

Polioxomolibdát {Mo₅₇Cu₆} molekulák mágneses tulajdonságainak vizsgálata elektronspin rezonancia módszerrel

Karaszi Mihály VI. évf. mérnök-fizikus hallgató

Konzulens: dr. Fehér Titusz, Kísérleti Fizika Tanszék

Hány spin alkot egy mágnest? Milyen kölcsönhatások játszanak szerepet a molekulákon belüli párosítatlan elektronspinek között? Milyen érdekes tulajdonságokkal ruházzák ezek föl az őket befogadó molekulákat? Az ilyen és ehhez hasonló problémák már régóta foglalkoztatják a kísérleti és elméleti fizikusokat. A technológia rohamos fejlődésével ezekre a kérdésekre adott válaszok a jövő alkalmazásainak alapjait képezik. Ezért is fontos, hogy az ilyen nanométeres tartományba eső szerkezetekről minél többet megtudjunk. Ebben a dolgozatban mi is erre teszünk kísérletet.

A kísérletek elvégzéséhez olyan anyagcsaládra van szükség amely kémiaiilag jól kezelhető. A választásunk a polioxomolibdátokra esett, melyek azontúl hogy könnyen előállíthatóak és stabil kristályt képeznek, a bennük lévő mágneses molekulák irányítottan cserélhetőek. A mi vizsgálataink tárgyát az ismert szerkezetű, hat mágneses rézatomot két egymás fölött elhelyezkedő háromszögben tartalmazó molekulák képezték.

A szilárdtestfizikai laboratóriumokban nélkülözhetetlen módszerré vált elektronspin rezonanciával a spinek ferro- és antiferromágneses csatolása, az atommagok spinjével történő kölcsönhatása vizsgálható, az őket leíró Hamilton-operátor nívóinak relatív helyzete nagy pontossággal mérhető. A mérés alapelve, hogy a mintára helyezett mágneses tér függvényében a nívók távolsága változik, amely rezonancia esetén – a mikrohullámú foton energiája megegyezik a valamely két nívó energiakülönbségével – a rábocsátott majd detektált mikrohullámú teljesítmény reflexiójában változást okoz vagy az alkalmazott mikrohullámú üreget hangolja el. Ez a változás kellő érzékenységgel detektálható és a mágneses tér függvényében ábrázolható. Ebből – figyelembe véve a molekula szimmetriájából fakadó megszorításokat – a vizsgált spinrendszert leíró energiaoperátor csatolási és kristálytér tagjainak egyszerűbb, majd később egyre bonyolultabb tagjaira tehetünk javaslatot, amelynek elemzése és számítógépes modellezése újabb kísérletek alapjául szolgálhat. Az általunk használt berendezések lehetővé teszik, hogy a hőmérséklet függvényében és a minta különböző orientációi mellett is végezzünk méréseket, amelyek statisztikus fizikai számítások szükségességét is felvetik, valamint a szerkezet anizotrópiája is vizsgálhatóvá válik.

Irodalom:

1. Paul Kögerler et al.: Ferromagnetic Cu^{II}-Cu^{II} exchange interactions in a polyoxomolybdate-based nanocluster, *Journal of Applied Physics*, vol. 93, no. 10, 7101-7102 (2003)
2. Carl J. Ballhausen: Introduction to Ligand Field Theory, *McGraw-Hill Book Company, Inc.* (1962)