

平成31年度専攻科入学者選抜検査

(学力一次) 試験問題

生産工学専攻

(環境材料工学コース)

専門科目

(試験時間 120分)

(注)

- 1 問題用紙は、表紙を含めて1～5ページです。
- 2 4科目(金属材料学、無機材料学、有機化学、材料加工学)すべてに解答してください。
- 3 電卓は、貸与したものを使用してください。
- 4 解答は、全て解答用紙に記入してください。
- 5 試験終了後、試験問題は持ち帰ってください。

科目名 金属材料学

1. 解答用紙の立方体における面および方向のミラー指数を答えよ。
2. 解答用紙の六方晶における面および方向についてミラーブラベー指数(4 指数)を用いて答えよ。
3. 格子定数 a の体心立方構造における基本並進ベクトル $A_1 = \left(-\frac{a}{2}, \frac{a}{2}, \frac{a}{2}\right)$, $A_2 = \left(\frac{a}{2}, \frac{a}{2}, -\frac{a}{2}\right)$, $A_3 = \left(\frac{a}{2}, -\frac{a}{2}, \frac{a}{2}\right)$ について、それぞれ逆格子空間における基本並進ベクトル B_1, B_2, B_3 を求めよ。
4. 1.5 mass %C 鋼を 1100 °C から室温まで徐冷した場合の組織変化について記述した。以下の問いに答えよ。

950 °C 付近で (①) の析出が始まり、温度の低下と共に (①) の割合が (②) する。これに伴いオーステナイトの炭素濃度は (③) mass % まで (④) する。(⑤) °C になると、残りのオーステナイトは (⑥) に変態し、組織は (①) が約 (⑦) % と (⑥) が約 (⑧) % の (⑨) 状組織となる。0.8 mass %C 鋼を共析鋼と呼ぶのに対して、この 1.5 mass %C 鋼は、炭素濃度の領域から (A) 鋼と呼ぶ。

 - (1) (①) ~ (⑨) にあてはまる適切な語句および数字を答えよ。
 - (2) (A) を英語で答えよ。
5. 各鋼材に相当する鋼材規格 (JIS) を解答用紙の鋼材種から選び答えよ。
 - (1) 一般構造用圧延鋼
 - (2) 炭素工具鋼
 - (3) 機械構造用炭素鋼
 - (4) ステンレス鋼

科目名 無機材料学

NaClは代表的なイオン結晶であり、図1に示す構造をしている。以下の設問に解答しなさい。

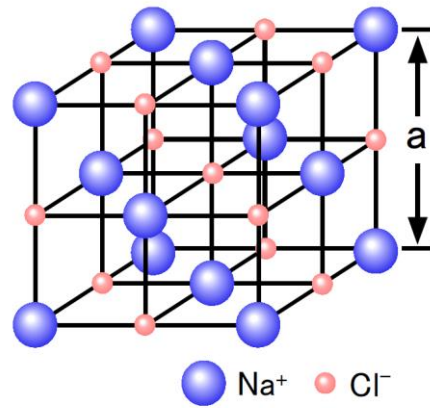


図 1

- Na⁺イオンの電子構造を示しなさい。
- NaCl(s)は純水と有機溶剤のどちらによく溶けると考えられるか。理由を付して解答しなさい。
- NaCl (式量 58.5) の1.80 mol/L水溶液の密度は1.054 g/mlである。水1 kgあたりのNaClの物質量を求めなさい。
- NaCl構造におけるNa⁺イオンにのみ注目したとき、Na⁺イオンが形成している結晶構造を答えなさい。
- 任意のCl⁻イオンから最も近いNa⁺イオンの数（配位数）を求めなさい。
- この構造の格子定数 a を 5.628 Å とすると、任意のCl⁻イオンから最も近いCl⁻イオンまでの距離を“nm”で解答しなさい。
- NaCl 構造における任意のNa⁺イオンを原点とすると、以下の位置にそれぞれのイオンが存在していることとなる。原子散乱因子をそれぞれ f_{Na} および f_{Cl} とし、構造因子 F_{hkl} および I の消滅則を導きたい。

$$\text{Na}^+ : (0, 0, 0), (1/2, 1/2, 0), (1/2, 0, 1/2), (0, 1/2, 1/2)$$

$$\text{Cl}^- : (1/2, 0, 0), (0, 1/2, 0), (0, 0, 1/2), (1/2, 1/2, 1/2)$$

構造因子 F_{hkl} は

$$F_{hkl} = \sum_{i=1}^N f_i \exp \{ 2\pi i (hx_i + ky_i + lz_i) \}$$

で示され、これに各座標を代入すると

$$F_{hkl} = f_{Na} F_{fcc} + f_{Cl} [\exp(\pi i h) + \exp(\pi i k) + \exp(\pi i l) + \exp\{\pi i (h+k+l)\}] \dots \textcircled{1}$$

