Makine Mühendisliğine Giriş

Malzeme Bilgisi

Malzemeler, mühendislik ürün ve sistemlerinin imalinde kullanılan ve mekanik, fiziksel ve kimyasal olarak arzu edilen özelliklere sahip katılardır.

Bütün mühendislik bilim dalları malzeme ile yakından ilişkilidir. Mühendisler kullanacakları malzemeyi çok iyi tanımak ve geniş malzeme aralığı içinde mukavemet, iletkenlik, korozyon, ekonomiklik vb. kriterleri dikkate alarak seçim yapmak zorundadırlar.

Malzeme Bilimi ;

Malzemelerin doğasını araştırır. Çeşitli teori ve tanımlarla malzemenin iç yapısının, malzemenin kompozisyon, özellik ve davranışları ile olan ilişkisini belirler.

Malzeme biliminin genel amacı, malzemelerin iç yapısını tanıtmak, iç yapılar ile özellikler arasında bağlantılar araştırmak, bu şekilde geliştirilen temel ilkeler ve kavramlar ışığında uygulamada kullanılan malzeme türlerini sınıflara ayırarak incelemektir.

Birçok yeni mühendislik tasarımı tamamen yeni malzeme geliştirilmesine bağlıdır. Örneğin teorisi 17. yy'da bilinmesine rağmen türbin ve motorlar ancak 19. yy'da yapılabilmiştir. Bunun nedeni yüksek sıcaklıklara ve korozyona dayanıklı malzeme gereksinimidir. Malzemelerin, mühendislerce istenen değişik özellikleri onların iç yapıları (mikro yapıları) ile ilişkilidir.

Malzemelerin sınıflandırılması değişik şekillerde yapılabilir, ancak mühendisler açısından en uygun sınıflandırma aşağıdaki gibidir :

- Metaller
- Seramikler
- Polimerler
- Kompozitler
- Yarı iletkenler

Metaller

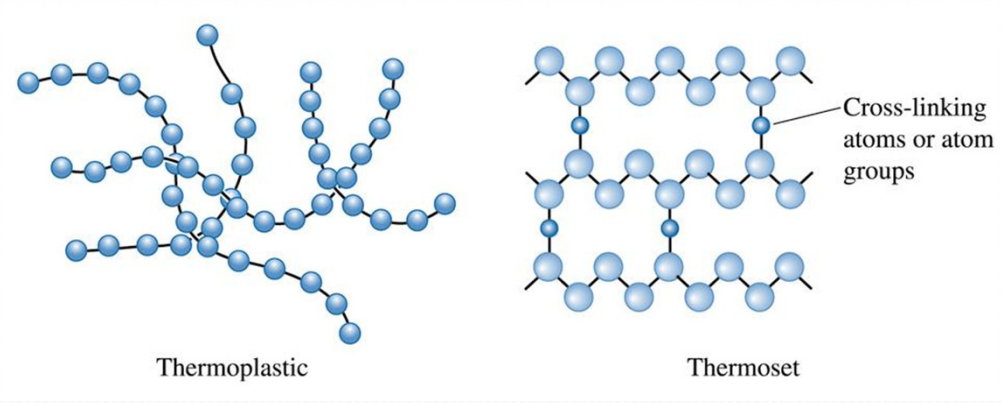
Alüminyum, bakır, çinko, demir ve nikel gibi saf metaller ile bir metalin diğer elementlerle oluşturduğu çelik (Fe-C), pirinç (Cu-Zn) ve bronz (Cu-Sn) gibi alaşımlar olup, imalat sanayinde en çok kullanılan malzemelerdir.

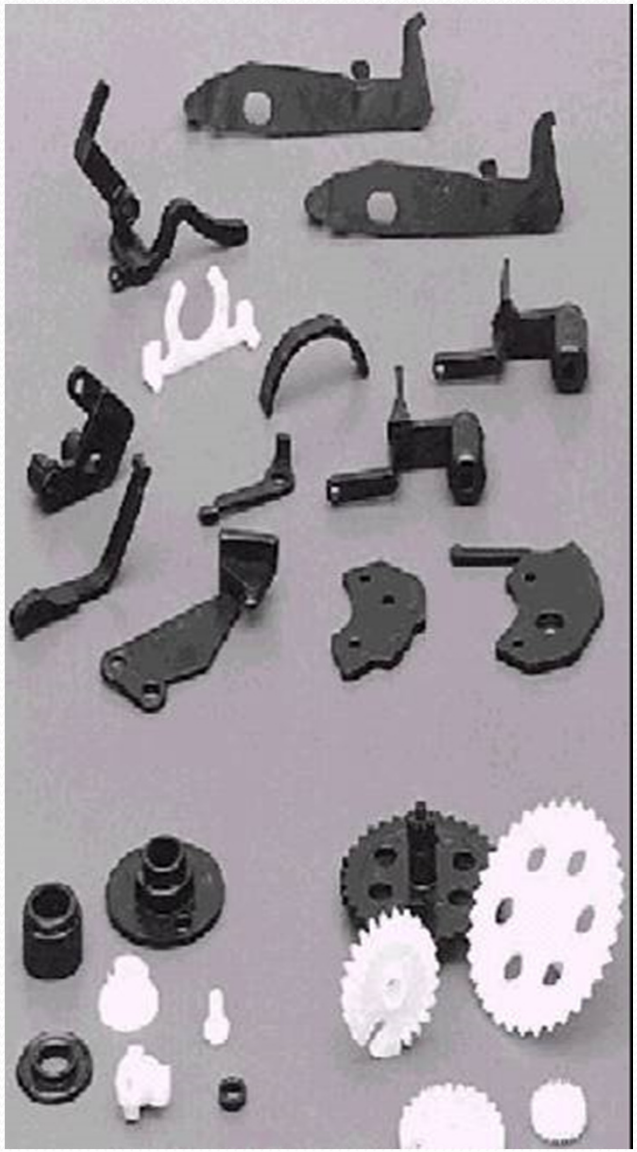
Seramikler

Genellikle metallerle metal olmayan elementlerin oluşturduğu bileşiklerdir. Cam, tuğla, beton, porselen gibi malzemeler seramiklerin birer örneğidir.

Polimerler

Temelde karbonun hidrojen, oksijen, azot gibi metal olmayan elementlerle oluşturduğu
büyük moleküllü organik bileşiklerdir.





Kompozitler

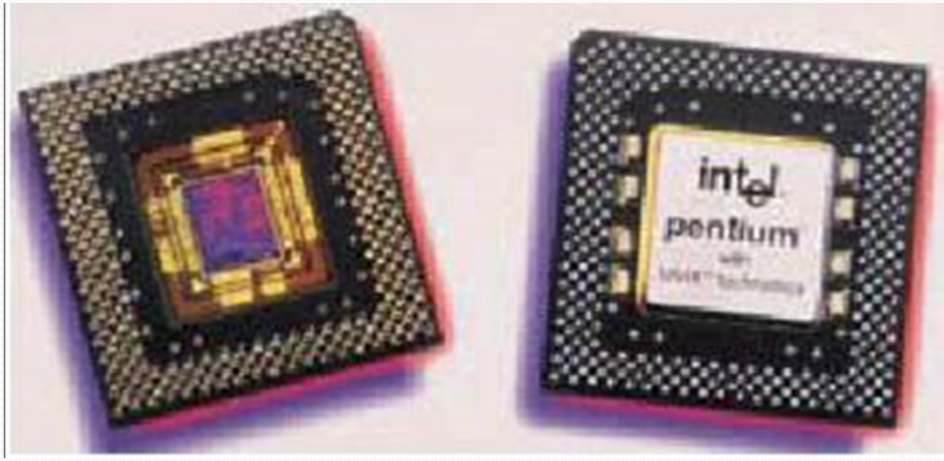
Kompozitler en az iki malzemeden üretilirler. Böylece bir malzemeden elde edilemeyen farklı özelliklere sahip olurlar.

