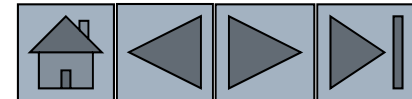


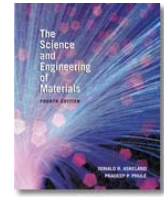
MALZEME BİLİMİ VE MÜHENDİSLİĞİ

Bölüm 2 – Atomik Yapı

Hazırlayanlar

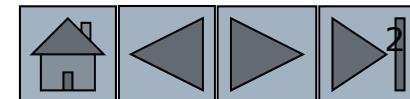
Prof. Dr. Gültekin Göller
Doç. Dr. Özgül Keleş
Araş. Gör. İpek Akın

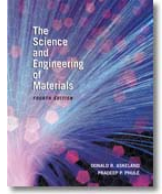




Bölüm 2. Hedefler

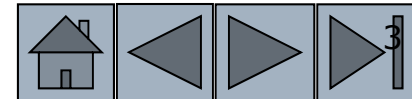
- Bu bölümün amacı yapının bağlı olduğu fiziksel kavramları tanımlamaktır.
- Atomların yapısı- bağlar-mühendislik malzemeleri arasındaki ilişkiyi irdelemektir.
- Yapıların değişik seviyeleri hakkında fikir sahibi olmaktır. Örnek: atomik yapı, nanoyapı, ve makroyapı.

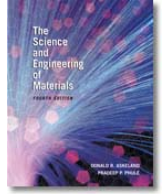




İçerik

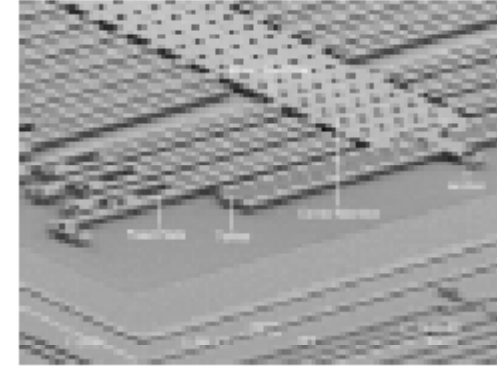
- 2.1 Malzemelerin Yapısı: Teknolojik İlgisi
- 2.2 Atomun Yapısı
- 2.3 Atomun Elektronik Yapısı
- 2.4 Periyodik Tablo
- 2.5 Atomik Bağlar
- 2.6 Bağ enerjisi ve Atomlar arası mesafe



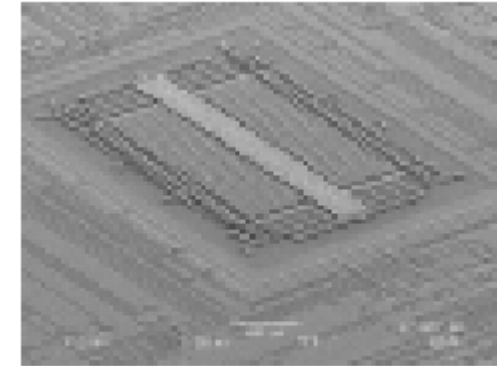


Bölüm 2.1. Malzemelerin Yapısı: Teknolojik İlg

- Nanoteknoloji
- Micro-elektro-mekanik (MEMS) sistemler-Hava yastığı (Airbag) sensörleri
- Nanoyapılar

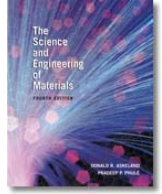


(a)



(b)

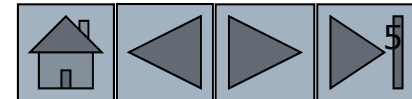
Şekil 2.1

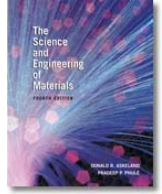


Malzemelerin Yapısı

Malzemelerin yapısı

- Atomik yapı
- Atomik düzen
- Mikroyapı
- Makro yapı olarak dört seviyede incelenir.





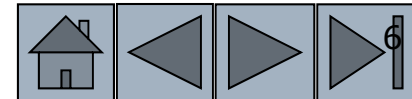
Malzemelerin Yapısı

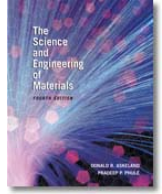
Atomik yapı

Atom en küçük partikül, görülmez ve bölünemez parça olarak tanımlanır.

Modern anlamda atomlar atom altı (subatomic) partiküllerden oluşur.

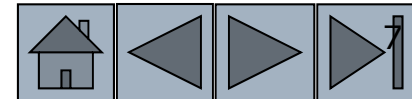
- elektronlar, negatif enerji yüklüdür, boyutları çok küçük olduğundan hali hazırda ölçülemez.
- protonlar, pozitif enerji yüklüdür. Elektronlardan 1836 kere daha büyüktürler.
- nötronlar, yüksüzdürler, protonlarla aynı büyüklükte dirler.

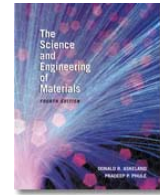




Malzemelerin Yapısı

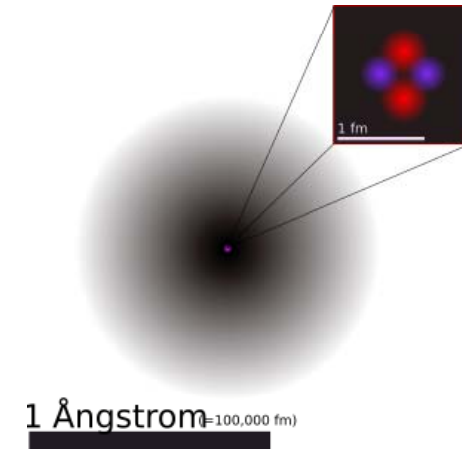
	Yük (C)	Kütle (g)
Elektron	1.60×10^{-19}	9.11×10^{-28}
Proton	1.60×10^{-19}	1.67×10^{-24}
Nötron	0	1.67×10^{-24}



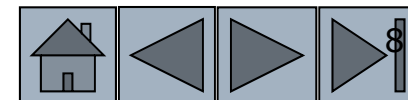


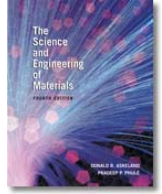
Malzemelerin Yapısı

- Atomik yapı
- Proton ve nötronlar atomun çekirdeğini oluştururlar ve genel olarak nükleus olarak tanımlanırlar. Elektronlar çekirdek etrafında büyük bir bulut oluşturarak yer alırlar.
 - Atomlar sub atomik partiküllerin sayılarına bağlı olarak değişirler.
 - Aynı elementin proton sayıları (atom numarası) aynı olabilir. Ancak nötron sayıları değişebilir. Nötron sayıları farklı olan aynı elementler izotoplara sahiptirler.
 - Atom çekirdeğindeki proton ve nötron sayısı nükleer füzyon veya fizyon ile değiştirilebilir. Bu yüksek enerjili sub atomik parçalarla yapıları bir element başka bir elemente dönüştürülebilir.



He elementinin atomik yapısı
Siyah bölge: elektron bulutu
Kırmızı daireler: protonlar
Mor daireler: nötronlar





Malzemelerin Yapısı

Atomik yapı

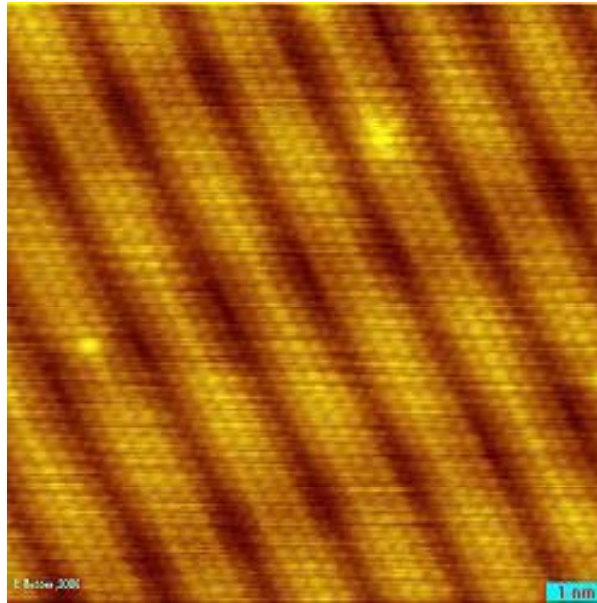
- Atomlar elektriksel olarak
- Nötr;
 - Proton sayısı = elektron sayısı
- İyon;
 - Proton sayısı > veya < elektron sayısı ise

Çekirdekten çok uzaktaki elektronlar yani başlarındaki diğer atomlara transfer olmak veya atomlar arasında paylaşılmaya eğilimlidir. Bu mekanizmaya "bağlanma" mekanizması denir.

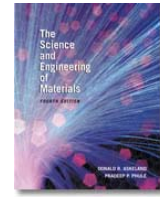
Atomlar bağ yaparak moleküllere ve kimyasal bileşiklere dönüşebilirler.

Malzemelerin Yapısı

Atomik yapı



Taramalı tünel mikroskobu Altın Au(100) yüzeyini göstermiştir.

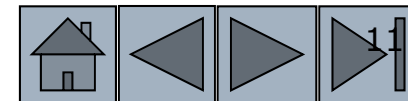


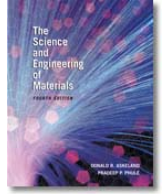
Malzemelerin Yapısı

Atomlar ve Büyük Patlama Teorisi

Büyük patlama sonrasında uzay genişlemiş ve sonrasında hemen bu genişleme yavaşlamış ve kuarks ve elektronlardan oluşan partiküller oluşmuştur. Bundan saniyenin bir milyonda bir zaman sonrasında kuarklar birleşerek protonları ve nötronları oluşturmuşlardır. Bundan 100lerce saniye sonra iki proton ve iki nötron oluşmuş iki elektronla bir araya gelerek Helyumu oluşturmuşlardır. Kalan protonlar bir elektronu alarak hidrojeni oluşturmuşlardır.

Atomun büyük patlama kronolojisi 380.000 000 000 yıl öncesine uzanır. Kozmik sıcaklık 3000K altına düşünce yeni olaylar başlamıştır. Yeterince soğuma sağlandıktan sonra çekirdeğin elektron alması mümkün olmuştur. Bu prosese tekrar bir araya gelme adı verilmiştir. Bu aşamada ilk nötral atom oluşmuş ve nötral hale gelen atom foton absorbe etmiştir. Büyük patlama sonunda ancak ilk yıldız oluşuktan sonra ağır elementler oluşmuştur.

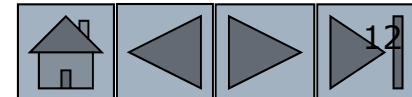


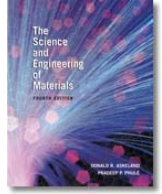


Malzemelerin Yapısı

Atom boyutu ile karşılaştırmalar

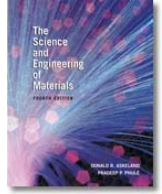
- Bir insan saçı genelde 12-20 mikrometre çapında ve yaklaşık olarak 1 milyon karbon atomu genişliğindedir.
- Bir damla su yaklaşık 2×10^{21} oksijen atomu ve iki katı kadar da hidrojen atomu içerir.
- [HIV](#) virüsü 800 karbon atomu genişliğinde ve 100 milyon atom içerir.
- [E. coli](#) bakterisi 100 milyar atom ve tipik insan hücresi 100 trilyon atom dan ibarettir.
- 12 gram kömürde yaklaşık 6×10^{23} adet atom vardır.





Bölüm 2.2. Atomun Yapısı

- **Atom numarası** atomdaki elektron veya proton sayısına eşittir.
- **Atom ağırlığı/kütlesi** atomdaki proton ve nötronların ortalamasına eşittir. Atomun Avogadro sayısının N_A kütlesine eşittir. $N_A=6.02 \times 10^{23}$ atom/ mol⁻¹.
- **Avogadro sayısı** elementin bir molündeki atomların veya moleküllerin sayısına eşittir.
- Atomik kütlenin birimi g/g.mol dur.
- Bir elementin **atomik kütle birimi** atomun kütlesinin karbon elementinin kütlesinin 1/12 si olarak bilinir.
- [askelandphulenotes-ch02printableturkcenot1.ppt](#)



Bölüm 2.2. Atomun Yapısı

Örnek

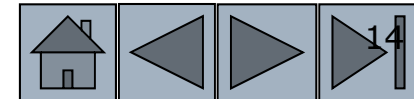
Nikel atomlarının %70 i 30 adet nötron içerirken kalan kısmında nötron sayısı 32 dir. Nikel in atom numarası 28 dir. Nikelin ortalama atom kütlesini hesaplayınız?

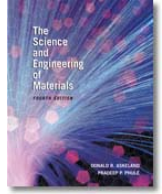
Çözüm

30 nötronlu Ni için atom kütlesi= $30+28=58\text{g/g.mol}$ Ni⁵⁸ izotopu

32 nötronlu Ni için atom kütlesi= $32+28=60\text{g/g.mol}$ Ni⁶⁰ izotopu

Nikelin atom kütlesi= $0.70 \times 58 + 0.30 \times 60 = 58.6\text{g/g.mol}$





Bölüm 2.2. Atomun Yapısı

Örnek

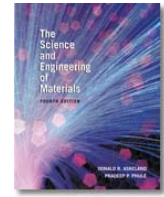
Nikel atomlarının %70 i 30 adet nötron içerirken kalan kısmında nötron sayısı 32 dir. Nikel in atom numarası 28 dir. Nikelin ortalama atom kütlesini hesaplayınız?

