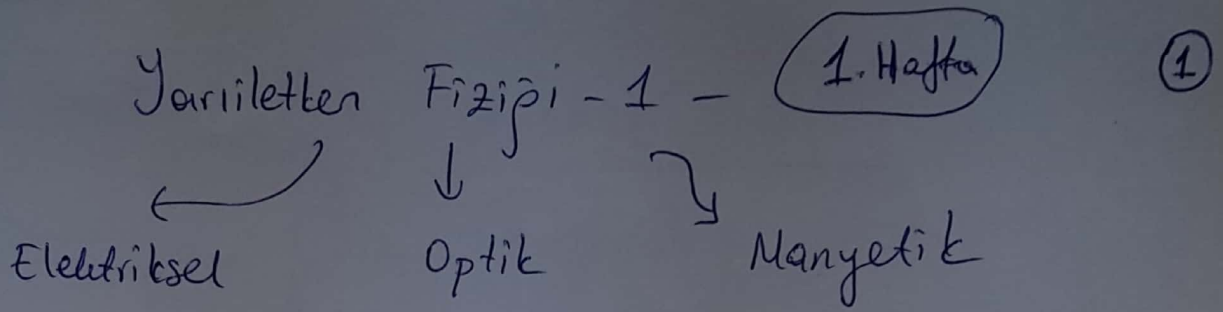


Yarıiletken Fiziği 1 - Ders Programı (2014-2)

H	Tarih	Ders İçeriği
1	20 Şubat	Ders içeriği tanıtımı, Yarıiletken Fiziği-1 (Elektriksel, optik, manyetik) Yarıiletkenlerin Uygulamaları
2	27 Şubat	Elektriksel Özellikler Maddelerin elektriksel özelliklerine göre sınıflandırılması. (Özdirenç ve sıcaklıkla değişimi, Bant yapıları)
3	6 Mart	Yarıiletken tipleri (Saf, n-tipi, p-tipi)
4	13 Mart	Denge durumunda yarıiletkenlerde taşıyıcı konsantrasyonu Enerji ve durum yoğunluğu
5	20 Mart	Dağılım fonksiyonu Akım Yoğunluğu, Taşıyıcı Sürüklenmesi ve Difüzyon akımı, Jenerasyon ve Recombinasyon
6	27 Mart	Optik Özellikler Elektromanyetik dalga-yarıiletken etkileşimi Fotoiletkenlik, Foto ışıma ve elektrolüminesans
7	3 Nisan	Manyetik Özellikler Elektronun spin ve yörünge hareketi Mıknatıslanma çeşitleri (ferromanyetizma, paramanyetizma, diamanyetizma)
8	10 Nisan	I. VİZE
9	17 Nisan	Yarıiletkenlerin Uygulamaları p-n eklemler, diyotlar (Schottky)
10	24 Nisan	Transistörler (eklem transistörler ve alan etkili transistörler)
11	1 Mayıs	LED, OLED
12	8 Mayıs	LASER
13	15 Mayıs	2. VİZE
14	22 Mayıs	Güneş pilleri
15	29 Mayıs	Fotodiyotlar

NOT: VİZE ve 2. Değerlendirme tarihleri değişebilir !!!!!



* Yarıiletkenlerin Uygulamaları.

— Maddelerin Elektriksel Özelliklerine Göre Sınıflandırılması—

• Metaller

$$\rho = 10^{-6} - 10^{-4} \Omega \text{cm}$$

• Yarıiletkenler

$$\rho = 10^{-4} - 10^{10} \Omega \text{cm}$$

• Yalıtıcılar

$$\rho \geq 10^{10} \Omega \text{cm}$$

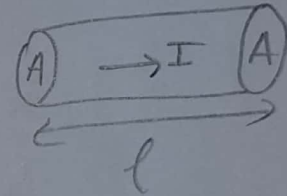
$$\rho \Rightarrow \text{öz direnç} \Rightarrow \Omega \text{cm}$$

Malzemenin elektrik akımına gösterdiği bir tür dirençtir.

