

2 0 2 6 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	1 4

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
 - 人工知能・通信ネットワークコース：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
 - 材料物質科学コース：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19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 ロピタルの定理について、何を求める際に何があらわれた時に用いられるもので、通常の計算と比べてどうよいのか簡潔に説明せよ。

問 2 次の極限を求めよ。

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^x - 1}{x}$$

〔問題 2〕

問 1 次の行列 A のジョルダン標準形 J を求め、変換行列 P を求めよ。

$$A = \begin{bmatrix} 3 & 1 & 0 \\ 0 & 3 & 1 \\ 0 & 0 & 3 \end{bmatrix}$$

問 2 問 1 で用いた行列 A について、固有空間の次元(幾何的重複度)を求めよ。

基礎力学

[問題 3]

図 1 のように、水平な床と鉛直な壁の間に長さ ℓ のはしご AB をかけ、点 A から x の位置に重さ W の人が乗るものとしたときの、はしごが倒れないための x の最大の値を求めたい。はしごが鉛直壁となす角 α とし、はしごと床および壁との間の静止摩擦係数をともに μ とする。ただし、はしごの重さは無視できるものとする。いま、人が x の位置に乗り、はしごが倒れようとする寸前の状態であるとする。また、点 A、点 B において床および壁からはしごに作用する抗力を N_A 、 N_B とする。

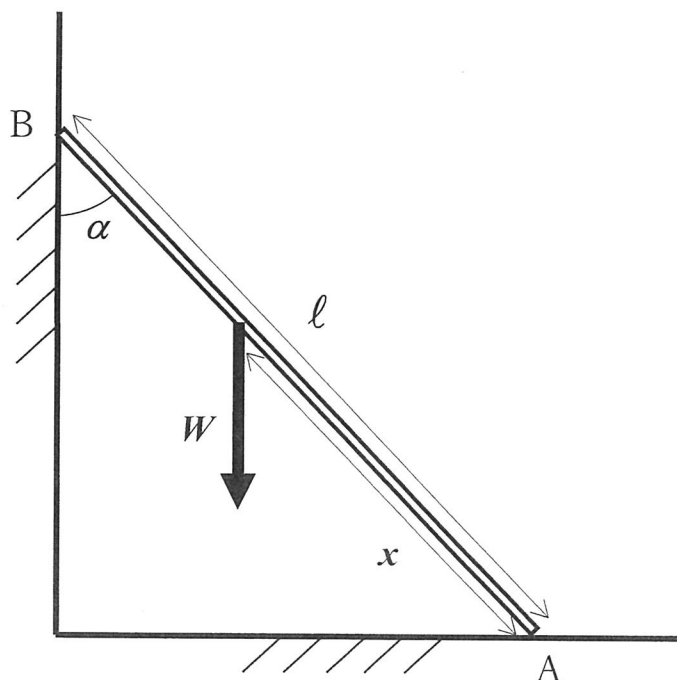


図 1

- 問 1 水平方向の力のつり合いに関する式を N_A 、 N_B 、 μ を用いて表せ。
- 問 2 鉛直方向の力のつり合いに関する式を N_A 、 N_B 、 μ 、 W を用いて表せ。
- 問 3 点 A まわりのモーメントのつりあい式を N_B 、 μ 、 W 、 ℓ 、 x 、 α を用いて表せ。
- 問 4 問 1 および問 2 の 2 つの式から、 N_B を μ 、 W で表せ。
- 問 5 このときの x を求めよ。

基礎力学

[問題 4]

図 2 のように、ばね定数 k (>0) のばねの一端に、水平面内の一方向のみに動くことができる質量 m の物体を接続し、もう一端を壁に接続して水平な床の上に置いた。時刻 t のときの物体の位置を x とし、ばねが自然長のときの物体の位置を $x=0$ とすると、時刻 $t=0$ にばねを自然長から x_0 だけ伸ばし、静かに離すと物体は単振動を始めた。なお、床と物体に働く摩擦力を無視できるものとする。

