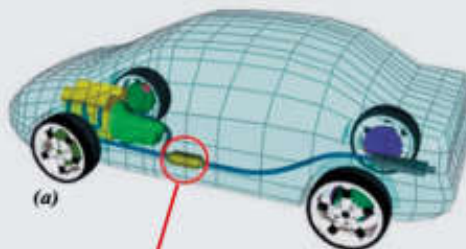




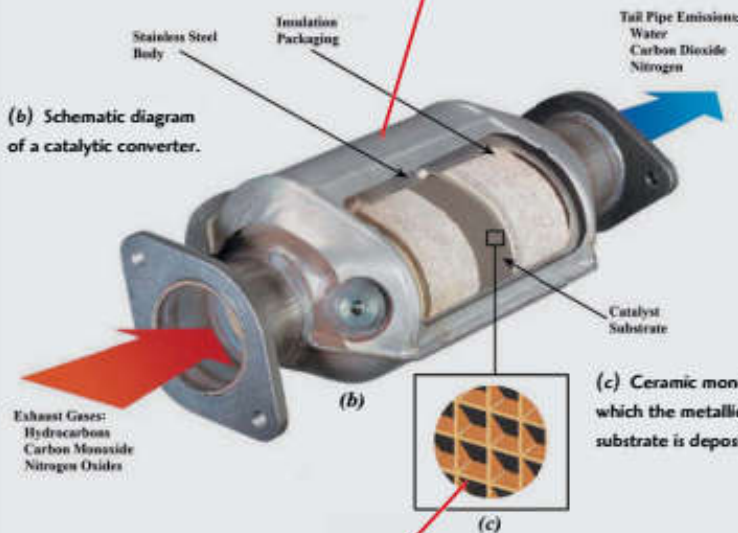
Malzeme I

Katılarda Kusurlar

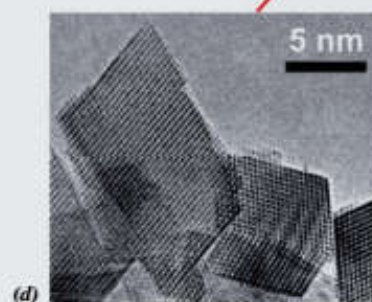
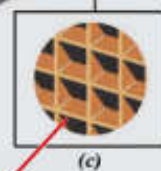
(a) Schematic diagram showing the location of the catalytic converter in an automobile's exhaust system.



(b) Schematic diagram of a catalytic converter.



(c) Ceramic monolith on which the metallic catalyst substrate is deposited.



(d) High-resolution transmission electron micrograph that shows surface defects on single crystals of one material that is used in catalytic converters.

Atomic defects are responsible for reductions of gas pollutant emissions from today's automobile engines. A catalytic converter is the pollutant-reducing device that is located in the automobile's exhaust system. Molecules of pollutant gases become attached to surface defects of crystalline metallic materials found in the catalytic converter. While attached to these sites, the molecules experience chemical reactions that convert them into other, non-polluting or less-polluting substances. The Materials of Importance box in Section 4.6 contains a detailed description of this process.

[Figure (a) from W. J. Stark, L. Mädler, M. Maciejewski, S. E. Pratinis, and A. Baker, "Flame-Synthesis of Nanocrystalline Ceria/Zirconia: Effect of Carrier Liquid," *Chem. Comm.*, 588-589 (2003). Reproduced by permission of The Royal Society of Chemistry.]

Noktasal Kusurlar

Atomsal boşluk ve kendinde arayer atomları

$$N_v = N \exp\left(-\frac{Q_v}{kT}\right)$$

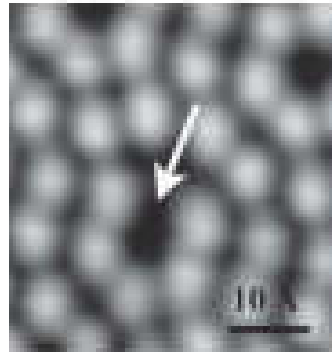
N_v (N_b) = denge durumundaki noktasal boşluk sayısı

N = Birim hacimdeki kafes noktalarının toplam sayısı

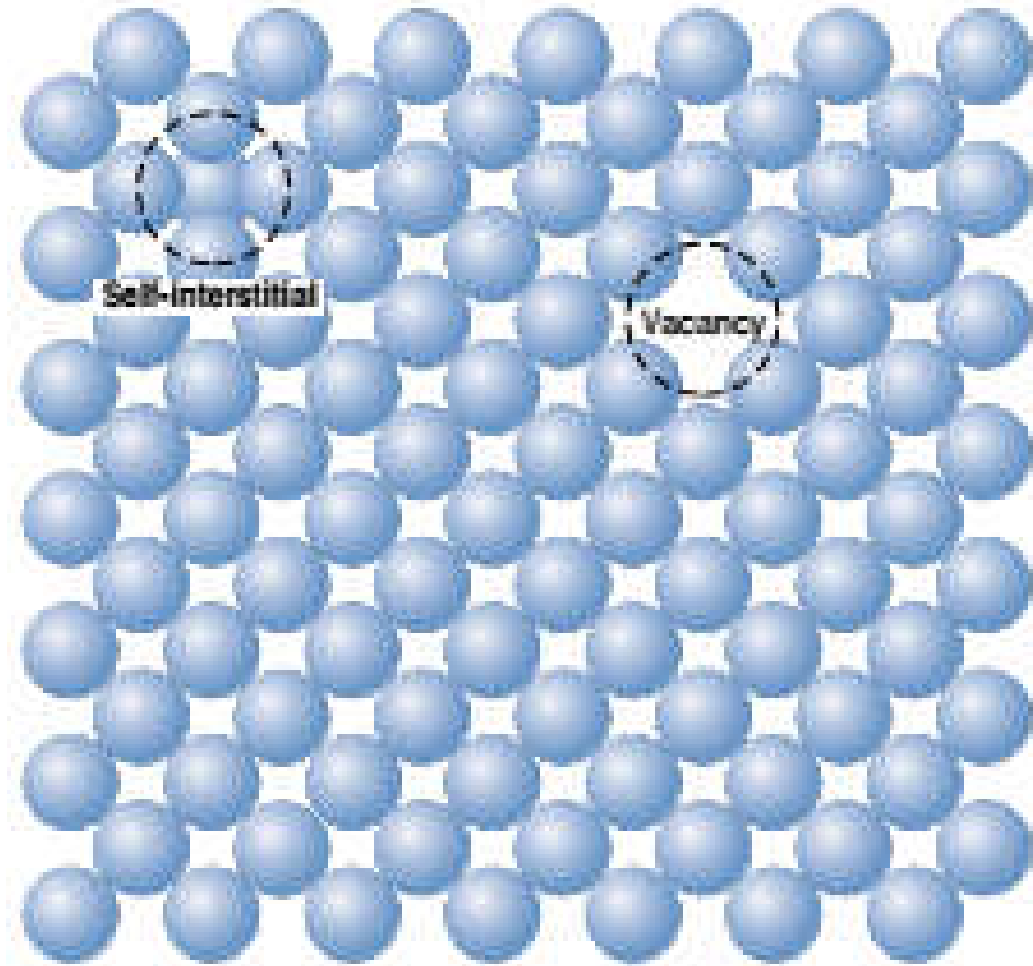
Q_v (Q_b) = bir boşluğun oluşması için gerekli enerji

k = Boltzmann sabiti ($1,38 \times 10^{-23}$ J/atom-K ya da $8,62 \times 10^{-5}$ eV)

T = sıcaklık (K)



Scanning probe micrograph that shows a vacancy on a (111)-type surface plane for silicon. Approximately 7,000,000x. (Micrograph courtesy of D. Huang, Stanford University.)



