

2022年度

熊本大学大学院自然科学教育部（博士前期課程）入学試験問題

## 材料・応用化学専攻 物質材料工学教育プログラム

### 専 門

試 験 日：2021年8月19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. 試験問題は、必須問題（数学基礎から1題）と専門選択問題（化学・応用化学分野，物理・応用物理分野，材料力学・構造力学分野，材料工学分野から各1題出題）からなっています。専門選択問題は4分野から1分野を選択して解答してください。
5. 解答紙には科目名と問題番号が記載されています。全ての解答紙に必ず受験番号を記入してください。選択した専門選択問題の解答紙には『 選択する。』にチェックを入れ、選択しなかった専門選択問題の解答紙には『 選択しない。』にチェックを入れてください。
6. 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。
7. 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。
8. 試験終了後、解答紙は選択しなかった専門選択問題解答紙を含め全て提出してください。持ち帰ってはいけません。
9. 試験終了後、この問題冊子は持ち帰ってください。

## 数学基礎 (必修問題)

### 1 数学

(問1)

下記行列の逆行列を求めよ。

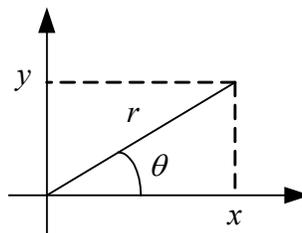
$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(問2)

直交座標における  $x, y$  は、極座標では  $x = r \cos \theta, y = r \sin \theta$  と表わされる。

(ア)  $\frac{\partial x}{\partial r}, \frac{\partial x}{\partial \theta}, \frac{\partial y}{\partial r}, \frac{\partial y}{\partial \theta}$  を求めよ。

(イ)  $\frac{\partial r}{\partial x}, \frac{\partial r}{\partial y}, \frac{\partial \theta}{\partial x}, \frac{\partial \theta}{\partial y}$  を求めよ。



## 化学・応用化学分野 (専門選択問題)

### 2 応化

(問1)

MgCO<sub>3</sub>をCO<sub>2</sub>分圧 10<sup>-2</sup> atm の雰囲気で加熱した場合とCO<sub>2</sub>分圧 10<sup>-3</sup> atm の雰囲気で加熱した場合ではMgCO<sub>3</sub>がMgOとCO<sub>2</sub>に分解が始まる温度に差が出る。どちらの雰囲気での分解温度がより高温かを答え、その温度差を小数点一桁まで求めよ。熱力学データは下記の数値を使用して良い。



気体定数  $R = 8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$

(問2)

「交換電流密度」と「腐食電流密度」の違いを、「単一電極反応」と「複合電極反応」という二つの言葉を用いて簡潔に説明せよ。反応式や図を用いても構わない。

## 物理・応用物理分野 (専門選択問題)

### 2 応物

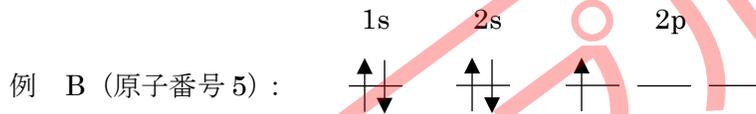
(問1)

次の電子配置をもつ原子をイオン化エネルギーの小さいものから順に並べ、元素記号で答えよ。

(ア)  $1s^2 2s^2 2p^4$       (イ)  $1s^2 2s^1$       (ウ)  $1s^2 2s^2 2p^6$

(問2)

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名称とともに示せ。



例 B (原子番号 5) :

(ア) N (原子番号 7)      (イ) Ca (原子番号 20)      (ウ) Cr (原子番号 24)

(問3)

半導体に関する以下の各問に答えよ。

(ア) 図1はp形半導体のエネルギー帯を模式的に示したものである。図のエネルギー帯(a)および(b)の名称, ならびにp形半導体を特徴づけるエネルギー準位(c)の名称をそれぞれ答えよ。

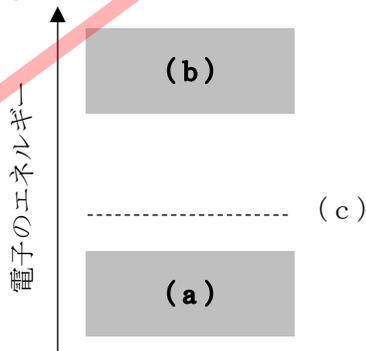


図1 エネルギー帯

(イ) 図1に示したp形半導体の絶対零度におけるフェルミ準位を, 解答紙に示した図中に, 一点鎖線で書き込め。

(問4)

固体が光を吸収する機構のうち, (ア)と(イ)の機構による光吸収の特徴を述べよ。

- (ア) キャリアによる吸収機構
- (イ) 格子振動に伴う吸収機構

材料力学・構造力学分野  
(専門選択問題)

2 材力

(問1)

図1のように、長さ  $2a$  の片持ちはり **AB** に対して、自由端から  $a$  だけ離れた **C** 点において集中荷重  $P$  が作用している場合について、はりに生じるたわみの最大値を求めよ。ただし、はりのヤング率を  $E$ 、断面二次モーメントを  $I$  とする。

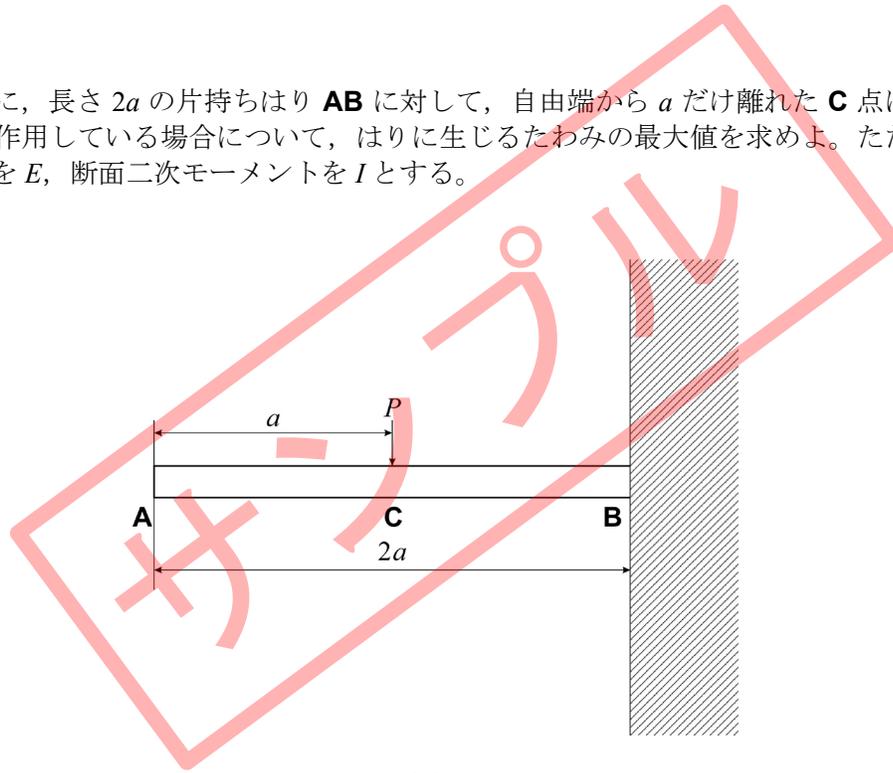


図1

## 材料工学分野 (専門選択問題)

### 2 材工

(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 $\{100\}$ 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, それぞれ説明せよ。