

筑波大学 情報学群 情報科学類・情報メディア創成学類

平成 27年度 学群編入学試験

学力検査問題(専門科目)

[注意事項]

1. 試験開始の合図があるまで、問題の中を見てはいけません。
2. 解答用紙の定められた欄に、学群、学類(併願者は第一志望の学類)、氏名、受験番号を記入すること。
3. この問題冊子は全部で 10 ページ(表紙、白紙を除く)です。
4. 専門科目の選択について、
(ア) 情報科学類と情報メディア創成学類を併願する者は、問題 1 から問題 6(数学、情報基礎、物理学)の計 6 問から 4 問を選択して答えなさい。ただし、情報メディア創成学類の合否判定においては、数学と情報基礎の解答のみを評価します。
(イ) 情報科学類を単願する者は、問題 1 から問題 6(数学、情報基礎、物理学)の計 6 問から 4 問を選択して答えなさい。
(ウ) 情報メディア創成学類を単願する者は、問題 1 から問題 4(数学、情報基礎)の計 4 問をすべて答えなさい。
5. 解答用紙は、専門科目で選択した 4 問に対して、各問 1 枚の合計 4 枚を用いること。
6. 解答用紙上部の

 欄に解答する問題番号を記入すること。

問題1 数学 (1)

(1) 曲面 $x^2 = y(2 + 3x + z)$ の任意の接平面は，接平面によらない定点 P を通ることを証明して，この点 P の座標を求めなさい．

(2) 次の 2 重積分を求めなさい．

$$\int \int_D \sqrt{x^2 + y^2} \, dx dy, \quad D = \{(x, y) \mid x^2 + y^2 \leq 2x\}$$

問題2 数学 (2)

未知数 x, y を含む次の3つの行列に関して設問 (1)–(4) に答えなさい.

$$\mathbf{F}(x, y) = \begin{bmatrix} x & 0 & 0 & y \\ 0 & a & b & 0 \\ 0 & 0 & c & 0 \\ y & 0 & 0 & x \end{bmatrix}, \quad \mathbf{G}(x) = \begin{bmatrix} a & b & 0 \\ 0 & c & 0 \\ 0 & 0 & x \end{bmatrix}, \quad \mathbf{H}(y) = \begin{bmatrix} a & b & 0 \\ 0 & 0 & y \\ 0 & c & 0 \end{bmatrix}.$$

ただし, a, b, c はいずれも 0 でないものとする.

- (1) $\mathbf{G}(x)$ と $\mathbf{H}(y)$ の行列式 $|\mathbf{G}(x)|$ と $|\mathbf{H}(y)|$ をそれぞれ求めなさい.
- (2) $|\mathbf{G}(x)| = |\mathbf{H}(y)|$ が成り立つ必要十分条件を求めなさい.
- (3) $|\mathbf{G}(x)|$ と $|\mathbf{H}(y)|$ を使って $\mathbf{F}(x, y)$ の行列式 $|\mathbf{F}(x, y)|$ を表しなさい.
- (4) $|\mathbf{G}(x)| \neq |\mathbf{H}(y)|$ のとき, $|\mathbf{F}(x, y)| = 0$ が成り立つ必要十分条件を求めなさい.

問題 3 情報基礎 (1)

- (1) 下の C 言語の関数 swap は、整数配列 array の i 番目の要素と j 番目の要素を入れ替える。(ア)～(ウ)にあてはまる C 言語の式を答えなさい。

```
void swap(int i, int j, int array[]) {  
    int tmp = array[i];  
    array[ (ア) ] = array[ (イ) ];  
    (ウ) ;  
}
```

- (2) 下の C 言語の関数 max_position は、整数 n(ただし n は 1 以上) と整数配列 array を与えると、array の先頭の n 個の要素のうち、最大の要素の添字を返す。(工)～(オ)にあてはまる C 言語の式を答えなさい。

```
int count;  
  
int max_position(int n, int array[]) {  
    count++;  
    if (n > 1) {  
        int p = max_position(n - 1, array);  
        if (array[n - 1] < array[p]) {  
            return max_position(n - 1, array); /* */  
        } else {  
            return (工) ;  
        }  
    }  
    return (オ) ;  
}
```

