

Bírálóí vélemény

TÓTH BOGLÁRKA

„Spectroscopic studies in magnetoelectric and spiral antiferromagnets”

című PhD értekezéséről

Napjainkban a modern elektronikai alkalmazások fejlesztése komoly kihívásokkal néz szembe, hiszen az eszközök egyre kisebb méretei mellett olyan jelenségek merülnek fel, mint az integrált alkatrészek által termelt hő vagy a kvantummechanikai hatások. Ennek megfelelően, a jövő igényeinek kielégítéséhez innovatív technológiai megoldásokra és új megközelítésekre van szükség.

A dolgozat keretében a jelölt három antiferromágneses anyagot vizsgált részletesen, különös figyelmet fordítva egyedi tulajdonságaikra. A MnSc_2S_4 esetében a nem triviális mágneses rendezettség volt a kutatás középpontjában, míg a LiCoPO_4 esetében a különleges magnetoelektromos viselkedést elemezte. A BiFeO_3 esetében pedig mindkét jelenség – a nem triviális mágneses rendezettség és a magnetoelektromos hatás – együttes vizsgálatát végezte, megvilágítva ezen anyagok összetett fizikai viselkedését.

A disszertáció 42 ábrát, 4 táblázatot, 226 hivatkozást és 70 számozott összefüggést tartalmaz. Az ábrák jól kidolgozottak, a táblázatok könnyen értelmezhetők. A dolgozat 7 fejezetre tagozódik amiből: bevezetés (3 oldal), elméleti összefoglalás (12 oldal), vizsgálati és mérési módszerek (22 oldal), saját eredmények (3 fejezetben, 50 oldal), összefoglalás (2 oldal). A dolgozat végén a tézispontok (1 oldal), saját publikációk (1 oldal), és végül a hivatkozásjegyzék (24 oldal) szerepelnek. Az irodalmi áttekintésből és a hivatkozások nagy számából (226) kiderül, hogy a jelölt megismerte a vonatkozó irodalmat és a saját kutatásait ennek megfelelően tárgyalja. A saját eredmények fejezet három fő részre tagolódik, melyekben részletezi a nem-reciprok fény abszorpció jelenségét antiferromágneses LiCoPO_4 -ban, a BiFeO_3 -ban megjelenő mágneses fázisokat és azok spin gerjesztéseit, illetve szélessávú mikrohullámú spektroszkópia vizsgálatait eredményeit MnSc_2S_4 rendszerben.

A dolgozat felépítését tekintve alapvetően jó, azonban néhány elírásra és kisebb formai problémára felhívnom a figyelmet.

- 11. oldal, brakes the symmetry → breaks the symmetry

- 11. oldal, arises, that → arises that
- 25. oldal, 3.3 ábra. Az ábrán látható optikai elemek megnevezése segítené a szövegtől független értelmezést
- 51. oldal, spotsize → spot size
- 68. oldal, ofBiFeO3 → of BiFeO3
- 93. oldal, Insensitive to stray fields→ Being insensitive to stray fields

Megjegyzéseim a disszertációval kapcsolatban:

1. Az ábrák elhelyezése szempontjából célszerű, ha azok közvetlenül a rájuk történő hivatkozás után jelennek meg, ezzel megkönnyítve az olvasó számára a megértést. A dolgozat több pontján előfordul, hogy egy ábra csak több oldallal később szerepel. Például, az 5.2-es ábrára az első hivatkozás az 58. oldalon található, míg maga az ábra csak a 61. oldalon jelenik meg.
2. A bevezetésben a jelölt ismerteti a magnetoelektromos hatás jelentőségét az információtechnológiában és az elektronikában (spintronikában). Ugyanakkor ezek az anyagok számos más területen is kiemelt szerepet játszhatnak, például az energiatermelésben vagy az orvostudományban.
3. A 3.2-es táblázatban a különböző részecskéket (foton, elektron, neutron) alkalmazó szórástechnikák tulajdonságai kerültek bemutatásra. Azt állítja, hogy a foton és neutron technikák csupán tömbi anyagok tulajdonságaira érzékenyek, holott súroló beeséses kísérleti elrendezésben (GISANS, GISAX, reflektometria) felületek és nanoszerkezetek is vizsgálhatók.

A munka tartalmi részét illetően a következők a kérdéseim:

1. a) Milyen módszerrel határozta meg az abszorpciós pozíciókat (4.3 ábra) a LiCoPO₄-on történt mérések alapján? Az abszorpciós csúcsok maximumát olvasta le, vagy illesztette a görbéket? Meghatározható-e hiba a kapott értékekre?
b) A jelölt két energián is megfigyelt gyenge abszorpciót (0.25 eV és 0.4 eV), ami nem esik egybe a kristály-tér számításokkal. Ezen csúcsok megjelenését lehetséges szennyezőkkel magyarázza. Milyen módszerekkel karakterizálta a mintát? Mik lehetnek ezek a szennyezők?
2. A BiFeO₃ mágneses tulajdonságait egyebek mellett kisszögű neutron szórás technikával vizsgálta. A beérkező nyaláb polarizálva volt? Ha igen, milyen irányú volt a polarizáció?

3. Az 5.7-es ábrán a BiFeO_3 -on mért SANS diffrakciós csúcsok radiális eloszlása látható. A csúcsok pozícióját Gauss-illesztéssel határozta meg, ami egészen 550 K-ig egyértelmű. 600 K-en azonban egy kettős csúcs látható. Nem lehet ennek a csúcsfelhasadásnak fizikai jelentése?
4. A felületre merőleges korrelációs hosszát a SANS vízszintes szórási csúcsokon mért „rocking curve-k” félértékszélességéből határozta meg. A félértékszélességet azonban sok tényező befolyásolja, mint a neutron nyaláb divergenciája és energiakiszélesedése, vagy a minta felületi érdessége. Figyelembe vette a jelölt az alábbi effektusokat?
5. A jelölt megemlíti, hogy mikromágneses szimulációk készültek a BiFeO_3 különböző mágneses szerkezeteiről, amik szépen egybe esnek a kísérleti adatokkal. A kérdésem, hogy miért nem mutatott be a dolgozatában néhány térbeli szimulációs ábrát, ami a különböző mágneses rendeződéseket reprodukálja?

Összefoglalva:

A dolgozat témaválasztása jól megfogalmazott és időszerű, az elért eredmények pedig jelentős szerepet tölthetnek be a jövő nanotechnológiai eszközeinek fejlesztésében. A jelölt részletesen feldolgozta a kutatás előzményeit, és a használt módszereket világosan, érthetően mutatta be. A disszertációban bemutatott eredmények újszerűek és látványosak, ezért **Tóth Boglárka** „Spectroscopic studies in magnetoelectric and spiral antiferromagnets” című doktori értekezését nyilvános védésre javaslom, tudományos eredményeit pedig teljes mértékben elfogadom.

Budapest, 2025. március 17.

Merkel Dániel Géza

HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont

Ionnyaláb-fizikai Kutatócsoport