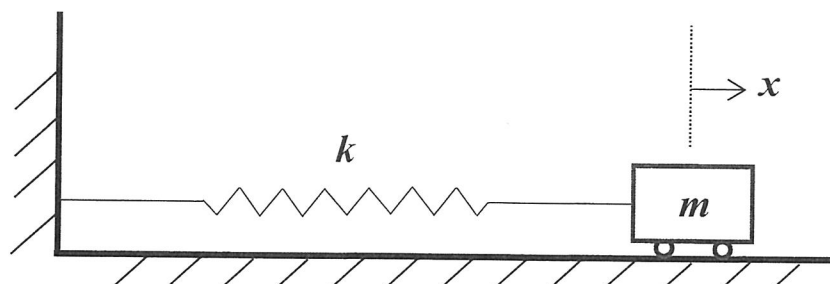


図 2

問 1 この物体がしたがう運動方程式を m , k , x , t を用いて表せ。

問 2 x を m , k , x_0 , t を用いて表せ。

次に、物体の速度に応じて、下記の式で表現される抵抗力が生じるダンパーを図 3 のように設置した。

$$f = -c \frac{dx}{dt}$$

時刻 $t=0$ にばねを自然長から x_0 だけ伸ばし、静かに離した。

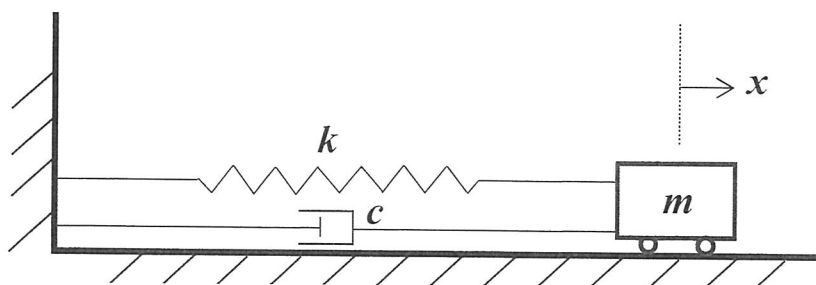


図 3

問 3 この物体がしたがう運動方程式を m , k , c , x , t を用いて表せ。

上記の問 3 の運動方程式の一般解は、任意定数 A によって以下のように表すことができる。

$$x = Ae^{-\lambda t} \cos \omega t$$

問 4 λ , ω , A を求め, x を m , k , c , t を用いて表せ。

電磁気学

[問題5]

問1 図4のように、真空中の直交座標系における x 軸上の $x = -p$ [m] ($p > 0$) の位置を点 A, $x = p$ [m] の位置を点 B とし、点 A に Q [C] ($Q > 0$) の点電荷、点 B に $-Q$ [C] の点電荷を固定して配置する。真空の誘電率を ϵ_0 [F/m] として、以下の小問に答えよ。

- (1) y 軸上の $y = r$ [m] ($r \geq 0$) の点 C における電界 E_C の大きさと向きを求めよ。
- (2) 電界 E_C が最大となる r の値と、その時の電界 E_C の大きさを求めよ。
- (3) 点 C が原点から遠く離れた位置 ($r \gg p$) にあるとする。このときの点 C の電界 E_C の大きさの近似値を求め、遠方において、 E_C は p/r^3 に比例して減衰することを示せ。このとき、次の近似式を用いて求めよ。 $n \ll 1$ のとき、 $(1+n)^a \cong 1+an$

