



Dokuz Eylül Üniversitesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü



İNŞ2023 YAPI MALZEMESİ I

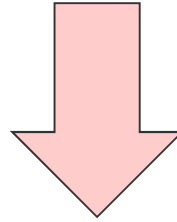
KATI ÇİSİMLERİN İÇ YAPISI

Dr. Öğr. Üyesi Çağlar YALÇINKAYA

www.caglaryalcinkaya.com

İnşaat Mühendisliğinde, cisimlerin yükler altındaki davranışını saptayabilmek çok önemlidir.

YAPININ TASARIMI, BOYUTLANDIRMA VE KESİN HESAPLARI



**Mekanik Özellikler
(İÇ YAPIYA BAĞLI)**

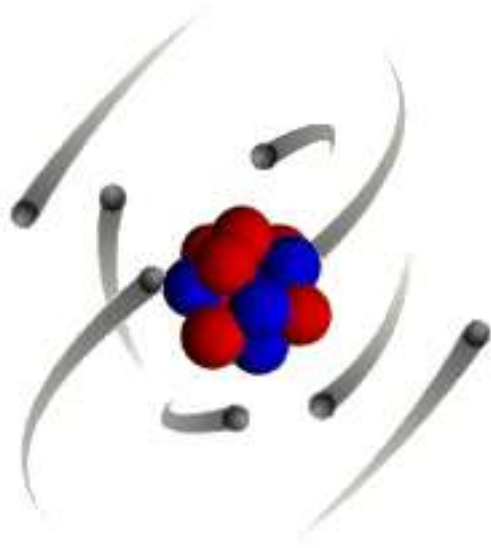
Ayrıca, metallerin korozyonu gibi malzeme açısından önemli olayları atom yapısına bağlıdır.

Bu nedenle, bir yapı mühendisinin hatırlaması gereken kimya bilgilerini özetlemekte yarar vardır.

Atom Yapısı

- Atomlar, çevrelerinde negatif yüklü elektronların devinimleri yaptığı pozitif yüklü proton ve yüksüz nötronlardan oluşur. Nötronu olmayan atom, yalnız hidrojen atomudur.
- Bir atom çekirdeğinde, elektron sayısı kadar proton vardır. Elektronların kütlesi, çekirdek kütlesi yanında çok küçük olduğundan ($1/1850$ oranında) kütle hesabında göz önüne alınmaz.

Atom elektronlar, protonlar ve nötronlardan oluşur.



Atom numarası:

atomdaki protonların toplam sayısı

Kütle numarası:

atomdaki proton ve nötronların
toplam sayısı

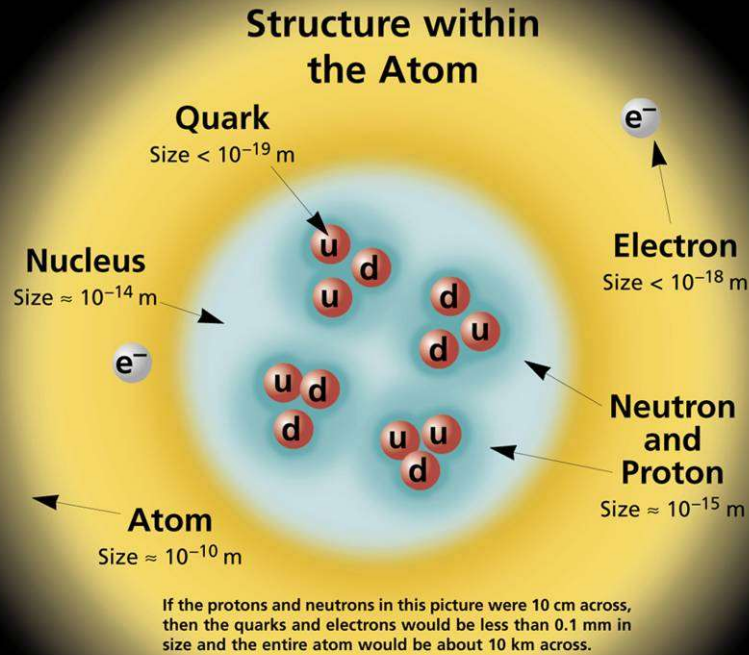
Denge durumundaki bir atomda ;

elektron (-) sayısı = proton (+) sayısı

Bir atom gramda; örneğin 55,85 gram demirde

$6,02 \times 10^{23}$ (Avagadro sayısı) kadar atom vardır.

ELEMENTLER VE ATOM YAPISI



Atom numarasına bağılı olarak atom çekirdeğinin yarıçapı 10^{-12} - 10^{-11} mm aralığında, atom yarıçapı ise yaklaşık 10^{-7} mm civarındadır.

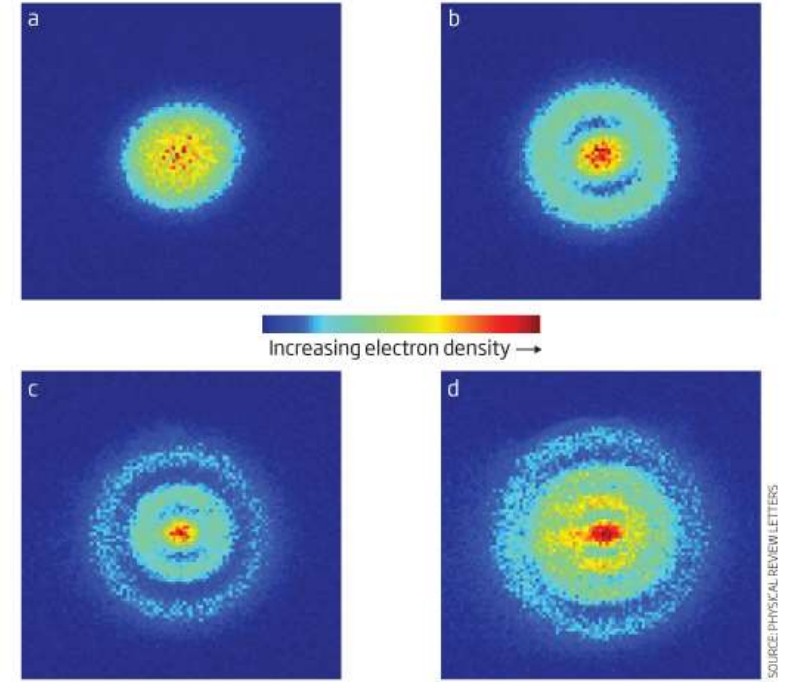
Hidrojenin atom yarıçapı $0,46 \times 10^{-7}$ mm, toryumun atom yarıçapı $1,8 \times 10^{-7}$ mm' dir

Atomların çapları çok küçüktür. Örneğin, hidrojen atomunun çapı 10^{-8} cm'dir.

An atom undressed

©NewScientist

Electrons have quantum properties so can be in many places at once, making it hard to image atoms. By combining snapshots of many electrons at once, hydrogen atoms have now been imaged at four energy levels (increasing from a to d)



Atomun en önemli özelliği, çeşitli bağ kuvvetlerinin meydana gelmesine yol açan elektron sayısıdır. Atom numarası da elektron sayısına eşittir. Örneğin, atom numarası 92 olan uranyumun 92 elektronu vardır. Buna göre, uranyum atomunun çekirdeğinde 92 proton ve 146 nötron vardır. Böylece uranyumun kütle ağırlığı 238 olur.

ELEMENTLER VE ATOM YAPISI

Elementler, Kabaca; metaller, ametaller ve yarı metaller olmak üzere üçe ayrılabilir.

1 1 IA New Original																	18 18 VIIIA	
1 H 1.00794	2 IIA											13 13 IIIA	14 14 IVA	15 15 VA	16 16 VIA	17 17 VIIA	2 2 He 4.002602	
3 Li 6.941	4 Be 9.012182											5 B 10.811	6 C 12.0107	7 N 14.00674	8 O 15.9994	9 F 18.9984032	10 Ne 20.1797	
11 Na 22.989770	12 Mg 24.3050	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 IB	12 IIB	13 Al 26.981538	14 Si 28.0855	15 P 30.973761	16 S 32.066	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948	
19 K 39.0983	20 Ca 40.078	21 Sc 44.955910	22 Ti 47.867	23 V 50.9415	24 Cr 51.9961	25 Mn 54.938049	26 Fe 55.8457	27 Co 58.933200	28 Ni 58.6934	29 Cu 63.546	30 Zn 65.409	31 Ga 69.723	32 Ge 72.64	33 As 74.92160	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.798	
37 Rb 85.4678	38 Sr 87.62	39 Y 88.90585	40 Zr 91.224	41 Nb 92.90638	42 Mo 95.94	43 Tc 98	44 Ru 101.07	45 Rh 102.90550	46 Pd 106.42	47 Ag 107.8682	48 Cd 112.411	49 In 114.818	50 Sn 118.710	51 Sb 121.760	52 Te 127.60	53 I 126.90447	54 Xe 131.293	
55 Cs 132.90545	56 Ba 137.327	57 to 71		72 Hf 178.49	73 Ta 180.9479	74 W 183.84	75 Re 186.207	76 Os 190.23	77 Ir 192.217	78 Pt 195.078	79 Au 196.96655	80 Hg 200.59	81 Tl 204.3833	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98038	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 to 103		104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (269)	109 Mt (268)	110 Ds (271)	111 Rg (272)	112 Uub (285)	113 Uut (284)	114 Uuq (289)	115 Uup (288)	116 Uuh (292)	117 Uus (293)	118 Uuo (294)

Atomic masses in parentheses are those of the most stable or common isotope.

Design Copyright © 1997 Michael Dayah (michael@dayah.com). <http://www.dayah.com/periodic>

Note: The subgroup numbers 1-18 were adopted in 1984 by the International Union of Pure and Applied Chemistry. The names of elements 112-118 are the Latin equivalents of those numbers.

57 La 138.9055	58 Ce 140.116	59 Pr 140.90765	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.964	64 Gd 157.25	65 Tb 158.92534	66 Dy 162.500	67 Ho 164.93032	68 Er 167.259	69 Tm 168.93421	70 Yb 173.04	71 Lu 174.967
89 Ac (227)	90 Th 232.0381	91 Pa 231.03688	92 U 238.02891	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (262)	100 Fm (267)	101 Md (268)	102 No (269)	103 Lr (262)

ELEMENTLER VE ATOM YAPISI

İZOTOP

Aynı atomun protonları sabit kalmakla beraber nötronları değişik olabilir ki bunlara **izotop** denilir.

Örneğin;

26 Atom numarasına sahip demirin izotopları:

^{54}Fe (26 p, 28 n)

^{55}Fe (26 p, 29 n)

^{56}Fe (26 p, 30 n)

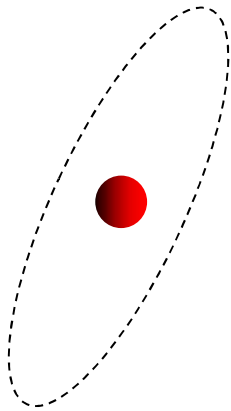
^{57}Fe (26 p, 31 n)

^{58}Fe (26 p, 32 n)

ELEMENTLER VE ATOM YAPISI

İZOTOP

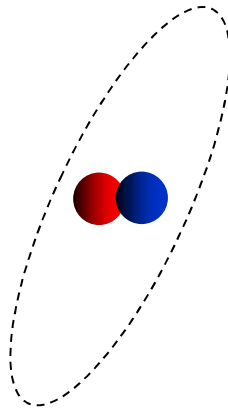
HİDROJENİN İZOTOPLARI



Hidrojen

Protium

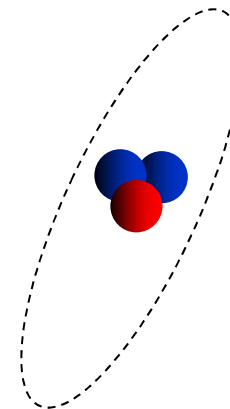
1 p + 0 n



Ağır Hidrojen

Deuterium

1 p + 1 n



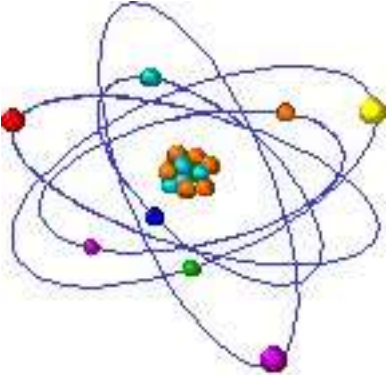
Radyoaktif Hidrojen

Tritium

1 p + 2 n

ELEMENTLER VE ATOM YAPISI

İZOTOP



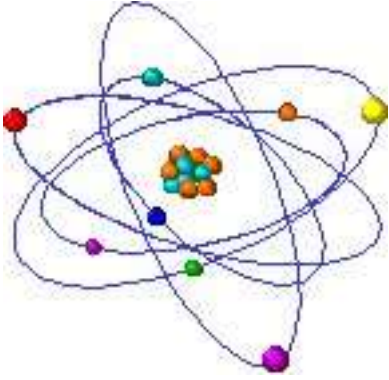
Elementlerin kimyasal özelliklerini o elementin elektron ve proton sayısı belirler.

Bir elementin tüm izotoplarında kimyasal özellikleri aynıdır. İzotoplarda yalnızca fark nötron sayısıdır.

İzotoplarda bazı fiziksel özellikler birbirinden farklı olabilir. Örneğin bazı izotoplar radyoaktif olmalarına karşın diğerleri değildir.

ELEMENTLER VE ATOM YAPISI

İZOBAR

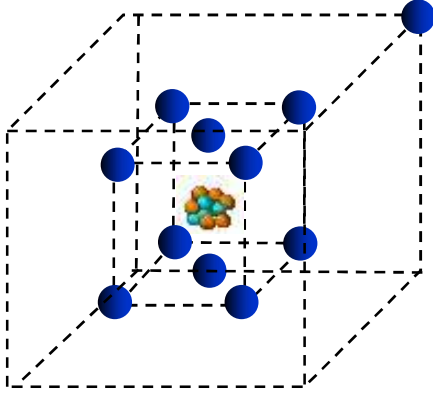


Atom numaraları birbirlerine yakın elementlerin bazı izotopların kütle sayıları birbirlerine eşit olabilir.

Proton adedi farklı, kütle sayıları aynı atomlara **izobar** denir.