Çözüm

30 nötronlu Ni için atom kütlesi= $30+28=58\text{g/g.mol}$ Ni⁵⁸ izotopu

32 nötronlu Ni için atom kütlesi= $32+28=60\text{g/g.mol}$ Ni⁶⁰ izotopu

Nikelin atom kütlesi= $0.70 \times 58 + 0.30 \times 60 = 58.6\text{g/g.mol}$



Tablo 2.1 Yapıların seviyeleri

Yapıların seviyeleri

Teknolojilere örnekler

Atomik yapı

Elmas-kesici
takımların kenarları



Atomik düzenler:
(LRO)

Kurşun-Zirkonyum-titanat
Uzun Düzenler [$Pb(Zr_x Ti_{1-x})$
veya *PZT*]

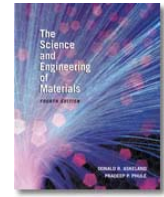


Atomic Arrangements:
Kısa düzenler
(SRO)

Amorf silika- fiber
optik iletişim endüstrisi



Şekil 2.2 – 2.4



Yapıların seviyeleri

Teknolojilere Örnekler

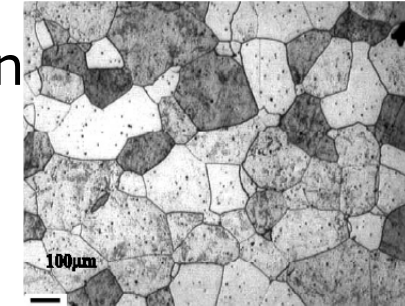
Nanoyapılar

Demir oksidin nano boyutlu partikülleri- ferrofluids



Mikroyapı

Metal ve alaşımların mekanik mukavemetleri

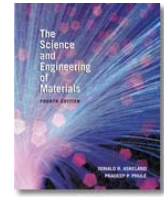


Makroyapı

Korozyon direnci için kullanılan otomobil boyaları



Şekil 2.5 – 2.7



Gümüşün atom numarasının hesaplanması

100 g daki gümüş atomlarının sayılarını hesaplayınız.

Örnek 2.1 ÇÖZÜM

$$\begin{aligned} \text{Gümüş atomlarının sayısı} &= \frac{(100 \text{ g})(6.023 \times 10^{23} \text{ atoms/mol})}{(107.868 \text{ g/mol})} \\ &= 5.58 \times 10^{23} \text{ atom} \end{aligned}$$

Gümüş atom ağırlığı: 107.868 g/mol



Bilgi Saklama Amaçlı Kullanılan Nano Demir-Platin Partikülleri

Bilimadamları bilgi saklama amaçlı olarak Fe-Pt nano partikülleri kullanarak yüksek yoğunluklu bilgi saklamanın gerçekleşebileceğini öngörmektedirler.

Bu partiküllerden oluşan kümelerin şu an kullanılan bilgisayar hard disklerinden 10 ila 100 kat daha yüksek kapasiteli olacağı öngörülmektedir.

Bilimadamlarının düşündüğü Fe partiküllerinin 3 nm çapında olduğu düşünülürse bir partiküldeki atom sayısı kaç olacaktır?



ÇÖZÜM

Partikülün yarıçapı 1.5 nm.

Her bir demir magnetik nano-partikülün hacmi

$$= (4/3)\pi(1.5 \times 10^{-7} \text{ cm})^3$$

$$= 1.4137 \times 10^{-20} \text{ cm}^3$$

Demirin yoğunluğu = 7.8 g/cm³. Demirin atom ağırlığı ise 56 g/mol.

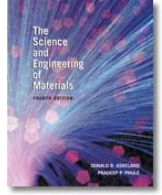
Tek demir nano-partikülün ağırlığı

$$= 7.8 \text{ g/cm}^3 \times 1.4137 \times 10^{-20} \text{ cm}^3$$

$$= 1.102 \times 10^{-19} \text{ g.}$$

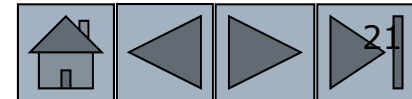
Bir mol demir veya 56 g Fe 6.023×10^{23} atom içerir. Bu yüzden, bir Fe nano partikülünde 1186 adet atom vardır.

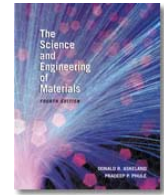
Silisyum Kristalindeki Dopant Konsantrasyonu



Silisyum tek kristali bilgisayar çiplerinde yoğun olarak kullanılmaktadır. Silisyum içindeki silisyum atom konsantrasyonunu hesapla veya silisyumun birim hacmine düşen atom sayısını hesapla. Silisyum tek kristal üretimi esnasında elektrik iletkenliğini ve diğer elektriksel özelliklerini geliştirmek amaçlı silisyuma diğer elementler (dopant) olarak eklenirler.

Fosfor (P) silisyum kristalini n -tipi yarı iletken yapmak amaçlı eklenir. Farzedelimki silisyum kristali için gerekli P atomlarının gerekli konsantrasyonu 10^{17} atoms/cm³. Silisyumdaki atomların konsantrasyonunu ve P atomlarının konsantrasyonunu karşılaştır. Teknolojik görüşle bu sayıların anlamı nedir açıkla? Silisyumun yoğunluğu 2.33 g/cm³ olarak verilmiştir.





Örnek 2.3 ÇÖZÜM

Silisyumun kütlesi/atom ağırlığı = 28.09 g/mol.

28.09 g silisyum 6.023×10^{23} atom ihtiva eder.

Bu yüzden 2.33 g silisyum

28.09 6.02×10^{23} atom

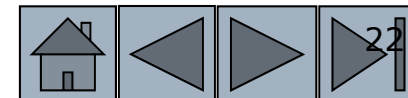
2.33 x

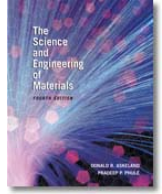
$$X = (2.33 \text{ g/cm}^3 \times 6.023 \times 10^{23} \text{ atom} / 28.09 \text{ g/mol})$$

$$X = 4.99 \times 10^{22} \text{ atom.}$$

1 cm³ Si kütlesi 2.33 g.

Bu yüzden, saf silisyumda silisyum atomlarının konsantrasyonu $\sim 5 \times 10^{22}$ atom/cm³.





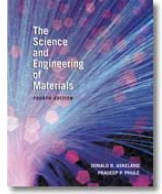
Örnek 2.3 ÇÖZÜM (devam)

Silisyum ve eklenecek atomların karşılaştırması: P eklendiğinde hacimdeki atom sayısı 10^{17} atom/cm³,

Oran :

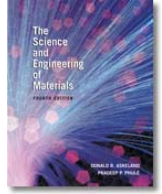
$$(5 \times 10^{22}) / (10^{17}) = 5 \times 10^5.$$

Bu da 500000 atomdan sadece birisinin P olduğunu gösterir. Yani 500000 portakalda 1 elma anlamına gelir.



Bölüm 2.3. Atomun Elektronik Yapısı

- Atomik fizik ve kuantum kimyasında elektronların konfigürasyonu elektronların atomda, molekül veya diğer fiziksel yapılarda (kristallerde)düzenlenmesi anlamındadır.
- Değişik atomlarda atomların düzeni periyodik tablonun anlaşılmasında, molekülleri bir arada tutan kimyasal bağların anlaşılmasında yararlıdır.
- Elektronlar atom içerisinde değişik enerji seviyelerini işgal ederler.
- Bir elektronda iki elektrondan fazlası aynı enerji seviyesine sahip olamaz.

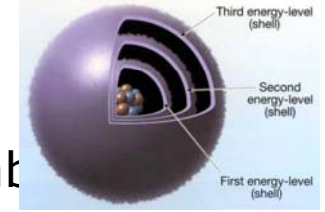
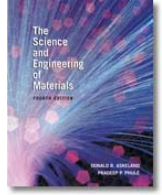


Bölüm 2.3 Atomun Elektronik Yapısı

- Kuantum sayıları
- Elektronların enerji seviyelerini gösteren sayılardır
 - 4 adet kuantum sayısı mevcuttur.
 - Temel kuantum sayısı, n
 - Yan kuantum sayısı, l
 - Manyetik kuantum sayısı, m_l
 - Spin kuantum sayısı, s

İlk 3 adedi tam sayı olup elektronun bulunduğu atomik yörüngenin özelliklerini gösterir.

Bölüm 2.3 Atomun Elektronik Yapısı



□ Temel kuantum sayısı, n

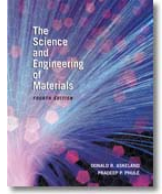
Elektronun ait olduğu veya bulunduğu kuantum katı gösterir.

Bohr kuantum kuramında olduğu gibi n ; 1, 2, 3, ... değerleri alabilir.

Sayıların yanısıra tabakaları göstermek için harflerde kullanılır.

$n = 1$ ise bu birinci enerji seviyesini, $n = 2$ ise ikinci enerji seviyesini gösterir.

Baş Kuantum Sayısı (n):	1	2	3	4	5	...
Tabakaları Gösteren Harfler :	K	L	M	N	O	...



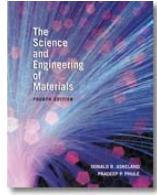
Bölüm 2.3 Atomun Elektronik Yapısı

□ Yan kuantum sayısı, l

- Her bir kuantum kabuğundaki enerji seviyelerinin sayısını gösterir.
- Baş kuantum sayısı ile tanımlanmış enerji seviyelerinden daha alt enerji seviyelerini içerirler. Bir enerji seviyesindeki alt enerji seviyelerinin sayısı $n-1$ dir.
- $n=1$ ise $l=n-1$
 $l=1-1=0$ dır. Yani bir alt seviyesi yoktur.
- $n=2$ için $l=1$ dir. $l=0$ ve $l=1$ olmak üzere iki yan kuantum sayısı vardır.

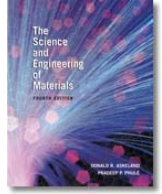
Yan kuantum sayıları da harflerle gösterilir.

Yan Kuantum sayısı (l)	0	1	2	3	4	...
Alt Tabakaları Gösteren Harfler :	s	p	d	f	g	...



Bölüm 2.3 Atomun Elektronik Yapısı

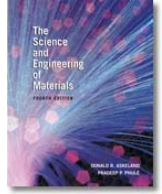
- ❑ Magnetik kuantum sayısı, m_l
 - ❑ Her bir yan kuantum sayısı için enerji seviyelerinin veya orbitallerin sayısını gösterir.
 - ❑ Her bir l için toplam magnetik kuantum sayısı
 - ❑ $2l+1$ ile hesaplanır.
 - ❑ Magnetik kuantum sayılarının değerleri $-l$ ile $+l$ arasında değişir.
 - ❑ Örneğin $l=2$ için
$$m_l = 2l + 1$$
$$m_l = 2 \times (2) + 1$$
$$m_l = 5$$
Değerleri ise $-2, -1, 0, +1, +2$ dir.



Bölüm 2.3 Atomun Elektronik Yapısı

- Spin kuantum sayısı, m_s
 - Elektronun kendi eksenini etrafında dönmesi sonucu ortaya çıkar ve dönme hareketinin iki yönlü olması nedeniyle iki değer alır. $m_s = -1/2$ ve $m_s = +1/2$.

Atom spektrumlarında görülen incelikli çizgileri açıklamak üzere önerilmiş ve O. Stern ve W. Gerlach tarafından deneysel olarak gümüş metal buharı ince demet halinde güçlü bir manyetik alandan geçirilerek kanıtlanmıştır. Deney sonunda manyetik alandan geçen gümüş atomlarının iki yöne ayrıldıkları gözlenmiştir. Gümüş atomu son yörüngesinde bir adet elektron bulundurur. Dönen yüklü tanecik manyetik özellik göstermiş ve elektron küçük mıknatıs gibi davranmıştır.



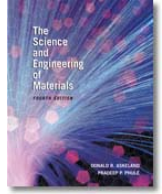
Bölüm 2.3 Atomun Elektronik Yapısı

□ Pauli Prensibi

Bir atomda herhangi iki atomun kuantum sayıları birbirinin aynı olamaz.

Örneğin bir yörüngede n, l, m_l birbirinin aynı olabilir ancak bu yörüneye girecek elektronun m_s i farklıdır. Birinin m_s değeri $+1/2$ iken diğeri $-1/2$ olmak zorundadır.

Bu herhangi bir yörüngedeki elektron sayısının ancak iki olacağını göstermektedir.



Bölüm 2.3 Atomun Elektronik Yapısı

❑ Örnek

Bir atomun L kabuğundaki maksimum elektron sayısını hesaplayınız?

❑ Çözüm

L kabuğu $n=2$ anlamındadır.

$l=n-1$ ise $l=1$ dir. Yani $l=0$, $l=1$, veya s, p seviyeleri

$$m_l = 2l + 1$$

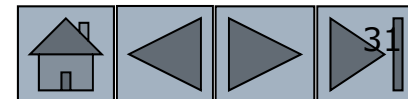
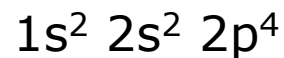
s seviyesi, $l=0$, $m_l = 2(0) + 1 = 1$ yani $m_l = 0$, $m_s = +1/2$ ve $-1/2$

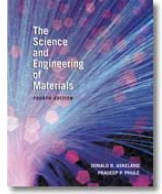
p seviyesi, $l=1$, $m_l = 2(1) + 1 = 3$ yani $m_l = -1, m_s = +1/2$ ve $-1/2$

$m_l = 0$, $m_s = +1/2$ ve $-1/2$

$m_l = 1$, $m_s = +1/2$ ve $-1/2$

Toplam 4 orbital ve 8 elektron vardır.

