

平成31年度  
香川大学工学部編入学試験

問題紙

教科等	ページ数
工学基礎	12

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。ただし希望学科に応じて、以下に示す分野から1分野を選択してください。
    - 安全システム建設工学科：基礎力学、電磁気学、プログラミング
    - 電子・情報工学科：基礎力学、電磁気学、プログラミング、化学
    - 知能機械システム工学科：基礎力学、電磁気学、プログラミング
    - 材料創造工学科：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12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 次の各設問に答えよ。

(1)  $\log(1+2x)$  をマクローリン展開せよ。ただし、剰余項および収束域は求めなくてよい。

(2) 次の極限を求めよ。

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x}{\log(1+2x)}$$

問 2  $z = \sin \sqrt{x^2 + y^2}$ ,  $x = \sqrt{2}t$ ,  $y = 1 - t^2$  のとき  $\frac{dz}{dt}$  を  $t$  を用いて表せ。

問 3  $y = x^2$ ,  $y = 2x + 8$  で囲まれる閉領域のうち、 $x \geq 2$  の領域の面積を求めよ。

【問題 2】

問 1 以下に示すベクトル  $a$ ,  $b$  の両方と直交する単位ベクトルを求めよ。

$$a = \begin{bmatrix} 2 \\ 6 \\ 5 \end{bmatrix}, \quad b = \begin{bmatrix} 3 \\ 2 \\ 4 \end{bmatrix}$$

問 2 以下に示す行列  $A$  について各設問に答えよ。

$$A = \begin{bmatrix} 4 & -1 \\ 6 & -3 \end{bmatrix}$$

(1) 行列  $A$  の固有値を求めよ。

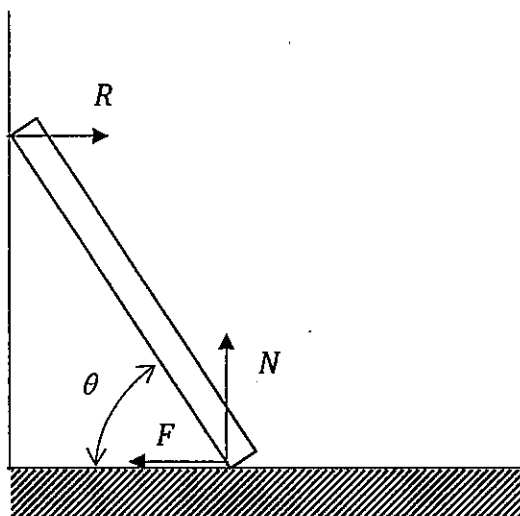
(2) 行列  $A$  の固有ベクトルを求めよ。

(3) 行列  $A$  を対角化せよ。

## 基礎力学 [問題3]

長さが  $L$ 、質量が  $M$  の一様な棒を、下図のように床と角度  $\theta$  だけなすように滑らかな壁に立てかけるとする。また、棒と床の静止摩擦係数を  $\mu_0$  とする。以下の問に答えよ。なお、重力加速度は  $g$  とし、解答に用いてもよい。

- 問1 棒に作用する壁からの水平力を  $R$ 、棒に作用する床からの水平力を  $F$  とする。 $R$  と  $F$  に成立する関係式を示せ。
- 問2 棒に作用する床からの鉛直力を  $N$  とする。 $N$  を、 $M$  を用いて表わせ。
- 問3 モーメントの釣り合いの条件を利用して、 $F$  を  $M$ 、 $\theta$  を用いて表わせ。
- 問4 棒が静止するために必要な、 $\tan\theta$  の条件を求めよ。
- 問5 質量が  $2M$  の人間が、棒をゆっくり登るとする。棒が滑り出すのは人間が長さ  $L$  の棒上を、棒に沿っていくら登ったときか。



基礎力学  
[問題4]

滑らかな床の上に質量  $m$  のおもりが、図のようにばね定数  $k$  のばねに接続されている。いま、水平方向に  $x$  軸をとり、 $x$  軸方向の運動を考える。以下の問に答えよ。

