



Bevezetés

Molekulafizika

Az ionos kötés

A kovalens kötés

A molekulák
kötéshossza és kötési
energiája

A molekulák
energiaszintjei

Másodlagos kötések

A szilárdtestek
szerkezete

**Elektronok viselkedése
szilárdtestekben**

- Szilárdtestek
sávszerkezete
- A sávszerkezet
ábrázolása
- Az elektronok energia
szerinti eloszlása
- Szigetelők,
félvezetők, vezetők közti
különbség

Elektronok viselkedése szilárdtestekben



Bevezetés

Molekulafizika

Az ionos kötés

A kovalens kötés

A molekulák
kötéshossza és kötés
energiája

A molekulák
energiaszintjei

Másodlagos kötések

A szilárdtestek
szerkezete

Elektronok viselkedése
szilárdtestekben

● Szilárdtestek
sávszerkezete

● A sávszerkezet
ábrázolása

● Az elektronok energia
szerinti eloszlása

● Szigetelők,
félvezetők, vezetők közti
különbség

Szilárdtestek sávszerkezete

Láttuk, hogy a molekulák energiaszerkezete sokkal több lehetséges szintből áll, mint az atomoké.

A szilárdtesteknél ez a jelenség még fokozódik.



Bevezetés

Molekulafizika

Az ionos kötés

A kovalens kötés

A molekulák
kötéshossza és kötési
energiája

A molekulák
energiaszintjei

Másodlagos kötések

A szilárdtestek
szerkezete

Elektronok viselkedése
szilárdtestekben

● **Szilárdtestek
sávszerkezete**

● A sávszerkezet
ábrázolása

● Az elektronok energia
szerinti eloszlása

● Szigetelők,
félvezetők, vezetők közti
különbség

Szilárdtestek sávszerkezete

Láttuk, hogy a molekulák energiaszerkezete sokkal több lehetséges szintből áll, mint az atomoké.

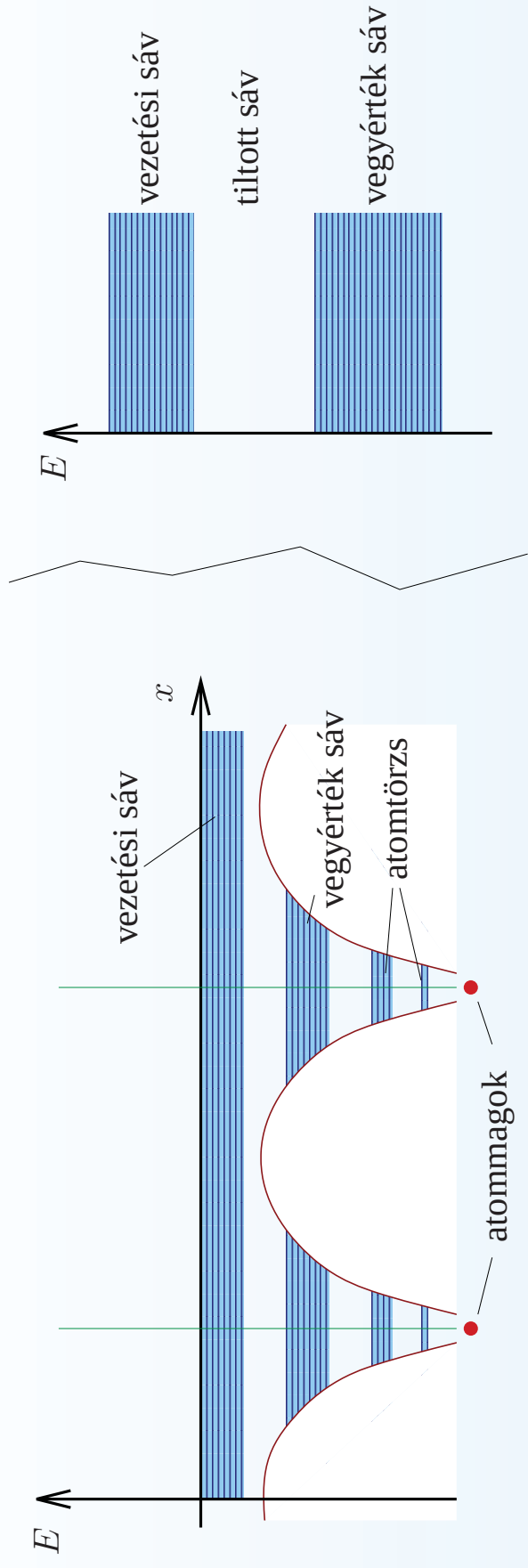
A szilárdtesteknél ez a jelenség még fokozódik.