次に、点 B に固定配置した電荷を Q [C] に変えたとして、以下の小問に答えよ。

- (4) 点 C における電界 E_C の向きと大きさを求めよ。
- (5) 電界 E_C が最大となる r の値と、その時の電界 E_C の大きさを求めよ。

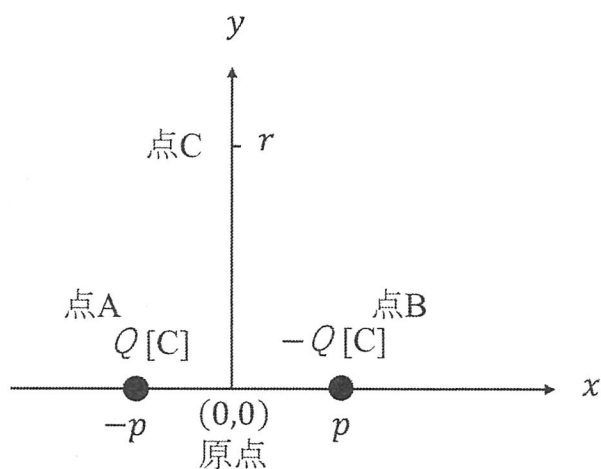


図4

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]、導体球殻の外半径は c [m] である。導体球と導体球殻の間も真空であり、その誘電率を ϵ_0 [F/m] とする。中心から距離 r [m] の位置における導体球殻外 ($c < r$) の半径方向の電界を E_1 [V/m]、導体球と導体球殻の間 ($a < r < b$) の半径方向の電界を E_2 [V/m] とする。また、この導体球から無限遠の遠方の電位を 0 [V] としたときの、導体球殻の電位を V_1 [V]、導体球の電位を V_2 [V] とする。以下の小問に答えよ。ただし、導体球と導体球殻の抵抗は無視できるものとする。

- (1) 導体球殻に Q [C] ($Q > 0$) の電荷を与え、導体球の電荷を 0 [C] としたとき、 E_1 [V/m] と V_1 [V] を求めよ。さらに E_2 [V/m] と V_2 [V] を求めよ。ここで、図 5 のように内部に空洞がある導体（外導体）の空洞内に別の導体（内導体）があるとき、外導体に電荷を与えても内導体に電荷は誘起されないことを利用せよ。
- (2) 小問(1)の場合とは逆に、導体球殻の電荷を 0 [C] とし、導体球に Q [C] ($Q > 0$) の電荷を与えたとき、 E_1 [V/m] と V_1 [V] を求めよ。さらに E_2 [V/m] と V_2 [V] を求めよ。ここで、導体球殻の内表面には電荷 $-Q$ [C] が誘起され、外表面には電荷 Q [C] が誘起されることを利用せよ。

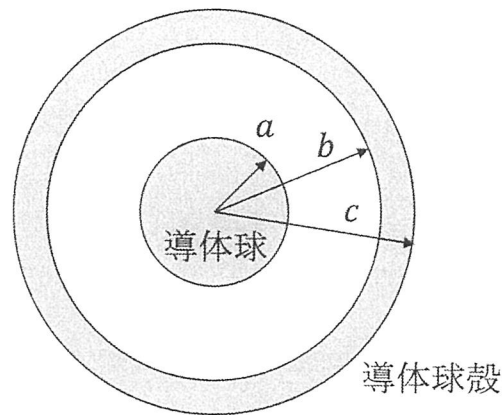


図 5

問 3 図 6 は、同心の内円筒導体と外円筒導体からなる同心円筒コンデンサである。内円筒導体の半径は a [m]、外円筒導体の半径は c [m] である。内円筒導体と外円筒導体の間には 2 種類の誘電体 1 と誘電体 2 が同心状に満たされており、誘電体 1 と誘電体 2 の境界面の半径は b [m] である。また、誘電体 1 の誘電率は ϵ_1 [F/m]、誘電体 2 の誘電率は ϵ_2 [F/m] である。いま、内円筒導体に単位長さあたり $+\lambda$ [C] ($\lambda > 0$) の電荷を、外円筒導体に単位長さあたり $-\lambda$ [C] ($\lambda > 0$) の電荷をそれぞれ与え、電荷が均一に導体面に分布したとする。このとき、以下の小問に答えよ。ただし、同心円筒コンデンサの長さは同心円筒コンデンサの半径に比べて十分長いとして、円筒導体間の電界の向きは半径方向で、長手方向に一定であるとせよ。