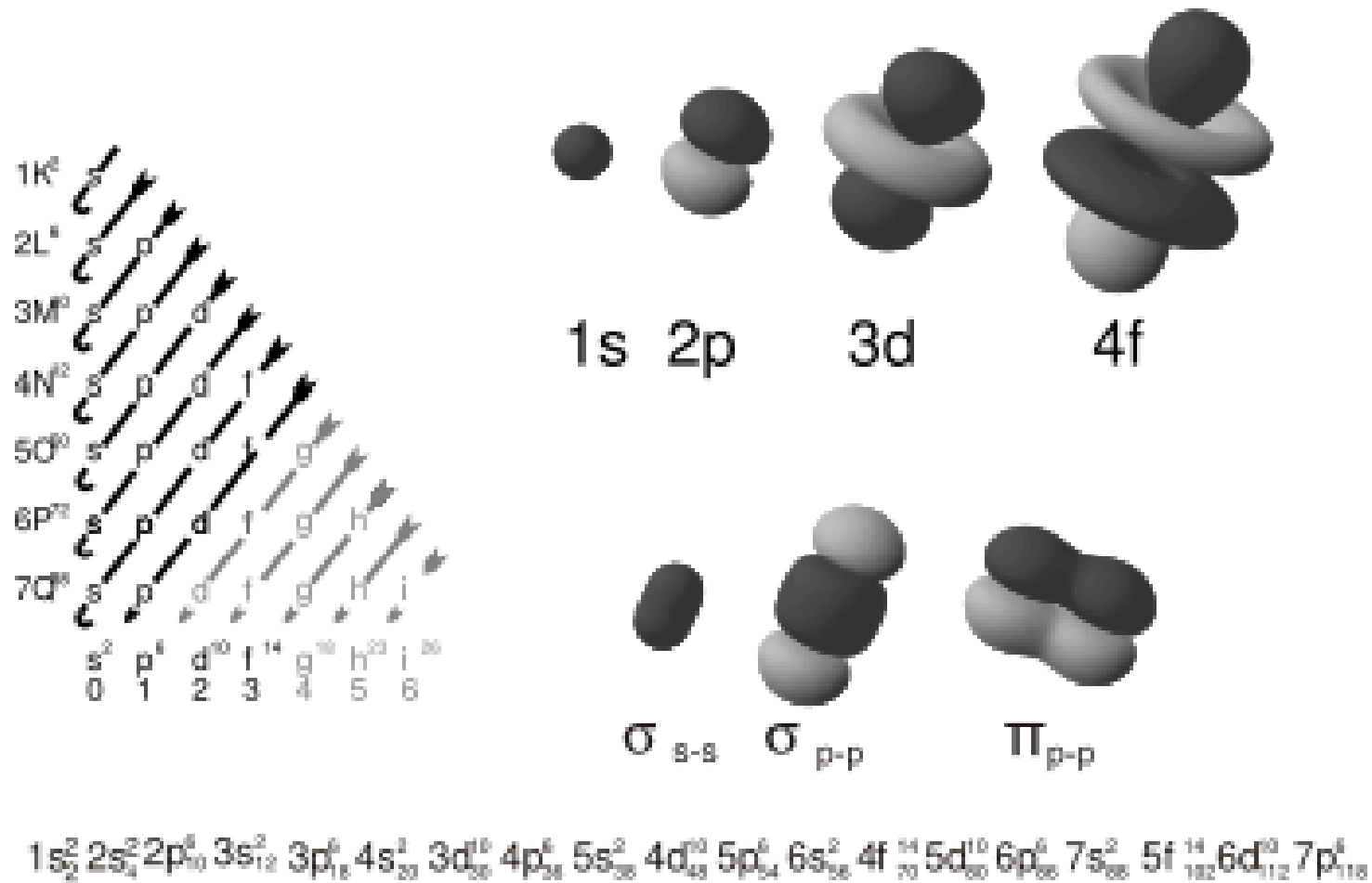


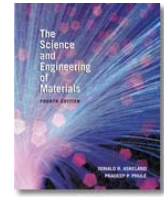


Bölüm 2.3 Atomun Elektronik Yapısı

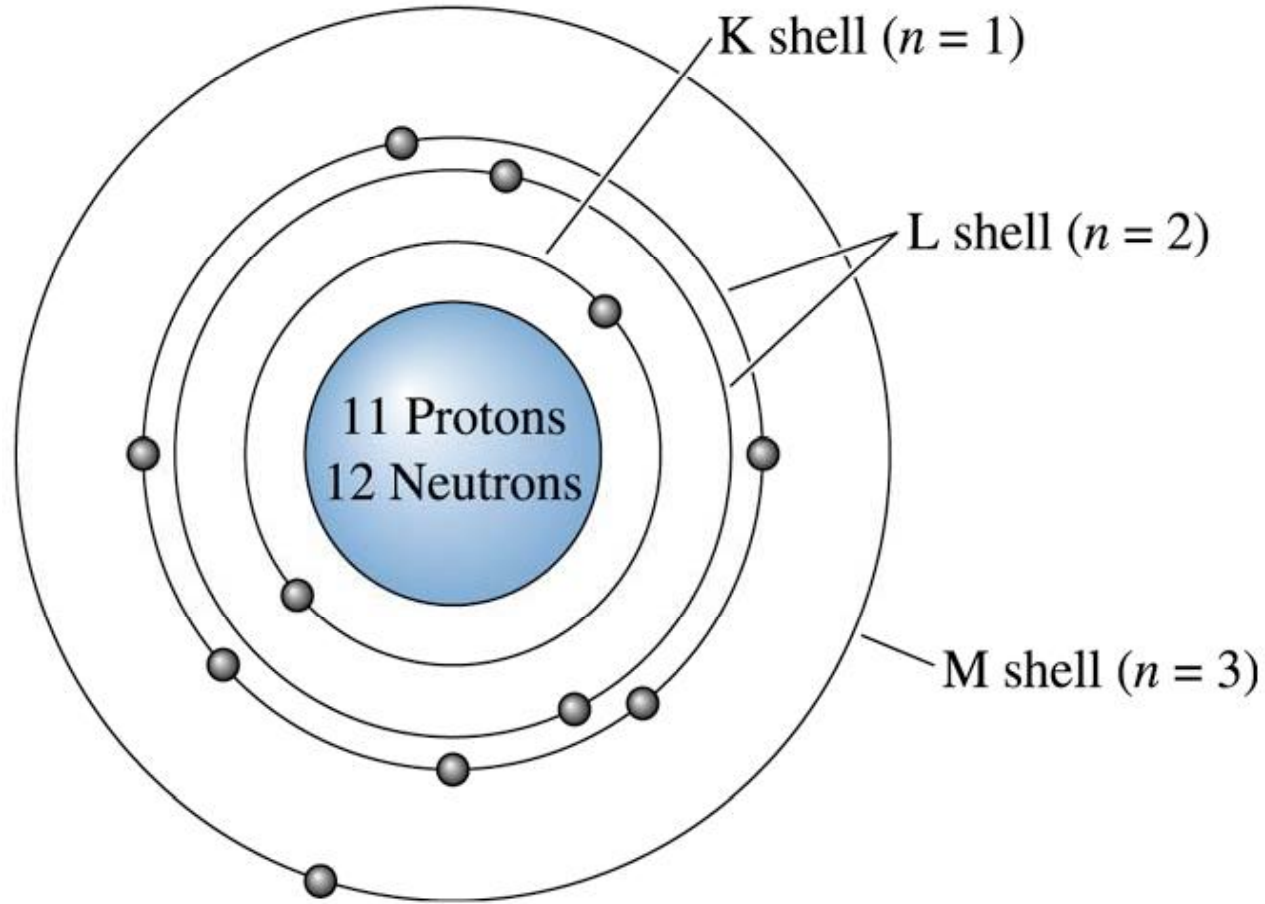
- ❑ Elektronik Yapıdan sapmalar
- ❑ Elektronik yapı atom numarası büyüdükçe artmaktadır. Özellikle d ve f seviyeleri dolmaya başladıkça düzen bozulmaktadır.
- ❑ Örnek olarak Fe atom numarası 26
 - ❑ Beklenti $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8$
 - ❑ Gerçek $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$
- ❑ 3 d seviyesindeki dolmamış alan Fe in manyetik özelliği kazanmasını sağlamıştır.

Bölüm 2.3 Atomun Elektronik Yapısı

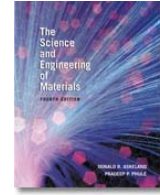




© 2003 Brooks/Cole Publishing / Thomson Learning™



Şekil 2.8 Sodyumun atomik yapısı, atom numarası 11, K, L, and M kuantum kabuklarındaki elektronlar.



$3s^1$	electron 11	$n = 3, l = 0, m_l = 0, m_s = +\frac{1}{2} \text{ or } -\frac{1}{2}$
$2p^6$	electron 10	$n = 2, l = 1, m_l = +1, m_s = -\frac{1}{2}$
	electron 9	$n = 2, l = 1, m_l = +1, m_s = +\frac{1}{2}$
	electron 8	$n = 2, l = 1, m_l = 0, m_s = -\frac{1}{2}$
	electron 7	$n = 2, l = 1, m_l = 0, m_s = +\frac{1}{2}$
	electron 6	$n = 2, l = 1, m_l = -1, m_s = -\frac{1}{2}$
	electron 5	$n = 2, l = 1, m_l = -1, m_s = +\frac{1}{2}$
$2s^2$	electron 4	$n = 2, l = 0, m_l = 0, m_s = -\frac{1}{2}$
	electron 3	$n = 2, l = 0, m_l = 0, m_s = +\frac{1}{2}$
$1s^2$	electron 2	$n = 1, l = 0, m_l = 0, m_s = -\frac{1}{2}$
	electron 1	$n = 1, l = 0, m_l = 0, m_s = +\frac{1}{2}$

Şekil 2.9 Sodyumdaki 11 elektronun tam set olarak kuantum sayıları

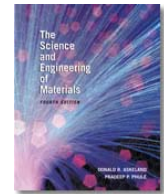
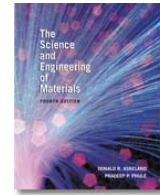


TABLE 2-2 ■ *The pattern used to assign electrons to energy levels*

	$l = 0$ (s)	$l = 1$ (p)	$l = 2$ (d)	$l = 3$ (f)	$l = 4$ (g)	$l = 5$ (h)
$n = 1$ (K)	2					
$n = 2$ (L)	2	6				
$n = 3$ (M)	2	6	10			
$n = 4$ (N)	2	6	10	14		
$n = 5$ (O)	2	6	10	14	18	
$n = 6$ (P)	2	6	10	14	18	22

Note: 2, 6, 10, 14, ... refer to the number of electrons in the energy level.



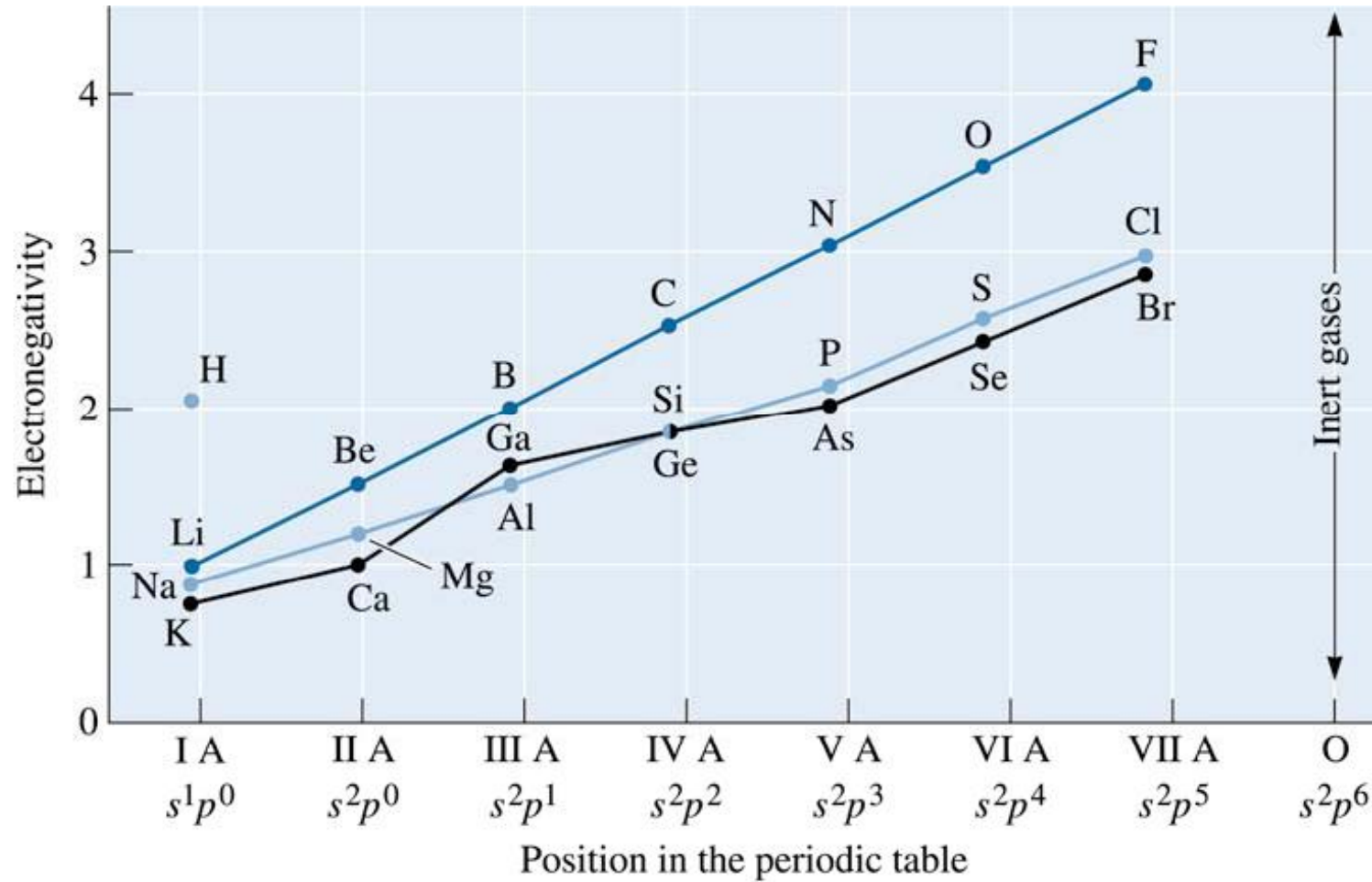
Bölüm 2.3 Atomun Elektronik Yapısı

- Valans bir atomda kimyasal reaksiyonlara veya bağlanma prosesinde yer alan elektronların sayısıdır.
 - Mg: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ valans elektronu 2
 - Al: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ valans elektronu 3 dür
- Atomik stabilite: Valans elektronu sıfır ise kimyasal reaksiyona girecek elektron yoktur. Örnek: Argon
 - Ar: $1s^2 2s^2 2p^6$
- Electronegativite atomun elektron kazanma eğilimidir.
 - Elektron almaya meyilli elementler elektronegatif
 - Elektron vermeye meyilli elementler elektropozitif olarak anılırlar.
 - Sodyum Na=11, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ → verir, elektropozitiftir.

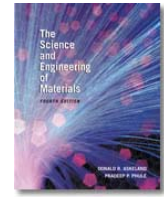
Valans elektronları → elektro negativite → bağ türleri



© 2003 Brooks/Cole Publishing / Thomson Learning™



Şekil 2.10 Periyodik tablodaki elementlerin pozisyonlarına göre bazı elementlerin elektronegativite değerleri.