Kompozit bir malzeme olan

cam elyaftan yapılmış golf sopası

Yarı iletkenler

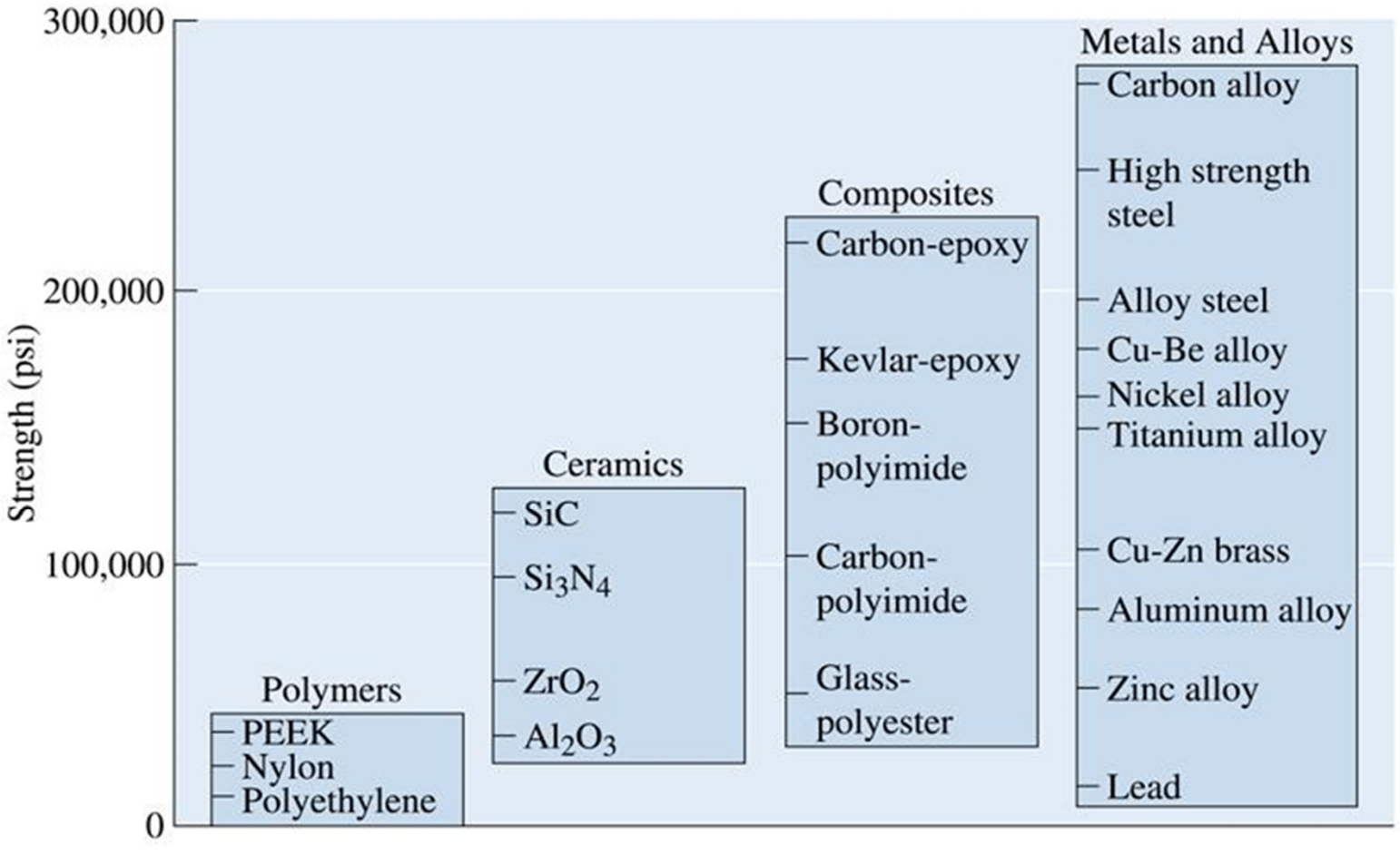
Kovalent bağa sahiptirler. Elektronlar atomlar tarafından paylaşılmaktadır. Silisyum (Si) ve germanyum (Ge) yarı iletkenlere örnektir.



Malzeme seçiminde göz önünde bulundurulması gereken özellikler:

- Fiziksel özellikler (boyut, şekil, yoğunluk…)
- Mekanik özellikler (çekme mukavemeti, süneklik, sertlik, darbe, yorulma, burulma, sürünme direnci…)
- Kimyasal ve elektrokimyasal özellikler (kimyasal bileşim, çözünürlük, korozyon…)
- Elektrik ve manyetik özellik (öz direnç elektrik iletkenliği, manyetiklik)
- Isıl özellikler (ısı iletim katsayısı, ergime sıcaklığı, özgül ısı, ısı kapasitesi…)
- Optik özellikler (ışığı yansıtma ve geçirme, renk, ışığı yutma, kırılma indisi…)
- Akustik özellikler (Sesi geçirme, sesi yutma, sesi yansıtma…)
- Teknolojik özellikler (imal edilebilme, kaynak, döküm PŞV, işlenebilme…)
- Ekonomik özellikler (bulunabilme, maliyet…)

Malzeme	Olumlu	Olumsuz
Metal	Yüksek E, E ≈ 100 GPa Süneklik, A = %20 Tokluk, K_{1C} > 50 MPa/m^2 Yüksek ergime sıc., T_m ≈ 1000 °C Termal şok (ΔT > 500 °C)	Düşük akma mukavemeti, saf metal için R_e ≈ 1 MPa, alaşımlandırma ile artar. Sertlik düşük (H ≈ 3 R_e), alaşımlandırma ile artar. Yorulma mukavemeti düşük, R_y = ½ R_e Korozyon direnci düşük, kaplamalarla artırılabilir.
Seramik	Yüksek E, E ≈ 200 GPa Yüksek R_e ve sertlik R_e > 36 GPa Yüksek ergime sıc. T_m ≈ 2000 °C Korozyon direnci yüksek	Çok düşük tokluk K_{1C} ≈ 2 MPa/m^2 Termal şok (ΔT ≈ 200 °C) Şekil verilebilirlik (toz metalurjik yöntemler)
Polimer	Sünek ve kolay şekillenebilirlik korozyon direnci yüksek Düşük yoğunluk	Düşük E, E ≈ 26 Pa Düşük R_e, R_e ≈ 2–100 MPa Düşük camsı geçiş sıcaklığı Düşük yumuşama sıcaklığı T_p ≈ 100 °C : sürünme! Genelde düşük tokluk (1 MPa/m^2)
Kompozit	Yüksek E, E > 506 Pa Yüksek R_e, R_e ≈ 200 MPa Tok sayılır K_{1C} > 20 MPa/m^2 Yorulma direnci yüksek Korozyon direnci yüksek Düşük yoğunluk	Şekil verilebilirlik kötü Fiyat yüksek Polimer matrisler için sürünme olgusu



