

2 0 2 3 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 2

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12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。

訂 正

工学基礎

問題紙 2 ページ 数学 [問題 2] 問 2
(誤)

$$g_2: x + 3 = \frac{x - 5}{3} = \frac{z - 1}{3}$$

(正)

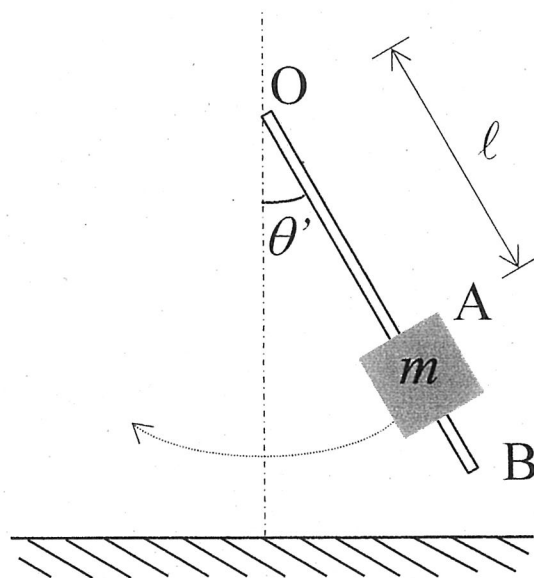
$$g_2: x + 3 = \frac{y - 5}{3} = \frac{z - 1}{3}$$

補足説明

工学基礎

問題紙 4 ページ 基礎力学 [問題 4] 図 3

棒 OB は下図に示す方向に回転させる。また、棒 OB と水平面の位置関係は下図に示す通りである。



数 学

[問題 1]

問 1 以下の極限を求めよ。

$$(1) \lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^{3x} - e^{-x}}{x^2 + 3x}$$

$$(2) \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos^3 x}{x^2}$$

問 2 以下の関数 f について 2 階の偏導関数 $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}$ と $\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y}$ を求めよ。

$$f(x, y) = \log \sqrt{x^2 + y^2}$$

問 3 以下の関数 f の領域 D における重積分を求めよ。

$$f(x, y) = \cos(x^2 + y^2)$$

$$D = \{(x, y) | 0 \leq x^2 + y^2 \leq 4, x \geq 0, y \geq 0\}$$

[問題 2]

問 1 以下の連立方程式が無数の解をもつとき, a, b が満たす条件を求めよ。

$$\begin{cases} x + 2y + 3z = -1 \\ 2x + 3y + z = 0 \\ ax + 2y + bz = 5 \end{cases}$$

問 2 以下の直線 g_1, g_2 に平行で, 点 $(2, 3, 1)$ を通る平面の方程式を求めよ。

$$g_1: \frac{x-3}{2} = \frac{y-2}{4} = \frac{z+1}{3}, g_2: x+3 = \frac{x-5}{3} = \frac{z-1}{3}$$

問 3 行列 A について, 以下の問いに答えよ。

$$A = \begin{bmatrix} 4 & 7 \\ 1 & -2 \end{bmatrix}$$

(1) 固有値と固有ベクトルを求めよ。

(2) 行列 A を対角化せよ。

基礎力学

[問題 3]

図 1 に示すように、2 つの物体が半径 R 、慣性モーメント I の滑車と糸を使ってバネ定数 k のバネに接続されている。質量 m_1 の物体 1 は滑らかで水平な台上にある。質量 m_2 の物体 2 は糸に繋がれ、鉛直に吊り下げられている。ただし、糸は伸びず、糸やバネの質量は無視できるものとし、重力加速度を g とする。次の問いに答えよ。

問 1 バネが自然長の状態から、物体 1 を静かに離したところ、物体 1 は水平右向き、物体 2 は鉛直下向きにそれぞれ加速度 a で運動を始め、滑車は角加速度 β で時計回りに回転運動を始めた。