A közeli atomok torzítják egymás elektronszerkezetét, így **az eredeti atomi szintek igen sok részre széthasadnak**.

A sok közeli szint összemosódik, és a megengedett állapotok **energiasávokba** csoportosulnak. Az egyes sávok különböző jellegű elektronállapotnak felelnek meg:

- **vegyértéksáv**: az atomokhoz kötődő elektronok
- **vezetési sáv**: a rácson belül tetszőleges távolságra elmozdulni képes elektronok
- **tiltott sáv**: itt nem lehetnek elektronok.

A sávszerkezet ábrázolása



Vigyázat! Az ábra sok egyszerűsítést tartalmaz!



Bevezetés

Molekulafizika

Az ionos kötés

A kovalens kötés

A molekulák
kötéshossza és kötési
energija

A molekulák
energiaszintjei

Másodlagos kötések

A szilárdtestek
szerkezete

Elektronok viselkedése
szilárdtestekben

- Szilárdtestek
sávszerkezete
- A sávszerkezet
ábrázolása
- Az elektronok energia
szerinti eloszlása
- Szigetelők,
félvezetők, vezetők közti
különbség

Az elektronok energia szerinti eloszlása

A sávszerkezeten belül az elektronok eloszlását az energiaminimum-elv és a Pauli-elv határozza meg.

Hőmozgás nélkül az elektronok a lehető legalacsonyabb energiaszintre ülnének be, amit a Pauli-elv enged, azaz egy szintig feltöltenék az összes lehetséges állapotot. Ennek a szintnek a neve: **Fermi-szint**.



Bevezetés

Molekulafizika

Az ionos kötés

A kovalens kötés

A molekulák
kötéshossza és kötés
energiája

A molekulák
energiaszintjei

Másodlagos kötések

A szilárdtestek
szerkezete

Elektronok viselkedése
szilárdtestekben

- Szilárdtestek
sáv szerkezete
- A sáv szerkezet
ábrázolása
- Az elektronok energia
szerinti eloszlása
- Szigetelők,
félvezetők, vezetők közti
különbség

Az elektronok energia szerinti eloszlása

A sáv szerkezeten belül az elektronok eloszlását az energiaminimum-elv és a Pauli-elv határozza meg.

Hőmozgás nélkül az elektronok a lehető legalacsonyabb energiaszintre ülnének be, amit a Pauli-elv enged, azaz egy szintig feltöltenék az összes lehetséges állapotot. Ennek a szintnek a neve: **Fermi-szint**.

Hőmozgás esetén már jutnak elektronok a magasabb szintekre is. A statisztikus fizika szerint T hőmérsékleten annak a valószínűsége, hogy egy E energiához tartozó energiaszint be van töltve:

