

2009 化学C 試験問題 2010.01.18 担当者: 美浦 隆

氏名

試験開始時に答案用紙 + 問題用紙に必ず記名せよ。

本試験の平均点を M , 標準偏差を σ とするとき, $\{M - (\sigma/2)\}$ 以上の得点者には平常点 0 でも単位を与える。

$\{M - (\sigma/2)\} = \gamma(0.8 \times \text{宿題満点} + 0.2 \times \text{出席満点})$ で係数 γ を決定して加算。平常点満点なら本試験得点 0 でも単位を与える。

各宿題は努力点で評価され, 全提出で宿題合計点 ≈ 0 の履習者も少なくない。偽装出席者は減点した。

有効数字は断りのない限り 3 桁とし, 下記以外の定数は必ず誘導して用いよ。

Avogadro 数	$N_A = 6.0220 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	T ; 絶対温度
Faraday 定数	$F = 9.6485 \times 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$	e ; 素電荷
気体定数	$R = 8.3144 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	k_B ; Boltzmann 定数
Planck 定数	$h = 6.6261 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$	
慣用圧力単位	$1 \text{ atm} = 1.0133 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$	

1. FCC 配列アニオン A の隙間にカチオン C が入るイオン結晶 [計 20 点]
 - 1.1 A がつくる [i] 八面体空隙すべて, [ii] 四面体空隙すべて, [iii] 四面体空隙の半分に C が入った単位胞を, イオン中心点で図示せよ (単色不可。定規使用)。 [各 2 点]
 - 1.2 上記 [ii], [iii] の場合, C/A 半径比の最小値 $(R_C/R_A)_{\min}$ を示せ。 [4 点]
 - 1.3 上記 [ii] の場合, A を基点として第 1~5 neighbor の距離, 種類, 個数を表に示せ。ただし, 第 n neighbor の距離 d_n は無次元相対値 d_n/d_1 で記せ。 [10 点]
2. Na 単結晶 (BCC: $a_0/\text{pm}=371$, 一辺 1.00 mm の立方体) 中の自由電子 [計 14 点]
 - 2.1 (100) および (111) ベクトル方向の自由電子波の波数 $k_{(100)}/\text{m}^{-1}$, $k_{(111)}/\text{m}^{-1}$ に対する制限を示せ。 [各 5 点]
 - 2.2 波数 k と電子の運動エネルギー E_k の関係を簡潔に述べよ。 [4 点]
3. N_2 ガス ($a/\text{atm} \cdot \text{dm}^6 \cdot \text{mol}^{-2}=1.39$, $b/\text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}=0.0391$) [計 20 点]
 - 3.1 気体定数 $R/\text{atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ を有効数字 5 桁で導出せよ。 [2 点]
 - 3.2 内容積 10.0 dm^3 のボンベにつめた 25.0 mol の N_2 ガスに対して, 上の van der Waals 定数 a, b を用い圧縮率因子 PV/nRT を 60°C で求めよ。 [6 点]
 - 3.3 上の定数 a と実在気体の非理想性との関係を簡潔に述べよ。 [4 点]
 - 3.4 N_2 分子の球近似半径 R_{NN}/pm を求めよ。 [8 点]
4. Pauling の電気陰性度 χ_P と Mulliken の電気陰性度 χ_M の基本概念を対比して説明せよ。 [10 点]
5. 定圧昇温にともなう水分子の集合状態変化 [計 22 点]
 - 5.1 initial [1 atm , -20°C , 氷] final [1 atm , 120°C , 水蒸気] の変化を可逆的に行う場合, 系がなす体積仕事 $P\Delta V/\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ を求めよ。 [3 点]
 - 5.2 上の変化で系が吸収する熱 $Q/\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ を求めよ。 [6 点]