(1) 物体 1 が x だけ右に移動した時の物体 1 と物体 2 の運動方程式、滑車の回転運動方程式をそれぞれ示せ。ただし、物体 1 と滑車との間の糸の張力を T_1 、物体 2 と滑車との間の糸の張力を T_2 とする。

(2) 物体 1 と物体 2 の加速度 a を m_1 , m_2 , g , I , R , k , x を用いて表せ。

問 2 鉛直下向きに動き出した物体 2 はやがて最下点に達し、その後単振動を始めた。

(1) 物体 2 が最下点に達した時のバネの伸び h を m_2 , g , k を用いて表せ。

(2) 単振動の周期 T を m_1 , m_2 , I , R , k を用いて表せ。

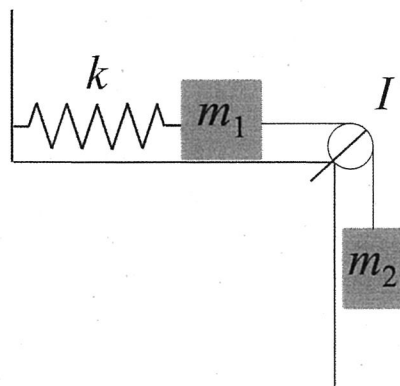


図 1

基礎力学

[問題 4]

水平面上に置かれた長さが h 、質量が M で一様な棒 OB に穴の開いた質量 m の物体を点 O から距離 ℓ の点 A まで通した。ただし、物体の大きさは無視できる程度に小さいものとする。次の問いに答えよ。

問 1 図 2 に示すように、水平面とのなす角を θ に保ったまま、棒 OB を鉛直軸の回りに角速度 ω で回転させたところ、物体は点 A から動くことはなかった。ただし、棒 OB と物体との間の静止摩擦係数を μ 、重力加速度を g とする。

- (1) 棒 OB と物体との間に摩擦力が働かない時の角速度 ω_0 を求めよ。
- (2) 棒 OB と物体との間に働く摩擦力を考慮する場合、物体が点 A から動くことのないような最大の角速度 ω_{max} を求めよ。

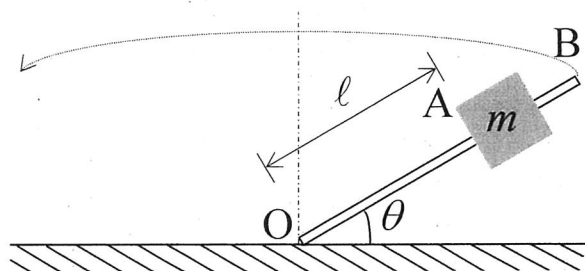


図 2

問 2 次に、棒 OB に対して物体が動かないように問 1 と同じ位置に固定して持ち上げ、図 3 に示すように点 O を中心に回転運動させた。ただし、棒 OB の点 O 回りに関する慣性モーメント I_0 を $Mh^2/3$ 、時刻 t における鉛直線とのなす角を θ' 、重力加速度を g とする。

- (1) 棒 OB の回転運動に対する運動方程式を示せ。
- (2) θ' が微小の時、棒 OB は単振動を始めた。この単振動の周期 T' を求めよ。ただし、 $\sin \theta' \doteq \tan \theta' \doteq \theta'$ とする。

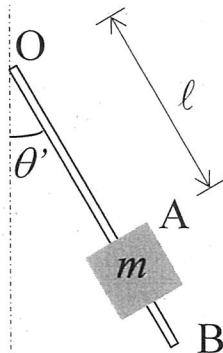


図 3

電磁気学 [問題 5]

問 1 図 4 に示すように、真空中の点 O, A, B, C に $+Q$ [C], $+Q$ [C], $+Q_B$ [C], $-Q$ [C] の点電荷を 2 次元平面内に配置した。OA, OB, OC の長さを a [m], $2a$ [m], a [m] とし、角 $AOC = 90^\circ$, 角 $AOB = \theta$ [°] とする ($Q > 0, Q_B > 0, a > 0$) とき、以下の問いに答えよ。ここで、真空中の誘電率を ϵ_0 [F/m] とする。

