

2020 年度 大学院 (修士課程) 入学試験問題

(理工学研究科 数理情報学専攻)

(科目名：英語)

2019 年 9 月 14 日 (土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

I 次の英文を和訳しなさい。ただし、[]内の訳は不要です。

【引用部分は削除しています】

[K. Atkinson and W. Han, Spherical Harmonics and Approximations on the Unit Sphere: An Introduction, Springer, 2012 から引用. spherical harmonics: 球面調和関数, Euclidean space: ユークリッド空間, trigonometric function: 三角関数, Laplace: ラプラス (人名), Legendre: ルジャンドル (人名)]

II 次の英文を和訳しなさい。ただし、[]内の訳は不要です。

【引用部分は削除しています】

[T. Hastie, R. Tibshirani, and J. Friedman, The Elements of Statistical Learning, Springer, 2016 から引用. spam: 迷惑メール, junk email: 価値のない Eメール, clog: ふさぐ, 詰らせる]

III 現在研究している内容を 100 語程度の英文で説明しなさい。

2020年度 大学院(修士課程) 入学試験問題  
(科目名:専門 I)

(理工学研究科 数理情報学専攻)  
2019年9月14日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

※ 問題 I には必ず解答し、さらに、問題 II, III, IV から 2 題を選択して解答しなさい。  
所定の解答用紙に問題番号と解答を書くこと。  
解答用紙は 1 題につき 1 枚を使用しなさい。

I  $f_1, f_2$ , および  $f_3$  は、それぞれ次の  $xy$  平面上の 1 次変換とする。

$f_1$ : 反時計回りに角  $\theta$  だけ回転する 1 次変換

$f_2$ :  $x$  軸に関して対称移動する 1 次変換

$f_3$ : 反時計回りに角  $-\theta$  だけ回転する 1 次変換

ただし、 $0 < \theta < \pi/2$  とする。

- (1)  $f_1, f_2, f_3$  を表す行列をそれぞれ書きなさい。
- (2)  $f_1, f_2, f_3$  の順番で変換したときにできる 1 次変換  $F$  を表す行列を求めなさい。
- (3) 1 次変換  $F$  を表す行列の固有値と固有ベクトルを求めなさい。
- (4) 1 次変換  $F$  はある直線に関する対称移動になっている。この直線を求めなさい。

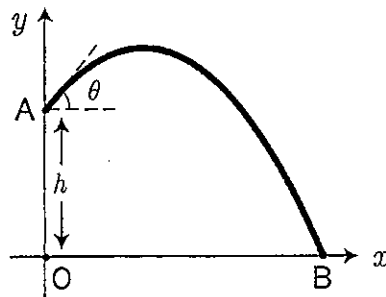
II 条件  $x^2 + y^2 = 4$  のもとで、関数  $f(x, y) = x^2 - 4xy - 2y^2$  の最大値と最小値を求めなさい。

2020年度 大学院(修士課程) 入学試験問題  
(科目名:専門 I)

(理工学研究科 数理情報学専攻)  
2019年9月14日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

Ⅲ 空気の抵抗を無視した物体の放物運動を考える。図に示すように、水平面上の点  $O$  の鉛直上方の高さ  $h$  ( $> 0$ ) の点  $A$  から時刻  $t = 0$  に速さ  $v_0$  で水平面との角度  $\theta$  ( $0 < \theta < \pi/2$ ) で物体を投射する。物体は鉛直面内で放物運動を行い、時刻  $t = t_1$  ( $> 0$ ) に水平面上の点  $B$  に到達した。点  $O$  を原点とし、水平右向きに  $x$  軸、鉛直上向きに  $y$  軸をとる。重力加速度の大きさを  $g$  とし、次の問いに答えなさい。



- (1)  $0 < t < t_1$  での物体の座標  $x(t)$ ,  $y(t)$  を求めなさい。
- (2)  $t_1$  を求めなさい。
- (3)  $OB$  間の距離  $R$  を求めなさい。
- (4)  $R$  を  $\theta$  の関数と考え、 $\theta = \pi/4$  における  $\frac{dR}{d\theta}$  を求めなさい。
- (5)  $\theta$  を  $\pi/4$  から少し小さくしたときに  $R$  は増加するか、減少するか、あるいは変わらないかを、理由をつけて答えなさい。

2020年度 大学院(修士課程) 入学試験問題  
(科目名:専門I)

(理工学研究科 数理情報学専攻)  
2019年9月14日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

IV 要素数  $n$  の整数配列  $a$  が与えられたとき, この配列の添字の組  $(i, j, k)$  で

$$i < j < k \quad \text{かつ} \quad a[i] + a[j] = a[k]$$

という条件を満たすものが何組あるかを調べたい。例えば

$$n = 7, \quad a = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|} \hline 8 & -5 & -2 & 6 & 1 & -3 & 6 \\ \hline \end{array}$$

である場合, この条件を満たすものは

$$\begin{array}{cccccccc} & i & & j & & k & & & & i & & j & & k & & & & i & & j & & k \\ \hline \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|} \hline 8 & -5 & -2 & 6 & 1 & -3 & 6 \\ \hline \end{array} & & & & & & & & & \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|} \hline 8 & -5 & -2 & 6 & 1 & -3 & 6 \\ \hline \end{array} & & & & & & & & & \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|} \hline 8 & -5 & -2 & 6 & 1 & -3 & 6 \\ \hline \end{array} \\ \hline \end{array}$$

の3組であるから, 求める値は3である。

- (1) これをどのような手順で行えばよいかを考え, その手順を説明しなさい。
- (2) (1)の手順を行うプログラムを, C言語, またはJava言語を用いて書きなさい。ただし,  $a$  と  $n$  を引数として, 求める値を戻り値として戻すような関数またはクラスメソッド(静的メソッド)の形で書きなさい。

2020年度 大学院(修士課程) 入学試験問題  
(科目名:専門Ⅱ)

(理工学研究科 数理情報学専攻)  
2019年9月14日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

- ※ 6題中3題を選択して解答しなさい。  
所定の解答用紙に問題番号と解答を書くこと。  
解答用紙は1題につき1枚を使用しなさい。

I 次の問いに答えなさい。

- (1) 次の命題の真偽を判定しなさい。また、その否定命題を作りなさい。ただし、否定の言葉(「でない」など)を使わずに作ること。

「ある  $\delta > 0$  が存在して、 $|x| < \delta$  を満たす任意の実数  $x$  に対して  $x^2 < \frac{1}{2}$  が成り立つ」

- (2)  $\mathbb{R}$  上の関数  $f(x)$  を次のように定義する。

$$f(x) = \begin{cases} x \sin \frac{1}{x} & (x \neq 0) \\ C & (x = 0) \end{cases}$$

関数  $f(x)$  が  $x = 0$  で連続になるように  $C$  の値を決めなさい。また、このとき、関数  $f(x)$  が  $x = 0$  で連続であることを  $\varepsilon$ - $\delta$  論法で証明しなさい。ただし  $\varepsilon$ - $\delta$  論法による証明とは、 $f(x)$  が  $x = 0$  で連続であることを以下のように示すものである。

「任意の  $\varepsilon > 0$  に対して、ある  $\delta > 0$  が存在して、 $|x| < \delta$  を満たす任意の実数  $x$  に対して  $|f(x) - f(0)| < \varepsilon$  が成り立つ」

II 次の問いに答えなさい。

- (1) 複素関数  $e^z$  を、 $z = 2$  を中心とするテイラー級数に展開しなさい。  
(2) 複素関数  $e^{\frac{1}{z}}$  を、特異点  $z = 0$  を中心とするローラン級数に展開しなさい。  
(3) 次の複素積分を求めなさい。

$$\int_{|z|=3} \frac{e^z}{(z-2)^3} dz, \quad \int_{|z|=1} z^3 e^{\frac{1}{z}} dz, \quad \int_{|z-2|=1} z^3 e^{\frac{1}{z}} dz$$

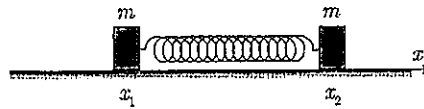
受験番号		氏名	
------	--	----	--

Ⅲ 等しい質量  $m$  を持つ2つの物体が、水平な一直線 ( $x$  軸) 上を、摩擦力や空気抵抗を受けずに運動する。図に示すように、2つの物体はばね定数  $k$ 、自然長  $\ell$  のばねでつながれている。時刻  $t$  における2つの物体の位置をそれぞれ  $x_1(t)$ ,  $x_2(t)$  とする。

時刻  $t = 0$  の物体の位置と速度が、それぞれ

$$x_1(0) = 0, \quad x_2(0) = \frac{\ell}{3}, \quad \frac{dx_1}{dt}(0) = 2v_0, \quad \frac{dx_2}{dt}(0) = 0$$

で与えられ ( $v_0$  は定数)、また常に  $x_1(t) < x_2(t)$  が成り立つものとする。次の問いに答えなさい。



- (1) この2つの物体の運動方程式をそれぞれ書きなさい。
- (2) 2つの物体の質量中心(重心)  $x_G(t) = \frac{x_1(t) + x_2(t)}{2}$  の満たす運動方程式を求めなさい。
- (3) (2) の  $x_G(t)$  を求めなさい。
- (4) 物体1からみた物体2の位置  $x(t) = x_2(t) - x_1(t)$  の満たす運動方程式を求めなさい。
- (5) (4) の  $x(t)$  を求めなさい。
- (6)  $x_1(t)$ ,  $x_2(t)$  を求めなさい。

受験番号		氏名	
------	--	----	--

IV  $y(x)$  についての微分方程式

$$x^2 \frac{d^2 y}{dx^2} - x \frac{dy}{dx} + y = (\log x)^2 - 6 \quad (x > 0) \quad \dots\dots (*)$$

を考える。

- (1)  $t$  の関数  $z(t) = y(e^t)$  に対して  $\frac{dy}{dx}(e^t) = e^{-t} \frac{dz}{dt}(t)$  が成り立つことを示しなさい。
- (2) 変数変換  $t = \log x$  を用いて、独立変数を  $x$  から  $t$  に変える。 $(*)$  の解  $y(x)$  に対して、 $z(t) = y(e^t)$  と変換して得られる  $z$  は次の微分方程式

$$\frac{d^2 z}{dt^2} - 2 \frac{dz}{dt} + z = t^2 - 6 \quad \dots\dots (**)$$

を満たすことを示しなさい。

- (3)  $(**)$  の一般解を求めなさい。
- (4)  $y(1) = 1, y(e) = 5$  を満たす  $(*)$  の解を求めなさい。

受験番号		氏名	
------	--	----	--

V 次のCプログラムは、配列  $d$  に格納された  $n$  個の整数を挿入ソートのアルゴリズムによって昇順(小さい値が先)に整列させるものである。

```
int sort(int d[], int n)
{
    int i, j, tmp, c = 0;

    for (j = 1; j < n; j++) {
        i = j;
        while (1) {
            c++;
            if (i == 0 || d[i-1] <= d[i])
                break;
            tmp = d[i-1];
            d[i-1] = d[i];
            d[i] = tmp;
            i--;
        }
    }
    return c;
}
```

- (1) この関数を呼び出したときの引数が  $d[] = \{4, 3, 5, 1, 2\}$ ,  $n = 5$  であった場合の戻り値を求めなさい。
- (2) 要素数が5の整数配列の内、この関数の引数  $d$  として与えたときの戻り値が最小となるようなものの例を示し、そのときの戻り値を求めなさい。ただし、実引数  $n$  の値は5とする。
- (3) 要素数が  $n$  の整数配列の内、この関数の引数  $d$  として与えたときの戻り値が最大となるようなものを考え、そのときの戻り値を  $f(n)$  と表すことにする。ただし、引数  $n$  の値は  $n$  とする。  $f(n)$  を  $n$  で表しなさい。



2020年度 大学院(修士課程) 入学試験問題  
(科目名:専門Ⅱ)

(理工学研究科 数理情報学専攻)  
2019年9月14日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

Ⅵ 文字列の集合  $L$  は、次の3つの条件をすべて満たすような集合の内、最小の集合である。

1. 文字列 "A" は  $L$  の要素である。
2. 文字列  $s$  が  $L$  の要素ならば、 $s$  を "(" と ")" で囲んでできる文字列も  $L$  の要素である。
3. 文字列  $s$  と  $t$  がどちらも  $L$  の要素ならば、 $s$  と  $t$  を連結してできる文字列も  $L$  の要素である。

