

2022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	11

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11ページ、解答用紙は表紙を含めて13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 次の極限を求めよ。

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x - \sin x}{x \sin x}$$

問2 次の関数が $(x, y) = (0, 0)$ において連続かどうか判定せよ。理由も述べること。

$$f(x, y) = \begin{cases} 1 & (x, y) = (0, 0) \text{ のとき} \\ \frac{2xy}{x^2 + y^2} & (x, y) \neq (0, 0) \text{ のとき} \end{cases}$$

問3 $z = \log_{10}(x^2 + y^2 + 1)$ の $\frac{\partial z}{\partial x}$ と $\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}$ を求めよ。

問4 円柱 : $x^2 + y^2 \leq 1$ のうち放物曲面 : $z = 2 - x^2 - y^2$ と平面 : $z = 0$ で囲まれる部分の体積を求めよ。

[問題 2]

問1 以下のベクトルの集合 V は、線形空間（ベクトル空間とも呼ぶ）である。 V の次元と基底を求めよ。

$$V = \left\{ \vec{v} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ u \end{pmatrix} \mid x, y, z, u \text{ は } \begin{cases} x + 2y + 3z + u = 0 \\ 2x + 3y + z + 2u = 0 \\ 3x + 5y + 4z + 3u = 0 \\ x + y - 2z + u = 0 \end{cases} \text{ の解} \right\}$$

問2 以下の行列 A は、適当な正則行列 P を用いて $P^{-1}AP = B$ のように相似変換し、行列 B を対角行列にすることができる。対角行列となる B を求めよ。また、 P の一例を示せ。

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & -2 \\ -1 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & -1 \end{pmatrix}$$

基礎力学

[問題 3]

図 1 に示すように、水平面上から垂直に立つ壁に長さが ℓ 、質量が M で一様な棒が α の角度で立てかけられている。ただし、水平床と鉛直壁はいずれも滑らかで、摩擦力は生じないものとし、図 1 に示すように原点 O、 x 軸、 y 軸を設定する。次の問い合わせに答えよ。

問 1 図 1 に示す状態から、棒の端 B を水平床に接したまま一定速度 v_0 で図の右向きに滑らせたところ、棒の端 A は鉛直壁に接したまま、下向きに滑った。

- (1) 時刻 t における棒の端 B の位置を x とするとき、同時刻における棒の端 A の位置 y を x, ℓ を用いて表せ。また、端 A の速度 v_A を x, ℓ, v_0 を用いて表せ。
- (2) 棒の端 A の位置が初期位置に対して半分の高さになったときの速度 $v_{A'}$ を v_0, α を用いて表せ。

問 2 図 1 に示す状態から、棒を静かに離したところ、棒は回転運動を伴いながら滑った。ただし、棒の重心点まわりに関する慣性モーメント I_G を $M\ell^2/12$ 、重力加速度を g とする。

- (1) 棒と鉛直壁のなす角が θ となるときの角速度を ω とするとき、棒の重心座標 $G(x_G, y_G)$ 、 x 方向の並進運動の速度 v_{Gx} 、 y 方向の並進運動の速度 v_{Gy} をそれぞれ求めよ。
- (2) 力学的エネルギー保存則を用いて角速度 ω を求めよ。
- (3) 棒が端 A で鉛直壁から受ける抗力を R とするとき、棒の並進 x 方向の運動方程式を示せ。
- (4) 棒が鉛直壁から離れるときの角度 θ を求めよ。

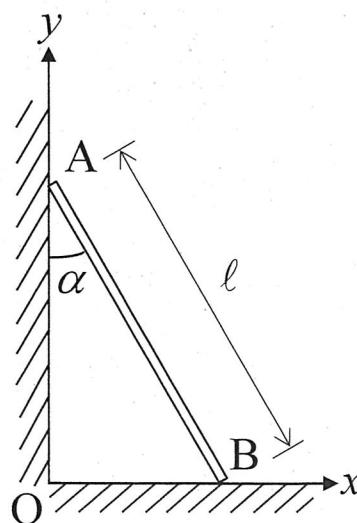


図 1

基礎力学

[問題4]

図2に示すように滑車と一体化した質量 M の物体が滑らかな水平面上に置かれている。滑らかな M の上に置かれた質量 m_2 の物体から水平に張ったひもを滑車にかけ、その先端に質量 m_1 の物体を鉛直に吊り下げる。 m_1 の側面は M と接し、上下に滑らかに滑ることはできるが、離れないような構造になっている。 m_1 の底面の高さが h となるように m_2 を支えた状態から手を離したとき、各物体が一斉に動き始めた。ただし、ひもは伸びず、その質量は無視できるものとし、重力加速度を g とする。また、図2に示すように原点O、 x 軸、 y 軸を設定する。次の問い合わせに答えよ。