- (3) a3 を、要素数が 3 の整数配列とする。関数 max_position を以下のように呼び出して、大域変数 count の値を出力したとする。

```
count = 0;  
max_position(3, a3);  
printf("%d\n", count);
```

- (3-1) 出力される値は a3 の要素によって異なるが、出力される可能性のある最大の値を答えなさい。
- (3-2) 上のプログラムで、関数 max_position の引数として 1 以上の整数 n と、要素数が n の配列を与えた時、出力される可能性のある最大の値を n の式で書きなさい。整数演算の桁あふれは考慮しなくてよい。

次ページに続く

(4) 下の関数 s を考える .

```
void s(int n, int array[]) {  
    if (n > 1) {  
        swap(n - 1, max_position(n, array), array);  
        s(n - 1, array);  
    }  
}
```

次のコードを実行した際 , 「A=」 「B=」 および 「C=」 の後に出力される数値をそれぞれ答えなさい .

```
int a10[] = {10, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9};  
count = 0;  
s(10, a10);  
printf("A=%d\n", a10[3]);  
printf("B=%d\n", a10[9]);  
printf("C=%d\n", count);
```

(5) 下の関数 r を考える .

```
void r(int n, int array[]) {  
    if (n > 1) {  
        swap(0, max_position(n, array), array);  
        r(n - 1, array + 1);  
    }  
}
```

次のコードを実行した際 , 「D=」 および 「E=」 の後に出力される数値をそれぞれ答えなさい .

```
int a10[] = {10, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9};  
r(10, a10);  
printf("D=%d\n", a10[3]);  
printf("E=%d\n", a10[9]);
```

(6) 関数 max_position の , /* */ とコメントのある行を

```
return p; /* */
```

と書き換えたとする . (4) と同じコードを実行した際 , 「C=」 の後に出力される数値を答えなさい .

問題 4 情報基礎 (2)

文字列の集合を格納する辞書を実現するプログラムについて考える。辞書には、同じ文字列は 1 つのみ含まれる。辞書に対する操作として、検索、追加、すべての文字列の表示の 3 つが提供されるものとする。そのような辞書を、図 1 に示す構造で実現するものとする。

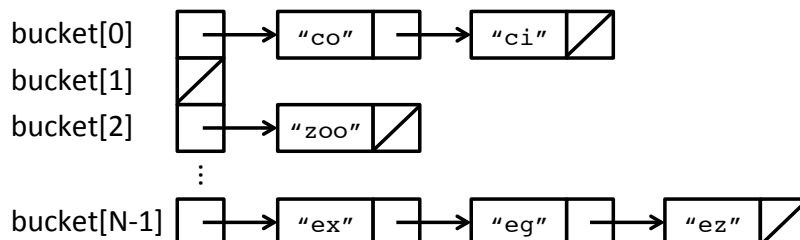


図 1 辞書を実現する構造

配列 `bucket` には、その後に続く文字列を格納するリスト構造へのポインタが入る。配列 `bucket` の大きさは `N` とする。文字列が、どの配列要素から続くリスト構造に入るかは、関数 `h(char *str)` により決まる。リスト構造を表す箱における斜線は、終端を表し、値としては `NULL` が入る。

上記の辞書構造、および辞書構造と操作を実現する以下の C 言語で書かれたプログラムに関する設問に答えなさい。

C 言語で書かれたプログラム

```
struct dict_list {
    (ア) *next;
    char *name;
};

struct dict_list *bucket[N];

int h(char *str) {
    return *str % N;
}

int search(char *str) {
    struct dict_list *elem;
    int i;
```

