

2024年度

香川大学創造工学部編入学試験

## 問題紙

教科等	ページ数
工学基礎	14

監督者の「始め」という指示があるまで、問題紙を開かないでください。

### 注意事項

1. 監督者の「始め」の指示と同時に、解答用紙すべてに受験番号を必ず記入してください。
2. 工学基礎の選択は、次のとおりとします。
  - ・ 数学は必須とし、基礎力学、電磁気学、プログラミング、化学のいずれか1分野を選択し、計2分野を解答してください。ただし希望コースに応じて、以下に示す分野から1分野を選択してください。
    - 造形・メディアデザインコース：基礎力学、電磁気学、プログラミング、化学
    - 建築・都市環境コース：基礎力学、電磁気学、プログラミング
    - 防災・危機管理コース：基礎力学、電磁気学、プログラミング
    - 情報システム・セキュリティコース：基礎力学、電磁気学、プログラミング、化学
    - 情報通信コース：基礎力学、電磁気学、プログラミング、化学
    - 機械システムコース：基礎力学、電磁気学、プログラミング
    - 先端マテリアル科学コース：基礎力学、電磁気学、化学
3. 試験時間は80分間です。
4. 問題紙は表紙を含めて14ページ、解答用紙は表紙を含めて14ページです。  
落丁、乱丁、印刷の不備なものがあったら申し出てください。
5. 試験終了後、問題紙は持ち帰ってください。

## 数 学

### [問題 1]

問 1 微分を用いて、次の関数の増減、凹凸および変曲点を求めて増減表に記入し、グラフの概形を描け。

$$y = x^3 - 3x^2 + 5$$

問 2 次の①、②の関数の定積分をそれぞれ求めよ。

$$\textcircled{1} \int_0^1 (1+x)\sqrt{1-x} dx$$

$$\textcircled{2} \int_0^1 xe^{2x} dx$$

問 3 以下の関数  $f$  の領域  $D$  における重積分を求めよ。

$$f(x, y) = \sin(x + y)$$

$$D = \left\{ (x, y) \mid 0 \leq x \leq \frac{\pi}{2}, 0 \leq y \leq \frac{\pi}{2} \right\}$$

### [問題 2]

問 1 逆行列を利用して次の連立方程式を解け。  $x, y$  の解の算出に至る行列計算と式展開および係数の作る行列の逆行列を必ず記述のこと。

$$\begin{cases} 9x - 8y = 6 \\ 3x + 2y = 9 \end{cases}$$

問 2 以下の行列  $A$  の固有値と固有ベクトルを求めよ。

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \sqrt{3} \\ \sqrt{3} & -1 \end{bmatrix}$$

基礎力学  
[問題3]

重さ $W$ [N]、長さ $L$ [m]の様な棒がある。今、左側に角度 $\alpha$ [ $^\circ$ ]、静止摩擦係数 $\mu_A$ の斜面A、右側に角度 $\beta$ [ $^\circ$ ]、静止摩擦係数ゼロ（摩擦係数 $\mu_B = 0$ ）の斜面Bがある。両斜面に水平から角度 $\theta$ [ $^\circ$ ]で棒を置き、端部が滑ることなく静止している状態を考える。また、角度 $\alpha$ と $\beta$ は棒の左端が斜面Aを左側にしか滑らない組み合わせだとする。静止している限界の角度 $\theta$ [ $^\circ$ ]を求める以下の文において、空白を式で埋めなさい。

