

筑波大学 情報学群 情報科学類・情報メディア創成学類

令和2年度 学群編入学試験

学力試験問題(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. 解答用紙と下書き用紙の定められた欄に、氏名、受験番号を記入すること。
3. この問題冊子は全部で8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) 次の式で与えられる陰関数 $z = f(x, y)$ の偏導関数 $\frac{\partial z}{\partial x}$, $\frac{\partial z}{\partial y}$ を求めなさい.

$$\frac{x}{y} + \frac{y}{z} + \frac{z}{x} = 1$$

- (2) 次の定積分の値を求めなさい.

$$\int_1^{\infty} \frac{dx}{x(x+1)}$$

問題2 数学2

(1) 行列 $A = \begin{pmatrix} a & b \\ \frac{1}{2} & c \end{pmatrix}$ が直交行列となるような a, b, c の組を全て求めなさい.

(2) 行列 $B = \begin{pmatrix} 3 & 0 & d \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$ について、以下の問いに答えなさい.

(2-1) B の固有多項式を求めなさい.

(2-2) B が対角化不可能となるような d の値を全て求めなさい.

問題3 情報基礎1

C言語に関する以下の問いに答えなさい。ただし、浮動小数点演算による丸め誤差等は無視してよい。

- (1) 以下の関数 e は、引数として x および n (ただし n は0以上の整数) を受け取り、 x^n を戻り値とする。

```
double e(double x, int n) {
    if (n == 0)
        return 1;
    else
        return x * e(x, n - 1);
}
```

- (1-1) 関数 e が x^n を求めるまでに、関数 e で用いられている四則演算は何回実行されるか。その回数を n を用いて表しなさい。
- (1-2) 以下の関数 $e1$ は関数 e と同じ引数に対して同じ値を戻り値とする。

```
double e1(double x, int n) {
    int i;
    double r = 1;
    for (i = 0; i < n; i = i + 1)
        
    return r;
}
```

空欄を代入文一つで埋めてこの関数を完成させなさい。

- (2) M 次の多項式 $f(x) = p_M x^M + \cdots + p_1 x + p_0$ (ただし M は正の整数) は、配列 p を使って、 i 次の項の係数 p_i を $p[i]$ とすることにより表現できる。また、以下の関数 $calc$ は、引数として多項式 f を表現する配列 p 、および x を受け取り、 x における f の値を戻り値とする。

```
double calc(double p[], double x) {
    int i;
    double r = 0;
    for (i = 0; i <= M; i = i + 1)
        r = r + p[i] * e(x, i);
    return r;
}
```

ただし、この定義に用いられている関数 e は(1)において定義されたものと同一である。また M はプログラムにおいて関数 $calc$ より前に定義されているものとする。

次ページに続く

- (2-1) 関数 `calc` が x における f の値を求めるまでに、関数 `calc` および関数 `e` で用いられている四則演算は何回実行されるか。その回数を M を用いて表しなさい。
- (2-2) 関数 `calc` の時間計算量を、 M を用いた漸近的時間計算量（オーダー）で表しなさい。
- (2-3) 関数 `calc` と同じ引数に対して同じ戻り値を、より良いオーダーの時間計算量で求める関数を定義しなさい。またその関数の時間計算量を、 M を用いたオーダーで表しなさい。

問題4 情報基礎2

C言語で書かれた下のプログラムは文字列の順列※を生成するものである。このプログラムについて、下記の問いに答えなさい。なお、プログラムの各行の左端は行番号を表している。また、プログラム中で使われている関数 `strlen` は与えられた文字列の長さを返す関数である。たとえば、`strlen("ABC")` は3を返す。

