

平成31年度専攻科入学者選抜検査

(学力二次) 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. 次に示す立方晶のミラー指数を図示せよ。

- (1)  $(1 \bar{1} 1)$                       (2)  $(2 \bar{2} 0)$                       (3)  $[0 \bar{2} \bar{3}]$                       (4)  $[1 2 1]$

2. 次に示す六方晶のミラーブラベール指数を図示せよ。

- (1)  $(0 \bar{1} 11)$                       (2)  $(10 \bar{1} 2)$                       (3)  $[1 0 \bar{1} \bar{1}]$                       (4)  $[\bar{1} 0 \bar{1} 1]$

3. 面心立方格子と体心立方格子の基本並進ベクトルがそれぞれ

$$a_1^{fcc} = \frac{1}{2}(x+y), \quad a_2^{fcc} = \frac{1}{2}(y+z), \quad a_3^{fcc} = \frac{1}{2}(z+x) \quad \text{と}$$
$$a_1^{bcc} = \frac{1}{2}(x+y-z), \quad a_2^{bcc} = \frac{1}{2}(-x+y+z), \quad a_3^{bcc} = \frac{1}{2}(x-y+z) \quad \text{として、}$$

面心立方格子の逆格子が体心立方格子であることを証明せよ。

4. 次の各鋼材に相当する鋼材記号を鋼材規格 (JIS) から選び答えよ。

鋼材規格 (JIS)					
CAC403	SM490	S55C	FC200	SKS11	SUS304
SUM43	SUP10	AC2B	SS490	A2017	SK95

- (1) 溶接構造用圧延鋼材                      (2) 鋳鉄  
(3) ジュラルミン                              (4) 快削鋼

5. 常圧 1000 [°C]における純鉄について、途中の計算を示しながら以下の問いに答えよ。

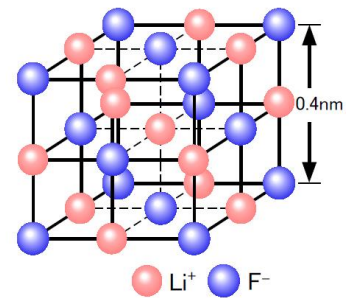
- (1) Fe の原子半径を 1.24 [Å]とし格子定数 [nm] を求めよ。  
(2) 単位胞の体積 [m<sup>3</sup>] を求めよ。  
(3) 単位胞に含まれる Fe 原子数を答えよ。  
(4) Fe の原子量を 56 として、理論密度 [g/cm<sup>3</sup>] を求めよ。  
(5) 充填率 [%] を求めよ。  
(6) C 原子が侵入し得る最大隙間半径 [nm] を求めよ。

科目名 無機材料学

1. LiF の結晶は図に示す構造をしており、結晶の密度は  $2.64 \text{ [g/cm}^3\text{]}$  である。以下の設問に解答しなさい。

(原子量 Li = 6.94、F = 19.0)

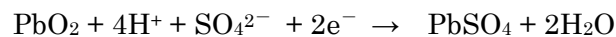
- (1) 化合物の名称を答えなさい。
- (2)  $\text{Li}^+$  が示す電子構造と同様の電子構造を示す希ガス元素を答えなさい。
- (3)  $\text{Li}^+$  と  $\text{F}^-$  イオンの最も近い中心間距離を答えなさい。
- (4) アボガドロ数を求めなさい。



2.  $20.5 \text{ [}^\circ\text{C]}$  の  $0.5 \text{ [mol/L]}$  水酸化ナトリウム水溶液  $200 \text{ [mL]}$  に、同温度の  $0.50 \text{ [mol/L]}$  の塩酸を  $200 \text{ [mL]}$  加え、よくかき混ぜて温度を測定すると  $24 \text{ [}^\circ\text{C]}$  であった。溶液の比熱は  $4.2 \text{ [J/gK]}$ 、密度は  $1.0 \text{ [g/cm}^3\text{]}$ 、発生した熱はすべて溶液の温度上昇に消費されたとして、次の各問いに答えなさい。

- (1) この反応で発生した熱量を求めなさい。
- (2) この中和反応で反応熱  $[\text{kJ/mol}]$  を求めなさい。
- (3) この中和反応を熱化学方程式で表しなさい。

3. 硫酸銅溶液を、白金を電極として鉛蓄電池を使って電気分解した。鉛蓄電池の電解液は放電後も変化しなかったとして、次の各問いに答えなさい。ただし、原子量は  $\text{S} = 32$ 、 $\text{Cu} = 64$ 、 $\text{Pb} = 207$  とし、鉛蓄電池の正極における変化は次のイオン式で表記できる。



- (1) 鉛蓄電池の負極における変化をイオン反応式で表しなさい。
- (2) 鉛蓄電池における両極をまとめた反応式を答えなさい。
- (3)  $1 \text{ [mol]}$  の電子を流したときの正極の重さの変化を求めなさい。

## 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) 2,3,4-トリメチルペンタン      (b) 塩化イソブチル      (c) アントラセン

(d) *cis*-1-イソプロピル-4-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) 4-*tert*-ブチル-2-メチルヘプタン      (f) *trans*-2-ペンテン

