

令和4年度専攻科入学者選抜検査

(学力一次) 検査問題

生産工学専攻

(環境材料工学コース)

専門科目

(検査時間 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 検査終了後、検査問題は持ち帰ってください。

科目名：金属材料学

1. 結晶構造因子を F_{hkl} と定義し、原子位置 (x, y, z) とミラー指数 (hkl) によって以下のように示される。尚、 f は原子散乱因子である。

$$F_{hkl} = \sum_{j=1}^n f_j \exp 2\pi i (h x_j + k y_j + l z_j)$$

- (1) 解答用紙に描かれた図 1 の結晶構造における単位胞中の原子数 n を答えなさい。
- (2) 解答用紙に描かれた図 1 の結晶構造における単位胞中の原子位置を答えなさい。基本並進ベクトル $|x|=|y|=|z|=1$ として解答しなさい。
- (3) 解答用紙に描かれた図 1 の結晶構造における消滅則を示しなさい。
- (4) ディフラクトメータ法により解答用紙に描かれた図 1 の結晶構造を有する金属の X 線回折チャートを得た。このとき低角度側から 3 本目のピークが $2\theta=76.45^\circ$ であった。金属 A の格子定数を求めなさい。尚、この測定には Cu-K α 線 ($\lambda=0.1542$ nm) を使用した。

2. 鉄鋼材料の組織制御において非常に重要である炭化物 Fe_3C について以下の問いに答えなさい。

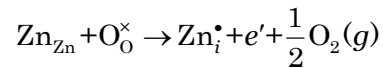
- (1) Fe_3C の名称を答えなさい。
- (2) 亜共析鋼をオーステナイト領域から徐冷した。鏡面研磨し、適切な食刻を施すと、2 種類の結晶粒が観察された。このうち、一方についてはさらに高倍率で観察したところ、共析反応による Fe_3C とフェライト相からなる層状の組織が観察された。この組織の名称を答えなさい。
- (3) Fe-C 二元系平衡状態図において Fe_3C 単相が存在している C [wt.%] を算出しなさい。必要であれば、Fe の原子量 55.85、C の原子量 12.01 を使用してもかまわない。

3. 解答用紙に示された図 2 について以下の問いに答えなさい。

- (1) この状態図における成分を答えなさい。
- (2) この状態図の型の名称を答えなさい。
- (3) 解答用紙に示した組成 C_B かつ温度 T [K] の状態を考える。線分 C_1-C_2 の名称を答えなさい。
- (4) 解答用紙に示した組成 C_B における液相と固相の質量比を答えなさい。
- (5) 状態図より純金属の凝固点はある温度 1 点 (温度変化ができない) であることがわかる。このことについて相律を用いて説明しなさい。

科目名：無機材料学

1. イオン結晶では、1 個の陽イオンはその周りにできるだけ多くの陰イオンを配置して結合しようとする。岩塩構造を安定に与えると考えられる陰イオンに対する陽イオンの半径比の最小値を求めなさい。
2. セラミックスの欠陥に関する以下の問いに答えなさい。
 - (1) MOで表される酸化物におけるフレンケル欠陥（陽イオン：●、陰イオン：○）の模式図を描きなさい。
 - (2) フレンケル欠陥生成の準化学反応式をクレガー–ピンク法を用いて書きなさい。
 - (3) 不定比化合物Zn_{1-x}O中の欠陥生成反応式が次式で示されるとき、欠陥濃度と酸素分圧および温度との関係式を導出しなさい。ただし、ガスは理想気体とする。



3. 半導体について以下の問いに答えなさい。
 - (1) 半導体製造において広く用いられている元素に Si がある。この元素の結晶構造を答えなさい。
 - (2) 問 (1) の結晶の格子定数を 0.543 [nm]としたときの単位体積当たりの原子数を求めなさい。答えには単位をつけること。
 - (3) 問 (1) の結晶に不純物としてヒ素をドーピングして半導体を作製した。この半導体は何型か答えなさい。
 - (4) 10⁻⁴ [at%]のヒ素を含んだ Si の結晶がある。ドーピングしたヒ素がすべてイオン化していると仮定し、室温における電気伝導度を求めなさい。答えには単位をつけること。ただし、電子の電荷を 1.602×10⁻¹⁹ [C]、室温における電子の移動度を 0.15 [m²/(V·sec)]とする。