となり、(F_{fcc} は fcc の F_{hkl} を示している。) 最終的には

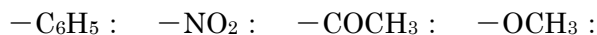
$$F_{hkl} = F_{fcc} [f_{Na} + f_{Cl} \exp\{\pi i (h+k+l)\}] \dots \textcircled{2}$$

となる。① 式から② 式への計算過程を詳しく説明しなさい。

- fcc 構造の消滅則を示しなさい。(F_{fcc} と I を求めなさい)。尚、原子散乱因子は f_{fcc} としなさい。
- 原子散乱因子を原子番号で近似し ($f_{Na}=11$, $f_{Cl}=17$)、(311)面の I を求めなさい。

科目名 有機化学

- 以下に示す名称の有機化合物の構造式を書きなさい。
(a) 2,3-ジクロロペンタン (b) イソペンタン (c) 2,4,6-トリニトロトルエン
(d) *trans*-1-イソプロピル-3-メチルシクロヘキサン (最も安定な立体配座)
※ 環に直接結合している水素は省略してよい。
(e) 2,3-ジメチル-2-ペンテン (f) *cis*-2-ヘキセン (g) *p*-ヨードフェノール
(h) *o*-クロロアニリン (i) 酢酸エチル
- 2-クロロ-2-メチルブタンをメタノールに溶解すると、 S_N1 反応生成物と $E1$ 反応生成物が生じる。ただし、 $E1$ 反応生成物は一種類ではない。考えられる全ての反応生成物の構造式を書きなさい。また、 $E1$ 反応生成物の主生成物を示しその理由を説明しなさい。
- cis*-1,4-ジメチルシクロヘキサン(A)および *trans*-1,4-ジメチルシクロヘキサン(B)の最も安定ないす形立体配座を書きなさい。環に直接結合している水素は省略してよい。また、化合物(A)および(B)のどちらのほうが安定か。理由とともに説明しなさい。最後に、(A)と(B)のように、互いに鏡像体ではない立体異性体のことを何と呼ぶか書きなさい。
- トルエンから *p*-ニトロ安息香酸を合成する反応経路 (化学反応式) を書きなさい。化合物の構造式および反応試薬を記述すること。
- メチルアセチレンから *cis*-2-ペンテンを合成する反応経路 (化学反応式) を書きなさい。化合物の構造式および反応試薬を記述すること。
- 1-メチルシクロヘキセンに HCl を付加させると、2 種類の反応生成物が生じる。その中の1つがマルコフニコフ則通りに主生成物となる。解答欄に主生成物の構造式と IUPAC 名を書き、その構造を選定した理由を反応中間体の構造を書いて説明しなさい。
- 以下の設問に答えなさい。
 - 炭素と水素からなる未知化合物を完全に燃焼して、生じた気体を塩化カルシウム管、ソーダ石灰管に通したら、それぞれの質量が 0.540 g、1.760 g 増加した。また、分子量の測定の結果、分子量は 54.0 であった。この化合物の組成式と分子式を書きなさい。必要ならば、次の数値を用いること。(水素の原子量=1.0、炭素の原子量=12.0)
 - 次の官能基 (置換基) の名称とその置換基のベンゼン誘導体が *o,p*-配向性か、*m*-配向性かについての区別をつけなさい。(解答に *o,p*-、*m*-配向性のどちらかを選択して○で囲むこと。)



科目名 材料加工学

1. 材料加工に関する次の専門用語について説明せよ。
 - (1) バウシニング効果
 - (2) ストレッチャー・ストレイン
 - (3) ホール・ペッチの法則
 - (4) コットレル効果
2. 直径12 mmのポンチを用いて厚さ1.5 mmの板材の打ち抜き加工をする場合、ポンチに加える荷重はいくら以上必要であるか有効数字3桁で答えよ。ただし、板材のせん断強さは400 MPaとする。
3. 直径16 mm、初期長さ250 mmの金属丸棒に20 kNの引張荷重を加えると長さが251 mmになった。この時の公称応力 σ_N 、公称ひずみ ε_N 、真応力 σ 、対数ひずみ ε を有効数字3桁で答えよ。
4. 加工硬化特性がn乗硬化則($\sigma = F\varepsilon^n$)で近似できる金属材料について次の問いに答えよ。ただし、この材料の初期形状は直径8 mm、長さ200 mmの丸棒、加工硬化係数 $F = 700$ MPa、加工硬化指数 $n = 0.2$ とする。
 - (1) 対数ひずみ $\varepsilon_1 = 0.15$ まで変形させたときの真応力 σ を有効数字3桁で答えよ。
 - (2) 単位体積当たりの変形仕事 W を有効数字3桁で答えよ。
 - (3) 平均変形抵抗 Y_m を有効数字3桁で答えよ。
 - (4) 総変形仕事 E を有効数字3桁で答えよ。