(g) *m*-クロロフェノール      (h) *p*-ブロモスチレン      (i) 酢酸メチル

2. 2-ブロモペンタンに塩基として  $\text{NaOCH}_2\text{CH}_3$  を反応させると、 $\text{S}_{\text{N}}2$  反応生成物と 2 種類の  $\text{E}2$  反応生成物が生じる。計 3 種類の反応生成物の構造式を書きなさい。また、 $\text{E}2$  反応生成物の主生成物を示し、その理由を説明しなさい。(ただし、*cis*、*trans* 異性体は区別せず 1 つの化合物として考えて答えなさい。)

3. *cis*-1,3-ジメチルシクロヘキサン(A)および *trans*-1,3-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。

4. トルエンから *m*-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。

5. メチルアセチレンから 2,3-ジブロモブタ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。

6. 2-メチル-2-ブテンに有機過酸化物( $\text{ROOR}$ )の存在下で  $\text{HBr}$  を付加させると、2 種類の反応生成物が生じる。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。

7. 以下の設問に答えなさい。

(1) 炭素、水素、酸素からなる未知化合物 1.00 [g] 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 0.720 [g]、2.20 [g] 増加した。また、分子量の測定の結果、分子量は 100 であった。この化合物の組成式と分子式を書きなさい。(水素の原子量=1.0、炭素の原子量=12.0、酸素の原子量=16.0)

(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。)

$-\text{OC}_6\text{H}_5$

$-\text{NH}_2$

$-\text{CN}$

$-\text{SO}_3\text{H}$

## 科目名 材料加工学

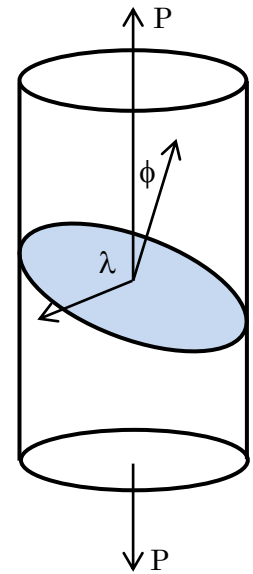
1. 材料加工に関する次の専門用語について説明せよ。

- (1) スプリングバック (2) オースフォーミング  
(3) 加工集合組織 (4) デッドメタル

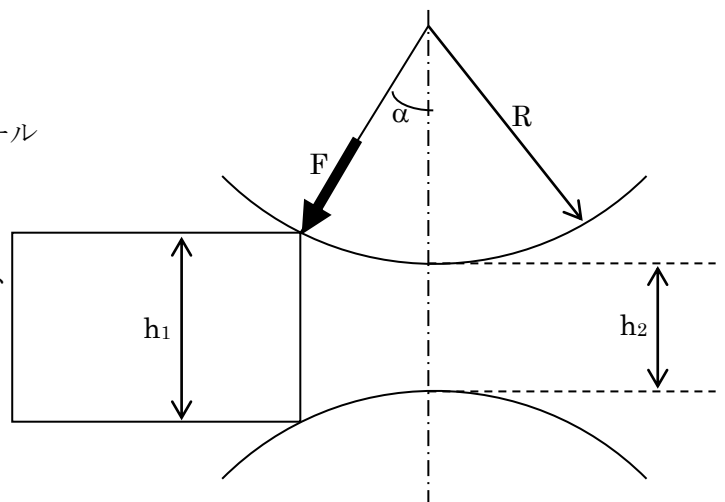
2. 直径  $d_0$  の金属丸棒に引張荷重を加えて直径が  $d$  になった。この時の軸方向の対数ひずみを  $d_0, d$  を用いて示せ。ただし、体積変化はないものと仮定する。

3. 単結晶金属丸棒に引張荷重  $P$  を加えた場合について、次の問いに答えよ。ただし、金属丸棒の断面積を  $A$  とする。

- (1) すべり面上に働くせん断応力  $\tau$  を  $P, A, \lambda, \phi$  で示せ。ただし、 $\lambda$  は引張軸とすべり方向のなす角、 $\phi$  は引張軸とすべり面の法線のなす角である。
- (2) Schmid の法則について説明せよ。
- (3) 最大の Schmid 因子を示すのは  $\lambda$  および  $\phi$  がいくらの時であるか。また、その時の最大 Schmid 因子はいくらであるか。
- (4) アルミニウムのすべり面を次の A~D から選んで記号で答えよ。  
A(100) B(110) C(111) D(101)
- (5) アルミニウムのすべり方向を次の a~d から選んで記号で答えよ。  
a[100] b[1 $\bar{1}$ 1] c[123] d[1 $\bar{1}$ 0]



4. 圧延加工をする際に、板材がロールにかみ込まれて圧延されるためには、ロールと板材との摩擦係数  $\mu$  とかみ込み角  $\alpha$  がどういう関係であればよいか導出せよ。ただし、初期板厚を  $h_1$ 、圧延後板厚を  $h_2$ 、ロール半径を  $R$ 、ロール面に垂直な力を  $F$  とする。



5. 変形抵抗曲線が  $\sigma = 200\varepsilon + 450$  [MPa] ( $\sigma$ : 真応力、 $\varepsilon$ : 対数ひずみ) で表される直径 10 [mm]、長さ 200 [mm] の棒材に圧縮荷重を加えると変形後の長さが 120 [mm] になった。変形エネルギーが全て熱エネルギーに変わると仮定して、この材料の温度上昇を求めよ。ただし、比熱  $c=0.5$  [J/g K]、密度  $\rho=8.0$  [g/cm<sup>3</sup>]、断熱状態であるとして、有効数字 3 桁で答えよ。