- (1) 誘電体 1 内の半径 r [m] の位置 ($a < r < b$) における電束密度 D_1 [C/m²] を求めよ。さらに、誘電体 2 内の半径 r [m] の位置 ($b < r < c$) における電束密度 D_2 [C/m²] を求めよ。
- (2) 誘電体 1 内の半径 r [m] の位置 ($a < r < b$) における電界 E_1 [V/m] を求めよ。さらに、誘電体 2 内の半径 r [m] の位置 ($b < r < c$) における電界 E_2 [V/m] を求めよ。
- (3) 内円筒導体と外円筒導体の間の電位差 V [V] を求めよ。
- (4) この同心円筒コンデンサの単位長さあたりの静電容量 C [F/m] を求めよ。

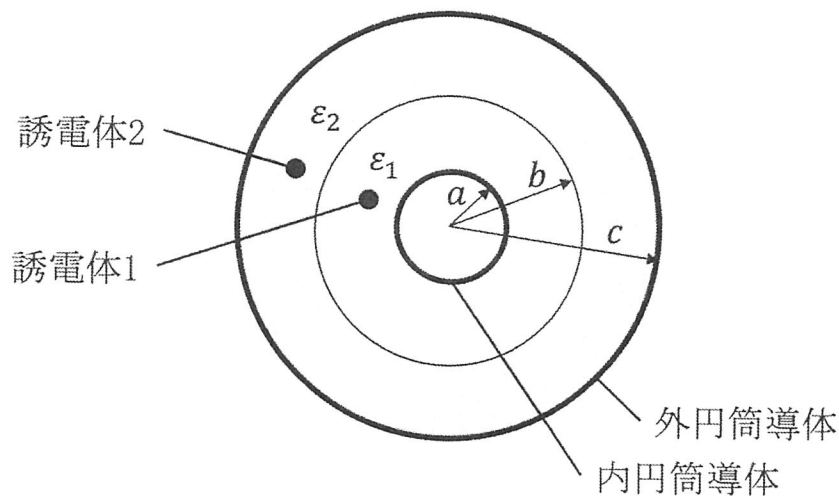


図 6

プログラミング

〔問題 6〕

問 1 学生のテストの得点分布をヒストグラムとして表示する C 言語のプログラムを作成する。このプログラムのユーザは、使用する度に、必要な整数の値をソースコードとして定義し、コンパイルするものとする。ここでいう必要な整数の値とは、テストを受けた学生の数 STU_NUM, 誤答がまったくない時の得点 (満点) FUL_SCR, ヒストグラムの区間の数 INT_NUM, 最大度数の区間のヒストグラムの高さ INT_HGT, 各学生の得点 score である。たとえば

```
#define STU_NUM 16      /* テストを受けた学生の数 */
#define FUL_SCR 30      /* 誤答がまったくない時の得点 (満点) */
#define INT_NUM 3       /* ヒストグラムの区間の数 */
#define INT_HGT 20      /* 最大度数の区間のヒストグラムの高さ */

const int score[STU_NUM] = { /* 各学生の得点 */
    30, 8, 16, 22, 15, 13, 21, 19, 32, 13, 9, 25, 19, 14, 0, 23
};
```

と定義した上でコンパイルし実行すると

区間	度数
0 点～ :	3 人 *****
10 点～ :	7 人 *****
20 点～ :	6 人 *****

という表示が得られるようにしたい。たとえば、「0 点～ : 3 人 *****」は、0 点以上 9 点以下の区間における度数が 3 人である、という意味であり、「*」を連ねることによってヒストグラムの高さが表現されている。ヒストグラムの高さのスケールは、最大度数の区間である「10 点～」が基準である。