Öz direnç maddenin yapıldığı malzemeye bağlı, karakteristik bir özelliktir.

$$R = \rho \frac{l}{A} \Rightarrow \rho = \frac{RA}{l}$$

veya



$$\rho = \frac{1}{\sigma} = \frac{1}{ne\mu}$$

(iletkenlik)

$n \rightarrow$ elektron konsantrasyonu

$e \rightarrow$ elektron yükü ($e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{C}$)

$\mu \rightarrow$ elektron mobilitesi

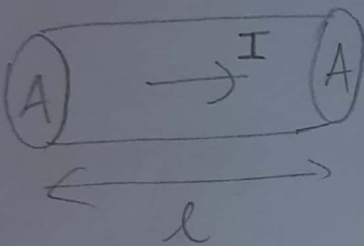
Ohm Yasası

(1-a)

$$J = \frac{I}{A} \text{ Teorik}$$

$$J = \sigma E \text{ Deneysel}$$

$$E = \frac{V}{l}$$



$$\frac{I}{A} = \sigma E$$

$$\frac{I}{A} = \frac{1}{\rho} \frac{V}{l}$$

$$\rho \frac{l}{A} = \frac{V}{I} = R$$

$$R = \frac{V}{I}$$

Ohm yasası

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

Özdirenç

Özdirenç ve Sıcaklık

(2)

* Özdirenç sıcaklığa bağlı bir fiziksel büyüklüktür.
Bu bağıllık metaller ve yarıiletkenlerde farklılık gösterir.

Metallerde sıcaklıkla özdirenç değişimi:

Metallerde özdirenç sıcaklıkla yaklaşık lineer bir değişim gösterir.

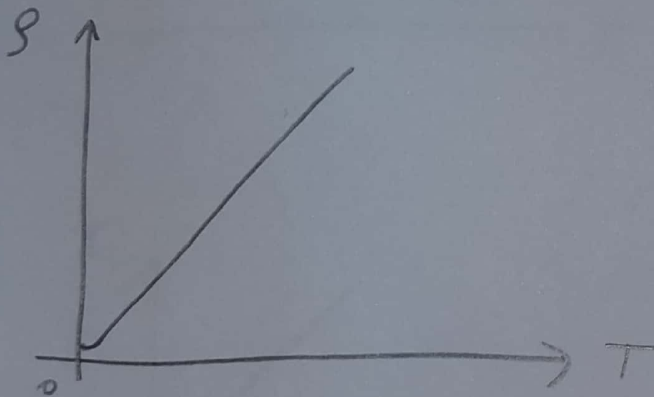
$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

ρ_0 → başlangıç sıcaklığındaki (T_0) özdirenç

ρ → herhangi bir T sıcaklığındaki özdirenç

α → özdirençin sıcaklık katsayısı

$$\alpha = \frac{1}{\rho_0} \frac{\Delta \rho}{\Delta T}$$



Yarıiletkenlerde Sıcaklıkla Özdirenci Değişimi:

Katkısız yarıiletkenin özdirenci, metalin aksine sıcaklık arttıkça *exponansiyel* olarak küçülür.

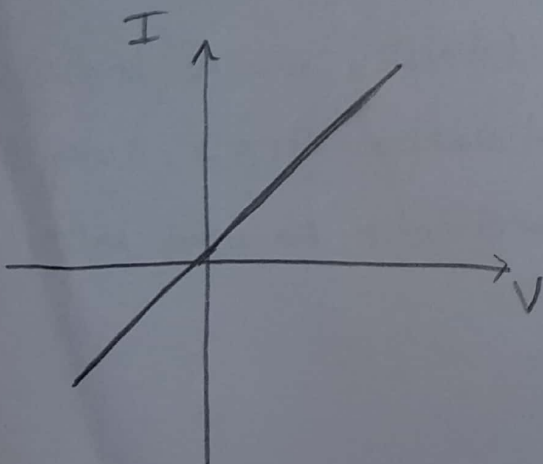
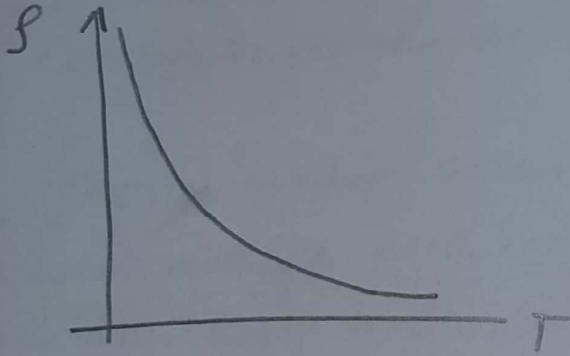
$$\rho \approx A \exp \left(\frac{E_g}{kT} \right)$$

