

平成30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

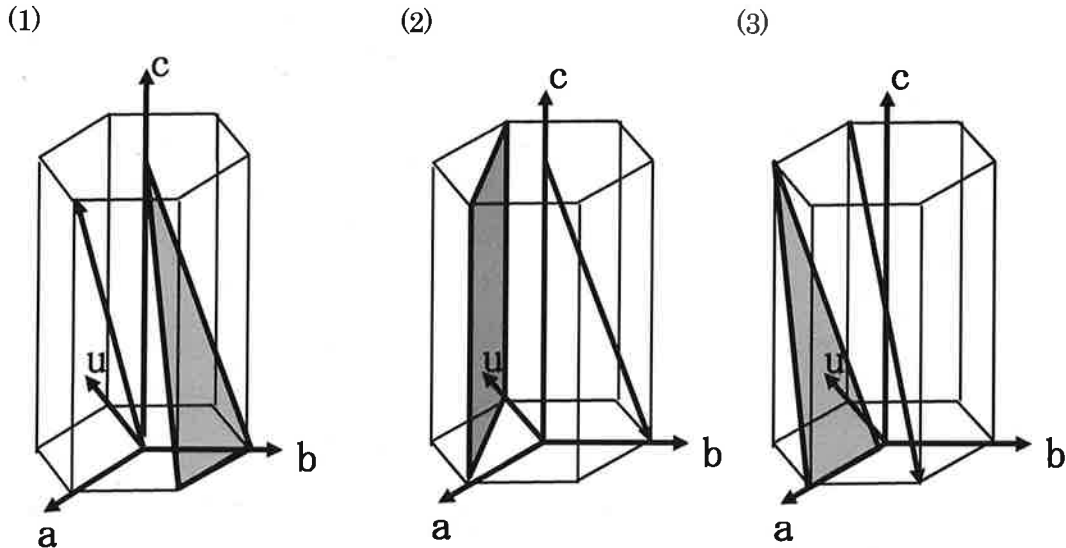
(試験時間 120分)

(注)

- 1 問題用紙は、表紙を含めて1～6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、すべ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. 六方最密構造における面と方向についてミラーブラベー指数を答えよ。指数の求め方は4指数法を用い、方向については、垂直射影方式とベクトル方式の両方で求めよ。



2. 融点 T_{mp} の元素 A に元素 B を添加するとき、液相線、固相線ともに直線的に低下する二元系合金を考える。ここで、液相線と固相線の傾きを m 、 m' とし、ある温度 T 、ある合金組成 C_0 において非常にゆっくりと温度を低下させると、液相線と固相線の温度を T_L 、 T_S 、それぞれの組成 C_L 、 C_S が得られるものとする。つまり、温度 T で平衡しているものとする。以下の間に答えよ。

- (1) 液相線温度 T_L を T_{mp} 、 m 、 C_L で示せ。
- (2) 固相線温度 T_S を T_{mp} 、 m' 、 C_S で示せ。
- (3) (2) で得られた固相線温度 T_S を平衡分配係数 k_e を用いて書き換えよ。
- (4) (1) と (3) で得られた液相線温度 T_L と固相線温度 T_S より、組成 C_L, C_S を導け。
- (5) 固相率 f_S を求めよ。
- (6) C_L/C_0 を求めよ。