(1) 集合  $L$  に属する長さ5の文字列をすべて列挙しなさい。

(2) 次の (a), (b) のいずれかのプログラムを書きなさい。

- (a) `char *` 型の引数  $s$  を受け取り、 $s$  の指す文字列が集合  $L$  の要素ならば 1 を、要素でなければ 0 を、`int` 型の戻り値として戻す C 言語の関数 `check`
- (b) `String` 型の引数  $s$  を受け取り、文字列  $s$  が集合  $L$  の要素ならば `true` を、要素でなければ `false` を、`boolean` 型の戻り値として戻す Java 言語のクラスメソッド (静的メソッド) `check`

# 2020年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 電子情報学専攻)

(科目名:英語)

2019年9月14日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

次の問題すべてについて解答しなさい。別紙の解答用紙は1問につき1枚ずつ使用し、必ず問題番号を記入しなさい(解答が白紙であっても、すべての用紙に受験番号、氏名、問題番号を記入すること)。

## I (英語)

次の英文を読み、以下の設問に答えなさい。

【引用部分は削除しています】
----------------

(出典) Science Updates (成美堂 2016年)

(注) infrared radiation 赤外線放射

- (1) 下線部(1)を訳しなさい。
- (2) 下線部(2)について、赤外線望遠鏡が宇宙空間で最もよく機能するのはなぜか、その理由を日本語で説明しなさい。
- (3) 下線部(3)について、赤外線が宇宙を理解する上で重要である理由を日本語で説明しなさい。

得点

# 2020年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 電子情報学専攻)

(科目名:英語)

2019年9月14日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

## II (英語)

次の英文は" New Device Shows Human Body As Never Seen Before"と題した記事で、6つのパラグラフから構成されている。この英文に関する下記の問いに、原文に則して日本語で答えなさい(直訳でなくてよいが、原文の内容を十分に踏まえて書くこと)。なお、問題の番号を適宜示して解答すること。

<p>【引用部分は削除しています】</p>
-----------------------

(出展) Science & Technology, Voice of America Learning English 2016年1月17日の放送原稿より抜粋

- (1) 一般的に PET とはどのようなものか、第1パラグラフに即して答えなさい。
- (2) 新しい PET 装置は、従来のものと比べてどのような特徴をもっているか、第1パラグラフおよび第2パラグラフに即して答えなさい。
- (3) 一般的に PET は X線 CT や MRI と比べてどのような特徴を持っているか、第3パラグラフおよび第4パラグラフに即して答えなさい。
- (4) 新しい PET 装置は、腫瘍(癌)の診断においてどのような特徴を持っているか、第5パラグラフに即して答えなさい。
- (5) 新しい PET 装置は、新しい医薬品の開発においてどのような特徴を持っているか、第6パラグラフに即して答えなさい。

得点

# 2020年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 電子情報学専攻)

(科目名: 専門 I)

2019年9月14日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

次の問題すべてについて解答しなさい。別紙の解答用紙は1問につき1枚ずつ使用し、必ず問題番号を記入しなさい(解答が白紙であっても、すべての用紙に受験番号、氏名、問題番号を記入すること)。

## I (数学)

自然対数の底  $e$  は、対数の研究で有名な数学者ジョン・ネイピアの名前から、ネイピア数とも呼ばれている。 $e$  に関する次の(1)~(5)の問いに答えなさい。

- (1)  $f(x) = e^x$  をマクローリン展開しなさい。
- (2)  $x = 1$  の時、5 次の項までの和を分数で求めなさい。
- (3) (2) で求めた答えの小数点第4位を四捨五入した値を記入しなさい。また、ネイピア数  $e$  と比較し、大小関係を記しなさい。
- (4)  $f(x, y) = e^{x^2+y^2}$  の2階偏導関数  $f_{xx}(x, y)$ ,  $f_{xy}(x, y)$ ,  $f_{yx}(x, y)$ ,  $f_{yy}(x, y)$  を求めなさい。
- (5) 極座標を利用して  $\iint_D e^{x^2+y^2} dx dy$  の累次積分を計算しなさい。  
ただし、 $D: x^2 + y^2 \leq 4$  とする。

## II (数学)

実数  $p \geq 0$ ,  $q \geq 0$ ,  $r \geq 0$ ,  $\theta, \varphi, \lambda$  について、複素行列  $N = \begin{pmatrix} re^{i\lambda} & pe^{i\theta} \\ qe^{i\varphi} & re^{i(\lambda+\pi)} \end{pmatrix}$  を考える。

次の(1)~(4)の問いに答えなさい。なお、行列  $A$  に対して、 $\text{tr}A$  はトレース(対角成分の和)、 $\det A$  は行列式、 $A^\dagger$  はエルミート共役(転置し成分の複素共役をとる)を表す。また、 $e^{i\alpha} = \cos \alpha + i \sin \alpha$  である。

- (1)  $\text{tr}N$  を求めなさい。
- (2)  $N$  が  $NN^\dagger = N^\dagger N$  を満たすとき、 $p$  と  $q$  の関係を求めなさい。
- (3)  $N$  が(2)に加え  $\det N = -1$  も満たすとき、 $p$  と  $r$  の関係、および、 $e^{2i\lambda}$  の値を求めなさい。
- (4) (2)と(3)の条件を満たし、かつ、 $pe^{i\theta} = \frac{1+2i}{3}$  となる複素行列  $N$  をすべて求めなさい。

## III (電気回路)

図1、図2の回路について次の(1)~(3)の問いに答えなさい。

- (1) 図1に示す回路においてAG間の電位差  $E$  を求めなさい。
- (2) 図1の回路のAG間に  $100\mu\text{F}$  のコンデンサを図2のように接続した時、コンデンサが充電される時定数を求めなさい。
- (3) 図2において、ある時刻に  $100\mu\text{F}$  のコンデンサ両端の電位差が  $E$  であった場合、その時にそれぞれの抵抗を通してコンデンサを充電している電流  $I_1$  と電流  $I_2$  を電位差  $E$  を用いて式で表しなさい。

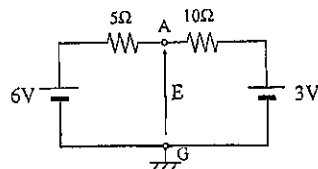


図1

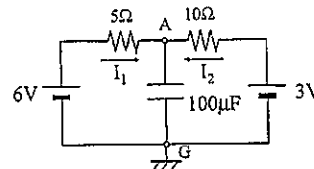


図2

得点

--

# 2020年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 電子情報学専攻)

(科目名: 専門Ⅱ)

2019年9月14日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

次の7問のうち3問を選んで解答しなさい。別紙の解答用紙は1問につき1枚ずつ使用し、必ず問題番号を記入しなさい(解答が白紙であっても、すべての用紙に受験番号、氏名、問題番号を記入すること)。

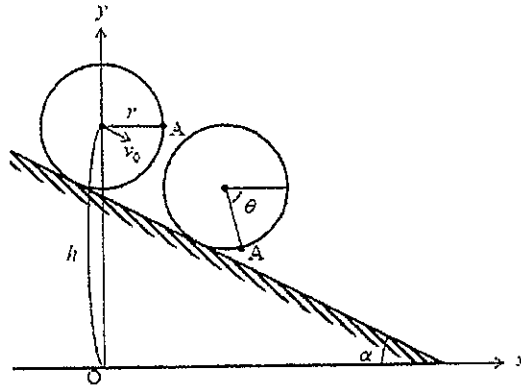
## I (力学)

半径  $r$  の円板を、傾斜角  $\alpha$  の斜面で中心の高さが  $h$  となる場所に置く。斜面に沿った初速  $v_0$  を与えると、円板は斜面を転がっていく。円板の質量は中心に集中しており、重力加速度を  $g$  とする。  $x$  軸と  $y$  軸は、下図のとおりとする。次の(1)~(5)の問いに答えなさい。

- (1) 円板の中心の  $x$  座標と  $y$  座標を、初速  $v_0$  を与えてからの時間  $t$  の式で書きなさい。

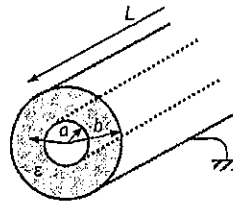
円板は斜面に対して滑らずに回転する。はじめに円板の中心の水平右方向で円周にあった点 A について、次の問いに答えなさい。

- (2) 点 A の回転角  $\theta$  を、  $t$  の式で書きなさい。  
 (3) 点 A の座標  $(x, y)$  を、  $t$  の式で書きなさい。  
 (4) 点 A の速度  $(v_x, v_y)$  を、  $t$  の式で書きなさい。  
 (5) 点 A の加速度  $(a_x, a_y)$  を、  $t$  の式で書きなさい。



## II (電磁気学)

右図のように、内径  $a$ 、外径  $b$ 、長さ  $L$  の誘電体パイプ(誘電率  $\epsilon$ )の内面と外面に金属薄膜がコートされている。外側の金属膜は接地されており、内側の金属膜全体には  $Q (> 0)$  の電荷が一樣に蓄えられている。長さ  $L$  は十分に長く、端部の影響は無視できるとして、次の(1)~(6)の問いに答えなさい。



- (1) 外側の金属膜に蓄えられている電荷の密度(面電荷密度)を正負も考慮して求めなさい。  
 (2) 真空中(誘電率  $\epsilon_0$ )にある電荷  $+q$  からは  $q/\epsilon_0$  の電気力線が出る。この誘電率  $\epsilon$  のパイプでは、内側の金属膜から出る電気力線の総数、および単位面積から出る電気力線の数はいくらになるか答えなさい。  
 (3) 中心から距離  $r$  ( $a < r < b$ ) 離れた位置での電場の大きさを求めなさい。  
 (4) 内側の金属膜の電位を求めなさい。  
 (5) 誘電体パイプの内面と外面の間の静電容量はいくらか答えなさい。  
 (6) 静電容量を大きくするには、内径  $a$ 、外径  $b$ 、長さ  $L$ 、誘電率  $\epsilon$  をどのように変えればよいか述べなさい。

得点

# 2020年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 電子情報学専攻)

(科目名: 専門Ⅱ)

2019年9月14日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

### Ⅲ (電子工学)

対陰極物質  $^{63}\text{Cu}$  に加速電圧  $V$  の電圧で加速された電子を衝突させた時、X線が発生した。このとき次の(1)~(4)の問いに答えなさい。

- (1) 発生するX線の波長分布(縦軸: X線強度、横軸: 波長)を連続X線と特性X線が分かるように図示しなさい。
- (2) 発生する連続Xの最短波長 $\lambda$ を電子の加速電圧 $V$ 、光速 $c$ 、プランク定数 $h$ 、電気素量 $e$ を用いて示しなさい。
- (3) 特性X線の発生原理を説明しなさい。
- (4) 面間隔 $d$ の格子面に波長 $\lambda_1$ の特性X線が入射するとき、回折条件(ブラッグの条件)を、図を用いて説明しなさい。何と何が等しくなると回折が起きるか言葉と数式で答えなさい。

### Ⅳ (コンピュータサイエンス)

次のC言語プログラムについて、次の(1)~(2)の問いに答えなさい。

なお、

`printf(char *s, const char *fmt, char *t);`  
は、文字列 $t$ の値を書式 $fmt$ にしたがって、`printf`関数と同じ出力で文字列 $s$ に代入する関数である。  
例えば、`t="abc"` のとき、`printf(s, "X%sY", t);` により、 $s$ には "XabcY" が代入される。

```
#include <stdio.h>
int fibC (int n, char c[10]) {
    int ret = 1;
    char cb[10], cc[10];
    printf (cb, "%sB", c);
    printf (cc, "%sC", c);
    if (n > 1) ret = fibC (n-2, cb) + fibC (n-1, cc);
    printf (" n: %d ret: %d [%s]\n", n, ret, c);
    return ret;
}
int fib (int n) {
    int ret = 1;
    if (n > 1) ret = fib (n-2) + fib(n-1);
    return ret;
}
int main () {
    {int n = 3; printf ("fib (%d) = %d\n", n, fibC (n, "A"));} /* ア */
    {int i; for (i = 0; i < 10; i++) printf (" %2d: %2d\n", i, fib(i));} /* イ */
}
```

- (1) main 関数のアの行を実行したとき、出力は、

```
n: 1 ret: 1 [AB]
n: 0 ret: 1
n: 1 ret: 1
n: 2 ret: 2 [AC]
n: 3 ret: 3
fib (3) = 3
```

となる。このうちの2行目、3行目、5行目の空欄の部分には何が出来られるか答えなさい。

- (2) イの行を実行したときの出力を書きなさい。

得点

得点

2020 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 電子情報学専攻)

(科目名: 専門Ⅱ)