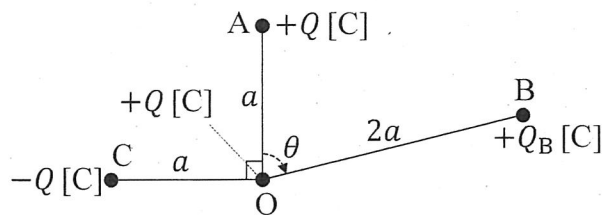


図 4

- (1) $Q_B = +Q$ [C], $\theta = 90^\circ$ [°] のときの点 O に配置された点電荷が受ける力の大きさ F_1 [N] を求めよ。
- (2) 点 O に配置された点電荷が受ける力が釣り合った。このときの Q_B [C] と θ [°] を求めよ。
- (3) $Q_B = +Q$ [C] のとき、点 O に配置された点電荷が受ける力の大きさが最大となる場合の θ [°] を求めよ。またそのときの点 O に配置された点電荷が受ける力の大きさ F_2 [N] を求めよ。

問 2 図 5 に示すように、導体球殻 A, B, C が中心を同じくして配置されている。この中心を O とし、導体球殻 A, B, C の半径を a [m], $2a$ [m], $3a$ [m] とし、それぞれに $-2Q$ [C], $+Q$ [C], $+Q$ [C] の電荷を付与した ($Q > 0$)。このとき、以下の問いに答えよ。ここで、真空中の誘電率を ϵ_0 [F/m] とし、中心 O からの距離を r [m] と定義する。また、導体球殻は非常に薄いものとする。

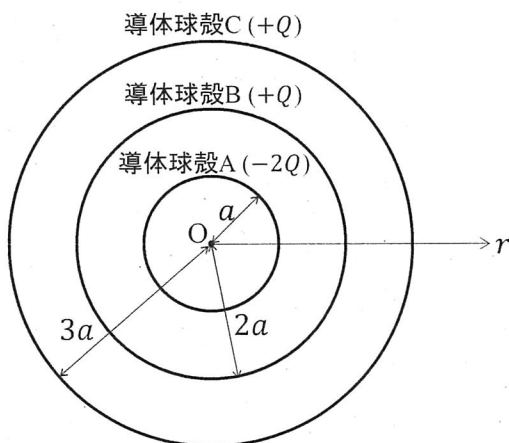


図 5

- (1) $0 < r < a$, $a < r < 2a$, $2a < r < 3a$, $3a < r < \infty$ における電界 $E(r)$ [V/m] を求めよ。ここで、中心から遠ざかる向きを電界の正と定義する。
- (2) $0 < r < a$, $a < r < 2a$, $2a < r < 3a$, $3a < r < \infty$ における電位 $V(r)$ [V] を求めよ。ここで、無限遠 ($r \rightarrow \infty$) を電位の基準とする。

問 3 図 6(a)に示すように、導体円筒 A, B が中心を同じくして配置されている。この中心を O とし、導体円筒 A, B の半径を a [m], c [m] とし、それぞれに単位長さ当たり $+\lambda$ [C/m], $-\lambda$ [C/m] の電荷を付与した ($\lambda > 0$, $0 < a < c$)。このとき、以下の問いに答えよ。ここで、真空中の誘電率を ϵ_0 [F/m] とし、中心 O からの距離を r [m] と定義する。また、導体円筒は非常に薄いものとする。

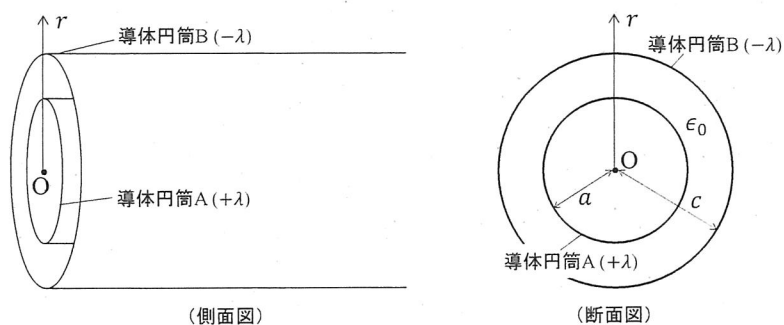


図 6(a)