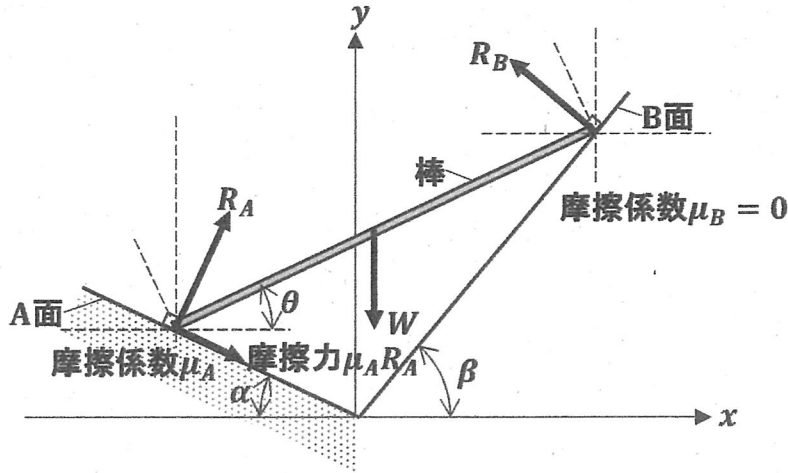


図1

図1のように、棒の両端の支点での反力（面に垂直方向）をそれぞれ $R_A$ 、 $R_B$ とし、摩擦力は、滑る向きにより作用する向きが異なるため、斜面左側に滑るとして、斜面右向きの摩擦力ベクトルを考え、その大きさは $\mu_A R_A$ とする。

鉛直方向の力の釣合いは

①

水平方向の力の釣合いは

②

モーメントの釣合いは、棒の中央（重さ $W$ が作用する重心の位置）をモーメントの中心として、 $\alpha + \theta$ および $\beta - \theta$ を用いて、

③

式①、②より、

$R_A =$  ④

$R_B =$  ⑤

これらを式③に代入して、静止状態からすべり始める限界の角度 $\theta$ は、

$\tan\theta =$  ⑥

基礎力学  
[問題 4]

今、半径 $r$ [m]の円弧状の滑らかな面（摩擦係数ゼロ）があり、頂点を初期位置とする質量 $m$ [kg]の物体が面上を滑り落ちるものとする。重力加速度は $g$ [m/s<sup>2</sup>]とする。頂点での物体の接線方向速度が $v_0$ [m/s]（ただし、 $v_0 > 0$ であり、滑り落ちない場合はないものとする。）のとき、面から離れる位置での角度 $\theta_1$ [°]を求めるために、空白を式で埋めなさい。

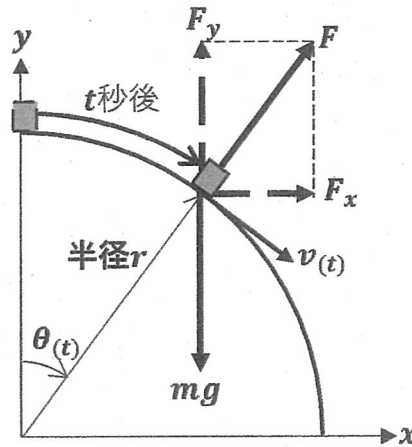


図 2

時刻 $t$ [s]で角度 $\theta$ [°] ( $= \theta(t)$ ) 滑り落ちたときの物体の位置を $(x, y)$  ( $= (x(t), y(t))$ ) として、接線方向速度は $v = v(t) = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2}$ 、接線方向加速度は $a = \dot{v}(t) = \sqrt{\ddot{x}^2 + \ddot{y}^2}$ 、角速度は $\dot{\theta}$  ( $= \frac{d\theta}{dt}$ )、角加速度は $\ddot{\theta}$  ( $= \frac{d\dot{\theta}}{dt}$ ) と表す。今、その位置での物体の垂直抗力を $F$ [N]とすると、物体の $x$ 方向の運動方程式は①

②

である。

物体が円弧面上に沿って移動する条件として、 $x$ 方向は③ $x =$   
 $y$ 方向は④ $y =$

⑤ $\dot{x} = \frac{dx}{dt} =$  , ⑥ $\dot{y} = \frac{dy}{dt} =$  ,

さらに微分して⑦ $\ddot{x} = \frac{d\dot{x}}{dt} =$  , ⑧ $\ddot{y} = \frac{d\dot{y}}{dt} =$  が