2019 年 9 月 14 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

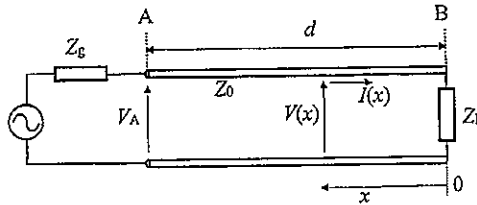
V (コンピュータ工学)

整数の加算回路に関する次の(1)~(4)の問いに答えなさい。

- (1) 半加算回路の真理値表を示しなさい。
- (2) 半加算回路を用いて全加算回路を構成しなさい。
- (3) 複数の全加算回路を接続した逐次桁上げ方式による 4 ビットの加算回路を示しなさい。
- (4) 桁上げ先見方式による  $n(n \geq 2)$  ビットの加算回路で使用されるキャリー(桁上がり)の計算方法を説明しなさい。

VI (高周波回路と伝送路)

下図に示すような損失のない分布定数線路の終端 B に負荷インピーダンス  $Z_L$  が接続されている。伝送線路の特性インピーダンスを  $Z_0$ 、入射波と反射波の波長を  $l$  とする。

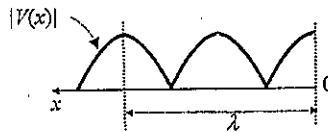


負荷から距離  $d$  離れた A 端の電圧を  $V_A$  とすると、線路上任意の点  $x$  での電圧  $V(x)$  と電流  $I(x)$  は以下のように表わされる。

$$V(x) = V_A \frac{Z_L \cos \beta x + j Z_0 \sin \beta x}{Z_L \cos \beta d + j Z_0 \sin \beta d} \quad I(x) = \frac{V_A Z_0 \cos \beta x + j Z_L \sin \beta x}{Z_0 Z_L \cos \beta d + j Z_0 \sin \beta d}$$

ここで、 $\beta$  は位相定数である。この線路上の電圧  $V(x)$  と電流  $I(x)$  について、次の(1)~(4)の問いに答えなさい。

- (1) 線路終端が開放された ( $Z_L = \infty$ ) 時、任意点  $x$  での電圧  $V(x)$  と電流  $I(x)$  を  $V_A$  の式で表しなさい。
- (2) 線路終端が開放された ( $Z_L = \infty$ ) 時、 $x$  を変化させて線路上の電圧の実効値  $|V(x)|$  を描くと下図のようになる。下図に、線路上の電流の実効値  $|I(x)|$  の分布を描きなさい。



- (3) 線路終端が短絡された ( $Z_L = 0$ ) 時、任意点  $x$  での電圧  $V(x)$  と電流  $I(x)$  を  $V_A$  の式で表しなさい。
- (4) 線路終端が短絡された ( $Z_L = 0$ ) 時、線路上の電圧の実効値  $|V(x)|$  と電流の実効値  $|I(x)|$  の分布を描きなさい。

得点

# 2020年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 電子情報学専攻)

(科目名: 専門Ⅱ)

2019年9月14日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

## VII (信号処理技術)

ハミング符号による誤り訂正を考える。符号長7ビットとし、受信した7ビットの符号語を  $x_1x_2x_3x_4x_5x_6x_7$  ( $x_k = 0$ 又は $1$ ;  $k = 1 \dots 7$ )とする。このとき、

$$c_0 = x_1 + x_3 + x_5 + x_7$$

$$c_1 = x_2 + x_3 + x_6 + x_7$$

$$c_2 = x_4 + x_5 + x_6 + x_7$$

を計算 (mod 2) し、 $c_0$ 、 $c_1$ および $c_2$ のうち1つ以上0が含まれる場合は左から*i*ビット目を反転して誤りを訂正する。ここで、 $i = c_0 + 2c_1 + 4c_2$ とする。次の(1)~(3)の問いに答えなさい。

- (1)このハミング符号により誤りを検出する場合、何ビットの誤り検出が可能か答えよ。
- (2)情報ビット数を求めよ。
- (3)受信した符号語が1000101であった場合、誤り訂正後の符号語を求めよ。

得点



2020 年度 大学院（修士課程）入学試験問題

(理工学研究科 機械システム工学専攻)

2019 年 9 月 14 日 (土)

(科目名：英語)

- I. 以下の計測器具の使い方に関する英文を読み、< (a) >に適する英単語を、また< (A) >および< (B) >に適する数値を解答欄 I に書きなさい。また、下線部①および②を和訳して、解答欄 I に書きなさい。

【引用部分は削除しています】

(STARRETT TOOLS, Fourth Edition Catalog No.27 より抜粋)

- II. "Product Design and Concurrent Engineering (製品設計とコンカレント・エンジニアリング)" と題された以下の英文を読み、下線部③～⑦を和訳して、解答欄 II に書きなさい。

【引用部分は削除しています】

(Manufacturing Processes for Engineering Materials より抜粋)

2020 年度 大学院（修士課程）入学試験問題

(理工学研究科 機械システム工学専攻)

2019 年 9 月 14 日 (土)

(科目名：専門 I)

物理

- I. 図 1 のように、均質で厚さの無視できる質量  $M$ 、辺の長さ  $a$ 、 $b$  の長方形の板がある。板の重心  $G$  を通り、板に垂直な軸のまわりの慣性モーメント  $I$  を求めなさい。導出過程の計算と説明を丁寧に記述すること。

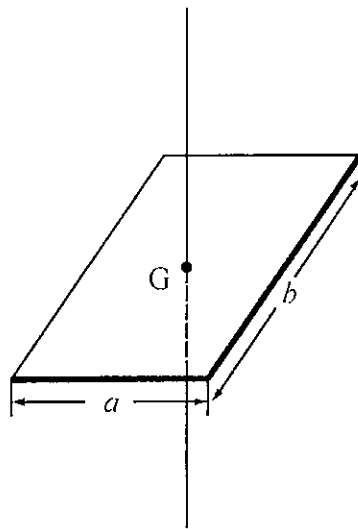


図 1

- II. 質点の運動量と角運動量、および力のモーメントについて考えよう。
- (1) 原点から  $\vec{r}$  の位置の質点が運動量  $\vec{p}$  で運動しているとき、原点に関する角運動量  $\vec{L}$  を、 $\vec{r}$  と  $\vec{p}$  を用いて式で示しなさい。
  - (2) 原点に関する力のモーメント  $\vec{N}$  と角運動量  $\vec{L}$  の時間依存性を式で示しなさい。
- III.  $xy$  平面のなかで運動する質点にはたらく力  $\vec{F}$  の  $x$  成分  $F_x$  ならびに  $y$  成分  $F_y$  が、質点の座標を  $(x, y)$  として  $F_x = y^2$ 、 $F_y = xy$  で与えられている。原点  $O(0, 0)$  から、点  $P(a, 3a)$  まで、 $y = 3x$  の直線上を質点が移動するとき、力  $\vec{F}$  のなす仕事の大きさ  $W$  を求めなさい。ただし、 $a$  は正の定数である。

## 2020年度 大学院（修士課程）入学試験問題

(理工学研究科 機械システム工学専攻)

2019年9月14日(土)

(科目名：専門Ⅰ)

数学

- I.  $y$ が $x$ の関数であるとき、微分方程式  $y'' - y' - 2y = 2x^2 - 3$  について、以下の問いに答えなさい。
- (1) 微分方程式  $y'' - y' - 2y = 0$  の特性方程式の解を求めなさい。
  - (2) 微分方程式  $y'' - y' - 2y = 0$  の一般解を求めなさい。
  - (3) 微分方程式  $y'' - y' - 2y = 2x^2 - 3$  の特殊解を  $y = Ax^2 + Bx + C$  としたときの  $A$ 、 $B$  および  $C$  を求めなさい。ただし、 $A$ 、 $B$  および  $C$  は定数である。
  - (4) 微分方程式  $y'' - y' - 2y = 2x^2 - 3$  の一般解を示しなさい。
  - (5) 微分方程式  $y'' - y' - 2y = 2x^2 - 3$  において、 $x = 0$  のとき、 $y = 1$ 、 $y' = 3$  であるときの解を求めなさい。
- II. 行列  $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & -3 \\ 0 & -3 & 1 \end{pmatrix}$  に対する固有値と、それぞれの固有値に対応する固有ベクトルをすべて求めなさい。
- III. だ円  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$  ( $a > 0, b > 0$ ) を  $y$  軸まわりに回転してできる回転体の体積  $V$  が  $\frac{4}{3}\pi a^2 b$  であることを示しなさい。

2020 年度 大学院（修士課程）入学試験問題

（理工学研究科 機械システム工学専攻）

2019 年 9 月 14 日（土）

（科目名：専門Ⅱ）

「機械材料・強度学」、「材料力学」、「熱力学」、「流体工学」、「機械力学」、「制御工学」

の 6 分野から 3 分野を選んで解答しなさい。（それぞれ別の解答用紙に記入すること）

2020年度 大学院（修士課程）入学試験問題

(理工学研究科 機械システム工学専攻)

2019年9月14日（土）

(科目名：専門Ⅱ)

機械材料・強度学

I. 非鉄金属材料について、以下の問いに答えなさい。

(1) 表1の材料欄(a)～(d)は、アルミニウム、鉄、銅、純チタンのいずれかである。対応を記入しなさい。

(2) 表2は、チタン合金の機械的性質を示す。表中の耐力、伸び、絞りについて各々50文字程度で説明しなさい。

(3) チタン合金には $\alpha$ 型、 $\beta$ 型、 $\alpha+\beta$ 型が存在する。表2のチタン合金はいずれも同じ型に属するが、どの型か、判断した理由とともに答えなさい。

(4) 純チタンの変態点は882°Cであり、 $\alpha$ 相 $\rightleftharpoons$  $\beta$ 相で変態する。 $\alpha$ 相、 $\beta$ 相の結晶構造は各々何か答えなさい。

表1 各種材料の物理的性質

	(a)	(b)	(c)	(d)
比重	4.51	7.86	8.93	2.7
融点[°C]	1668	1530	1083	660
電気抵抗率 20°C [ $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ ]	47.0~55.0	9.7	1.7	2.7
ヤング率[GPa]	104.3	192.2	116.7	69.1
熱伝導度[W/(m·K)]	17.00	67.00	386.0	204.00

表2 チタン合金の機械的性質

組成	引張強さ [N/mm <sup>2</sup> ]	耐力 [N/mm <sup>2</sup> ]	伸び [%]	絞り [%]
Ti-6Al-4V	890	820	15	20
Ti-6Al-6V-2Sn	1270	1170	10	20
Ti-5Al-2Sn-2Zr-4Cr-4Mo	1140	1070	8	10

2020 年度 大学院（修士課程）入学試験問題

(理工学研究科 機械システム工学専攻)

2019 年 9 月 14 日 (土)

(科目名：専門Ⅱ)

制御工学

I. 伝達関数が  $G(s) = \frac{10}{1+2s}$  で表される系について、以下の各問いに答えなさい。

- (1) 単位ステップ応答を求めなさい。
- (2) ボード線図におけるゲインと位相差を表す式を求めなさい。

II. 図 1 に示すブロック線図で表される制御系について、以下の各問いに答えなさい。  
ただし、 $K > 0$  とする。

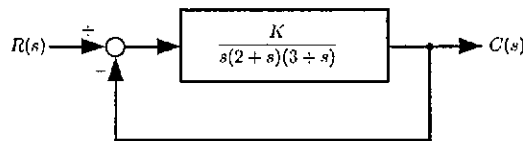


図 1

- (1) この制御系の伝達関数  $\frac{C(s)}{R(s)}$  を求めなさい。
- (2) この制御系が安定であるための、 $K$  の条件を求めなさい。
- (3) 目標値である  $R(s)$  に単位ステップ関数が入力されたときの定常偏差を求めなさい。ただし、 $K$  は(2)で求めた範囲にあるとする。
- (4) ゲイン余裕を 20dB とする  $K$  の値を求めなさい。

参考

①時間関数  $f(t)$  ( $t \geq 0$ )のラプラス変換を  $\mathcal{L}[f(t)] = F(s)$  と表すと、以下の関係がある。

$$\mathcal{L}[u(t)] = \frac{1}{s} \quad (u(t) \text{は単位ステップ関数}), \quad \mathcal{L}[e^{-at}] = \frac{1}{s+a}, \quad \mathcal{L}[t^n] = \frac{n!}{s^{n+1}}$$

$$\mathcal{L}\left[\frac{df(t)}{dt}\right] = sF(s) - f(0), \quad \lim_{t \rightarrow \infty} f(t) = \lim_{s \rightarrow 0} sF(s)$$