- (1) $a < r < c$ における電界 $E(r)$ [V/m] を求めよ。ここで、中心から遠ざかる向きを電界の正と定義する。
- (2) 導体円筒 B を基準とする導体円筒 A の電位 V_{AB} [V] を求めよ。
- (3) 導体円筒 A, B で形成されるコンデンサの単位長さ当たりの静電容量 C_{AB} [F/m] を求めよ。

次に図 6(b)のように $a < r < b$ の間に誘電率 ϵ_1 [F/m] の誘電体を満たした ($b < c$)。

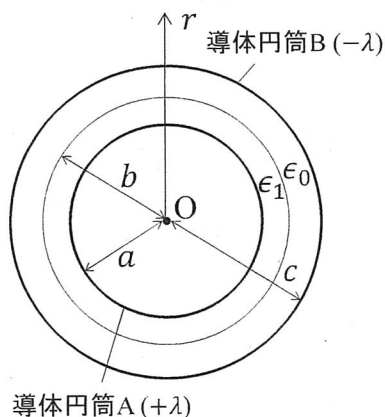


図 6(b)

- (4) 導体円筒 B を基準とする導体円筒 A の電位 V'_{AB} [V] を求めよ。
- (5) 導体円筒 A, B で形成されるコンデンサの単位長さ当たりの静電容量 C'_{AB} [F/m] を求めよ。

プログラミング

[問題 6]

問 1 要素数 `no` の `int` 型の配列 `v` を受け取り、`v[0]~v[j]` の和が最大となるような添字 `j` を返す関数

```
int findMaxSumIdx(const int v[], int no)
```

を C 言語で定義する。ただし、同じ和となる添字が複数存在する場合はその中で最小のものを返し、和が常に 0 以下になるような場合は -1 を返す。例えば、次のように宣言された配列に対して、

```
int a1[] = {2, 4, -6, -1, 0, 3};
int a2[] = {1, 2, -6, 3, 4, -4};
int a3[] = {-2, 1, -4, 3};
```

`findMaxSumIdx(a1, 6)` は 1 を、`findMaxSumIdx(a2, 6)` は 4 を、また、`findMaxSumIdx(a3, 4)` は -1 を返す。

(1)~(3) 次の空欄を埋めて、`int findMaxSumIdx(const int v[], int no)` の定義を完成させよ。

```
void findMaxSumIdx(const int v[], int no) {
    int i, sum = 0;
    int idx = (1), max = (2);

    for (i = 0; i < no; i++) {
        sum += v[i];
        if (sum > max) {
            (3)
        }
    }

    return idx;
}
```

問 2 二分探索 (binary search) の C 言語のプログラムを作成する。探したい `int` 型の値 `v` と昇順にソートされた `int` 型の配列 `data`、およびその要素数 `n` を受取り、`data[j]` と `v` が等しいような添字 `j` を返す関数

```
int binarySearch(int v, const int data[], int n)
```

を C 言語で次のように定義する。また、この関数は探す値が見つからなかった場合は -1 を返す。途中に計算の経過を示すために `printf` 関数の呼出し (`/* ※ */`) を入れておく。

```

int binarySearch(int v, const int data[], int n) {
    int m = 0;
    while (m < n) {
        int i = (m + n) / 2;
        int w = data[i];
        printf("m = %d, n = %d, i = %d¥n", m, n, i); /* ※ */
        if (w == v) {
            return i;
        } else if (w < v) {
            m = i + 1;
        } else { /* v < w */
            n = i;
        }
    }
    return -1;
}