$A \rightarrow$ Bir sabit

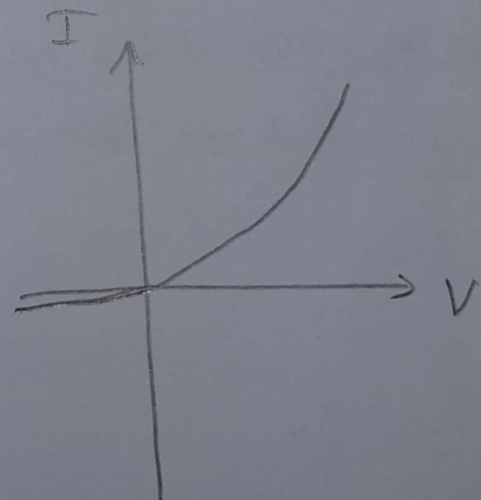
$E_g \rightarrow$ Yarıiletkenin yasak bant genişliği

$T \rightarrow$ Sıcaklık

$k \rightarrow$ Boltzman sabiti



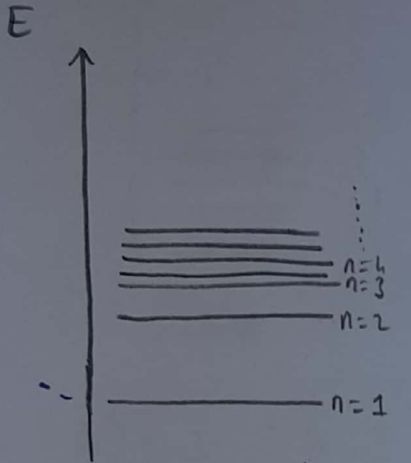
Metallerde



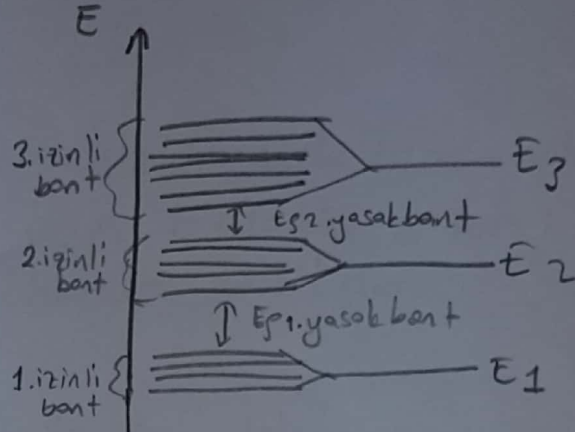
Yarıiletkenlerde

Metal, Yarıiletken ve Yalıtıcıların

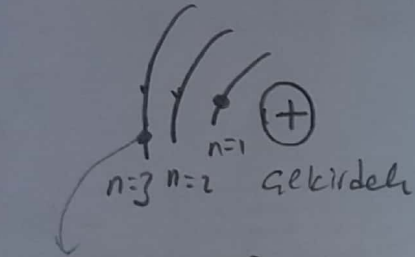
Enerji - Bant Yapıları



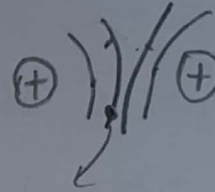
Tek atomda



Kristal (Birden fazla atom)



Buradaki e^- 'nin sadece 4 çekirdek ile etkileşimi var.