②フルビッツの行列式

特性方程式を  $a_0s^n + a_1s^{n-1} + a_2s^{n-2} + \dots + a_{n-1}s + a_n = 0$  としたとき、

$$H_1 = a_1, \quad H_2 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 \\ a_0 & a_2 \end{vmatrix}, \quad H_3 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_5 \\ a_0 & a_2 & a_4 \\ 0 & a_1 & a_3 \end{vmatrix}, \quad \dots, \quad H_n = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_5 & \dots & \dots \\ a_0 & a_2 & a_4 & \dots & \dots \\ 0 & a_1 & a_3 & a_5 & \dots \\ 0 & a_0 & a_2 & a_4 & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & a_n \end{vmatrix}$$

2020 年度 大学院（修士課程）入学試験問題

(理工学研究科 機械システム工学専攻)

2019 年 9 月 14 日 (土)

(科目名：専門Ⅱ)

機械力学

- I. 図 1 のように、質量  $m$  とばね定数  $k$  のばねから成る 1 自由度の振動系が土台に取り付けられており、土台は  $asin\omega t$  で変位加振されている。質量  $m$  には重さのないペンが取り付けられており、ペンは土台上に固定された回転ドラム上の記録紙に振動波形を記録する。この系について以下の問いに答えなさい。ただし、 $t$  は時間、 $x(t)$  は質量  $m$  の釣り合い位置からの振動変位を表す。また、ペンと記録紙の摩擦は無視する。
- (1) 質量  $m$  の運動方程式を求めなさい。
  - (2) 1 自由度系の固有角振動数を  $\omega_n$  として、運動方程式の定常解を求めなさい。
  - (3)  $\omega_n \ll \omega$  のとき、回転ドラム上の記録紙に描かれる振動波形の振幅を求めなさい。その理由も記述しなさい。

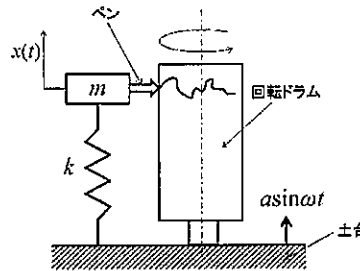


図 1

- II. 図 2 に上下運動と回転運動をする車の剛体モデルを示す。車の質量を  $m$ 、重心  $G$  まわりの慣性モーメントを  $J$ 、車を支持するばねのばね定数を  $k_1, k_2$ 、重心からそれぞれのばねまでの距離を  $l_1, l_2$  とする。また、車には重心から  $l_1$  の位置に鉛直下向きに加振力  $Fsin\omega t$  が作用している。微小振動を仮定し、この系の強制振動の運動方程式を求めなさい。ただし、 $t$  は時間、 $x(t)$  は重心  $G$  の釣り合い位置からの変位（上向きが正）、 $\theta(t)$  は回転角（時計方向が正）を表す。

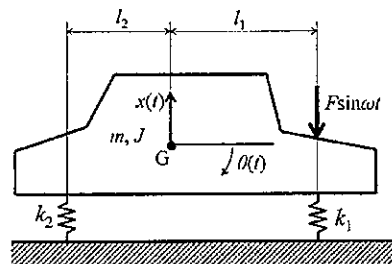


図 2

## 2020 年度 大学院（修士課程）入学試験問題

(理工学研究科 機械システム工学専攻)

2019 年 9 月 14 日 (土)

(科目名：専門Ⅱ)

流体工学

- I. 管径  $d$  [m]、長さ  $l$  [m] の管の先に、図 1 に示すように口径  $d_{out}$  [m] のノズルが取り付けられているとき、次の問いに答えなさい。ただし、タンクは十分大きく、タンクの水面は一定であるとし、タンクの水面から管入口までの高さを  $H_1$  [m]、タンクの水面からノズル出口までの高さを  $H_2$  [m]、管の管摩擦係数を  $\lambda$ 、管入口の損失係数を  $\zeta_{in}$ 、ノズルの出口損失を  $\zeta_{out}$ 、重力加速度を  $g$  [m/s<sup>2</sup>]、円周率を  $\pi$  とする。なお、他に必要な諸量がある場合は自分で定義して用いなさい。
- (1) 各種の損失が全くないとした場合、タンク水面とノズル出口についてベルヌーイの式を書きなさい。
  - (2) 各種の損失が全くないとした場合、ノズル出口における速度を求めなさい。
  - (3) 各種の損失がある場合、タンク水面とノズル出口について損失を含めたベルヌーイの式を書きなさい。ただし、管の曲がり損失は考慮しないものとする。
  - (4) 各種の損失がある場合、ノズル出口における体積流量を求めなさい。ただし、管の曲がり損失は考慮しないものとする。

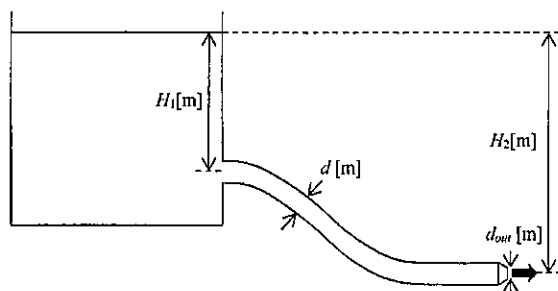


図 1

- II. 密度  $800 \text{ kg/m}^3$ 、粘度  $0.10 \text{ Pa}\cdot\text{s}$  の油が、内径  $200 \text{ mm}$ 、長さ  $3 \text{ km}$  の水平な管を流れている。流量が  $0.0314 \text{ m}^3/\text{s}$  であるときの、管摩擦損失を求めなさい。ただし、円周率は  $3.14$  とする。
- III. 管径  $20 \text{ mm}$  のパイプから流速  $4 \text{ m/s}$  で水平に噴出した水が  $45$  度傾いた平板に当たっているとき、平板が受ける力と上方に流れる流量を求めなさい。ただし、水の密度は  $1000 \text{ kg/m}^3$ 、円周率は  $\pi$  とし、計算結果に  $\pi$  や無理数があっても構わない。

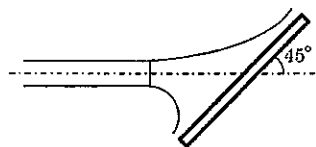


図 2



2020 年度 大学院（修士課程）入学試験問題

(理工学研究科 機械システム工学専攻)

2019 年 9 月 14 日 (土)

(科目名：専門Ⅱ)

熱力学

I. シリンダー内部に理想気体が入っており、ピストンにより封じ込められている。図 1 の  $p$ - $V$  線図に示すように 1→2 および 3→4 を等積過程、2→3 および 4→1 を等圧過程、2→4 を等温過程とし、これらの過程を組み合わせたガスサイクルについて考える。シリンダー内部に入っている気体の質量を  $m$  [kg]、比熱比を  $\kappa$ 、気体定数を  $R$  [J/kg·K]、体積を  $V$  [m<sup>3</sup>]、圧力を  $p$  [Pa]、温度を  $T$  [K] とし、状態 1 における圧力、温度、体積をそれぞれ  $p_1$ 、 $T_1$ 、 $V_1$  などと表すとき、以下の問いに答えなさい。必要なら  $\ln 2 = \log_e 2 = 0.70$  とし、良い。

- (1)  $p_2=2p_1$ 、 $V_3=2V_2$  となる時、 $T_2$  および  $T_3$  を  $T_1$  を用いて表しなさい。
- (2)  $p_2=2p_1$ 、 $V_3=2V_2$  となる時、1→2→3→4→1 と変化させたときのガスサイクルの熱効率を求めなさい。
- (3)  $p_2=2p_1$ 、 $V_3=2V_2$  となる時、1→2→4→1 と変化させたときのガスサイクルの熱効率を求めなさい。
- (4) 単原子分子および二原子分子のとき、(2)と(3)のどちらのガスサイクルが効率が良いか理由をつけて答えなさい。

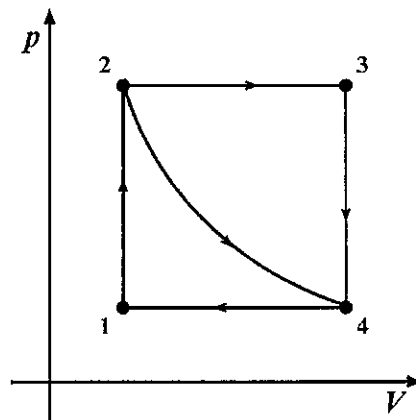


図 1

2020 年度 大学院（修士課程）入学試験問題

(理工学研究科 機械システム工学専攻)

2019 年 9 月 14 日 (土)

(科目名：専門Ⅱ)

材料力学

I. 図 1 に示すように、長方形断面（幅  $b$  [m] × 厚さ  $t$  [m]）のはりが、両端から内側に  $a$  [m] の点 A, B で支持され、はりの両端（点 C, D）にそれぞれ集中荷重  $P$  [N]、支点から内側に  $a$  [m] の点 E, F の間に等分布荷重  $w$  [N/m] を受けている。点 C を原点として、はりの長さ方向に  $x$  軸をとるものとして、以下の問いに答えなさい。ただし、 $P \neq 0$ ,  $w \neq 0$  とする。

- (1) はりの支点 A, B におけるそれぞれの反力を求めなさい。
- (2) 区間 CA, AE, EF での  $x$  [m] の位置における曲げモーメントを  $x$  の関数として表しなさい。
- (3) このはりにおいて、 $P = wa$  としたときの曲げモーメント図を描きなさい。なお、点 A, E および、はりの中央部 ( $x = 3a$ ) で発生する曲げモーメントの式を  $w$  と  $a$  を用いて図中に示しなさい。
- (4) はりの中央部 ( $x = 3a$ ) の曲げ応力が 0 になるときの荷重  $P$  の式を求めなさい。
- (5) はりの中央部 ( $x = 3a$ ) の曲げ応力が 0 になるとき、このはりの最大曲げ応力の式を求めなさい。

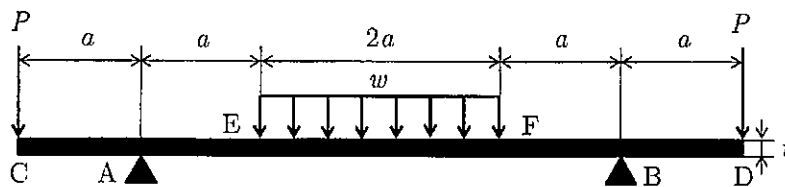


図 1

# 2020 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 物質化学専攻)

(科目名:英語)

2019年9月14日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

注意：問題 I、II を一枚の解答用紙に、問題 III、IV を別の解答用紙に解答すること。

I 次の英文 (“General Chemistry, Principles and Structure”, James E. Brady, Fifth Edition, John Wiley & Sons, pp 637-638から抜粋し、一部改変) を読んで、下線部①、②および③を、それぞれ和訳しなさい。

【引用部分は削除しています】
----------------

II 次の英語を日本語に、日本語を英語に、それぞれ訳しなさい。

- (1) absorption
- (2) extraction
- (3) purification
- (4) 一酸化炭素
- (5) 溶媒

得点

## 2020 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 物質化学専攻)

(科目名:英語)

2019年9月14日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

Ⅲ 次の英文 ("Beyond fossil fuel-driven nitrogen transformations" J.G. Chen et al., *Science*, 2018, 360, pp.873 から抜粋し、一部改変) を読んで、以下の設問に答えなさい。

【引用部分は削除しています】

(注) \*<sup>1</sup>microbe: 微生物, \*<sup>2</sup>fertilizer: 肥料, \*<sup>3</sup>reliance: 依存, \*<sup>4</sup>spur: 駆り立てる

- (1) 下線部①が示す化学反応式を書きなさい。
- (2) 下線部②の英文を日本語に訳しなさい。
- (3) 下線部③の英文を日本語に訳しなさい。
- (4) 下線部④について、代表的な物質の名称を1つ英語で書きなさい。また、その化学式も書きなさい。

Ⅳ 次のカッコ内の語句を並び替えて、英文を完成させなさい。(Broadway Books "Chemistry made simple" John T. Moore, Ed. から抜粋し、一部改変)。

- (1) オゾン<sup>1</sup>は、オゾン発生器として知られている装置に酸素あるいは空気を通して調製される。  
Ozone is {an apparatus · by · or · passing · known · an ozonizer · prepared · air · as · through · oxygen}
- (2) 濃縮された溶液は、溶液の単位体積当たり比較的大量の溶質を含む。  
{per · solution · solute · volume · a concentrated · amount of · solution · a relatively · unit · contains · large · of}

得点

得点

2020 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 物質化学専攻)

(科目名: 専門 I)