```

さらに test という配列と main 関数を定義する。この main 関数は test の中から 2 という値を探し、見つかったときはその添字を "found @ ~." と表示し、見つからなければ "not found." と表示する。

```

#include <stdio.h>

/* ... ここに binarySearch 関数の定義 */

int test[10] = { ... };

int main(void) {
    int idx = binarySearch(2, test, 10);

    if (idx >= 0) {
        printf("found @ %d.¥n", idx);
    } else {
        printf("not found.¥n");
    }

    return 0;
}

```

- (1) `int test[10] = {-6, -5, -4, -3, 1, 1, 2, 2, 5, 6};`
 のときの、このプログラム全体の出力を答えよ。
- (2) `int test[10] = {-10, -6, -2, 3, 3, 4, 5, 7, 9, 10};`
 のときの、このプログラム全体の出力を答えよ。
- (3) さらに test と main の定義を次のように変更するとき、上の binarySearch 関数の中の `/* ※ */` の printf 関数の呼出しは何回行われるか（つまり、binarySearch が何行出力するか）答えよ。

```

#define NUM 1000
int test[NUM];

int main(void) {
    int i;

    for (i = 0; i < NUM; i++) {
        test[i] = 2 * i;    /* すべて偶数にしておく */
    }
    binarySearch(333, test, NUM); /* 奇数は絶対に見つからない */
    return 0;
}

```

問 3 以下に挙げるのは, C 言語での整数の四則演算の式の木構造を表すデータ構造 Expr と関連するいくつかの関数である。

```

struct _expr {
    struct _expr* left;
    int data;
    struct _expr* right;
};
typedef struct _expr* Expr;

int calc(int n1, int op, int n2) {
    switch (op) {
        case '+': return n1 + n2;
        case '-': return n1 - n2;
        case '*': return n1 * n2;
        case '/': return n1 / n2;
    }
}

int isNumber(Expr e) {
    return e->left == NULL && e->right == NULL;
}

Expr numberNode(int n) {
    Expr ret = (Expr)malloc(sizeof(struct _expr));
    ret->data = n;
    ret->left = ret->right = NULL;
    return ret;
}

Expr opNode(Expr left, int op, Expr right) {
    Expr ret = (Expr)malloc(sizeof(struct _expr));
    ret->left = left;
    ret->data = op;
    ret->right = right;
    return ret;
}

```

例えば $3 - 2 + 1$ という式は,

```
Expr e1 = opNode(opNode(numberNode(3), '-', numberNode(2)),  
                 '+',  
                 numberNode(1));
```

と, また, $5 * (6 + 7)$ という式は,

```
Expr e2 = opNode(numberNode(5),  
                 '*',  
                 opNode(numberNode(6), '+', numberNode(7)));
```

と表される。

(1)~(2) このデータ型に対してその値を計算する関数

```
int eval(Expr e)
```

を定義する。例えば, $\text{eval}(e1)$ は 2 であり, $\text{eval}(e2)$ は 65 である。次の空欄(1)~(2)を埋めて, `int eval(Expr e)` の定義を完成させよ。

```
int eval(Expr e) {  
    if (isNumber(e)) {  
        return (1);  
    }  
    return (2);  
}
```

(3)~(4) このデータ型に対して, その逆ポーランド記法を出力する関数

```
void reversePolish(Expr e)
```

を定義する。ここで逆ポーランド記法とは演算子をオペランドの後に置く記法である。例えば, $e1$ の逆ポーランド記法は「 $3\ 2\ -\ 1\ +$ 」であり, $e2$ の逆ポーランド記法は「 $5\ 6\ 7\ +\ *$ 」である。次の空欄(3)~(4)を埋めて, `void reversePolish(Expr e)` の定義を完成させよ。なお, 各整数や演算子のあとに区切りとして空白が出力されるようにせよ。なお, 解答の中では空白文字は「」と表記せよ (例: `printf("%d ", n);`)。

```
void reversePolish(Expr e) {  
    if (isNumber(e)) {  
        (3)  
    } else {  
        (4)  
    }  
}
```