問1 時刻 t における滑車とひもの交点の位置座標を $(X(t), Y(t))$ とし、この位置を M の位置座標とする。ひもと m_1 の接合部の座標を $(x_1(t), y_1(t))$ 、ひもと m_2 の接合部の座標を $(x_2(t), y_2(t))$ とするとき、 M の x 方向、 m_1 の x 方向と y 方向、 m_2 の x 方向の運動方程式をそれぞれ示せ。ただし、ひもの張力を T 、 m_1 が M から受ける抗力を N_1 とする。

問2 ひもの全長を ℓ とするとき、 ℓ と $X(t)$ 、 $y_1(t)$ 、 $x_2(t)$ の関係を式で示せ。ただし、滑車とひもの交点の位置は、水平面からの高さ H の位置にあるとする。

問3 各物体が動き始めてから m_1 が水平面に達するまでの時間を t_1 とする。 t_1 および、 t_1 の間に M が動いた距離 D とその向きをそれぞれ求めよ。

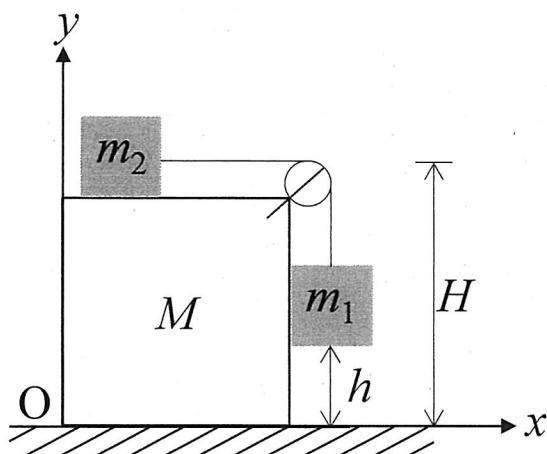


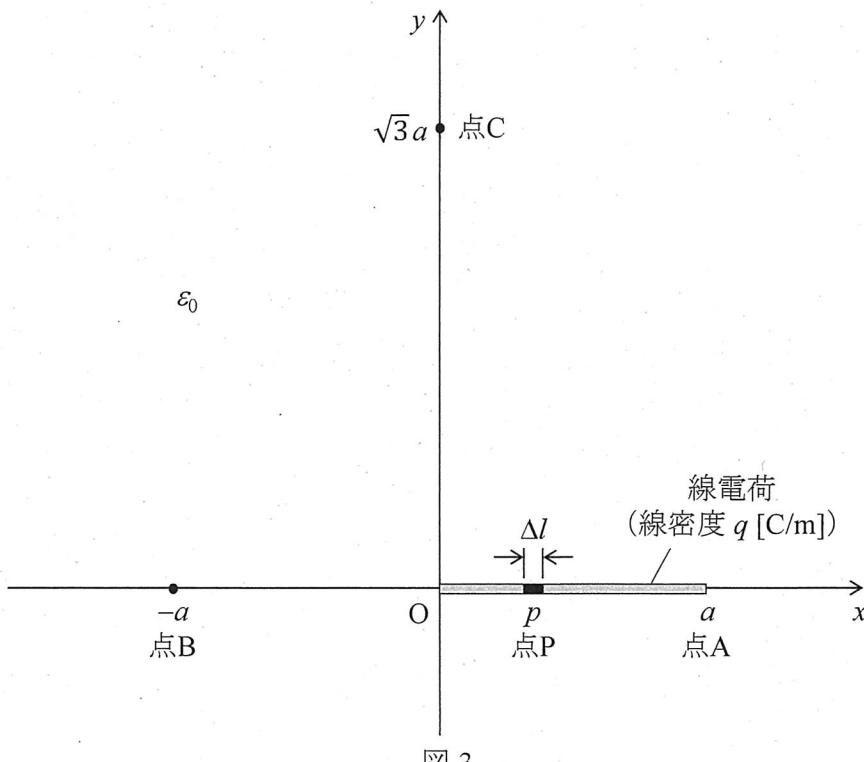
図2

電磁気学

[問題 5]

