

令和4年度専攻科入学者選抜検査

(学力二次) 検査問題

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、すべ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。

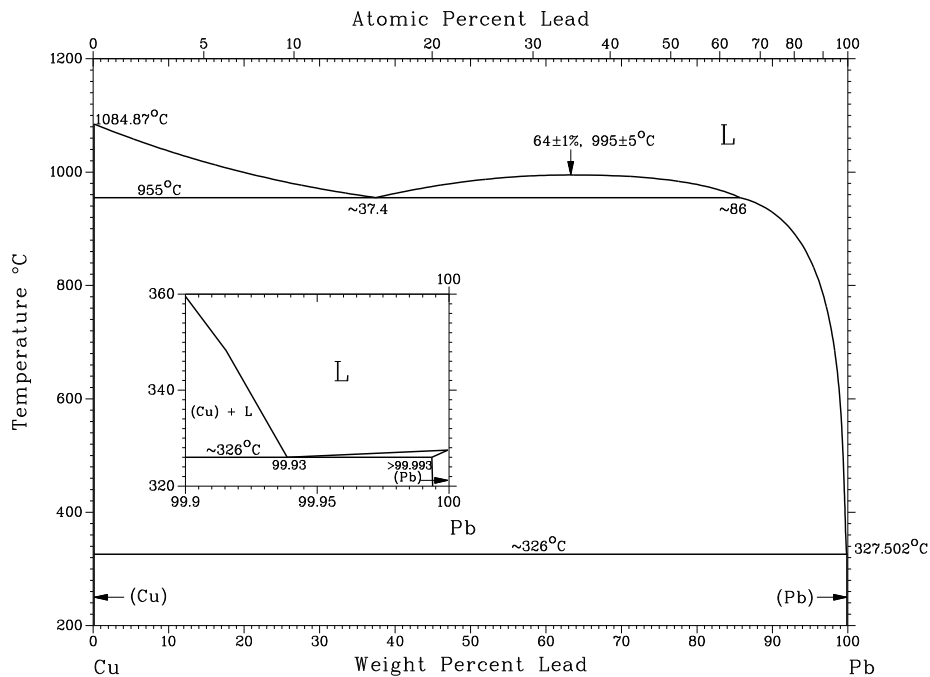
科目名：金属材料学

1. シュミットの法則に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 面積  $A$  の円柱に荷重  $F$  が作用している場合、円柱内のあるすべり面上のすべり方向と引っ張り荷重方向とのなす角を  $\lambda$ 、すべり面法線と引っ張り荷重方向とのなす角を  $\phi$  としてシュミットの法則を導出しなさい。
- (2) すべり面が  $(1\ 0\ 0)$ 、すべり方向が  $[0\ \bar{1}\ \bar{1}]$  のとき、以下の軸方向で荷重をかけたときのシュミット因子を求めなさい。ただし、答えは既約分数のままでよい。  
 (a)  $[1\ 0\ 0]$       (b)  $[1\ 1\ 0]$       (c)  $[\bar{1}\ 2\ 3]$
- (3) シュミット因子の最大値が  $0.5$  であることを証明しなさい。

2. 以下の問いに答えなさい。

- (1) この状態図の型は何と言うか、答えなさい。
- (2) Cu-10wt%Pb、Cu-60wt%Pb、Cu-90wt%Pb 合金を  $1200\ [^{\circ}\text{C}]$  からゆっくりと  $200\ [^{\circ}\text{C}]$  まで冷却した場合の冷却曲線を描きなさい。



3. 1成分系状態図について以下の問いに答えなさい。

- (1) 定圧比熱  $C_p$  の定義を偏微分の形式で書け。
- (2) (1) より熱力学第3法則を導出し、その意味を説明しなさい。

4. Clausius-Clapeyron の式を導出しなさい。

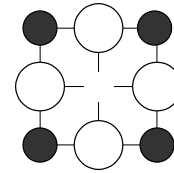
科目名：無機材料学

1. 半導体について以下の問いに答えなさい。

- (1) 化合物半導体 GaAs 等の AB 化合物において、fcc 格子点に A、 $(\frac{1}{4} \frac{1}{4} \frac{1}{4})$  を原点とした fcc 格子点に B が位置する化合物の結晶構造を答えなさい。
- (2) 化合物半導体 GaAs の密度  $[\text{g}/\text{cm}^3]$  を求めなさい。ただし、格子定数を  $0.565 [\text{nm}]$ 、Ga の原子量を  $70 [\text{g}/\text{mol}]$ 、As の原子量を  $75 [\text{g}/\text{mol}]$ 、アボガドロ数を  $6 \times 10^{23} [\text{mol}^{-1}]$  とする。
- (3) III-V 族化合物半導体 GaAs に II 族の Zn を微量添加すると、どうなるか答えなさい。
- (4) FZ(Floating Zone)法の原理及び CZ(Czochralski)法との違いを説明しなさい。
- (5) CZ 法にて作製した Si インゴット中の P 原子濃度を  $10^{16} [\text{cm}^{-3}]$  とするために必要な融液中の初期 P 原子濃度  $[\text{cm}^{-3}]$  を求めなさい。ただし、P の Si 中の分配係数を  $0.35$  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) 図に示す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. NaCl 型構造である化合物  $\text{Fe}_{0.93}\text{O}$  の密度が  $5.658 [\text{g}/\text{cm}^3]$ 、格子定数が  $0.4292 [\text{nm}]$  であるとき、この化合物には陽イオン空孔あるいは格子間酸素原子が存在するか計算過程を示して答えなさい。ただし、Fe の原子量を  $56 [\text{g}/\text{mol}]$ 、O の原子量を  $16 [\text{g}/\text{mol}]$  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) プロパン                      (b) 1-ヘキシン                      (c) 4-メチルシクロヘキセン  
(d) エタノール                      (e) 酢酸エチル                      (f) クロロホルム  
(g) *o*-キシレン                      (h) アントラセン                      (i) スチレン