Noktasal Kusurlar

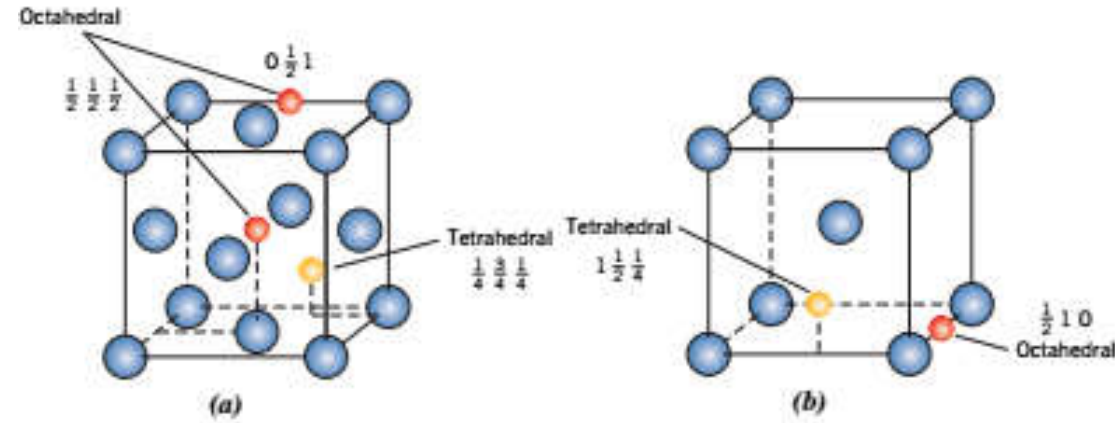
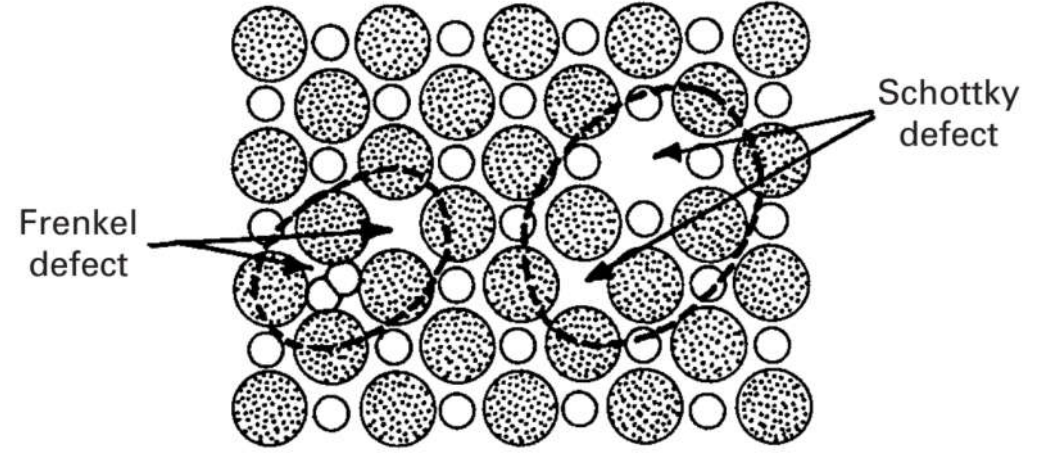
Katılarda safsızlıklar

Alaşım: Malzemelere belirli özellikleri kazandırmak amacıyla safsızlık atomlarının bilerek ilave edilmesi ile oluşur.

Katı çözeltiler: Katı eriyik olarak da adlandırılır. Matris atomlarına çözünen atomların ilave edilmesiyle oluşur.

Yer alan katı çözeltisi: Çözünen atomların çözen atom pozisyonlarına yerleştiği katı çözeltilerdir.

Arayer katı çözeltisi: Çözünen atomların çözen atomların arayer pozisyonlarına yerleştiği katı çözeltilerdir.



Noktasal Kusurlar

Katılarda safsızlıklar

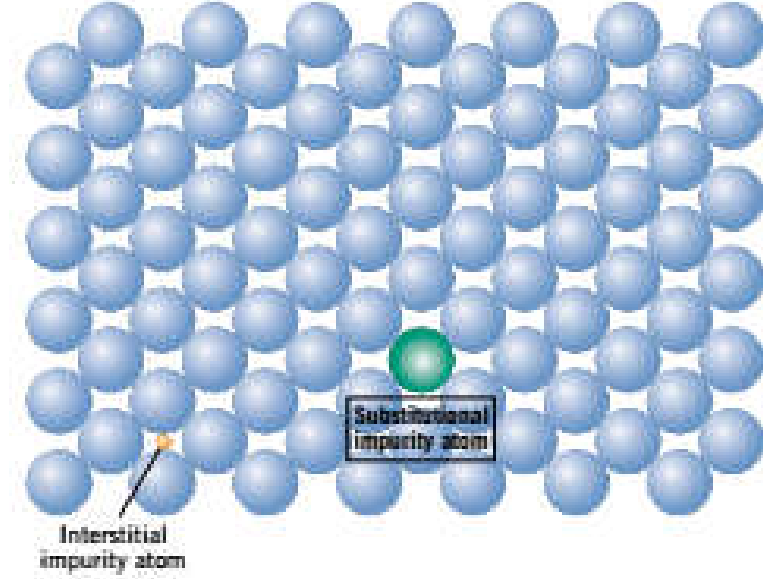
**Yer alan tipi katı eriyik oluşturma koşulları
(Hume-Rothery Kanunları)**

1- Atomal boyut faktörü: Çözen ile çözünen element atomlarının yarıçapları arasındaki fark en fazla %15 olmalıdır. Eğer bu fark %15'ten büyük ise çok fazla artık gerilim oluşur ve yeni bir faz meydana gelir.

2- Kristal yapıları: Çözen ve çözünen atomların kristal yapılarının aynı olması gerekir.

3- Elektronegatiflikleri: Çözen ve çözünen atomların elektronegatiflik değerleri yakın olmalıdır. Elektronegatiflik değerleri arasındaki farkın büyük olması durumunda katı çözelti yerine intermetalik bileşik oluştururlar.

4- Değerleri (Valans elektron sayıları): Diğer faktörler sağlandığında, bir metal, değerliği kendinden daha düşük olan bir metale göre, değerliği daha fazla olanı çözmeye daha yatkındır.