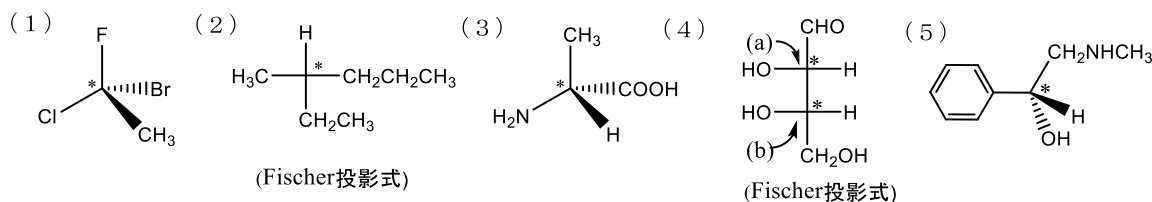
科目名：有機化学

1. 以下に示す名称の有機化合物の構造式を書きなさい。

- (a) アニリン (b) ジエチルエーテル (c) 1,1-ジブromo-3-フルオロブタン
(d) 四塩化炭素 (e) ビシクロ[4.2.0]オクタン (f) *n*-ブタノール
(g) *o*-キシレン (h) 3-メチル-1-ヘキセン-4-イン (i) ニトロベンゼン

2. 1-ブromo-3-メチル-2-ペンテンをメタノール中で加熱したところ、2つの置換生成物が得られた。2つの化合物の構造式を書きなさい。また、2つの化合物が生成する理由を反応中間体の構造式を書いて説明しなさい。

3. 次の化合物の不斉炭素原子 C* の立体配置を R と S の表記法で示しなさい。



4. 2-メチル-1-ブテンを臭化水素と反応させると、理論的に2つの生成物 A と B が得られると考えられる。A と B の構造式と IUPAC 名を書き、どちらが主生成物か答えなさい。

5. 構造未知のアルケンをオゾンと反応させ、その後亜鉛と水で処理した時、アセトンとホルムアルデヒドが得られた。このアルケンの構造式と IUPAC 名を書きなさい。

6. ベンゼンから *m*-ブromoアニリンを合成する反応経路(化学反応式)を書きなさい。反応試薬も記述すること。

7. 以下の問いに答えなさい。

- (1) 成分元素が炭素・水素・酸素からなる化合物 92 [mg] を採取し、元素分析を行った。その結果、水 : 108 [mg]、二酸化炭素 : 176 [mg] が生成した。また分子量は 92 だった。この化合物の組成式と分子式を求めなさい。必要ならば、以下の数値を用いること。

(水素の原子量=1、炭素の原子量=12、酸素の原子量=16)

- (2) 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)。

-COOH : -OCH₃ : -NO₂ : -Ph :

科目名：材料加工学

1. 直径 10 [mm]、長さ 200 [mm]の軟鋼棒に 20 [kN]の引張荷重を加えた。軟鋼の縦弾性係数を 200 [GPa]としたとき、以下の値を求めなさい。なお、この時の変形は弾性領域内とする。答えには単位をつけること。
 - (1) 引張応力
 - (2) ひずみ
 - (3) 荷重を加えた後の全長

2. 厚さ $t=0.5$ [mm]の鉄板にポンチを用いて直径 $d=10$ [mm]の円孔をあけたい。この鉄板のせん断強さが $\tau=392$ [MPa]であるとき、以下の問いに答えなさい。答えには単位をつけること。
 - (1) ポンチに加える荷重 W はいくら以上必要であるか求めなさい。
 - (2) この時、ポンチにかかる圧縮応力 σ を求めなさい。

3. ある物体に主応力 $\sigma_1=300$ [MPa]、 $\sigma_2=-120$ [MPa]、 $\sigma_3=60$ [MPa]が作用しているとき、以下の問いに答えなさい。答えには単位をつけること。
 - (1) この応力状態における偏差応力 σ_1' [MPa]、 σ_2' [MPa]、 σ_3' [MPa]を求めなさい。
 - (2) この応力状態をモールの応力円で示しなさい。
 - (3) この材料の単軸降伏応力をトレスカとミーゼスの降伏条件式から推測しなさい。

4. 以下に示す語句について、説明しなさい。
 - (1) 凝着
 - (2) バウジンガー効果
 - (3) 加工硬化
 - (4) ダイカスト法