2019 年 9 月 14 日 (土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

化学基礎・グリーンケミストリー

- I (1) 酸と塩基についてのブレンステッド-ローリーの定義を、「共役酸」および「共役塩基」という言葉を必ず用いて、100 字程度で説明しなさい。図を描いて説明しても良い。
- (2) メチルカチオン ( $\text{CH}_3^+$ ) とメチルアニオン ( $\text{CH}_3^-$ ) との炭素原子の構造と反応性の違いについて、「混成軌道」および「ヨードメタン」および「メチルリチウム」という言葉を用いて 100 字程度で説明しなさい。図を描いて説明しても良い。
- II *trans*-1,3-ジ-*tert*-ブチルシクロヘキサンはいす形の構造をとることが難しく、舟形の構造をとりやすい。*trans*-1,3-ジ-*tert*-ブチルシクロヘキサンの舟形の構造を書きなさい。また、この理由について「*tert*-ブチル基は大きい置換基」「アキシアル位」「舟形」の三つの言葉を必ず含めて、150 字程度で説明しなさい。図を描いて説明しても良い。

得点

2020 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 物質化学専攻)

(科目名: 専門 I)

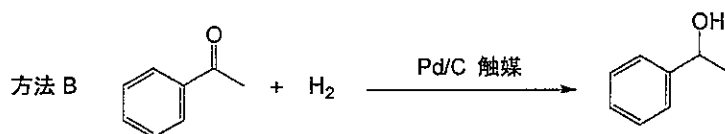
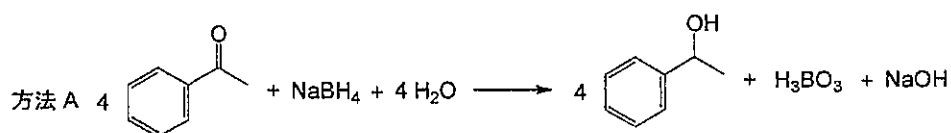
2019 年 9 月 14 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

化学基礎・グリーンケミストリー

Ⅲ 環境に配慮した物質合成法を考える際に、原子効率の向上は重要な要素である。ここで原子効率とは、化学反応式右辺の全原子量に占める目的物の分子量の割合である。アセトフェノンから 1-フェニルエチルアルコールを合成する以下の方法 A および方法 B について以下の問いに答えなさい。ただし、必要に応じて原子量は次の値を用いなさい。

H=1.0, B=11, C=12, O=16, Na=23



- 方法 A および方法 B の各反応における原子効率をそれぞれ求めなさい。
- 方法 B で用いられているパラジウム炭素 (Pd/C) のように、グリーンプロセスにおいては触媒がよく用いられる。触媒とはどのような作用をする物質かを 50 字程度で説明しなさい。
- 方法 B を使って 12.0 g のアセトフェノンから 11.0 g の 1-フェニルエチルアルコールを得た。このときの収率を求めなさい。

Ⅳ 化学物質が原因となる地球環境問題の中から 1 つ課題を取り上げ、その原因となる化学物質の名称を記すとともに、その物質が地球環境へ影響を及ぼす仕組みを 200 字程度で説明しなさい。

得点

# 2020 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 物質化学専攻)

(科目名:専門 I)

2019 年 9 月 14 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

別紙解答用紙には必ず解答する問題名 {数学、物理、化学基礎・グリーンケミストリー (2枚)} を記入した上で解答しなさい。なお、化学基礎 {I, II} とグリーンケミストリー {III, IV} は別々の解答用紙に解答しなさい。

## 数 学

I オイラーの公式  $e^{i\alpha} = \cos \alpha + i \sin \alpha$  を用いて、以下の問に答えなさい。

(1)  $e^{i\alpha} = \cos \alpha + i \sin \alpha$  と、 $e^{i\beta} = \cos \beta + i \sin \beta$  との積を計算し、その結果から正弦、余弦の加法定理を導きなさい。

(2) 定積分  $I = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \cos(mx) \sin(nx) dx$  の値を求めなさい。ただし、 $m, n$  は任意の自然数である。(ヒント:  $\cos x$  は偶関数、 $\sin x$  は奇関数である。)

II ベクトル  $\alpha=(1,0,1)$ ,  $\beta=(1,0,-1)$ ,  $\gamma=(0,2,0)$  とするとき、次の値を求めなさい。なお、 $\alpha \cdot \beta$  は内積 (スカラー積) を表し、 $\alpha \times \beta$  は外積 (ベクトル積) を表す。

(1)  $\alpha + \beta + \gamma$

(2)  $\alpha \cdot (\beta + \gamma)$

(3)  $\alpha \times \beta$

(4)  $\gamma \cdot (\alpha \times \beta)$

得点

得点

# 2020 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 物質化学専攻)

(科目名: 専門 I)

2019 年 9 月 14 日 (土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

## 物 理

次の問題に答えなさい。必要なら次の(物理)定数を用いなさい。

プランク定数  $h = 6 \times 10^{-34}$  Js, 光の速度  $c = 3 \times 10^8$  m/s, 中性子の質量  $m_n = 2 \times 10^{-27}$  kg, 電子の質量  $m_e = 1 \times 10^{-30}$  kg, プロトンの電荷  $e = 2 \times 10^{-19}$  C

- I 速さが  $1.0 \times 10^4$  m/s の中性子のド・ブROI波長  $\lambda_n$  を求めなさい。
- II 速さが  $1.0 \times 10^4$  m/s の中性子と同じ運動エネルギーを持つ電子のド・ブROI波長  $\lambda_e$  は、速さが  $1.0 \times 10^4$  m/s の中性子のド・ブROI波長  $\lambda_n$  よりも長いかわりに短いかわりを推定しなさい。
- III 電子の波動性を利用する分析技術の一つ答えなさい。

得点



2020 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 物質化学専攻)

(科目名:専門Ⅱ)

2019 年 9 月 14 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

次の 6 問のうち、3 問を選んで答えなさい。別紙解答用紙には、必ず解答する問題を記入した上で解答しなさい。

問題 1 [無機・無機材料系 1]

I 欠陥のないイオン結晶が、陽イオンを●、陰イオンを○として図 1 のように表わされる時、イオン結晶におけるショットキー欠陥とフレンケル欠陥をそれぞれ図示しなさい。

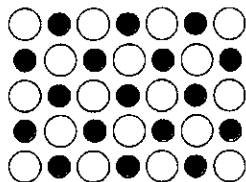
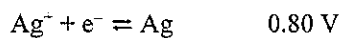
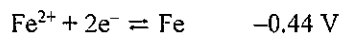


図 1 欠陥のないイオン結晶の模式図

II 次の問いに答えなさい。

- (1) 塩化ナトリウム型結晶構造の単位格子には陽イオンおよび陰イオンはそれぞれ何原子ずつ含まれるか。
- (2) 塩化ナトリウム型結晶構造をとるイオン結晶中の、最も近接した陽イオンと陰イオンの距離が  $a$  で表わされる時、この結晶の密度  $d$  を、このイオン結晶の式量  $M$ 、アボガドロ定数  $N_A$ 、および  $a$  を用いて表しなさい。

III  $\text{Fe}|\text{Fe}^{2+}||\text{Ag}^+|\text{Ag}$  で表わされる電池について、以下の問いに答えなさい。ただし、25 °C における Fe および Ag の標準還元電位 (標準電極電位)  $E^0$  は次のとおりであり、ファラデー定数  $F=9.65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$  とする。



- (1) 25 °C におけるこの電池の標準起電力を求めなさい。
- (2) 25 °C におけるこの電池反応の標準ギブズエネルギー変化  $\Delta G^0$  を求めなさい。

得点

# 2020年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 物質化学専攻)

(科目名: 専門 II)

2019年9月14日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

## 問題2 [無機・無機材料系2]

I オキシ塩化ジルコニウムを原料に用いてジルコニア粉末を合成し、常圧焼結をおこなった。次の問いに答えなさい。

(1) オキシ塩化ジルコニウム水溶液を塩基で中和させて、その沈殿を100℃で乾燥させ、完全に脱水したときに生成する物質を化学式で答えなさい。ただし、結晶水を書く必要はありません。

(2) (1) で生成した物質を1000℃で仮焼して生成する物質の結晶系を答えなさい。

(3) (2) で生成した物質を1650℃で常圧焼結したが、焼結体はち密にならないで一部割れてしまった。この理由について説明しなさい。

(4) (2) で生成した物質を高温にすると立方晶になった。このときの結晶構造を鉱物名を用いて答えなさい。

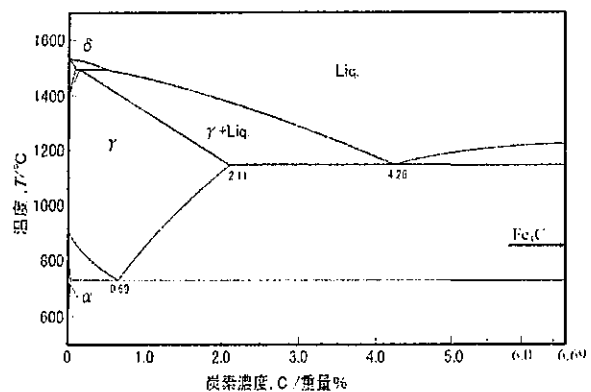
II 下の炭素鋼の相図について問いに答えなさい。

(1) 共晶温度、包晶温度、共析温度は、それぞれ約何度か答えなさい。

(2)  $\alpha$  相の固溶体を  $S_\alpha$ 、 $\gamma$  相の固溶体を  $S_\gamma$ 、 $\delta$  相の固溶体を  $S_\delta$  と表す。また、炭素濃度 6.69 重量%には  $Fe_3C$  が存在する。このとき、共晶反応、包晶反応、共析反応の反応式を上記固溶体の記号 ( $S_\alpha$ 、 $S_\gamma$ 、 $S_\delta$ ) と  $Fe_3C$  のいずれかを用いて答えなさい。但し、液相はすべて、L で表しなさい。

(3) 相図上の共析反応で生成する組織の名称を答えなさい。

(4)  $\gamma$  相からの急冷によるマルテンサイト変態で生成する炭素鋼の結晶構造をブラベー格子で答えなさい。



得点

2020年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 物質化学専攻)

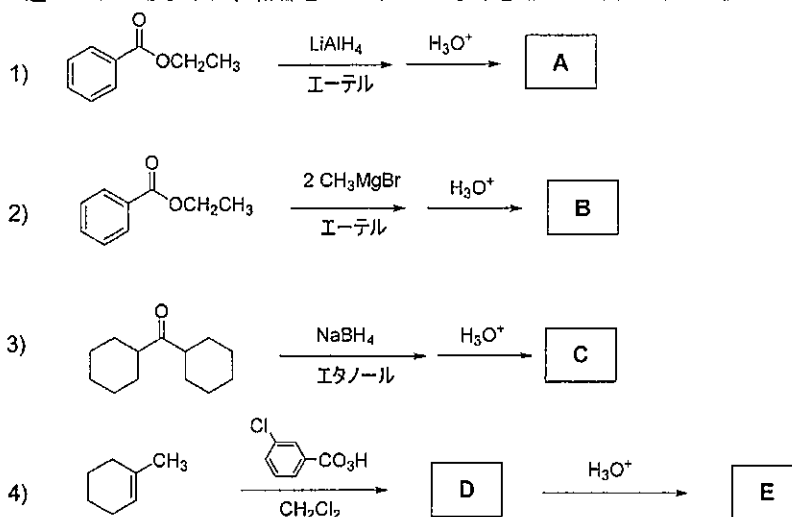
(科目名: 専門Ⅱ)

2019年9月14日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題 3 [有機・高分子系 I]

I アルデヒド、ケトン、オレフィンなどを出発原料としてアルコールを合成する方法は、数多く知られている。次の反応によって、得られるアルコール A, B, C, D, および E の構造式をそれぞれ書きなさい。立体化学が問題になる場合には、その違いがわかるように、結合を  $\rightarrow$  や  $---$  などを用いて明示しなさい。



II *cis*-2-ブテンと臭素を反応させると、同一の中間体を経て付加反応が進行し、立体化学の異なる2種類の付加体がラセミ混合物として生成した。この中間体と2種の生成物の立体構造を書き、その反応機構を100字程度で説明しなさい。構造式は、その違いがわかるように、結合を  $\rightarrow$  や  $---$  などを用いて明示しなさい。なお、生成物には IUPAC 名前を付けなさい。(20点)

得点

# 2020 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 物質化学専攻)

(科目名: 専門Ⅱ)

2019 年 9 月 14 日 (土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

## 問題 4 [有機・高分子系 2]

- I 次のモノマーを重縮合したとき、それぞれの反応式を示しなさい。また、できるだけ高重合度のポリマーを得るための方法を①と②のそれぞれで説明しなさい。
- ① テレフタル酸ジメチルとエチレングリコール
  - ② グリコール酸
- II ヘキサメチレンジイソシアナートと1, 4-ブタンジオールを重付加したときの反応式を示しなさい。また少量の水があるとどうなるか、反応式を示して説明しなさい。