得られる。式①, ②から垂直抗力 $F$ を消去し、式⑦, ⑧を代入して運動を表す方程式は⑨

角速度 $\dot{\theta}$ を用いて接線方向速度は⑩ $v =$  と表され、式⑩から加速度を求め、物体に作用する接線方向の力との釣り合いからも物体の接線方向の運動方程式は式⑨と得られる。一方、面の垂直方向の運動方程式は⑪ $\frac{mv^2}{r} =$  で

ある。面から離れる位置での角度 $\theta_1$ を求めるというのは、すなわち式⑪において、⑫

ここで、時刻の変数 $t$ を媒介せず、接線方向速度 $v$ を角度 $\theta$ で表すことを考える。微分の連鎖律（合成関数の微分）、式⑨、⑩と逆関数の微分から⑬ $\frac{dv}{d\theta} =$   である。これを初期条件の下で積分し、式⑪、⑫を適用して面から離れる位置での角度 $\theta$ が求まる。

# 電磁気学

## [問題5]

問1 図3のように、真空中にある  $xy$  平面上において、 $x$  軸上の  $x = -a$  [m] ( $a > 0$ ) の位置を点A,  $x = a$  [m]の位置を点B,  $y$  軸上の  $y = a$  [m]の位置を点Cとする。点Aに  $3Q$  [C] ( $Q > 0$ ) の点電荷, 原点Oに  $-Q$  [C]の点電荷を配置した。このとき, 以下の問いに答えよ。ただし, 真空の誘電率を  $\epsilon_0$  [F/m]とする。また, 電位の基準は無限遠にとるものとする。

- (1) 点Bでの電界の大きさを求めよ。
- (2)  $y$  軸上において電位が0となる位置の  $y$  座標を  $y > 0$  の範囲で求めよ。ただし, 無限遠は除くものとする。
- (3) 次に, 原点Oに配置した  $-Q$  [C]の点電荷を, 原点Oから点Cまで  $y$  軸に沿ってゆっくりと移動させた。この移動のときに  $-Q$  [C]の点電荷に加えた外力がした仕事を求めよ。
- (4) 次に, 図4のように, 点Cまで移動していた  $-Q$  [C]の点電荷を原点Oの位置に戻し, さらに, 点Cに  $\sqrt{2}Q$  [C]の点電荷を追加して配置した。このとき, 点Bでの電界の大きさを求めよ。

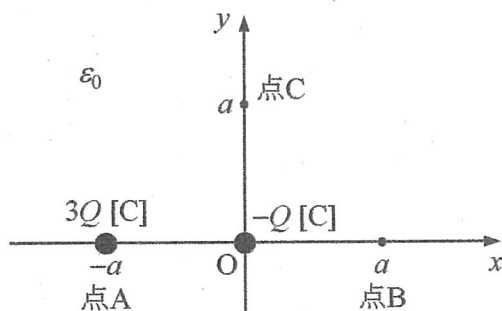


図3

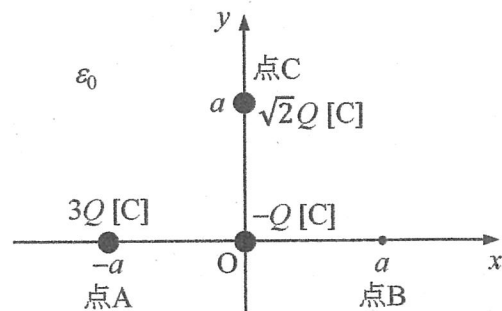


図4

問2 図5のように, 真空中に導体球と導体球殻を中心が一致するように配置する。導体球の半径は  $a$  [m], 導体球殻の内半径は  $b$  [m]である。ふたつの導体間に抵抗率  $\rho$  [ $\Omega \cdot m$ ]の材料を満たす。ここで, ふたつの導体間に電圧を印加し, 導体間に直流の電流  $I$  [A]を図5に示す向きに流した。このとき, 以下の問いに答えよ。ただし, 導体球および導体球殻の抵抗はいずれも無視できるものとする。