Noktasal Kusurlar

Bileşimin belirlenmesi

Ağırlıkça Yüzde (ağ. %):

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

Atomca Yüzde (at. %) = Molce yüzde (mol %)

$$n_{m1} = \frac{m_1'}{A_1}$$

$$C'_1 = \frac{n_{m1}}{n_{m1} + n_{m2}} \times 100$$

Ağırlıkça Yüzde (ağ. %) / Atomca Yüzde (at. %) Dönüşümü:

$$C'_1 = \frac{C_1 A_2}{C_1 A_2 + C_2 A_1} \times 100$$

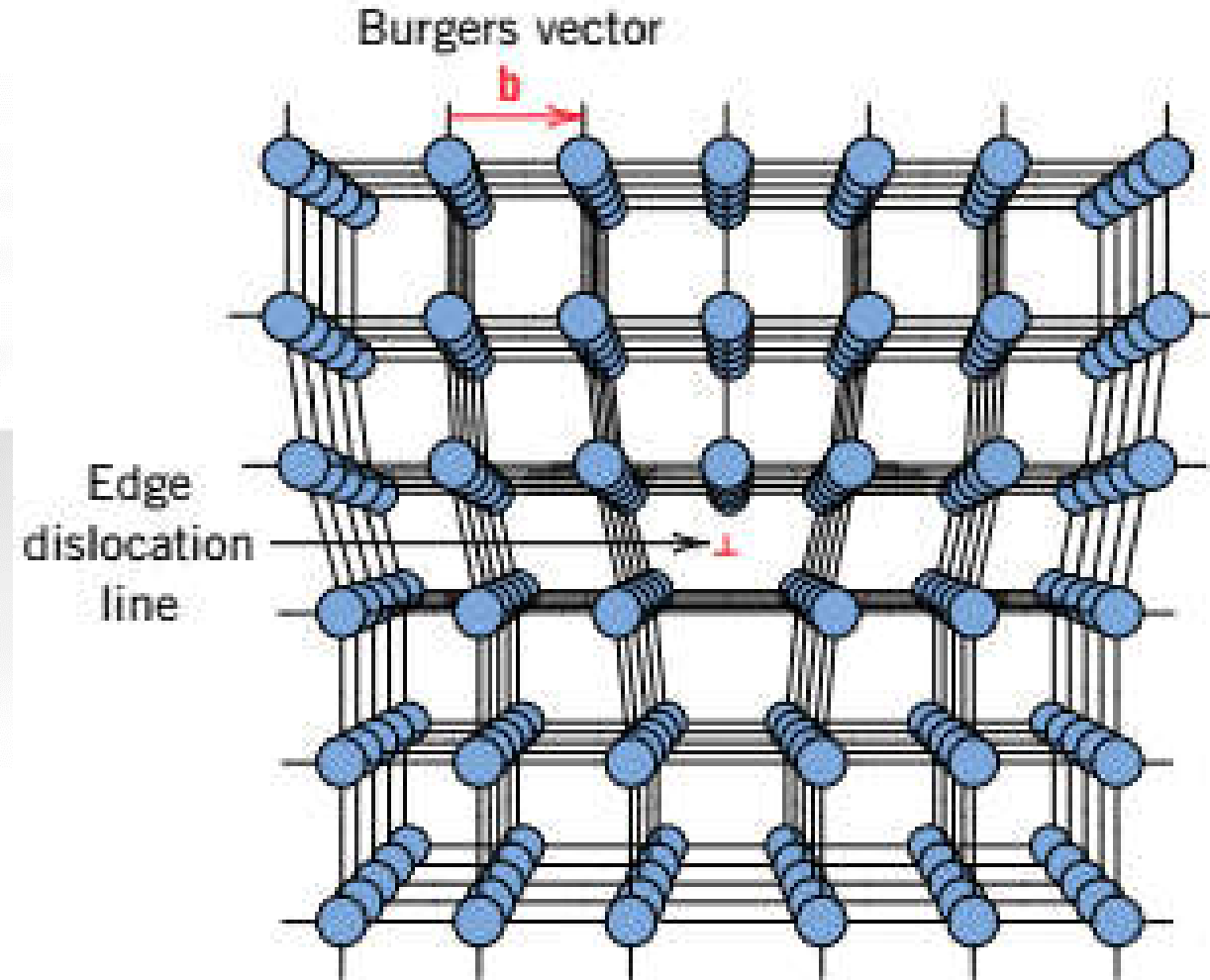
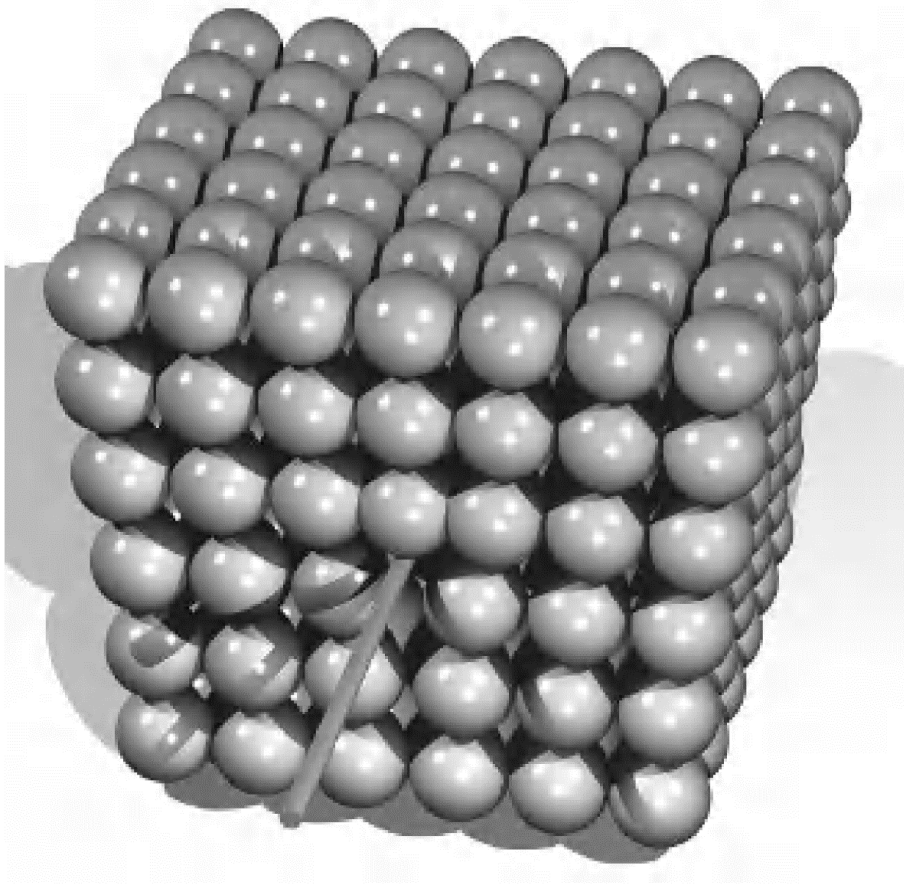
$$C'_2 = \frac{C_2 A_1}{C_1 A_2 + C_2 A_1} \times 100$$