問1 平衡点が  $x=0$  にあるとして、水平運動の微分方程式は以下の式で表される。

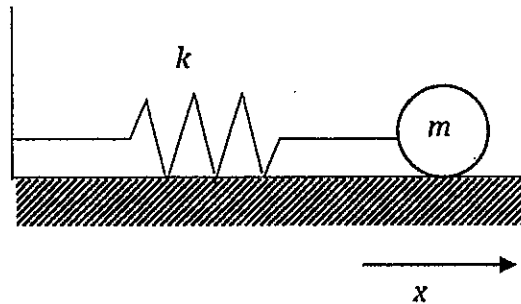
$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx$$

この微分方程式の一般解は、定数  $A$  および  $B$  を用いて、 $x = A \cos at + B \sin at$  のように三角関数を用いて表わせることが知られているが、この式を充足するための  $a$  を  $m$  と  $k$  を用いて表わせ。

問2 おもりを、 $x=L_0$  の位置に手で移動させて静止させたのちに、手を離した。このときの任意の時刻  $t$  における位置  $x$  を、 $m$ 、 $k$ 、 $L_0$  を用いて記述せよ。

問3 問2 の条件のとき、ばねで接続されたおもりの運動は周期的となる。今、ばね、もしくは、おもりを交換できるものとして、運動の周期を長くするためにはどうすべきか。2つ述べよ。

問4 おもりを、 $x=2L_0$  の位置に手で移動させて静止させたのちに、手を離した。問2の場合と比較したときの、運動の特徴の相違を述べよ。



電磁気学  
[問題5]

問1 図1に示すように、真空中にある  $xy$  平面上において、 $x$  軸上の  $a$  [m] の位置にある点 A に  $Q$  [C] の点電荷、 $x$  軸上の  $-a$  [m] の位置にある点 B に  $2Q$  [C] の点電荷を配置する。また、 $y$  軸上の  $d$  [m] の位置を点 P とする。ただし、 $a > 0$ 、 $d > 0$  である。真空の誘電率を  $\epsilon_0$  [F/m] とするとき、以下の小問に答えよ。

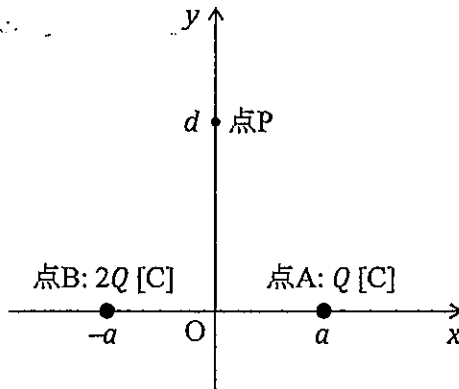


図1

- (1) 点 P での電界の  $x$  方向成分および  $y$  方向成分を求めよ。
- (2) 次に、点 P の位置に  $Q$  [C] の点電荷を置いた後、この点電荷を  $y$  軸に沿って点 P から原点 O まで移動した。このとき、点 P から原点 O まで移動するためにこの点電荷に対してなされる仕事を求めよ。

問2 図2に示すように、真空中に一樣な電界（強さ  $E_0$  [V/m]）をかけ、厚さ一定の誘電体平板を、一樣電界の向きと平板面とのなす角が  $60^\circ$  となるように置いた。真空の誘電率を  $\epsilon_0$  [F/m]、誘電体平板の誘電率を  $2\epsilon_0$  [F/m] とするとき、誘電体平板内の電界の強さを  $E_0$  を用いて表せ。ただし、誘電体平板の広さは厚さに比べて十分に広く、誘電体平板の端での電磁界の影響は無視できるものとする。