なお、score は、基本的に 0 以上 FUL_SCR 以下の値を想定しているが、特に優れた解答に対しては上限なしの特別な加点があるため、FUL_SCR を超える場合がある。超えた場合は、最後の区間に算入する。上記の例では、最後の区間である「20 点～」に得点 32 が算入されている。各区間の幅は、最後の区間を除き FUL_SCR / INT_NUM である。

以下の空欄(a)～(d)を埋めてプログラムを完成させよ。なお、上記の定数や配列の定義は省略している。assert は、引数として指定された条件が満たされない場合にプログラムを終了するマクロである。

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

void printHistogram(void) {
    assert(FUL_SCR > 0 && INT_NUM > 1 && INT_HGT > 0 &&
        FUL_SCR % INT_NUM == 0);
```

```

    int i, j,
        max = -1,          /* 最大度数 */
        freq[INT_NUM];     /* 各区間の度数 */
    for (i = 0; i < INT_NUM; i++) {
        freq[i] = 0;
    }
    for (i = 0; i < STU_NUM; i++) {
        assert(score[i] >= 0);
        j = score[i] * (a);
        if (j >= INT_NUM) {
            (b);
        }
        freq[j]++;
    }
    for (i = 0; i < INT_NUM; i++) {
        if (freq[i] > max) {
            max = freq[i];
        }
    }
    printf("区間      度数¥n");
    for (i = 0; i < INT_NUM; i++) {
        printf("%3d点～ : %3d人  ", i * (c), freq[i]);
        for (j = 0; j < freq[i] * (d); j++) {
            printf("*");
        }
        printf("¥n");
    }
}

void main(void) {
    printHistogram();
}

```

問2 2以上のある整数 n について、1 と n 以外に正の約数がないとき、 n を素数という。素数を求める C 言語のプログラムに関する以下の問いに答えよ。

- (1) 2以上のある整数 n について、2 以上かつ $\sqrt{n}$ 以下のすべての整数で割り切ることができないとき、 n は素数であると判定できる。このことに基づいて、引数として与えられた整数 n が素数であれば true、素数でなければ false を返す関数

`bool isPrimeNum(int n)`を作成する。さらに、引数として与えられた整数 n 以下の、すべての素数を昇順に表示する関数 `void printPrimeNums(int n)` を作成する。たとえば

```
printPrimeNums(100);
```

を実行すると

```
2 3 5 7 11 13 17 19 23 29 31 37 41 43 47 53 59 61 67 71 73 79
83 89 97
```

という表示が得られるようにしたい。

以下の空欄(e)~(h)を埋めて、これらの関数を完成させよ。なお、 $\sqrt{n}$ の計算には、関数 `double sqrt(double n)` を利用できる。

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <stdbool.h>

bool isPrimeNum(int n) {
    int i;
    if (n < 2) {
        return false;
    }
    for (i = 2; i <= (e); i++) {
        if ((f)) {
            return false;
        }
    }
    return true;
}

void printPrimeNums(int n) {
    int i;
    for (i = 2; i <= (g); i++) {
        if ((h)) {
            printf("%d ", i);
        }
    }
    printf("\n");
}
```

- (2) 「エラトステネスのふるい」と呼ばれるアルゴリズムを使えば、より効率的に素数

を求めることができることが知られている。以下の関数 `void eratosthenes(int n)` は、そのアルゴリズムを参考にして作成したものである。先述の関数 `void printPrimeNums(int n)` と同じく、引数として与えられた整数 n 以下の、すべての素数を昇順に表示することができる。なお、`assert` は、引数として指定された条件が満たされない場合にプログラムを終了するマクロである。また、空欄(e)と(g)は、(1)のプログラム中のものと同じである。ここで

```
eratosthenes(9);
```

