

2020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	13

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。
    - 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、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13ページ、解答用紙は表紙を含めて15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 5 ページ 基礎力学 [問題 4] 問の図

(誤)

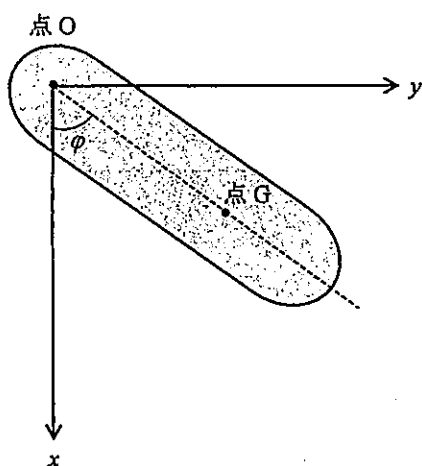


図 質量が一様な剛体の物理振り子

(正)

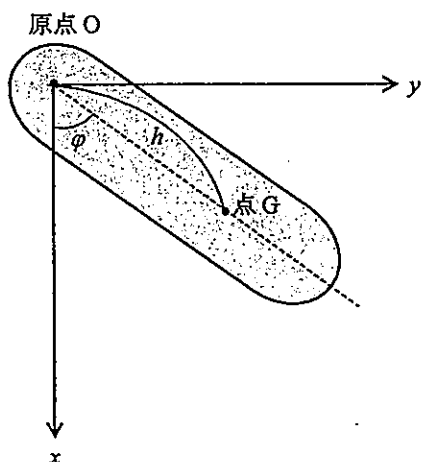


図 質量が一様な剛体の物理振り子

## 訂 正

### 工学基礎

問題紙 13 ページ 基礎力学 [問題 8] 問 2 (1)

(誤) 可能の構造異性体

(正) 可能な構造異性体

数 学  
[問題 1]

問 1 次の極限を求めよ。

$$(1) \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{\sqrt{4x^2 + 3x - 6} - 2x}$$

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

問 2  $z = \frac{\log(x^2 + y^2)}{x^2 + y^2}$  のとき偏導関数  $\frac{\partial z}{\partial x}$ ,  $\frac{\partial^2 z}{\partial y \partial x}$  を求めよ。

問 3 次の 2 重積分を求めよ。

$$\iint_D \frac{y}{x} dx dy \quad D: x^2 + y^2 \leq 4x, y \geq 0$$

[問題 2]

問 1 ベクトル  $a = \begin{bmatrix} 2 \\ -3 \end{bmatrix}$  に垂直で  $x=3$ ,  $y=6$  を通る直線を求めよ。

問 2 以下に示す行列  $U$ ,  $V$  について各設問に答えよ。

$$U = \begin{bmatrix} 1 & 3 & -1 & -1 \\ 2 & 3 & -5 & -8 \\ -1 & -2 & 2 & 3 \end{bmatrix}, \quad V = \begin{bmatrix} 4 & \sqrt{3} \\ \sqrt{3} & 2 \end{bmatrix}$$

(1) 行列  $U$  の階数 (ランク) を求めよ。

(2) 直交行列を求め、行列  $V$  を対角化せよ。

## 基礎力学 [問題 3]

長さ  $L$  の質量を無視できる伸び縮みのしない紐の一端に質量  $m$  の小球 A をつけた。紐のもう一端を点 C に固定し、点 C から鉛直下方向に  $L$  の距離の位置にある床上に質量  $M$  の小球 B を設置した。紐を伸ばした状態で小球 A を点 C と同じ高さまで持ち上げて、静かに離した。小球 A は紐をたゆませることなく運動し、小球 B と弾性衝突した。なお、重力加速度は  $g$  とし、 $m < M$  とする。

問 1 小球 A の衝突前の速さ  $v_A$  を、 $g$  および  $L$  を用いて表わせ。

問 2 衝突前の小球 A の糸の張力  $T$  を、 $g$  および  $m$  を用いて表わせ。

問 3 衝突直後の小球 A の速さ  $v_A'$  および、小球 B の速さ  $v_B'$  を求めよ。なお、解答に  $v_A$  を使用してもよいものとする。