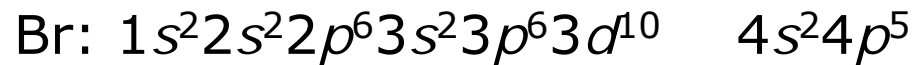
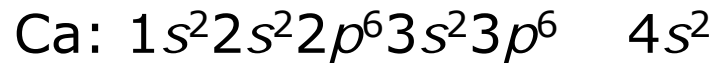


Elektronegativite Karşılaştırması

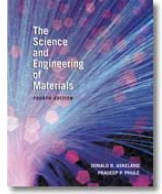
Elektronik yapıları kullanarak, kalsiyum ve bromun elektronegativitelerini karşılaştır.

Örnek 2.4 ÇÖZÜM

Elektronik yapılar, :



Kalsiyum 4s orbitalinde 2 ve brom ise s ve p de toplam 7 elektrona sahip. Kalsiyumun elektronegativitesi 1.0, ve elektronlarını verme eğiliminde brom ise 2.8 elektronegativite ile elektron alma eğilimde ve kuvvetli elektronegatif. Aralarındaki bu fark bu elementlerin çok rahat reaksiyona girip bileşik oluşturma eğiliminde olduklarını göstermektedir.



Bölüm 2.4 Periyodik Tablo

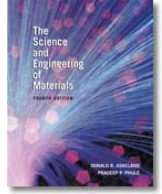
- Kimyasal elementlerin gösterildiği tablodur.

Rus kimyacı [Dmitri Mendeleev](#) tarafından 1869 oluşturulmuştur. Ekim 2006 itibari ile 117 onaylanmış elemente sahip.



Bölüm 2.4 Periyodik Tablo

- Elementlerin elektronik konfigürasyonu göz önüne alınarak düzenlenmiştir.
 - Elementler her bir satıra artan atom numarasına göre yerleştirilmiştir.
 - Her bir satır periyod olarak isimlendirilmiş ve 1 den 7 kadar olan kuantum kabuklarına veya baş kuantum sayısını göstermektedir.
 - Her bir kolon grup olarak isimlendirilmiş ve 1 den 18 kadar sıralanmıştır (IA-VIIA, IB-VIII B, 0). Her kolondaki elementler aynı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahiptir.
 - Çünkü her grubun valans elektronlarının sayısı aynıdır
 - Aynı tür iyonları oluştururlar
 - Kolonlarda birbirine benzer özellikleri nedeniyle gruplanmışlardır. Ve grup isimleri almışlardır. Alkali, toprak alkali, geçiş elementleri.
 - Sadece geçiş elementlerindeki valans elektron sayısı 1 veya 2 olarak değişir.

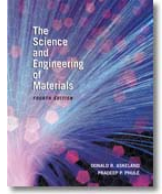


Bölüm 2.4 Periyodik Tablo

□ Hidrojen

- Kendi başına bir gruptur
- Diatomik reaktif gazdır
- Hinderberg patlamasına sebep olmuştur
- Otomobillerde alternatif yakıt olarak kullanımı gündemdedir.

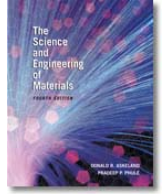




Bölüm 2.4 Periyodik Tablo

- Alkali Metaller
 - Periyodik tablonun 1. Grup elementlerini (hidrojen hariç) içerir.
 - Oldukça reaktiftirler.
 - Yumuşaktırlar ve bıçakla kesilebilirler.



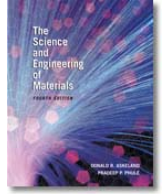


Bölüm 2.4 Periyodik Tablo

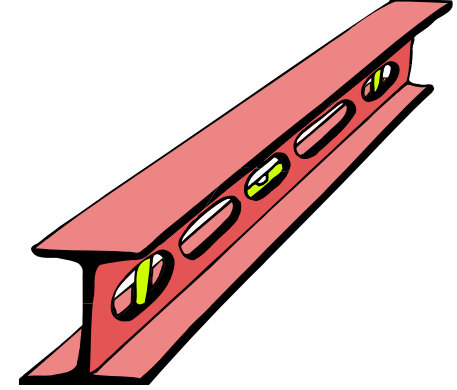
- Toprak Alkali Metaller
 - Periyodik tablonun 2. Grup elementlerini (hidrojen hariç) içerir.
 - Reaktif metal olup metal olmayan elementlerle birleşirler.
 - Bazıları oldukça besleyici minerallerdir. (Mg, Ca)

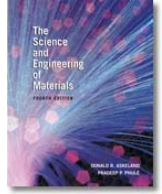


Bölüm 2.4 Periyodik Tablo



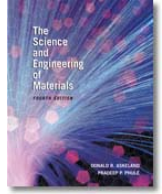
- Geçiş elementleri
 - Periyodik tablonun 3. Grubundan 12. Grubuna kadar olan elementleri içerirler.
 - Oldukça az reaktiftirler.
 - Sert metaldirler.
 - Mücevher imalatında kullanılan metalleri içine alırlar.





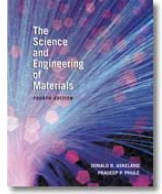
Bölüm 2.4 Periyodik Tablo

- Boron ailesi
 - Periyodik tablonun 13. grubudur.
- Karbon ailesi
 - Periyodik tablonun 14. grubudur.
 - Yarı iletkenleri içerir
- Azot ailesi
 - Periyodik tablonun 15. grubudur.
 - Atmosferde %71 oranında vardır.
- Oksijen ailesi
 - Periyodik tablonun 16. grubudur.
 - Solunumumuz için gereklidir.
 - Bu gruptaki çoğu element kötü kokar.



Bölüm 2.4 Periyodik Tablo

- Halojenler
 - 17. Grup elementlerini içerir.
 - Oldukça reaktif, uçucu, diatomik olup metalik değildirler.
 - Doğadaki diğer elementlerle birleşik halde bulunurlar.
- Asal gazlar
 - 18. Grupta yer alırlar
 - Reaktif değildirler.
 - Neon ışıklarında kullanılırlar
 - Hidenberg problemini çözme amaçlı kullanılmışlardır.



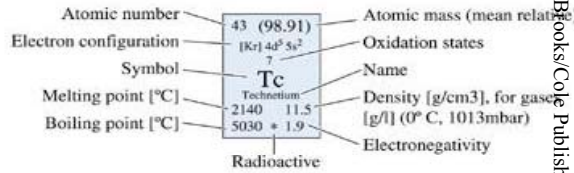
Bölüm 2.4 Periyodik Tablo

- **III-V yarı iletkenler** 3A ve 5B elementleridir (ör. GaAs).
- **II-VI yarı iletkenler** 2B ve 6B grubundaki elementlerdir (ör. CdSe).
- **Geçiş elementleri** "d" ve "f" seviyelerini doldurmaya başlayan elementlerdir



© 2003 Brooks/Cole Publishing / Thomson Learning™

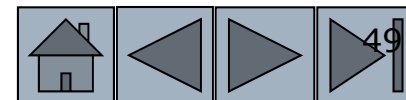
1A		2A		3-10										11A		11B																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1	1.01 H Hydrogen	2	4.00 He Helium	3	6.94 Li Lithium	4	9.01 Be Beryllium	5	11 Na Sodium	6	12 Mg Magnesium	7	13 Al Aluminum	8	14 Si Silicon	9	15 P Phosphorus	10	16 S Sulfur	11	17 Cl Chlorine	12	18 Ar Argon	13	19 K Potassium	14	20 Ca Calcium	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000

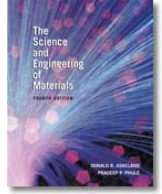


© 2003 Brooks/Cole Publishing / Thomson Learning™

10										11										12										13										14										15										16										17										18											
8										9B										10B										3B										4B										5B										6B										7B										8											
28										29										30										31										32										33										34										35										36										37	
Ni										Cu										Zn										Ga										Ge										As										Se										Br										Kr											
Pd										Ag										Cd										In										Sn										Sb										Te										I										Xe											
Pt										Au										Hg										Tl										Pb										Bi										Po										At										Rn											
Uun										Uuu										Uub										Uuq										Uuh										Uuo																																									
63										64										65										66										67										68										69										70										71											
Eu										Gd										Tb										Dy										Ho										Er										Tm										Yb																					
Am										Cm										Bk										Cf										Es										Fm										Md										No																					

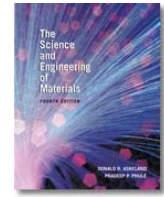
Şekil 2.11 (a) ve (b) Elementlerin Periyodik tabloları





Bölüm 2.5 Atomik Bağlar

- Metalik bağ, kovalent bağ, iyonik bağ ve van der Waals bağ değişik tür bağlardır.



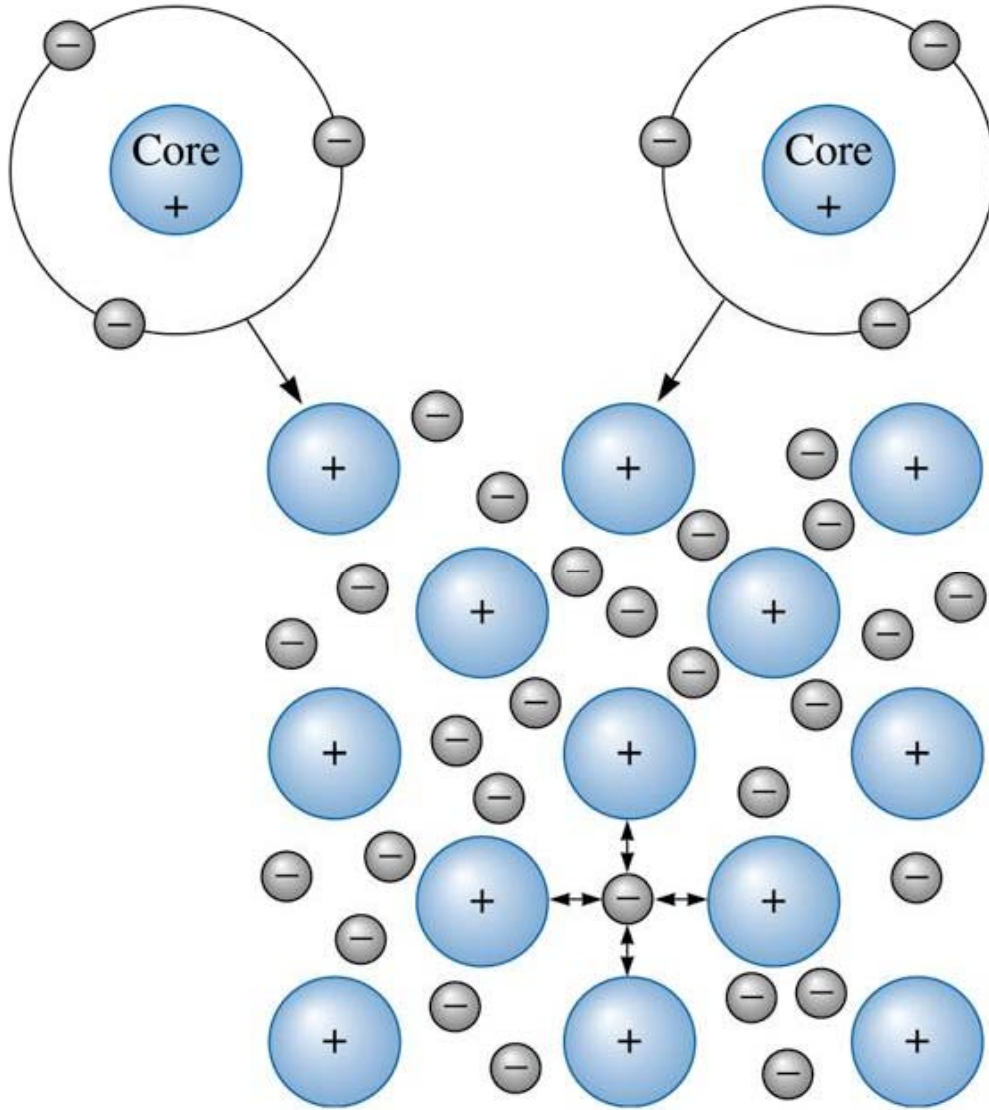
Bölüm 2.5 Atomik Bağlar

□ Metalik bağlar

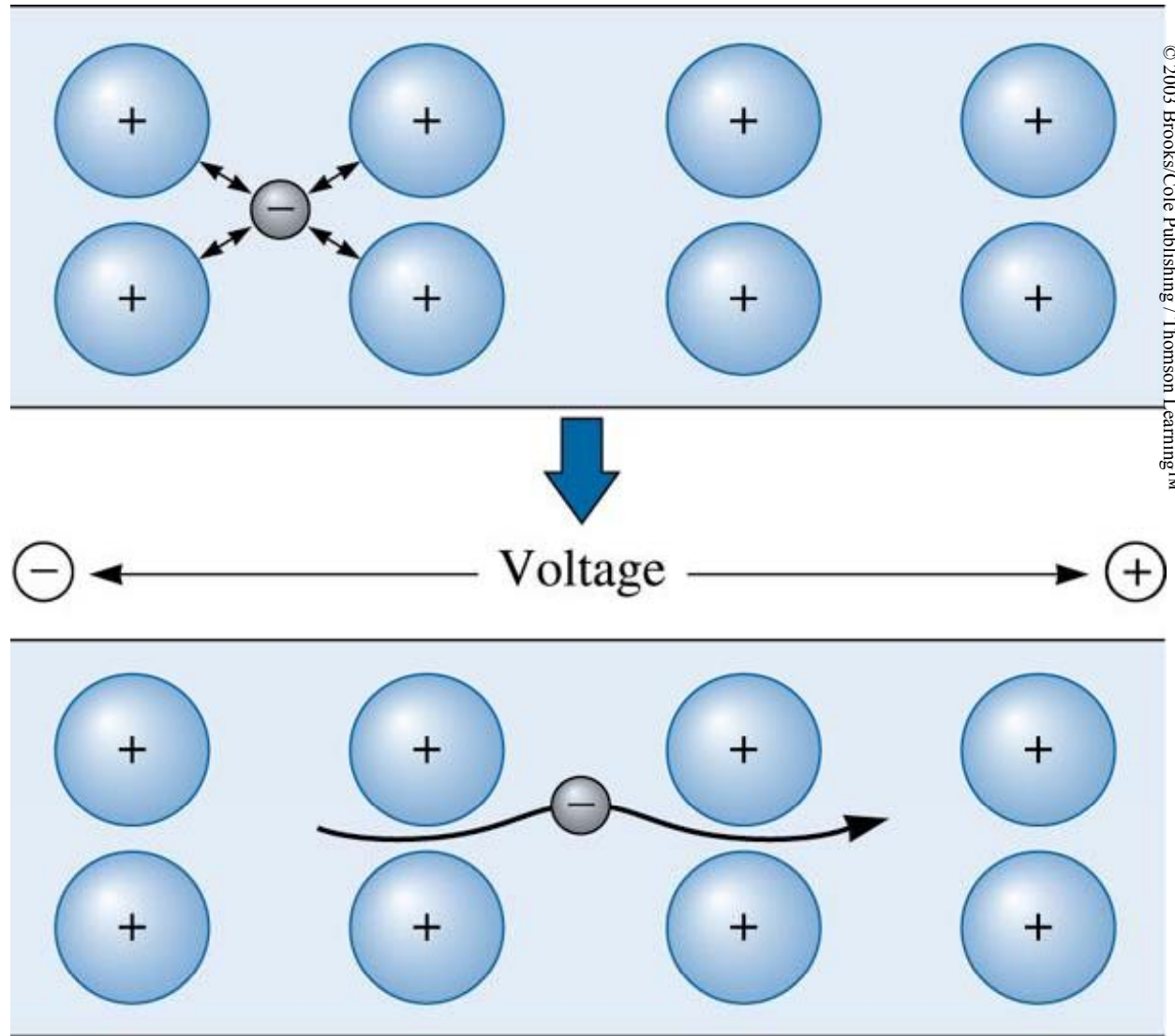
Düşük valans elektronuna sahip atomlar valans elektronlarını vererek atom çevresinde elektron denizi oluştururlar.