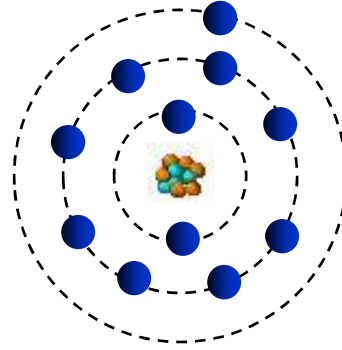
ELEMENTLER VE ATOM YAPISI

ATOM MODELLERİ



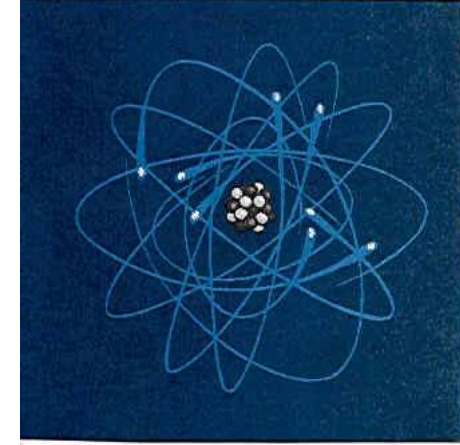
Lewis-Langmuir

Başlangıçta küp
şeklinde ve
elektronların hareket
etmediği tahmin
edilen model



Bohr

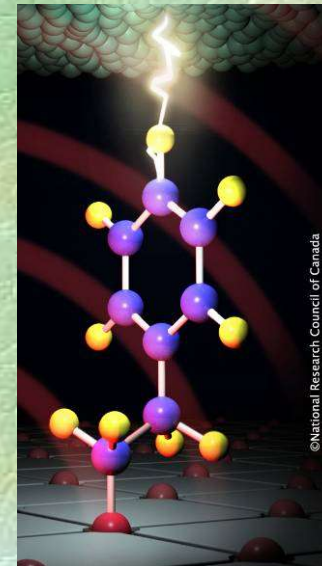
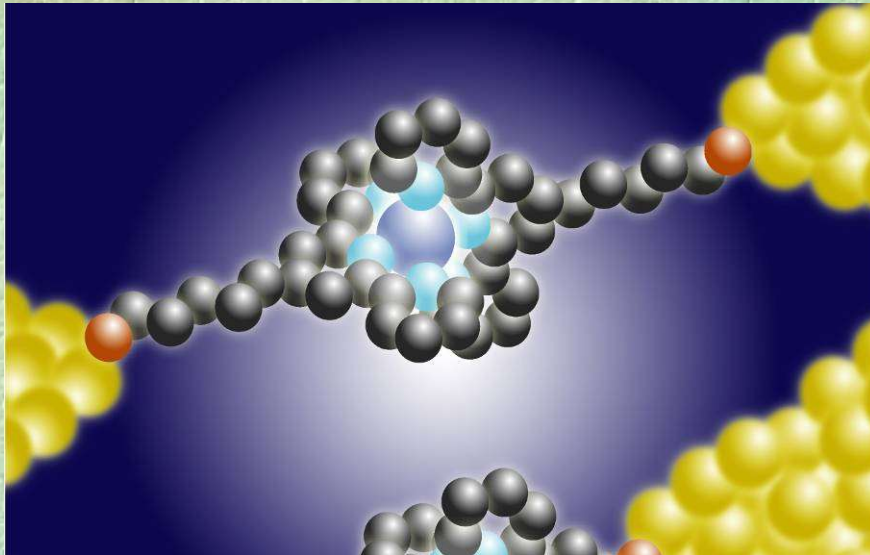
çekirdek etrafında
güneş sistemine
benzer belirli
yörüngelerde dönen
elektronlar



dalga mekaniği

son olarak elektronların
dalga hareketi yaptığı
ve belirli bir bölgede
bulunması ihtimali
olduğu yörüngeler

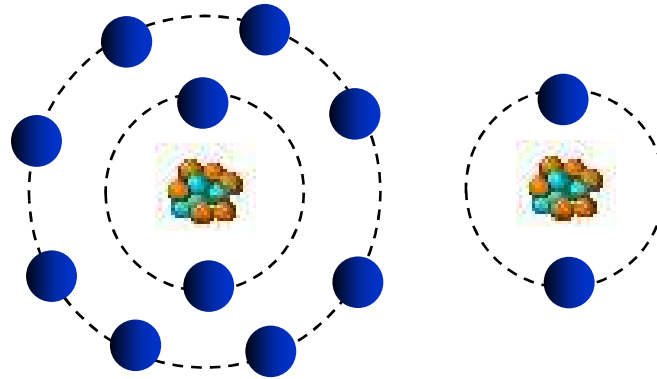
ATOMLAR ARASI BAĞLAR



ATOMLAR ARASI BAĞLAR



- ✓ Atomların son yörüngelerinde en çok sekiz elektron bulunabilir (tek yörüngeli atomlarda iki elektron).



- ✓ Tüm atomlar son yörüngelerindeki elektronları 8 yaparak soy gazlar gibi kararlı hale geçme eğilimindedirler.

Atom Bağları

* Cisimlerin en küçük yapı birimi olan atomları, atomlar arası bağ kuvvetleri birarada tutar.

** Bağ kuvvetleri:

- Cismin mukavemetinin esasını oluşturur.
- Elektriksel ve ısı özellikleri belirler.

*** Atomlar arası bağ kuvvetli ise;

- Şekil değiştirme direnci büyük,
- Ergime sıcaklığı yüksek
- Isıl genleşme düşük olur.

ATOMLAR ARASI BAĞLAR



BAĞ ÇEŞİTLERİ

1. İyonik Bağ

2. Kovalent Bağ

3. Metalik Bağ

4. Van Der Waals Bağı

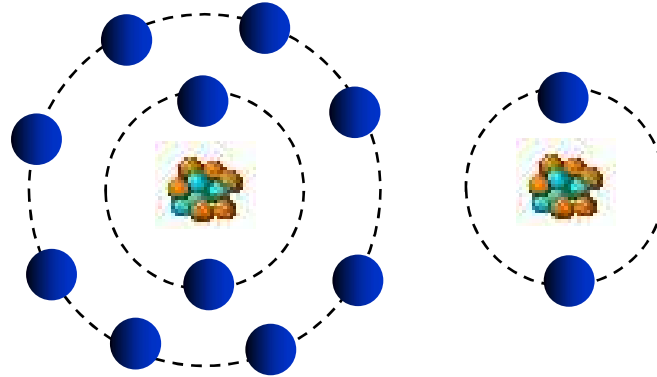
kuvvetli (kimyasal)

zayıf (fiziksel)

ATOMLAR ARASI BAĞLAR



- ✓ Atomların son yörüngelerinde en çok sekiz elektron bulunabilir (tek yörüngeli atomlarda iki elektron).

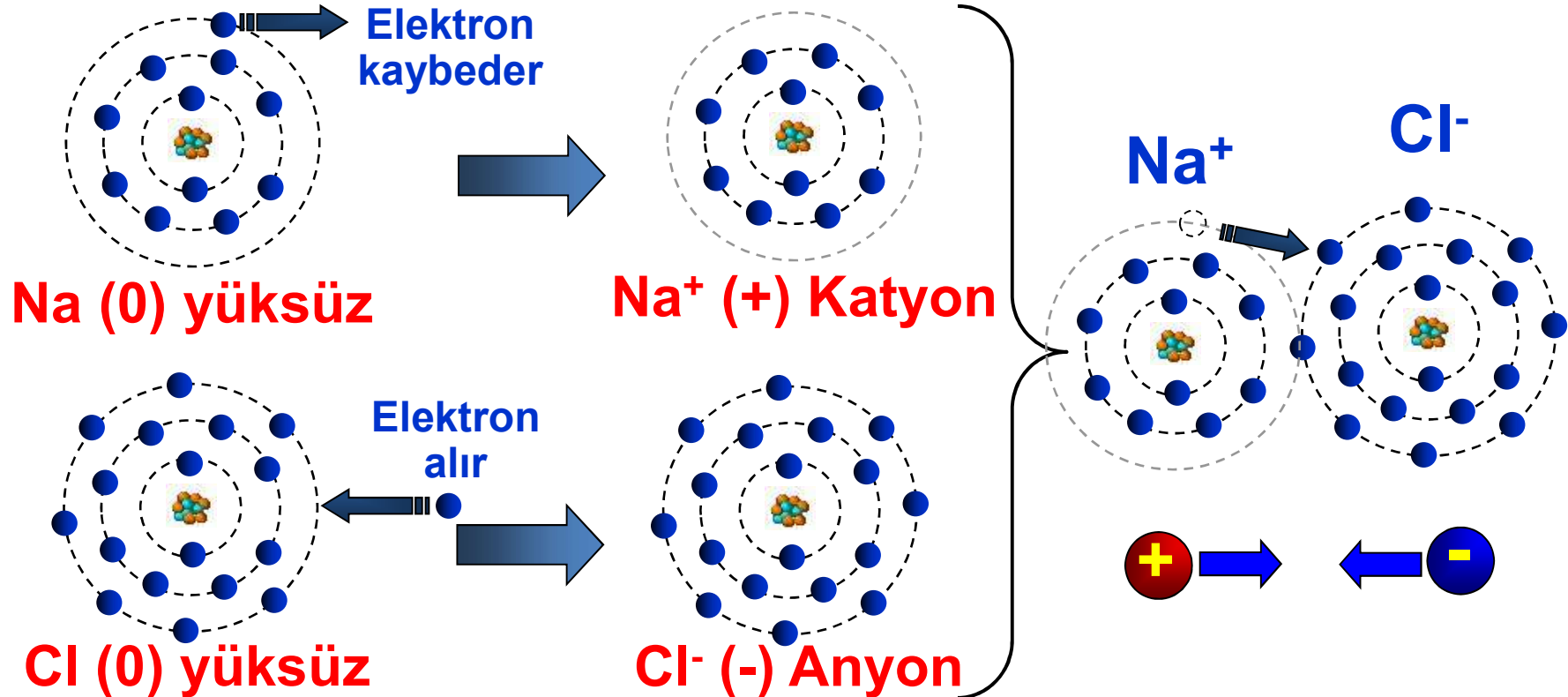


- ✓ İyonik bağ metaller ile ametaller arasında oluşur.

ATOMLAR ARASI BAĞLAR

İYONİK BAĞ

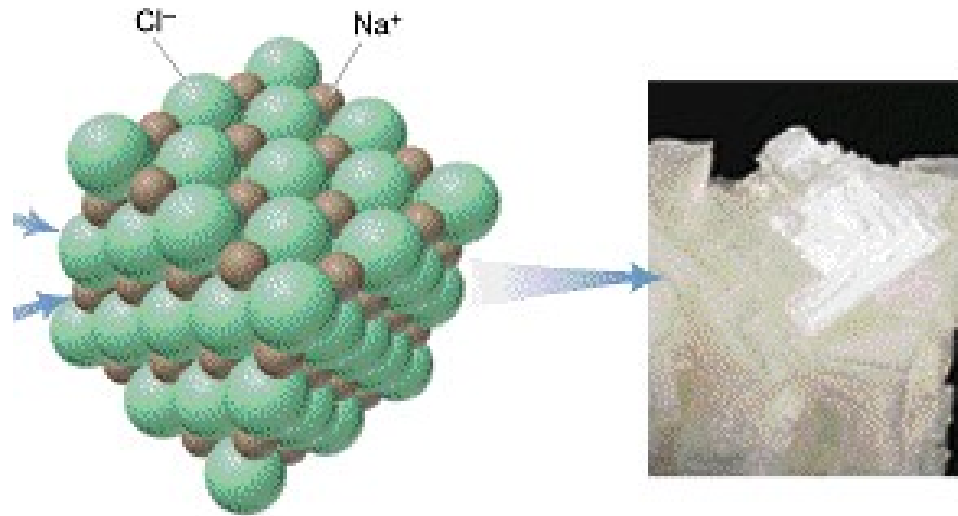
- ✓ Son yörüngedeki eksiklikler elektron alışverişi ile sekize tamamlanır.



ATOMLAR ARASI BAĞLAR

İYONİK BAĞ

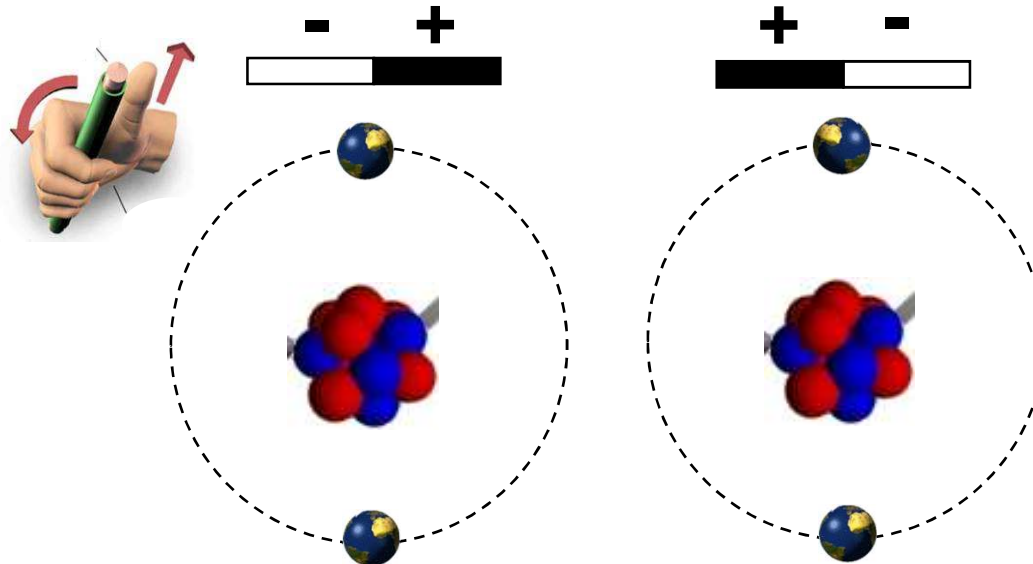
✓ İyonik bağ metaller ile ametaller arasında oluşur.



ATOMLAR ARASI BAĞLAR

KOVALENT BAĞ

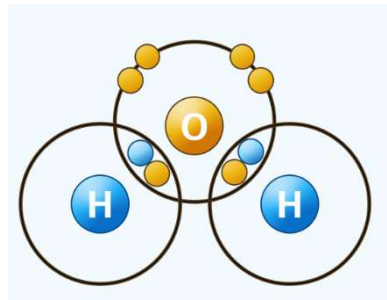
- ✓ Elektronlar çekirdek etrafında döndükleri gibi kendi eksenleri etrafında da dönerler.
- ✓ Bu dönme hareketi neticesinde elektromagnetik kuvvetler oluşur.



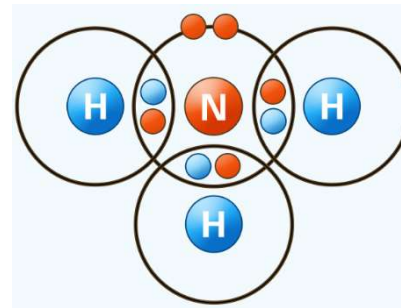
ATOMLAR ARASI BAĞLAR

KOVALENT BAĞ

- ✓ Ametaller ile Ametaller arasında olur.
- ✓ Valans elektronlarının ortak kullanımı söz konusudur.
- ✓ Paylaşılan elektron ile pozitif çekirdek arasında çekim kuvveti oluşur.



Su (H_2O)

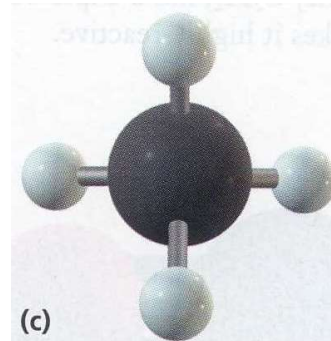
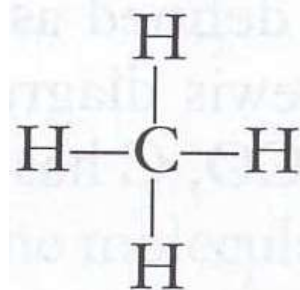
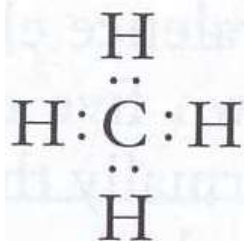
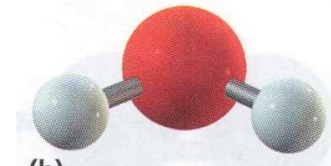
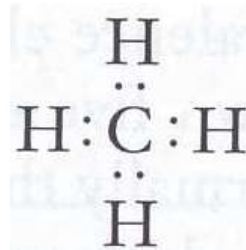
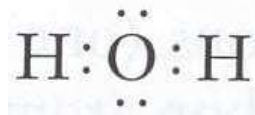
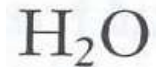
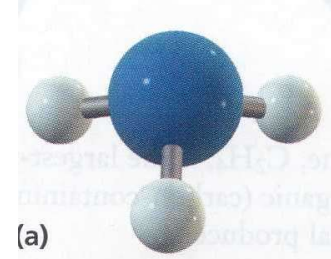
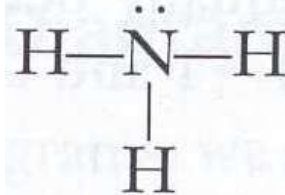
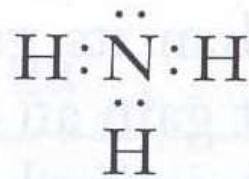


Amonyak (NH_3)

ATOMLAR ARASI BAĞLAR

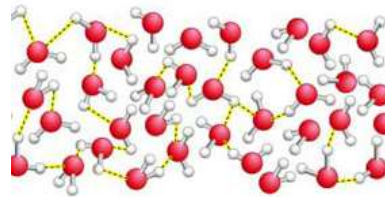
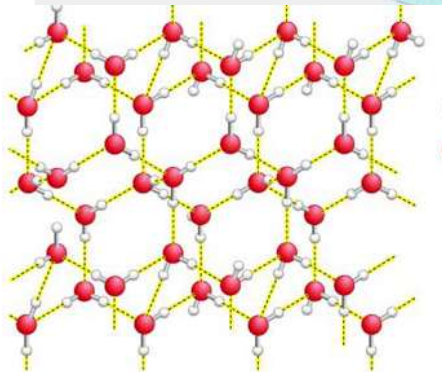
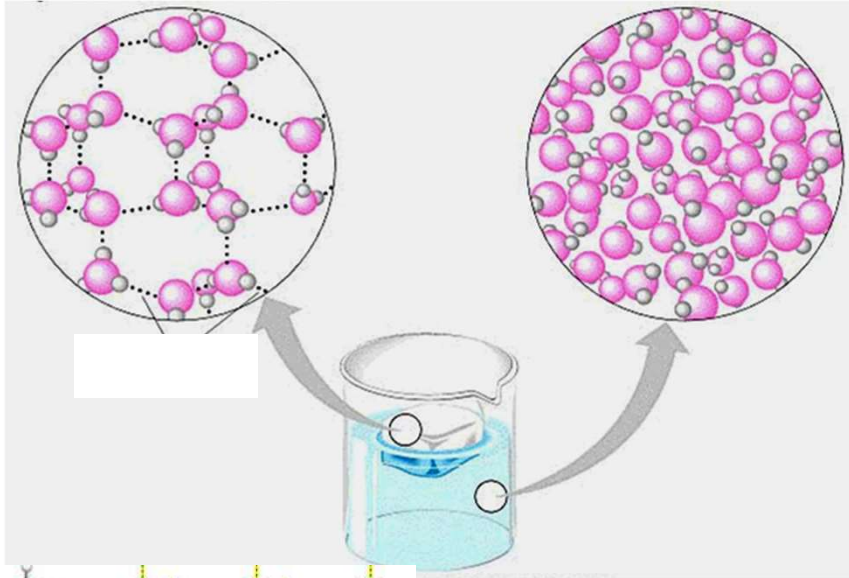
KOVALENT BAĞ

✓ Bu bağ genellikle gazlarda meydana gelir (H_2 , NH_3 , O_2 , CH_4).