問 4 小球 A の衝突直後の運動方向は、図の右向きか左向きか。

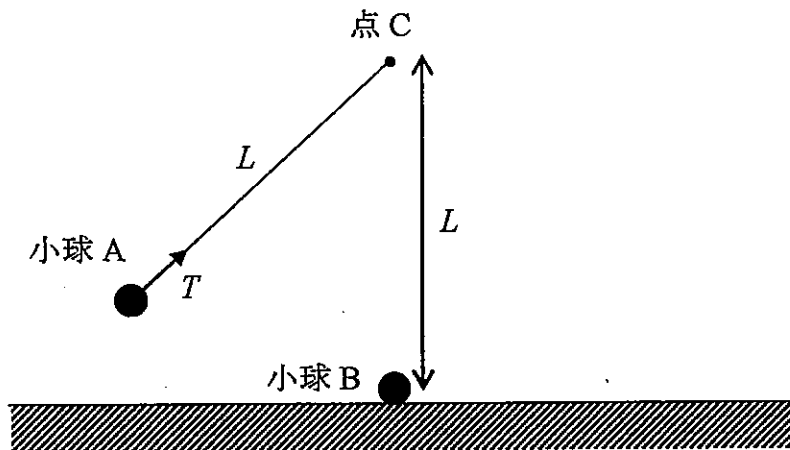


図 紐につながれた小球

## 基礎力学 [問題 4]

問 以下の空欄 (ア) ~ (サ) に当てはまる数式を答えよ。なお、重力加速度は  $g$  とする。

3次元空間において紙面鉛直に回転軸をとる、質量が一様な剛体の物理振り子を考える。図に示す剛体に対して回転軸を  $z$  軸とし、図中の鉛直下方向を  $x$  軸の正方向、水平右方向を  $y$  軸の正方向とする。また、図中鉛直下向きを重力加速度の作用方向とする。 $z$  方向に厚みが 1 の剛体における、座標が  $(x, y, z)$  位置  $i$  における微小部分を考える。この部分の質量を  $\Delta m_i$  とすると、これに作用する重力ベクトル  $F$  は、 $\Delta m_i$  を用いて、 $F = ( \text{ア} , 0 , 0 )$  と表せる。したがって、回転軸のまわりのモーメント  $\Delta N$  は (イ) となる。これを剛体全体にわたって足し合わせると、剛体に作用する重力のモーメントは

$$N = \sum_i (\text{イ})$$

となる。ここで、剛体の重心  $G$  の  $y$  座標  $y_G$  は (ウ) であり、剛体全体の質量は

$$M = \sum_i (\text{エ})$$

であることを利用すると、剛体に作用する重力モーメント  $N$  は、 $y_G$  を用いて、(オ) と表すことができる。

さらに、図に示すとおり、原点から剛体の重心である点  $G$  までの直線距離を  $h$  とし、回転軸から重心へ向かう直線が鉛直下向きと成す角を  $\phi$  とすると、 $y_G$  は (カ) であるから、モーメント  $N$  は  $y_G$  を用いることなく (キ) と表すことができる。この式を剛体の回転運動に関する運動方程式

$$I \frac{d^2 \phi}{dt^2} = N$$

に代入すると、回転軸のまわりの回転の運動方程式は (ク) となる。ここに、 $I$  は剛体の慣性モーメントである。また、 $\phi$  が十分小さい場合、運動方程式は (ケ) となる。なお、この剛体の振動の周期は (コ) となる。

また、慣性モーメント  $I$  は、回転軸から重心までの距離  $h$  を用いて  $I = I_g + Mh^2$  と表すことができるため、 $h$  を正の範囲で自由に変化させる場合においては、振動の周期の最小値は (サ) となる。ここで、 $I_g$  は重心を通る軸に関する慣性モーメントである。