Alüminyum 3 adet valans elektronunu verdiği için pozitif yüklü iyon haline gelir. Verilen valans elektronları herhangi bir atoma entegre olmayıp birkaç atom çekirdeği ile elektron denizinde yer alırlar.

- Güçlü bağlardır
- Yöne bağımlı değildirler. Atomları bir arada tutan elektronlar belirli bir yöne sabitlenmemişlerdir.
- Elektriği çok iyi iletirler.



Şekil. Metalik bağ atomların valans elektronlarını vererek elektron denizi oluşturmaları ile oluşurlar. Pozitif yüklü atom çekirdekleri negatif yüklü elektronların karşılıklı çekimi ile birbirlerine bağlanırlar.



Şekil. Metale voltaj uygulandığında elektron denizindeki elektronlar kolayca hareket ederek akımı taşırlar.

Örnek. 2.5. Gümüşün iletkenliğinin hesaplanması



10 cm³ gümüşte elektriksel iletkenliği sağlayan elektronların sayısını hesaplayınız?

ÇÖZÜM

Gümüş atomunun valans elektron sayısı 1 dir.

Yoğunluk ise: 10.49 g/cm³. Atom ağırlığı: 107.868 g/mol.

10 cm³ Gümüş ün kütlesi = (10 cm³)(10.49 g/cm³) = 104.9 g

$$\text{Atom} = \frac{(104.9 \text{ g})(6.023 \times 10^{23} \text{ atoms / mol})}{107.868 \text{ g / mol}} = 5.85 \times 10^{23}$$

$$\begin{aligned} \text{Elektron sayısı} &= (5.85 \times 10^{23} \text{ atom})(1 \text{ valans elektron/atom}) \\ &= 5.85 \times 10^{23} \text{ valans elektron/atom per } 10 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$



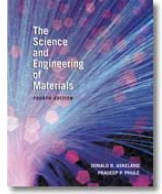
Bölüm 2.5. Atomik Bağlar

□ Kovalent Bağlar

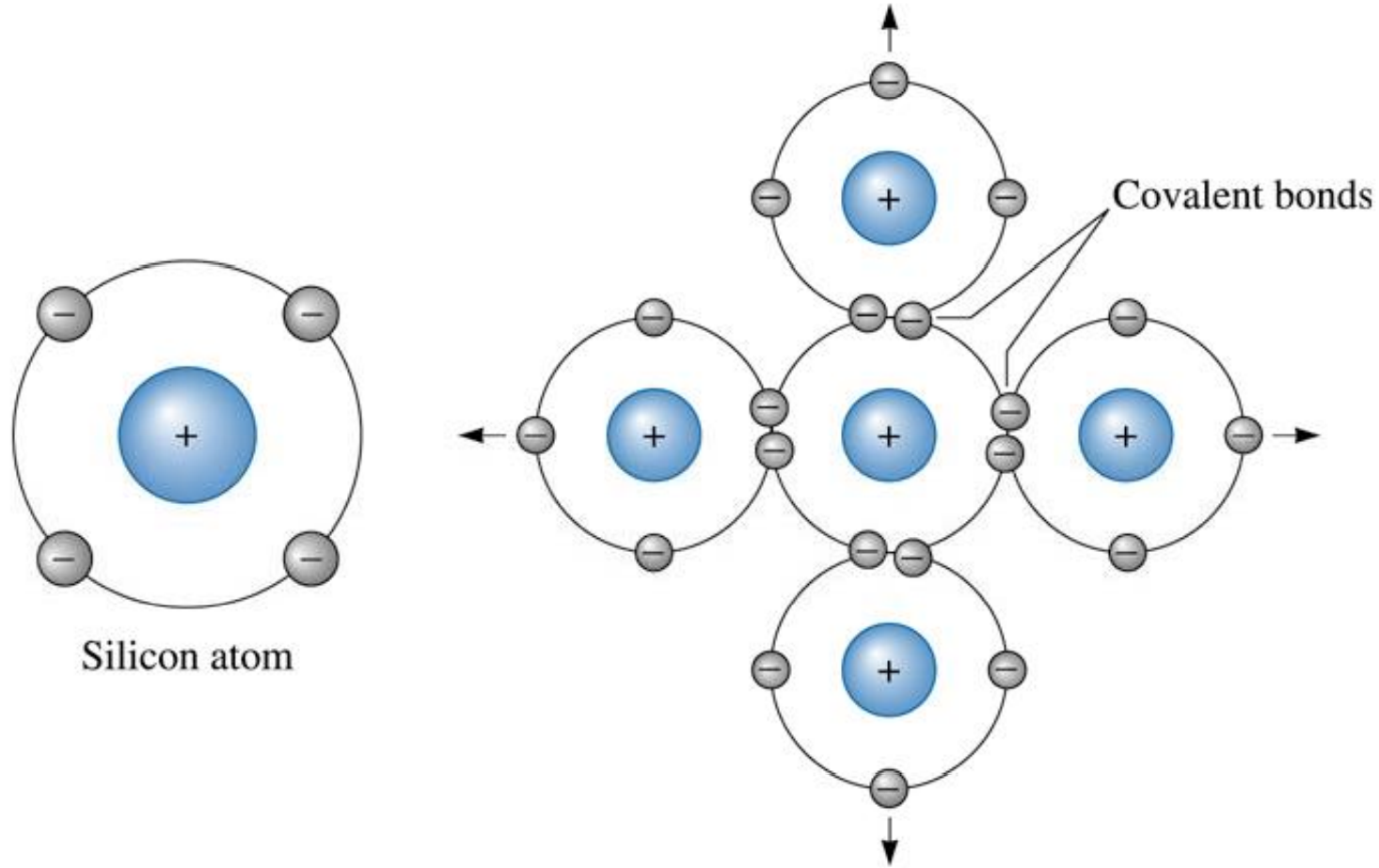
İki veya daha fazla atom arasında elektronların paylaşıldığı bağ türüdür.

Silisyum atomu 4 valans elektronuna sahip olup bu elektron sayısını 8 e tamamlamak için diğer silisyum atomunda bulunan 4 valans elektronunu paylaşır. Her elektron paylaşımı bir bağ olarak sayılır. Her silisyum atomu 4 komşu atomla bir elektron paylaşarak 4 kovalent bağ yapar.

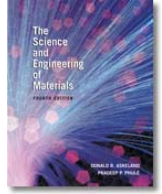
- Güçlü bağlardır
- Yöne bağımlı bağlardır. Silisyum örneğinde tetrahedron oluşur ve açı yaklaşık 109° dir.
- Elektriği çok iyi iletmezler ve süneklikleri düşüktür.



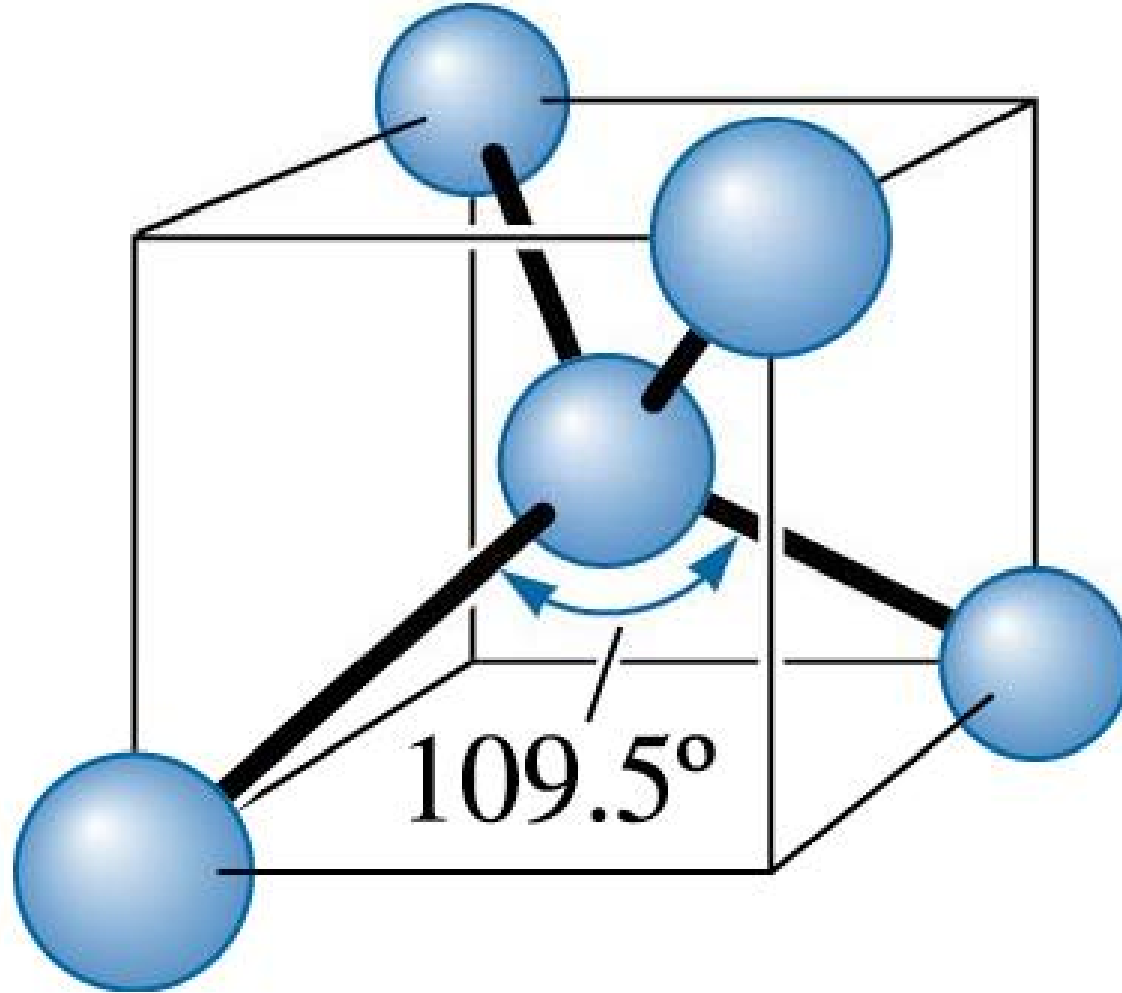
© 2003 Brooks/Cole Publishing / Thomson Learning™



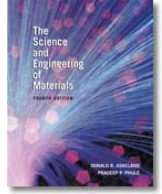
Şekil. Kovalent bağlar atomların son yörüngelerini doldurmak için elektronların atomlar arasında paylaşıldığı bağlardır.



© 2003 Brooks/Cole Publishing / Thomson Learning™



Şekil. Kovalent bağlar yöne bağlı bağıdır. Silisyumda, tetrahedral yapı 109.5° açı ile oluşur.



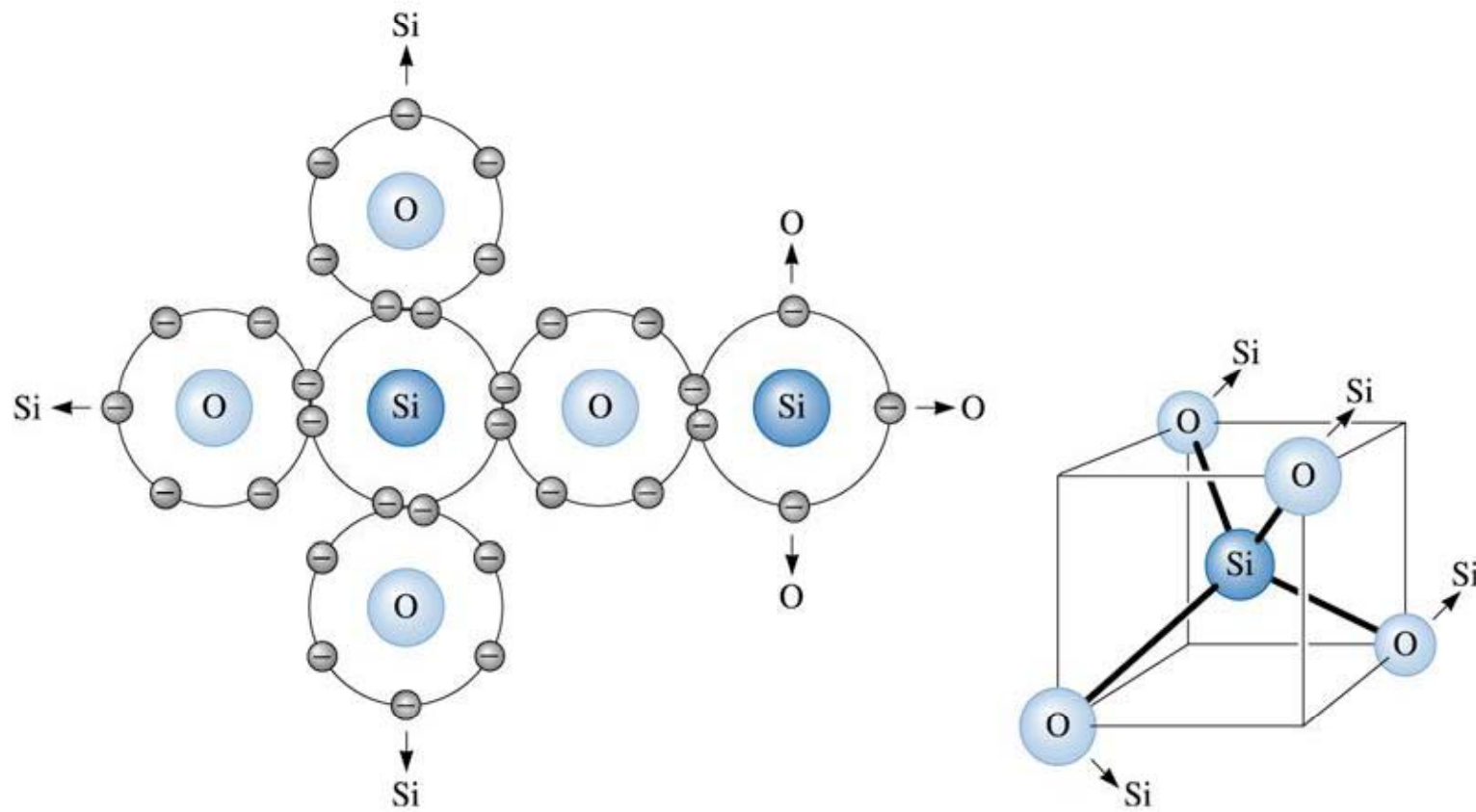
Oksijen ve silisyum atomları silikayı oluşturmak için nasıl bir araya gelirler?