化 学

〔問題 7〕

問 1 化学結合について、以下の問いに答えよ。

(1) 次の共有結合を極性が大きなものから順番に並べよ。

ただし、電気陰性度は $H: 2.20$, $C: 2.55$, $N: 3.04$, $O: 3.44$, $Cl: 3.16$ とする。

- ① $H-Cl$ ② $H-N$ ③ $C=O$ ④ $C-Cl$

(2) 次の分子のうち、非極性分子およびイオンを選択せよ。

- ① H_2O ② CH_4 ③ NH_3 ④ CCl_4 ⑤ NH_4^+

(3) カリウムのハロゲン化物の融点は、 $KF (858^\circ C) > KCl (770^\circ C) > KBr (734^\circ C) > KI (681^\circ C)$ の関係となっている理由について、説明せよ。

問 2 混成軌道について、以下の問いに答えよ。例として、図 7 にメタンの分子軌道を示す。

(1) ホルムアルデヒド H_2CO 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) アセチレン $HC\equiv CH$ の炭素原子は、 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。

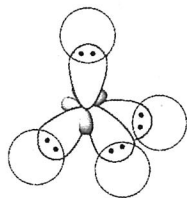


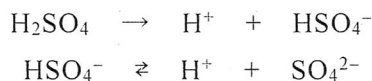
図 7 メタンの分子軌道 (例)

問 3 酸・塩基について、以下の問いに答えよ。

(1) Brønsted-Lowry の酸・塩基の定義について記し、具体的な反応例を記せ。また、反応中の酸・塩基がわかるように示せ。

(2) Lewis の酸・塩基の定義について記し、具体的な反応例を記せ。また、反応中の酸・塩基がわかるように示せ。

(3) 硫酸は次のように 2 段階に電離されることが知られている。

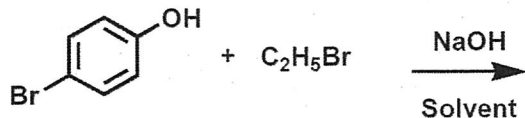


第 1 段階の電離は完全に進行するが、第 2 段階の電離では生じる水素イオンも無視することができない。希硫酸の濃度が 0.10 mol/l の時、水素イオン濃度は何 mol/l になるか答えよ。ただし、 H_2SO_4 の第 2 段階酸解離定数 $K_{a2} = 0.010$ 、有効数字は二桁とする。

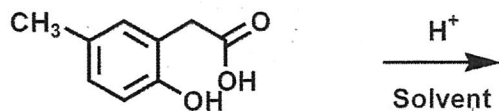
化 学
[問題 8]

問 1 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、構造式を図示せよ。

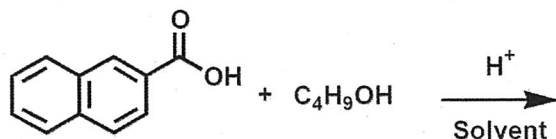
(1)



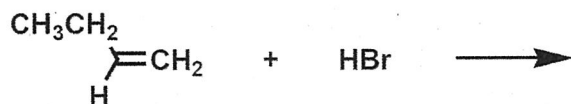
(2)



(3)



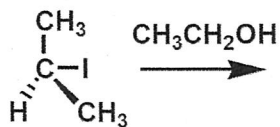
問 2 アルケンへの付加反応について、以下の問いに答えよ。



- (1) 上の付加反応により、形成されうる 2 種類の位置異性体について、構造式を記せ。また、主生成物について、下線を描け。ここでは、光学異性体を描く必要はない。
- (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。

問 3 ハロゲン化アルキルの反応について、以下の問いに答えよ。

- (1) 下記の反応が $\text{S}_{\text{N}}2$ 反応で進行した場合、得られる主生成物がどのような構造であるか、遷移状態を示して反応機構を記せ。



- (2) 上記の反応が $\text{S}_{\text{N}}1$ 反応で進行した場合、得られる主生成物がどのような構造であるか、中間体を示して反応機構を記せ。