得点

# 2020年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 物質化学専攻)

(科目名:専門Ⅱ)

2019年9月14日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

## 問題5 [分析・物理化学系1]

I 「電磁波分析」についての次の文章を読み、下記の設問(問1から問4)に答えなさい。

電磁波は、空間の電場と磁場の変化によって形成される波動であり、波と粒子の性質を持つ。①波長範囲の違いによって電磁波はいくつかに分類されている。散乱、屈折、反射、回折、干渉など波としての特有の性質を示す。

試料物質(主に溶液)の基底状態から励起状態への電子遷移に基づく可視光と紫外光を吸収する現象を利用する定性・定量分析が吸光光度分析であり、吸光度(光を吸収する割合)と物質の濃度および物質層の厚さとの関係を明らかにした法則が、ランベルト・ベールの法則である。ここで、入射光の強さを $I_0$ 、透過光の強さを $I$ とおくと、吸光度 $A$ は $A = \log(I_0/I)$ のように定義されている。

一方、日常的によく用いられている透過率 $T(\%)$ は、入射光の強さを $I_0$ 、透過光の強さを $I$ とおくと、 $T(\%) = 100I/I_0$ と表すことができる。

また、2つの溶質間に相互作用がない場合、吸光度の加成性より2つの溶質を含む混合溶液中のそれぞれの溶質の濃度を求めることができる。

問1 電磁波分析で最も重要とされる「ランベルト・ベールの法則」の式を書き、そこで用いた記号の意味をそれぞれ示しなさい。

問2 透過率 $T(\%)$ を吸光度 $A$ に変換する式を書きなさい。

問3 下線①の「波長範囲の違い」によって電磁波はいくつかに分類されるが、(1)可視光・紫外線よりも波長が短い電磁波の名前一つと、(2)可視光・紫外線よりも波長が長い一般的な電磁波の名前一つをそれぞれ書きなさい。(3)また、これら2つの電磁波をある試料物質に照射した際に、一般的に得られる試料物質に関する情報をそれぞれ一つずつ書きなさい。

問4 吸光光度分析法を用いて、物質Mと物質Nの間に強い分子間相互作用が存在することを明らかにしたい。そのための一般的な測定するために必要な実験の手順(たとえば、一定の濃度の溶液を調製するための操作など)を、フローチャートで示しなさい。なお、用いる主な機器・ガラス器具類は、電子天秤、メスフラスコ、ホールピペット、メスピペット、パスツールピペット、石英セル(セル長:1 cm、吸光光度分析用)、吸光光度分析計である。また、物質Mと物質Nそれぞれの化学構造と分子量は、予めわかっているものとする。

得点

2020年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 物質化学専攻)

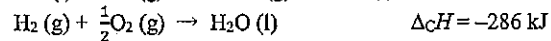
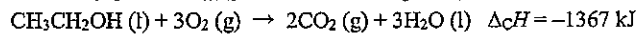
(科目名: 専門Ⅱ)

2019年9月14日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題6 [分析・物理化学系2]

I 標準圧力 (10<sup>5</sup> Pa)、298 K (25 °C) における液体のエタノール (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH (l))、水素ガス (H<sub>2</sub> (g))、黒鉛 (C (s)) の燃焼について、反応式と燃焼エンタルピー  $\Delta_c H$  を以下に示す。



これらを用いて、後の問いに答えなさい

- (1) 黒鉛、水素ガス、酸素ガス (O<sub>2</sub> (g)) が反応して、液体のエタノールが生成する化学反応式を書きなさい。
- (2) 標準圧力、298 K における液体エタノールの生成エンタルピー ( $\Delta_f H^\ominus$ ) を求めなさい。

II 10<sup>5</sup> Pa で 373 K (100 °C) にある水 (H<sub>2</sub>O (l)) を、等圧等温で水蒸気 (H<sub>2</sub>O (g)) に変えることについて、後の問いに答えなさい。ただし、H<sub>2</sub>O の標準蒸発エンタルピー  $\Delta_{\text{vap}} H^\ominus$  は 40.7 kJ·mol<sup>-1</sup> である。

- (1) この変化におけるエントロピー変化 ( $\Delta S$ ) を求めなさい。
- (2) この変化におけるギブズ自由エネルギー変化 ( $\Delta G$ ) を求めなさい。
- (3) この変化の自発性に及ぼすエンタルピー項とエントロピー項の影響について、論じなさい。

得点

# 2020年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 情報メディア学専攻)

(科目名:英語)

2019年9月14日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

I 次の英文を和訳しなさい。

<p>【引用部分は削除しています】</p>
-----------------------

出典：Helen Sharp, Jennifer Preece, and Yvonne Rogers  
「Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction」  
(2019, Wiley) p.2 より省略して引用

II 以下の日本語を英訳しなさい。

- (1) Web プログラミングでは、サーバ側で動作するプログラムとクライアント側で動作するプログラムの両方を開発しなければならない。
- (2) サーバ側のプログラムは、Web ページのコンテンツの生成を処理するサーバで実行される。
- (3) クライアント側のプログラムは、クライアントマシン（ブラウザ）で実行され、ユーザインタフェースやディスプレイ、クライアントマシンで発生する可能性のある他の処理を扱う。
- (4) ユーザが Web フォームにデータを入力後に送信ボタンを押すたびに、ブラウザはユーザの要求を送信する。
- (5) サーバは要求を受信して処理し、必要な情報から Web ページを作成し、これを応答として送り返す。
- (6) 各要求を処理するために、サーバ側のプログラムは他のプログラムと通信したり、データベースやファイルにアクセスしたりする。
- (7) クライアント/サーバ設計の重要な利点は、クライアントコンピュータでの変更を必要とせずにソフトウェアの更新がサーバに適用されることである。

得点

# 2020年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 情報メディア学専攻)

(科目名: 専門 I)

2019年9月14日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

## 1. 情報メディア基礎

音響信号は複数の周波数成分から構成される。音響信号を周波数分析することにより、その信号を構成している波形の周波数成分を知ることができる。

一般に周期信号は、定数と sin 関数、cos 関数からなる次式のフーリエ級数  $f(t)$  によって表すことができる。

$$f(t) = a_0/2 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos n\omega_0 t + b_n \sin n\omega_0 t)$$

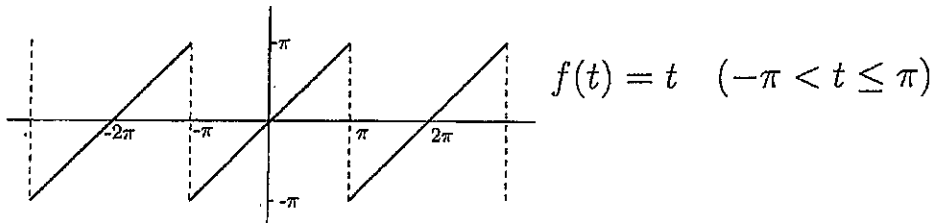
ここで、 $n$  は任意の整数、 $\omega_0$  は基本角周波数、係数  $a_0, a_n, b_n$  はフーリエ係数である。係数  $a_0, a_n, b_n$  は次式で与えられる。 $T$  は周期である。

$$a_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) \cos(n\omega_0 t) dt \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) \sin(n\omega_0 t) dt \quad (n = 1, 2, \dots)$$

下図に示す周期信号  $f(t)$  について、以下の問いに答えなさい。

- この周期信号の周期  $T$  と基本角周波数  $\omega_0$  を求めなさい。
- フーリエ係数  $a_0, a_n, b_n$  を求めなさい。
- フーリエ級数  $f(t)$  を求めなさい。
- (c) で求めたフーリエ級数  $f(t)$  を  $n=5$  までの式で示しなさい。





2020 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 情報メディア学専攻)

(科目名:専門 I)

2019 年 9 月 14 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

2. 数学

問 1

対称行列  $A = \begin{pmatrix} \alpha & 1 \\ 1 & \gamma \end{pmatrix}$  の固有値を  $\alpha$  と  $\gamma$  の式で表しなさい。

また、 $\alpha = \gamma$  の時の固有ベクトルを求めなさい。ただし、固有ベクトルは長さ 1 に調整するものとする。

問 2

1 次関数  $f(x) = \frac{1-e^{-x}}{1+e^{-x}}$  に対して、

1.  $1 - f^2$  を計算し、 $f'$  を  $f$  の式で表しなさい。
2.  $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x)$  および  $\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x)$  を求めなさい。
3. 変曲点も含めて  $f(x)$  の増減表を書き、 $f(x)$  のグラフを書きなさい。

## 2020年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 情報メディア学専攻)

(科目名: 専門 I)

2019年9月14日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

### 3. 基礎情報学

#### 3.1

9個のデータ 8, 5, 11, 34, 6, 36, 12, 97, 49 を順にハッシュ表に入れる。ハッシュ値は下記のハッシュ関数により求める。このとき、最初に衝突が発生する(既にハッシュ表に存在するデータと同一のハッシュ値になる)のはどのデータであるか答えなさい。

ハッシュ関数:  $f(k) = \text{mod}(k, 9)$

ここで、 $k$  はデータを表し、 $\text{mod}(a, b)$  は  $a$  を  $b$  で除算したときの剰余を表す。

#### 3.2

10個のデータ 11, 57, 10, 29, 21, 28, 18, 43, 13, 32 を順に 2 分探索木に挿入したとき、2 分探索木はどのような状態になっているか。下図は、3 番目までのデータを挿入したときの 2 分探索木を示している。この図につづけて、4 番目以降すべてのデータを挿入したときの 2 分探索木を図で描きなさい。



ここで、長方形はノードを、線は枝を表す。

#### 3.3

3.2 で 10 個のデータをすべて挿入した後の 2 分探索木の状態からデータ 29 のノードを削除したとき、2 分探索木はどのように再構成されるか。再構成された 2 分探索木を図で描きなさい。

# 2020 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 情報メディア学専攻)

(科目名: 専門Ⅱ)

2019 年 9 月 14 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

以下の大問Ⅰ～Ⅴのうち、ⅠとⅡは必ず解答しなさい。また、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴの中から1問を選択して解答しなさい。  
なお、それぞれの大問は別々の解答用紙に解答し、解答用紙には解答した大問番号を明記すること。

## Ⅰ プログラミング (必答)

以下の C 言語のプログラムの「記入部分」だけにコード追加して、自然数を 3 つ入力して、大きい順に出力するプログラムを作りたい。「記入部分」に追加するコードを示しなさい。

```
#include <stdio.h>
#define MAX 3

int main() {
    int d[MAX];

    // input
    for(int j = 0; j < MAX; j++) {
        scanf("%d", &d[j]);
    }

    「記入部分」

    // output
    printf("\n");
    for(int j = 0; j < MAX; j++) {
        printf("%d\n", d[j]);
    }

    return 0;
}
```

## Ⅱ 情報ネットワーク (必答)

- ネットワークアドレス 192.168.1.192/26 をもつネットワークについて
  - 利用できるアドレスの範囲
  - サブネットマスク
  - ブロードキャストアドレスを求めなさい。
- OSI 参照モデルにおける第 3 層の中継装置 (ルーター, L3 スイッチ) の役割について説明しなさい。
- パケット交換方式と回線交換方式の違いについて説明しなさい。
- TCP はどのようなプロトコルか説明しなさい。

## 2020 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 情報メディア学専攻)

(科目名: 専門Ⅱ)

2019 年 9 月 14 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

### Ⅲ 情報システム (選択)

- (1) 近年、VR および AR に関する技術開発や応用が急激に進みつつある。VR および AR それぞれについて、略称の元となる英語の表記とともに日本語を示せ。また、それぞれ 200 字程度で、各語の意味する内容をそれらの違いがわかるように述べるとともに典型的な応用例を挙げよ。
- (2) レンタル用品会社が用いるデータベースシステムについて、「レンタル用品」および「利用者」を实体とし、「貸出」を関連とする实体-関連図 (E-R 図) を描きなさい。ただし、付随する属性については現実的なものを自分で考えなさい。図中、主キーにはアンダーラインを引きなさい。

### Ⅳ メディア工学 (選択)

インパルス応答  $h[n]$  の離散時間線形時不変システムの入力  $x[n]$  と出力  $y[n]$  は、次式のたたみ込み和の関係にある。

$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} h[k]x[n-k]$$

ここで、入力  $x[n]$  について、次式の特別な場合について考える。

$$x[n] = z^n$$

この場合、出力  $y[n]$  は、次式となる。

$$\begin{aligned} y[n] &= \sum_{k=-\infty}^{\infty} h[k]z^{n-k} \\ &= H(z)z^n \end{aligned}$$

ここで、

$$H(z) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} h[k]z^{-k} \quad (\text{システム関数})$$

では、入力  $x[n]$  と出力  $y[n]$  が次式で示される場合、システムのインパルス応答  $h[n]$  およびシステムの周波数応答  $H(e^{j\omega})$  を求めなさい。

$$y[n] = \frac{1}{3}(x[n-1] + x[n] + x[n+1])$$

# 2020 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 情報メディア学専攻)

(科目名: 専門Ⅱ)

2019 年 9 月 14 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

## V ソフトウェア科学 (選択)

(1) 頂点の集合  $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}$  から構成される無向グラフ  $G$  を考える。 $G$  について、 $v_i$  と  $v_j$  間の辺の数を成分  $a_{ij}$  とする隣接行列は、

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

である。 $G$  を図示せよ。

(2) 空き領域を管理するリストに、次の大きさの領域が順に登録されている。

(A) 1000 バイト、(B) 2000 バイト、(C) 3000 バイト、(D) 4000 バイト

first-fit、best-fit、worst-fit の記憶割り当て法それぞれについて、1500 バイトの領域を確保するときどの領域が使用されるか、(A) から (D) の記号で答えよ。

# 2020年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 環境ソリューション工学専攻)

(科目名:英語)

2019年9月14日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

I 以下は生態系管理に関して社会科学と自然科学の間で定義や意味の異なる用語について解説した文章である。この文章を読んで、以下の問い(問1～問5)に答えなさい。なお太字及び斜字は原文に準拠している。

【引用部分は削除しています】

注) behavioral: 行動上の anthropologist: 人類学者 perturbation: 擾動 terminology: 用語  
出典) FS Chapin III 他編 (2009) Principles of Ecosystem Stewardship: Resilience-based natural resource management in a changing world.

