|  |  |
| --- | --- |
| GULÁCSI BALÁZS  Fizika alapszak BSc, 7. félév  Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Természettudományi Kar |  |

Témavezető:

|  |
| --- |
| Dr. Dóra Balázs  egyetemi docens, BME TTK |

A Dirac-Kepler probléma az általánosított Dirac egyenletben

A grafénnek rendkívüli mechanikus és elektromos tulajdonságai miatt, nagyon sokrétegű alkalmazási lehetőségei vannak.[1] Előállításuk során azonban szennyeződések kerülhetnek rácsszerkezeteikbe, ezért rendkívül fontos megvizsgálni ezeknek a szennyeződéseknek a fizikai tulajdonságokra gyakorolt hatását.

A töltött szennyeződés hatásának vizsgálata már megtörtént.[2] Mindezt két módszerrel tették: a szoros kötésű modell numerikus vizsgálatával és a kisenergiás lineáris diszperzióra alapozott kétdimenziós Dirac egyenlet megoldásával. A lineáris diszperziós relációt felhasználva, a grafén vezetési elektronjait, mint zérus nyugalmi tömegű fermionokat kezelhetjük a kétdimenziós Dirac egyenlet segítségével. Ebben az esetben a töltéssel rendelkező szennyeződés a Dirac egyenletbe helyezett Coulomb potenciállal vehető figyelembe. Így ez a probléma pontosan a Dirac-Kepler problémának felel meg. Az érdekesség az, hogy a kölcsönhatás erősségében jelen van egy kritikus érték, amely a szennyeződés hatásának lényegi megváltozását eredményezi.

Témavezetőm és társszerzői megmutatták [3], hogy egy másik kétdimenziós rácsszerkezeten, a T3 (dice-lattice) elnevezésű rácson, amely érdekes tulajdonságokkal (pl. diszperzió nélküli sávval) bír, az egymással nemkölcsönható elektronok viselkedése leírható, egy olyan általánosított Dirac formájú egyenlettel (H = νF S•p, ahol νF a Fermi sebesség), ahol a spinváltozó S=1. Ebben a rendszerben a töltéssel rendelkező szennyeződés hatásának vizsgálata, szintén a Dirac-Kepler problémának felel meg.

A dolgozat célkitűzése az, hogy a [2]-ben végzett számításokat részletesen reprodukáljuk és megismerjük, majd az elsajátított eljáráshoz hasonló technikát alkalmazva, a T3 rendszerbe kerülő szennyeződés hatását megvizsgáljuk. Ennek megfelelően a rendszer kétdimenziós Dirac típusú egyenletét egy töltéssel rendelkező szennyeződés jelenlétében megoldjuk analitikusan. A megoldás alapján megállapíthatjuk, hogy ebben az esetben is megjelenik a kritikus érték. Végül a megoldás birtokában a rendszer fizikai tulajdonságait (állapotsűrűség) vizsgáljuk meg, különös tekintettel a szubkritikus esetre, amikor is a kölcsönhatás erőssége a kritikus értéket nem haladja meg, továbbá megvizsgáljuk mi történik a diszperzió nélküli sávval.

Irodalom:  
1. A. H. Castro Neto et al. Rev. Mod. Phys.81, 109 (2009).  
2. V. M. Pereira, J. Nilsson, A. H. Castro Neto, Phys. Rev. Lett. 99, 166802 (2007).  
3. B. Dóra, J. Kailasvuori, R. Moessner, Phys. Rev. B 84, 195422 (2011).