を実行した場合を考える。「★」のコメントが付された `for` 文において、 $i == 2$ のときの処理が完了した時点の `prime[6] ~ prime[10]` の値を答えよ。ただし、ソースコードとして値が明示的に定義されない場合は「?」と答えること。

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <stdbool.h>
#include <assert.h>

#define N_MAX 10000    /* n の上限 */

void eratosthenes(int n) {
    assert(n <= N_MAX);
    int i, j;
    bool prime[N_MAX + 1];
    for (i = 2; i <= (g); i++) {
        prime[i] = true;
    }
    for (i = 2; i <= (e); i++) {    /* ★ */
        if (prime[i] == true) {
            for (j = i * 2; j <= (g); j += i) {
                prime[j] = false;
            }
        }
    }
    for (i = 2; i <= (g); i++) {
        if (prime[i] == true) {
            printf("%d ", i);
        }
    }
    printf("\n");
}
```

化 学

[問題 7]

問 1 次の分子のルイス構造式を描け。なおオクテット則を満たさない場合もある。

- (1) BF_3
- (2) PCl_5
- (3) CO_2

問 2 化学結合は主にイオン結合、共有結合、金属結合の 3 つに大別される。次の問いに答えよ。

- (1) イオン結合と共有結合はそれぞれどのようにして形成されるか、述べよ。その際、それら結合を形成しやすい原子の特徴も述べよ。
- (2) 一般的にイオン結合性化合物は、低分子量の共有結合性化合物よりも高融点である。この理由を述べよ。
- (3) 共有結合性化合物であるダイヤモンドは融点 (3550°C) が高い。その理由を述べよ。
- (4) 金属は電気伝導性や熱伝導性を有し、一般的には電気伝導率と熱伝導率は比例関係が成り立つ。この理由を述べよ。また絶縁体では、熱伝導率はどうなることが予想されるか述べよ。

問 3 次の酸塩基に関する問いに答えよ。

- (1) Brønsted-Lowry の酸・塩基の定義では、すべての酸は共役塩基を、すべての塩基は共役酸を持つことになる。酢酸の水中の電離反応式を書き、その反応式における酸と塩基を共役の関係がわかるように示せ。
- (2) 酢酸の電離反応式から、電離定数 K_a を各物質の濃度を使った式で示せ。なお水の濃度は 1 とする。
- (3) 酢酸 0.50 mol を水に溶解させ、 1.0 dm^3 の酢酸水溶液を調製した。酢酸の電離度を $\alpha = 1.0 \times 10^{-3}$ としたとき、電離定数 K_a を計算せよ。なお $1 - \alpha \approx 1$ と近似してよい。

化 学

[問題 8]

問 1 分子式 $C_6H_{12}O_2$ で表されるエステル化合物に関する次の問いに答えよ。

- (1) エステル化合物を加水分解することで、アルコールが得られる。第二級アルコールを生成するエステル化合物を全て記せ。なお不斉炭素には*を付けよ。
- (2) 前述の加水分解で得られた炭素 5 個の第三級アルコールの 1 つを濃硫酸中、 $180^{\circ}C$ で加熱したとき、2 つのアルケンが生成された。その生成物の構造式を、主生成物と副生成物に分けて描け。
- (3) (2) の主生成物に 1 モルの臭化水素を反応させたときの生成物の構造式とその IUPAC 名を示せ。
- (4) アルコールから、エーテル $(CH_3)_3COCH_3$ と $CH_3CH_2OCH_2CH_3$ を合成したい。これらを合成する反応式を示せ。なおそれぞれ異なる合成法を利用すること。

問 2 アルコール及びフェノールに関する次の問いに答えよ。

- (1) メタノールの沸点は約 $65^{\circ}C$ であり、同程度の分子量であるエタンの沸点 ($-89^{\circ}C$) よりも高い。その理由を記述せよ。
- (2) アルコールとフェノールはともに弱酸であるが、酸性度はフェノールのほうが高い。その理由を説明せよ。