問1 適応 (adaptation) について、社会学者 (sociologist) と生態学者 (ecologist) にとっての定義の違いを文章の内容に即して説明しなさい。

問2 適応について、人類学者 (anthropologist) にとっての定義を文章の内容に即して説明しなさい。

問3 レジリエンス・頑健性 (resilience) について、単一の平衡状態 (equilibrium) を持つシステムと複数の安定平衡状態 (multiple stable states) を持つシステムにおいて、それぞれどのように評価されるか、文章の内容に即して説明しなさい。

問4 フィードバック (feedback) という用語について自然科学における正のフィードバックと負のフィードバックとはどのようなフィードバックを指す用語か? 文章の内容に即して説明しなさい。

問5 フィードバックという用語の自然科学と社会科学での使用法の違いをふまえ、社会-生態複合システム (socio-ecological systems) を対象にした研究において使用する際に正のフィードバック・負のフィードバックというように正負で分類することの問題点は何か? 文章の内容に即して説明しなさい。

得点

# 2020 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 環境ソリューション工学専攻)

(科目名:英語)

2019 年 9 月 14 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

II 以下(1)~(5)に示す日本語の内容に相当する英文を、[ ]内の語句を並べ替えて作りなさい。  
なお文頭の英単語も、[ ]内では1文字目を小文字にしてあります。

(1) 試薬の調製に、私はどのような水を使ったらよいですか?  
[do, I, kind, of, prepare, the reagent, to, use, what, water, ?]

(2) この試薬の pH を 7.2 に合わせるには、どうしたらよいですか?  
[adjust, do, I, of, should, the pH, to 7.2, this reagent, to, what, ?]

(3) 酸、またはアルカリを使って、pH メーターで合わせることができます。  
[adjust pH, an acid, alkali, a pH meter, can, or, using, with, you, .]

(4) この実験では、私たちは 20 秒ごとに水温を測定しました。  
[every, measured, in, the water temperature, this experiment, we, 20 seconds, .]

(5) 私の発表の主な点をまとめたいと思います。  
[I, like, main, my, of, points, presentation, summarize, the, to, would, .]

III 以下の日本語の意味を表す英文中の空欄 [ ] にあてはまる、最も適切な単語を選択肢から選んで、番号で答えなさい。なお文頭にくる英単語も、選択肢では1文字目を小文字にしてあります。また、同じ番号の単語を複数回選んでもかまいません。

(1) この研究の目的は、微生物の生育に対する pH の影響を明らかにすることです。  
The purpose of this study is to determine the effect of pH [ ] growth of microorganisms.

(2) 私は、この実験を 3 回行いました。  
I carried [ ] this experiment three times.

(3) 分子の動きを図 2 に示します。  
The molecule motion is shown [ ] Figure 2.

(4) 本研究は、温度と活性との関係に焦点をおいています。  
This study focuses [ ] the relationship between temperature and activity.

(5) 結論として、提案した方法が効果的であることを、私たちは示しました。  
[ ] conclusion, we showed that the proposed method is effective.

【選択肢】

- ① by    ② for    ③ in    ④ of    ⑤ on    ⑥ out    ⑦ under    ⑧ with

得点

# 2020 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 環境ソリューション工学専攻)

(科目名: 専門 I)

2019 年 9 月 14 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

以下の 4 つの環境科学分野の中から 3 分野を選択して解答しなさい。その際、選択した各分野は別々の解答用紙に解答し、用紙には選択した分野番号 (I~IV) を明記しなさい。

## I. 環境科学 (数学)

次の問い (問 1~3) に答えなさい。

問 1 次の行列 (1~2) の固有値と固有ベクトルを求めなさい。

(1)  $\begin{pmatrix} -2 & 1 \\ -4 & 3 \end{pmatrix}$                       (2)  $\begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 2 & 2 \\ 2 & 1 & 2 \end{pmatrix}$

問 2 次の式 ((1)~(2)) の  $\frac{dy}{dx}$  を求めなさい。

(1)  $y = 12^{-x}$

(2)  $y = x^3(x^2 + 1)^{\frac{3}{2}}$

問 3 次のデータは、ある地域である生物 100 個体の体重 (g) を測定したものである。データは昇順で並んでいる。これを用いて、下の小問 (1~3) に答えなさい。

0.67 0.89 1.09 1.24 1.28 1.58 1.61 1.66 1.73 1.89 1.90 1.90  
 1.91 1.95 2.23 2.27 2.63 2.87 3.02 3.32 3.34 3.44 3.56 3.61  
 4.21 4.23 4.26 4.58 4.76 4.81 5.04 5.31 5.58 5.60 5.65 5.75  
 5.81 6.08 6.17 6.25 6.53 6.58 6.74 6.80 7.30 7.68 7.77 7.83  
 7.93 8.11 8.11 8.15 8.69 8.75 8.75 8.83 8.93 9.02 9.38 9.60  
 9.96 10.42 10.59 10.79 10.80 11.11 11.39 11.71 11.80 13.10 13.17 13.23  
 13.29 13.88 13.98 14.04 14.34 14.59 15.85 16.66 17.01 18.51 18.67 19.18  
 19.19 19.41 19.58 21.19 21.52 23.44 25.16 26.56 27.18 27.95 29.23 29.42  
 30.84 30.88 33.02 66.18

- (1) この体重データの中央値 (メディアン) を答えなさい。
- (2) この体重データのヒストグラムを描きなさい。ただし、階級の数を 7 以上にすること。フリーハンドの簡易な表現で構わない。
- (3) この体重データに確率分布を当てはめる場合、もっとも適切ものを次の選択肢のうちどれか、答えなさい。

[一様分布、二項分布、正規分布、対数正規分布、ポアソン分布]

得点



# 2020年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 環境ソリューション工学専攻)

(科目名: 専門 I)

2019年9月14日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

## II. 環境科学(物理)

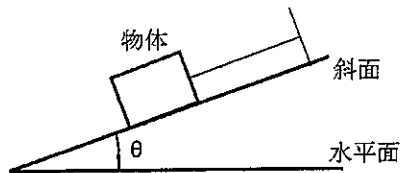
次の問い(問1~2)に答えなさい。

問1 以下の小問(1~2)に答えなさい。ただし、重力加速度は  $g=9.8 \text{ m/s}^2$  とし、答えには計算過程と単位も示すこと。

- (1) 鉛(密度  $11.35 \text{ g/cm}^3$ ) でできた一辺  $10 \text{ cm}$  の立方体に作用する重力を求めなさい。
- (2) 机の上に、ある質量のプリンターを載せたところ、机に  $100 \text{ N}$  の重力が作用した。このときのプリンターの質量を求めなさい。

問2 質量  $m(\text{kg})$  の物体が、糸を取り付けて斜面に固定されている(下図参照)。このとき、以下の小問(1~2)に答えなさい。ただし、重力加速度は  $g=9.8 \text{ m/s}^2$  とし、答えには計算過程と単位も示すこと。

- (1) 物体に働く力(垂直抗力、張力)の大きさを文中および図中の記号を使って表しなさい。
- (2) 物体の質量が  $10 \text{ kg}$ 、 $\theta$  が  $30^\circ$  のとき、垂直抗力、張力はそれぞれいくらか。



得点

# 2020 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 環境ソリューション工学専攻)

(科目名:専門 I)

2019 年 9 月 14 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

### III. 環境科学 (化学)

次の問い (問 1 ~ 4) に答えなさい。

問 1 元素を元素記号で表すときに $^{12}_6\text{C}$ のように数字を付して表記することがある。この炭素原子の例において、「12」および「6」をそれぞれ何と呼ぶか答えなさい。また、それぞれの数値が何を示しているのか説明しなさい。

問 2 物質は数多くの原子や分子から構成されているため、原子や分子の数を表す際には一般にモル (mol) という単位が用いられ、1 mol に含まれる原子もしくは分子の数には名称が付けられている。1 mol に含まれる原子もしくは分子の数の名称を答えなさい。

問 3 NaF の 0.10 mM 溶液を作成する場合、必要な NaF 量がわずかであるため、NaF 必要量を直接天秤で量り取ると誤差が大きくなる。そこで、まず 100 mM 溶液を作成し、ついで 100 mM 溶液を希釈することで 0.10 mM 溶液を作ることを考えた。これについて次の小問 (1 ~ 2) に答えなさい。ただし、NaF の組成式量は 42 とする。

(1) NaF 100 mM 溶液を 500 mL 作る場合、500 mL メスフラスコに何 g の NaF を入れれば良いか答えなさい。

(2) NaF 0.10 mM 溶液を 2000 mL 作る場合、2000 mL メスフラスコに何 mL の NaF 100 mM 溶液を入れれば良いか答えなさい。

問 4 酸性雨は燃焼に伴って生じた窒素酸化物や二酸化硫黄が大気中に放出され、さらに化学反応を起こしつつ、最終的に水に溶けて硝酸や硫酸を生じることで引き起こされる。これについて、次の小問 (1 ~ 2) に答えなさい。

(1) 酸性雨の原因となる窒素酸化物の名称 (化合物名) を 1 つ答えなさい。

(2) 大気中に放出された二酸化硫黄は太陽光線などの作用によって大気中の酸素と反応して三酸化硫黄となり、三酸化硫黄が水に溶けることで硫酸を生じる。二酸化硫黄から三酸化硫黄を生じる化学反応式および三酸化硫黄が水に溶けて硫酸を生じる化学反応式を答えなさい。

得点

# 2020 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 環境ソリューション工学専攻)

(科目名:専門 I)

2019 年 9 月 14 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

## IV. 環境科学 (生物)

次の問い (問 1 ~ 2) に答えなさい。

問 1 炭素の物質収支に関する次の小問 (1 ~ 6) に答えなさい。

(1) 生物が利用する炭素の多くは、光合成の反応を通じて生物界に固定されたものが利用されている。光合成を行う生物が所属する界の名称をすべて答えなさい。また、それらの界の中で実際に光合成を行っている生物の名称をそれぞれ答えなさい。

(2) 真核生物において、光合成はどの細胞小器官で行われるか。細胞小器官の名称を答えなさい。

(3) 光合成の反応を通じて 1 mol のブドウ糖が生成されるとき、その化学反応式を答えなさい。

(4) 光合成で得られた有機物の一部は、被食を通じて従属栄養生物のエネルギー源に用いられていく。生態学的な視点に立つとき、総光合成量は何の和として表現されるか。次の式の空欄にあてはまる適切な語を 2 つ答えなさい。ただし、順は問わない。

$$\text{総光合成量} = \boxed{\quad} \text{量} + \text{被食量} + \boxed{\quad} \text{量} + \text{呼吸量}$$

(5) 従属栄養生物は、炭水化物から呼吸を通じてエネルギーを取り出す。呼吸の過程は、解糖系、クエン酸回路、電子伝達系の 3 つに分けられる。呼吸基質としてブドウ糖が用いられる時、解糖系、クエン酸回路、電子伝達系で行われる反応の化学反応式を、それぞれ答えなさい。