- (1) 導体間の材料の内部での電界の大きさを, 中心からの距離  $r$  [m]の関数として求めよ。
- (2) 導体間の電気抵抗を求めよ。

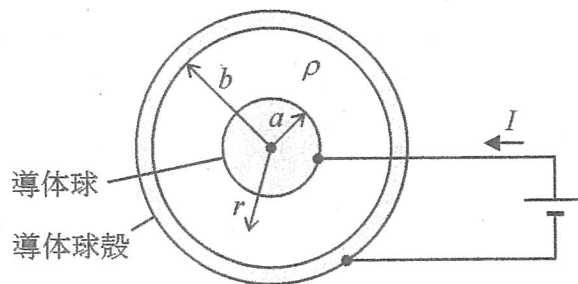


図5

問3 図6のように、真空中に平行に配置した無限長の2本の導体（導体A、導体B）がある。各々の導体は半径  $a$  [m] の円柱断面をもち、2本の導体の中心軸間の距離を  $b$  [m] とする。各導体の中心軸を含む平面上で、各々の中心軸に垂直な軸を  $x$  軸とする。導体Aの中心軸上に  $x$  軸の原点  $O$  をおき、導体Aから導体Bに向かう方向を  $x$  軸の正方向とする。導体Aに単位長さ当たり  $2q$  [C/m] ( $q > 0$ ) の電荷、導体Bに単位長さ当たり  $-3q$  [C/m] の電荷を与えた。真空の誘電率を  $\epsilon_0$  [F/m] とし、以下の問いに答えよ。ただし、 $b$  は  $a$  に比べて非常に大きいものとし、各導体に与えた電荷は各々の導体の表面に均一に分布するものとする。また、導体Aおよび導体Bの抵抗はいずれも無視できるものとする。

- (1)  $x$  軸上の位置  $x = c$  [m] にある点Cでの電界の大きさを、 $a < c < b - a$  の範囲について求めよ。
- (2) 導体Bを基準とした導体Aの電位を求めよ。

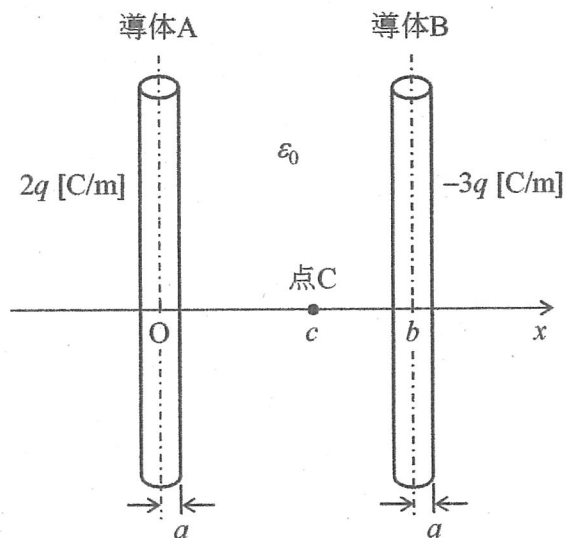


図6

## プログラミング [問題6]

問1 プログラムの品質に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 高品質のプログラムが備える性質を説明せよ。
- (2) 高品質のプログラムを作成するための方法を説明せよ。

問2 1以上の整数について階乗の計算を行うC言語の関数、すなわち、1以上の整数を引数  $n$  に与えると、その階乗  $n! = 1 \times 2 \times \dots \times (n-1) \times n$  の計算結果を返却する関数を考える。以下の問いに答えよ。

- (1) 以下の空欄を埋めて、再帰関数として完成させよ。

```
int fact_recur(int n) {  
    if (n <= 1) {  
        return 1;  
    } else {  
        return ;  
    }  
}
```

