

問題3 磁性体に関する以下の問に答えよ

- (1) N 個の磁気モーメント(大きさ μ)が磁場 B/μ_0 中に置かれている。 $(\mu_0$ は真空中の透磁率)
- それぞれの磁気モーメントは磁場に対して 0 と 180 度の角度のみをとる事に量子化されているものとして、次の問に答えよ。ただし、ボルツマン定数 k_B とし、磁気モーメント間の相互作用はないものとする
- ① それぞれの角度をとる磁気モーメントのポテンシャルエネルギーはいくらか
 - ② この系の温度を T として、各温度をとる磁気モーメントの割合を求めよ
ただし、熱平衡状態にあるものとする
 - ③ 熱エネルギーに比べて磁気的エネルギーが十分に小さいとき、この系の磁化率を求めよ
- (2) 次の表は2価の鉄族イオン M^{2+} の基底状態の電子配置を示すものである。
 V^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} の $3d$ 軌道の電子配置(上下スピンをそれぞれ $\uparrow$ と $\downarrow$ で表す)、
全角スピン角運動量 S 、全軌道角運動量 L 、全角運動量 J を答えよ
なお、 M_L は磁気量子数、 M_S はスピン量子数である。

M^{2+}	$3d$ 軌道	$M_L (l=2)$ と M_S					S	L	J
		2	1	0	-1	-2			
V^{2+}	$3d^3$								
Mn^{2+}	$3d^5$								
Cu^{2+}	$3d^9$								

- (3) 上記の電子配置を決めるにあたって用いるルールを何と呼ぶか
- (4) 次の物質を常磁性体、反磁性体、強磁性体、フェリ磁性体、反強磁性体に分類せよ
 Fe , MnO , Fe_3O_4 , Cu , FeO , Al , Co
- (5) 常磁性体、強磁性体、反強磁性体の磁化率の温度依存性の概略図を示せ。
その際、キュリー温度 $T_C (>0)$ 、ネール温度 $T_N (>0)$ 、常磁性キュリー温度 $\Theta (>0)$ を書き入れること。ただし強磁性体の場合 $T_C = \Theta$ であるものとする

問題4 次の語句について簡単に説明せよ(図を使用しても良い)

- (1) ジョセフソン効果
- (2) 第一種超伝導体
- (3) ドリフト運動
- (4) マッティーセンの法則