacim = a^3
- sert küre yaklaşımına göre yarıçap $4r = \sqrt{2}a$, $r = \frac{\sqrt{2}}{4}a$
- hücre başına toplam atom : **4**

- 4 atomun hacmi : $4 \left(\frac{4}{3} \pi r^3 \right) = \frac{16 \pi}{3} \left(\frac{\sqrt{2}}{4} a \right)^3$

- doluluk oranı = $\frac{\frac{16 \pi}{3} \left(\frac{\sqrt{2}}{4} a \right)^3}{a^3} = \frac{16 \pi}{3} \left(\frac{\sqrt{2}}{4} \right)^3 = 0.740$



Sert küre modeli

Ödev:

- ❖ Basit kübik yapının doluluk oranını bulunuz.
- ❖ bcc yapının doluluk oranını bulunuz.

Kübik sistem

Kübik Örgülerin Özellikleri

	sc	bcc	fcc
Birim hücre hacmi	a^3	a^3	a^3
Birim hücre başına örgü nokta sayısı	1	2	4
İlkel hücre hacmi	a^3	$(1/2) a^3$	$(1/4) a^3$
İlkel hücre başına örgü nokta sayısı	$1/a^3$	$2/a^3$	$4/a^3$
En yakın komşu sayısı	6	8	12
En yakın komşu uzaklığı	a	$\sqrt{3} a/2$	$a/\sqrt{2}$
İkincil komşu sayısı	12	6	6
İkincil komşu uzaklığı	$\sqrt{2} a$	a	a
Doluluk oranı	$(1/6) \pi$	$(1/8) \pi \sqrt{3}$	$(1/6) \pi \sqrt{2}$
	0.524	0.680	0.740

Kaynaklar

- X-ışınları Difraksiyonu- B. D. Cullity
- Katıhal Fiziğine Giriş- Charles Kittel
- Katıhal Fiziği- Mustafa Dikici
- Katıhal Fiziği- J.R. Hook&H.E. Hall
- Katıhal Fiziği-Şakir Aydoğan
- X-ışınları Kristalografisi- Mehmet Kabak
- Katıhal Fiziğine Giriş- Tahsin Nuri Durlu
- <https://www.fizikbilimi.gen.tr/madde-ve-ozellikleri/>
- <http://fizikodevleri.blogcu.com/madde-nedir/5068422>
- <http://kisi.deu.edu.tr/aytac.gokce/>
- <https://tex.stackexchange.com/questions/151935/drawing-brillouin-zones-in-tikz>