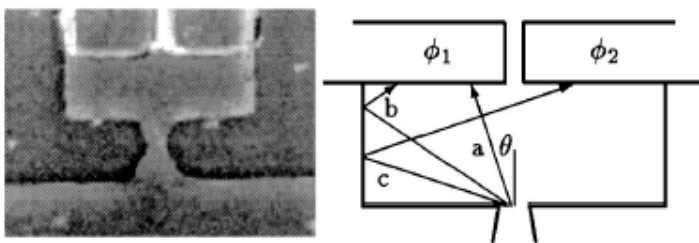


Válaszok Penc Karlo kérdéseire

1. kérdés: Milyen kísérletileg mérhető mennyiséghez kapcsolódik a pályahosszeloszlás? Mérték már ilyet?

Válasz: A pályahosszeloszlást transzport együttható (kvantummechanikai amplitúdó) Fermi-hullámszám szerinti Fourier-transzformáltjaként definiáltam. Ezek az együtthatók nem mérhető mennyiségek. A vezetőképesség mérhető volna, ott azonban a pályahosszeloszlás triviális lesz. Interferencia-kísérletben viszont a fáziskülönbségeket mérhetjük. Jól megválasztott elrendezés esetén ebből akár a pályahosszeloszlást is meghatározhatjuk. Bár nincs tudomásom ilyen mérésről, úttörő eredmények már vannak e téren. *Morpurgo és munkatársai* az 1. ábra bal oldalán látható elrendezésben mérték: egy vagy két pontkontaktus (alul), téglalap alakú üreg, két szupravezető felül [1]. A szupravezetők fáziskülönbségét illetve az üregben a mágneses fluxust változtatva mérték a pontkontaktus ellenállását. Az eredményeket az 1. ábra jobb oldalán látható háromféle pályát figyelembevevő szemiklasszikus modellel interpretálták.

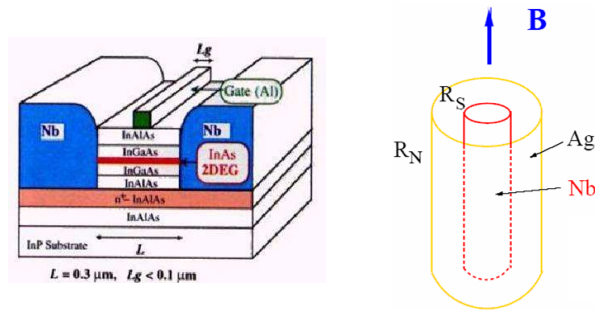


1. ábra. *Morpurgo és munkatársai* mérési elrendezése.

2. kérdés: A kísérletileg gyártott billiárd (egyáltalán van ilyen?) falának egyenetlenségei hogyan befolyásolják az integrálhatóságot, ill. az állapotsűrűséget?

Válasz: valójában ebben a kérdésben több kérdés van elrejtve. Először is van-e kísérletileg gyártott billiárd (illetőleg Andrejev-billiárd)? Van. Többféleképpen is elő lehet állítani, például InGaAs/InAlAs félvezetőrétegek határán kialakuló két-dimenziós elektrongázban, megfelelő kapufeszültségekkel falak, Nb szupravezető tömbökkel a szupravezető falak is kialakíthatóak[2]. Ezek megfelelő tisztaságban és precizitással készíthetőek el. De billiárdnak tekinthető a Mota-féle kísérletben a Nb szálból és az azt átölelő Ag cylinderből álló rendszer is[3].

Egy további kérdés az, hogy mit tudunk mérni, ha egyszer van egy ilyen billiárdunk. A billiárd a definíciónál fogva zárt rendszer, és ilyen kis méretek mellett nem könnyű feladat „belelátni” netán körülnézni benne. Vannak direkt próbálkozások is errenézve, például *Crommie és munkatársai* rézlapok felületén vasatomokból



2. ábra. Példák Andrejev–billiárdok előállítására.

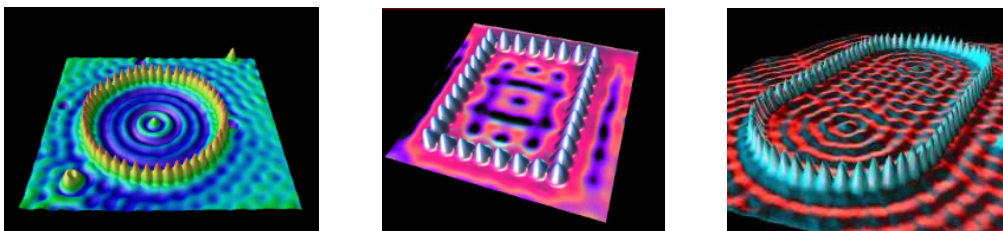
létrehoztak kör-, téglalap- és stadionalakú billiárdokat, és STM-mel (pásztázó alagútmikroszkóp) nézték az elektronsűrűséget[4]. A talált mintázatok az elmélettel egyeznek, de nehézséget jelent, hogy a rendszer nem eléggé zárt, így aránylag hamar elszökhetnek az elektronok a vasatomok között.