$$C_1 = \frac{C'_1 A_1}{C'_1 A_1 + C'_2 A_2} \times 100$$

$$C_2 = \frac{C'_2 A_2}{C'_1 A_1 + C'_2 A_2} \times 100$$

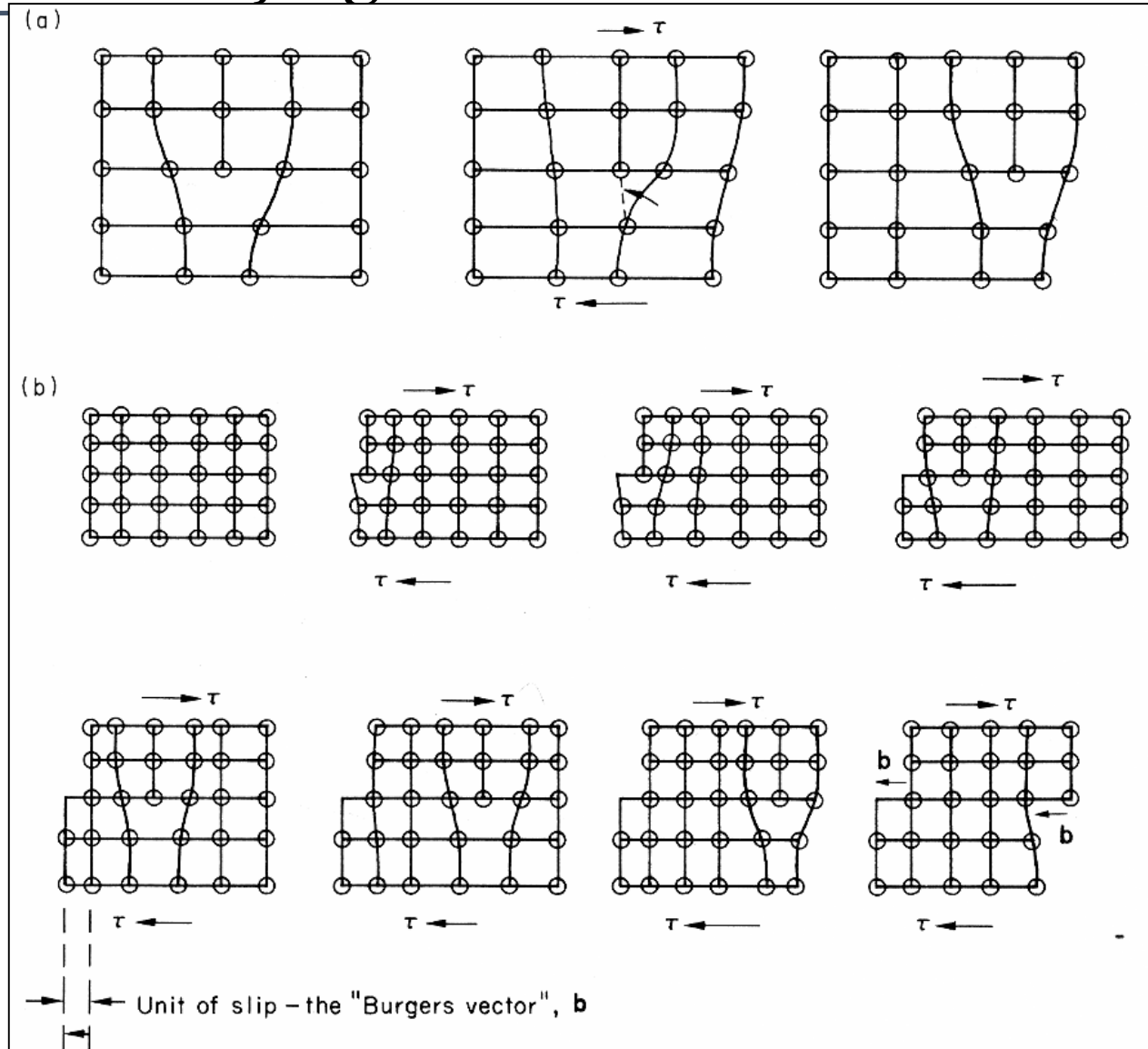
Dislokasyonlar - Çizgisel Kusurlar

Kenar dislokasyonu



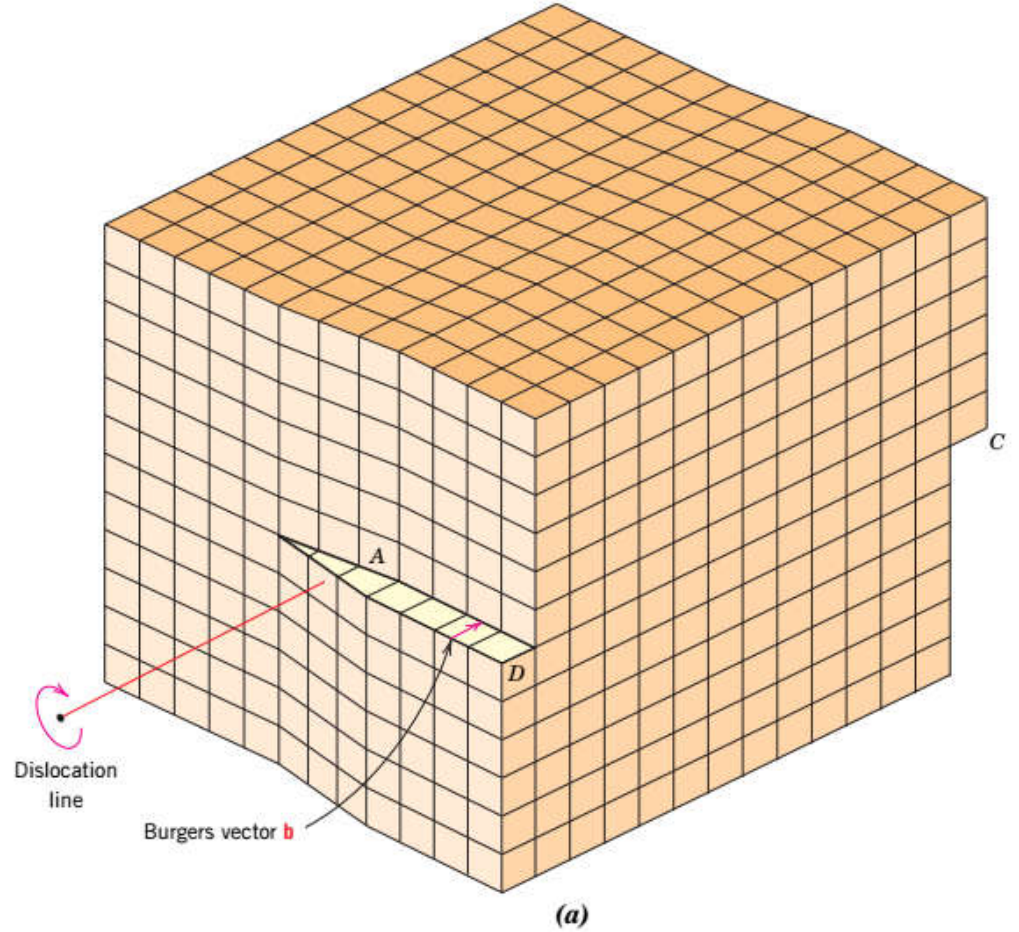
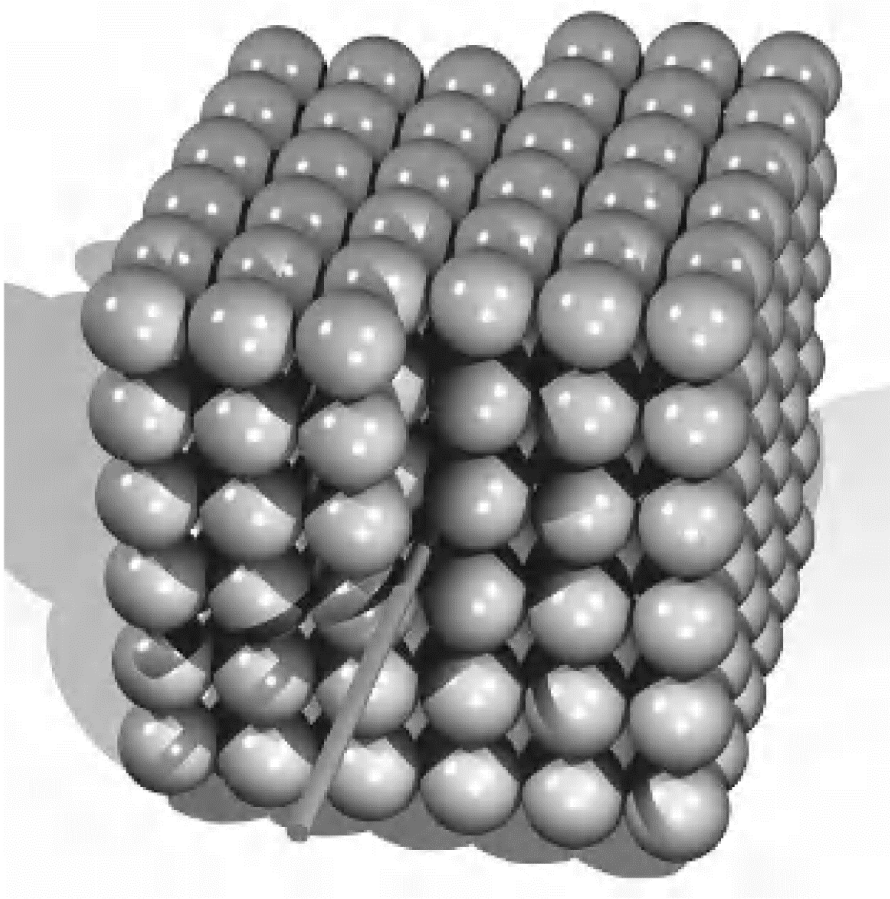
Dislokasyonlar - Çizgisel Kusurlar