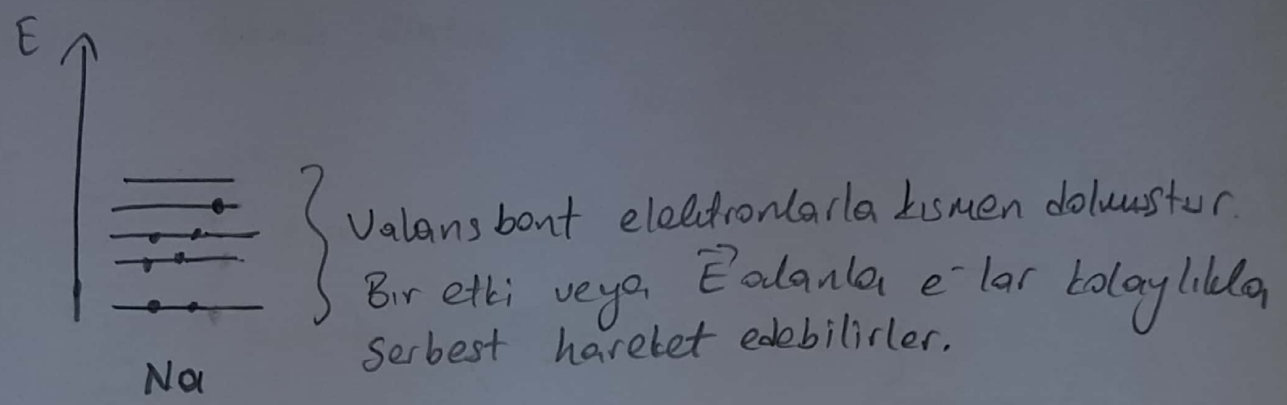
Buradaki e^- 'nin birden fazla çekirdek ile etkileşimi var.

Kristal oluştuğu zaman çok sayıda atomun birbirine yaklaşmaları, nedeniyle ayrık enerji düzeyleri yerine enerji bantları oluşmaktadır. Enerji bantları sırasıyla izinli ve yasak bantlardan oluşur.

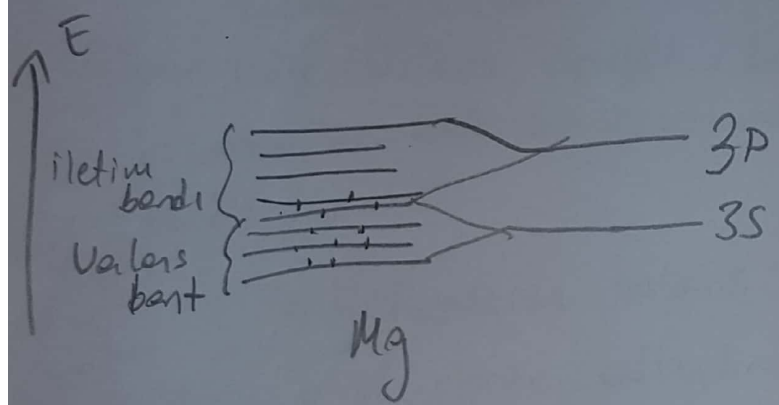
Eletronlarla dolu en üst bantta Valans bant denir. Valans bantın üstündeki elektronlu bantta iletim bandı diyoruz. Aşağıdaki nedenlerle valans banttaki eletronlar uyarılarak iletim bandına geçebilirler -

Metaller: Bant yapısı iki çeşit olabilir.

a) Valans bant elektronlarla kısmen dolmuştur.



