**固体物理２、物性物理　試験予想問題　（担当：髙木）**

必要があれば以下を用いよ。

ℏ = 1.05x10-34J　・sec *k*B = 1.38x10-23J/K , *e* = 1.6x10-19 C

1. 固体中のフォノンに関連する以下の問いに答えよ。
2. イオン結晶のフォノンの分散関係の外形を描き、特徴的な点についてその物理的な意味を述べよ。以下のキーワードを含むように配慮すること。

π/a 音響フォノン　光学フォノン　横波と縦波　状態数

1. 固体の音速は3000m/sec程度である。これを用いてデバイ温度(K)を大雑把に見積もれ。（有効数字一桁で十分である。）*q*=0の傾きをπ/aに外挿する程度でよい。原子間隔*a*は常識的な値を用いよ。
2. デバイ温度は典型的な金属の電子系のフェルミ温度と比較すると大きいか、小さいか？何桁ぐらい違うのか？（超伝導のＢＣＳ機構において重要なポイント）
3. ほとんどの固体の格子比熱が室温程度以上で一定値となる理由を簡潔に述べよ。
4. 物質の磁性に関する以下の問いに答えよ。
5. *ｚ*方向の磁場*H*のもとに置かれた孤立磁性イオンを考える。全角運動量の量子数が*J*, ランデ*g*因子が*g*Lのとき、磁場方向に誘起される磁気モーメントの平均値が以下で与えられることを示せ。
6. 上の式を用いて孤立したイオンの磁化率**ionを求めよ。必要があれば以下を用いよ。
7. 上記の磁性イオンが格子上に並び、強磁性的に相互作用する状況を考える。注目する周囲の磁気モーメントが分子場*H*eff= *λ*<*M*z> (*λ*>0)を与えるとき、常磁性温度領域での磁性イオン1モル当たりの磁化率を求めよ。孤立したイオンの磁化率を**ion=*C*/*T*(*C*は定数)とおいてよい。またアボガドロ数をNAとせよ。
8. (c)の平均場（分子場）近似のもとでの強磁性転移温度TcをC,λを使って表せ。
9. 超伝導体からなる中空のドーナッツ状の試料を貫く磁束は*h*/2*e*（SI単位系、授業のcgs

系では*hc*/2*e*)に量子化されている。

* 1. この事実から「超伝導状態がいかなる状態であるか」、についてどんなことがいえるか。簡潔に述べよ。その理由も述べること。
  2. 計算が簡単なSI単位系を使って量子磁束h/2eの大きさを計算せよ。ドーナッツの半径がおよそ10 nmとすると、量子磁束がどのくらいの磁場*B*に対応するか計算せよ。この値は大雑把に言えば、クーパー対の大きさ（コヒーレンス長）が10nmの第二種超伝導体の臨界磁場*H*c2に対応している。