Kenar dislokasyonu



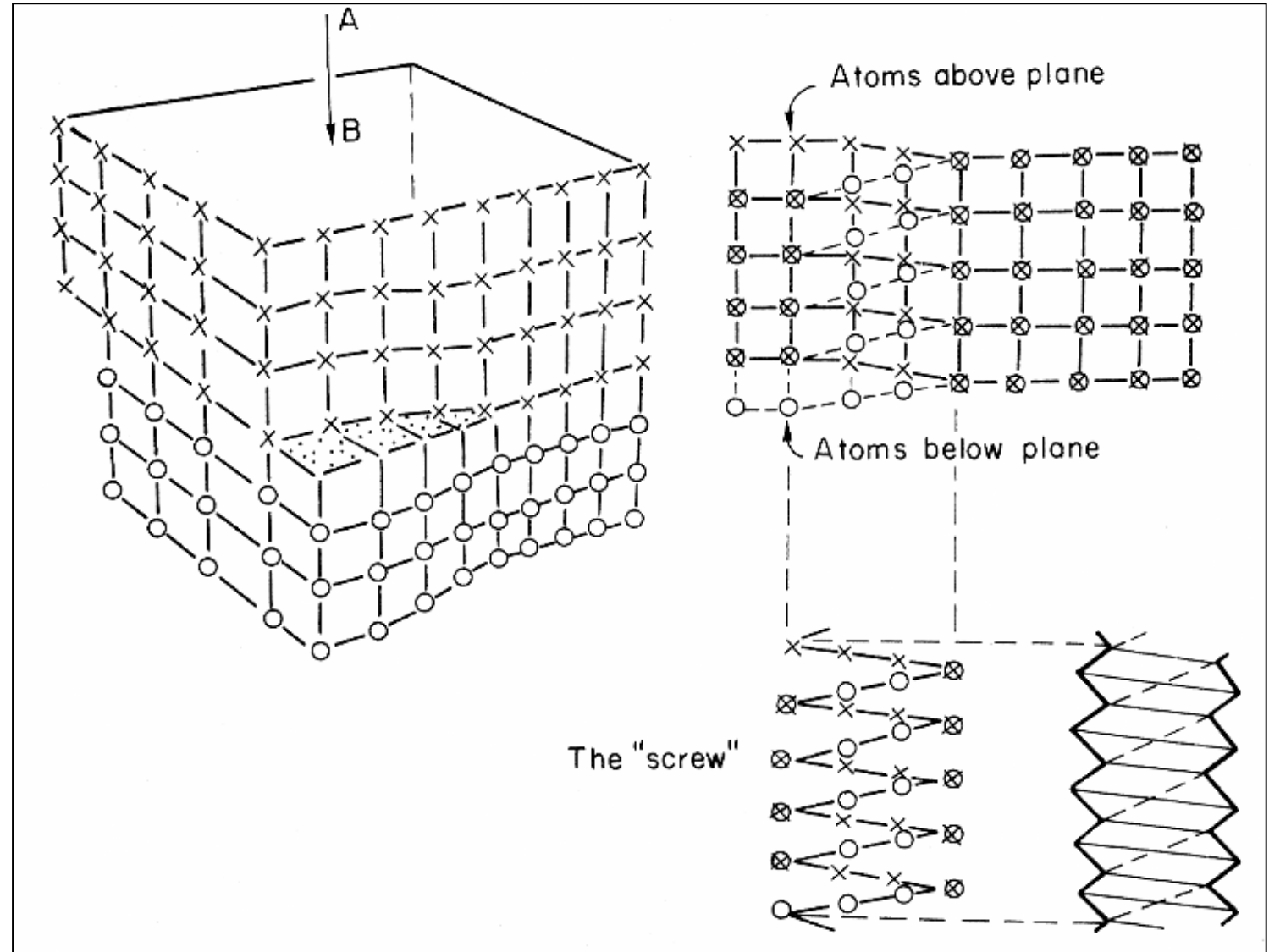
Dislokasyonlar - Çizgisel Kusurlar

Vida dislokasyonu



Dislokasyonlar - Çizgisel Kusurlar

Vida dislokasyonu



Dislokasyonlar - Çizgisel Kusurlar

Karışık dislokasyon

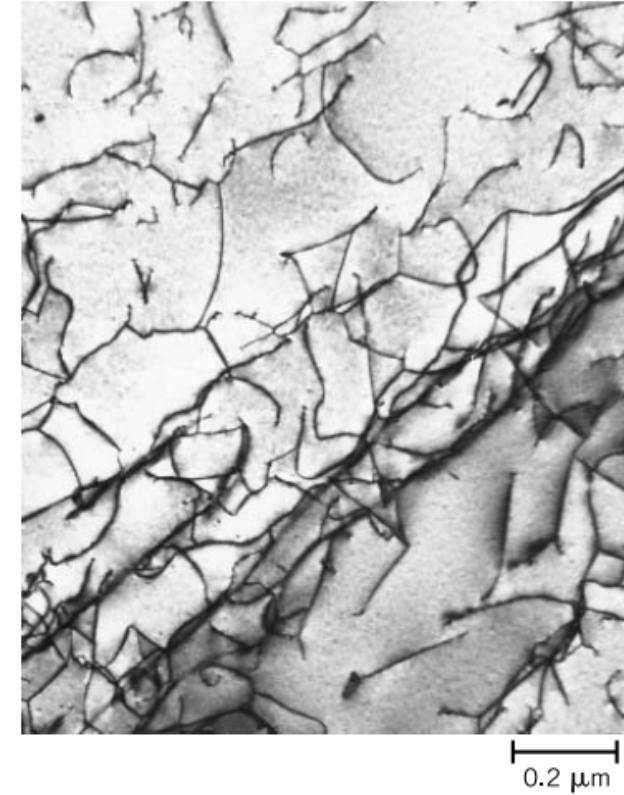