ATOMLAR ARASI BAĞLAR

KOVALENT BAĞ



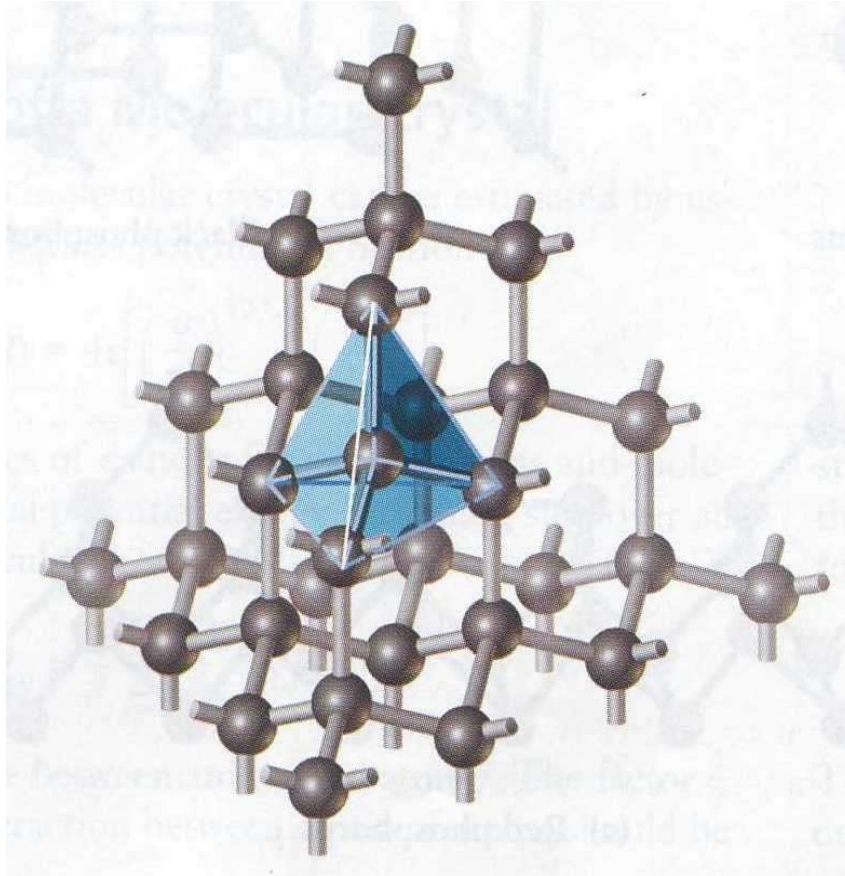
Buzda her su molekülü diğer 4 molekül tarafından sarılarak tetrahedron şeklinde bağlanmıştır. Üç boyutta da hidrojen bağları mevcuttur.

Buz 0°C'de eriyince hidrojen bağlarının kabaca %15'i kırılır. Sonuç olarak tetrahedral yapı bozulur, her su molekülü komşu 4 molekülden daha fazla moleküle bağlanır. Böylece yoğunluk 0.917'den 1'e çıkar.

ATOMLAR ARASI BAĞLAR

KOVALENT BAĞ

✓ Katılardaki en güzel örneği ise kübik yapıdaki elmadır.

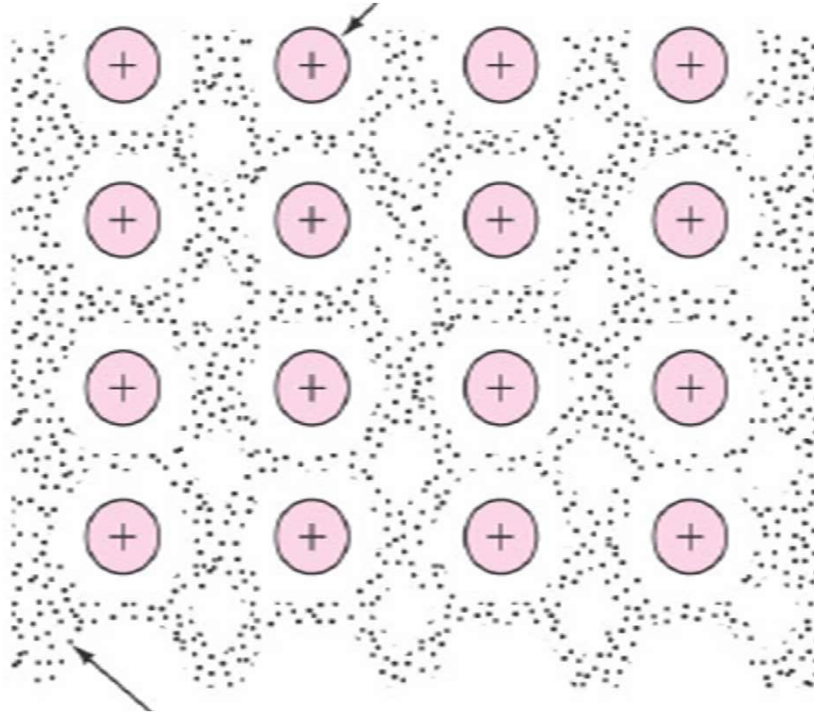


Silisyum, Germanyum, Karbon gibi elementler dört kovalent bağ ile tetrahedron bağ oluştururlar. Bu tetrahedron gruplar birleşerek elmas kübik yapı meydana getirirler.

ATOMLAR ARASI BAĞLAR



METALİK BAĞ



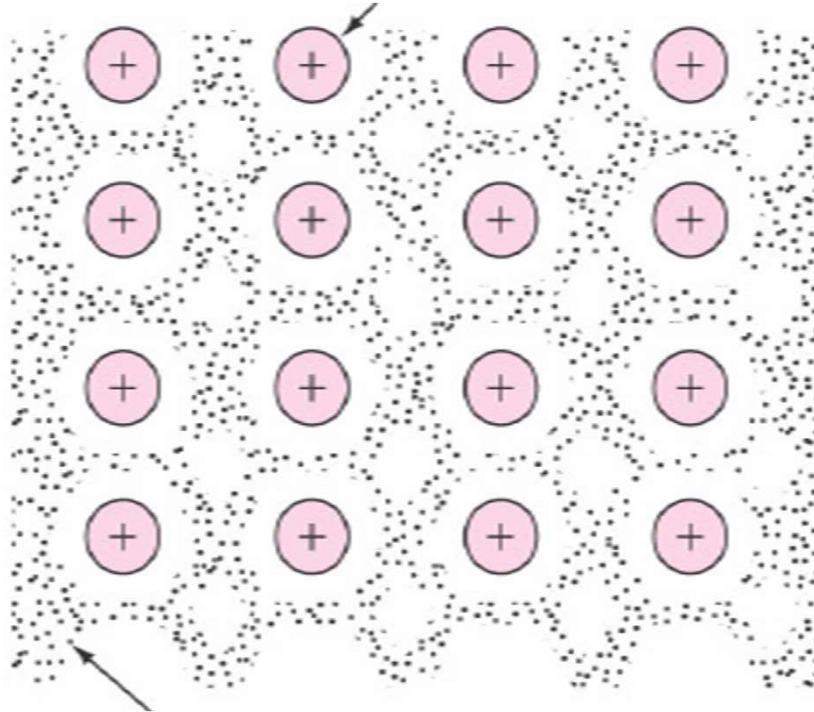
Metaller son yörüngelerindeki valans elektronlarını serbest bırakarak iyon haline gelirler.

Serbest kalan elektronların metal çekirdeği ile bağları çok zayıftır ve hiçbir atoma bağlı kalmadan metal çekirdekleri etrafında serbestçe dolaşırlar.

ATOMLAR ARASI BAĞLAR



METALİK BAĞ

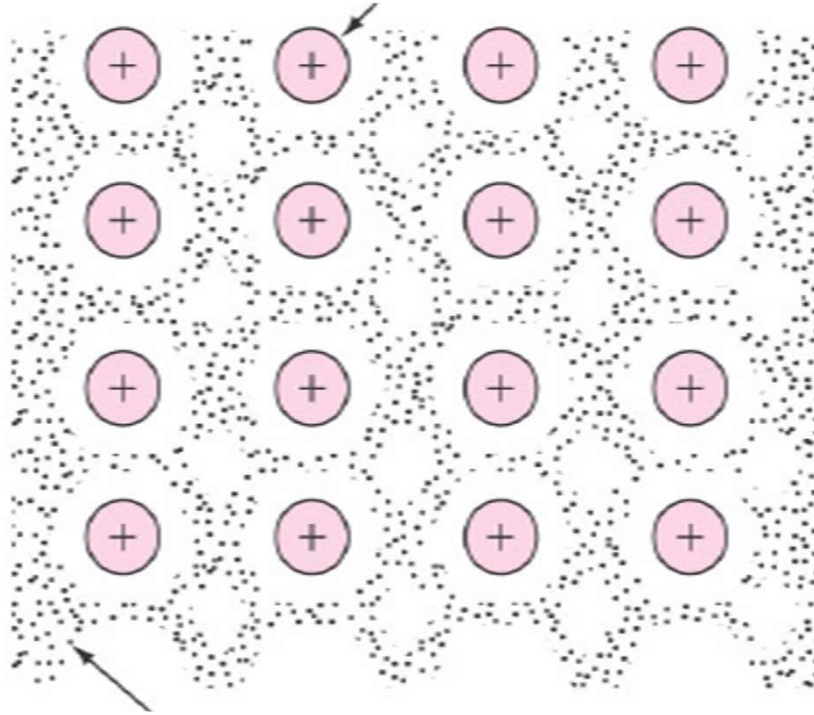


Metal atomları birbirine yaklaştığında son yörüngelerindeki enerji bantları birbirinin içine girer ve serbest elektronlar bu bantlarda hareket edebilirler.

ATOMLAR ARASI BAĞLAR



METALİK BAĞ

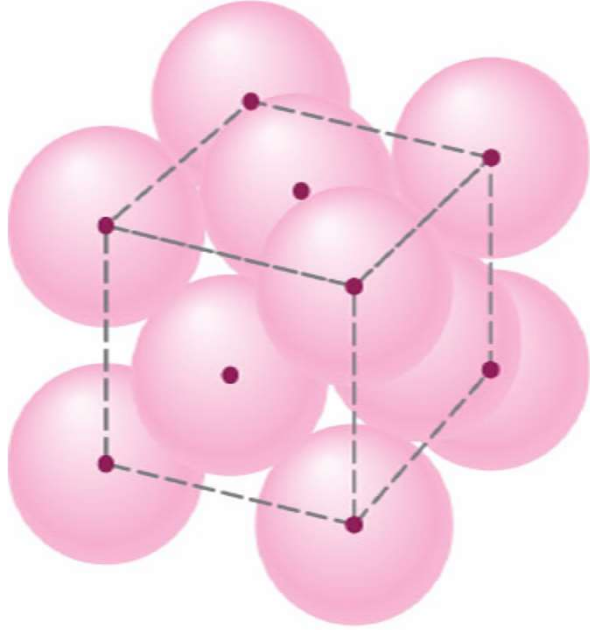


Metallerin valans elektronlarını serbest bırakmaları özelliği, iyi elektrik iletimi sağlamalarına sebep olur. Bu bantlar içinde hareket eden negatif yüklü elektronlar ile pozitif yüklü çekirdek arasındaki çekim metalik bağı oluşturur

ATOMLAR ARASI BAĞLAR



METALİK BAĞ



Metal atomları arasındaki bağ belirli atomlar ve elektronlara bağlı olmadığı için, atomların birbirine göre hareket etmesi ile bu bağ kopmaz. **Bu özellik metallerin şekillendirilebilmelerini sağlar.**

ATOMLAR ARASI BAĞLAR



VAN DER WAALS BAĞLARI

Bu bağlar elektron alış verişini tamamlamış moleküller veya son yörüngesindeki elektron sayısı sekiz olan inert gaz atomları arasında oluşan zayıf bağlardır ve üç şekilde olabilir:

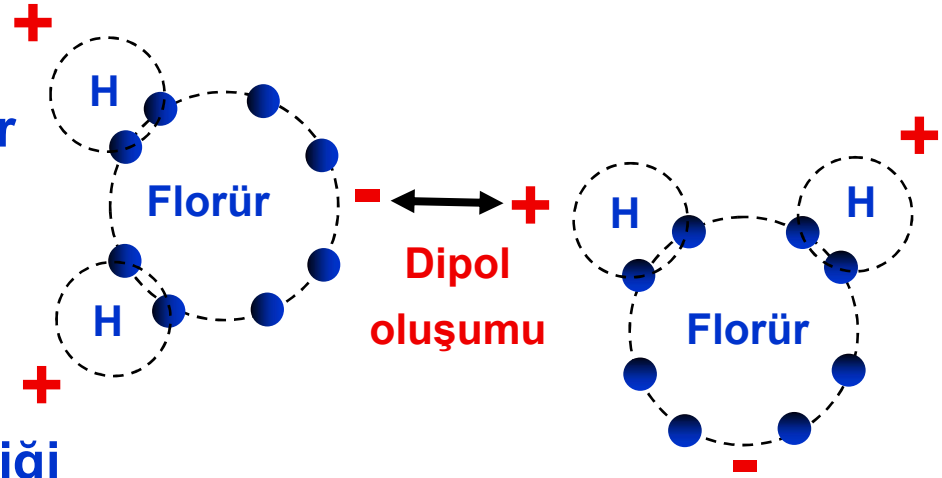
1. Molekül Kutuplaşması
2. Ani Kutuplaşma
3. Hidrojen Köprüsü