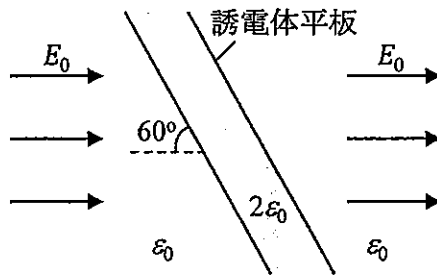


図2

問3 図3に示すように、真空中に、内部導体外周の半径が  $a$  [m]、外部導体内周の半径が  $c$  [m]である無限長の同軸円筒導体を置く。内部導体と外部導体の間に、同軸円筒導体の中心軸から半径  $a$  [m]~ $b$  [m]の範囲を誘電率  $\epsilon_1$  [F/m]の誘電体（誘電体1）、中心軸から半径  $b$  [m]~ $c$  [m]の範囲を誘電率  $\epsilon_2$  [F/m]の誘電体（誘電体2）で満たした。さらに、内部導体に単位長さ当たり  $-q$  [C/m]、外部導体に単位長さ当たり  $+q$  [C/m]の電荷を与えた。同軸円筒導体の中心軸からの距離を  $r$  [m]とすると、以下の小問に答えよ。ただし、内部導体と外部導体の抵抗、および、誘電体1と誘電体2の導電率は、いずれも無視できるものとする。

- (1) 導体間 ( $a < r < c$ ) での電界の強さを、距離  $r$  [m]の関数として求めよ。
- (2) 内部導体を基準としたときの、外部導体の電位を求めよ。

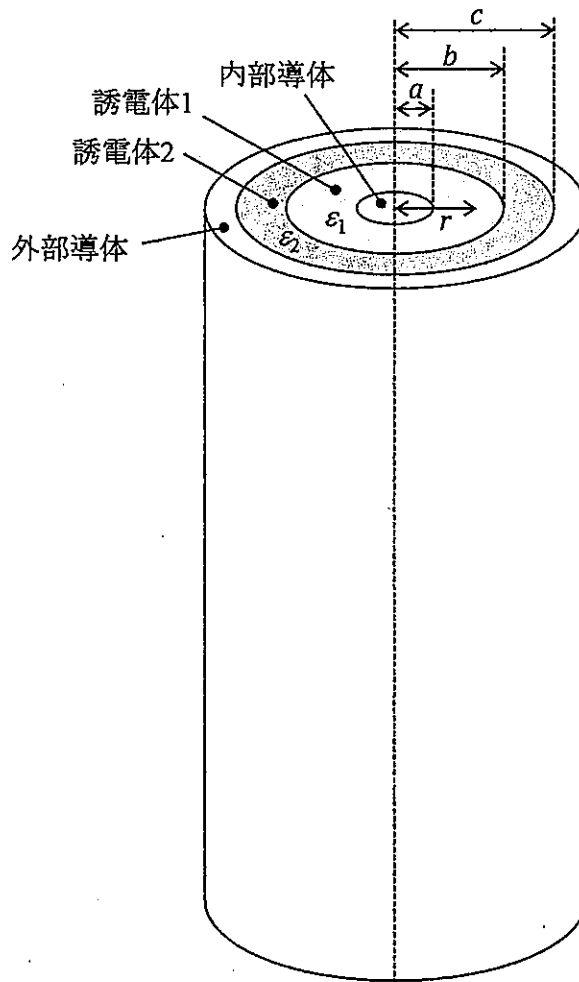


図3

## プログラミング [問題6]

問1 C言語で関数 `int bezout(int a, int b, int c)` を、次のように再帰的に定義する。

```
int bezout(int a, int b, int c) {
    if (b == 0) {
        return 0;
    } else {
        int r = a % b;          /* % は剰余 (余り) を表す演算子 */
        int y = bezout(b, r, c);
        int x = (c - r * y) / b; /* 注: 整数の割り算は切捨て */
        int q = a / b;
        return x - q * y;
    }
}
```

(1) `bezout(1, 0, 1)`, (2) `bezout(3, 1, 1)`, (3) `bezout(7, 3, 1)`  
の値をそれぞれ答えよ。