問 1 図 3 のように、真空中の xy 平面上において、 x 軸上の a [m] ($a > 0$) の位置を点 A, x 軸上の $-a$ [m] の位置を点 B, y 軸上の $\sqrt{3}a$ [m] の位置を点 C とする。原点 O と点 A の間の線分 OA 上に線電荷が一様に分布している。この線電荷の線密度は q [C/m] ($q > 0$) である。真空の誘電率を ϵ_0 [F/m] とするとき、以下の問い合わせに答えよ。

- (1) x 軸上の p [m] ($0 < p < a$) の位置を点 P とする。点 P を中央とした x 軸上の長さ Δl [m] の微小部分の電荷 $q\Delta l$ [C] によって点 B につくられる電界の大きさを求めよ。ただし、 Δl は十分に小さく、この微小部分の電荷は点 P に置いた点電荷とみなすことができるものとする。
- (2) 線分 OA 上の全ての電荷によって点 B につくられる電界の大きさを求めよ。
- (3) さらに、点 B に Q [C] ($Q > 0$) の点電荷、点 C に aq [C] の点電荷を置いた。このとき、点 B に置いた点電荷にはたらく力の大きさを求めよ。



問2 図4のように、真空中に十分に広く平坦な2枚の導体（導体A、導体B）を平行に配置し、導体Aと導体Bの間を誘電率 ϵ_1 [F/m]の誘電体1と誘電率 ϵ_2 [F/m]の誘電体2で満たす。誘電体1と誘電体2の厚さはそれぞれ d_1 [m]と d_2 [m]である。ここで、導体Aと導体Bの間に電圧 V [V] ($V > 0$) をかけた。このとき、誘電体1と誘電体2の内部での電界の大きさをそれぞれ求めよ。ただし、誘電体1, 2の導電率および導体A, Bの抵抗はいずれも無視できるものとする。また、導体端での電磁界の影響は無視できるものとする。

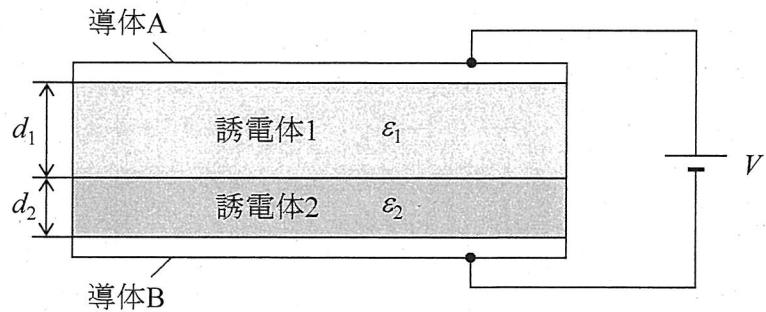


図4

問3 図5のように、真空中に無限長の2本の導体（導体1、導体2）を平行に配置する。いずれの導体も半径 a [m]の円筒断面をもつ。2本の導体の中心軸間の距離を b [m]とし、 b は a に比べて非常に大きいものとする。各導体の中心軸を含む平面上において、各々の中心軸に垂直な軸を x 軸とする。導体1の中心軸上に x 軸の原点Oを置き、導体1から導体2に向かう方向を x 軸の正方向とする。真空の誘電率を ϵ_0 [F/m]として、以下の問い合わせに答えよ。ただし、導体1, 2の抵抗は無視できるものとする。また、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。

- (1) 導体1に単位長さ当たり Q [C/m] ($Q > 0$) の電荷、導体2に単位長さ当たり $-Q$ [C/m]の電荷を与えたとき、 x 軸上の位置 p [m]にある点Pでの電界の大きさを、 $a < p < b - a$ の範囲について求めよ。
- (2) 導体1と導体2によって形成されるコンデンサの単位長さ当たりの静電容量を求めよ。

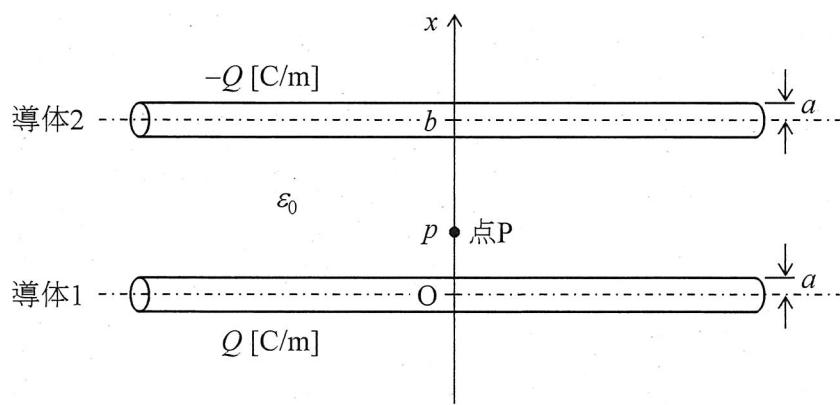


図5

プログラミング

[問題 6]