ATOMLAR ARASI BAĞLAR

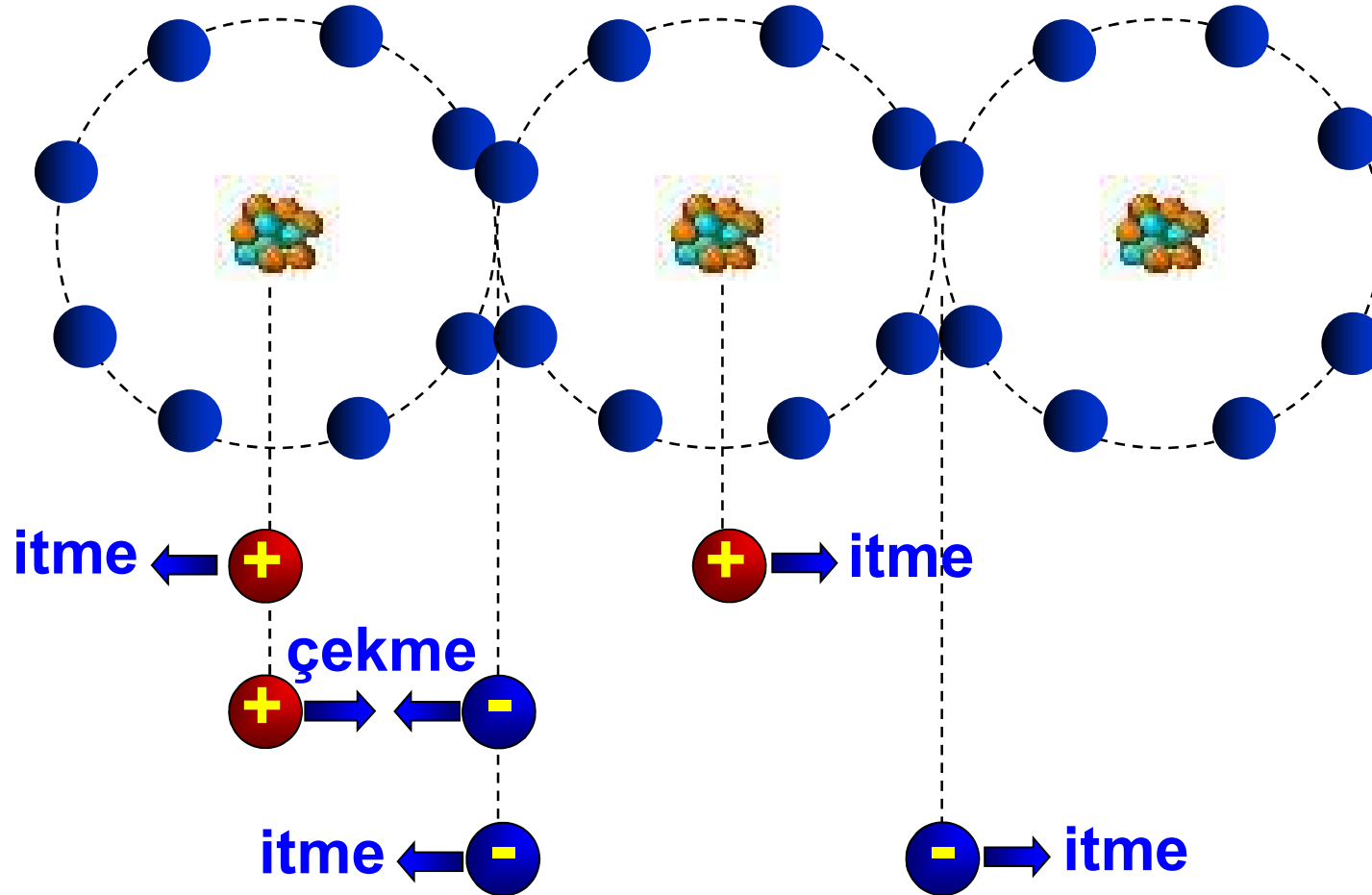
VAN DER WAALS BAĞLARI

✓ MOLEKÜL KUTUPLAŞMASI

Kovalent bağ ile kurulmuş bir molekülde, mesela hidrojen florür molekülünde paylaşılan elektronların çoğu florür atomu etrafında olacağından, molekül içinde bir elektrik yükü dengesizliği vardır. Molekülün hidrojen tarafı pozitif florür tarafı negatif olur ve bu iki yük farkı moleküller arası çekim kuvvetini oluşturur.

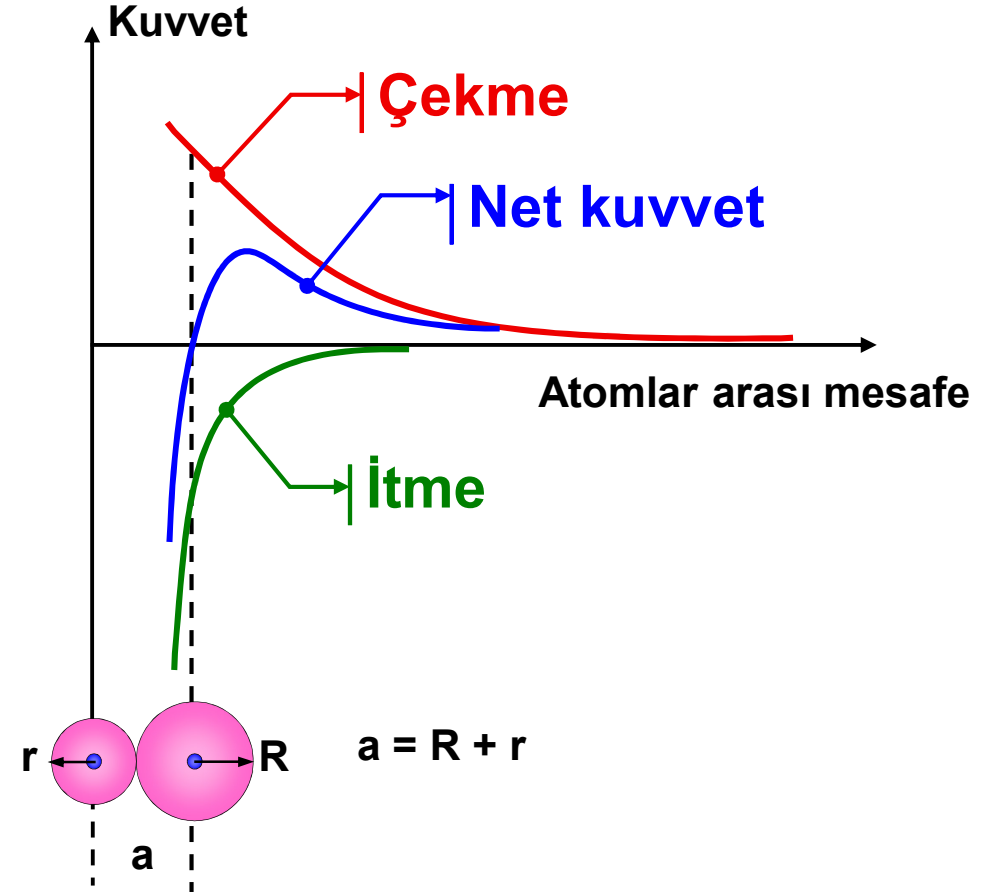


ATOMLAR ARASI MESAFE



ATOMLAR ARASI MESAFE

Metal atomları arasında oluşan itme ve çekme kuvvetlerinin kuvvetin dengelendiği durumdaki atomlar arasındaki uzaklığa atomlar arası mesafe denilir. Bu konumda iç enerji en azdır; yani atomlar en kararlı durumdadırlar.



ATOMSAL YAPI TÜRLERİ

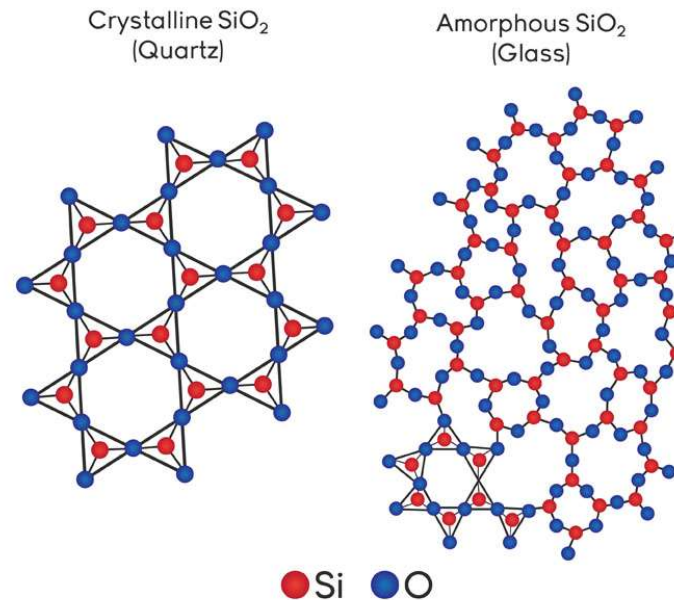


1. Kristal Yapı

Atomlar 3 boyutta belirli bir düzendedir. Tüm malzeme boyunca sürekliliğini korur.

2. Amorf Yapı

Atomların dizilişinde bir düzensizlik vardır.

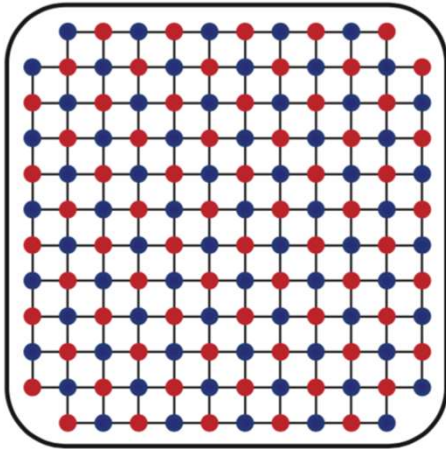


ATOMSAL YAPI TÜRLERİ

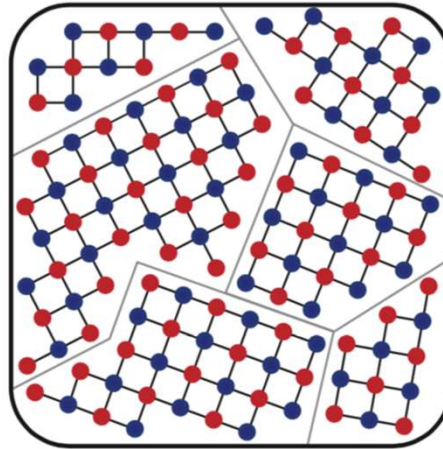


1. Kristal Yapı
2. Amorf Yapı
3. Bileşik Yapı

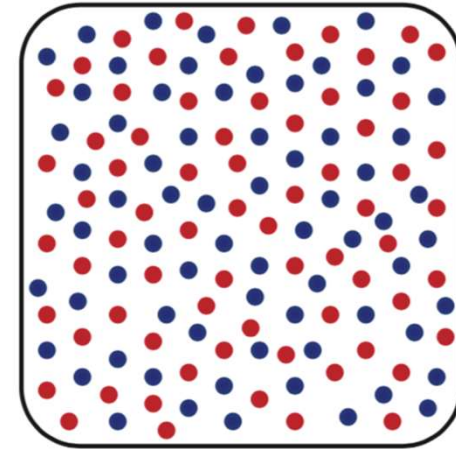
Çok küçük kristal parçalarının gelişigüzel bir yığını vardır.



Kristal Yapı



Bileşik Yapı
(Çoklu kristal yapı)



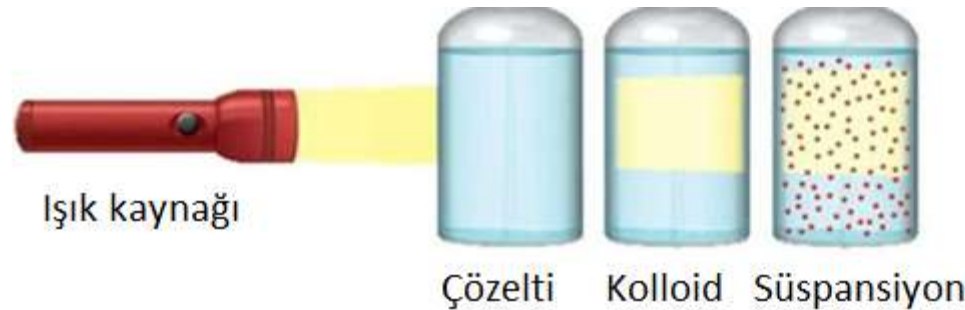
Amorf Yapı

ATOMSAL YAPI TÜRLERİ



1. Kristal Yapı
2. Amorf Yapı
3. Bileşik Yapı
4. Kolloidal Yapı

Çok küçük elemanlar halinde bazı cisimler, birbirlerinden ayrı olarak, ayrı faz veya aynı faz halinde bulunan başka bir cisim içinde dağılmıştır. Örneğin, dumanın içinde oldukça küçük çaplı yanmamış kömür zerreciklerinin bulunması veya bir sıvının diğer bir sıvı içinde yayılması bu tip yapılardır. Yol malzemelerinden bitümlü emülsiyonlar bu yapıdadır.



ATOMSAL YAPI TÜRLERİ



1. **Kristal Yapı**
2. **Amorf Yapı**
3. **Bileşik Yapı**
4. **Kolloidal Yapı**
5. **Seramik Yapı**

Bir metal veya iki metal ile bir ametal atomun belirli steokimetric oranlarda birleşmesiyle oluşurlar.

Kil, kum ve feldspat gibi malzemeleri de kapsayan geniş bir inorganik malzeme grubudur. Atomlar arası bağlar; iyonik, kovalent veya kısmen metalik olabilir.

ATOMSAL YAPI TÜRLERİ



1. Kristal Yapı

Atomlar 3 boyutta belirli bir düzendedir. Tüm malzeme boyunca sürekliliğini korur.

2. Amorf Yapı

Atomların dizilişinde bir düzensizlik vardır.

3. Bileşik Yapı

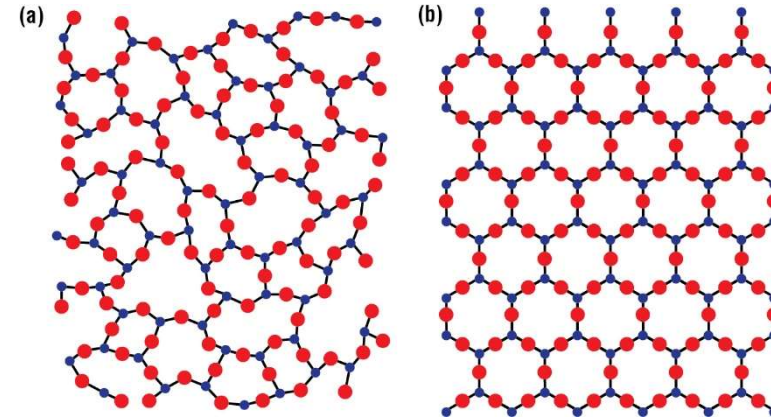
Çok küçük kristal parçalarının gelişigüzel bir yığını vardır.

4. Kolloidal Yapı

Çok küçük elemanlar halinde bazı cisimler, birbirlerinden ayrı olarak, ayrı faz veya aynı faz halinde bulunan başka bir cisim içinde dağılmıştır.

5. Seramik Yapı

Bir metal veya iki metal ile bir ametal atomun belirli stoikiyometrik oranlarda birleşmesiyle oluşurlar.



(a) Amorf SiO_2 – cam

(b) Kristal SiO_2 – kuvars

ATOMSAL YAPI TÜRLERİ

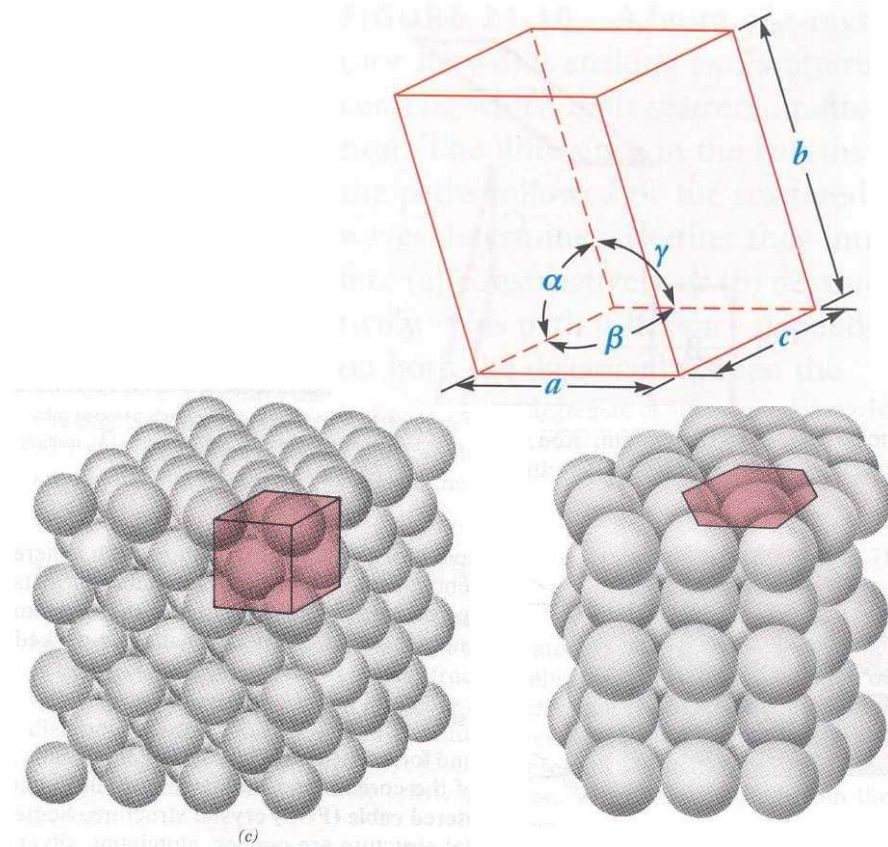


METALLERİN KRİSTAL YAPISI

Metallerin tümü, seramiklerin önemli kısmı ve bazı polimerler kısmen kristal yapıdadır.