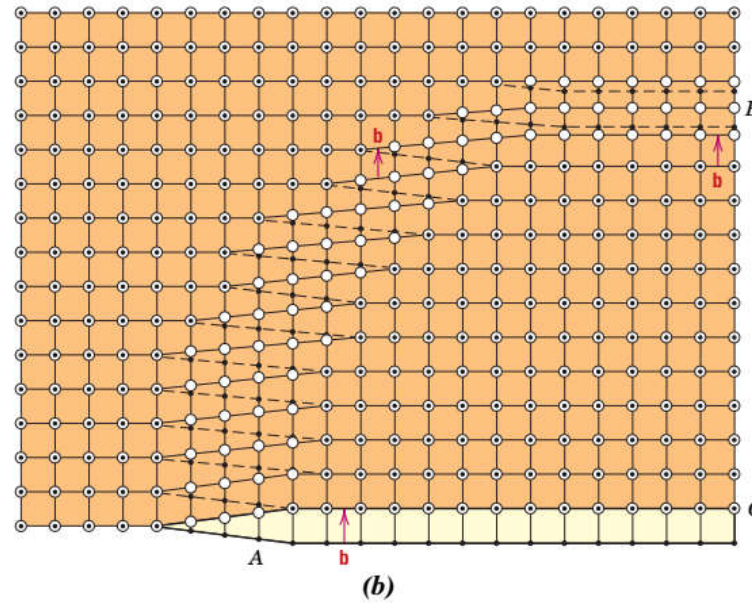
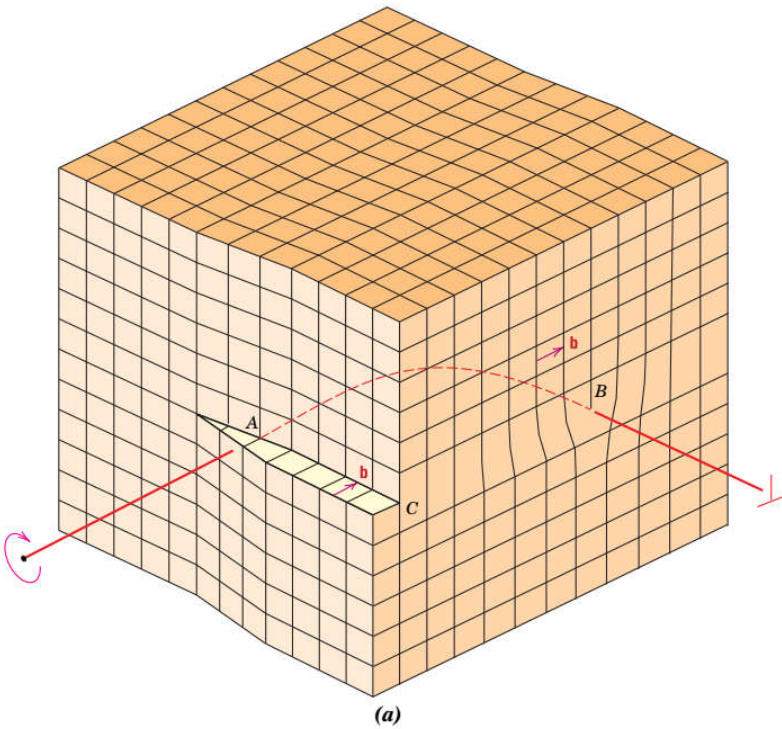
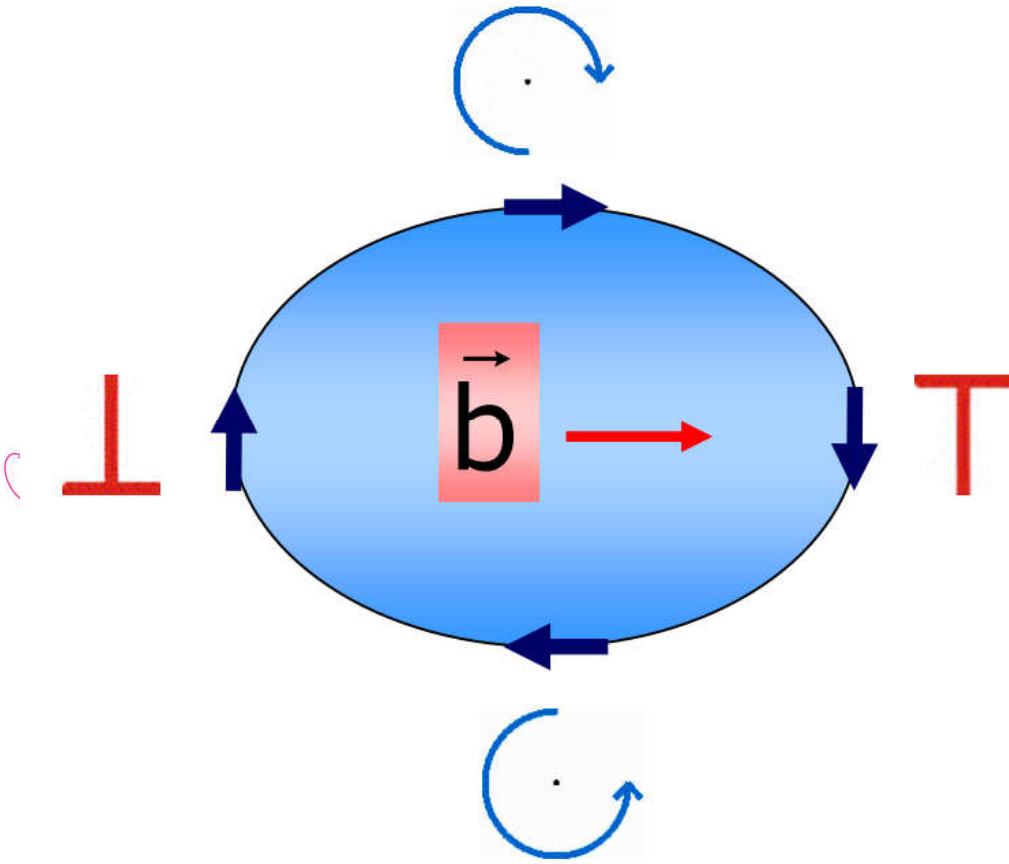


Figure 4.7 A transmission electron micrograph of a titanium alloy in which the dark lines are dislocations, 50,000 $\times$. (Courtesy of M. R. Plichta, Michigan Technological University.)

