**電子デバイスフォトニクス工学　5月25日の課題　（ILIASでアップロード）**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 学籍番号 | 20315784 | 氏名 | 佐藤凌雅 | 作成日 | 令和　　2年　　５月　３０日 |

課題１

![挿絵 が含まれている画像

自動的に生成された説明]()スピネル構造では，8個の単位胞から構成され，32個ものO2-が面心立方構造を作り，MnFe2O4では8個のMn2+と16個のFe3+がO2-の間隙に入っている． このとき，4つの酸素イオンに囲まれた四面体位置をAサイト，6つの酸素イオンに囲まれた八面体位置をBサイトと呼ばれる．Aサイトに入る場合を正スピネル，Bサイトに入る場合を逆スピネルと呼ぶ．今回考えるMnFe2O4はMn2+はBサイトを占め，Fe3+の半数はBサイトを，残り半数のFe3+はAサイトを占める．このようなフェライトを逆スピネル形フェライトと呼ぶ．

逆スピネル形フェライトの磁気的特徴として，超交換相互作用があげられる．これは，Aサイトに存在するFe3+とBサイトに存在する[Mn2+-Fe3+]の磁気モーメントが反平行に結合する作用である．この超交換相互作用により，両位置に存在するFe3+の磁気モーメントは相殺され，Bサイトに存在するMn2+の磁気モーメントのみが差し引きの自発磁化として現れる．

　今回，Aサイトの磁気モーメントが5𝜇B，Bサイトの磁気モーメントが10𝜇Bであるから，MnFe2O4の1分子あたりの磁気モーメントは5𝜇Bとなる．ここで 𝜇B = 1.165×10-29[Wb・m] （出典：教科書p.141）であるから，MnFe2O4の1分子あたりの磁気モーメントは 5×1.165×10-29 = 5.825×10-29 [Wb・m] となる．また，1molあたりの磁気モーメントはアボガドロ定数6.022×1023[mol-1]を乗算することで求められ，5.825×10-29×6.022×1023 = 3.508×10-5 [(Wb・m)/mol]となる．

飽和磁化を算出するため，これをMnFe2O4の分子量230.6[g/mol] （出典：株式会社高純度化学研究所）で除算すると6.022×1023 ÷ 230.6 = 1.521×10-7 [(Wb・m)/g]となる．ここで，MnFe2O4の結晶個体の密度は4.76[g/cm3] （出典：株式会社高純度化学研究所），すなわち4,760,000 [g/m3]であるから，これを1.521×10-7 [(Wb・m)/g]に乗算する．すると，1.521×10-7×4,760,000 = 0.7240[Wb/m]となり，MnFe2O4の磁束密度が0.7240[T]であることがわかる．

フェライトの飽和磁束密度の実測値は複数の文献から0.4[T]付近であるとされていることから，この理論値は大きなずれはないと考察する．

--------------------------------------------------------------------------------------

課題２

ギター, 挿絵 が含まれている画像

自動的に生成された説明　電子は原子核を中心に軌道上を公転しているが，同時に自転もしている．この電子の自転のことを「スピン」とよぶ．このスピンについて，磁場のなかでは電子のスピン角運動量は一定の値（ℏ/2）しかとることができない．また配向は磁場に対して平行か反平行のどちらかしかとることができない．この回転軸の向きからアップスピン，ダウンスピンと呼ぶ．

　原子核の周りには多くの電子が様々な軌道で運動しているが，各軌道にはアップスピンとダウンスピンの２個しか入れない．このことは，パウリの排他律と呼ばれる．パウリの排他律により，大部分の電子のスピンは打ち消しあって磁気モーメントに寄与しない．一方、電子の軌道運動による磁気モーメントも幾つかの軌道からの磁気モーメントによって打ち消されて、磁気モーメントに寄与しない．

　ところが，3d軌道が閉殻となっていない遷移金属や4f軌道が閉殻となっていない希土類元素の場合，電子のスピンにより磁気モーメントが発生する．フントの法則によると，最外殻の電子は構成スピンが最大になるように並ぶ．つまり遷移金属のd軌道の原子が１から５まで増えると上向きスピンが１から５まで増加し，それ以降，電子が増えるとスピンが打ち消しあってトータルの差し引きのスピン量はd電子が5のときに5ボーア磁子を持ち，最大となる．

　上述のようにd軌道やf軌道が閉殻となっていない原子は磁気モーメントを持つが、それらが結晶中でどのように配列しているかによって物質の磁性が大きく変化する．この結晶中の配列によって，フェロ磁性，フェリ磁性，反強磁性，常磁性，反磁性と分類される．