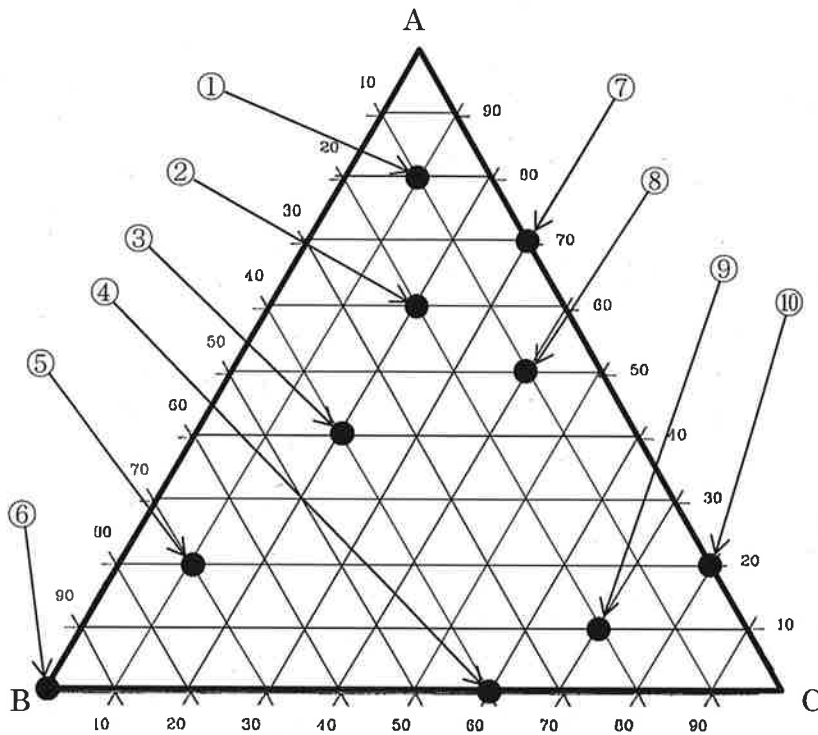
3. 面心立方晶の面心位置を A 原子、コーナー位置を B 原子が占める規則状態を考える。それぞれの原子散乱因子を f_A, f_B とする。結晶構造因子を計算し、消滅則を求めよ。

4. 理想気体の場合には、 $PV = nRT$ が成立する。このとき、

$$\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V \left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_P \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T = -1$$

となることを証明せよ。

5. 組成三角形中の①から⑩までの組成を求めよ。但し、濃度は%表記とし、高濃度元素から低濃度元素の順、同濃度の場合、A、B、Cの順とする。



科目名：無機材料学

1. 半導体に用いられる Si について以下の問いに答えなさい。
 - (1) 結晶構造を答えなさい。
 - (2) 密度 $[\text{g}/\text{cm}^3]$ を求めなさい。ただし、格子定数を $0.543 [\text{nm}]$ 、原子量を $28 [\text{g}/\text{mol}]$ 、アボガドロ数を $6 \times 10^{23} [\text{mol}^{-1}]$ とする。
 - (3) P(phosphorus) を微量添加すると、どうなるか答えなさい。
 - (4) CZ(Czochralski)法について説明しなさい。
 - (5) $1 [\text{kg}]$ の Si 結晶のヒ素原子濃度を $10^{15} [\text{cm}^{-3}]$ とするために必要なヒ素の初期重量 $[\text{g}]$ を答えなさい。ただし、ヒ素の原子量を $75 [\text{g}/\text{mol}]$ 、Si 中の分配係数を 0.3 とする。

2. セラミックスの欠陥について以下の問いに答えなさい。
 - (1) 解答用紙に図で示される欠陥名を和名と英名で答えなさい。
 - (2) この欠陥の生成反応式(準化学反応式)を答えなさい。
 - (3) 欠陥形成エネルギーを H とし、欠陥濃度 n と温度 T との関係式を導出しなさい。

3. 閃亜鉛鉱型構造である化合物 $\text{CdS}_{0.95}$ の密度が $4.91 [\text{g}/\text{cm}^3]$ 、格子定数が $0.582 [\text{nm}]$ であるとき、この化合物には陰イオン空孔あるいは格子間陽イオン原子が存在するか計算過程を示して答えなさい。ただし、Cd の原子量を $112.4 [\text{g}/\text{mol}]$ 、S の原子量を $32 [\text{g}/\text{mol}]$ とする。