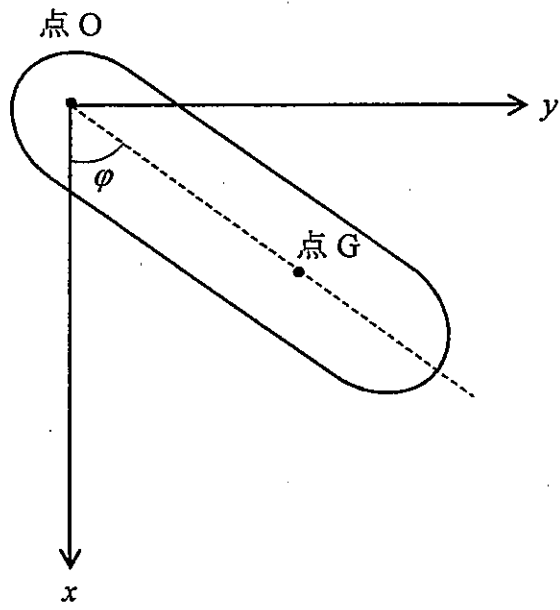


図 質量が一様な剛体の物理振り子

# 電磁気学

## [問題5]

問1 図1に示すように、真空中に直角座標系 $(x, y, z)$ を定め、 $xy$ 平面上に原点 $O$ を中心とした半径 $R$  [m]の円を置く。円周上に線電荷（電荷の線密度 $q$  [C/m]）が一様に分布している。また、 $z$ 軸上の $z_0$  [m]の位置にある点を点 $P(0, 0, z_0)$ とする。真空の誘電率を $\epsilon_0$  [F/m]とすると、以下の小問に答えよ。

(1) 円と $x$ 軸が交わる点 $A(R, 0, 0)$ を中央とした円周上の長さ $\Delta l$  [m]の微小部分の電荷 $q\Delta l$  [C]を考える。この微小部分の電荷により点 $P$ につくられる電界を、直角座標系表記で表せ。ただし、 $\Delta l$ は十分小さく、この微小部分の電荷は点 $A$ に置いた点電荷とみなせるものとする。

(2) 点 $P$ に $Q$  [C]の点電荷を置く。円周上の全ての電荷により点 $P$ に置いた点電荷が受ける力の大きさを求めよ。

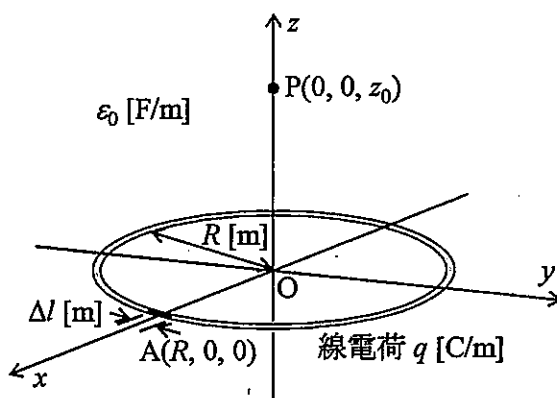


図1 円周上の線電荷

問2 図2に示すように、真空中に原点 $O$ を中心とした半径 $a$  [m]の球がある。この球の内部に、次式で表される密度 $\rho(r)$  [C/m<sup>3</sup>]の電荷が原点 $O$ について球対称に分布している。

$$\rho(r) = \rho_0 \left(1 - \frac{r^2}{a^2}\right)$$

ここで、 $r$  [m]は原点 $O$ からの距離、 $\rho_0$ は定数である。真空の誘電率を $\epsilon_0$  [F/m]とすると、原点 $O$ から $r$  [m]の距離にある点での電界の大きさを求めよ。球の内部 ( $r < a$  のとき) と外部 ( $r \geq a$  のとき) に分けて答えよ。

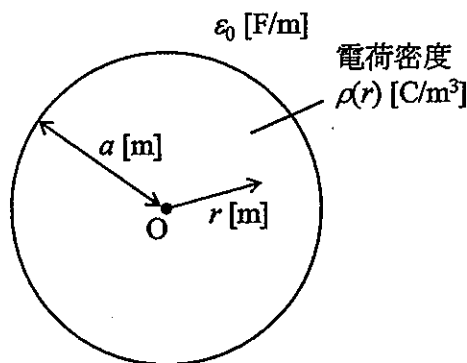


図2 球対称電荷分布



問3 図3に示すように、真空中に面積  $S$  [m<sup>2</sup>]の十分に広く平坦な導体1と導体2を平行に配置する。導体間を、誘電率  $\epsilon_A$  [F/m]、厚さ  $a$  [m]の誘電体Aと、誘電率  $\epsilon_B$  [F/m]、厚さ  $b$  [m]の誘電体Bで満たした。このとき、以下の小問に答えよ。ただし、誘電体A、Bの導電率および導体1、2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。