Az indirekt mérési módszerek közé sorolom a már említett Mota-kísérletet, ahol a mágneses szuszeptibilitást mérik, és abból következtetnek a cylinder gerjesztési szintjeire.

Egy harmadik lehetőség a billiárdok kísérleti tanulmányozására, a rendszer kis mértékű megnyitása, gyenge kontaktusokkal. Ilyenkor megvalósulhatnak a Breit–Wigner rezonancia feltételei és a vezetőképességben csúcsokat lehet találni a billiárd energiaszintjeinél. Természetesen mindegyik mérés alacsony hőmérsékleten működik.

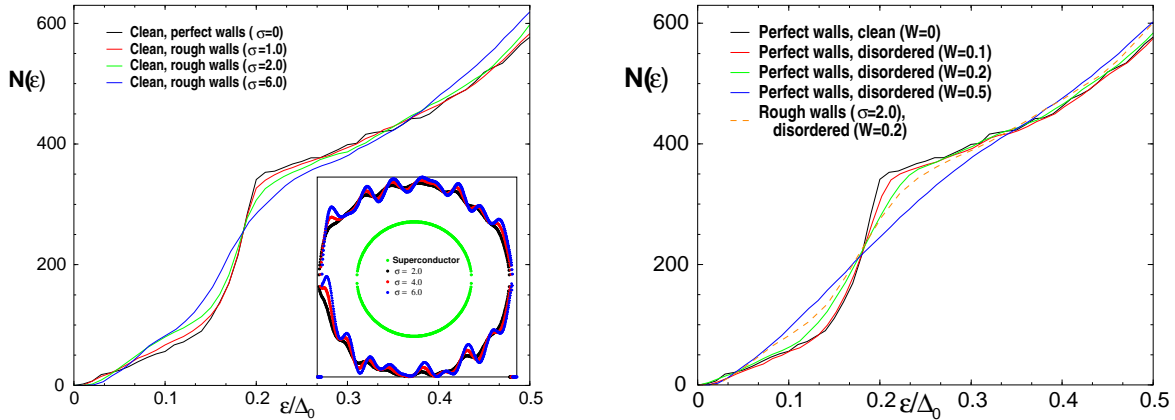
Ami a kérdés harmadik részét érinti: az általunk számolt rendszereket illetően kísérleti eredményekről nem tudok beszámolni. Biztató, hogy a 3. ábrán láthatóan kialakulnak a hullámfüffvényben a „dobozba zárt” rendszert jellemző állóhullámok, noha az 50-100 atomból álló falak korántsem nevezhetők tökéletesen egyenletesnek.

Az integrálhatóság kérdése attól függ, hogy hogyan modellezzük a falak egyenetlenségeit. Az állapotsűrűsége gyakorolt hatásukkal kapcsolatban együttműködő partnerünk, Steve Bailey eredményeit [5] tudom röviden bemutatni. Ez egy tight-binding számolás, amelyben Bailey a mi kérésünkre megvizsgálta a korongbilliárdot.



3. ábra. Billiárdok STM felvételei. Készült IBM Visualization Lab laborjában.

A számolás során megengedte, hogy szennyezett legyen a normál tartomány, és egy változtatható amplitúdójú szinuszos modulációval módosította a normál tartomány határát. Eredményei azt mutatták, hogy az állapotsűrűségben az általunk talált szinguláris helyek kis mértékben ellenállóak mindkét fajta zavarral szemben.



4. ábra. A falak egyenetlenségének illetve a normál tartomány szennyezésének hatása az állapotok számára korongbilliárd esetén.

Összességében sem elvi, sem gyakorlati akadályát nem látjuk az Andrejev–billiárdok tulajdonságainak a geometriától való függését vizsgáló kísérleteknek. Reményeink szerint ilyen kísérleteket a közeljövőben több csoport is végre fog hajtani.

Hivatkozások

- [1] A. F. Morpurgo, S. Holl, B. J. van Wees, T. M. Klapwijk and G. Borghs, Phys. Rev. Lett. **78**, 2636 (1997).
- [2] H. Takayanagi and T. Akazaki, Phys. Rev. B **52**, R8633 (1995); H. Takayanagi, E. Toyoda and T. Akazaki, Czech. J. Phys. **46**, 2507 (1996).
- [3] P. Visani, A.C. Mota, and A. Pollini, Phys. Rev. Lett. **65**, 1514 (1990); A.C. Mota, P. Visani, A. Pollini, and K. Aupke, Physica B **197**, 95 (1994); F.B. Müller-Allinger and A.C. Mota, Phys. Rev. Lett. **84**, 3161 (2000).
- [4] M.F. Crommie, C.P. Lutz, and D.M. Eigler, Science **262**, 218 (1993); M.F. Crommie, C.P. Lutz, D.M. Eigler, and E.J. Heller, Surface Review and Letters **2**, 127 (1995).
- [5] J. Cserti and S. Bailey, nem publikált eredmények 2001-ből.