問2 次のプログラムは、コム (comb) ソートというアルゴリズムをC言語で実装したものである。`/* A */`というコメントのある行で、スワップ (要素の交換) が起きたあとの配列の様子を出力している。

```
#include <stdio.h>

void print_array(int a[], int no) {
    int i;
    printf("{ ");
    for (i = 0; i < no; i++) {
        printf("%d, ", a[i]);
    }
    printf("}¥n");
}

void comb_sort(int a[], int no) {
    int h = no;
    int swapped = 0;
```

```

while (h > 1 || swapped) {
    int i;
    if (h > 1) {
        h = (h * 10) / 13; /* 注: 整数の割り算は切捨て */
    }

    swapped = 0;
    for (i = 0; i < no - h; ++i) {
        if (a[i] > a[i + h]) {
            int tmp = a[i]; a[i] = a[i + h]; a[i + h] = tmp;
            swapped = 1;
            print_array(a, no); /* A */
        }
    }
}

int main(void) {
    int a[8] = { 4, 8, 6, 1, 5, 7, 3, 2 };
    print_array(a, 8); /* B */
    comb_sort(a, 8);

    return 0;
}

```

このプログラムはまず, /\* B \*/というコメントのある行で,

```
{ 4, 8, 6, 1, 5, 7, 3, 2, }
```

と出力する。このあとに続く3行の出力(つまり, /\* A \*/というコメントのある行を3回実行したときまでの出力)を書け。なお,  $(8 * 10) / 13$  は6,  $(6 * 10) / 13$  は4である。

- 問3 要素数  $no$  の2つの `int` 型の配列 `va`, `vb` を受け取り, `va[i]` に, `vb[0]~vb[i]` の中の3の倍数の要素の最大値を代入する関数 `void maxMultiples(int va[], const int vb[], int no)` をC言語で定義せよ。ただし, `vb[0]~vb[i]` の中に3の倍数が存在しない場合は, `va[i]` は `INT_MIN` という値を取るものとする。`INT_MIN` はヘッダ `limits.h` に定義されたマクロであり, `int` 型の取りうる最小値



である。例えば、次のように宣言された配列に対して、

```
int a1[5];
int b1[] = { 2, 4, 6, 7, 9};
int a2[6];
int b2[] = { -3, 6, 4, 9, 3, 0};
```

maxMultiples(a1, b1, 5); maxMultiples (a2, b2, 6); を呼び出した結果、a1, a2 はそれぞれ次のように初期化されたのと同等の配列になる。

```
int a1[] = { INT_MIN, INT_MIN, 6, 6, 9 };
int a2[] = { -3, 6, 6, 9, 9, 9 };
```

問 4 整数を要素とする連結リスト (linked list) を表す構造体と、関連する関数を C 言語で次のように定義する。

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

struct _list {
    int value;
    struct _list* next;
};

typedef struct _list* List;

List cons(int value, List next) {
    List ret = (List)malloc(sizeof(struct _list));
    ret->value = value;
    ret->next = next;

    return ret;
}
```

ただし、空リストは NULL で表す。List 型の引数 xs を受け取り、xs と同じ長さで、n 番目の要素が、xs の最初から n 番目の要素までの和となるリストを返す関数 List accumSum1(List xs) と、逆に n 番目の要素が、xs の n 番目の要素から最後の要素までの和となるリストを返す関数 List accumSum2(List xs) を定義する。例えば、zs = cons(1, cons(3, con(2, NULL))) のとき、assumSum1(zs),

accumSum2(zs)はそれぞれ, cons(1, cons(4, con(6, NULL))), cons(6, cons(5, con(2, NULL)))と同等のリストになる。次の空欄(1)~(4)を埋めて定義を完成させよ。

```
/* accumSum1 の補助関数 */
List accumSum1Aux(List xs, int sum) {
    if (xs == ) return NULL;
    else {
        sum += xs->value;
        return cons(sum, ) ;
    }
}