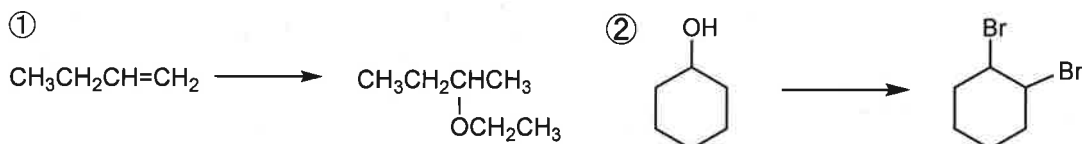
科目名：有機化学

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) 2-メチルブタン (b) ネオペンタン (c) 1-エチル-4-メチルシクロヘプタン
(d) アセチレン (e) アセトン (f) クロロエチレン
(g) *o*-ニトロアニリン (h) 2-メチル-1,3-ブタジエン (i) トルエン

2. *cis*-1-プロピル-4-メチルシクロヘキサンのいす形配座を2個書き、どちらが優先配座(安定な配座)か理由とともに示しなさい。

3. 次の変換を行うための反応経路(化学反応式)示しなさい。反応試薬もすべて記述すること。



4. ベンゼンから *m*-プロモニトロベンゼンを合成する反応経路(化学反応式)を書きなさい。反応試薬もすべて記述すること。

5. 次の化合物の共鳴構造式を書きなさい。電子の移動を \rightarrow (矢印)で示すこと。

- ① アリルアニオン(アリル陰イオン) ② 炭酸イオン

6. 2-ヨードブタンのメタノール溶液にナトリウムエトキシドを加えてE2脱離を行ったところ3種類の生成物が得られた。それぞれの構造式とIUPAC名を書きなさい。

7. 以下の設問に答えなさい。

(1) 成分元素が炭素・水素・酸素からなる化合物7.20 [mg]を採取し、元素分析を行った。その結果、水:4.32 [mg]、二酸化炭素:10.56 [mg]が生成した。また、この化合物0.25 [mol]の質量は30 [g]であった。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)。



科目名：材料加工学

1. 平面応力状態にある薄い板の微小要素を調べると σ_x , σ_y , $\tau_{xy} = -\tau_{yx}$ であった。
次の問いに答えよ。
 - (1) $\sigma_x = 20$ [MPa] (引張), $\sigma_y = -30$ [MPa] (圧縮), $\tau_{xy} = 15$ [MPa] であるとき、モールの応力円を描いて、その図中に主応力 σ_1 , σ_2 および最大せん断応力 τ_{max} を示せ。
 - (2) 主応力 σ_1 , σ_2 および最大せん断応力 τ_{max} の値を有効数字 2 桁で求めよ。
 - (3) 法線が σ_1 の作用面から反時計回りに 45 [$^\circ$] 傾斜した面の垂直応力 σ_{45° を求めよ。
2. ある物体に $\sigma_1 = 350$ [MPa], $\sigma_2 = 150$ [MPa], $\sigma_3 = -110$ [MPa] の主応力を作用させて塑性加工を行うと σ_2 方向に 1.5 [%] の伸びが確認された。このとき、他の方向のひずみ増分を求めよ。
3. 変形抵抗曲線が $\sigma = 220\varepsilon + 450$ [MPa] (σ : 真応力, ε : 対数ひずみ) で表される直径 10 [mm]、長さ 200 [mm] の棒材に引張荷重を加えると変形後の長さが 218 [mm] になった。次の問いに有効数字 3 桁で答えよ。
 - (1) 変形抵抗 σ を求めよ。
 - (2) 単位体積当たりの変形仕事 W を求めよ。
 - (3) 平均変形抵抗 Y_m を求めよ。
 - (4) 総変形仕事 E を求めよ。
 - (5) 総変形仕事 E が全て熱エネルギーに変わるとし、また断熱状態であるとする。材料の温度上昇はいくらになるか。ただし、比熱 $c = 0.5$ [J/g $^\circ$ C]、密度 $\rho = 8$ [g/cm 3] とする。