

令和5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. EF を[100]、EH を[010]、EA を[001]とする立方晶単位格子において、解答用紙に示すミラー指数 (1) ~ (10) に相当する面及び方向を記入しなさい。
2. 波長が 1.5418\AA の CuK α X 線を用いた XRD による、ある立方晶 {111} 面から得た回折角 2θ が 22.4° であったとき、{222} 面の面間隔 nm と格子定数 nm を有効数字 3 桁で求めなさい。
3. Cu-Ni 合金などに見られる A-B 二元系状態図において、ある温度で α 相 (A-5 mass%B 合金) と β 相 (A-70 mass%B 合金) の二相状態にある。組成を A-10 mass%B とするための α 相と β 相の混合割合を求めなさい。
4. 解答用紙に示す状態図は、Ag-Cu 合金や Al-Si 合金など A、B 両金属が決して固溶体を作らず、融けて液相になったときだけ均一に混ざり合う場合の状態図である。次の問題に答えなさい。
 - (1) このような状態図で示される変態を日本語と英語で答えなさい。
 - (2) 次の文中 [a] ~ [r] に適切な語句と図中の記号を用いて答えなさい。

領域 I では P なる組成(A:B=[a]:[b])をもつ液体である。この液体を P₁ から徐冷してゆくと [c] で純金属 A が [d] し始める。この液体の組成は [e] → [f] → [g] の曲線に沿っていき、その間純金属 A の [d] が続く。温度 T₄ になると合金は純金属 [h] と液 [i] となる。この [h]:[i]=[j]:[k] である。E₄ では [l] し始めるが E₄ に含まれる A と B とは純金属としてそれぞれ [d] する。このことを [m] といい、前から [d] していた A のことを [n] という。こうしてできた組織を顕微鏡で観察すると [n] 組織の周囲を [m] 組織で埋めたようになり、純金属 A と E の組成を有する合金の比は A:E=[o]:[p] である。ちなみに合金 E の A と B の割合は、A:B=[q]:[r] である。
 - (3) P での組織の概略を示しなさい。
5. 鉄鉱石から鋼材を製造する過程について、以下の問いに答えなさい。
 - (1) 次の文章の(a)~(f)に適切な語句で答えなさい。

(a)炉ではコークスを用いた(b)反応によって鉄鉱石から銑鉄を取出し、(c)炉では(d)を主体とするガスを吹き付け(e)反応によって銑鉄に含まれる炭素を燃焼させるとともにその他の不純物を (f) として分離する。
 - (2) 製造過程で鋼に含まれる 5 つの元素を原子量の少ない順に元素記号で答えなさい。
6. Fe-Fe₃C 状態図に現れる A₀~A₄ の 5 つの変態点について、それぞれの温度とどのような変態点か答えなさい。

科目名：無機材料学

1. 以下の問いに答えなさい。

- (1) 周期律表のうち、原子番号の増加に伴い電子が最外殻の軌道 (s 軌道、p 軌道) に順次配置される元素を (a) という。一方、外殻の軌道に電子が埋まり、内殻の軌道に電子が埋まっていく元素を (b) という。(a)、(b) に適切な語句を答えなさい。
- (2) 主量子数が 2 をとるときに、方位量子数、磁気量子数がとりうる値の組を全て答えなさい。
- (3) パウリの排他原理について説明しなさい。
- (4) ^{19}K の基底状態での電子配置を、例にならって記しなさい。
(例) O $1s^2 2s^2 2p^4$
- (5) Na、Mg、Al を比較した場合、第一イオン化エネルギーが最も高いのはどれか。また、その理由を電子軌道から説明しなさい。

2. NaCl は rock salt 型の結晶構造を有し、格子定数は 5.64×10^{-8} [cm] である。原子量を Na=23.0 Cl=35.5、アボガドロ数を 6.02×10^{23} としたとき、以下の問いに答えなさい。

- (1) 塩化ナトリウム結晶の密度を有効数字 3 桁まで求めなさい。
- (2) Na^+ のイオン半径が 1.02×10^{-8} [cm] であり、Na イオンと Cl イオンが接している場合のイオン半径比を、有効数字 3 桁まで求めなさい。
- (3) KCl は NaCl と同じ rock salt 型構造を有するが、X 線チャートを比較すると結晶構造には以下の様な違いがみられる。
 - (a) 同じ結晶面でも回折角度が異なる。
 - (b) KCl には (1 1 1)、(3 1 1) 回折ピークがほとんど見られない。これらの理由について、それぞれ説明しなさい。

3. 結晶内に見られる点欠陥には内因性の欠陥に分類される 2 種類の欠陥が存在する。この 2 種類の欠陥の名称を答え、それぞれの特徴について説明しなさい。

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) *tert*-ブチルアルコール (b) イソプロピルシクロブタン (c) *m*-クロロアニリン
(d) トリメチルアミン (e) 2,6-ジブロモフェノール (f) 3,4-ジメチルヘプタン
(g) 1-クロロ-4-フルオロベンゼン (h) 1-ペンテン-4-イン (i) 1-プロピン
- 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。
- プロピレンを臭化水素化する場合、ラジカル源の有無によって主生成物が異なる。各々の場合の主生成物を書き、その理由を説明しなさい。
- ニトロベンゼンからヨウ化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。
- 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 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{F}$ ② $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{NO}_2$
- 2-ヨードペンタン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考えられるすべての生成物の構造式とIUPAC名を書きなさい。但し、立体異性体も区別しなさい。
- 以下の設問に答えなさい。
(1) 炭素と水素からなるある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、540 [mg]、1760 [mg]増加した。また、この化合物の分子量は54.0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)
(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. 変形抵抗曲線が $\sigma = 200 \cdot \epsilon^{0.3}$ [MPa] で表される材料がある。次の問いに答えなさい。
但し、 σ および ϵ は真応力および塑性ひずみであり、解答は単位に対して小数点第 1 位までとする。
 - (1) この材料を引張方向に 15[%] の公称ひずみを与えた後、さらに引張方向に公称応力 15[%] の変形を与えた。その後、圧縮変形を与えて元の長さに戻した。この変形における塑性ひずみ ϵ [%] の絶対値は幾らか求めなさい。
 - (2) (1) のとき、この材料の変形仕事 [MPa] は幾らか、求めなさい。

2. ある物体に主応力 $\sigma_1=200$ [MPa]、 $\sigma_2=80$ [MPa]、 $\sigma_3=-10$ [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) σ_2 方向に 3.0[%] の伸びが確認されたとき、 σ_1 および σ_3 方向のひずみ増分 [%] をそれぞれ求めなさい。
 - (3) ある物体の単軸降伏応力を $Y=200$ [MPa] とすると、この 3 軸応力状態において塑性変形を生じるかどうか、トレスカとミーゼスの降伏条件において判断しなさい。

3. 平面応力状態が主応力 $\sigma_1=300$ [MPa]、 $\sigma_2=-80$ [MPa] で与えられる場合において、垂直応力が 0 となる面の方向 [deg.] およびその面に生じるせん断応力 [MPa] の値を求めよ。但し、解答は単位に対して小数点第 1 位までとする。

4. 次の問いに答えなさい。
 - (1) 「クーロンの摩擦の法則」を述べなさい。
 - (2) ねずみ鉄における弾性限の求め方を説明しなさい。
 - (3) 「コットレル効果」について説明しなさい。
 - (4) 「一方向凝固法」について、どのような鑄造法か説明しなさい。
 - (5) 「ストレッチャー・ストレイン」について説明しなさい。