Metal atomları üç boyutlu olarak düzenli bir diziliş meydana getirirler ki buna uzay kafesi denilir.

Üç boyutlu olarak tekrarlanan en küçük yapıya birim hücre (kafes) denilir.



ATOMSAL YAPI TÜRLERİ

METALLERİN KRİSTAL YAPISI

Kristal sistemi

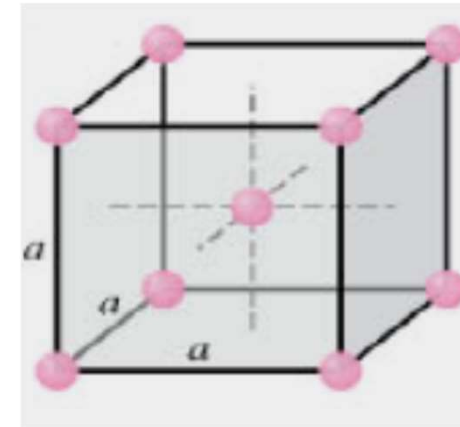
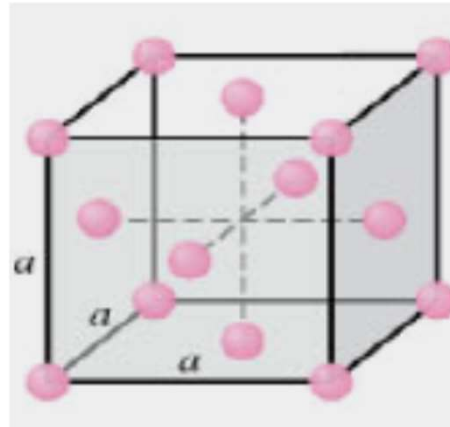
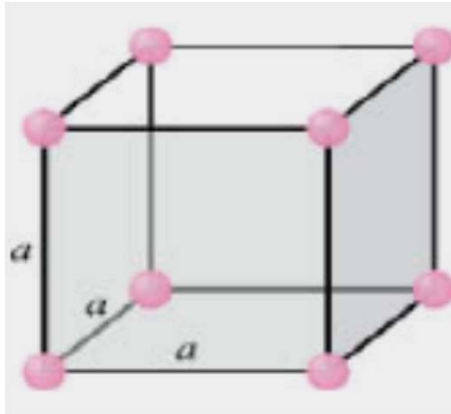
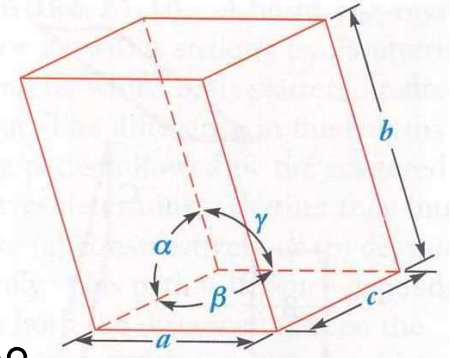
uzunlukları

Açıları

kübik

$$a = b = c$$

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



ATOMSAL YAPI TÜRLERİ



METALLERİN KRİSTAL YAPISI

Kristal sistemi

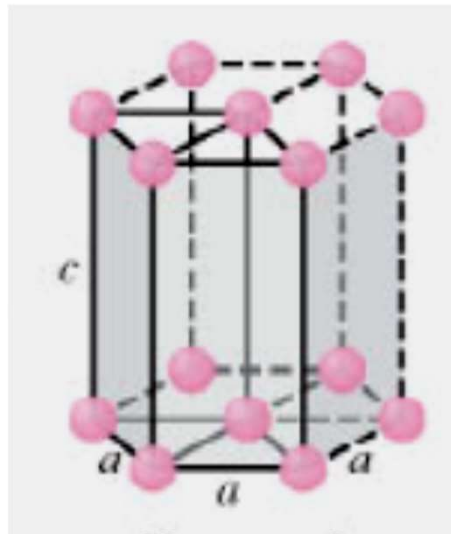
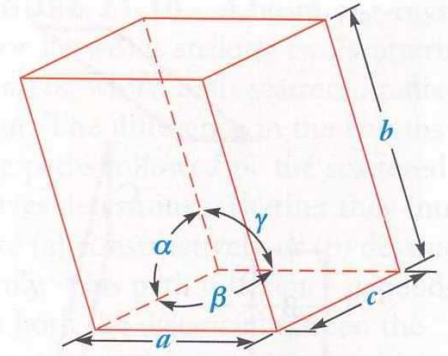
hekzagonal

uzunlukları

$$a = b \neq c$$

Açıları

$$\gamma = \beta = 90^\circ, \\ \alpha = 120^\circ$$



ATOMSAL YAPI TÜRLERİ

METALLERİN KRİSTAL YAPISI

Kristal sistemi

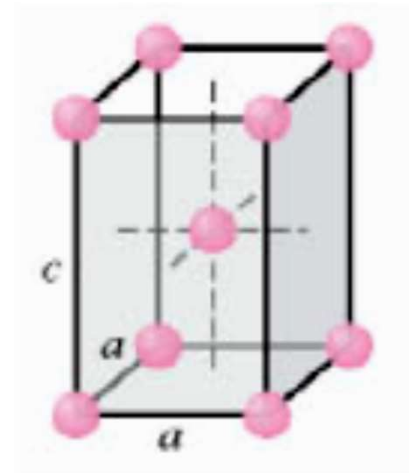
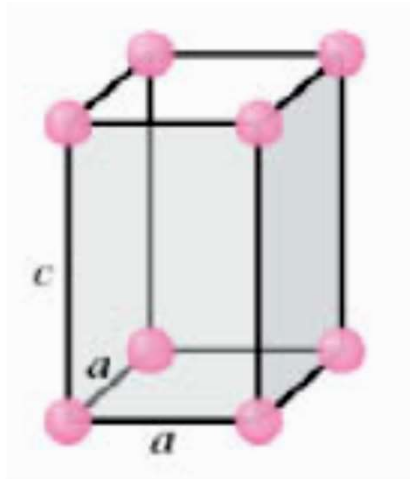
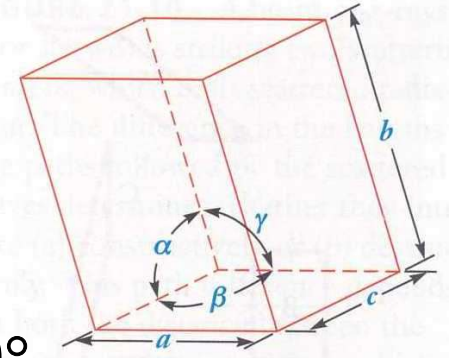
tetragonal

uzunlukları

$$a = b \neq c$$

Açıları

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



ATOMSAL YAPI TÜRLERİ

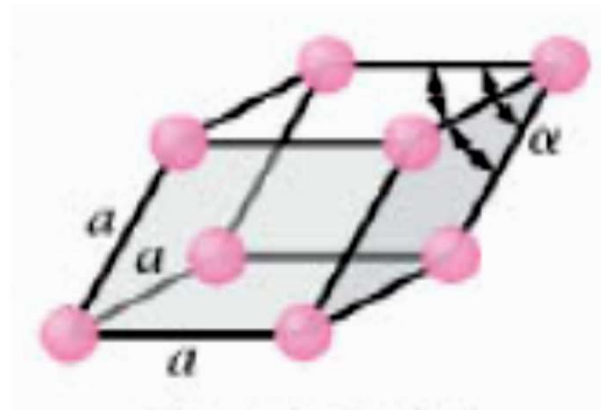
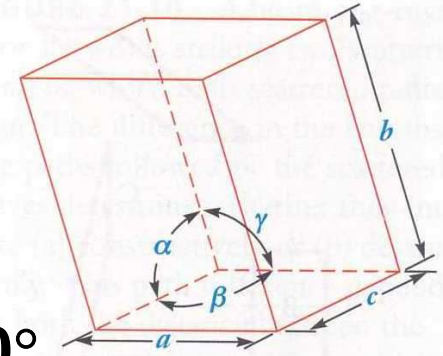


METALLERİN KRİSTAL YAPISI

Kristal sistemi
rombohedral

uzunlukları
 $a = b = c$

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



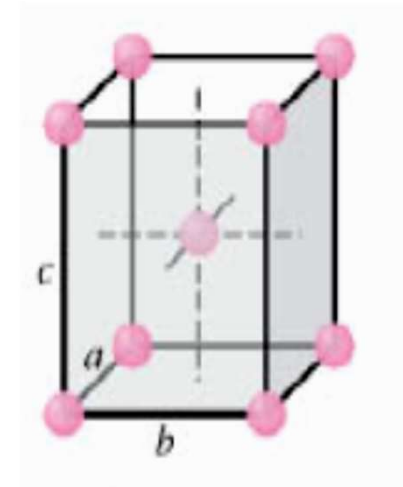
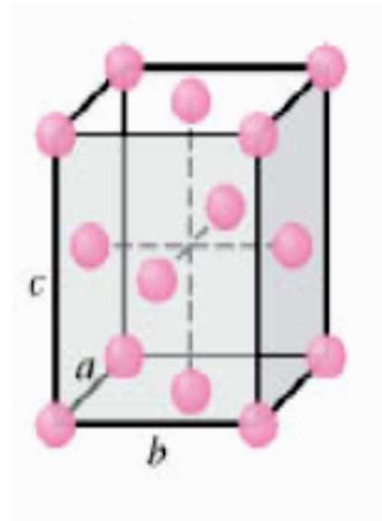
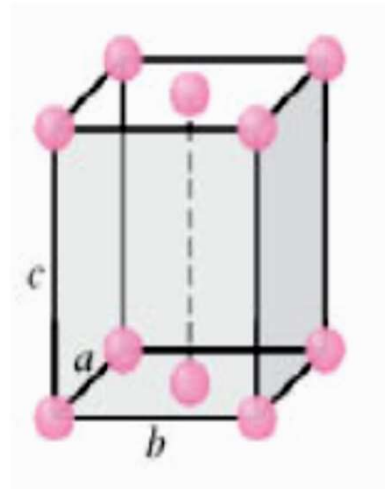
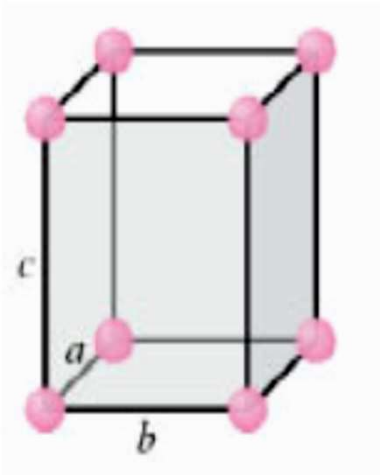
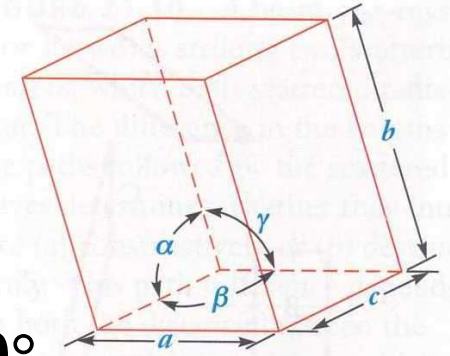
ATOMSAL YAPI TÜRLERİ

METALLERİN KRİSTAL YAPISI

Kristal sistemi
ortorombik

uzunlukları
 $a \neq b \neq c$

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



ATOMSAL YAPI TÜRLERİ



METALLERİN KRİSTAL YAPISI

Kristal sistemi

uzunlukları

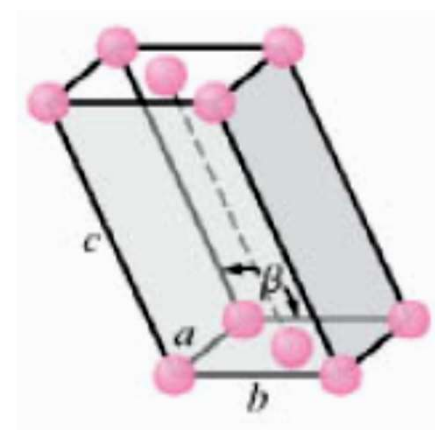
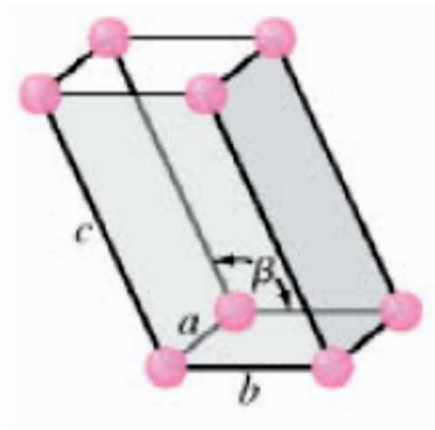
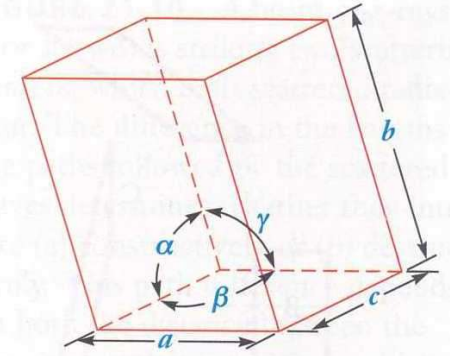
Açıları

monoklinik

$a \neq b \neq c$

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

$\gamma \neq 90^\circ$



ATOMSAL YAPI TÜRLERİ



METALLERİN KRİSTAL YAPISI

Kristal sistemi

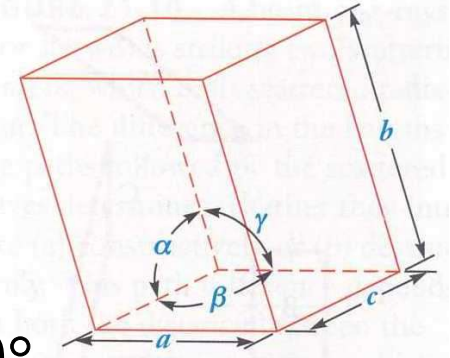
triklinik

uzunlukları

$a \neq b \neq c$

Açıları

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

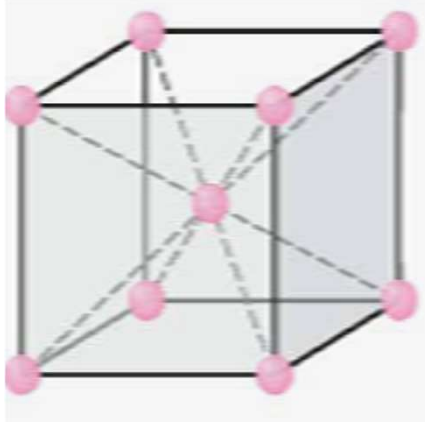


ATOMSAL YAPI TÜRLERİ

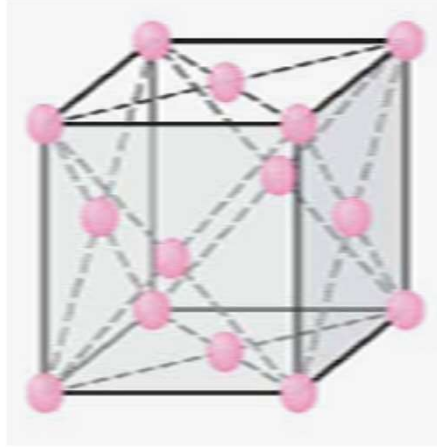


METALLERİN KRİSTAL YAPISI

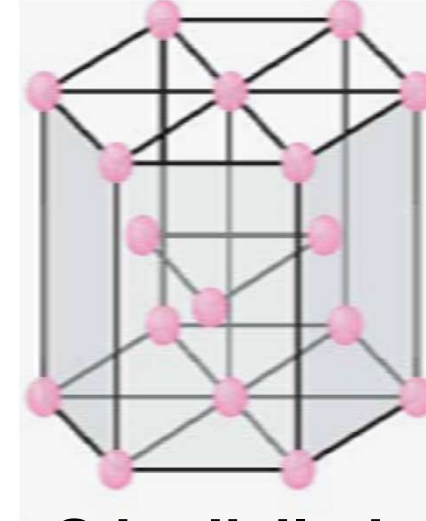
Yapı Malzemesi olarak kullanılan metallerin kristal yapıları daha çok **KÜBİK VE HEKZAGONAL** sisteme uymaktadır.