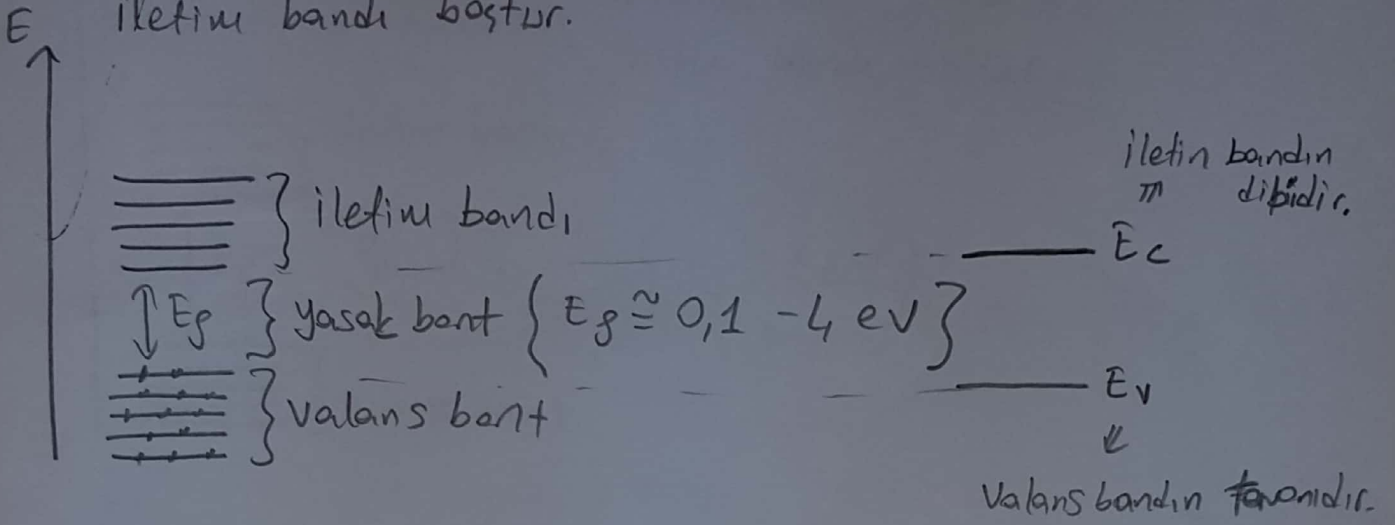
b) Valans bant elektronlarla tam dolmuş ama iletim bantı ile valans bant kısmen üst üste geldiklerinden, yine



bir etki veya \vec{E} alan etkisi ile e⁻ lar 3p boşbandında serbestçe hareket edebilirler.

Yarıiletkenler:

Valans bant elektronlarla doludur.
İletim bandı boştur.



Metallerde bir elektron hareketi (akım) için E varlığı yeterlidir. Valans ve iletim bandı yakın olduğundan veya kısmen üst üste bindiklerinden e^- lar kolaylıkla hareket edebilirler.

Yarıiletkenlerde valans bant ile iletkenlik bandı arasında yasak bant olarak adlandırılmış bir boşluk vardır. Bu nedenle e^- lar sadece E etkisi ile iletim bandına ulaşamazlar. Bu durumda bir e^- nun valans banttan iletim bandına çıkıp hareket edebilmesi için ısı veya ışık gibi başka tür enerjiye ihtiyacı vardır.

Bunun dışında yarıiletkenlerin katılannması ile yasak enerji bant aralıkları değişebilir.

Yalıtkanları:

E



iletim bandı

 E_g yasak bant $\{E_g > 4\text{eV}\}$

valans bant

Yarıiletkenlere benzer

Valans bant e^- larla doludur.

iletim bandı boştur.

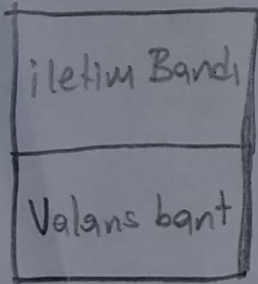
NaCl

Yalıtkanlarda, E_g olarak isimlendirdiğimiz yasakbantın değeri 4eV 'den büyük olduğu için E den, ısı veya ışık etkisi ile valans banttaki e^- lar iletim bandına geçemezler.

Bu nedenle bu malzemeler yalıtkan olarak isimlendirilirler.

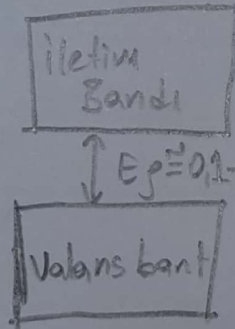
Metaller

E



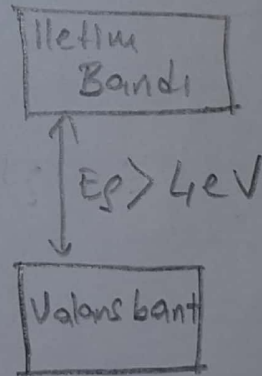
Yarıiletkenler

E

 $E_g = 0,1-4\text{eV}$

Yalıtkanlar

E

 $E_g > 4\text{eV}$