Silikanın (SiO_2) has 100% kovalent bağı olduğunu düşünerek oksijen ve silisyum atomlarının nasıl bir araya geldiklerini anlatınız.

ÇÖZÜM

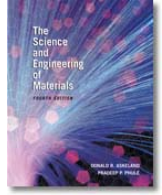
Silisyum 4 valans elektronuna sahip ve yörüngedeki elektronların sayısını tamamlamak için dört elektrona daha ihtiyacı var. Ancak, oksijen 6 valans elektronuna sahip ve iki silisyum atomu ile elektronlarını paylaşır.

Şekil de olası yapı görüntülenmiştir. Silisyuma benzer olarak tetrahedral yapı oluşturulur.



Şekil. Silika nın (SiO_2), tetrahedral yapısı.

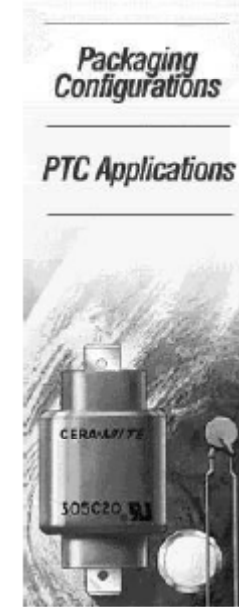
Örnek 2.7. Termistor tasarımı

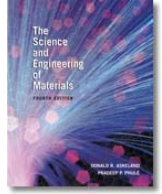


Elektrik iletkenliğinde değişime bağlı olarak sıcaklık ölçen cihaz termistör olarak bilinir.

500 to 1000°C aralığında çalışabilen termistör için uygun malzemeyi seçiniz.

Şekil. Ticari olarak bulunan termistor örneęi.

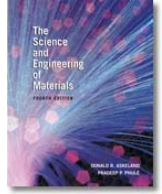




Örnek 2.7 ÇÖZÜM

Termistörün direnci sıcaklığa bağlı olarak artıp azalacak şekilde tasarlanır. Bunlar direncin pozitif (*PTCR*) veya negatif direnç (*NTCR*) katsayısı olarak bilinir.

Sıcaklığa bağlı olarak termistörün direncinin değişmesi nedeniyle cihazlarda açma/kapama düğmesi cihaz belirli sıcaklığa eriştiğinde kullanılmaktadır.



ÇÖZÜM (devamı)

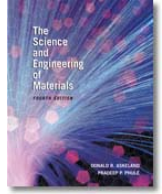
Bu tasarım için iki gereksinim vardır:

Yüksek ergime sıcaklığına sahip malzeme seçilmelidir.

Malzemenin elektrik iletkenliği sıcaklığın fonksiyonu olarak sistematik ve tekrar üretilebilir değişimler göstermelidir.

Kovalent bağlı malzemeler uygundur. Bunlar yüksek ergime sıcaklığına sahip olup sıcaklık yükseldikçe daha çok kovalent bağ kırılacağından elektrik iletkenliğini sağlamak amacıyla katkıda bulunan elektron sayısı artar.

Yarı iletken olan silisyum ilk seçenektir. 1410°C de ergir ve kovalent bağlıdır. Silisyum oksidasyona karşı korunmalıdır.

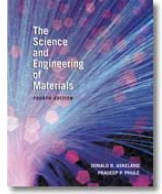


ÇÖZÜM (Devamı)

Polimerler temel bağ yapıları kovalent olmasına rağmen ergime/bozunma derecelerinin düşük olması nedeniyle uygun olmayabilirler.

Termistörlerin çoğu baryum titanat temellidirler (BaTiO_3). Çoğu negatif *NTCR malzemeleri* Fe_3O_4 - ZnCr_2O_4 , Fe_3O_4 - MgCr_2O_4 , veya Mn_3O_4 , olup Ni, Co, veya Cu ile aşılınmışlardır.

Tüm tasarımlarda temel gereklerin yanısıra maliyet ve çevre etkileride gözönüne alınmalıdır.



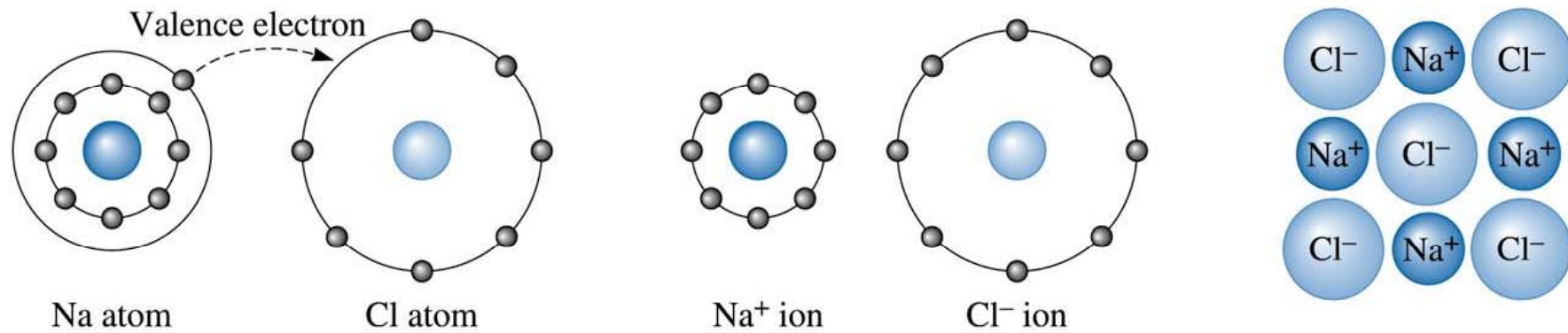
Bölüm 2.5 Atomik Bağlar

□ İyonik bağ

Malzemedede bir türden farklı atomlar mevcut ise ve bir atom valans elektronunu diğer farklı atoma vererek ikinci atomun dış kabuğunu doldurursa iyonik bağ oluşur.

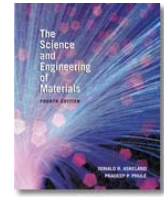
İki atomda enerji seviyesini doldurmuş/boşaltmış iyon haline gelmişlerdir. Elektronunu veren atom pozitif yüklü (katyon), alan atom ise negatif yüklenmiştir (anyon). Bu zıt yüklü iyonlar birbirlerini çekerek iyonik bağı oluştururlar.

- Güçlü bağlardır
- Elektrik iletkenliği iyonun tüm iyonların hareketi ile sağlanır.
- Elektriği çok iyi iletmezler ve süneklikleri düşüktür.



© 2003 Brooks/Cole Publishing / Thomson Learning™

Şekil. İyonik bağ birbirine benzemeyen değişik elektronegativite değerine sahip atomlar arasında oluşur. Sodyum valans elektronunu klor e verdiğiinde ikisi de iyon haline geçer ve iki arasında çekim oluşur ve iyonik bağ kurulur.



Örnek 2.8. Magnezyum ve Klor arsındaki İyonik Bağ

Magnezyum ve klor arsında oluşacak bağı tanımlayınız?

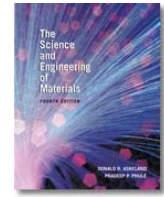
ÇÖZÜM

Elektronik yapılar ve valansları:

Mg: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ valans = 2

Cl: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ valans = 7

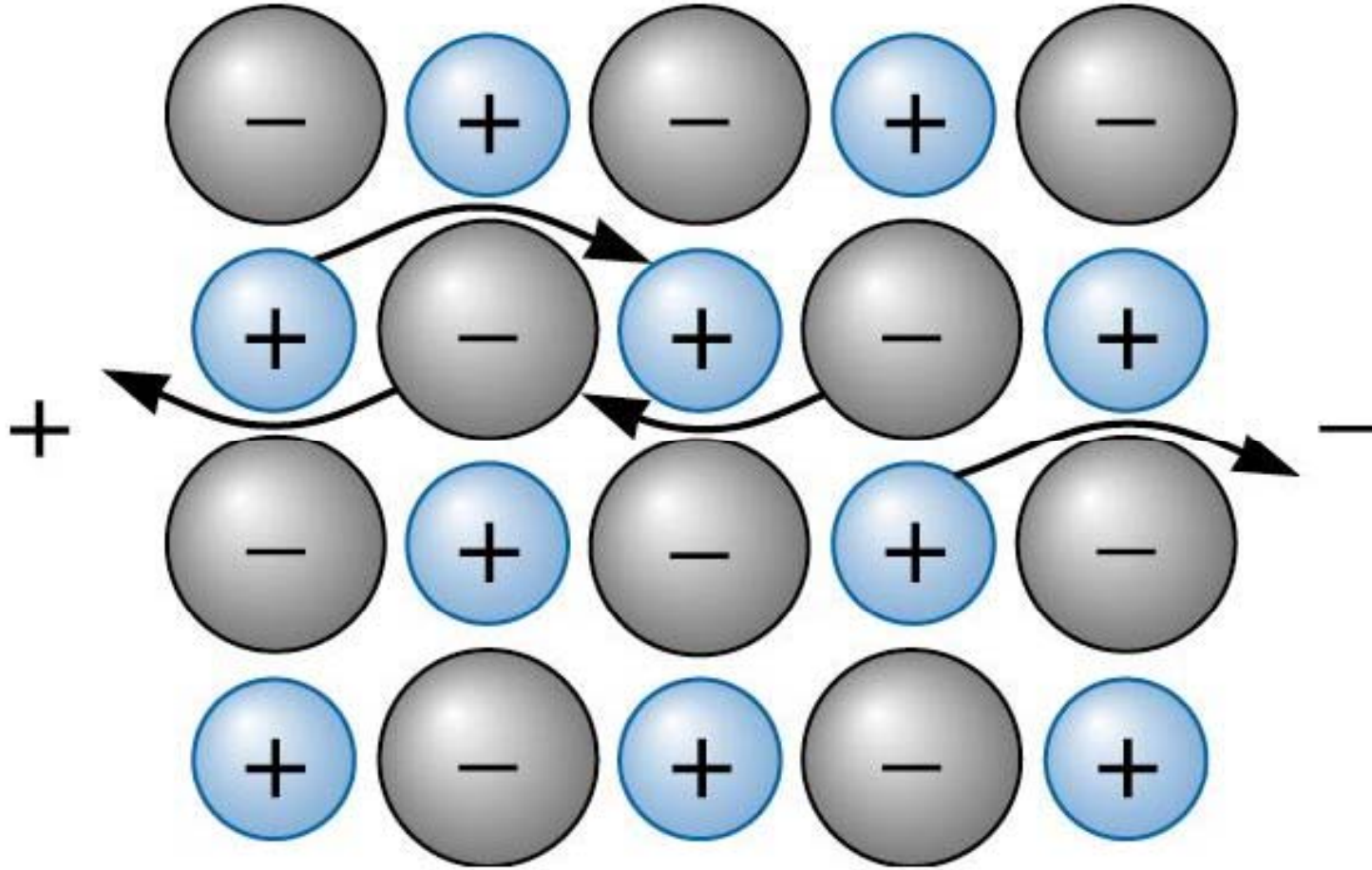
Her bir magnezyum atomu iki valans elektronunu vererek Mg^{2+} katyonuna dönüşür. Her bir klor atomuda bir elektron alarak Cl^- anyonuna döner. Bu bağı oluşabilmesi için magnezyumun iki katı Cl iyonuna ihtiyaç vardır ve bileşik $MgCl_2$ olarak oluşur.



ÇÖZÜM (Devam)

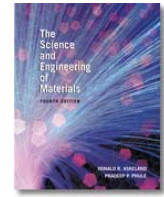
İyonlarda elektrik iletkenliği iyonların hareketi ile sağlanır. İyonların boyutlarının büyüklüğü nedeniyle elektronlar kadar hızlı hareket etmediği bilinmektedir. Ancak, çoğu teknolojik uygulamada artan sıcaklık, kimyasal potansiyel gradyanı veya elektrokimyasal itici güç ile iyonların hareketi oluşabilmektedir.

Örnek olarak lityum iyon piller, lityum kobalt oksitler, cam üzerine dokunmaya duyarlı iletken indiyum kalay oksitler ve zirkonya temelli katı oksit yakıt pilleri (ZrO_2) verilebilir.



© 2003 Brooks/Cole Publishing / Thomson Learning™

Şekil. İyonik malzemeye voltaj uygulandığında tüm iyon akımın geçmesi için hareket eder. İyon hareketi yavaş ve elektrik iletkenliği zayıftır.