次ページに続く

```

    i = h(str);
    elem = bucket[i];
    while (elem) {
        if(!strcmp(elem->name, str))
            return -1;
        elem = elem->next;
    }
    (イ);
}

void insert(char *str) {
    struct dict_list *new;
    int i;

    i = search(str);
    if (i < 0)
        return;
    new = malloc(sizeof(struct dict_list));
    (ウ);
    new->name = str;
    (エ);
}

void display(void) {
    int i;
    struct dict_list *elem;

    for (i = 0; i < N; i++) {
        elem = bucket[i];
        if (elem == NULL)
            continue;
        printf("bucket[%d]->", i);
        while (elem) {
            printf("[%s]->", elem->name);
            (オ);
        }
        printf("[]\n");
    }
}

```

次ページに続く

`strcmp(char *s1, char *s2)` は、2つの文字列を引数にとり、同じ文字列として照合されれば0を返す。異なる場合は、辞書順で $s1 < s2$ であれば負の整数、 $s1 > s2$ であれば正の整数を返す。`malloc(size_t size)` は、引数で指定された大きさの領域を確保し、そこへのポインタを返す。上記のプログラムでは、確保に失敗した場合については考慮していない。

また、関数 `h(char *str)` の引数に、空文字列は渡されないものとする。

- (1) 空欄 (ア)～(オ) を埋め、プログラムを完成しなさい。なお、空欄にカンマまたはセミコロンで区切られた複数の文は入れないこと。
- (2) プログラム中の `N` を 100 とする。この時、以下に示す文字列を、上から下の順番で、関数 `insert(char *str)` により辞書に追加した後、関数 `display(void)` により辞書の内容を表示した時の出力を書きなさい。なお、文字コードはアルファベット順に並んでおり、その値は連続している。文字 `a` は 0x61 (16進数) である。

```
hydrogen
helium
lithium
beryllium
boron
carbon
nitrogen
oxygen
fluorine
neon
```

- (3) 関数 `h(char *str)` を以下に示すように変更する。これを関数 h_2 とし、上記プログラム中に含まれるもとの関数 `h(char *str)` を関数 h_1 とする。

```
int h(char *str) {
    return (str[0] + str[1]) % N;
}
```

プログラム中の `N` を 100 とし、設問 (2) に示した文字列を追加した後の状態で、文字列 `sodium` を追加した時、 h_1 、 h_2 のそれぞれの場合において、関数 `search(char *str)` の中で `strcmp()` が呼ばれる回数を答えなさい。

次ページに続く

(4) 関数 `h(char *str)` を以下に示すように変更する. これを関数 h_3 とする.

```
int h(char *str) {
    unsigned int i, v;
    int l = strlen(str);

    v = 0;
    for (i = 0; i < l; i++)
        v = v + (str[i] << ((i * 7) % 31));

    return v % N;
}
```

N が十分に大きく, また辞書に含まれる文字列の数 n も十分に大きい時, 関数 h_1 と比較して, 関数 h_3 を用いた場合の検索にかかる時間を考察しなさい.

問題5 物理学 (1)

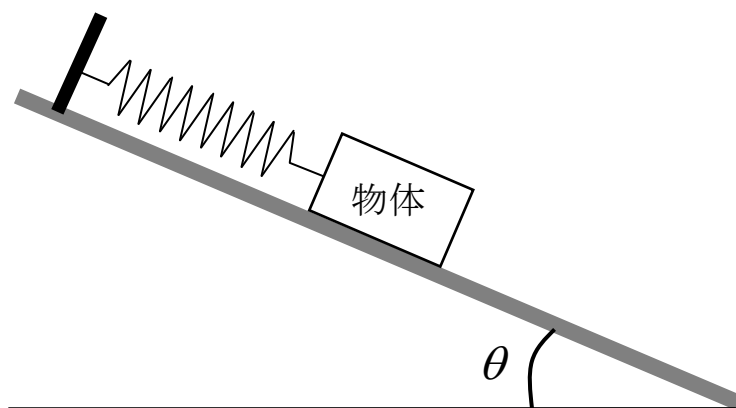
下図に示すように、水平と θ ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$) の角をなす摩擦のある十分に長い斜面がある。この斜面の上で質量 m の物体が、斜面に沿って上端が固定されたばねに取り付けられている。なお、ばねの自然長を ℓ 、ばね定数を k 、重力加速度を g 、動摩擦係数を μ' とし、ばねの重さと空気の抵抗は無視できるものとする。以下の各問いに答えなさい。