(1) 導体1に  $-Q$  [C]、導体2に  $Q$  [C]の電荷を与えたとき、誘電体Aと誘電体Bの内部での電束密度の大きさ、および、電界の大きさをそれぞれ求めよ。

(2) 導体1と導体2をふたつの電極としたコンデンサの静電容量を求めよ。

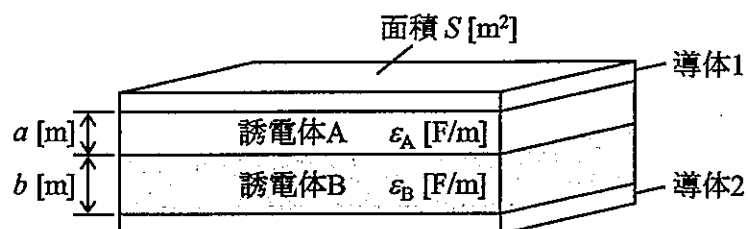


図3 導体1、2と誘電体A、Bの配置

## プログラミング [問題6]

問1 C言語で関数 `void foo(int n)`, `void bar(int n)` を、次のように再帰的に定義する。ただし、`%` は整数の除算の余りを求める演算子である。

```
#include <stdio.h>

void foo(int n) {
    if (n >= 3) foo(n / 3);
    printf("%d", n % 3);
}

void bar(int n) {
    printf("%d", n % 3);
    if (n >= 3) bar(n / 3);
}
```

- (1) `foo(110)` の出力を答えよ。
- (2) `bar(110)` の出力を答えよ。
- (3) `void bar(int n)` と同等で、再帰を使わず繰り返しを使う関数 `void barIter(int n)` を定義せよ。

問2 次のプログラムは、ノーム (gnome) 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(const int a[], int no) {
    int i;
    printf("{ ");
    for (i = 0; i < no; i++) {
        printf("%d, ", a[i]);
    }
    printf("}%n");
}

void swap(int a[], int i, int j) {
```

```

    int tmp = a[i]; a[i] = a[j]; a[j] = tmp;
}

void gnome_sort(int a[], int no) {
    int i = 1;
    while (i < no) {
        if (a[i - 1] <= a[i]) {
            i++;
        } else {
            swap(a, i - 1, i);
            print_array(a, no);    /* A */
            i--;
            if (i == 0) {
                i++;
            }
        }
    }
}

int main(void) {
    int a[8] = {4, 2, 7, 5, 3, 9, 1};
    print_array(a, 8);    /* B */
    gnome_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, 2, 7, 5, 3, 9, 1, }
```

と出力する。このあとに続く5行の出力（つまり、/\* A \*/というコメントのある行を5回実行したときまでの出力）を書け。

問3 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;
}

void print_list(List p) {
    for ( ; p != NULL; p = p->next) {
        printf("%d_", p->value);
    }
}

```

ただし、空リストはマクロ NULL で表す。関数 `List range(int m, int n)` と関数 `void remove_multiple(List xs)` を次のように定義する。

関数 `List range(int m, int n)` は `int` 型の引数 `m`, `n` を受取り、 $m < n$  のときは先頭の要素が `m` で、次の要素が `m + 1` というように要素が 1 ずつ増えていき、末尾の要素が `n - 1` の整数のリストを返し、 $m \geq n$  のときは NULL を返す。例えば、`range(2, 6)` は `cons(2, cons(3, cons(4, cons(5, NULL))))` と同等のリストになる。

関数 `void remove_multiple(List xs)` は引数として整数のリストを受取り、そのリストをつなぎ変えて（つまり `cons` を呼び出して新しい `struct _list` 構造体を確保するのではなく、引数のリストを構成する `struct _list` 構造体の `next` フィールドを書き換えることによって）リストの先頭の要素の倍数を含む `struct _list` 構造体を削除する。（ただし、先頭の `struct _list` 構造体自体は削除しない。）このとき、削除された `struct _list` 構造体は `void free(void *p)` で解放するものとする。例えば、`remove_multiple(range(2, 8))` は `cons(2, cons(3, cons(5, cons(7, NULL))))` と同等のリストになる。（4 と 6 を含む `struct _list` 構造体が削除され、解放される。）