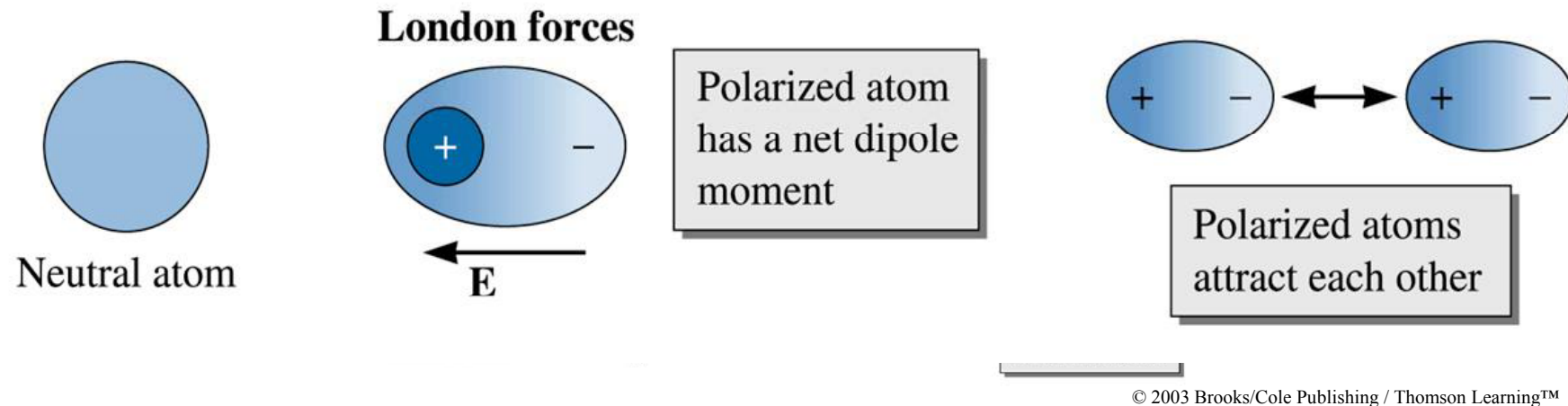


Bölüm 2.5. Atomik Bağlar

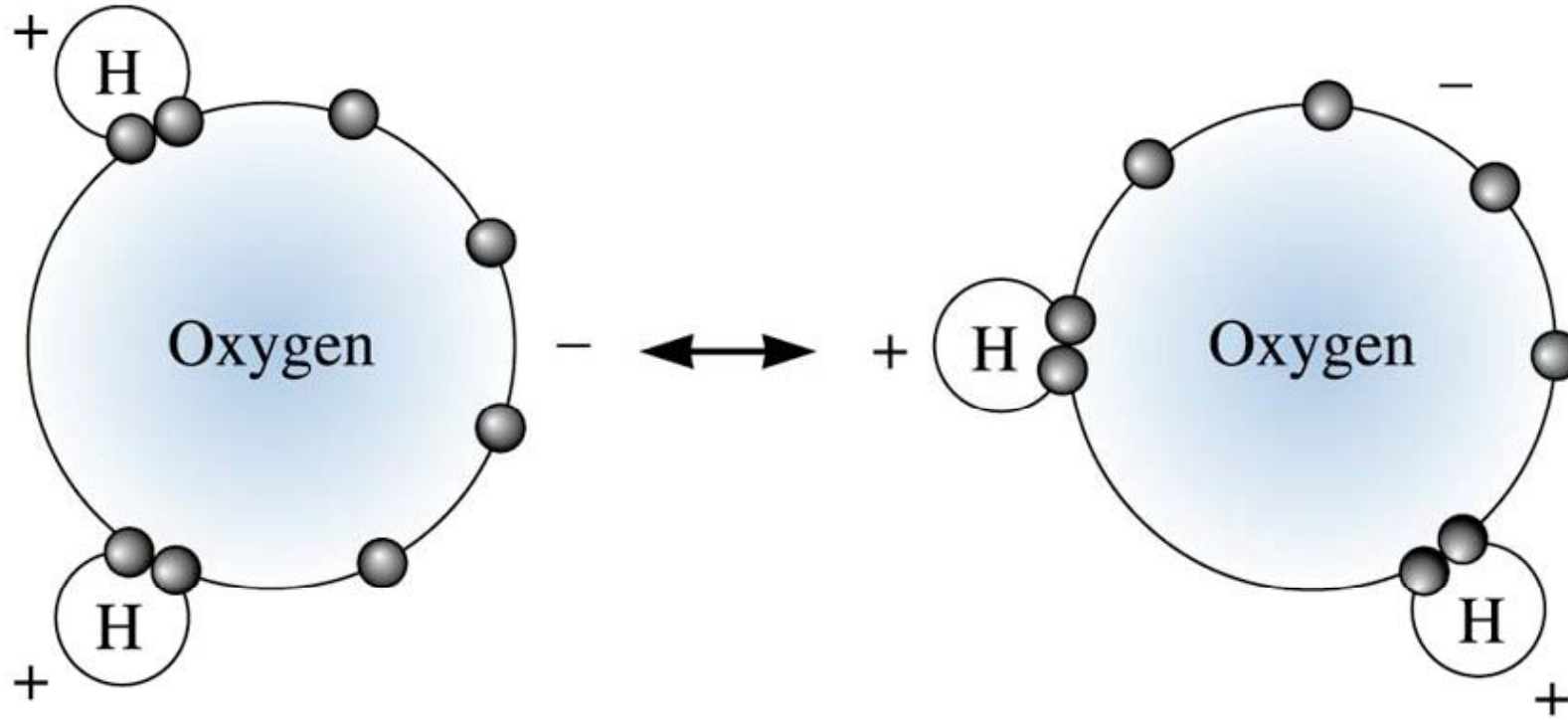
□ Van Der Waals Bağları

Moleküllerin veya atom gruplarının zayıf elektrostatik çekimlerle biraraya gelmesini sağlayan bağ türüdür. Bir çok plastik, seramik, su ve diğer moleküller kalıcı olarak polarize olmuşlardır. Bu nedenle moleküllerin bir kısmı pozitif yüklüdür diğer kısmı ise negatif yüklüdürler. Bu iki molekül arasındaki zıt yüklü bölgeler elektrostatik çekim ile birbirlerine bağlanırlar.

- İkincil bağ türüdür
- Zayıf bağlardır

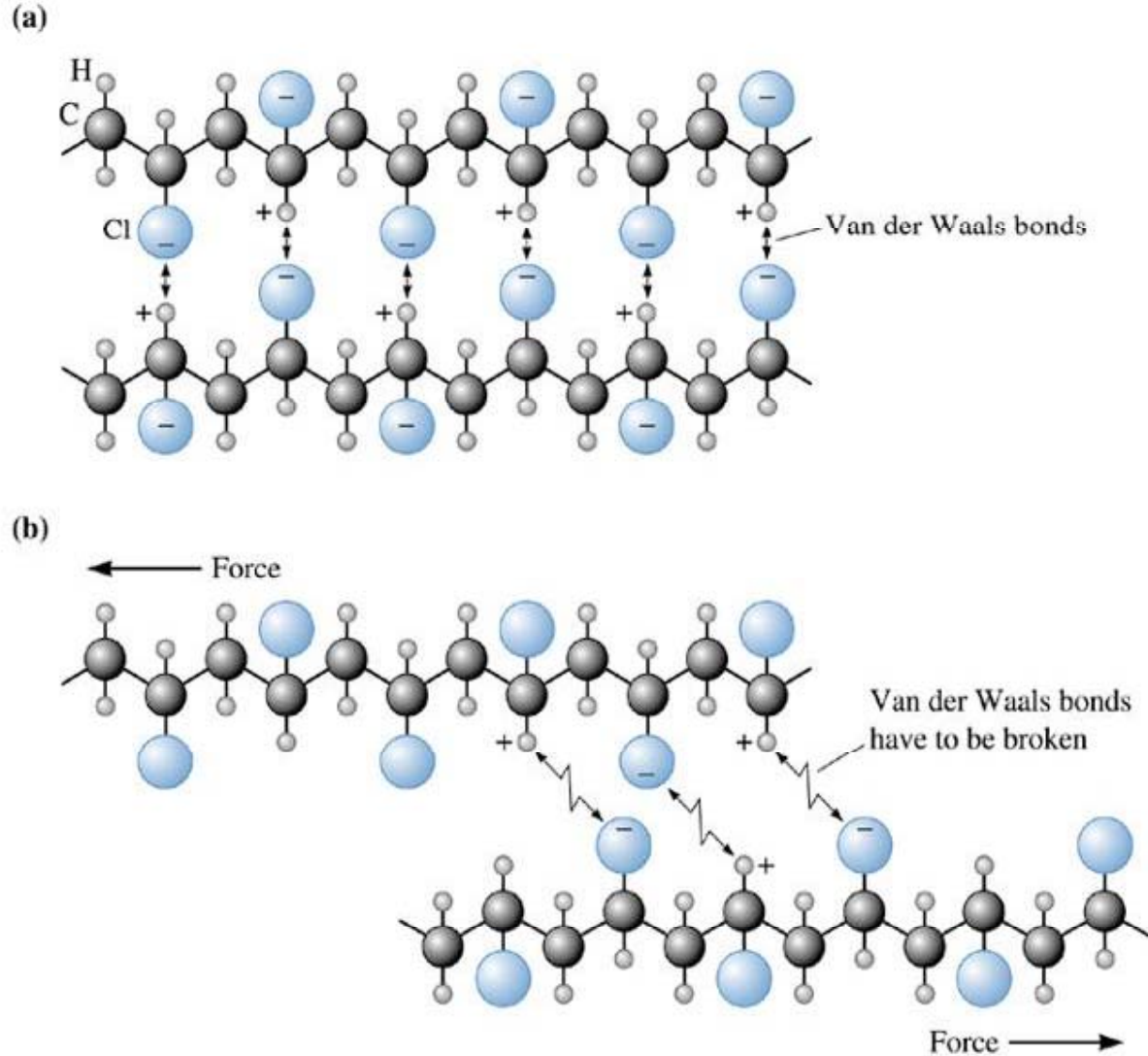


Şekil. Van der vals bağına örnek



© 2003 Brooks/Cole Publishing / Thomson Learning™

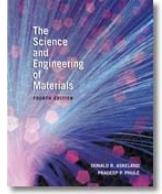
Şekil. Su kaynadığında önce van der valls bağları kopar ve su buharlaşır. Suyun bileşiminde bulunan hidrojen ve oksijen birbirlerine kovalent bağlı olan hidrojen ve oksijeni ayırmak için daha yüksek sıcaklıklara gerek vardır.



Şekil (a) (PVC) de klor atomları polimer zincirine negatif yüklü olarak, hidrojen de pozitif yüklü olarak bağlanır. Zincirler bu nedenle birbirlerine van der Waals bağı ile bağlanırlar.

Yük uygulandığında van der waals nedeniyle zincirler önce birbiri üstünde kayarlar. Bu yüzden PVC beklenildiği gibi kırılğan değildir.

Örnek 2.9. Silikanın İyonik mi Kovalent mi bağlı olduğunu tespit ediniz?



Önceki örnekte silikanın (SiO_2) kovalent bağlı olduğunu gördük. Gerçekte silika iyonik ve kovalent bağın her ikisini de içerir.

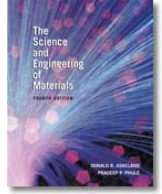
Peki ne kadarlık kısmı kovalent bağlıdır?

ÇÖZÜM

Silisyumun elektronegativitesi 1.8 oksijenin ise 3.5:

$$\text{Kovalent bağ fraksiyonu} = \exp[-0.25(3.5 - 1.8)^2] = \exp(-0.72) \\ = 0.486$$

Kovalent bağ yapısının yarısı içerir, bu bağların yöne bağımlılığı silikanın yapısında yinede önemli bir role sahiptir.

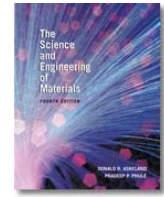


ÇÖZÜM (Devamı)

Silika bir çok uygulama alanına sahiptir. Cam ve optik fiberlerin yapımında kullanılmaktadır.

Nano boyutlu silika lastiklerin güçlenmesi için araba lastiklerine eklenmektedir.

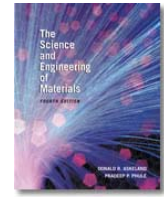
Yüksek saflıktaki silisyum silikanın indirgenmesi ile elde edilir.



Örnek 2.10. Silika Optik Fiberlerin Tasarım Stratejileri

Silika optik fiberlerin yapımında kullanılır. Hem kovalent hem de iyonik bağa sahip olduğu için Si-O bağı oldukça kuvvetlidir.

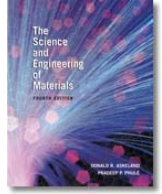
Silika yüzeylerinin suya karşı olan ilgisi nedeniyle silika mukavemetinin kötü etkilendiği bilinmektedir. Silika fiberlerin kırılmadan bükülebilmesi için nasıl bir strateji izlenmelidir?



ÇÖZÜM

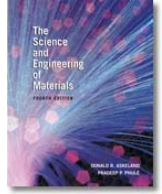
İyonik ve kovalent bağıın varlığından dolayı Si-O bağı yapısının güçlü olduğu bilinmektedir. Kovalent bağıın yöne bağıımlı ve süneklığı düşük olduğu da bilinenler arasındadır.

Bu yüzden, yüksek sıcaklıkta tutarak süneklilik artırılabilir ancak yer altına döşenen optik fiber kablolar olduğu düşünüldüğünde bunun pekte mümkün olmadığı söylenebilir.