問 1 以下は、整数の列「41 15 8 33 26」をバブルソートによって昇順に並び替える C 言語のプログラムである。

```
#include <stdio.h>
#define N 5 /* 列のサイズ */

void main(void) {
    int a[] = { 41, 15, 8, 33, 26 };
    int i, j, tmp, cnt;
    cnt = 0;
    for (i = 0; i < N-1; i++) {
        for (j = [①]; j > [②]; j--) {
            if (a[j-1] > a[j]) {
                tmp = a[j];
                a[j] = a[j-1];
                a[j-1] = tmp;
                cnt++;
            }
        }
        for (j = 0; j < N; j++) {
            printf("%d ", a[j]);
        }
        printf("( %d 番目に小さい整数が確定) \n", i+1);
    }
    printf("tmp=%d, cnt=%d", tmp, cnt);
}
```

このプログラムの出力結果が以下である。

8 41 15 26 33 (1 番目に小さい整数が確定)
8 15 41 26 33 (2 番目に小さい整数が確定)
8 15 26 41 33 (3 番目に小さい整数が確定)
8 15 26 33 41 (4 番目に小さい整数が確定)
tmp= [③], cnt= [④]

バブルソートの動作の概要は次のとおりである。まず、最も小さい整数を明らかにするために、列の末尾から先頭の方向に、隣接する 2 つの整数の大小関係を比較していく。比較したとき降順になつていれば順番を入れ替える。すなわち、まず「33」と「26」を比較し、降順になつてるので順番を入れ替えて「41 15 8 26 33」となる。次に「8」と「26」を比較し、昇順になつてので入れ替えは行わない。次に「15」と「8」を比較し、降順になつてので順番を入れ替えて「41 8 15 26 33」となる。最後に、「41」と「8」を比較し、降順になつてので順番を入れ替えて「8 41 15 26 33」となり、最も小さい整数が確定する。これに相当するのが、出力結果の 1 行目である。以降、2~4 番目に小さい整数を確定するために、それぞれ残りの未確定部分について同様の比較と入れ替えの処理を繰り返す。

このプログラムについて次の問い合わせに答えよ。

- (1) 空欄①と②を埋めてプログラムを完成させよ。
- (2) 空欄③と④を埋めてプログラムの出力結果を完成させよ。

問 2 以下は、学生の名前と得点を二分探索木によって管理する C 言語のプログラムの一部を表している。なお、同じ名前の学生は複数存在しないものと仮定している。

```
#include <stdio.h>

/* 二分探索木の節点 */
struct node {
    struct node *left; /* 左の子（もたない場合は NULL） */
    char name[8]; /* 学生の名前 */
    int score; /* 学生の得点 */
    struct node *right; /* 右の子（もたない場合は NULL） */
};

struct node *root; /* 二分探索木の根 */

int getscore(char *name) {
    struct node *p;
    p = root;
    while (p != NULL) {
        if (strcmp(name, p->name) == 0) {
            /* ① */
        } else if (strcmp(name, p->name) < 0) {
            /* ② */
        } else {
            /* ③ */
        }
    }
    /* ④ */
}

void getallnames(struct node *p) {
    if (p != NULL) {
        /* ⑤ */
        /* ⑥ */
        /* ⑦ */
    }
}
```

各節点（ノード）は、高々 2 個の子をもち、左の子の値は当該節点の値よりも小さく、右の子の値は当該節点の値よりも大きい、というのが二分探索木の一般的な性質である。このプログラムでは、学生の名前を節点の値として、文字コードに基づいてその大小関係を判定している。なお、その判定の際に使用している関数が strcmp であり、第 1 引数が第 2 引数よりも小さい場合は 0 より小さい値を、第 1

引数が第2引数よりも大きい場合は0より大きい値を、第1引数と第2引数が同じ場合は0を返す。

このプログラムについて次の問い合わせに答えよ。

- (1) 関数 getscore は、引数に指定された学生の名前の節点を探して、見つかればその学生の得点を返し、見つからなければ -1 を返す。空欄①～④をそれぞれ適切な一文で埋めて、関数 getscore を完成させよ。
- (2) 関数 getallnames は、root を引数の値として呼び出すことによって、すべての学生の名前を文字コード順（昇順）に出力する。空欄⑤～⑦をそれぞれ適切な一文で埋めて、関数 getallnames を完成させよ。なお、以下の出力のための一文は必ず使うこと。

```
printf("%s\n", p->name);
```