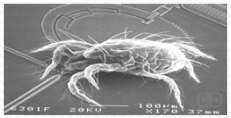
Farklı malzemelerin dayanım değerleri

THE SCALE OF THINGS

Things Natural

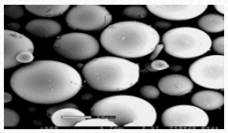
Cat
~ 0.3 m

Monarch butterfly
~ 0.1 m



Dust mite
300 µm

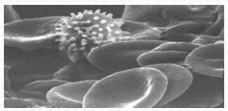
Bee
~ 15 mm



Human hair
~ 50 µm wide

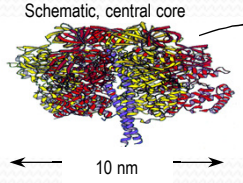
Fly ash
~ 10-20 µm

Magnetic domains garnet film
11 µm wide stripes



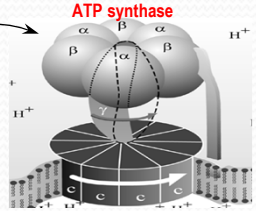
Red blood cells
with white cell
~ 2-5 µm

Schematic, central core

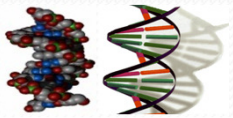


10 nm

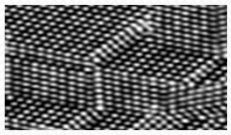
ATP synthase



Cell membrane



DNA
~2 nm wide



Atoms of silicon
spacing ~tenths of nm

meter	m	10^{0}	1 m
centimeter	cm	10^{-2}	0.01 m
millimeter	mm	10^{-3}	0.001 m
micrometer	µm	10^{-6}	0.000001 m
nanometer	nm	10^{-9}	0.000000001 m

Progress in atomic-level understanding

10^{0} m	1 meter (m)
10^{-1} m	0.1 m 100 mm
10^{-2} m	0.01 m 1 cm 10 mm
10^{-3} m	1 millimeter (mm)
10^{-4} m	0.1 mm 100 µm
10^{-5} m	0.01 mm 10 µm
10^{-6} m	1 micrometer (µm)
10^{-7} m	0.1 µm 100 nm
10^{-8} m	0.01 µm 10 nm
10^{-9} m	1 nanometer (nm)
10^{-10} m	0.1 nm

The Microworld

The Nanoworld

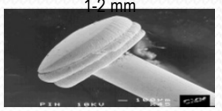
Visible spectrum

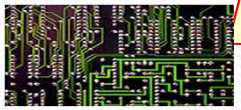
Progress in miniaturization

Things Manmade

Objects fashioned from
metals, ceramics, glasses, polymers ...

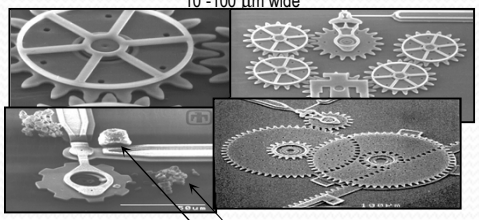
Head of a pin
1-2 mm



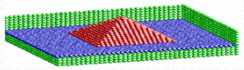


Microelectronics

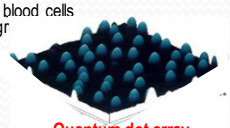
MEMS (MicroElectroMechanical Systems) Devices
10 -100 µm wide



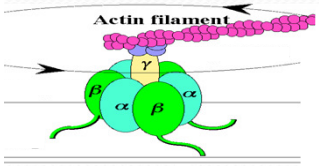
Red blood cells



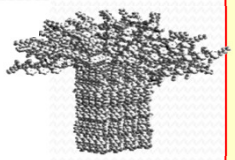
Indium arsenide
quantum dot



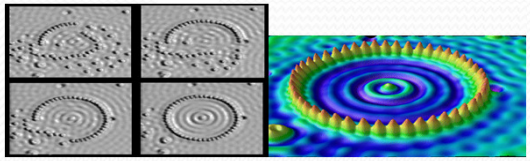
Quantum dot array --
germanium dots on silicon



Biomotor using ATP



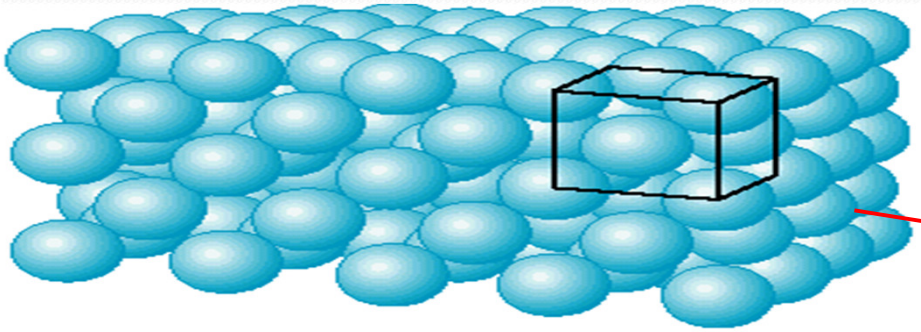
Self-assembled
"mushroom"



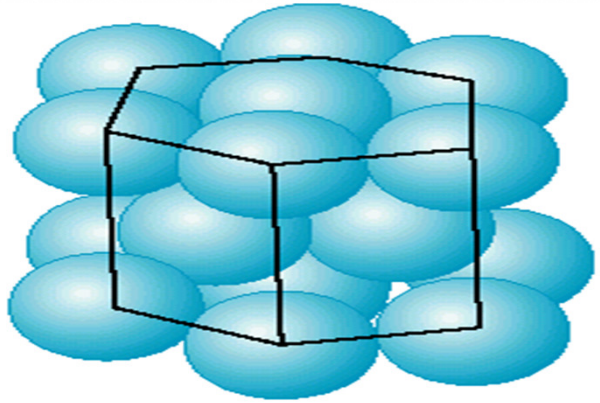
Quantum corral of 48 iron atoms on copper surface
positioned one at a time with an STM tip
Corral diameter 14 nm

The 21st century challenge -- Fashion materials at the nanoscale with desired properties and functionality

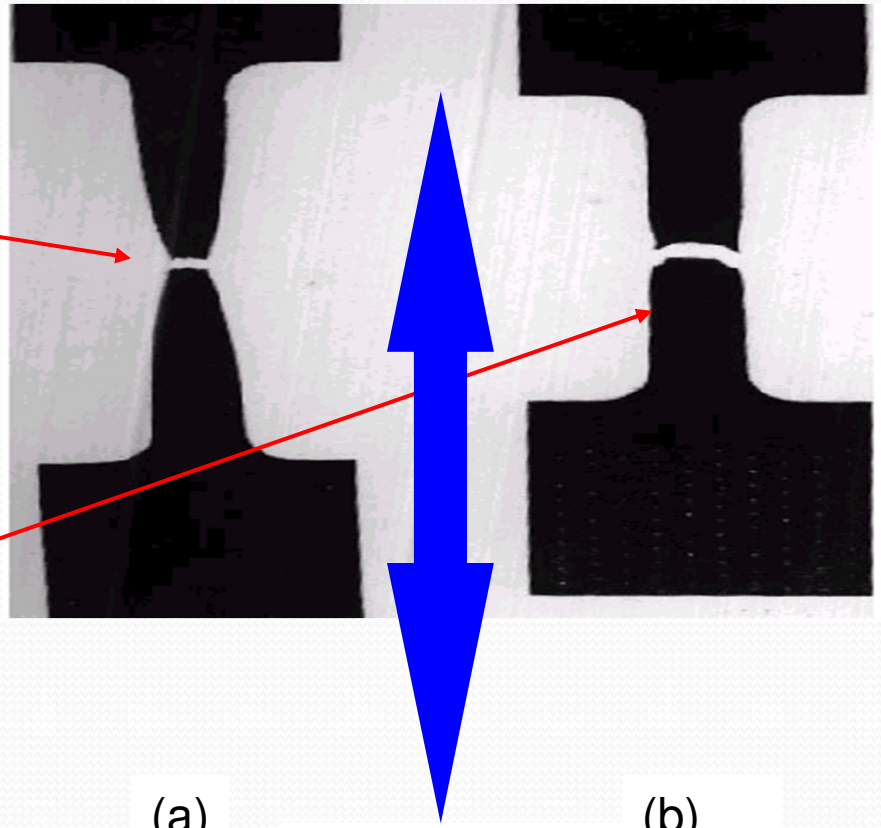
Chart from http://www.sc.doe.gov/production/bes/scale_of_things.html



