

Elektromos vezetés egyedi atomokon vagy molekulákon keresztül

kísérleti demonstrációs előadás, 2012.05.16.

A nanofizikai kutatások egyik fontos célja, hogy megismerjük az az atomi méretskálán lejátszódó elektromos vezetési jelenségeket. Az előadásom ezeket a kutatásokat népszerűsítette, az előadás mellett egy kísérletet is bemutattam.

Az elektronikai eszközök mérete folyamatosan csökken, a Moore-törvény szerint az integrált áramkörökben alkalmazott tranzisztorok száma két évenként megkétszereződik. Ahhoz, hogy a fejlődés fenntartható legyen egyre kisebb méretben kell megvalósítani az áramköröket. Az első, 1947-ben elkészített tranzisztor mérete a cm-es skálán volt mérhető, mára ez elérte a 25 nm-t. A további méretcsökkentés lehetséges iránya a molekuláris elektronika: egyetlen atomból vagy molekulából felépülő elektronikus eszközök (kapcsolók, szenzorok, tranzisztorok) kifejlesztése, amihez elengedhetetlen feltétel a vezetési jelenségek ismerete atomi méretskálán.

Az atomi kontaktusok vizsgálatára alkalmas méroberendezések egyike az úgynevezett MCBJ technika (Mechanically Controllable Break Junction technique). A vizsgált minta egy középen elvékonyított vezeték, amit egy piezo mozgató segítségével húzunk szét majd nyomunk össze egymás után sokszor. Amikor a vezeték legkisebb keresztmetszetében már csak néhány atom található, a vezetőképesség lépcsőzetesen változik. Ez első rendben az anyag atomos felépítésével magyarázható, de az elektronok kvantummechanikai viselkedése is fontos szerepet kap.

A mérőrendszer felépítésének köszönhetően az elektródák közötti távolság nagy pontossággal stabilan tartható, így a vezetéket elszakítva egy olyan rés keletkezik, ahova molekulákat lehet bekötni, akár egyetlen molekula vezetőképessége mérhető.

Az előadás során egy általam készített demonstrációs célú MCBJ mérőrendszerrel mutattam be ezt a mérést élőben, arany vezetéket használva. Ismertettem a vezetőképesség görbék kiértékelésének egyik alapvető módját: a vezetőképesség hisztogram számítást. Beszéltem egy érdekes jelenségről: az atomi láncképződésről, ami főként alacsony hőmérsékleten (4.2 K) figyelhető meg és végül röviden ismertettem az atomok között fellépő erő mérésének elvét kvarcoszcillátort alkalmazva.