- 問3 以下は、「+」と「-」の文字を使って三角形の模様を出力するC言語のプログラムの一部である。関数 triangle の引数 height は、三角形の高さ、つまり行数を表す。三角形の高さは模様の高さと等しい。模様の横幅は (height*2+1) 文字である。模様は左右対称である。

```
#include <stdio.h>

void triangle(int height) {
    int i, j;
    for (i = 0; i < height; i++) {
        for (j = 0; j < height*2+1; j++) {
            if ( [ ] ① [ ] || [ ] ② [ ]) {
                printf("+");
            } else {
                printf("-");
            }
        }
        printf("\n");
    }
}
```

引数の値を5として関数 triangle を実行したときの出力結果が以下である。

```
+++++-+++++
+++-+-+++
++-----+++
++-----+++
+-----++
```

空欄①と②を埋めて関数 triangle を完成させよ。比較演算子を用いる場合は、「<」のみを用いること。

化 学

[問題 7]

問 1 塩化カリウムについて、以下の問いに答えよ。

- (1) 塩化ナトリウム型構造を形成する、塩化カリウムの結晶構造の種類を答えよ。
- (2) 塩化カリウムの密度 (g/cm^3) を求めよ。ただし、格子定数は 0.63 nm , K の原子量は 39, Cl の原子量は 35.5, アボガドロ定数 N_A は $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ とする。
- (3) 塩化カリウムから水酸化カリウムを製造する方法を 1 例挙げ、説明せよ。

問 2 化学結合について、以下の問いに答えよ。

- (1) 金属結合を有する金属において、主に何の働きが電気伝導や熱伝導に起因しているか、答えよ。
- (2) 水の沸点は、ほぼ同じような分子量であるメタンよりも非常に高い理由について、説明せよ。
- (3) ナトリウムのハロゲン化物の融点は、 $\text{NaF} > \text{NaCl} > \text{NaBr} > \text{NaI}$ の関係となっている理由について、説明せよ。

問 3 混成軌道について、以下の問いに答えよ。メタン分子の分子軌道を図 6 に記す。

- (1) ホルムアルデヒドの炭素原子および酸素原子は sp^2 混成軌道から構成されていることを考慮して、分子軌道を図示せよ。
- (2) 窒素分子の窒素原子は、 sp 混成軌道から構成されていることを考慮して、分子軌道を図示せよ。

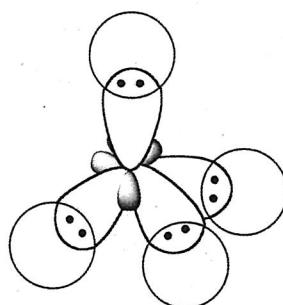
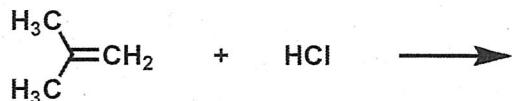


図 6

化 学

【問題 8】

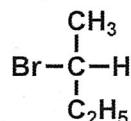
問 1 アルケンへの付加反応について、以下の問いに答えよ。



- (1) 上の付加反応により、形成されうる 2 種類の化合物の構造式を記せ。また、主生成物について、下線を引け。
- (2) 上記の主生成物が得られる理由について、反応機構とともに説明せよ。
- (3) 得られた主生成物の Newman 投影図を図示せよ。

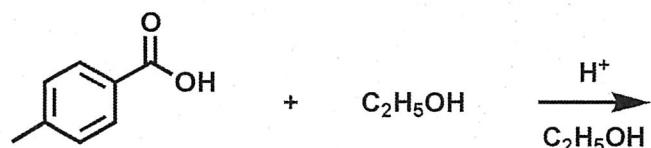
問 2 異性体について、以下の問いに答えよ。

- (1) $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ の全ての構造異性体の構造式を記せ。また、不斉炭素には、* を記せ。
- (2) 以下の分子の光学異性体を、くさび形表記により 2 つ図示せよ。また、R, S 体についても判別し、表記せよ。

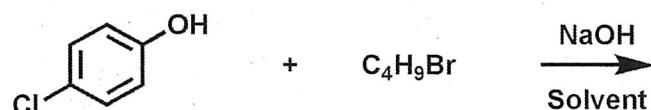


問 3 以下の有機合成反応について、得られる主生成物を予測し、構造式を記せ。

(1)



(2)



(3)