(a) Aluminum



(b) Magnesium



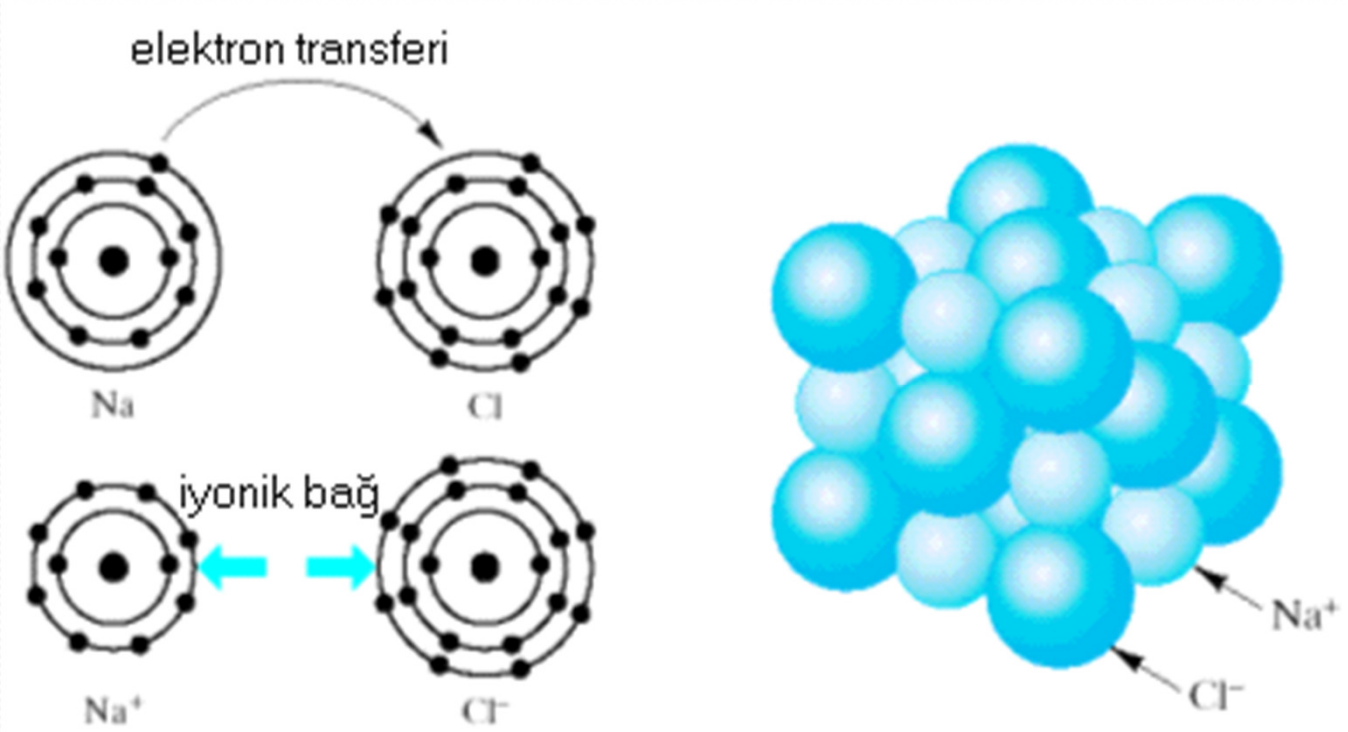
Farklı malzemeler farklı kristal yapılara sahiptir.

Bağ Çeşitleri

- **İyonik Bağlar**
- **Kovalent Bağlar**
- **Metalik Bağlar**
- **İkincil Bağlar (Van der Walls ve hidrojen bağları)**

İyonik Bağlar

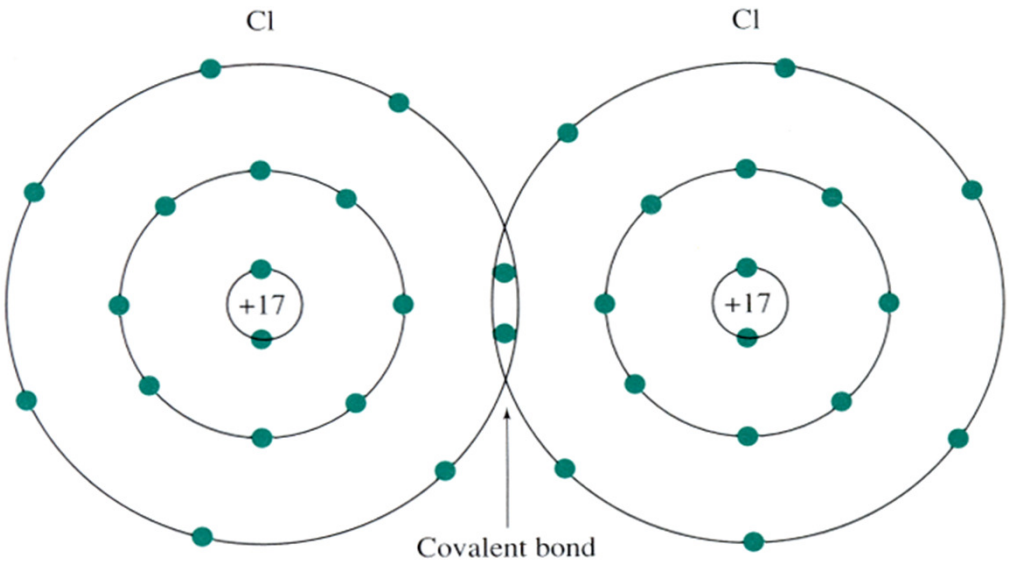
Bu bağ metal atomları ile metal olmayan elementlerin atomları arasında oluşur.



