

平成29年度
熊本大学大学院自然科学研究科（博士前期課程）入学試験問題

マテリアル工学専攻

専 門

試 験 日：平成28年8月18日

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この冊子を開いてはいけません。
2. 試験終了時まで退出できません。途中で気分が悪くなった場合などには、手を挙げて監督者に知らせてください。
3. 試験中にこの問題冊子または解答紙にページの落丁・乱丁及び印刷の不鮮明な箇所があれば、手を挙げて監督者に知らせてください。
4. 全ての解答紙に必ず受験番号を書いてください。
5. 解答紙には科目名と問題番号が記載されています。必ず指定された解答紙の所定の欄に解答を書いてください。指定された解答紙の所定の欄以外に解答を書いた場合、採点されません。
6. この問題冊子の余白等は適宜下書きに使用してもかまいません。
7. 試験終了後、解答紙は持ち帰ってはいけません。
8. 試験終了後、この問題冊子は持ち帰ってください。

(余 白)

数学基礎

1

(問 1) 関数 $f(x) = |\sin(ax)|$ を微分せよ。また、関係式 $y = f'(x)$ を $-\pi/a < x < \pi/a$ の範囲で解答用紙の図中に示せ。なお、 $a > 0$ とする。

(問 2) 次の連立方程式を、掃き出し法とクラメルの公式の 2 通りの方法で解け。

$$\begin{cases} x + y + z = 1 \\ x + 2y + 5z = 2 \\ x + 4y + 10z = 3 \end{cases}$$

材料化学

2

クロムの酸化が進行しない条件でステンレス鋼を脱炭したい。Fe - Cr - C - O系の平衡関係は [Cr] = 3~30 mass% の範囲では次のようになる。



但し、元素記号の下線は溶鋼中の成分であることを示す。また、 ΔG° は標準自由エネルギー (J)、 T は絶対温度 (K) である。

(問1) 上の2つの式から鋼中の炭素が固体の酸化クロムを還元する反応を示し、その反応の標準自由エネルギーを温度の関数として求めよ。

(問2) 温度 1873 K において、クロム濃度を 14 mass% 以上、炭素濃度を 0.1 mass% 以下にするためには、CO の分圧をどこまで下げる必要があるか計算せよ。鉄、クロム、炭素の原子量はそれぞれ、55.8, 52.0, 12.0 とせよ。計算には次の仮定を設ける。

- 仮定① モル分率の計算では鋼中の酸素濃度は考慮しない。
(鉄、クロム、炭素の3成分でモル分率を考えること)
- 仮定② 固体の酸化クロムは純粋な状態であるとする。
- 仮定③ クロムの活量はラウールの法則に従う。
- 仮定④ 炭素の活量係数 (ラウール基準) は 0.1 とする。

材料化学

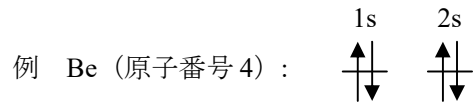
3

(問1) 原子の電子配置に関するパウリの排他原理について説明せよ。

(問2) 次の電子配置をもつ原子を電子親和力の大きいものから順に並べ、元素記号で答えよ。

(ア) $1s^2 2s^2 2p^6$ (イ) $1s^2 2s^2 2p^5$ (ウ) $1s^2 2s^2 2p^1$

(問3) 次の各原子の基底状態における電子配置を、例にならって原子軌道の種類とともに示せ。



(ア) N (原子番号7) (イ) K (原子番号19) (ウ) Cr (原子番号24)

(問4) イオン結晶に関する以下の問に答えよ。

(ア) イオンを剛体球とみなした場合、ポーリングの第一法則から、次の配位数に対応するイオン半径比 r^+/r^- (r^+ :陽イオン半径, r^- :陰イオン半径) の下限の値を求めよ。但し, $r^+ < r^-$ とする。

(a) 4 (b) 6 (c) 8

(イ) MgO において, Mg^{2+} のイオン半径が 0.066 nm, O^{2-} のイオン半径が 0.140 nm であるとき, イオン半径比から予想される配位数を (ア) の結果に関連づけて説明せよ。

材料物理学

4

(問1) 六方最密格子がブラベー格子に含まれない理由について述べよ。

(問2) 面心立方格子の逆格子が体心立方格子となることを示せ。

材料物理学

5

(問 1) 直径 10 mm, 長さ 100 mm の純銅単結晶の丸棒引張試験片がある。引張方向は $[123]$ であるとして以下の問に答えよ。

(ア) (001) 標準投影図を解答用紙の図中に描き, この試験片を引張試験した場合の荷重軸方向を \times で, 最初に活動するすべり系 (すべり面とすべり方向) を破線と●で図中に示せ。なお, 標準投影図はできるだけ正確に描き, $\{100\}$ および $\{110\}$ を示す大円と, $\langle 001 \rangle$ の指数も示すこと。

(イ) この試験片が引張荷重 170 N で降伏したとき, 活動したすべり系の臨界分解せん断応力を求めよ。

(問 2) 完全転位が部分転位に拡張し積層欠陥を生じた場合, 転位の運動に対する影響を 3 つあげて説明せよ。

工業材料学

6

鋼の焼入れ・焼もどしに関する以下の問に答えよ。

- (問1) 鋼の焼入硬化に影響を及ぼす因子を3つ挙げ、それぞれについて説明せよ。
- (問2) 亜共析鋼の焼入れ温度として適切な温度域を答えよ。
- (問3) 焼入れた亜共析鋼を焼もどす際、焼もどし温度と硬さ、衝撃値の関係はどのようになるか。焼もどしに伴う微細組織の変化も含めて説明せよ。
- (問4) ある温度で焼もどした亜共析鋼に対してシャルピー衝撃試験を実施した。以下の条件で行った場合、得られたハンマの振上がり角は 129.0 度であった。このときのシャルピー衝撃値を求めよ。

【条件】ハンマの重量：10 kg 回転軸中心からハンマ重心までの距離：0.6 m
ハンマの持ち上げ角：141.0 度 ハンマの空振り角：140.5 度
試験片の有効断面積： $8 \times 10^{-5} \text{ m}^2$