$$p(E) = \frac{1}{e^{\frac{E - E_F}{kT}} + 1}$$

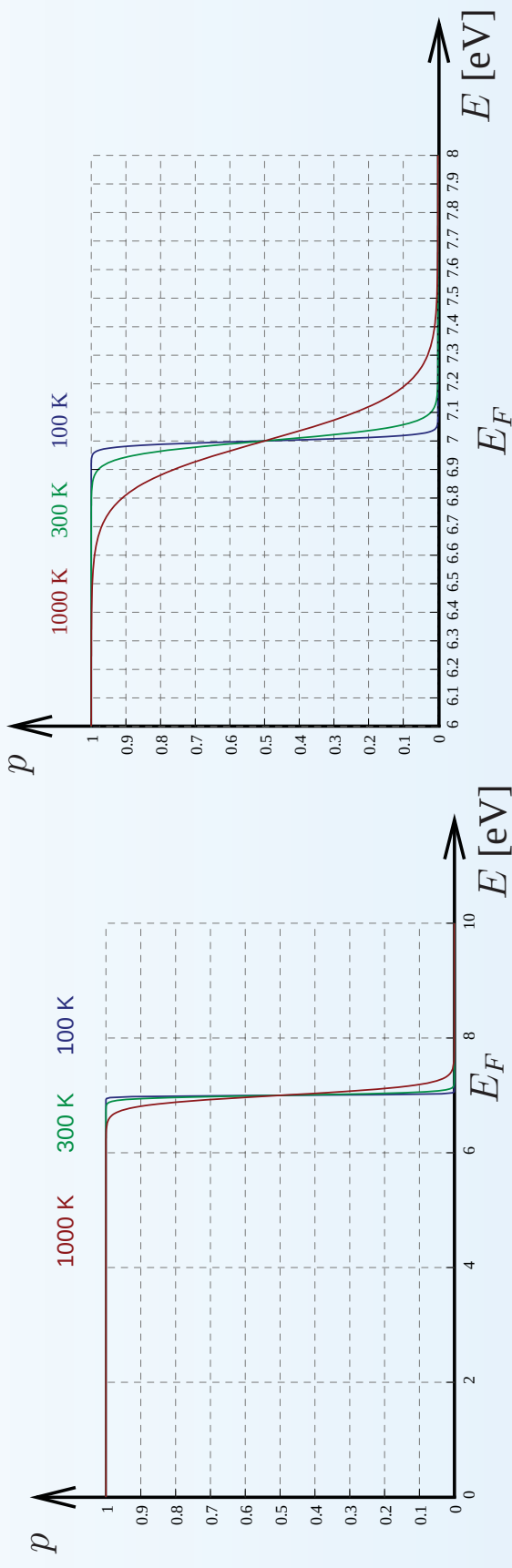
ahol E_F a Fermi-szint, k a Boltzmann-állandó.

...

- Ha $E - E_F \ll -kT$, akkor $p(E) \approx 1$.
- Ha $E = E_F$, akkor $p(E) = 0,5$.
- Ha $E - E_F \gg kT$, akkor $p(E) \approx 0$.

E_F tipikus értéke: 5–10 eV. Szobahőmérsékleten $kT \approx 0,025$ eV.

Pl. $E_F = 7$ eV esetére, 3 különböző hőmérsékleten:



A váltás szobahőmérsékleten nagyon éles.



Bevezetés

Molekulafizika

Az ionos kötés

A kovalens kötés

A molekulák
kötéshossza és kötés
energiája

A molekulák
energiaszintjei

Másodlagos kötések

A szilárdtestek
szerkezete

Elektronok viselkedése
szilárdtestekben

- Szilárdtestek
sávszerkezete
- A sávszerkezet
ábrázolása
- Az elektronok energia
szerinti eloszlása
- **Szigetelők,**
félvezetők, vezetők közti
különbség

Szigetelők, félvezetők, vezetők közti különbség

Egy anyag vezetőképessége elsősorban azon múlik, hol helyezkedik el egymáshoz képest a Fermi-szint és a vezetési sáv alja.

- **szigetelők:** E_F a tiltott sáv közepén, a tiltott sáv szélessége több eV, ezért alig van vezetési elektron.
- **fémek:** kicsi a tiltott sáv szélessége, E_F benne van a vezetési sávban, ezért sok a vezetési elektron.
- **félvezetők:** a tiltott sáv szélessége kb. 1 eV, E_F a tiltott sáv közepén van. Kevés elektron van a vezetési sávban.

