

# Elektronfókuszálás szupravezető jelenlétében

Rakya Péter, III. évf., ELTE TTK

Témavezető: **Cserti József** docens  
Komplex Rendszerek Fizikája Tanszék

Az utóbbi években mind kísérleti, mind elméleti szempontból jelentősen megnövekedett az érdeklődés az ún. nanoszerkezetek iránt. A technikai fejlődés révén ma már olyan nm nagyságrendű tartományokat lehet létrehozni, melyekben az elektronok mozgását gyakorlatilag kétdimenzióra lehet korlátozni (2DEG). A normál tartományt egy szupravezetőhöz csatlakoztatva lényegi változásokat okoz a rendszerben az ún. Andreev-reflexió. A határfelületről az elektronszerű kvázirészecske, melynek energiája kisebb a szupravezető gapjénél, ugyanis eredeti mozgásával ellentétes irányban, lyukszerű kvázirészecskeként verődik vissza, miközben önmaga egy Cooper-pár egyik tagjaként belép a szupravezetőbe. A rendszert mágneses mezőbe helyezve elérhető, hogy a kvázirészecskék bizonyos irányokban propagáló mozgást végezzenek, áramot szállítsanak a 2DEG-n keresztül. A rendszerhez kontaktusokat csatlakoztatva mérhetővé válik a rendszer vezetőképessége, mely a mágneses mezőnek erősen oszcilláló függvénye.

A dolgozat célja, hogy elméleti számításokkal tanulmányozzuk egy olyan rendszer vezetési tulajdonságait, melynek kísérleti elemzése is reális. A kvázirészecskék Fermi-hullámhossz mérettartományába eső, ún. pontkontaktusok esetében az áramot a kontaktusok nélküli „perturbálatlan” rendszer sajátmódusai alapján számítjuk ki. A rendszer spinor jellegű állapotait (elektron- és lyukszerű állapotok) a Bogoliubov-de Gennes (BdG) egyenletek megoldásával határozzuk meg. Az energiaspektrumot szemiklasszikus módszerekkel is kiszámoljuk, és az eredmények kitűnő egyezése lehetővé teszi, hogy klasszikusan is megértsük a rendszer viselkedést. Ugyanakkor a rendszer vezetőképességében mágneses tér jelenléte mellett jelentős szerepet játszanak a kvantumos interferencia-jelenségek is, és a klasszikus határesetet csupán nagyon kicsi mágneses terek esetében kapjuk vissza. A rendszer kísérleti megvalósítása nemcsak újabb bizonyítéka lehetne az Andreev-reflexiónak, de speciális elrendezésnél gyakorlati alkalmazása is elképzelhető.