- (2) 再帰ではなく、ループを使って作成することもできる。以下の空欄を埋めて、ループを使った関数として完成させよ。

```
int fact_loop(int n) {  
    int f = 1;  
    while (  ) {  
        f *= n;  
        n--;  
    }  
    return f;  
}
```

問3 学生の成績を管理する単純なC言語のプログラムを作成することを考える。各学生は、int型の学生番号によって一意に識別される。同じ学生番号のデータは、プログラムに複数入力しないものと仮定する。各学生の成績データは、int型の得点と順位から構成される。学生番号と得点は必須の入力項目である。すなわち、どちらかが欠けているとプログラムに入力できない。順位は、プログラムへの入力完了後に自動で算出される。以下の問いに答えよ。

- (1) 以下にプログラムの一部を示す。これは、データ構造としてリストを用いている。配列ではなくリストを用いることの利点を説明せよ。



```

#include <stdio.h>
#include <malloc.h>

struct student {
    int id;                /* 学生番号 */
    int score;            /* 得点 */
    int order;            /* 順位 */
    struct student *next; /* 次の要素 */
} *head, *tail;

/* リストの要素のためのメモリを確保する */
struct student *stalloc(void) {
    return ((struct student *)malloc(sizeof(struct student)));
}

/* リストを初期化する (リストの先頭要素は next のみ使用する) */
void init(void) {
    head = stalloc();
    head->id = -1;        /* -1 は無効なデータの意 (以下同様) */
    head->score = -1;
    head->order = -1;
    head->next = NULL;
    tail = head;
}

/* リストの内容を先頭から順にすべて表示する */
void print(void) {
    struct student *p = head->next;
    while (p != NULL) {
        printf("%d %d %d\n", p->id, p->score, p->order);
        p = p->next;
    }
}

```

- (2) まずは、リストの末尾に新たな要素を追加するための関数 `add_last` を作成する。これは、次ページ左上のプログラムを実行すると、次ページ右上の表示を得ることができるような機能を有するものである。

```

init();
add_last(3,81);
add_last(5,65);
add_last(2,97);
add_last(8,92);
add_last(1,79);
add_last(6,92);
print();

```

```

3 81 -1
5 65 -1
2 97 -1
8 92 -1
1 79 -1
6 92 -1

```

以下の空欄を埋めて関数 add\_last を完成させよ。

```

/* リストの末尾に要素を追加する */
void add_last(int id, int score) {
    struct student *p = stalloc();
    p->id = id;
    p->score = score;
    p->order = -1;      /* 順位は後で算出する */
    p->next = NULL;
    ;
    tail = p;
}

```

- (3) 次に、作成されたリストに対し、各学生の得点 (score) に基づく順位 (order) を算出するための関数 order を作成する。これは、左下のプログラムを実行すると、右下の表示を得ることができるような機能を有するものである。

```

init();
add_last(3,81);
add_last(5,65);
add_last(2,97);
add_last(8,92);
add_last(1,79);
add_last(6,92);
order();
print();

```

```

3 81 4
5 65 6
2 97 1
8 92 2
1 79 5
6 92 2

```

以下の空欄を埋めて関数 order を完成させよ。

```
/* 得点に基づいて順位を算出する */
void order(void) {
    struct student *p1 = head->next, *p2;
    while (p1 != NULL) {
        p1->order = 1;
        p2 = head->next;
        while (p2 != NULL) {
            if (  ) {
                p1->order++;
            }
            p2 = p2->next;
        }
        p1 = p1->next;
    }
}
```

- (4) 関数 add\_last を改良した新たな関数 add を作成し、学生番号順になるようにリストに要素を挿入できるようにする。これは、左下のプログラムを実行すると、右下の表示を得ることができるような機能を有するものである。

```
init();
add(3,81);
add(5,65);
add(2,97);
add(8,92);
add(1,79);
add(6,92);
order();
print();
```

```
1 79 5
2 97 1
3 81 4
5 65 6
6 92 2
8 92 2
```