Dislokasyonlar - Çizgisel Kusurlar

Karışık dislokasyon



Burgers vektörü ile dislokasyon çizgisi arasındaki açı, θ

$\theta = 0^\circ$ ise vida dislokasyonu,

$\theta = 90^\circ$ ise kenar dislokasyonu

$0^\circ < \theta < 90^\circ$ ise karışık dislokasyon

Dislokasyonlar - Çizgisel Kusurlar

Kayma düzlemleri

TABLE 4-1 ■ Slip planes and directions in metallic structures

Crystal Structure	Slip Plane	Slip Direction
BCC metals	$\{110\}$ $\{112\}$ $\{123\}$	$\langle 111 \rangle$
FCC metals	$\{111\}$	$\langle 110 \rangle$
HCP metals	$\{0001\}$	$\langle 100 \rangle$
	$\{11\bar{2}0\}$	$\langle 110 \rangle$
	$\{10\bar{1}0\}$	or $\langle 11\bar{2}0 \rangle$
	$\{10\bar{1}1\}$	
	} See Note	
MgO, NaCl (ionic)	$\{110\}$	$\langle 110 \rangle$
Silicon (covalent)	$\{111\}$	$\langle 110 \rangle$

Note: These planes are active in some metals and alloys or at elevated temperatures.

Arayüzey Kusurları

Dış Yüzeyler: Dış yüzeylerde kristal yapı sona erer ve yüzey atomları yapabileceklerinden daha az sayıda atomla bağ yaptıkları için enerjileri daha yüksektir. Yüzey atomlarının gerçekleştiremediği bağlardan dolayı bir yüzey enerjisi söz konusudur.

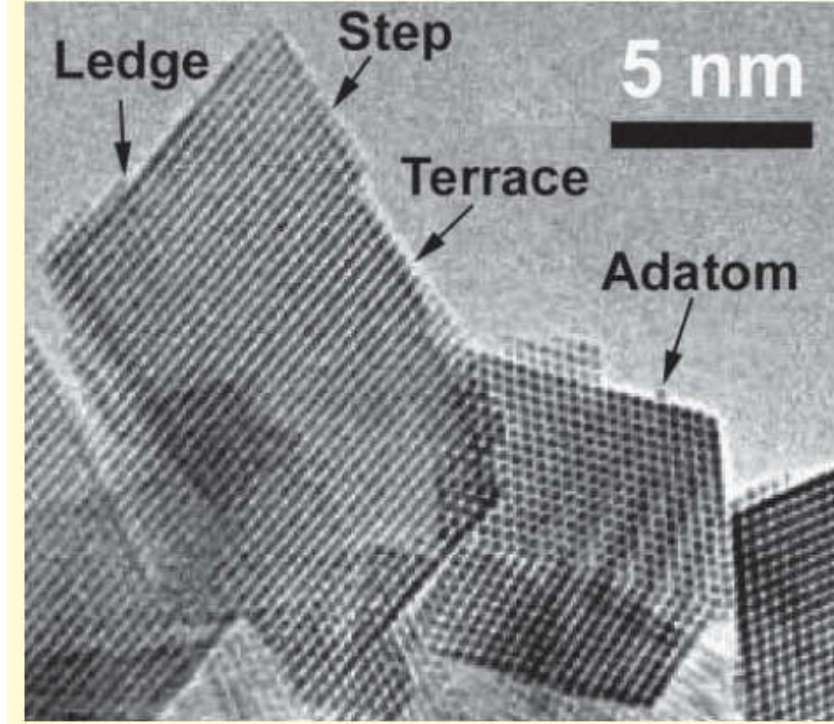
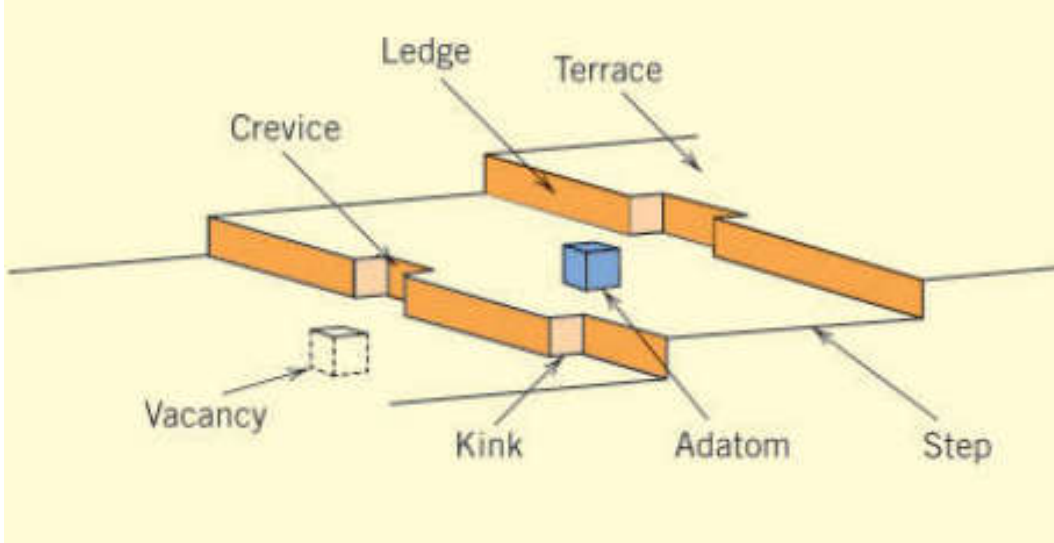
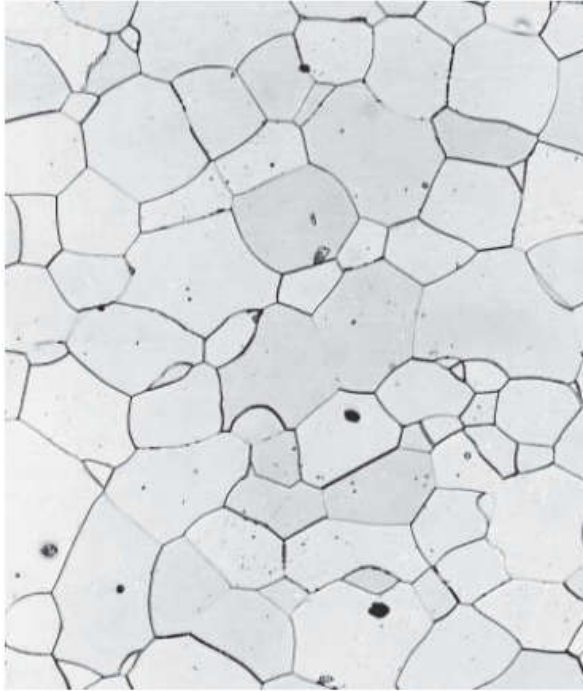


Figure 4.12 High-resolution transmission electron micrograph that shows single crystals of $(\text{Ce}_{0.5}\text{Zr}_{0.5})\text{O}_2$; this material is used in catalytic converters for automobiles. Surface defects represented schematically in Figure 4.11 are noted on the crystals.