- Yönsüz
- Kararlı
- Ergime sıcaklığı yüksek

Kovalent Bağlar

- Bu bağın en önemli özelliği, elektronların sıkıca tutulması ve komşu atomlar tarafından eşit olarak paylaşılmasıdır.
- Bazı element atomları bir veya iki elektronunu komşu atomlarla paylaşarak daha kararlı bir yapı oluştururlar.
- Kovalent bağlar çok sağlam olmalarına rağmen, bu şekilde bağlanmış maddeler zayıf süneklik ve elektrik iletkenliğine sahiptir

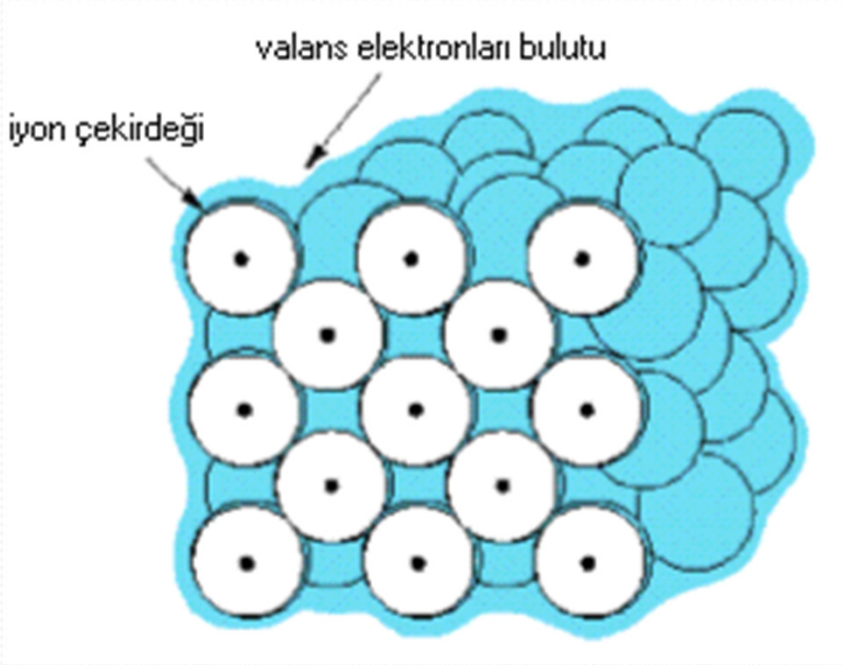


Cl_2

Klörür (Cl_2) molekülündeki kovalent bağın şematik gösterimi

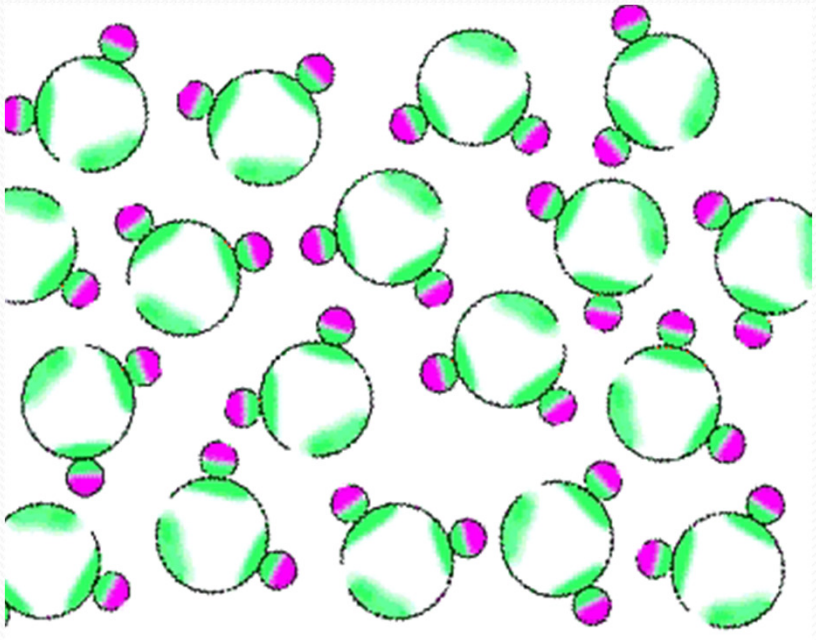
Metalik Bağlar

- Düşük valansa sahip metalik elementler atomları kuşatan bir elektron bulutu oluşturmak için valans elektronlarını bırakırlar.
- Metalik bağ ile bağlı malzemeler, serbest elektronlara sahip olduklarından elektriği ve ısıyı iyi iletirler.



İkincil Bağlar (Van der Walls)

Van der Walls bağları moleküller veya atom gruplarını zayıf elektrostatik çekimlerle birbirlerine bağlarlar ve oldukça zayıf bağlardır.

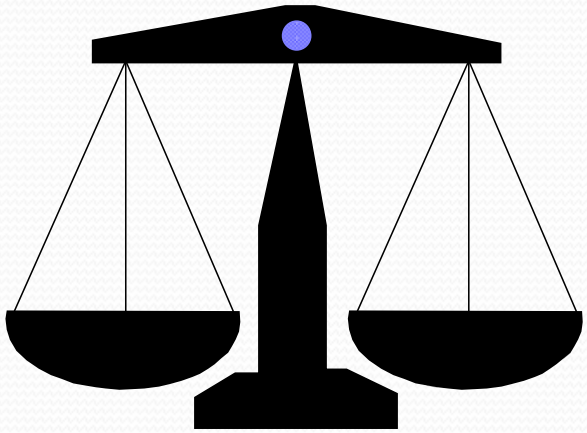


Malzeme Özelliklerinin Sınıflandırılması

- Genel
- Kimyasal
- Fizikokimyasal
- Mekanik
- Termal
- Elektriksel ve Manyetik
- Akustik ve Optik Özellikler

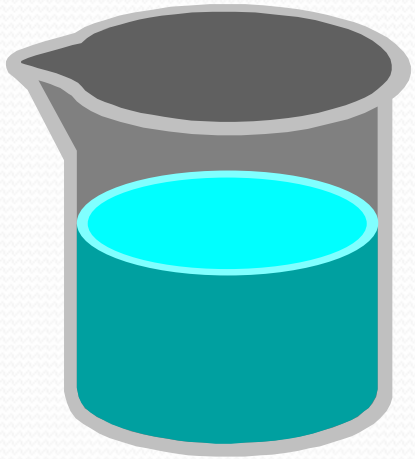
Mühendislik Malzemelerinin Genel Özellikleri

- Yoğunluk yada Bağıl yoğunluk
- Porozite(gözeneklilik)
- Nem miktarı (muhtevası)
- Makro yapı
- Mikro yapı



Mühendislik Malzemelerinin Kimyasal Özellikleri

- Bileşik kompozisyonu
- Asitlik yada bazlık
- Korozyona, aşınmaya direnç

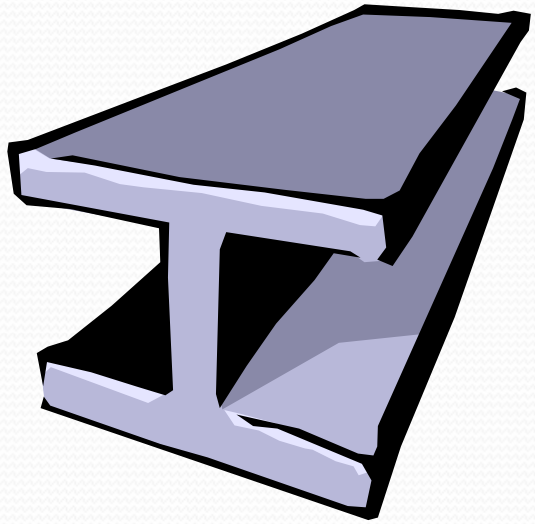


Mühendislik Malzemelerinin Fizikokimyasal Özellikleri

- Suyu emme yada su çekmez davranış
- Rutubet değişikliğinden dolayı Büzülme ve genişleme davranışı