※ 順序の異なるすべての並べ方。たとえば `xyz` の順列は、`xyz`、`xzy`、`yxz`、`yzx`、`zxy`、`zyx` である。

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <string.h>
3
4  void swap(char string[], int i, int j) {
5      char tmp = string[i];
6      string[i] = string[j];
7      string[j] = tmp;
8  }
9
10 void make_permutation(char pattern[], int n) {
11     if (n <= 1) {
12         printf("%s\n", pattern);
13     } else {
14         int n1 = n - 1;
15         for (int i = 0; i < n; i++) {
16             swap(pattern, i, n1);
17             make_permutation(pattern, n1);
18             swap(pattern, i, n1);
19         }
20     }
21 }
22
23 int main() {
24     char pattern[] = (a);
25     make_permutation(pattern, strlen(pattern));
26 }
```

次ページに続く

- (1) 関数 `make_permutation` はその定義の中で `make_permutation` 自身を呼び出している。このように自分自身への呼び出しを用いて定義される関数は何と呼ばれるか答えなさい。
- (2) 空欄 (a) が "ABC" のとき、このプログラムの実行結果を書きなさい。
- (3) 関数 `swap` は与えられた文字列中の 2 文字を交換するが、実際には文字列が変わらないことがある。空欄 (a) が "ABC" のとき、そのような無駄な呼び出しが何回あるか答えなさい。
- (4) 関数 `swap` の無駄な呼び出しが行われないように、条件分岐 (if 文など) を加えずに、関数 `make_permutation` を書き換えたい。どの行をどのように書き換えれば良いか答えなさい。行を追加や削除しても構わない。なお書き換えにより引数や出力結果を変えてはならない。
- (5) 空欄 (a) が AB から始まる長さ k の文字列であるとき、プログラムの出力の中で、最初に右端に B が現れるのは何行目か答えなさい。ただし、文字列には同じ文字は 2 つ以上含まれないものとする。

問題 5 物理学 1

図1のような半径 R 、一定の面密度 ρ の薄い円盤を考える。この円盤を中心からの距離 αR （ただし、 $0 < \alpha < 1$ ）を境に、円盤 A と中空の円盤 B に分割する。このとき、以下の問いに答えなさい。

- (1) 図2のように円盤 A、B を水平な床の上におき、それぞれの円盤の中心から垂直に回転軸をとる。この回転軸まわりの慣性モーメントを円盤 A、B のそれぞれについて求めなさい。

次に、円盤 A、B を回転軸まわりに、時刻 $t = 0$ で角速度 ω_0 で回転させる。回転中の円盤には重力と、床との動摩擦力が常に働くとする。重力加速度を g 、床との動摩擦係数を μ として以下の問いに答えなさい。なお、重力は回転軸の下方向に働くとし、重力と動摩擦力以外の力は働かないものとする。また、動摩擦係数 μ は角速度によらず一定とする。

- (2) 回転している円盤 A、B のそれぞれに働くトルクの大きさを求めなさい。
(3) 回転している円盤 A、B のそれぞれが静止するのに要する時間を求めなさい。
(4) 回転している円盤 A、B のそれぞれが静止するのに要する時間の差を求め、その結果に基づいて、どちらの円盤が早く静止するか述べなさい。



図1

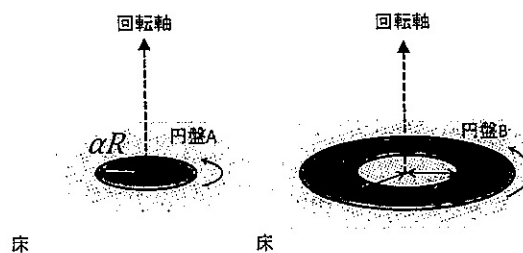


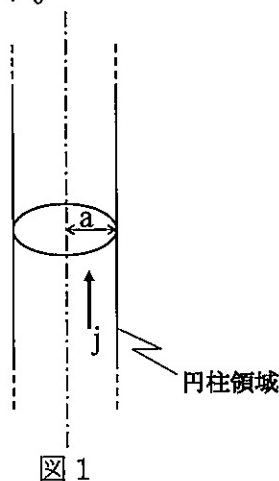
図2

問題 6 物理学 2

以下の問いに答えなさい。

- (1) 図 1 に示すように、半径 a の無限に長い円柱領域内を単位面積当たり j の一様な電流が流れている。円柱の中心軸からの距離を r として、円柱内 ($0 < r < a$)、および、円柱外 ($a < r$) における磁束密度 $B(r)$ の大きさを求めなさい。

なお、透磁率は円柱内外において μ_0 とする。



- (2) 図 2 に示す電圧 V の直流電源、スイッチ、抵抗値 R の抵抗、静電容量 C のコンデンサからなる直列回路において、開いていたスイッチを時刻 $t=0$ で閉じる。なお、スイッチを閉じる前にコンデンサに蓄えられている電荷は無いものとする。以下の ① と ② に答えなさい。

- ① 時刻 t ($t > 0$) において回路を流れる電流 $i(t)$ 、および、コンデンサの電極間の電位差 $v(t)$ を求めなさい。
- ② スwitchを閉じてから時刻 t までに抵抗で消費されるエネルギー $U(t)$ を求めなさい。

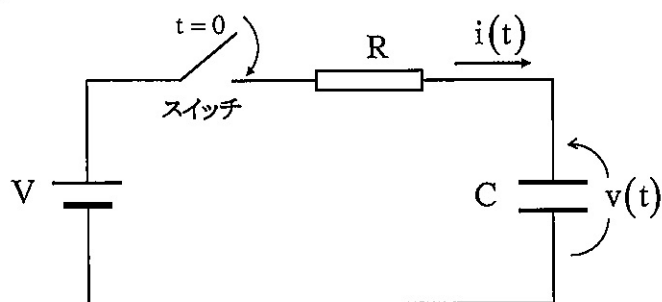


図 2