

# 物性概論 2002年度期末試験

担当 平山 孝人

2003年1月24日 15:00-16:30

## 注意：

- ・ 問題用紙1枚，解答用紙2枚，計算用紙1枚。
- ・ 解答用紙には2枚とも氏名・学生番号を記入せよ。
- ・ 問題1～4の解答はそれぞれ解答用紙の1～4ページ（裏も含む）に記入すること。
- ・ **問題文で定義されていない記号を用いるときは必ず定義をしてから使うこと。**
- ・ **解答には結果だけでなく，考え方の筋道も書くこと。** 結果だけの解答には点数を与えないことがある。
- ・ 必要ならば以下の値を用いよ。

素電荷： $e = 1.6 \times 10^{-19}$  (C), 真空中の誘電率： $\epsilon_0 = 8.9 \times 10^{-12}$  (F/m), アボガドロ数： $N_A = 6.0 \times 10^{23}$ ,

核子の質量： $m_p = m_n = 1.7 \times 10^{-27}$  (Kg), 電子の質量： $m_e = 9.1 \times 10^{-31}$  (Kg),

プランク定数： $h = 6.6 \times 10^{-34}$  (J s), 光速： $c = 3.0 \times 10^8$  (m/s)

1. 地球が原子核のみでできていたとすると，地球の半径はどれくらいになるか計算せよ（有効数字1桁）．地球の半径： $R = 6 \times 10^3$  Km, 地球の平均の密度： $\rho = 5 \times 10^3$  Kg/m<sup>3</sup>を用いよ．原子核の半径 $R_n$ は質量数を $A$ として，

$$R_n \cong 1.37 A^{1/3} \times 10^{-15} \text{ (m)}$$

で求められる．

2. NaCl固体はNa<sup>+</sup>とCl<sup>-</sup>がクーロン力によって結合している．仮想的にNaClがNa<sup>2+</sup>とCl<sup>2-</sup>で結合しているとしたときの結合エネルギーを，eV/atomの単位で求めよ（有効数字2桁）．ここで，NaCl固体の格子定数は0.56nmであり，一価でも二価でも変わらないとして良い．また，相互作用はクーロン引力のみ考えれば良く，電子雲の重なりによる斥力による効果は無視して良い．マードリング定数 $\alpha_M = 1.75$ とせよ．

3. 二価金属であるバリウム(Ba)固体は体心立方(bcc)構造を取り格子定数 $a=0.50$ nmである．

(a) 1m<sup>3</sup>のBa固体中に存在する自由電子数 $N$ を求めよ（有効数字2桁）．

(b) 上で求めた $N$ 個の電子を，一番低いエネルギー準位から順々につめていく．最後の状態を占めた電子の持つ最高のエネルギーを求めよ（有効数字2桁）．

4. 以下の問いに答えよ．

(a) Ne固体の格子定数は0.45nmである．この長さと同じ波長を持つ電磁波のエネルギー，および，この長さと同じドブロイ波長をもつ電子，中性子のエネルギーをeVの単位で求めよ（有効数字2桁）．

(b) 金属中の自由電子を電場で加速したときに，電子の速度は電場に比例することをオームの法則を用いて示せ．この結果は自由空間での電子の運動の様子（加速度と電場が比例する）と違う．この違いの原因は何か？