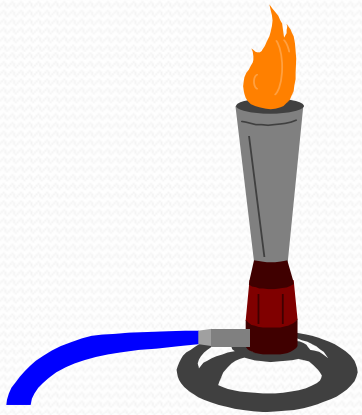
Mühendislik Malzemelerinin Mekanik Özellikleri

- Mukavemet
  - Gerilmeye, basmaya, kaymaya ve eğilmeye
  - Darbe, dayanım
- Tokluk
- Elastiklik/Plastiklik
- Süneklik/Gevreklik
- Sertlik & aşınma direnci



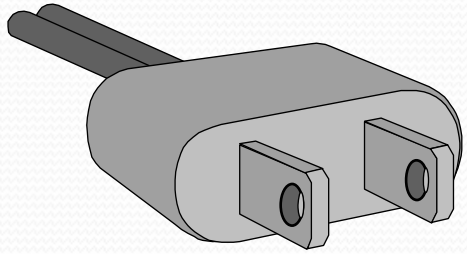
Mühendislik Malzemelerinin Termal Özellikleri

- Özgül ısı
- Genleşme
- İletkenlik



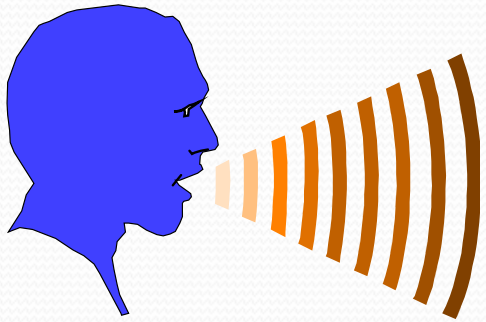
Mühendislik Malzemelerinin Elektriksel ve Manyetik Özellikleri

- İletkenlik
- Manyetik geçirgenlik
- Galvanik davranış



Mühendislik Malzemelerinin Akustik Özellikleri

- Ses İletimi
- Ses yansıması



Mühendislik Malzemelerinin Optik Özellikleri

- Renk
- Işık iletkenliği
- Işık yansıması

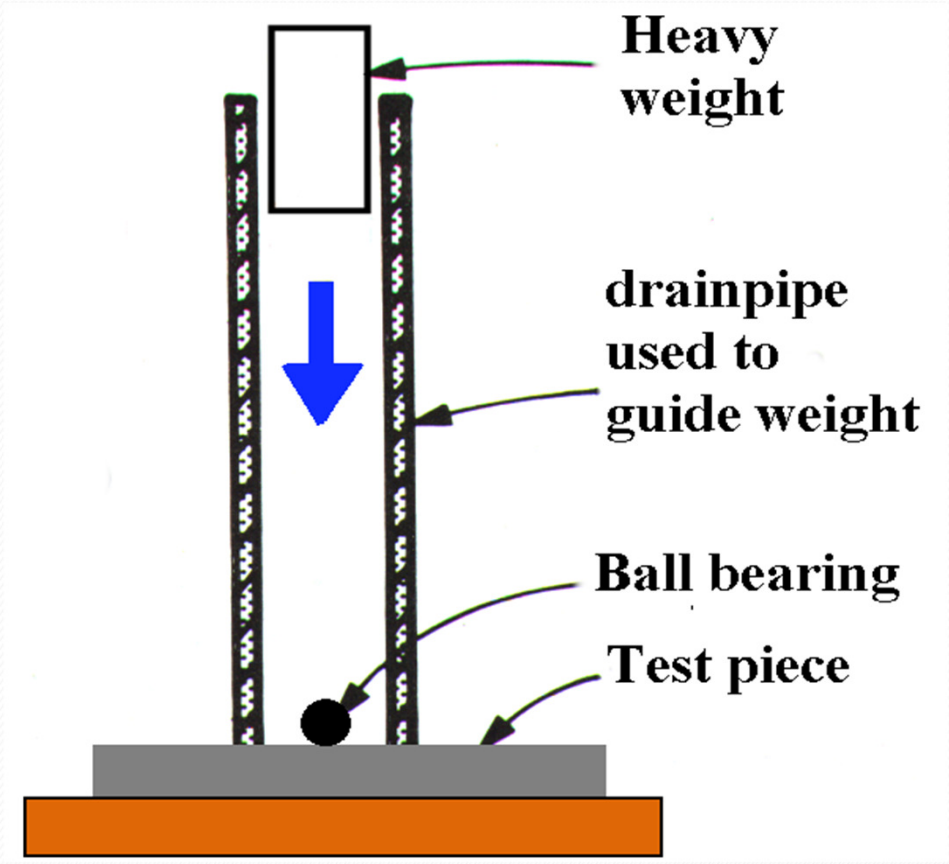
Her malzeme birden çok özelliğe sahiptir. Bir malzemeye iyi yada zayıf demek yanlış olur. Örneğin beton basmaya karşı dayanımlı ve iyi fakat çekmeye karşı zayıftır denmelidir.

Sertlik	Tokluk	Dayanım
Gevreklik	Dövülebilirlik	Süneklik
Elastiklik	Plastiklik	İletkenlik
Yoğunluk	Yorulma	Rijitlik