List accumSum1(List xs) {
    return accumSum1Aux(xs, 0);
}

List accumSum2(List xs) {
    if (xs == ) return NULL;
    else {
        List ys = accumSum2(xs->next);
        if (ys == NULL) {
            return cons(, ys);
        } else {
            return cons(, ys);
        }
    }
}
}
```

## 化 学

### [問題 7]

問 1 次の文章を読み、下記問いに答えよ。

化学結合の形式はイオン結合、共有結合、金属結合の3つに大別される。イオン結合は、陰イオンと陽イオンの間に働く (a) で成り立っており、結合に (b) はなくすべての方向に広がっている。これらイオン結合してできた結晶をイオン結晶といい、陰イオンと陽イオンが格子状に規則的に配列している。この結晶を融解するには格子を壊す必要があるため、(c) は通常高く、結晶は (d)。

共有結合は、電荷を有していない原子同士が結びつく結合であり、それぞれの原子の (e) の電子が (f) 則を満たすよう、それぞれの電子を (g) して作られる。このため、結合に (b) を有しており、共有結合からなる分子の間に働く力は (h) だけである。共有結合性の固体を融解するには、弱い (h) に打ち勝つ熱エネルギーで十分であるため、(c) は低い。

金属結晶では、金属原子が (i) となり規則正しく配列している。金属から放出された価電子を (j) といい、これが (i) をつなぎ金属結晶を形成されている。(j) は金属の導電性などに関与している。

- (1) 上記文中の空欄を埋めよ。
- (2) 多くの物質は純粋にそれぞれの化学結合だけの性質を表すとは限らない。化合物 AB は、原子 A と原子 B が結合してできた物質である。どのような場合において、化合物 AB はイオン結合性の化合物となるか、答えよ。
- (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 nm、塩化物イオンは 0.181 nm とすると、塩化セシウム CsCl の格子構造は何か、格子構造を図示し、理由と共に答えよ。
- (4) 共有結合性の物質であるダイヤモンドは通常の共有結合性分子とは異なる性質を有する。その理由を答えよ。
- (5) 三フッ化ホウ素分子は (f) 則の例外の分子である。このルイス構造式を答えよ。
- (6) 三フッ化ホウ素分子は Sidgwick-Powell 理論により、分子の形状は平面の正三角形となる。一方、アンモニア分子 NH<sub>3</sub> は四面体となる。この理由を答えよ。
- (7) 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。その理由を答えよ。

## 化 学

### 〔問題 8〕

問 1 分子式  $C_4H_{10}O$  であらわされる分子に関して、以下に答えよ。

- (1) この分子式のすべての異性体の構造式を書け。そのうち、アルコール類は IUPAC 名も書け。
- (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、ハロゲン化アルキルが得られる異性体はどれか。その異性体の構造式と得られるハロゲン化アルキルの構造式を書け。

問 2 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、以下に答えよ。

- (1) 生成される分子の構造式とその IUPAC 名を書け。
- (2) この反応は 2段階で起こる。第 1段階では、プロトン（水素イオン）が 1,3-ブタジエンに付加し、1つのカルボカチオン（アリルカチオン、炭素陽イオン）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陰イオンが反応するため、2つの生成物が得られる。
  - ① 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。
  - ② カルボカチオンの 2つの極限構造式を書け。

問 3 芳香族の反応に関する文章を読み、以下の問いに答えよ。

芳香族化合物の一般的な反応は、芳香族環の水素を他の原子や基で置き換える求電子置換反応である。この反応は二段階で進行し、第一段階では芳香族環への求電子剤<sup>(a)</sup>の付加、第二段階では第一段階で生成された中間体<sup>(b)</sup>からのプロトン（水素イオン）の脱離が起こる。

- (1) ベンゼンにアルキル基を導入する場合、ハロゲン化アルキルもしくはアルケンを用いることで達成される。このいずれの分子を用いた場合においても下線部(a)の求電子剤は同じである。アルキル化反応の求電子剤は何であるか、プロピレンを例に構造式で答えよ。
- (2) (1)のハロゲン化アルキルを利用したアルキル化反応では、求電子剤の生成のため、触媒を利用する。どのような触媒を用いるか。
- (3) この芳香族のアルキル化反応は一般的に何反応と呼ばれるか。
- (4) 下線部(b)の求電子剤  $E^+$  とベンゼンの反応で生成される中間体の共鳴構造式を書け。
- (5) アルキル化反応で得られたエチルベンゼンやトルエンにさらに 2つ目の官能基などを導入する場合、どの位置に導入されやすいか、位置と理由を述べよ。