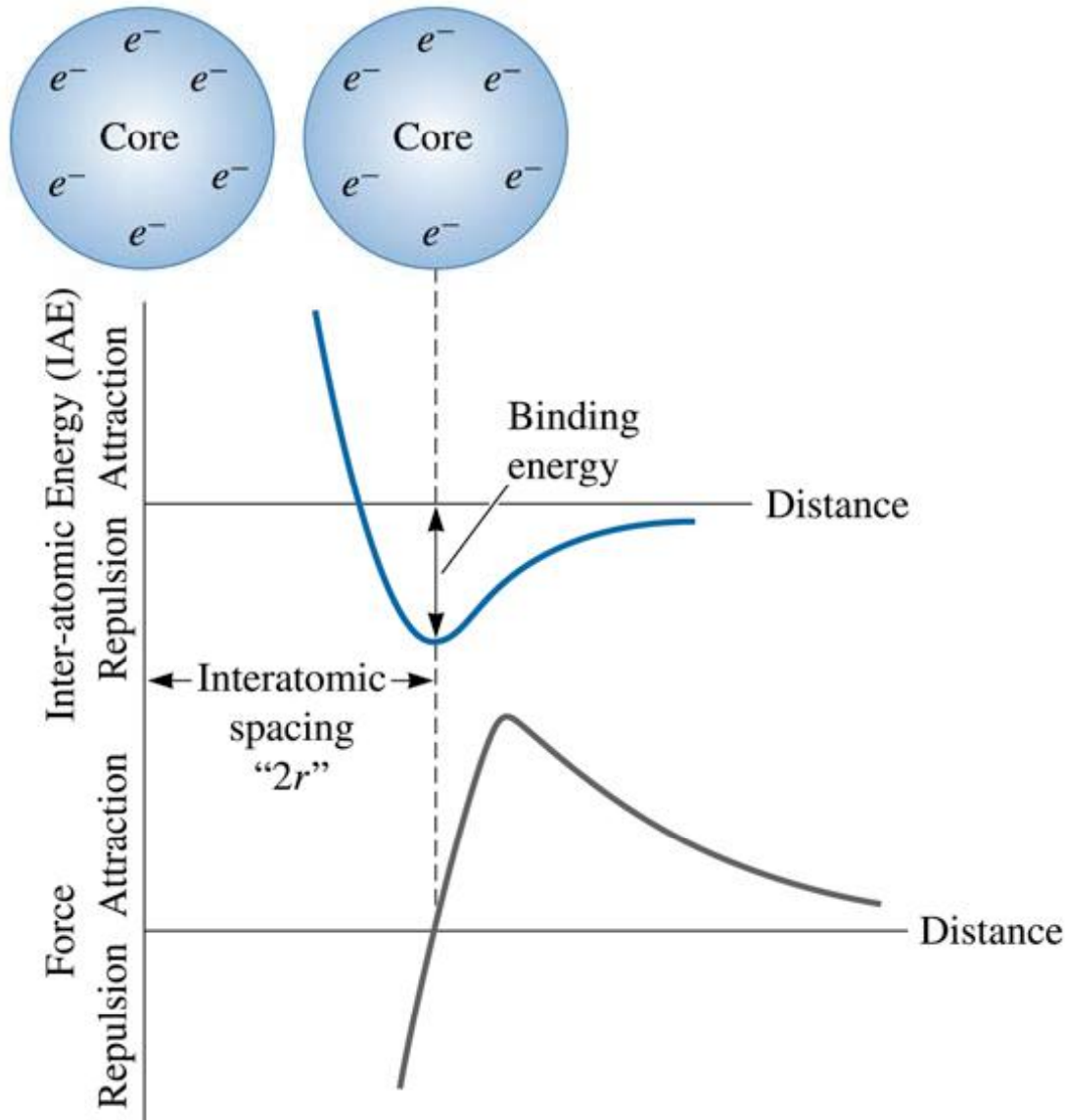
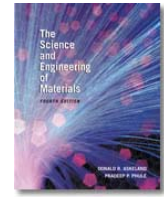
ÇÖZÜM (devam)

Malzeme mühendisleri su ile reaksiyona giren silika fiberlerin silika yüzeyinde oluşan çatlaklar nedeniyle bükülemeyip kırıldığını gözlemişlerdir. Vakum altında yapılan deneyler sonrasında daha fazla büküldüğü gözlenmiştir.



Bölüm 2.6. Bağ enerjisi ve Atomlararası Mesafe

- **Atomlararası mesafe** iki atomun merkezleri arasındaki dengeli mesafe.
- **Bağ enerjisi** iki atomu dengeli buldukları mesafeden ayırmak için gerekli enerjidir.
- **Elastisite Modülü** elastik bölgedeki gerilim-deformasyon eğrisinin eğimidir (E).
- **Akma mukavemeti** malzemenin kalıcı deformasyona başladığı gerilim değeridir.
- **Isıl Genleşme Katsayısı (CTE)** sıcaklık değiştiğinde malzemenin boyutlarının değişmesidir.



Şekil. Atomlar veya iyonlar birbirlerinden belirli bir denge mesafesinde ayrılırdır. Bu mesafe minimum atomlararası enerjiyi gerektirir.

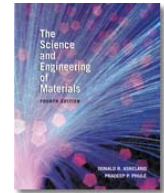
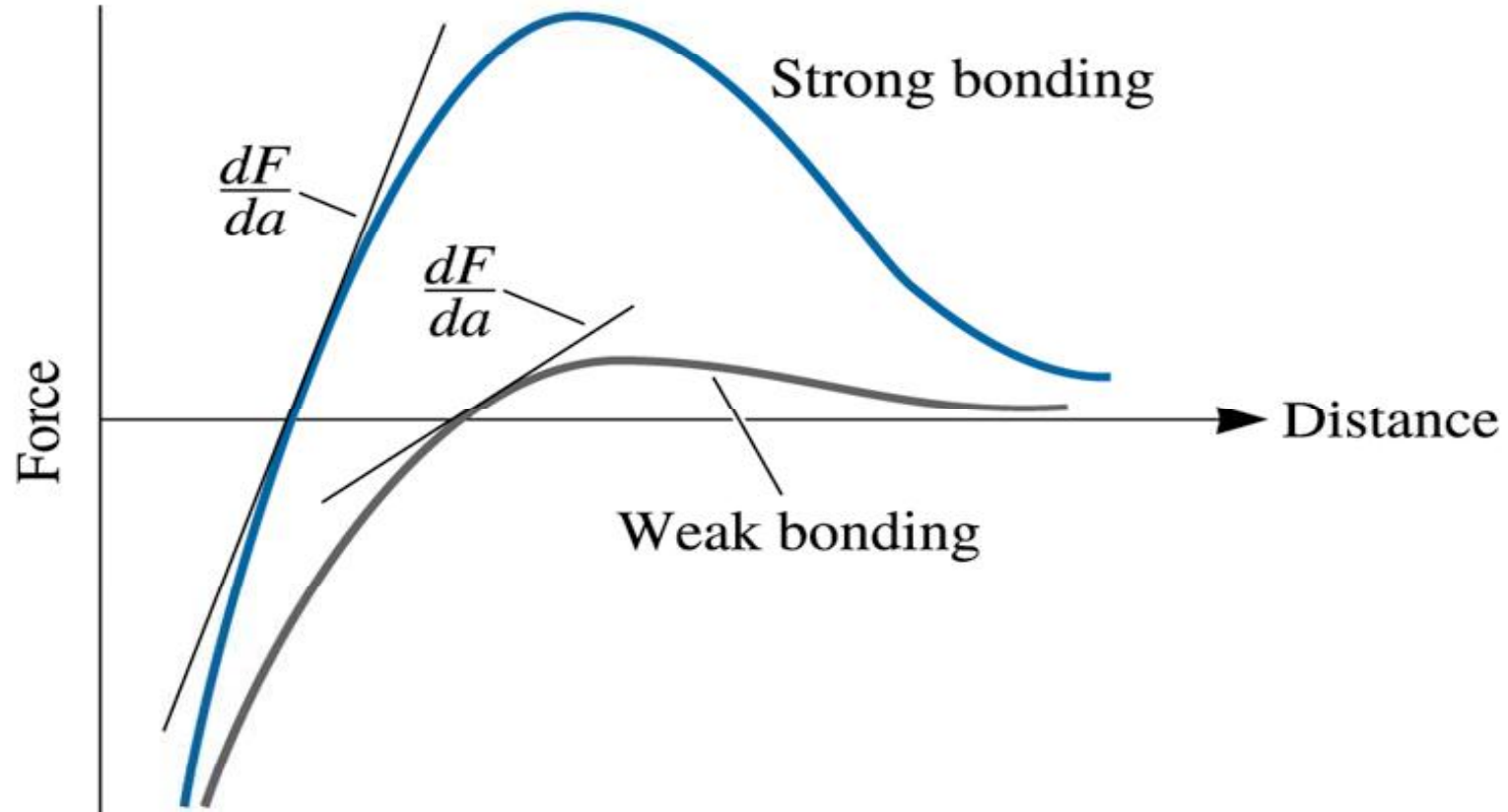
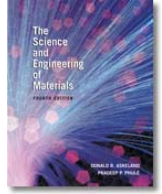


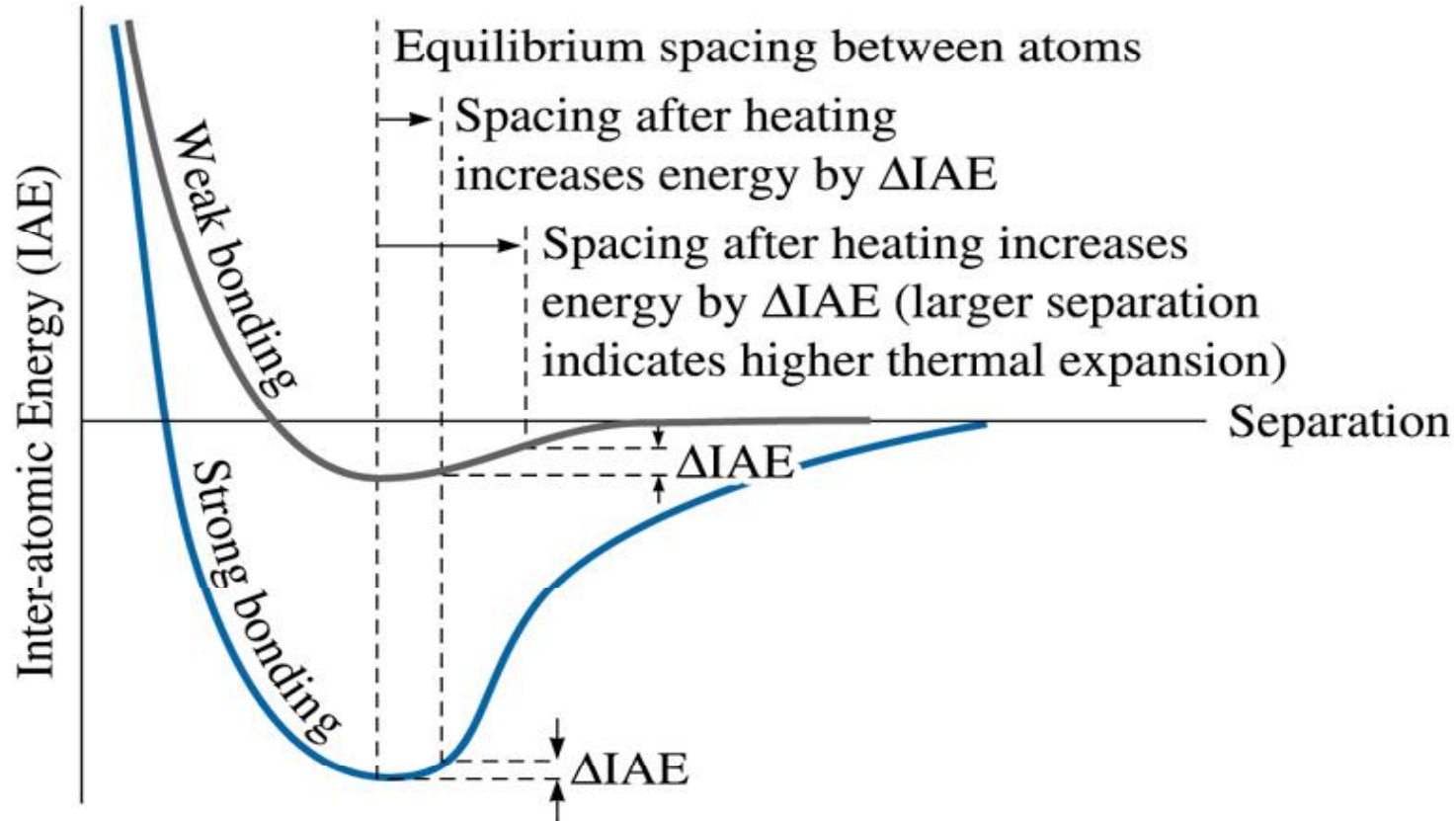
TABLE 2-3 ■ *Binding energies for the four bonding mechanisms*

Bond	Binding Energy (kcal/mol)
Ionic	150–370
Covalent	125–300
Metallic	25–200
Van der Waals	<10



© 2003 Brooks/Cole Publishing / Thomson Learning™

Şekil. İki malzeme için güç-uzaklık eğrisi, atomik bağ ile elastisite modülü arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Eğimi yüksek olan dF/da eğrisi yüksek modüle sahiptir.



© 2003 Brooks/Cole Publishing / Thomson Learning™

Şekil. Atomlar arası enerji (inter-atomic energy, IAE)-iki atomun ayrılma eğrileridir. Eğrinin eğiminin güçlü ve derin olduğu malzeme düşük lineer ısıl genleşme katsayısına sahiptir.

Uzay Mekiği Kolunun Tasarımı



NASA nın uzay mekiğinde uzun robot kolları vardır. Astronotların uydularla birleşmesi ve ayrılmasını sağladıkları gibi video kamera ile uzay mekiğinin dışarıdan izlenmesini de sağlarlar. Bu uygulamalara uygun malzeme seçiniz?

Şekil NASA'nın uzay mekiğinin uzaktan kumandalı sistemi.





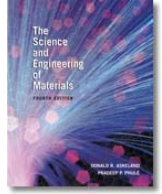
ÇÖZÜM

İlk malzeme yük uygulandığında çok az eğilir. Bu özellik operatörün manevralarında rahatlık sağlar.

Genel olarak, güçlü bağ yapısı, yüksek ergime sıcaklığı, yüksek elastisite modülü veya mukavemet gereklidir.

İkinci olarak, malzeme hafif, maksimum yük taşınımı, ve düşük yoğunluk gerekmektedir.

Tahmini maliyet, US \$100,000.



ÇÖZÜM (Continued)

İyi mukavemet (stiffness) yüksek ergime sıcaklığına sahip metallerde (Berilyum ve tungsten), seramikler ve fiberlerdir (karbon). Tungsten, yüksek yoğunluğa sahip ve oldukça kırılgandır. Berilyum, elastisite modülü yüksek ve alüminyumdan daha düşük yoğunluğa sahiptir. Ancak, Be toksiktir. Tercih edilen malzeme epoksi içine gömülen karbon fiber kompozit olabilir.

Karbon fiberler, yüksek elastisite sahiptir ve düşük yoğunluğa sahiptir. Uzaydaki ortamdan dolayı yüksek ve düşük sıcaklıklara maruz kalmasında gözönüne alınmalıdır.

Uzay mekiği robot kolu 45 feet uzunluğunda, 15 inç çapında ve 900 pounddur. 260 ton yük kaldırabilir.