(1)~(3) 次の空欄を埋めて range と remove\_multiple の定義を完成させよ。なお、整数の除算の余りを求める演算子は%である。

```
List range(int m, int n) {
    if ( (1) ) return NULL;
    else return cons(m, (2));
}

void remove_multiple(List xs) {
    List ys = xs->next;
    int p = xs->value;

    (3)
}
}
```

(4) さらに main 関数を次のように定義するとき、その出力を答えよ。

```
int main(void) {
    List xs = range(2, 25);
    List init = xs;
    for ( ; xs != NULL ; xs = xs->next) {
        remove_multiple(xs);
    }
    print_list(init);
    putchar('\n');
    return 0;
}
```

## 化 学

### [問題 7]

- 問 1 以下の文章中の ( ① ) ~ ( ④ ) の空欄に入る適切な語句を記入せよ。
- (1) 電気陰性度の大きい元素と電気陰性度の小さい元素が結合する場合, ( ① ) 結合になりやすい。一方, 電気陰性度の大きい元素と電気陰性度の大きい元素が結合する場合, ( ② ) 結合になりやすい。
  - (2)  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{CHCH}$ ,  $\text{CCl}_4$  分子の中では, ( ③ ) が極性分子である。
  - (3)  $\text{H}_2\text{O}$  分子では O 原子が ( ④ ) 混成軌道で H 原子と結合する。
- 問 2 福島第一原発事故の放射能汚染水に質量数 90 の放射性ストロンチウム ( $^{90}\text{Sr}$ ) が含まれている。Sr は第 38 番元素である。次の問いに答えよ。
- (1)  $^{90}\text{Sr}$  原子の中性子の数を記入せよ。
  - (2) Sr 原子の電子配置を, 例にならって記入せよ。  
(例)  $_{11}\text{Na}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
  - (3) 不対電子の数を記入せよ。
  - (4) Sr は第何周期, 第何族の元素であるかを答えよ。
- 問 3  $\text{MgO}$  と  $\text{CaO}$  は共に 6:6 型イオン結晶である。次の問いに答えよ。
- (1) Mg - O 結合と Ca - O 結合は, どちらの結合が強いかをイオン結合の視点から推定し, 理由を説明せよ。
  - (2)  $\text{MgO}$  結晶と  $\text{CaO}$  結晶はどちらが固いかを推定し, 理由を説明せよ。  
ただし, Mg と Ca それぞれ第 12 番元素と第 20 番元素である。
- 問 4 ある温度で  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  のギ酸 ( $\text{HCOOH}$ ) が 4.5% 電離した。この温度におけるギ酸の  $K_a$  および溶液の  $\text{H}^+$  濃度を求めよ。有効数字二桁まで計算する。

## 化 学

### [問題 8]

- 問 1 ベンゼン ( $C_6H_6$ ) について、次の問いに答えよ。
- (1)  $C_6H_6$  の分子構造を記入せよ。
  - (2)  $C_6H_6$  の結合と分子構造について、混成軌道を用いて説明せよ。
- 問 2 分子式  $C_4H_{10}O$  をもつアルコールについて、次の問いに答えよ。
- (1) 可能な構造異性体の構造式を全て記入せよ。
  - (2) 光学活性を有する構造異性体を記入せよ。また不斉中心炭素に\*をつけよ。
- 問 3 ニトロベンゼンからアニリンを経由してアセトアニリドを合成した。次の問いに答えよ。
- (1) ニトロベンゼンからアニリンの合成反応について化学反応式を用いて説明せよ。
  - (2) アニリンからアセトアニリドの合成反応について化学反応式を用いて説明せよ。
  - (3) ニトロベンゼン 25 g からアセトアニリド 10 g が合成できた。この反応の収率を計算せよ。有効数字二桁まで計算する。  
ただし、C, H, O, N の原子量はそれぞれ 12, 1, 16, 14 とする。
- 問 4 安息香酸メチル、フェノール、アニリンを含有するベンゼン溶液がある。この溶液から性質の異なる安息香酸メチル、フェノール、アニリンをそれぞれ分離する方法について説明せよ。