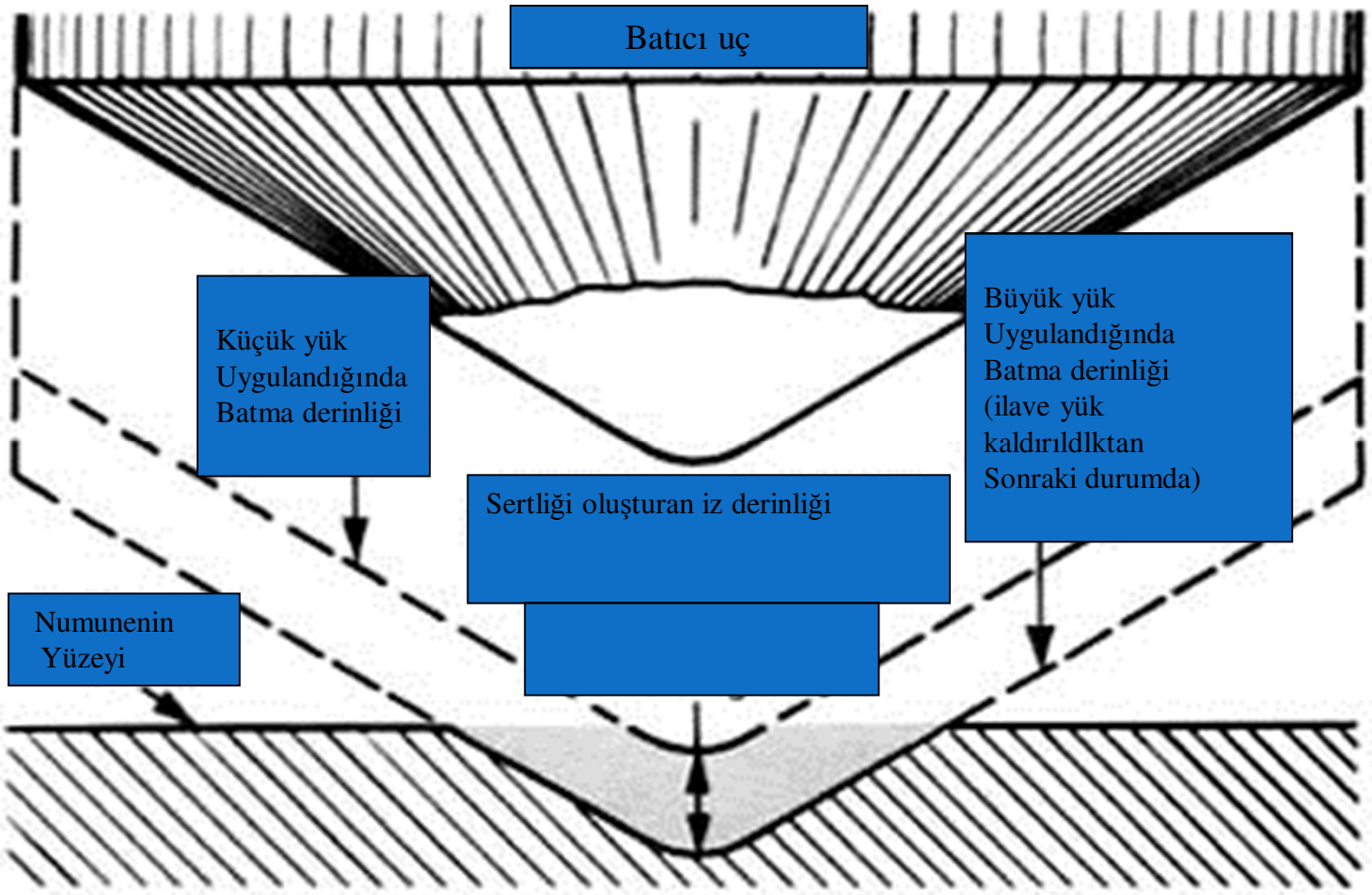
Sertlik

Sertlik izafi bir ölçü olup sürtünmeye, çizmeye, kesmeğe ve plastik deformasyona karşı direnç olarak tarif edilir.

Sertlik, malzemelerin plastik deformasyona karşı gösterdiği dirençtir.



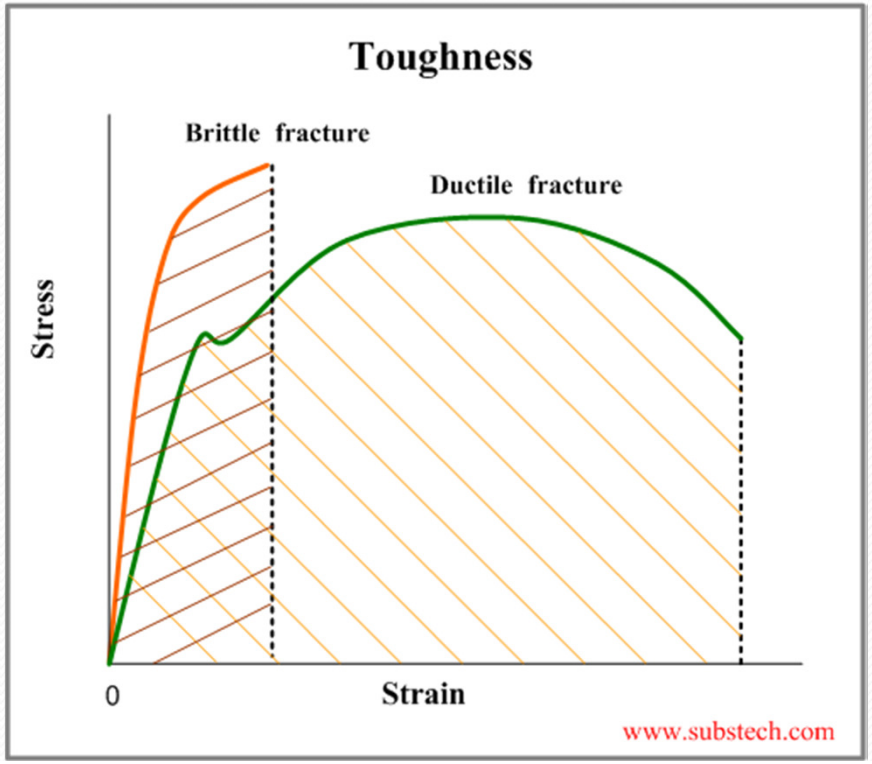
Sertlik ölçüm prensibi



Tokluk

Malzemenin kopmasına kadar harcanan enerji eğrinin altında kalan alanın tümüne eşittir ve “ Tokluk ” olarak adlandırılır.

Yüksek tokluk mühendislik malzemeleri için aranan önemli özelliklerden biridir.

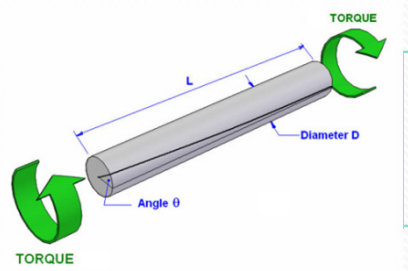


Dayanım

Malzemenin çekme, basma ve burulma kuvvetlerine karşı durma kabiliyeti

Çekme dayanımı– Çekme kuvvetlerine karşı gösterdiği dayanım (boyun vermeden)

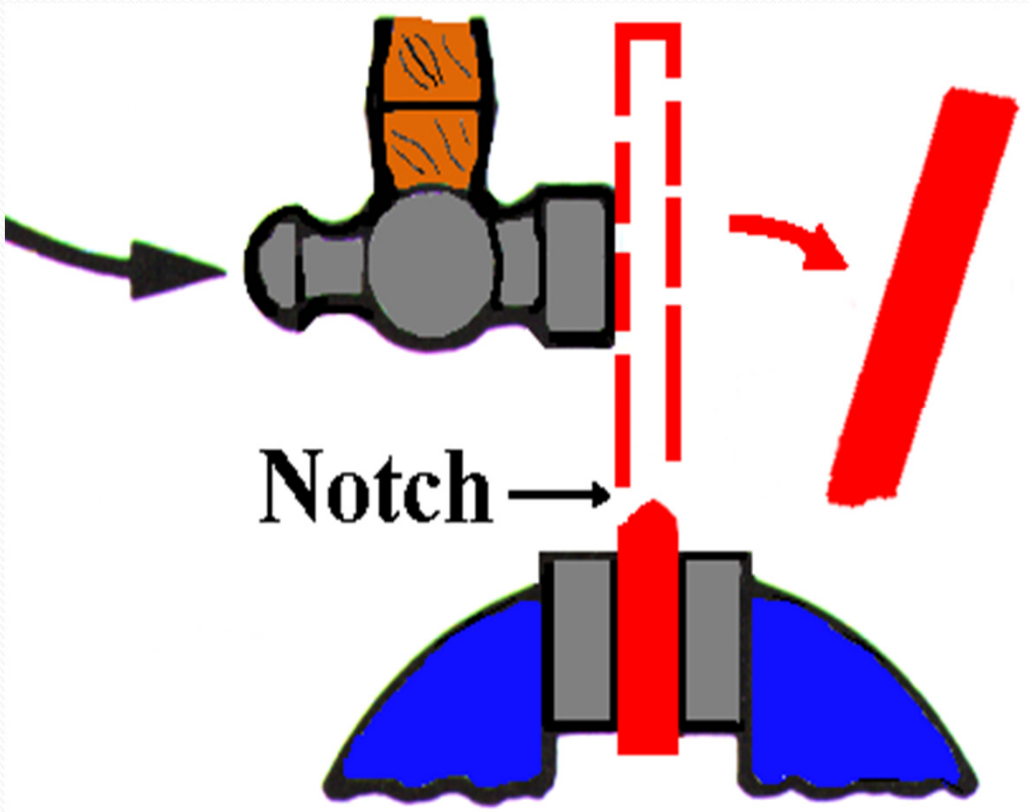
Basma dayanımı – Basma kuvvetlerine yada ‘sıkıştırmaya’ karşı gösterdiği dayanım



Burulma dayanımı– Burma kuvvetlerine karşı gösterdiği dayanımdır.