Hacim Merkezli
Kübik (hmk)



Yüzey Merkezli
Kübik (ymk)



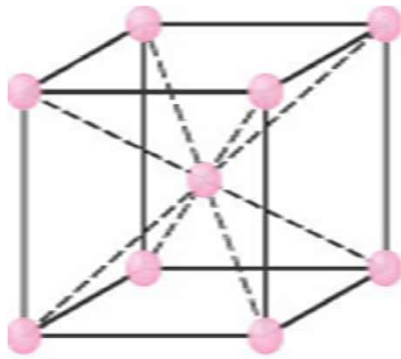
Sıkı dizilmiş
hekzogonal (sdk)

ATOMSAL YAPI TÜRLERİ

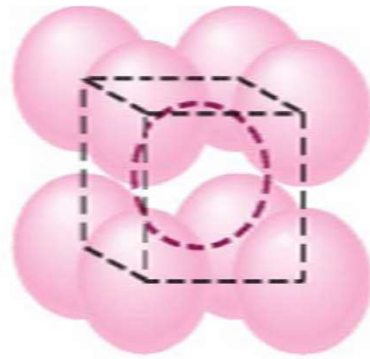


Hacim Merkezli Kübik (hmk)

Küpün tam merkezine bir atom ve köşelere de birer atom yerleşmiştir. Küp hacminin içinde kalan atom hacmi:



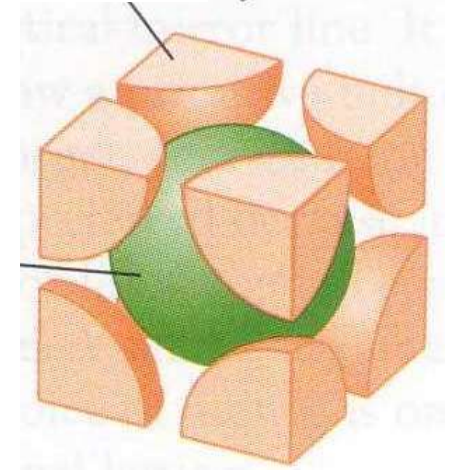
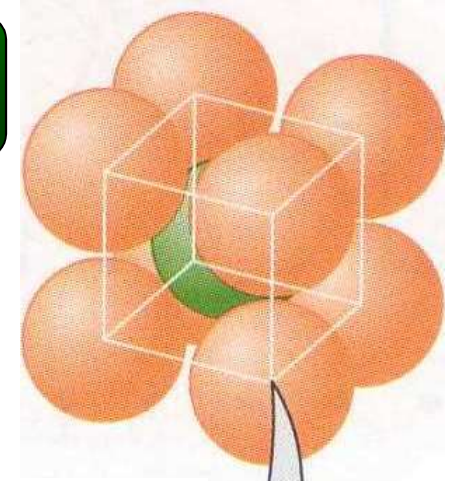
(a)



(b)



(c)

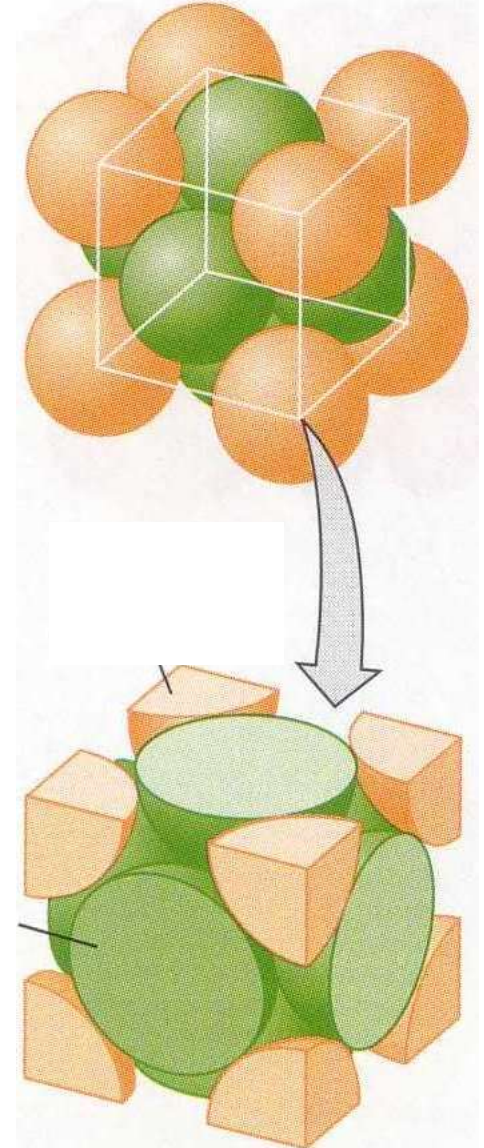
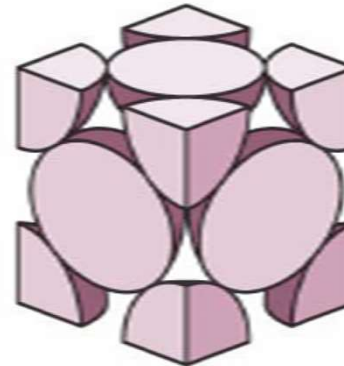
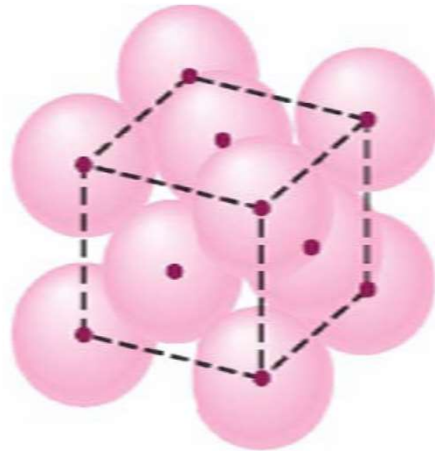
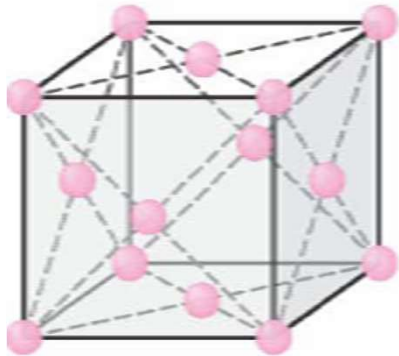


ATOMSAL YAPI TÜRLERİ



Yüzey Merkezli Kübik (ymk):

Küpün her köşesine birer atom ve her bir yüzeye de birer atom yerleşmiştir. Küp içinde kalan atom hacmi:

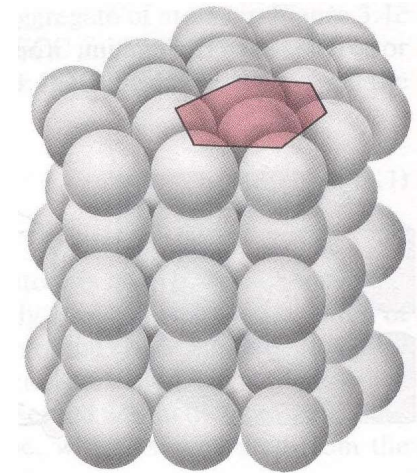
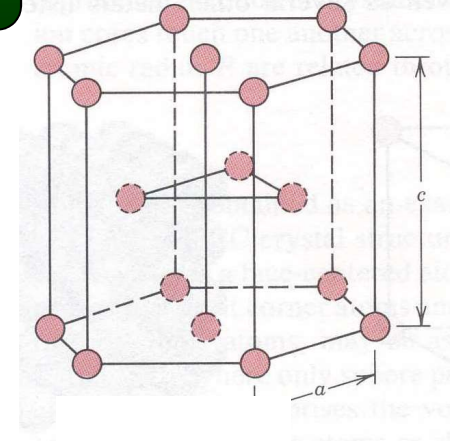


ATOMSAL YAPI TÜRLERİ



Sıkı Dizilmiş Hegzagonal (sdh):

Atomlar taban düzlemde altıgenin köşelerine ve bir tane de altıgenin tam ortasına yerleşmiştir. İki taban düzlemi arasında taban düzlemindeki üç atoma teğet olacak şekilde üç tane atom yerleşmiştir.



ATOMSAL YAPI TÜRLERİ



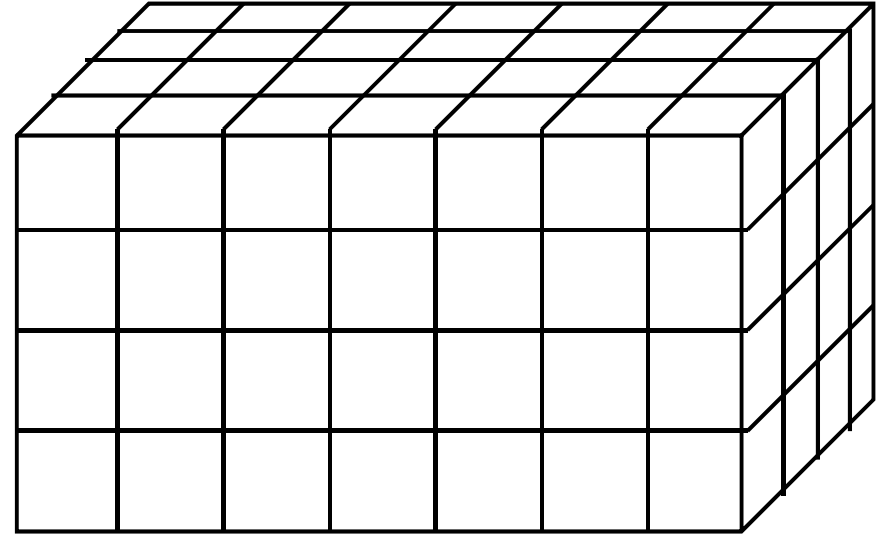
Bazı Metallerin Atom Yarıçapları ve Kristal Kafes Yapıları

Metal	Sembol	Atom yarıçapı 10^{-7} mm	a 10^{-7} mm	c 10^{-7} mm	Kristal yapısı
Alüminyum	Al	1,432	4,05		ymk
Krom	Cr	1,249	2,88		hmk
Mangan	Mn	1,12	8,93		kübik (kompleks)
Demir	α -Fe γ -Fe	1,241 1,265	2,87 3,59		hmk (911°C'nin altında) ymk (911-1392°C)
Kobalt	Co	1,253	2,51	4,09	sdh
Nikel	Ni	1,243	3,52		ymk
Bakır	Cu	1,278	3,62		ymk
Çinko	Zn	1,332	2,67	4,95	sdh
Molibden	Mo	1,363	3,15		hmk
Gümüş	Ag	1,444	4,09		ymk
Kalay	Sn	1,405			hm tetragonal
Antimon	Sb	1,452	4,5		rombohedral
Platin	Pt	1,387	3,92		ymk
Altın	Au	1,442	4,08		ymk
Kurşun	Pb	1,750	4,95		ymk

ATOMSAL YAPI TÜRLERİ



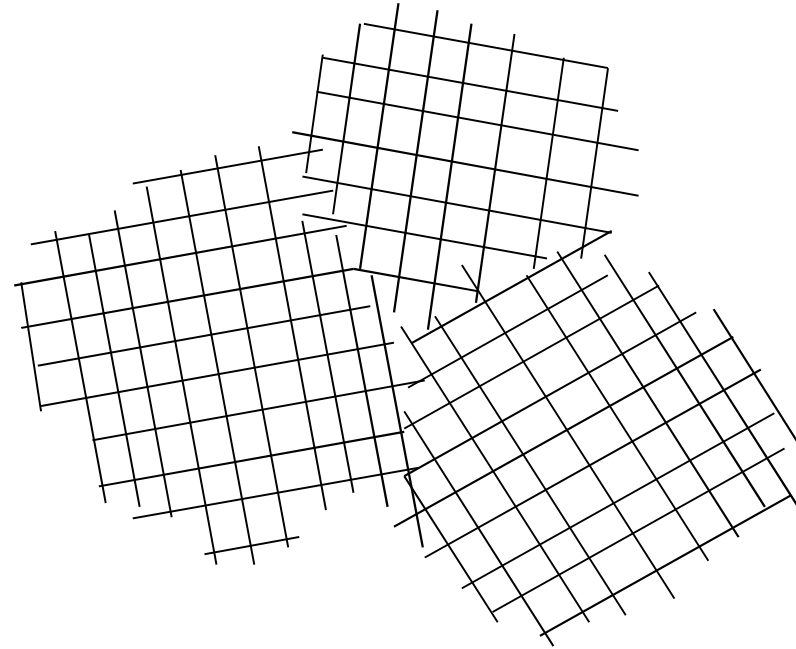
Tipik bir metal kristali 10^{18} birim hücrenin düzgün bir blok şeklinde düzenlenmesinden oluşabilir. Kusursuz bir kristal yapının herhangi iki hücrenin karşılıklı yüzleri her iki hücre için de ortak olur.



ATOMSAL YAPI TÜRLERİ



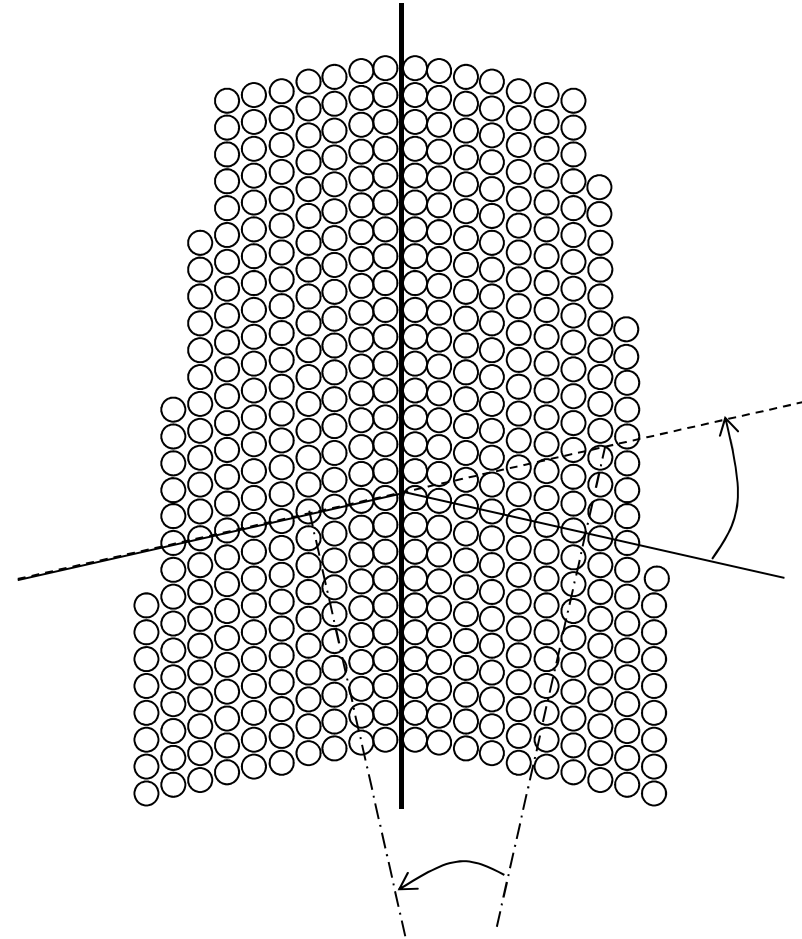
Metalik malzemelerin çoğu küçük kristal kümeciklerinden oluştuğundan **polikristal** adını alırlar. Bu kristal kümeciklerinin kristal yapısı da kendi içinde düzenlidir. Kristal kümeciklerinin ayrımını, bunların birim hücrelerinin değişik yönlerde dizilişinden anlayabiliriz.