(1) 物体が滑り上がりながら、ばねの長さが d ($d < \ell$) となっているとき、物体にかかっているすべての力の方向と大きさを求めなさい。なお、方向を示すのに図を用いてもよい。

(2) ばねの長さが自然長るとき、物体が斜面に沿って速さ v_0 で滑り上がっていたとする。その後、ばねが物体により押し縮められて、最も短くなった時のばねの長さ d_{\min} を求めなさい。

(3) (2) で、ばねが最も短くなった後、物体が再び動き出すための斜面の静止摩擦係数 μ に関する条件を求めなさい。なお、(2) で求めた d_{\min} を用いて表してもよい。

(4) (2) で、ばねが最も短くなった後、物体が斜面下方向に動き出した。ばねの長さが最初に自然長に戻ったときの物体の速さ v を求めなさい。なお、(2) で求めた d_{\min} を用いて表してもよい。

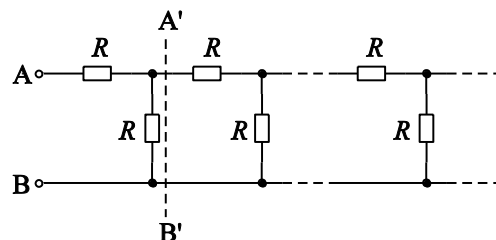


問題 6 物理学 (2)

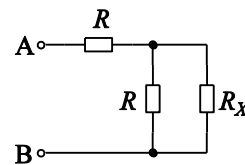
以下の問いに答えなさい。

- (1) 図 1(a)に示すような抵抗器 R を無限に繰り返し接続した回路網の A-B 間の合成抵抗 R_{∞} を求めたい。次の問いに答えなさい。

- ① 図 1(a)に示す回路で、破線 A'-B'より右側の回路の合成抵抗を R_X とすると、図 1(b)のようになる。A-B 間の合成抵抗 R_{∞} を、 R と R_X を使って求めなさい。
- ② 図 1(a)の A-B 間の合成抵抗 R_{∞} を、 R のみで表しなさい。



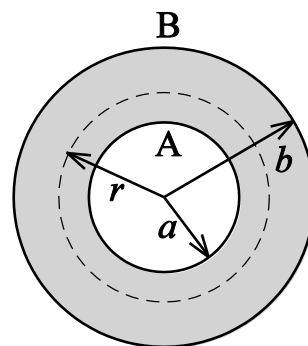
(a)



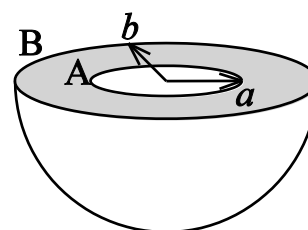
(b)

図 1

- (2) 中心が共通な薄い導体球殻 A, B がある。図 2(a)は、その中心を通る断面を示したものである。これらの半径はそれぞれ a , b であり、 $0 < a < b$ とする。A と B の間は、抵抗率 ρ の物質で均一に満たされている。球殻 A から球殻 B へ電流 I を流す。



(a)



(b)

図 2

- ① 球殻の中心からの距離を r とする。電界の大きさ $E(r)$ を求めなさい。ただし、 $a < r < b$ とする。
- ② A-B 間の電気抵抗 R を求めなさい。
- ③ 球殻 A, B 及び抵抗率 ρ の物質を、図 2(b)のように分割して半分にした。このときの A-B 間の電気抵抗 R' を求めなさい。電流は、A から B へ一様に流れるものとする。