Gevreklik

Bir darbeyle kolayca kırılabilen malzeme gevrek malzeme olarak adlandırılır. Örneğin cam



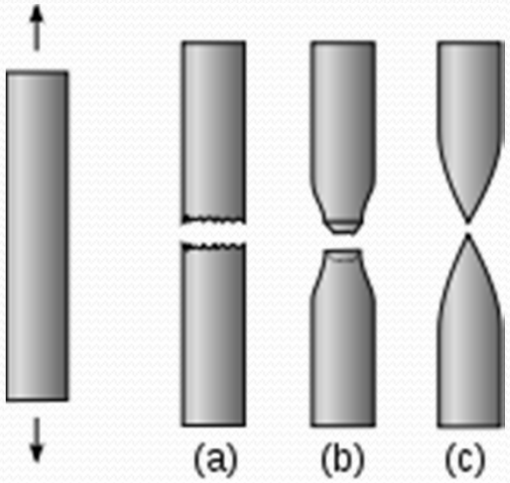
Dövülebilirlik

Kırılmaya uğramadan haddelenme ve dövülebilme kabiliyeti

Figure 2-6. Malleability.

Süneklik

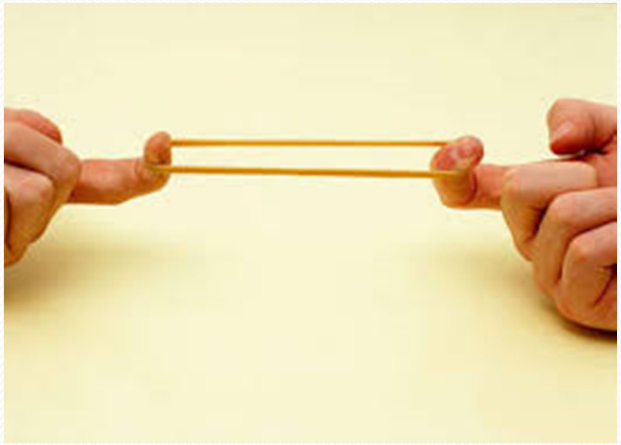
Bir malzemenin kuvvet altında kopmaksızın kalıcı şekil değiştirme kabiliyeti



(a) Brittle fracture
(b) Ductile fracture
(c) Completely ductile fracture

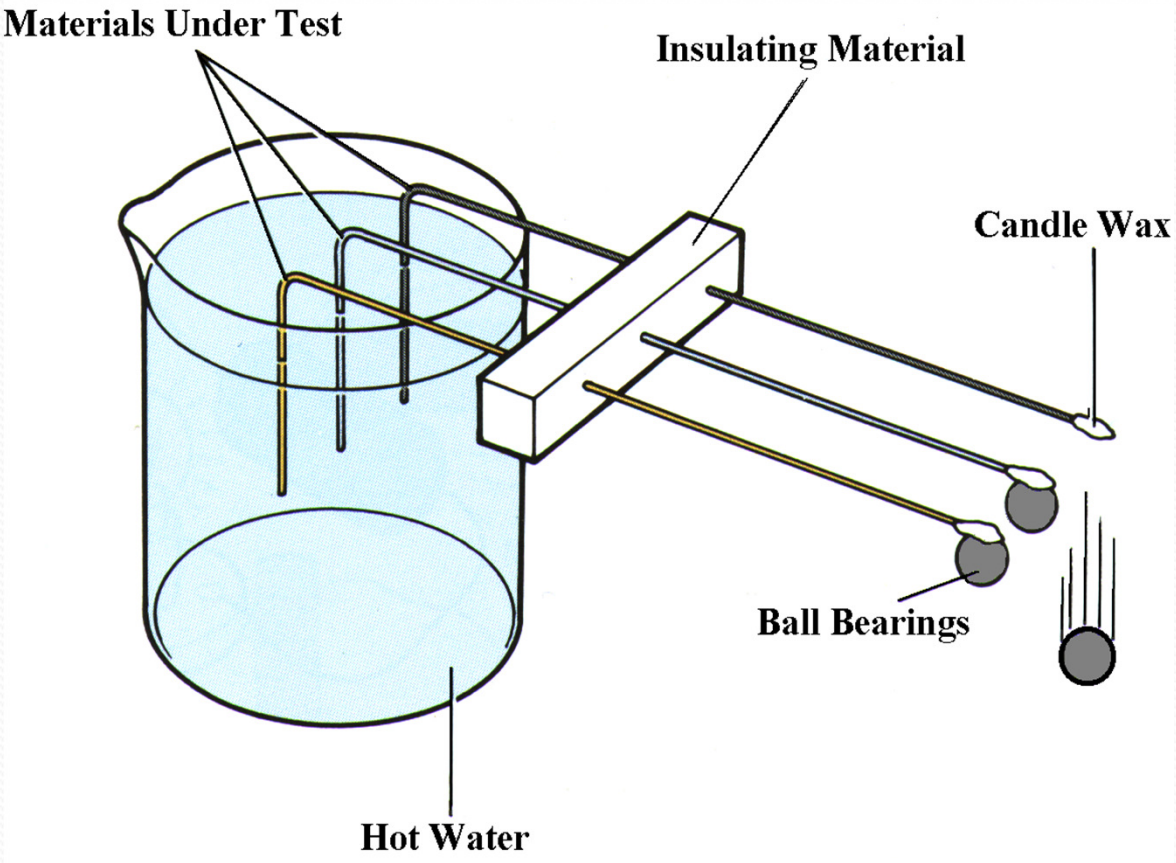
Elastiklik

Deformasyondan sonra malzemenin orijinal şekline dönme kabiliyetidir.



İletkenlik

Isı veya elektriği iletme kabiliyeti



Ball Bearing drops from most conductive 1st.

Yorulma

Yorulma; malzeme biliminde bir malzemenin devirli olarak sürekli yüklemeye uğraması sonucu ilerlemeli ve yerel yapısal hasara uğramasıdır. Malzeme dereceli olarak arttırılan yükler altında denenip belirli bir sınırdaki gerilime geldiğinde kopmaktadır. Bu şekilde denenerek bulunan değere malzemenin statik dayanımı denir. Ancak aynı malzeme eğer geçmişte sürekli gerilmelere uğramışsa, kopma değeri bu statik dayanım değerinden daha düşük bir değerde olacaktır. Bunun nedeni malzemenin yorulmasıdır.

Kaynak

- Malzeme Bilgisi Ders Notları, Prof.Dr. Ahmet Aran
- “Malzeme Bilimi I Ders Notları”Kocaeli Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisligi Bölümü
- Malzeme Bilgisi, Doç.Dr. Abdullah Özsoy
- Malzeme Bilimleri Serisi,Malzeme Bilgisi, TMMOB Makine Mühendisleri Odası
- İnternet Kaynakları, wikipedia