以下の空欄を埋めて関数 add を完成させよ。

```
/* 学生番号順になるように要素を挿入する */
void add(int id, int score) {
    struct student *p = head, *p_next = head->next;
    while (p_next != NULL &&  ) {
        p = p_next;
        p_next = p_next->next;
    }
}
```

```
p->next = stalloc();
p->next->id = id;
p->next->score = score;
p->next->order = -1;
if (p_next != NULL) {
    p->next->next = p_next;
} else {
    p->next->next = NULL;
    tail = p->next;
}
}
```

## 化 学

### [問題 7]

- 問 1 水分子の O 原子及びアンモニア分子の N 原子は、原子価結合理論ではいずれも  $sp^3$  混成軌道を形成し、H 原子と結合する。それぞれの結合角 H-O-H 及び H-N-H は  $109.5^\circ$  と予想される。しかしながら、実際の結合角は、H-O-H は  $104.5^\circ$ 、H-N-H は  $106.7^\circ$  と、予想された角度より小さい。これら結合角が小さくなる理由を説明せよ。  
(説明のために、図を書いてもよい。)
- 問 2 基底状態における  $O_2^{2-}$  イオンの電子配置を分子軌道エネルギー準位上に示し、結合次数を求めよ。このイオンは常磁性あるいは反磁性であるかについて電子配置から説明せよ。
- 問 3 イオン結晶の格子構造はそれぞれのイオン半径により異なる。セシウムイオンのイオン半径が  $0.169 \text{ nm}$ 、塩化物イオンは  $0.181 \text{ nm}$  とすると、塩化セシウム CsCl 結晶ではセシウムイオンは何配位で塩化物イオンと結合するか。また、その格子構造は何か、格子構造を図示し、理由と共に説明せよ。
- 問 4 金属結晶では電気伝導性を有し、イオン結晶では通常電気伝導性を有していない。その理由を説明せよ。

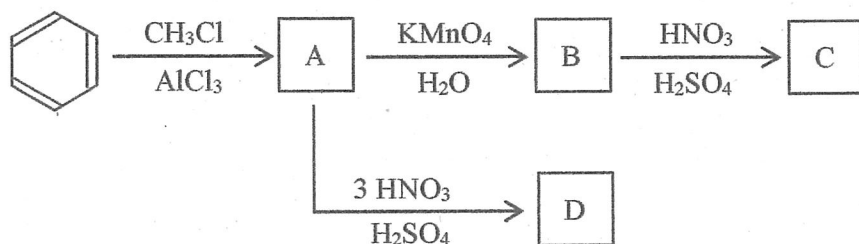
## 化 学

### 【問題 8】

問 1 1 モルの 1,3-ブタジエンに臭化水素 1 モルを付加させると、2 つの生成物が得られる。この反応に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) 生成される分子の構造式とその IUPAC 名を記述せよ。
- (2) この反応は 2 段階で起こる。第 1 段階では、プロトンが 1,3-ブタジエンに付加し、1 つのカルボカチオンが生成する。このカルボカチオンは共鳴混成体であり、2 つの極限構造式が存在する。第 2 段階では、カルボカチオンと臭素イオンが反応するため、2 つの生成物が得られる。
  - ① カルボカチオンの 2 つの極限構造式を記せ。
  - ② なぜ 1 つのカルボカチオンしか生成されないのか、理由を説明せよ。

問 2 以下の **A** ~ **D** にあてはまる化合物の化学構造式を記せ。また **A** と **B** の慣用名を記述せよ。(複数の答えがある場合は、該当する反応の主生成物を示せ。)



問 3 分子式  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$  であらわされる分子に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) この分子式のすべての異性体の構造式を記せ。そのうち、アルコール類は IUPAC 名も記述せよ。
- (2) 上記異性体の中のうち、濃塩酸との混合にて、最も早く反応が進行し、ハロゲン化アルキルが得られる異性体はどれか。その化合物名を記せ。
- (3) 上述で得られるハロゲン化アルキルの化合物名及び構造式を記せ。