ATOMSAL YAPI TÜRLERİ



Birleşen kristal kümecikleri arasında tane sınırı adı verilen atomik bir boşluk vardır. Bu bölgede belirli bir düzensizlik görülür. İnce yapılı bir metalik cismin kristal kümecikleri daha küçük yapılıdır. Bu nedenle kaba tane yapılı kristale kıyasla daha çok tane sınırı bulunmaktadır.



ATOMSAL YAPI TÜRLERİ

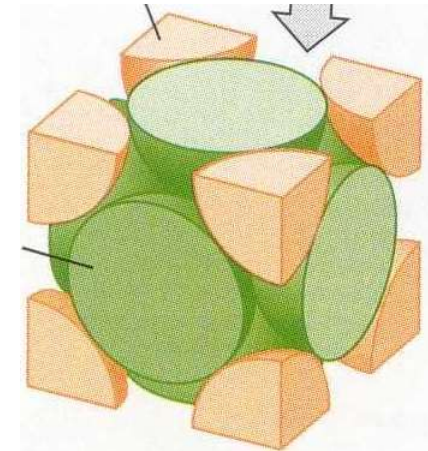
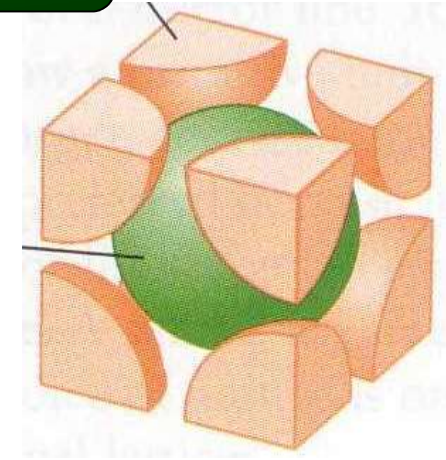


ALLOTROPİK DEĞİŞİM

Isı ve basıncın etkisiyle bazı cisimlerin kristal yapılarında değişimler olabilir.

Örneğin, demirin $0 - 910^{\circ}\text{C}$ de hacim merkezli kübik kristal yapısı var iken, $910^{\circ}\text{C} - 1400^{\circ}\text{C}$ arasında kristal yapısı yüzey merkezli kübik olur.

Bu tip kristal yapı değişimine **allotropik** değişim denir.



ATOMSAL YAPI TÜRLERİ



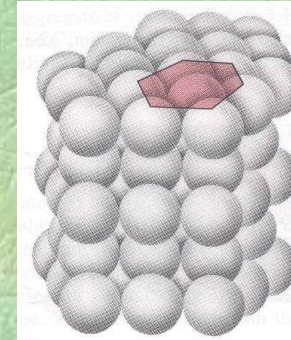
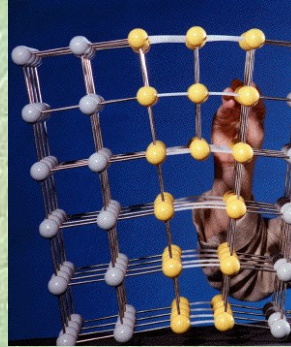
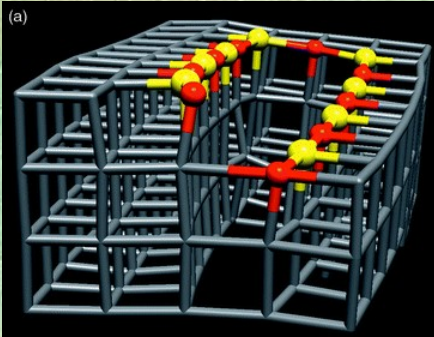
ANİZOTROPİ

Tekil kristal kümeciklerinin (monokristal) özellikleri kristal eksenlerine göre farklılıklar gösterir.

Monokristallerin yönler göre farklı davranış göstermesi nedeniyle; mekanik, fiziksel, kimyasal özellikleri, dış etkilerin, uygulama doğrultusuna bağlı olarak, farklı değerler alabilir.

Özelliklerin yönler göre farklılık göstermesine **anizotropi** denir.

METALLERDE ERGİME ve KRİSTALLEŞME



METALLERDE ERGİME ve KRİSTALLEŞME



- ✓ Her bir maddenin atomları devamlı titreşim yapar. Bu titreşim o maddenin sıcaklığını belirler.
- ✓ Sıcaklık yükseldikçe titreşim artar, düştükçe azalır. Mutlak sıfır sıcaklığında (-273°C) bütün atomların titreşimleri durur.
- ✓ Metallerin sıcaklığı arttıkça, atomların titreşimleri artar ve bu titreşimler atomlar arasındaki bağı zayıflatır.
- ✓ Titreşimlerin meydana getirdiği enerji, metal atomlarını birbirine bağlayan enerjiyi geçince ergime dediğimiz olay meydana gelir; yani metal sıvı hale geçer.

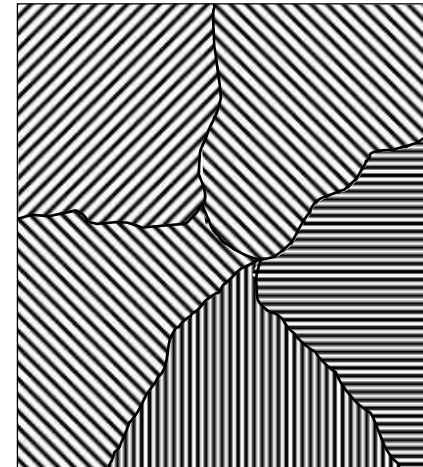
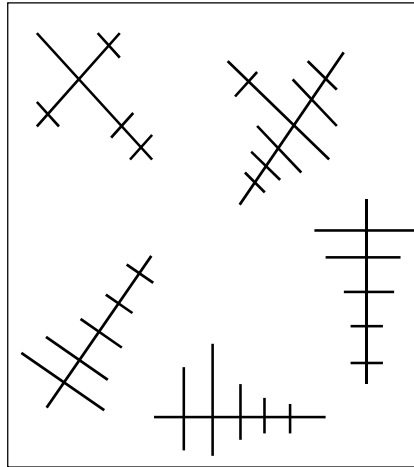
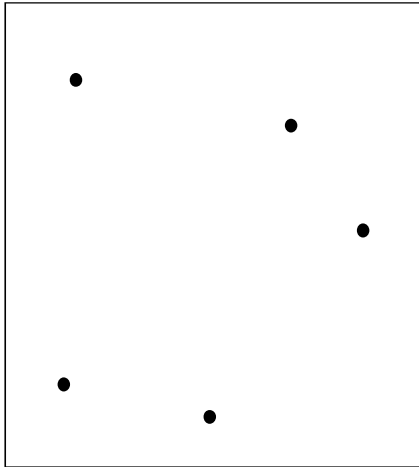
METALLERDE ERGİME ve KRİSTALLEŞME



✓ Ergimiş bir metalin sıvıdan katıya geçişinde meydana gelen kristalleşme iki safhada oluşur:

1. Çekirdek oluşumu

2. Kristal büyümesi.



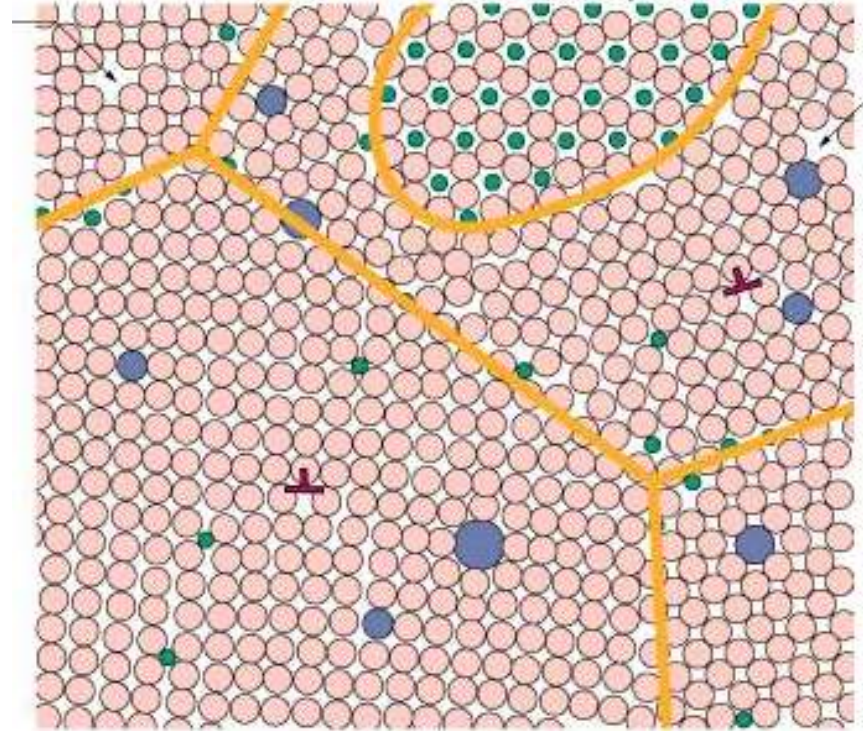
METALLERDE ERGİME ve KRİSTALLEŞME



TANE SINIRLARI

Katılaşma sırasında belirli düzlem grupları farklı yönlerde dizilir.

Bu dizilme gruplarına **tane sınırları** denir.



✓ Tek kristalli yapılarda tane grupları aynı yönde gelişir ve tane sınırları oluşmaz.

✓ Tane sınırları yüksek enerjilidir. (Yüzey gerilimi)

✓ Tane sınırları kimyasal reaksiyona girebildiği için üzerine dökülen kimyasallar ile tespit edilir.

METALLERDE ERGİME ve KRİSTALLEŞME



KRİSTAL HATALARI

✓ Nokta Hataları

✓ Çizgi Hataları

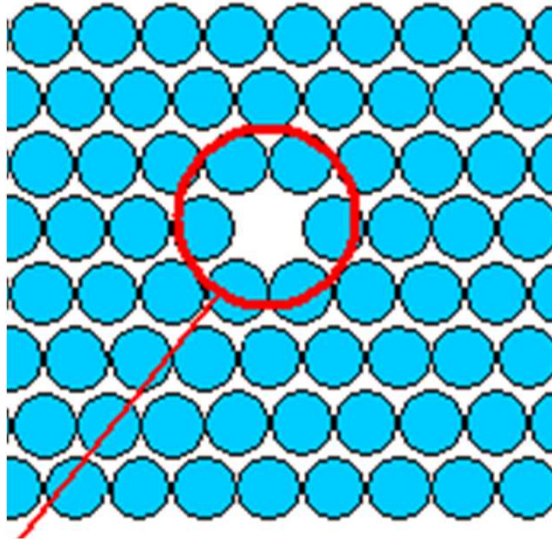
✓ Yüzeysel Hatalar

✓ Segregasyon

KRİSTAL HATALARI



✓ Nokta Hataları



Boş yer

✓ Boş Yer

✓ Boşyer: (Porozite)

Katılaşma sırasında büzülme, yeterli sıvı olmaması veya içeride gaz hapsolmesi nedenleri ile oluşur.

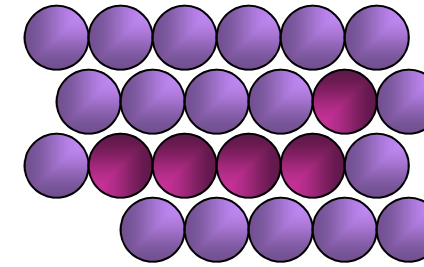
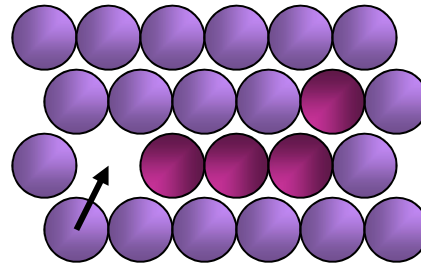
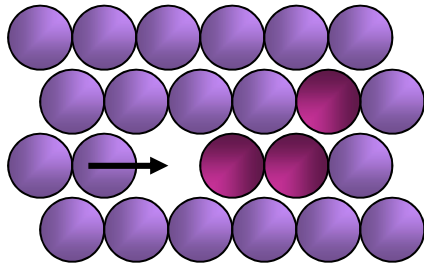
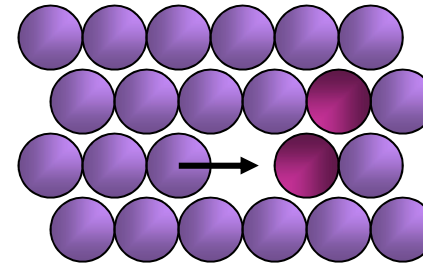
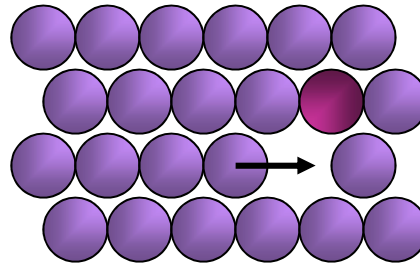
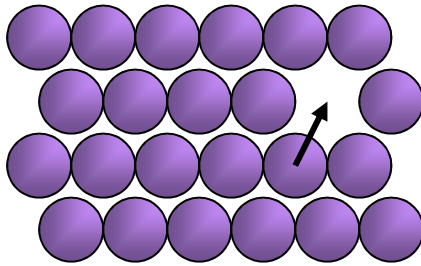
- ✓ Süreksizlik
- ✓ Kesitte daralma
- ✓ Mukavemet kaybı nedenidir.

KRİSTAL HATALARI



✓ Nokta Hataları

✓ Boş Yer

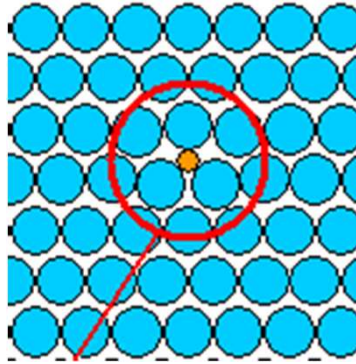


✓ Boşluklar atomların kristal içerisinde hareketlerini kolaylaştırır.

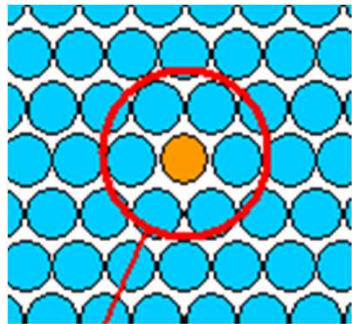
KRİSTAL HATALARI



✓ Nokta Hataları



Ara yer



Yer alan

✓ Ara Yer hataları

✓ Ara yer:

Her hangi bir kristalde esas atomların aralarındakilere daha küçük çaplı atomların yerleşmesi ile oluşur.

✓ Yer alan:

Her hangi bir kristalde esas atomların yerine başka atomların yerleşmesi ile oluşur.

KRİSTAL HATALARI

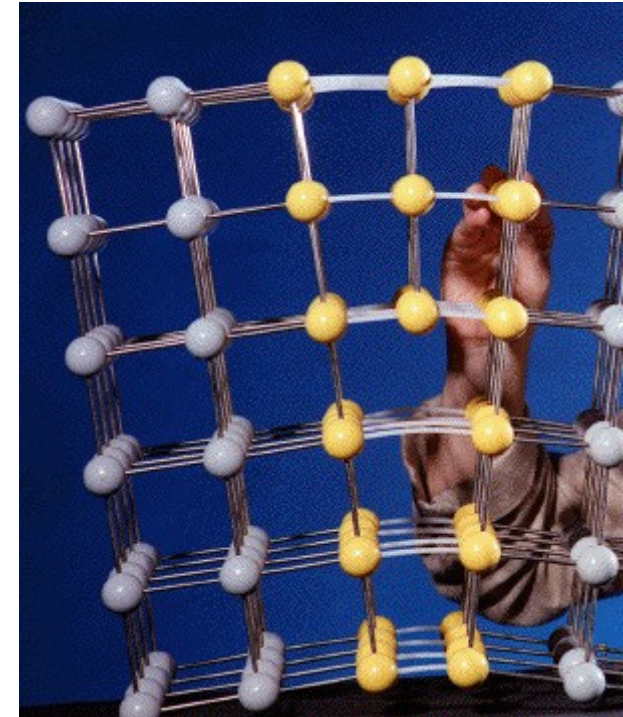


✓ Çizgi Hataları

- ✓ Atomların hatalı dizilişleri bir çizgi boyunca devam ederse çizgi hatası oluşur.