(6) 生産者の物質収支は (4) の式として表されるが、消費者の物質収支はどのような式として表されるか。(4) の式を参考に、消費者の物質収支式を「摂食量 =」の形で答えなさい。

問 2 次の用語の中から 4 つ選び、それぞれ 100 字以内で解説しなさい。

- |               |            |             |
|---------------|------------|-------------|
| (1) アポトーシス    | (2) 遺伝的浮動  | (3) かぎ刺激    |
| (4) 環境収容力     | (5) 孔辺細胞   | (6) サイトカニン  |
| (7) シナプス小胞    | (8) 頂端分裂組織 | (9) 二価染色体   |
| (10) バージェス動物群 | (11) メタ個体群 | (12) ルシフェリン |

得点

得点

# 2020年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 環境ソリューション工学専攻)

(科目名: 専門Ⅱ)

2019年9月14日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

以下の大問Ⅰ～Ⅲの中から3問を選択して、解答しなさい。なお、それぞれの大問は別々の解答用紙に解答し、解答用紙には解答した大問番号を明記すること。

Ⅰ 表は天津市の月別平均気温である。この表に関連した次の問い(問1～3)に答えなさい。

表. 天津市における1981～2010年の気温の平年値(℃, 月ごとの値) 気象庁より

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
3.9	4.2	7.3	13.0	17.9	21.9	25.8	27.1	23.2	17.0	11.3	6.3

- 問1 天津市における温かさの指数と寒さの指数を計算しなさい。ここで温かさの指数は、月平均気温が5℃以上の月について、その月の平均気温から5℃を差し引いた値を合計して得られる。また寒さの指数は、月平均気温が5℃以下の月について、5℃からその月の平均気温を差し引いた値を合計して得られる。
- 問2 天津市における潜在自然植生(極相の植生)は何か答えなさい。
- 問3 天津市のある場所で一次遷移が起こったとする。遷移が図のように進行したとして、植生1、植生2、極相の植生の代表的な植物を一つずつあげ、そのように植生が変化する理由を説明しなさい。

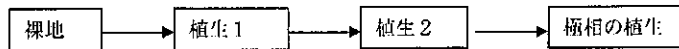


図. 一次遷移における植生の変化

Ⅱ 生物の多様性について、次の問い(問1～2)に答えなさい。

- 問1 生物多様性国家戦略2012-2020には、生物多様性の危機について4つの危機が示されている。4つの生物多様性の危機について、それぞれ具体例を挙げて説明しなさい。
- 問2 次に挙げる用語を簡単に解説しなさい。  
 遺伝的多様性、エッジ効果、順応的管理、アロザイム、エコパーク、ミティゲーションシーケンス

Ⅲ 植物は移動することができないため、さまざまな環境ストレスに対して、その場所にしながら生理生態的な応答をしなければならぬ。環境ストレスは成長や繁殖を妨げる要因の一つであるため、植物は一般的にそれらの影響を最小限にしようとするような戦略をもつことが多い。そこで、次の5つの状態の環境ストレスについて、それぞれの環境ストレスが植物にどのような影響を与えるのかを明記すると共に、植物はどのようにしてこれらの影響を回避したり適応したりするのかを、具体的に説明しなさい。なお、解答に際しては、具体例を挙げながら説明してもよい。

- 1) 山火事
- 2) 草原での競争による光環境の悪化
- 3) 乾燥になった場合
- 4) 凍結が起きた場合
- 5) 土壌が低酸素状態になった場合

Ⅳ 水田はイネの育成の場であるが、水田生態系は自然湿地の代償としての重要性が認識されている。水田では、かつてはDDTやBHCといった強力な殺虫剤が使われていたが、その残留性の高さから半世紀ほど前に使用が禁止された。にもかかわらず、水田生態系における生物多様性はさらに減少しているといわれている。水田生態系の生物群、1)水生鞘翅目、2)水生半翅目、3)トンボ目、4)カエル類、のうちから2群を選び、その生物群について、圃場整備に伴う水田生態系(人工水系)の構造やイネの品種や育成手法等の変化などの環境変化と各生物の生活様式の関係に留意して、水田生態系における生物多様性減少の原因を推測しなさい。加えて、その推測を検証するための調査計画について記述しなさい。

Ⅴ 次の選択肢(ア～オ)から2つを選び、それぞれ150字以上で解説しなさい。ただし、異分野の専門家に説明する要領で、具体例を紹介しながら丁寧かつ専門的に記述すること。

- (ア) 環境DNA分析を用いた水産資源量のモニタリング
- (イ) 通し回遊魚による浸透圧調整
- (ウ) 年1回攪拌湖における溶存酸素の分布と年変動
- (エ) 同所的種分化の可能性と研究事例
- (オ) 安定同位体分析を用いた食物網解析

得点

# 2020年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 環境ソリューション工学専攻)

(科目名:専門Ⅱ)

2019年9月14日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

Ⅵ 次の環境収容力  $K$  と種間競争係数  $a$  を用いた定式化による LV (ロトカ・ヴォルテラ) 競争モデルについて、 $a > 1$  のときを考える。このことについて、次の問い(問1~3)に答えなさい。ただし、 $r_A > 0, r_B > 0, K > 0$  とし、 $N_A$  と  $N_B$  はそれぞれ種 A と種 B の個体群密度である。

$$\frac{dN_A}{dt} = r_A \left( 1 - \frac{N_A + aN_B}{K} \right) N_A$$

$$\frac{dN_B}{dt} = r_B \left( 1 - \frac{aN_A + N_B}{K} \right) N_B$$

- 問1 すべての平衡点を求めなさい。  
 問2 すべての平衡点についてそれぞれ、グラフィカルな方法 (Zero Net Growth Isocline method) でその局所安定性を判別しなさい。  
 問3 すべての平衡点についてそれぞれ、ヤコビ行列を用いてその局所安定性を判別しなさい。

Ⅶ 大気環境に係る以下の問い(問1~4)の内容について、[ ] 内の用語を全て用いて、それぞれ 200 字程度で説明しなさい。

- 問1 都市の熱中症対策 【ヒートアイランド、ストリートキャニオン、WBGT】  
 問2 石炭火力発電所の排ガス対策【脱硫、CCS、エンド・オブ・パイプテクノロジー】  
 問3 ダウンウォッシュの防止策 【建物、2.5 倍則、スタックチップ】  
 問4 水銀対策 【水俣条約、廃棄物の焼却設備、湿式洗煙塔】

Ⅷ ISO (国際標準化機構) 14040 において、ライフサイクルアセスメントは目的・境界の設定とインベントリ分析とインパクト評価から構成される。その中で、インパクト評価手法は、次の4段階で一般的には行なわれる: 1) 分類化、2) 特性化(または特定化)、3) 正規化(または規格化)、そして4) 統合評価(または統合化)。この4段階それぞれについて、50 字程度で簡潔に説明しなさい。

Ⅸ わが国では、一般廃棄物の中間処理量のうち約 80% が直接焼却されている。焼却処理に関する次の用語について、それぞれ 30 字程度で説明しなさい。

- 1) 理論空気量
- 2) 燃焼空気量
- 3) 湿り燃焼ガス量
- 4) 乾き燃焼ガス量
- 5) 空気比

X 湖沼などの水環境から採取した試料水の水質分析等について、次の問い(問1~3)に答えなさい。

- 問1 湖沼の富栄養化の進行(度数)を評価できる代表的な水質項目の変化を、一般に富栄養化との関係性が高いと思うものから5つ答えなさい。ただし、各種の栄養塩濃度の変化以外とし、解答は「リン濃度の増加」というように、変化の内容がわかる記号とすること。  
 問2 対象水(サンプル)を希釈せずに公定法で BOD を測定する場合、通常、その最高値(測定限界値: 測定上限)は理論上おおよそいくらか、SI 単位を用いた物理量で答えなさい。また、環境基準を参考にした場合、一般的に底生生物が生息できる最低濃度といわれる濃度(生息下限)も同様に答えなさい。  
 問3 水質汚濁に係る環境基準である「人の健康の保護に関する環境基準」に定めのある水質項目の一つをその測定法の名称と共に示した上で、測定法の原理を 100 文字程度で説明しなさい。なお、測定方法の名称は JIS 等の公定法で示されている名称でなくとも、一般的に使われる呼称や略称がかまわない。

得点

# 2020年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 環境ソリューション工学専攻)

(科目名:専門Ⅱ)

2019年9月14日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

XI 水中の土壌粒子の沈降等について、次の問い(問1~4)に答えなさい。

自然の浄化機構のうち、水中に懸濁している土壌粒子を例として、沈降について考えてみたい。

水中を沈降していく、単一の土壌粒子を想定する。下向き(沈降方向)を正とすると、土壌粒子には、下向きの力として重力 $F_g$ 、上向きの力には抵抗力 $F$ と① $F_b$ と働いている。下向きの力と上向きの力が釣り合ったとき、一定の速度で沈降する。

土壌粒子は完全な球形で、その半径を $r$ 、比重を $\rho_s$ とし、一定の沈降速度 $v$ で沈降していると仮定する。また周囲の水の比重は $\rho_w$ とし、その粘性係数を $\mu$ とする。また重力加速度を $g$ とする。

このとき、抵抗力 $F$ は(1)式で表される。

$$F = 6\pi\mu \cdot r \cdot v \quad (1)$$

また土壌粒子に働く① $F_b$ は、その土壌粒子と同じ体積の水の質量に重力加速度 $g$ をかけたものであるから、(2)式で表すことができる。

$$F_b = \text{②} \cdot g \quad (2)$$

一方、重力 $F_g$ は土壌粒子の質量に重力加速度 $g$ をかけたものであるから、

$$F_g = \text{③} \cdot g \quad (3)$$

(1)、(2)、および(3)式から、 $v$ について解けば

$$v = \text{④} \quad (4)$$

となる。(4)式は一般にストークスの式と言われる。

- 問1 空欄①~④にあてはまる、最も適切な語句、数式を書きなさい。
- 問2 この土壌粒子の $v$ を大きくする条件のひとつには、粒子半径 $r$ を大きくすることが考えられる。粒子半径のみが2倍になったとき、その $v$ は何倍になるか、答えなさい。
- 問3 一般に、土壌粒子の表面は負に帯電しているため、相互に反発しあう。このとき帯電している土壌粒子同士に作用する静電力的な力を何というか、書きなさい。
- 問4 土壌粒子同士に作用する力を弱めれば、土壌粒子同士が会合してみかけの土壌粒子半径をおおきくすることができるため、水処理ではイオンを加えて凝析をおこなう。より少量で大きな凝析効果を得るためには、どのようなイオンを加えたらよいか、その要件を少なくとも2つ書き、理由を説明しなさい。

得点

--

# 2020 年度 大学院 (修士課程) 入学試験問題

(理工学研究科 環境ソリューション工学専攻)

(科目名: 専門Ⅱ)

2019 年 9 月 14 日 (土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

X11 容積  $V=50$  L の回分式反応器に反応液を 50 L を投入した。投入した 50 L の反応液に含まれる反応物質量は 150 mmol であった。反応速度が反応物質濃度  $C$  の一次反応で表され、その反応速度定数  $k=0.020 \text{ min}^{-1}$  のとき、次の問い (問 1~3) に答えなさい。ただし、ネイピア数  $e=2.7$  とする。

- 問 1 反応物質に関する物質収支式を答えなさい。
- 問 2 100 分間反応させた後の反応器内の反応物質濃度を求めなさい。
- 問 3 100 分間反応させた後の反応物質の反応率を答えなさい。

X111 浄水における衛生上の安全を保つために行われる操作のことを「消毒」と呼ぶ。水道水に対する消毒操作においては、塩素消毒が義務付けられている。このことについて、次の問い (問 1~3) に答えなさい

- 問 1 遊離残留塩素、結合残留塩素とはそれぞれどういった塩素を示すのかを、簡単に説明しなさい。
- 問 2 塩素による消毒において用いられる各種薬剤の微生物に対する消毒の効果を評価する際には、おもに CT 値が用いられている。この CT 値とは何かを説明しなさい。
- 問 3 水道法第 22 条 (衛生上の措置) の規定に基づき、ならびに同法を実施するために、水道法施行規則第 17 条 (衛生上必要な措置) が別途定められている。水道法施行規則において定められている給水栓で保持すべき結合残留塩素濃度はいくら以上か、また供給する水が病原生物に著しく汚染されるおそれがある場合又は病原生物に汚染されたことを疑わせるような生物若しくは物質を多量に含むおそれがある場合の給水栓における水の結合残留塩素濃度はいくら以上かをそれぞれ答えなさい。

得点