2. *cis*-1,3-ジ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. 1,2-ジメチルシクロペンテンに HCl が付加するとき、得られる可能性のある生成物の構造を 2 種類書きなさい。また、その理由を化学反応式を書いて説明しなさい。

4. トルエンから *p*-トルイジン( $p\text{-CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}_2$ )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→ (矢印) で示すこと。

- ① メチルビニルエーテル                      ② 1,3-ブタジエン

6. 次の化合物にナトリウムエトキシドを加えて E2 脱離を行ったときの生成物の構造式と IUPAC 名を書きなさい。

- ① 2-ブロモペンタン                      ② ブロモシクロヘキサン

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 6.70 [mg]を採取し、元素分析を行った。その結果、水 : 4.50 [mg]、二酸化炭素 : 19.80 [mg] が生成した。また、この化合物 0.50 [mol] の質量は 67 [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)

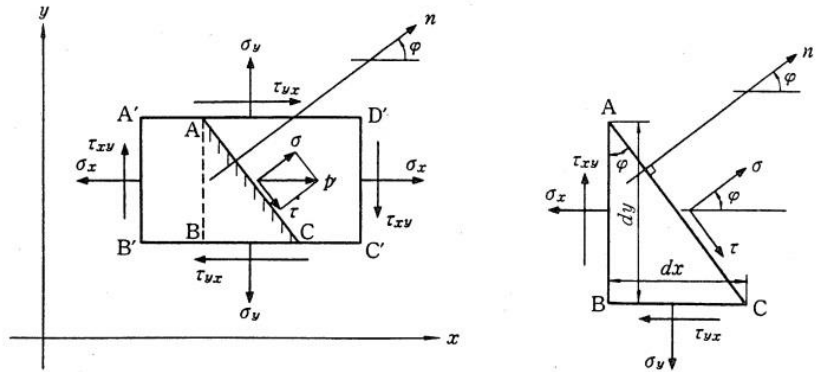
(2) 次の官能基 (置換基) の名称とその置換基のベンゼン誘導体が *o,p*-配向性か、*m*-配向性かについての区別をつけなさい (解答に *o,p*-、*m*-配向性のどちらかを選択して○で囲むこと)。



科目名：材料加工学

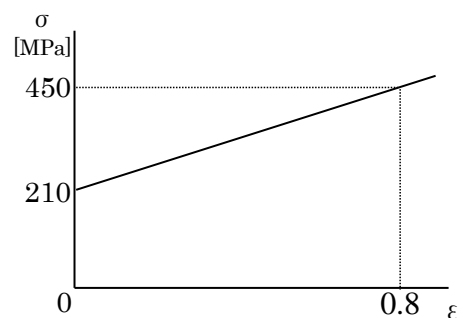
1. 主応力が  $\sigma_1 = 550$  [MPa]、 $\sigma_2 = -100$  [MPa]、 $\sigma_3 = 50$  [MPa] で与えられる 3 軸応力状態において、[トレスカの降伏条件] と [ミーゼスの降伏条件] それぞれの考え方において材料は塑性変形を生じるか否かを検証しなさい。ただし、この材料の単軸降伏応力は  $Y = 600$  [MPa] とする。

2. 平面応力状態にある薄い板の微小要素を調べると図のように  $\sigma_x$ 、 $\sigma_y$ 、 $\tau_{xy} = -\tau_{yx}$  であった。次の問いに答えなさい。



- (1) 法線が X 軸から  $\phi$  だけ傾いた斜面 AC に生じている垂直応力を  $\sigma$ 、せん断力を  $\tau$  として X 軸方向および Y 軸方向の力のつりあい式を示しなさい。ただし、 $\overline{AB} = dy$ 、 $\overline{BC} = dx$ 、 $\overline{AC} = ds$ 、板厚 =  $dz$  とする。
- (2)  $\sigma_x = 30$  [MPa] (引張)、 $\sigma_y = -30$  [MPa] (圧縮)、 $\tau_{xy} = 20$  [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  $\sigma_1$ 、 $\sigma_2$  および最大せん断応力  $\tau_{max}$  を示しなさい。
- (3) 主応力  $\sigma_1$ 、 $\sigma_2$  および最大せん断応力  $\tau_{max}$  を有効数字 2 桁で求めなさい。
- (4) 法線が  $\sigma_1$  の作用面から反時計回りに  $30$  [°] 傾斜した面の垂直応力  $\sigma_{30^\circ}$  を有効数字 2 桁で求めなさい。

3. 図のような直線で近似される変形抵抗曲線を持つ材料に次のような加工を行う。以下の問いに答えなさい。



- (1) この変形抵抗曲線を式で表しなさい。
- (2) この材料に  $600$  [MPa] の応力を加えて加工を行った際に生じる塑性ひずみを求めなさい。
- (3) この材料の形状が直径  $10$  [mm]、高さ  $40$  [mm] の円柱形とするとき、塑性変形に必要なエネルギーを有効数字 3 桁で求めなさい。