Çizgi hataları

- ✓ kenar dislokasyonu ve
- ✓ vida dislokasyonu olarak bilinir.



KRİSTAL HATALARI



✓ Çizgi Hataları

✓ Kenar Dislokasyonu

✓ Kenar dislokasyonu, kristal içinde sona eren bir düzlemin kenarıdır. İşareti $\perp$ şeklindedir.



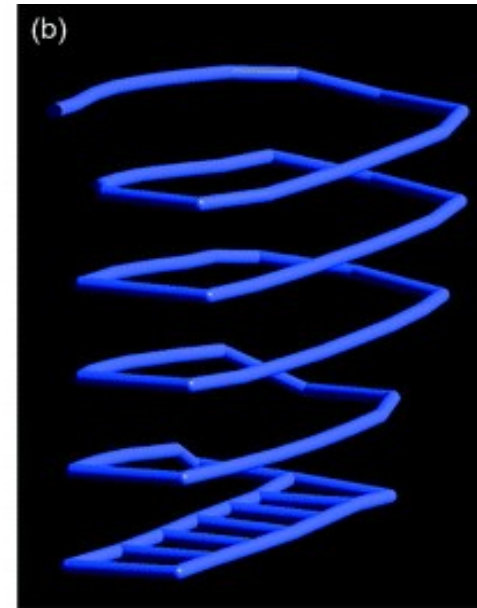
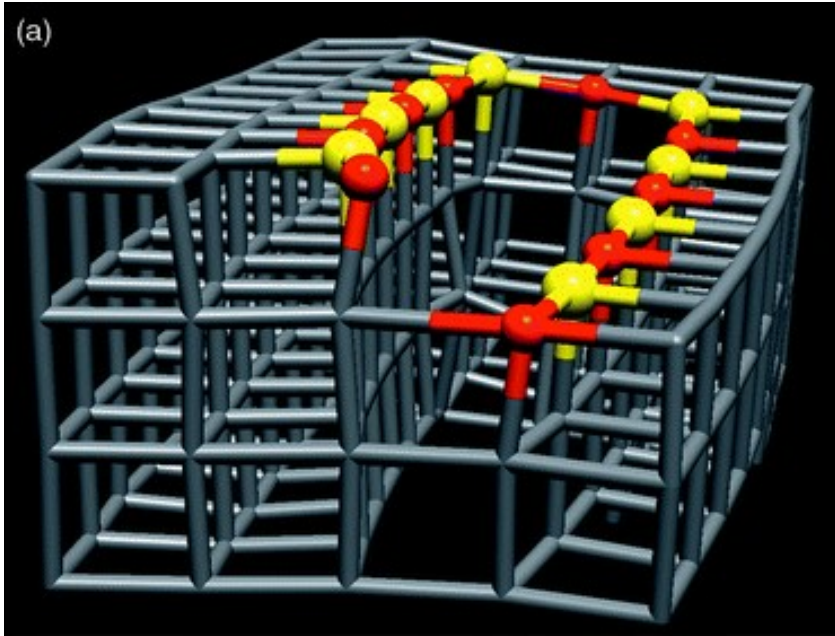
KRİSTAL HATALARI



✓ Çizgi Hataları

✓ Vida Dislokasyonu

- ✓ Vida dislokasyonunda ise, çizgi etrafındaki atomların dizilişi vidanın helisi gibidir.
- ✓ İşareti ↻ şeklindedir.

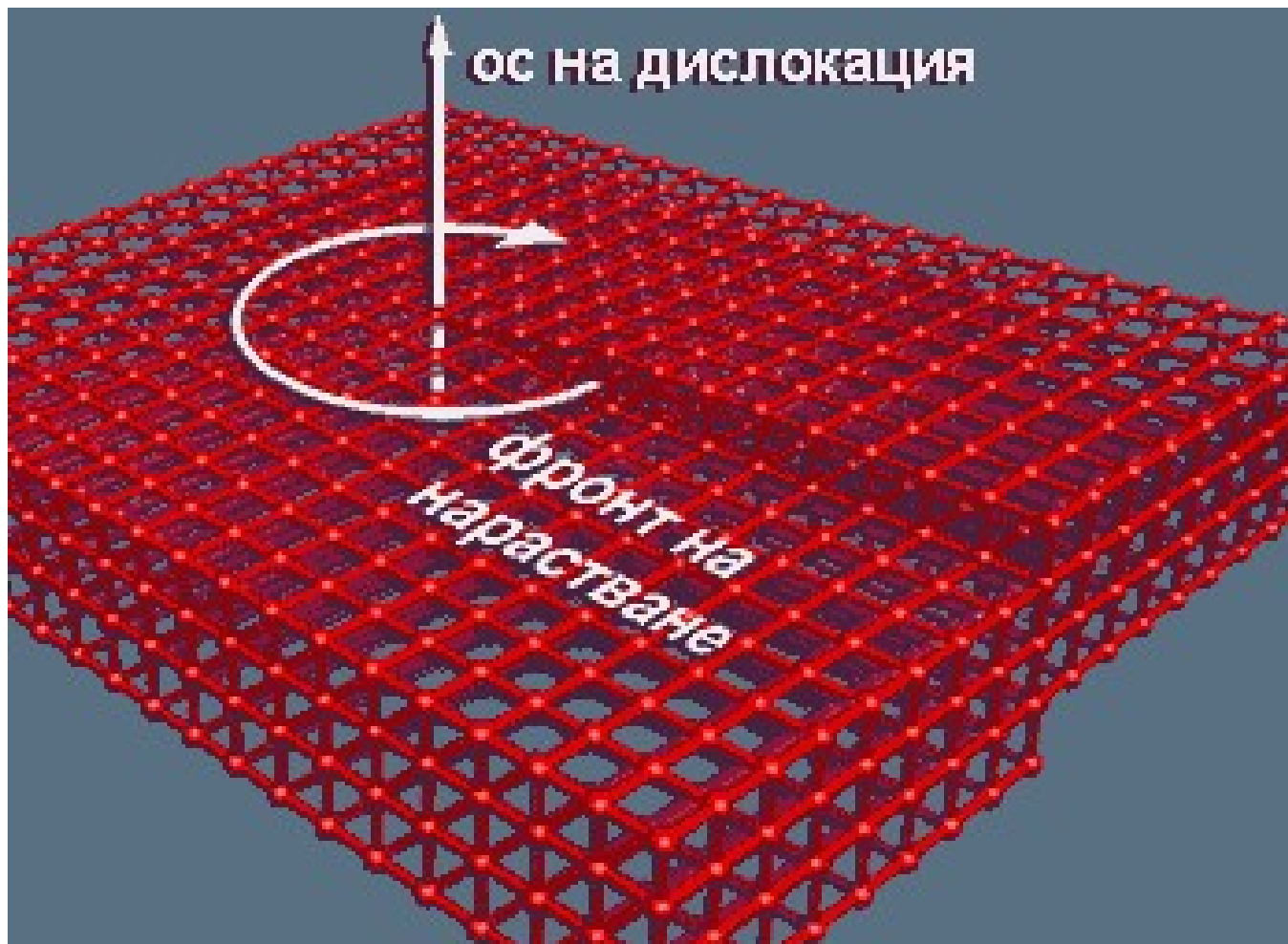


KRİSTAL HATALARI



✓ Çizgi Hataları

✓ Vida Dislokasyonu

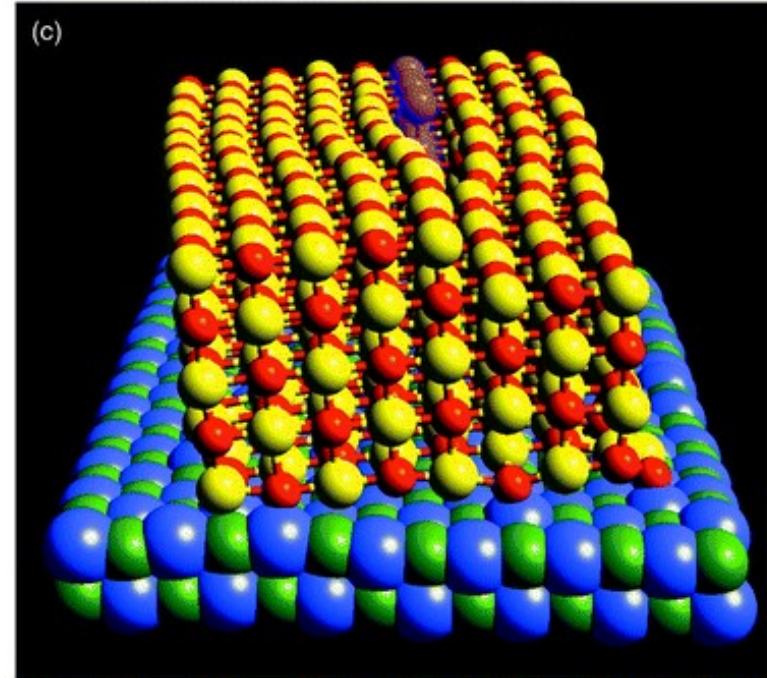


KRİSTAL HATALARI



✓ Çizgi Hataları

- ✓ Kenar ve vida dislokasyonları çoğu zaman beraber bulunurlar ki; buna **karişik dislokasyon** denilir.



- ✓ Dislokasyonlar, atomların denge mesafesini bozduğu için kristalin enerjisini artırır.

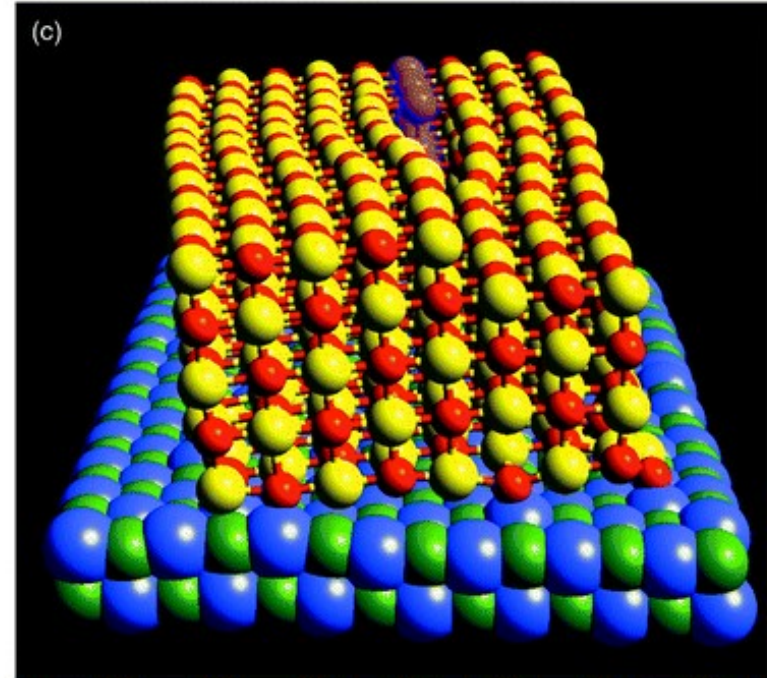
KRİSTAL HATALARI



✓ Çizgi Hataları

- ✓ **Dislokasyon yoğunluğu**
Birim hacimdeki
dislokasyon çizgilerinin
uzunluğu olarak verilir.

(mm / mm²)



KRİSTAL HATALARI



✓ Yüzeysel hatalar

✓ Dış Yüzey:

İç kısımdaki atomlar kendini çevreleyen atomlar ile denge durumunda olduğu halde, metalin dış yüzeye açılan atomlarında denge durumu bozulmuştur.

✓ Küçük Açılı Tane Sınırı:

Kenar dislokasyonları biri birinin üzerine sıralanması ile küçük açılı tane sınırları oluşur. İki boyutlu olan bu sınırlarda atomlar düzensiz yerleşirler

✓ Tane Sınırları:

Metal sıvı halden katı hale geçerken genellikle çok sayıda kristal tanesi oluşur. Katılaşma tamamlandığında tanelerin birleştiği yerlerde 2-3 atom kalınlığında düzensiz yerleşme oluşur

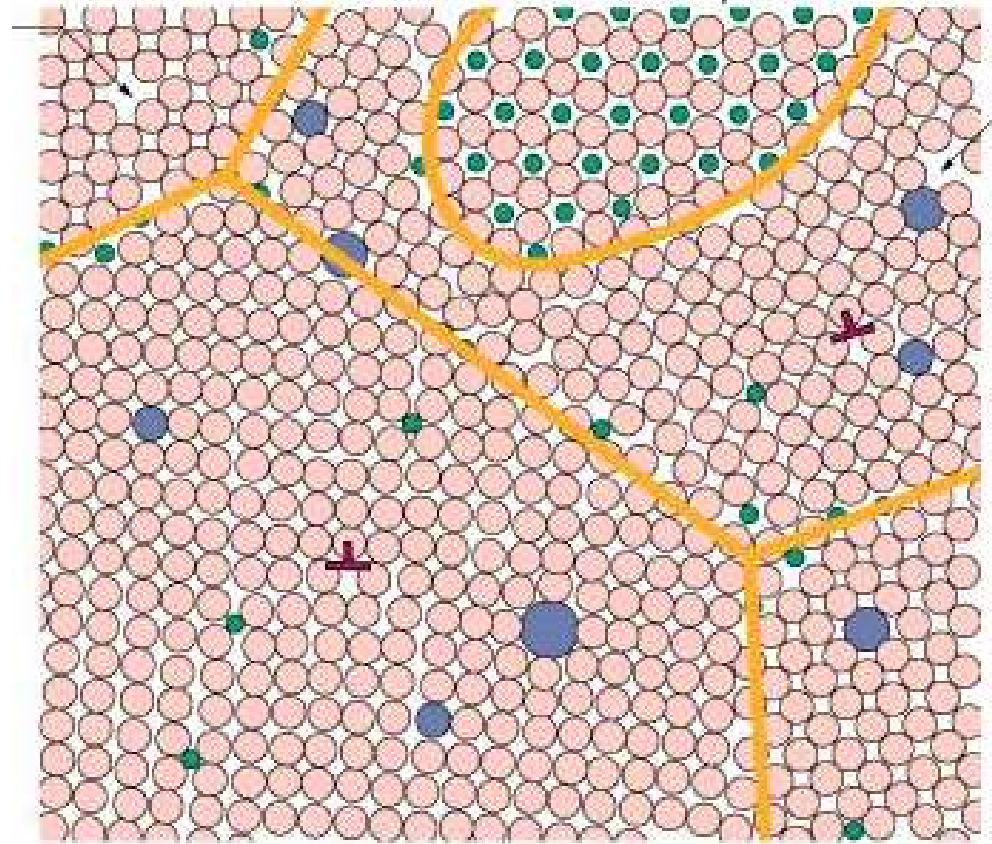
KRİSTAL HATALARI



✓ Segregasyon

- ✓ Katılma sırasında belirli malzemeler, belirli fazların, belirli bir yerde toplanması.

Makro ya da mikro olabilir.



Metalik Yapı Kontrolü ve Bozuklukları

- Bir metalik malzemenin yapısı gerekli kesme, parlatma gibi hazırlıklar yapıldıktan sonra mikroskopik olarak incelenebilir. Bu çalışmalar şu açılardan çok yararlıdır:
- 1) Metalik göçmelerin nedenini açıklayabilirler,
- 2) Metalin geçmişini öğrenerek uygun fabrikasyon işlemini ortaya çıkarırlar,
- 3) Isıl işlemlerin yeterlilik derecesini saptarlar,
- 4) Alaşımların geliştirilmesine yardımcı olabilirler,
- 5) Metal bileşenleri ve özellikleri kestirilebilir.

Metalik kristal kümelerindeki kusurlar şöylece sıralanabilir :

- Tane sınırı bölgeleri bozuklukları,
- Yabancı iyonların varlığı,
- Mikroskopik yapı kontrolü işlemleri (kesme, parlatma) sonucu meydana gelen bozukluklar,
- Fazla sıcaklık nedeniyle ortaya çıkan bazı iyonların konum bozuklukları,
- Dislokasyonlar (Bazı iyon sıra ve düzlemlerinin yanlış yerlerde bulunabilmesi),
- Mozaik yapı çarpıklıkları.



Dokuz Eylül Üniversitesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü



İNŞ2023 YAPI MALZEMESİ I

KATI ÇİSİMLERİN İÇ YAPISI

Dr. Öğr. Üyesi Çağlar YALÇINKAYA

www.caglaryalcinkaya.com