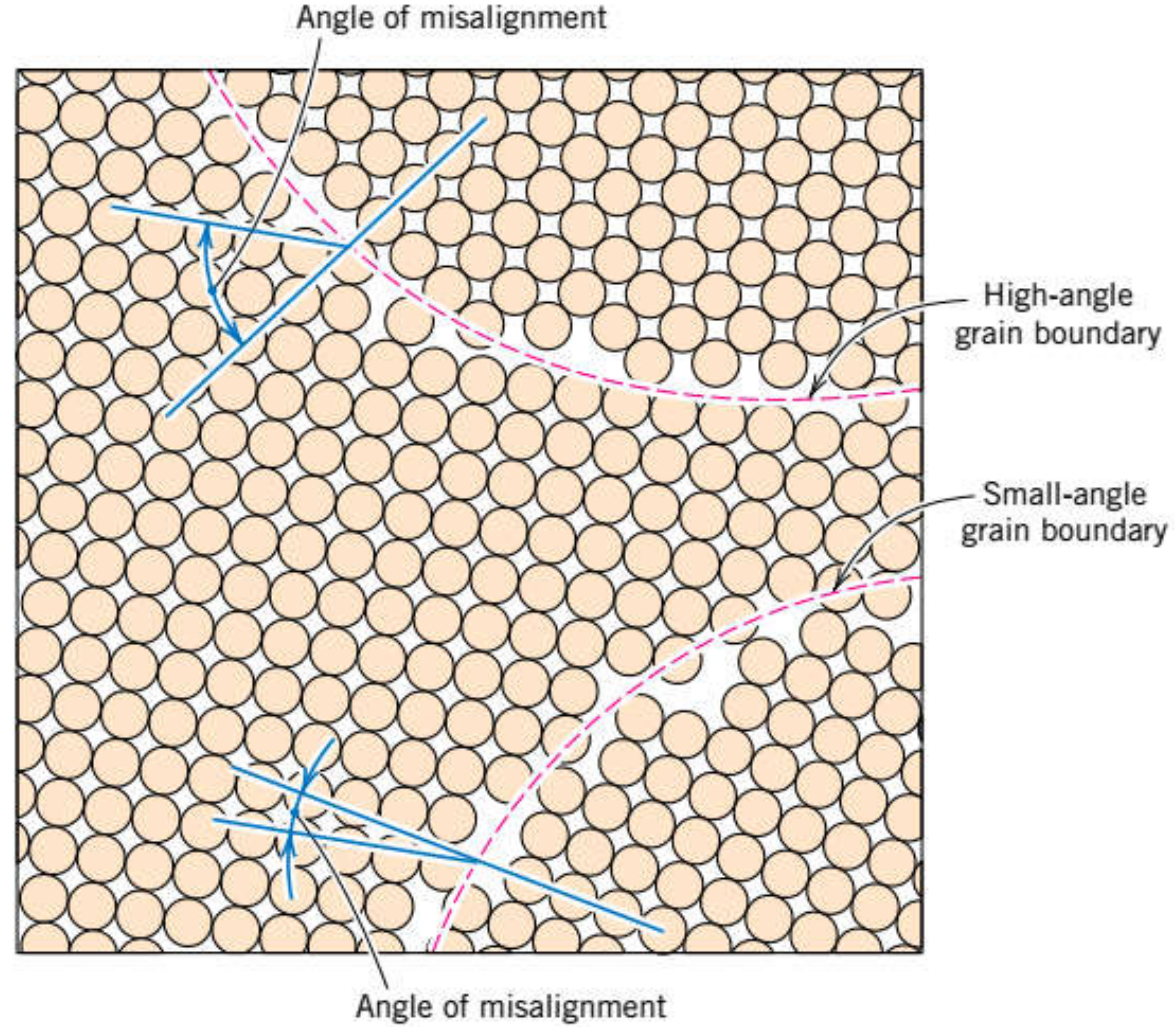
Arayüzey Kusurları

Tane sınırları: Bir tanenin kristal yönlenmesinden diğer tanenin yönlenmesine geçişte, atom dizilişinde meydana gelen sapma ya da süreksizlikler sonucu oluşan bölgelerdir.



(b)

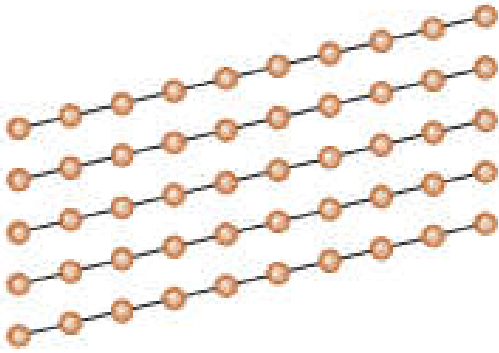
100 μm



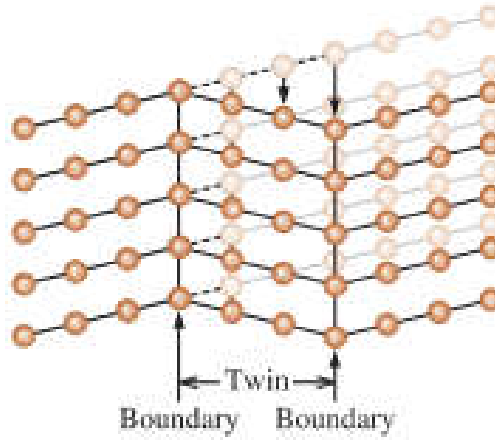
Arayüzey Kusurları

Faz sınırları: Çok fazlı sistemlerde iki faz arasında bulunur.

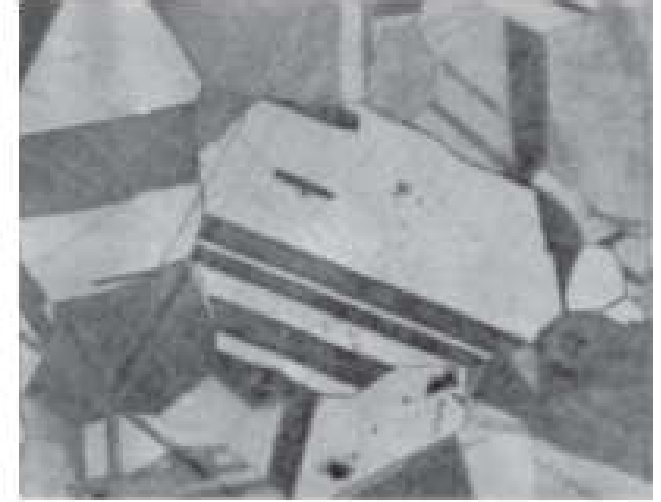
İkizlenme sınırı: İkizlenme adı verilen atom hareketi sonucu ortaya çıkan özel bir tane sınırıdır.



(a)



(b)



(c)

Hacim Kusurları

Gözenek, çatlak, yabancı katışkılar ve diğer fazlar gibi hacimsel olarak (3 boyutta) yer kaplayan kusurlara denir.

Atomik Titreşimler

Katı malzemelerdeki bütün atomlar kristal kafes noktalarında çok hızlı bir şekilde titreşirler. Bu titreşimler sonucu atomların sabit durmadıkları ve farklı atomların farklı frekans, genlik ve enerjide titreştikleri göz önünde bulundurulduğunda **atom titreşimleri** de kusur olarak düşünülebilir.